

# XXVIII CONGRESSO NAZIONALE DI SCIENZE MERCEOLOGICHE

**Firenze 21-23 Febbraio 2018**



## **Copyright**

Titolo del libro: Atti del Congresso AISME 2018

Autore: Laboratorio Phytolab (Pharmaceutical, Cosmetic, Food supplement Technology and Analysis) – DiSIA Università degli Studi di Firenze

© 2018, Università degli Studi di Firenze

© 2018, PIN Polo Universitario Città di Prato

TUTTI I DIRITTI RISERVATI. La riproduzione, anche parziale e con qualsiasi mezzo, non è consentita senza la preventiva autorizzazione scritta dei singoli Autori.

**ISBN: 978-88-943351-0-1**

## Presidente del Congresso

Prof. Bruno Notarnicola	<i>Presidente Aisme</i>
-------------------------	-------------------------

## Comitato scientifico

Prof. Bruno Notarnicola	<i>Presidente Aisme</i>
Prof. Riccardo Beltramo	<i>Università di Torino</i>
Prof. Alessandro Ruggieri	<i>Università della Tuscia</i>
Prof. Fabrizio D'Ascenzo	<i>Sapienza - Università di Roma</i>
Prof. Giovanni Lagioia	<i>Università di Bari</i>
Prof. Maria Claudia Lucchetti	<i>Università Roma Tre</i>
Prof. ssa Anna Morgante	<i>Università di Chieti</i>
Prof Giuseppe Tassielli	<i>Università di Bari</i>
Prof,ssa Maria Francesca Renzi	<i>Università Roma Tre</i>
Prof.ssa Roberta Salomone	<i>Università di Messina</i>
Prof.ssa Angela Tarabella	<i>Università di Pisa</i>
Dott. Stefano Alessandri	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Patrizia Pinelli	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Annalisa Romani	<i>Università di Firenze</i>

## Comitato organizzativo

Prof.ssa Annalisa Romani	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Patrizia Pinelli	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Nadia Mulinacci	<i>Università di Firenze</i>
Dott. Stefano Alessandri	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Maria Francesca Belcaro	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>
Dott.ssa Michela Magnolfi	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>
Dott.ssa Margherita Campo	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Manuela Ciani Scarnicci	<i>Uniecampus</i>
Dott.ssa Francesca Ieri	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Claudia Masci	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>
Ing. Luca Mattesini	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>
Dott.ssa Arianna Scardigli	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Silvia Urciuoli	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Pamela Vignolini	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Chiara Vita	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>

## Editorial board

Prof.ssa Annalisa Romani	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Roberta Bernini	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Margherita Campo	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Manuela Ciani Scarnicci	<i>Uniecampus</i>
Dott.ssa Francesca Ieri	<i>Università di Firenze</i>
Prof.ssa Patrizia Pinelli	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Arianna Scardigli	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Pamela Vignolini	<i>Università di Firenze</i>
Dott.ssa Chiara Vita	<i>Pin – Polo Universitario Città di Prato</i>



The Eco-Ethical Company





**PIN**

POLO  
UNIVERSITARIO  
CITTÀ DI PRATO

SERVIZI DIDATTICI  
E SCIENTIFICI  
PER L'UNIVERSITÀ  
DI FIRENZE



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE

**XXVIII CONGRESSO NAZIONALE  
DI  
SCIENZE MERCEOLOGICHE**

*Atti del Congresso*

Firenze, 21-23 febbraio 2018

# XXVIII CONGRESSO NAZIONALE DI SCIENZE MERCEOLOGICHE

FIRENZE 21-23 FEBBRAIO 2018

<http://www.aismeandaisme2018.it/>



Ambiente, Innovazione e Sostenibilità sono alla base e il fulcro di una transizione sempre più evidente che delinea il passaggio da un'economia basata su un modello lineare ad una nuova economia fondata su un modello circolare, di creazione di valore che prevede sistemi, infrastrutture, modelli economici e tecnologie orientate verso lo sviluppo di organizzazioni sicure, etiche e sostenibili.

Il XXVIII Congresso di Merceologia, che si terrà a Firenze dal 21 al 23 Febbraio 2018, vuole essere un'occasione di confronto, studio e condivisione di percorsi di sviluppo su tematiche quali ambiente, sostenibilità, sicurezza, innovazione e qualità che stanno sempre più influenzando il sistema produttivo.

La Merceologia, declinata in chiave moderna, è una Scienza di indirizzo applicato che studia la natura, le proprietà, la qualità, la destinazione, la conservazione, le tecniche di imballaggio, la commerciabilità di qualsiasi tipo di merce (da *merce* e il suffisso, dal gr. λόγος, comune nei nomi di scienze; ted. *Warenkunde*). - È, con definizione generalissima, lo studio delle merci in quanto può interessare l'industria e il commercio. È una disciplina a sé nel gruppo delle commerciali ed economiche, ma in stretto rapporto con le chimiche, fisiche, naturali e tecnologiche. La figura del merceologo è quindi altamente interdisciplinare, dovrà essere fondamentalmente un chimico/tecnologo, con vasta cultura naturalistica e tecnologica e con adeguata cultura geografica, statistica ed economica o un economista/economista ambientale con ampia conoscenza dei processi produttivi, della sostenibilità della produzione e di tutte le problematiche legate all'impatto ambientale e tutela della salute umana.

*Il vero concetto di merce dovrebbe scaturire da una sorgente più ampia che va dalle scienze naturalistiche nel più lato senso inteso, a quelle geografiche, economiche, chimiche.*

*(Roberto Salvadori, 1925)*

## TOPICS OF AISME 2018

### ENERGIA, AMBIENTE & SOSTENIBILITÀ

- Modelli di economia circolare e simbiosi industriale,
- Valorizzazione e tutela della biodiversità
- Life Cycle Thinking e relativi strumenti (LCA, LCC, S-LCA, LCSA),
- Efficientamento e diagnosi energetica,
- Responsabilità sociale di impresa ed etica di produzione,

### QUALITÀ, INNOVAZIONE E TECNOLOGIA

- Qualità e Innovazione di prodotto e servizio, soddisfazione e tutela del consumatore,
- Sistemi di gestione ambientale, Sistemi di gestione integrata e certificazioni,
- Tecnologie avanzate per l'energia e l'industria, Trasferimento tecnologico: start-up e spin-off; R&S e tecnologie innovative,
- Innovazione e nuove tecnologie per l'informazione e la comunicazione IT e ICT,
- Nuovi modelli tecnologici: sharing economy, open innovation, added manufacturing

### MATERIE PRIME E CARATTERIZZAZIONE DELLE MERCI

- Caratterizzazione delle merci e nuove materie prime,
- Novel food, nutraceutica, qualità e sicurezza nel settore alimentare,
- Metodi di analisi per la valutazione della qualità agroalimentare e di filiera,
- Metodi analitici per il controllo ambientale



## **TOPIC 1 - ENERGIA, AMBIENTE & SOSTENIBILITÀ**

Modelli di economia circolare e simbiosi industriale. Valorizzazione e tutela della biodiversità. Life Cycle Thinking e relativi strumenti (LCA, LCC, S-LCA, LCSA). Efficientamento e diagnosi energetica. Responsabilità sociale di impresa ed etica di produzione.

### **Comunicazioni Orali**

- O1. INNOVATIVE GREEN ACTIVE COMPOST FROM PRUNING AND URBAN SOLID WASTE, Vona T., p.2
- O2. THE INTEREST OF ITALIAN ORGANIZATIONS IN THE LIFE CYCLE THINKING TOOLS. Mazzi A., Aguiari F., Scipioni A p. 7
- O3. LA RIDUZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT DEGLI IMBALLAGGI NEL SETTORE CROCIERISTICO. Paiano A., Crovella T., Lagioia G. p.14
- O4. HEATING ENERGY CONSUMPTION ESTIMATE FOR THE SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS (UNITO) IN VIEW OF A CARBON FOOTPRINT CALCULATION. Mazzega-Ciamp F., Vesce E., Beltramo R. p.21
- O5. DIAGNOSI ENERGETICA DEI SITI DI TRATTAMENTO RIFIUTI DELLA CISA SPA, MASSAFRA, TARANTO. Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A, Fedele G., Minutello L. p.29
- O6. SIMBIOSI INDUSTRIALE PER IL RECUPERO E IL RIUTILIZZO DI CASCAMI ENERGETICI: UN MODELLO DI RIFERIMENTO. Arcese G., Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Di Capua R. p.35
- O7. SISTEMI DI GESTIONE AMBIENTALE PER L'IMPLEMENTAZIONE DELL'ECONOMIA CIRCOLARE: ANALISI DELLE AZIENDE DI MANIFATTURA DEL METALLO REGISTRATE EMAS. Merli R., Preziosi M., Acampora A., Sandonnini G., D'Amico M. p.41
- O8. SPRECHI ALIMENTARI E RIFIUTI (FLW) E LORO USI SEGUENDO IL PARADIGMA DELL'ECONOMIA CIRCOLARE. Fiume P., Pasini M., Belcaro M.F., Ciani Scarnicci M. p.47
- O9. AN INTEGRATED APPROACH OF GREEN CHEMISTRY AND CIRCULAR ECONOMY FOR THE VALORIZATION OF AGRO-INDUSTRIAL BY-PRODUCTS. Bernini R., Santi L., Pannucci E., Clemente M., Campo M., Scardigli A., Romani, A. p.55
- O10. DEFINIZIONE DEI CRITERI DELLA FUNCTIONAL UNIT NELL'LCA E NELLA SOCIAL LCA: SPUNTI DI DISCUSSIONE. D'Eusanio M., Arzoumanidis I., Raggi A., Petti L. p.61
- O11. ENVIRONMENTAL IMPACTS OF A CHARGING STATION FOR ELECTRIC BICYCLE USING LIFE CYCLE ASSESSMENT. Mondello G., Salomone R., Giuttari L., Saija G. , Ioppolo G., Lanuzza F.p.67
- O12. LE OPPORTUNITÀ DELL'ECONOMIA CIRCOLARE: IL RECUPERO DEGLI SCARTI DI LAVORAZIONE DEGLI AGRUMI. Masotti P., Tilola C., Campisi B., Bogoni P. p.73
- O13. APPLICATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS PRINCIPLES TO SICILIAN CITRUS CHAIN: A TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS IN A COMPOST PLANT. Matarazzo A., Marinelli M., Gambera V., Camuglia A., Zerbo A. p.79
- O14. ECO-GESTIONE DELLE FILIERE AGRICOLE E TURISTICHE IN TERRITORI MARGINALI DI MONTAGNA. Duglio S., Lombardi G., Zavattaro L., Peira G., Bonadonna A. p.86
- O15. ECONOMIA CIRCOLARE E SOSTENIBILITÀ NEL SETTORE LEGNO E USO DEI PRINCIPI ATTIVI NATURALI, IL CASO GRUPPO MAURO SAVIOLA, Cesare Fazzini, Gruppo Mauro Saviola Srl p.94

## Poster

- P1. DALL'ACQUA ENERGIA PULITA PER IL FUTURO. LA CENTRALE IDROELETTRICA DI TORLANO. Geatti P., Novelli V., Ceccon L., Maset V. p.99
- P2. LA CARBON FOOTPRINT IMPLEMENTATA DA MASCHIO GASPARDO. Novelli V., Geatti P., Ceccon L., Pupulin S. p.105
- P3. RECOVERY OF SECONDARY RAW MATERIALS BY TREVIMETAL FOR A CIRCULAR ECONOMY IN THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Novelli V., Geatti P., Ceccon L., Martina A. p.112
- P4. THE CROP WATER REQUIREMENT INDICATOR FOR A SUSTAINABILITY MANAGEMENT IN AGRICULTURE. Casolani N., Liberatore L. p119
- P5. IMPLEMENTATION OF THE SUSTAINABLE MOBILITY: THE CASE STUDY OF UNIVERSITY OF FOGGIA. Rana R., Giungato P. p.125
- P6. SIMBIOSI INDUSTRIALE IN PROVINCIA DI TARANTO: L'AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI ECONOMICA ED AMBIENTALE DEL DISTRETTO PRODUTTIVO. Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Arcese G., Di Capua R. p.131
- P7. LIFE CYCLE INVENTORY PARZIALE DI UN'AZIENDA POLISETTORIALE DELLA PROVINCIA DI TARANTO AI FINI DELLA REDAZIONE DI UNA ORGANIZATION ENVIRONMENTAL FOOTPRINT. Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Lasigna F., Leone G., Di Capua R. p.138
- P8. PROGETTAZIONE DI UN TOOL-BOX DELLA SOSTENIBILITÀ PER UN'AZIENDA DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI: LA CISA SPA DI MASSAFRA, TARANTO. Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A., Arcese G., Di Capua R., Minutello L., Fedele G. p.145
- P9. UNA REVIEW DEGLI STUDI DI LCA APPLICATA ALLA PRODUZIONE DI GRANO. Masini S., Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A. p.151
- P10. HYDROGEN PRODUCTION PLANT SUSTAINABILITY. Gallucci T., Amicarelli V., Lagioia G., Piccinno P., Lacalamita A. p.157
- P11. PRODUZIONE IDROPONICA DI POMODORO: INNOVAZIONE ED EFFICIENZA PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE. CASO STUDIO DI UN'AZIENDA AGRICOLA. D'Ascenzo F., Musarra M., Vieri S., Vinci G. p.162
- P12. POLI D'INNOVAZIONE COME POTENZIALI CONTESTI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE. IL CASO DELLA REGIONE ABRUZZO. Simboli A., Taddeo R., Morgante A. p.168
- P13. NEEDS ANALYSIS OF MICRO-ENTERPRISES MANAGED BY WOMEN WITH DISABILITIES IN GAZA STRIP. Nitti C., Ferrannini A., Borsacchi L. p.174
- P14. RECUPERO DI UNO SCARTO DELLE PRIME FASI DEL CICLO TRASFORMAZIONE DELLA LANA. Baronti S., Camilli F., Ugolini F., Maienza A., Galli G. p.180
- P15. SUSTAINABILITY AND CSR AT UNIVERSITIES: UNIVERSITIES OF MALTA CASE STUDY. Esposito A., Briguglio M., Vinci G. p.185
- P16. STRESS CLIMATICO E CONTENUTO POLIFENOLICO IN PIANTE DI OLIVO BIANCHERA. Calabretti A., Campisi B., Bogoni P., Masotti P. p.191
- P17. SEAWATER CULTIVATED SPINACH: EFFECT OF BOILING AND STEAMING ON TOTAL PHENOLIC, SODIUM AND POTASSIUM CONTENT. Pandolfi C., Caparrotta S., Diamanti I., Azzarello E., Masi E., Mancuso S. p.197

P18. BARIL8: SISTEMA PER L'INTRODUZIONE DI MODELLI INNOVATIVI DI VITICOLTURA CIRCOLARE, PER PRODUZIONI DI QUALITÀ TRACCIATE, TERRITORIALI E SOSTENIBILI. Beltramo R., Romani A., Cantore P. p.203

## TOPIC 2 - QUALITÀ, INNOVAZIONE E TECNOLOGIA

Qualità e Innovazione di prodotto e servizio, soddisfazione e tutela del consumatore. Sistemi di gestione ambientale, Sistemi di gestione integrata e certificazioni. Tecnologie avanzate per l'energia e l'industria. Trasferimento tecnologico: start-up e spin-off; R&S e tecnologie innovative. Innovazione e nuove tecnologie per l'informazione e la comunicazione IT e ICT. Nuovi modelli tecnologici: sharing economy, open innovation, added manufacturing.

### Comunicazioni Orali

O16. CLUSTER CHICO E PIATTAFORMA INNOVATIVA SYNERGY. Pisano S. p.208

O17. CONSUMER ATTITUDES IN THE ERA OF ADDITIVE MANUFACTURING: THE MOVE TO A PROSUMER SOCIETY. Bravi L., Murmura F. p.212

O18. SHAPING NEW CONSUMER PATTERNS THROUGH EDUTAINMENT AND GAMIFICATION- AN EMPIRICAL ANALYSIS AMONG ITALIAN STUDENTS. D'Ascenzo F., Rocchi A., Rossetti F. p.219

O19. THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN THE ITALIAN AGRI-FOOD SECTOR. Malandrino O., Supino S., Sica D. p.230

O20. THE PERCEPTION OF FUNCTIONAL FOODS IN ITALIAN YOUNG. Liberatore L., Murmura F., Casolani N., Waguri E. p.236

O21. PROBLEMATICHE CONNESSE ALL'USO DI SOSTANZE AGGIUNTIVE NEL PANE. Massari S., Pastore S., Ruberti M. p.242

O22. THE B-CORP CERTIFICATION AS A STANDARD OF THE ENTREPRENEURIAL PATHWAY TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY PERSPECTIVE. Ruggieri A., Mosconi E.M., Poponi S. p.247

O23. LA DISPONIBILITÀ A PAGARE PER IL MADE IN ITALY. UNA RICERCA EMPIRICA SU ALCUNI PRODOTTI NEL SETTORE ALIMENTARE. Cappelli L., D'Ascenzo F., Arezzo M.F., Ruggieri R., Rossetti F. p.256

O24. ETICHETTATURA ECOLOGICA NEGLI STABILIMENTI BALNEARI: IDENTIFICAZIONE DELLA DIMENSIONE AMBIENTALE DEL SERVIZIO E CARATTERIZZAZIONE DELLE PERCEZIONI DEI CLIENTI CON L'ANALISI IMPORTANCE-PERFORMANCE. Acampora A., Preziosi M., Merli R. p.263

O25. EU-ECOLABEL IN THE TOURISM HOSPITALITY INDUSTRY: AN EMPIRICAL ANALYSIS ON GUEST PERCEPTIONS. Preziosi M., Balata G., Merli R., Tola A. p.269

O26. CONSERVAZIONE ECOSOSTENIBILE DELLE DERRATE: UTILIZZO DELL'ATMOSFERA CONTROLLATA DI AZOTO CONTRO INSETTI INFESTANTI E FUNGHI MICOTOSSIGENI DEI CEREALI. Moncini L., Sarrocco S., Pachetti G., Moretti A., Haidukowski M., Vannacci G. p.275

O27. POLYAMINE CONTENT IN OVINE AND CAPRINE MILK PRODUCED IN SARDINIA. Manca G., Ru A., Cordeddu F. p.281

O28. GLUTEN-FRIENDLY™: A NEW PARADIGM IN THE DIETARY TREATMENT OF CELIAC DISEASE AND MORE. Lamacchia, C., Petrucci, L., Tricarico, M., Decina, I., Musaico, D., Landriscina, L., Decillis, A., Tarricone, R. p.286

## Poster

- P19. THE DIGITAL GENDER GAP. Carelli A., Papetti P. p.293
- P20. I SISTEMI DI GESTIONE INTEGRATI: UNO STRUMENTO PER IL PERSEGUIMENTO DELLA SOSTENIBILITÀ AZIENDALE, ALLA LUCE DELLA PROSSIMA PUBBLICAZIONE DELLA NORMA ISO 45001. Ghi A., Jirillo R. ....p.301
- P21. NUOVI PROCESSI DI INNOVAZIONE E DI RIORGANIZZAZIONE PER UNA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE TRASPARENTE ED EFFICIENTE. UNA ANALISI DELLA SITUAZIONE EUROPEA ED ITALIANA. Rocchi A., Martucci O. p.307
- P22. RICONOSCERE E CERTIFICARE LE COMPETENZE: L'ONTOLOGY-BASED MODEL NELL'AMBITO DELLA RESPONSABILITÀ SOCIALE D'IMPRESA. Malandrino O., Supino S., Sessa M.R. p.313
- P23. IL MIGLIORAMENTO COME FATTORE PROPULSIVO DELLA QUALITÀ NELLA REALTÀ ORGANIZZATIVA DI PRODUZIONE. UNA REVIEW DEGLI STRUMENTI STRATEGICI E DELLE METODOLOGIE. Tacente A., Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A. p.320
- P24. CORPORATE CITIZENSHIP IN PRATO TEXTILE ORGANISATIONS: DESIGN AND EXPERIMENTATION OF THE "RESPONSIBLE BUSINESS TEXTILE" LABEL. Borsacchi L., Biggeri M., Ferrannini A. p.326
- P25. NEW TRENDS IN THE COFFEE CONSUMPTION ASSESSMENT: ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND CHEMICAL ANALYSIS EVALUATED THROUGH A CHOICE EXPERIMENT. Pinelli P., Nikiforova N.D., Berni R. p.333
- P26. IL SOCIAL COMMERCE: STRUMENTO INNOVATIVO DEL CONSUMATORE MODERNO. Amendola C., Di Lorenzo A. p.339
- P27. CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP) VERSO LA GRID PARITY: ANALISI E PREVISIONI AL 2050. Campana P. p.346
- P28. IL RUOLO DELLE ISTITUZIONI PER LA DIFFUSIONE DI UNA CULTURA DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE: LE INIZIATIVE DELL'UNIVERSITÀ ROMATRE. Martucci O., Arcese G., Montauti C. p.353
- P29. SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ E PERFORMANCE ORGANIZZATIVE: DALLA TEORIA ALLA PRATICA. Di Pietro L., Guglielmetti Mugion R., Renzi M.F, Toni M.; Pasca M.G. p.359
- P30. AGRICOLTURA DI PRECISIONE E INDUSTRIA 4.0: POSSIBILI INTEGRAZIONI E SVILUPPI TECNOLOGICI Trivelli L., Chiarello F., Apicella A., Fantoni G., Tarabella A. p.366
- P31. ELABORAZIONE DI UN PROTOCOLLO DI CASEIFICAZIONE CON CAGLIO VEGETALE PER LA PRODUZIONE DI FORMAGGI DI BUFALA CASEIFICATI IN VERDE E ARRICCHITI DI ANTIOSSIDANTI NATURALI., Zottola T., Campagna M.C., Scardigli A., Vita C., Romani A. p.372

## TOPIC 3 - MATERIE PRIME E CARATTERIZZAZIONE DELLE MERCI

Caratterizzazione delle merci e nuove materie prime. Novel food, nutraceutica, qualità e sicurezza nel settore alimentare. Metodi di analisi per la valutazione della qualità agroalimentare e di filiera. Metodi analitici per il controllo ambientale.

## Comunicazioni Orali

- O29. ALIMENTI FUNZIONALI DA CIOCCOLATO CRUDO E MATERIE PRIME BIOLOGICHE TRACCIATE. Sergio G., Urciuoli S., Belcaro MF, Romani A. p.379
- O30. RECUPERO DI SCARTI DI VINIFICAZIONE PER L'ESTRAZIONE E VEICOLAZIONE DI COMPOSTI BIOATTIVI DA UTILIZZARE COME INGREDIENTI ALIMENTARI. Fiore F., Spizzirri U.G., Aiello F., Carullo G., Cione E., Loizzo M.R., Pellicanò T.M., Restuccia D. p.384
- O31. CHARACTERIZATION OF CRAFT BEER THROUGH FLAVOUR COMPONENT ANALYSIS BY GC-MS AND MULTIVARIATE STATISTICAL TOOLS. Giannetti V., Boccacci Mariani M., Torrelli P. p.391
- O32. CARATTERIZZAZIONE CHEMIOMETRICA DI COMPOSTI BIOATTIVI NELLE NUOVE CULTIVARS DI POMODORI DEL LAZIO: BAMANO, DOLCE MIELE E CONFETTINO ROSSO. Rapa M., Ciano S., Mannina L., Vinci G. p.398
- O33. COCOA PROCESS MARKERS: THE EFFECT OF TEMPERATURE ON POLYPHENOL AND BIOGENIC AMINE PROFILES. Spizzirri U.G., Campo M., Ieri F., Restuccia D., Romani A. p.401
- O34. UNA FINESTRA SUGLI INTEGRATORI ALIMENTARI IN ITALIA: SVILUPPO DI UN DATABASE DEDICATO. Durazzo A., Camilli E., D'Addezio L., Piccinelli R., Lisciani S., Marletta L., Turrini A., Sette S. p.408
- O35. FILIERA DELLA CANAPA INDUSTRIALE (*Cannabis sativa* L.): SFIDE E NUOVE OPPORTUNITÀ. Ciano S., Rapa M., Musarra M., D'Ascenzo F., Vinci G. p.412
- O36. TRADITION AND TERRITORY: THE STREET FOOD AS A TOOL FOR PROMOTING AND ENHANCING TOURISM. Lo Giudice A., Alfiero S., Bonadonna A., Cane M. p.419
- O37. QUALITY BETWEEN TERRITORY, TRADITION AND INNOVATION: AN ANALYSIS ON PDO-PGI AMENDMENTS. THE CASE OF CHEESES. Quiñones-Ruiz X., Penker M., Belletti G., Marescotti M., Forster H., Scaramuzzi S., Broscha K. p.426
- O38. NATURAL ADDITIVES AS SUBSTITUTES OF NITRATE AND NITRITE IN DRY-CURED PIG PRODUCTS: PRELIMINARY RESULTS. Aquilani C., Sirtori F., Parrini S., Bozzi R., Pugliese C. p.432
- O39. A PERSPECTIVE ON THE POTENTIAL HEALTH RISK OF ARSENIC VIA DIETARY INTAKE OF RADISH AND LETTUCE FROM LATIUM. Spognardi S., Bravo I., Carella A., Papetti P., Beni C. p.436
- O40. CONFRONTO DELLE PROPRIETÀ ANTIOSSIDANTI IN ALIMENTI DA AGRICOLTURA BIOLOGICA E CONVENZIONALE. Calabretti A., Calabrese M. p.443

## Poster

- P32. INFESTAZIONI ENTOMATICHE DELLA PASTA ALIMENTARE CONFEZIONATA: UN PROBLEMA SEMPRE ATTUALE. De Clemente I.M., Palumbo G. p.450
- P33. TANNINI IDROLIZZABILI DA SCARTI DELLA LAVORAZIONE DEL CASTAGNO: CARATTERIZZAZIONE CHIMICA E VALUTAZIONE *IN VITRO* DELL'ATTIVITÀ INIBITORIA VERSO FUNGHI FITOPATOGENI. Simone G., Moncini L., Bernini R., Campo M., Romani A. p.456
- P34. PROPOSTA DI UN MODELLO DI SITO WEB PER LA VALORIZZAZIONE E LA COMUNICAZIONE DELLE CARNI FRESCHE BOVINE AD INDICAZIONE GEOGRAFICA. Varese E., Peira G. p.462
- P35. VALUTAZIONE DI COMPONENTI BIOATTIVI IN MATRICI ALIMENTARI COMPLESSE E PREPARAZIONI ALIMENTARI: APPROCCIO METODOLOGICO. Durazzo A., Lisciani S., Gabrielli P., Camilli E., Marconi S., Aguzzi A., Gambelli L., Lucarini M., and Marletta L. p.471

- P36. TRACCIABILITÀ DEGLI OLII EXTRAVERGINE DI OLIVA ATTRAVERSO DETERMINAZIONI DI COMPOSTI BIOATTIVI. Tarola A.M., Jirillo R., Rapa M., Vinci G. p.475
- P37. COFFEE AS SUSTAINABLE COMMODITY: A STUDY TO BETTER UNDERSTAND THE FACTORS MARKING COFFEE QUALITY ALONG THE VALUE CHAIN. Borsacchi L., Pinelli P. p.479
- P38. CHARACTERIZATION AND VALORIZATION OF INNOVATIVE ENOLOGICAL AND NUTRITIONAL PRODUCTS FROM CULTIVAR OF GEORGIAN GRAPES VINIFIED IN QVEVRI. Ieri F., Campo M., Scardigli A., Urciuoli S., Jurkhadze K., Romani A. p.486
- P39. CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL AND LEAF HYDROLAT FROM ORNAMENTAL GREEN FROND OF EUCALYPTUS CULTIVAR GROWN IN TUSCANY. Cecchi L., Ieri F., Giannini E., Mulinacci N., Romani A. p.492
- P40. INGREDIENTI ALIMENTARI INNOVATIVI OTTENUTI DA SOTTOPRODOTTI DEL SETTORE AGRONOMICO CON TECNOLOGIA GREEN. Scardigli A., Vita C., Masci C., Vignolini P., Romani A. p.498
- P41. CARATTERIZZAZIONE ED USO DI ESTRATTI VEGETALI E PIGMENTI NATURALI PER IL SETTORE ARREDO, ARREDOTESSILE E MODA. Vita C., Scardigli A., Vignolini P., Cassiani C., Romani A. p.505
- P42. VALUTAZIONE DI CAROTENOIDI, POLIFENOLI E ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE IN SEMOLE DI GRANO MACINATO A PIETRA. Vignolini P., Urciuoli S., Heimler D., Romani A. p.511
- P43. CHARACTERIZATION OF POLYSACCHARIDE FRACTIONS IN BY-PRODUCTS (MESOCARP) OF THE POMEGRANATE FRUIT. Khatib M., Cecchi L., Rossi F., Romani A., Innocenti M., Mulinacci N. p.517
- P44. BIOACTIVE QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS IN *CAPPARIS SPINOSA* L.: DETERMINATION IN ROOT AND LEAF SAMPLES FROM SAUDI ARABIA AND ITALY. Khatib M., Al-Tamimi A., Pieraccini G., Mulinacci N. p.523
- P45. CHARACTERIZATION OF MARSА MATROUGH FIGS (FLESH AND PULP AND JAM): EVALUATION OF POLYPHENOLS, ANTHOCYANINS AND ANTIRADICAL ACTIVITY. Vignolini P., Fiume P., Virtuosi I., Di Terlizzi B., Heimler D., Romani A. p.529
- P46. POLYPHENOL AND VOLATILE COMPOUNDS IN KIWIFRUIT (*ACTINIDIA DELICIOSA*) BALSAMIC VINEGAR AND DERIVATIVE PRODUCTS. Ieri F., Vignolini P., Villanelli F., Calamai L., Romani A. p.534
- P47. NUOVO APPROCCIO BIOINTEGRALE PER LA VALORIZZAZIONE DI PRODOTTI PRIMARI E SECONDARI DELLA FILIERA VITIVINICOLA: AZIENDA CASTELLO DEL TREBBIO. Urciuoli S., Vita C., Ieri F., Cassiani C., Romani A. p.539
- P48. AN OVERVIEW ON SHORT FOOD SUPPLY CHAIN SYSTEM. Liberatore L., Casolani N. p.545
- P49. A RAPID SCREENING IN OLEUROPEIN CONTENT AND VOCs EMISSION IN FIFTEEN OLIVE CULTIVAR LEAVES. Colzi I., Luti S., Taiti C., Marone E., Masi E., Pazzagli L., Fiorino P., Mancuso S. p.551
- P50. SPECTROMETRIC ANALYSES (PTR-TOF-MS) TO CHARACTERIZE MONOVARIETAL AND BLENDED EXTRA VIRGIN OLIVE OILS. Masi E., Taiti C., Marone E., Alessandri S., Ieri F., Romani A., Fiorino P., Mancuso S. p.556

# **Energia, Ambiente & Sostenibilità**

# **GREEN ACTIVE COMPOST DA SCARTI DI POTAURA E RIFIUTI SOLIDI URBANI**

## **Innovative Green Active Compost from pruning and urban solid waste**

Tiziana Vona  
Self Garden Srl, Aprilia (Lt)  
amministrazione@selfgarden.it

### **Abstract**

L'azienda Self Garden Srl produce terricci e compost di qualità secondo una filosofia aziendale che mira ad ottimizzare processi e prodotti economicamente ed ecologicamente sostenibili, nell'ottica di una progressiva sostituzione dei tradizionali prodotti chimici di sintesi con prodotti innovativi completamente naturali, realizzati secondo metodologie green e mediante il recupero di scarti organici sia del settore agroindustriale che della cura del verde urbano. L'impatto ambientale caratteristico del settore agroindustriale viene così abbattuto sia a monte, in fase di processo industriale per l'ottenimento di prodotti per l'agricoltura, sia in campo, migliorando le caratteristiche delle coltivazioni, del suolo e dell'ambiente grazie all'eliminazione di impattanti chimici, sia a valle per quanto riguarda il trattamento degli scarti organici e dei sottoprodotti delle filiere che, divenendo materie prime-secondarie per la produzione, non comportano costi ed operazioni di smaltimento. Lo stesso concetto può essere esteso al recupero e al riutilizzo di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) opportunamente differenziati e selezionati, da utilizzare per la formulazione dei nuovi Green compost e di altri prodotti green per l'agricoltura. In tal senso l'evoluzione è data dall'applicazione del concetto di Economia Circolare alle filiere produttive del settore agroalimentare, ed è mirata alla riduzione dell'impatto ambientale mediante il recupero e il riutilizzo degli scarti e dei sottoprodotti, al fine di trasformare idealmente i processi produttivi in cicli chiusi. A tale scopo la Self Garden conduce attività di ricerca, innovazione e sviluppo in collaborazione con altre aziende e con enti di ricerca nell'ambito di programmi di finanziamento sia nazionali che europei progettando ed ottimizzando prodotti green, innovativi, da immettere sul mercato. Le attività proposte ad esempio nell'ambito del Progetto Europeo GRACLife Green Active Compost and anti-microbial biocompounds from vegetal and urban waste - LIFE17 ENV:IT:000169, di cui la Self Garden si presenta come Coordinatore, sono mirate al raggiungimento degli obiettivi sopra descritti.

### **Introduzione**

Grazie al dinamismo e alla felice intuizione di giovani imprenditori, nel 1994 la Self Garden ha iniziato la sua attività di produzione di terriccio. È stata la prima azienda sul territorio a svolgere produzione e commercializzazione di terricci fertilizzanti per piante e giardini. Perseguendo l'obiettivo di sostenere uno sviluppo aziendale proiettato verso il continuo miglioramento dei servizi, del prodotto e dei sistemi evoluti di mercato, l'azienda si è dotata negli ultimi anni di un moderno impianto di compostaggio con tecnologia all'avanguardia, autorizzato per una capacità annua di 45.000 tonnellate, per il trattamento recupero e smaltimento dei rifiuti solidi urbani e agroindustriali, finalizzato alla produzione del compost di qualità. È un impianto di notevole importanza per la salvaguardia del territorio, nel pieno rispetto dell'individuo e dell'ambiente che migliora le performance ambientali riducendo, laddove possibile, gli impatti ambientali evitando lo smaltimento in discarica e ottimizzando l'uso delle risorse naturali.

Il crescente successo, dovuto al costante impegno nel garantire la qualità del prodotto, ha confermato nel tempo una potenzialità di sviluppo ecosostenibile in un settore come quello dell'agroindustria, fortemente sollecitato alla sostituzione di molecole di sintesi con principi attivi naturali o verso tecniche di coltura biologiche, biodinamiche o il più possibile verso una filosofia di "agricoltura verde".

La Self Garden si pone come obiettivo il miglioramento continuo delle performance ambientali del territorio attraverso un incremento del recupero totale dei rifiuti organici e vegetali grazie alla produzione del compost di qualità, sostanza preziosa da restituire ai terreni, quale valida alternativa dei concimi chimici. Il totale recupero e riutilizzo dei rifiuti organici secondo le modalità descritte, permetterà di impiegare nei terreni agricoli esclusivamente sostanze naturali prive di additivi chimici. A tale scopo la Self Garden ha partecipato e partecipa attualmente a progetti di ricerca, innovazione e sviluppo in collaborazione con altre aziende e con enti di ricerca. Attualmente ha presentato in qualità di Coordinatore un Progetto nell'ambito del programma di finanziamento europeo LIFE (GRACLife - Green Active Compost and anti-microbial biocompounds from vegetal and urban waste - LIFE17 ENV:IT:000169), beneficiari Mondo Verde Casa & Giardino, Aristotle



University of Thessaloniki (AUTH), Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM), CEBAS-CSIC – Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Cluster C.H.I.C.O., e un Progetto territoriale di Economia Circolare Regione Lazio avente come partner la stessa Self Garden, Mondo Verde Casa & Giardino, Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Università della Toscana e Cluster C.H.I.C.O.

## **Attività di Ricerca e Innovazione**

L'attività di ricerca e innovazione svolta nell'ambito dei progetti sopra citati riguarda la realizzazione di fertilizzanti di altissima qualità, derivati da scarti organici, e s'innesta a monte della filiera alimentare, impattando sull'alimentazione e dunque sulla salute umana. Molti studi scientifici dimostrano che anche le persone che seguono un'alimentazione accurata, di qualità, volta verso il basso consumo di carni rosse, evidenziano rischi per la loro salute inerenti alla presenza di molecole chimiche nocive utilizzate nei processi di trattamento agricolo e di conservazione dei prodotti dell'agroindustria. Notevoli sono inoltre le criticità relative agli attacchi microbici e da parassiti su colture food e non-food, tanto da essere diventati un rischio sia dal punto di vista ambientale sia per consumatori attenti al benessere o a regime vegetariano o vegano, numero in crescita sempre maggiore. Molti studi, tra i quali un ampio studio su alimentazione e prevenzione oncologica quali EPIC (1), mostrano come ci possa essere notevole incidenza di tossicità su consumatori vegetariani soggetti a consumo di vegetali non sempre idonei all'uso per eccesso di antimicrobici ed antiparassitari di sintesi.

La ricerca condotta intende sviluppare un nuovo compost, tramite un'innovazione di processo e di prodotto, altamente efficiente, sostenibile, e di qualità, e rientra di fatto nella realizzazione di trattamenti chimici e produzioni industriali. Per ciascun lotto di produzione è garantito un sistema di tracciabilità dalla produzione alla distribuzione, e un controllo analitico per la verifica di conformità ai parametri chimico-fisici e microbiologici previsti dalla normativa vigente. Ulteriore obiettivo è quello di mettere in commercio nuovi antimicrobici e biocidi naturali, commercializzabili sia individualmente che come prodotti associati a compost e Green Active Compost di qualità.

L'attività di questa iniziativa prevede l'ottimizzazione di una rete di imprese e di enti di ricerca con acquisita esperienza sia nazionale che internazionale relativa all'utilizzo di biomasse di scarto o di specifiche colture vegetali per l'ottenimento di principi attivi idonei a poter intraprendere procedure armoniche con il concetto di agricoltura verde o di tecniche agronomiche a impatto zero a tutela della salute, dell'ambiente e dell'uomo.

Questo miglioramento, declinato in produzione, permette di avviare un percorso virtuoso di agricoltura circolare dove le colture food possono essere tracciate chemical free e valorizzate dal punto di vista funzionale per la presenza di metaboliti secondari importanti per la salute dell'uomo e per la salvaguardia dell'ambiente.

Si ha inoltre l'obiettivo di offrire un servizio efficiente per il miglioramento dell'ambiente in regioni con gravi carenze dal punto di vista del riciclaggio e smaltimento dei rifiuti e di scarti di potature verdi.

Il VII programma per l'ambiente mira infatti a raggiungere, tra gli altri, i seguenti obiettivi entro il 2020:

- a) ridurre i rifiuti prodotti;
- b) aumentare al massimo il riciclaggio ed il riutilizzo;
- c) limitare la messa in discarica ai rifiuti non riciclabili e non recuperabili attraverso progetti e ricorso a metodi, tecnologie ed azioni mirate al riutilizzo;

Il Consiglio UE ha adottato la versione aggiornata e finale della Direttiva Quadro sui Rifiuti (Direttiva 2008/98/CE) confermando come il riutilizzo ed il riciclaggio devono essere preferiti alla valorizzazione energetica dei rifiuti in quanto rappresentano la migliore opzione ecologica.

Il progetto GRACLife, visti anche i suoi obiettivi, ben si allinea per ciò che attiene ai rifiuti ed al riciclo degli stessi alla tabella di marcia verso un'Europa efficiente nel reimpiego delle risorse, contribuendo al miglioramento dell'ambiente ed ad un'agricoltura green con evidenti benefici per la salute umana.

Il riutilizzo di questi rifiuti aiuta, infatti, a ridurre le emissioni di GHG1 in agricoltura in linea con la Energy Roadmap 2050 dell'Unione Europea che invita il settore agricolo a una riduzione delle emissioni di GHG del 36%-37% per il 2030 e del 42%-49% per il 2050. Il progetto GRACLife si colloca inoltre come proposta di una nuova filiera integrata unicamente a tecnologia green, per la produzione di prodotti naturali ottenuti da materie prime-seconde, innovativi dal punto di vista della performance antimicrobica pronti a contrastare anche contaminazioni, rischi di sicurezza ambientale ed alimentare.

L'azienda Self Garden Srl produce attualmente un compost, "Compost Nutri Garden", che è un ammendante

compostato con fanghi (ACF), ottenuto da un accurato processo di trasformazione e stabilizzazione controllato delle frazioni organiche e vegetali selezionate e miscelate tra loro costituite da: scarti della manutenzione del verde, letame, sottoprodotti di origine vegetale, residui organici agroalimentari e fanghi di depurazione biologica. È un fertilizzante di elevata qualità, ideale per la fertilizzazione base di tutte le colture, in quanto apporta sostanza organica umificata che garantisce un completo equilibrio nutrizionale della pianta. Il compost ottimizza le caratteristiche, la struttura e la tessitura del terreno, apportando un miglioramento della ritenzione idrica, particolarmente consigliato nei terreni argillosi perché potenzia la permeabilità. Per ogni lotto di compost prodotto è garantito un sistema di tracciabilità dalla produzione alla distribuzione, e un controllo analitico per la verifica di conformità ai parametri chimico-fisici e microbiologici previsti dal D.Lgs.75/2010; tutte le analisi sono effettuate da laboratorio accreditato.

Nell'ambito dei progetti in corso, le matrici di scarto verranno recuperate ed utilizzate tal quali o per ottenere estratti naturali come semilavorati per la produzione di Green Compost e Green Active Compost. Verranno inoltre realizzati e testati nuovi biocidi, repellenti ed antimicrobici da agricoltura green a base di composti polifenolici antiossidanti ed antimicrobici, con particolare riguardo ad acidi idrossicinnammici quali ad esempio caffeico e cicorico e tannini da castagno (2-6), associati a molecole aromatiche volatili potenzialmente estraibili da specie della macchia mediterranea, rosmarino, aglio ed altre essenze aromatiche e officinali.

Il prodotto così ottenuto impatta sull'efficienza energetica poiché l'utilizzo del compost contribuisce a ridurre l'emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera, trattenendo il carbonio nel suolo.

L'uso del compost sostituisce totalmente quello dei concimi chimici, apportando benefici agronomici notevoli quale capacità di fertilizzazione, permeabilità del terreno con miglioramento della ritenzione idrica; il compost, ottenuto totalmente dal recupero di sostanza organica e vegetale dei rifiuti, elimina l'impatto sull'ambiente che i rifiuti come tali costituirebbero, favorendo il riutilizzo di materia (principio Rifiuti Zero); è inoltre caratterizzato tra gli acquisti verdi GPP.

## **The GRACLife project - Green Active Compost and anti-microbial biocompounds from vegetal and urban waste (LIFE17 ENV:IT:000169)**

### **Project objectives**

The project deals with the production of high quality fertilizers, derived from organic waste, and enters upstream of the food chain, with an impact on nutrition and therefore on people's health.

Recently the whole agro-industry sector has been strongly urged to replace synthetic molecules with natural active ingredients towards biological or biodynamic growing techniques or, as far as possible, towards a "green agriculture" philosophy. Several scientific studies show that even people with accurate, quality nutrition, with low-consumption red meat, have health risks due to the presence of many chemical molecules used in agricultural processing and agro-industry preservation processes. Moreover, there are remarkable critical issues due to microbial and parasitic attacks on food and non-food crops so much that they have become a risk both from an environmental point of view and as a growing number of vegan or vegetarian or vegan-minded consumers. Many studies, including a major study on nutrition and oncological prevention such as EPIC (1), show that there may be a significant incidence of toxicity to vegetarian consumers using vegetables unsuitable for use, by excessive presence of chemical synthesis antimicrobials and antiparasitics.

The project aims to develop a new compost through a highly efficient, sustainable and quality innovation of process and product, and is actually part of the realization of chemical treatments and industrial productions.

Nowadays, some companies aim to continuously improve the environmental performance of the territory by increasing the total recovery of organic and vegetal waste through the production of quality compost, that represents an important product to be returned to the land, as a valid alternative to chemical fertilizers.

The production of this kind of compost allows for a virtuous path of green farming where food crops can be traced as chemically free and functionally valued for the presence of secondary metabolites important for human health and for the preservation of environment.

The GRACLIFE project seeks to demonstrate the effectiveness, sustainability and enhancement of the recovery of biomolecules from green pruning and waste from the agro-industry for the formulation of innovative green farming products with antimicrobial and biocidal activity, according to the concept of agronomic with Zero Impact for the protection of the environment and human health.

The project has the dual value of improving both the safety profile of agricultural products, with a consequent impact on crops and the process of treating agronomic waste.

The main actions of the project will be:

- HPLC/DAD/MS or GC/MS characterization of water-soluble and aromatic, antioxidant and antimicrobial secondary metabolites obtained from green pruning and agro-industry waste;
- HPLC/DAD/MS or GC/MS characterization of compost from green pruning mixed with RSU;
- design of new Active Active Compost (Green Active Compost) from the nutritional, antioxidant and antimicrobial point of view, for horticultural and green crops by mixing selected functional extracts with antioxidant and antimicrobial activity, obtained from both pruning and officinal and aromatic herbs;
- evaluation of the microbial stability of Green Active Compost and optimization of procedures for product registration and certification;
- optimization of natural aromatic extracts obtained by green technologies from green pruning and medicinal and aromatic species and Mediterranean-type with antimicrobial properties, such as off-flavors modulators, for use both in the process and in the product;
- design of new biocides, repellents and antimicrobials for green farming, based on green pruning and medicinal and aromatic species extracts, polyphenolic antioxidant and antimicrobial compounds;
- design of new liquid and gel products, slow release, for horticultural plants, solanacees and kiwis;
- demonstration of the effectiveness and reliability of innovative products such as Green Compost, Green Active Compost and Green Farming Biocides through *in vitro* and *in vivo* tests;
- demonstration of the technical validity of the project to optimize its up-scaling.

### **Expected results**

The use of antimicrobial active compounds, obtained through prototype extraction and blending technologies, will enable Self Garden to optimize, in collaboration with research organizations (INSTM, CSIC, AUTH) and Mondo Verde beneficiary, an innovative production chain of antimicrobials for aviculture, biocides and repellents that can be used in synergy as an integrated development of the markets of both companies.

It is estimated that the formulation of at least one innovative compost, Green Active Compost, and two different preparations, liquid and gel, can be projected as products to be tested on the market of each of the partner companies, both Self Garden and Mondo Verde.

The investment on the different prototype components will also allow the development of new products such as natural essences, also obtained from vegetable waste, which can be used both as off-flavor scrubbing in the company and as environmental antimicrobials and product functionalization.

It is also expected that the process of obtaining aromatic extracts from pruning and aromatic essences can lead to a potential level of industrialization. Another competitive advantage, with regard to the development of the project, concerns the mitigation of the odorous impact of the production site associated with decreasing the environmental impact from the microbial point of view.

The results of the project, both intermediate and final, can lead to innovative recording and certification products. The programmed and integrated use of agricultural waste and green field pruning, used not only as compost but also as new green products active in agriculture and agro-industry, will allow, through the implementation of prototype production, to apply patterns of circular microeconomics which can be traced back to virtuous examples of circular agriculture.

## Notes and References

1. Lo studio European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) è uno dei più ampi studi di coorte al mondo, con più di mezzo milione (521 000) di partecipanti reclutati in 10 Paesi europei e monitorati per circa 15 anni (<http://epic.iarc.fr>).
2. Bargiacchi E., Campo M., Milli G., Miele S. LIFE+2013 EVERGREEN Identified Polyphenol Botanical Biostimulants as Potential Substitutes of Agrochemicals to Increase Plant Resistance to *Meloidogyne arenaria* Chit.” Polyphenols Communications 2016 - XXVIII International Conference on Polyphenols 2016 Acts, p. 122-123.
3. Biancalani C., Cerboneschi M., Tadini-Buoninsegni F., Campo M., Scardigli A., Romani A., Tegli S. (2016) Global analysis of Type Three Secretion System and Quorum Sensing inhibition of *Pseudomonas savastanoi* by polyphenols extracts from vegetable residues. PLoS ONE 11(3), 409-415.
4. Bargiacchi E., Miele S., Romani A., Campo M. (2013) Biostimulant activity of hydrolyzable tannins from sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Proceedings of the 1st World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture, Acta Horticulturae ISHS, 1009, 111-116.
5. Romani, A. Scardigli, M. Campo, M. Pinelli, P. “Sustainable productive processes of polyphenol standardized fractions”, Proceedings of 9 th World Congress on Polyphenols Applications June 3-5, 2015–St Julian, Malta, ISBN: 978-2-35609-073-7, p.175.
6. Romani A., Vita C., Campo M., Scardigli A. “Recupero di sottoprodotti agroindustriali: un modello di economia circolare.” Rivista delle Tecnologie Agroalimentari - Sistemi per produrre. Year XXVII n.5 june/july 2016. p. 50-55.

# The interest of Italian organizations in the Life Cycle Thinking tools

Mazzi A. \*, Aguiari F. \*, Scipioni A. \*

\* Department of Industrial Engineering, University of Padova, Padova, Italy

Corresponding author e-mail: [anna.mazzi@unipd.it](mailto:anna.mazzi@unipd.it)

## Abstract

The environmental efforts of Italian organizations to protect the environment are proved by the increasing number of certifications related the Environmental Management System (EMS). ISO 14001 certification is a milestone that can become the starting point for new commitments towards environmental excellence.

In the last decade a “new generation” of environmental tools with a Life Cycle Thinking (LCT) approach are spreading among businesses around the world: the Life Cycle Assessment (LCA), the Carbon Footprint (CF), the Water Footprint (WF), and the environmental product labels as the Ecolabel, the Environmental Product Declarations (EPD) and the Product Environmental Footprint (PEF). These tools have gained increasing interest thanks to the support of recognized international standards. However, many organizations are still struggling to adopt these LCT tools: this difficulty can be linked to the small size of the organizations or the youth of their EMS.

This paper summarizes the results derived from an Italian survey conducted in 2015, that involved the Italian ISO 14001 certified organizations in exploring their interest on the adoption of other environmental tools and labels. The survey was conducted through an on-line questionnaire with multiple-choice questions, involving both public and private organizations in different industrial and services sectors, collecting the opinions of managers and practitioners of environmental management. In order to underline what are the types of organizations with more interest in LCT tools, we have analyzed the answers through the following criteria: type and size of organization, seniority of ISO 14001 certification, number of certified sites, obtaining of other certifications, geographical location.

The survey's results demonstrate overall descreet interest within the Italian organizations regarding the implementation of various LCT tools. The LCT tools considered to be of greater are the Carbon Footprint and the product environmental labels. Analyzing the answers on the base of type of respondant organizations, we can adfirm that the main key elements that identify the Italian organizations interested in LCT tools are the dimensions of the organizations, the achievement of other certifications, and the geographical location. However, the criteria related the number of certified sites, and the seniority of ISO 14001 certification are not discriminant to identify the Italian organizations interested in the adoption of the LCT tools.

This reseach enriches previous knowledge related the tendency of certified organizations to take further commitments to environmental excellence. At the national level, we derive new relevant information about the preference of Italian organizations related the LCT tools. Moreover, we can track a profile of the Italian companies most interested in the adoption of environmental labels with a life cycle perspective.

## 1. Introduction

In recent years, many organizations have adopted environmental methods and tools, such as the Environmental Management System (EMS), in order to demonstrate its environmental committment (Hörish et al., 2015). ISO 14001 is the most widespread international standard, that supports organizations in the implementation and maintenance of EMS. It defines a list of requirements through which any organization, of any size and industry sector, can develop a systematic approach to improve its environmental performance, consistently with its specific context, through a virtuous circle with a preventive and proactive approach (ISO, 2015/b).

The adoption of ISO 14001 certification around the world has been growing steadily over the years. Italy has been the third country in the world by number of ISO 14001 certificates issued in 2015, and the first in Europe (ISO, 2015/a).

On the other hand, recent directives of international policy and market interests demonstrate the opportunity of the adoption of a Life Cycle perspective, with a comprehensive evaluation of the environmental impacts related a product, from cradle to grave. The international standards published in the last decade related the Life Cycle Thinking (LCT) tools, as Life Cycle Assessment (LCA), Carbon Footprint (CF), and Water Footprint (WF), represent an influential guide for the adoption of LCT tools in a growing number of organizations in the world.

The Life Cycle Assessment (LCA) is a methodology for quantifying and analyzing environmental impacts associated with the life cycle of products, services and processes standardized by the ISO 14040 and ISO 14044 (ISO, 2006/a and /b). LCA is recognized to be a powerful tool to identify potential environmental

impacts and assess them from a system perspective, identifying strategies for improvement without burden shifting (Hellweg and Mila I Canals, 2014). LCA is used mainly to compare different products, processes and activities or as a tool to identify hotspots in the life cycle; it is also considered one of the best tools for developing environmental policies.

Even if its application is spreading all over the world, one of its main limitation is the complexity of the results that are usually reported in a set of environmental performance indicators (e.g., eutrophication, acidification, climate change, water scarcity, land use change, fossil fuel depletion, etc.). To overcome this limitation, in recent years, other environmental footprints have emerged as a more direct and straightforward way of reporting LCA results (Ridoutt et al., 2016), specifically concerning product Carbon Footprint (CF) (ISO, 2013) and Water Footprint (WF) (ISO, 2014). These footprints are based on the Life Cycle Thinking (LCT) approach, with data models and impact assessment methods same as LCA, but usually focused on specific environmental aspects. The CF addresses the issue of climate change by quantifying the potential impacts related to the Green House Gas (GHG) emissions of products. The WF addresses the impacts on water resources considering both the quantity of water use and its degradation.

In the scientific debate, we recognize the interest of both scientists and practitioners to study the issues underpinning the adoption of EMS by organizations (e.g., Horváthová, 2010; Lam et al., 2011; Mazzi et al., 2016/b). On the other hand, the LCA methodology is spreading among companies around the world, to support environmental improvement project, through the application of LCA studies or other life cycle footprint tools, as LCA, CF and WF. However, even if EMS has a procedural approach and LCA is product oriented, they can be used in a complementary way based on a comprehensive approach (Mazzi et al., 2016/a).

In line with this topic, the research detailed in this paper aims to investigate the awareness of Italian ISO 14001 certified organizations, to adopt other environmental commitments with a life cycle perspective, such as LCA, CF, WF and environmental product labels (EPL). Through the analysis of answers collected by a national survey conducted in 2015, we underline the criteria to identify Italian organizations with certified EMS with more interest on LCT tools.

## **2. Materials and methods**

To meet the research goal, we consider primary data derived by Italian organizations with ISO 14001 certification, using the survey methodology (coherently with Dillman, 2000). Data collection was derived by a national survey, conducted by University of Padua, in collaboration with the Italian Accreditation Body (ACCREDIA), addressed to all the Italian ISO 14001 certified organizations, both public and private, in different industrial and services sectors (selected through the ACCREDIA national database). The survey was conducted from September to October, 2015, using an on-line questionnaire, with ad-hoc multiple-choice questions. All organizations involved in the survey were contacted by e-mail, and anonymous answers were collected through an automatic online database. Other details related the national survey are available in Mazzi et al. (2016/c) and Mazzi et al. (2017).

In order to explore the research goal, we have formulated several questions related the interest of organizations on the adoption of other environmental commitments with focus on the main LCT tools: LCA studies, CF studies, WF studies, and EPL studies. In order to analyze and discuss the answers collected by the Italian organizations, we have considered several criteria, to group the organizations in homogeneous typologies, with the aim to distinguish the most inclined organizations to adopt the LCT tools. The main criteria adopted to analyze survey's answers are:

- Type of organization: Private, Public or Public/Private partnership organization;
- Size of organization: Large or Small-Medium organization;
- Number of certified sites: 1, 2 or more corporate sites included in the ISO 14001 certification;
- Year of certification: Year of obtaining the first ISO 14001 certification;
- Other certifications achieved by the organization: only ISO 14001, 1 other certification, or 2 or more;
- Region where the company is located: North, Center or South of Italy.

## **3. Results and discussion**

### **3.1. General information about respondent organizations**

Table 1 summarize the number of organizations involved in the national survey, and figures from 1 to 6 synthesize the statistical distribution of respondent organizations in terms of, respectively: type, size, number of certified sites, year of certification, other certifications achieved, and location.

As in figure 1, the opinion of private companies in the survey's results is significant.

As in figure 2, coherently with Italian economic context, the percentage of SMEs in the survey's sample is relevant.

As in figure 3, coherently with the dimensions of organizations, the certified sites are more frequently one or two.

On the other hand, as in figure 4, there is a homogeneous distribution on respondent organizations concerning the year of ISO 14001 certification's achievement: then, the survey's results will be representative both for organizations with a recent certification, and both for the organizations that adopted the EMS for a long time.

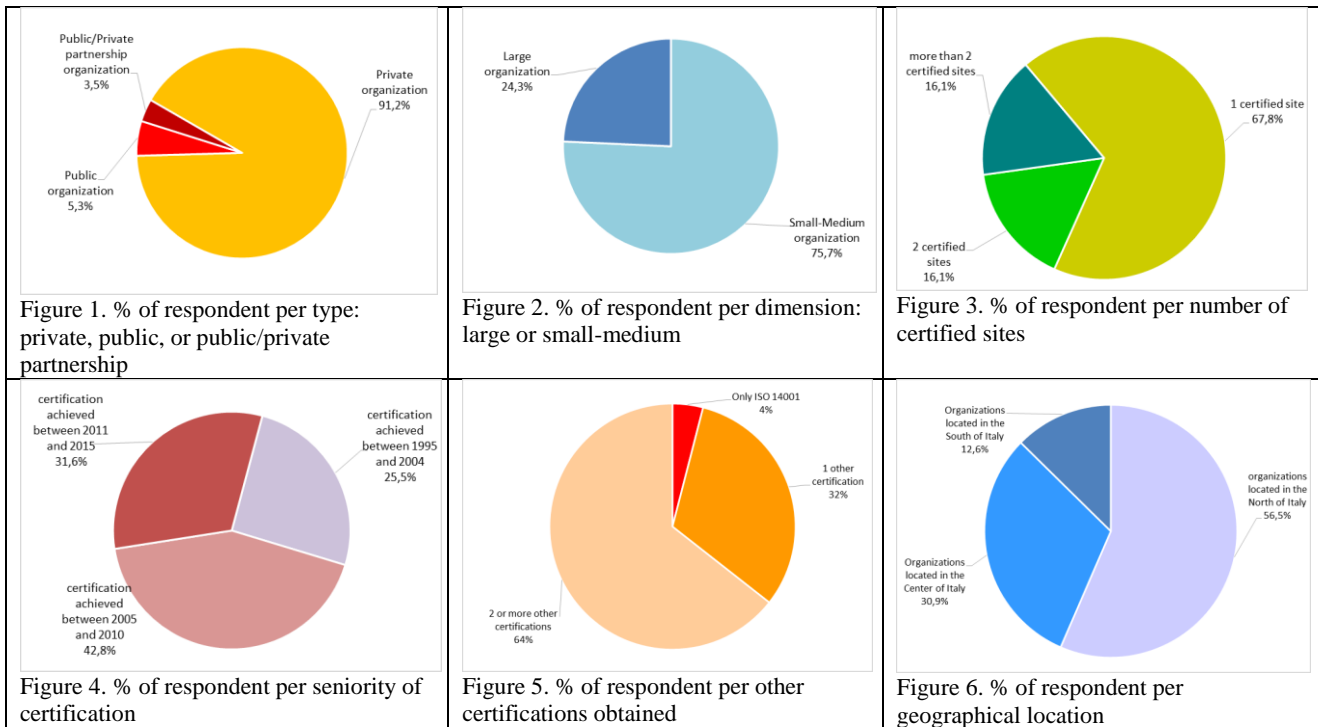
As in figure 5, more than 60% of respondent have two or more certifications in addition to ISO 14001, and the most widespread certifications are the ISO 9001 and the OHSAS 18001.

Finally, as in figure 6, the geographical distribution of respondent organizations is coherent with the characteristics of the economic distribution in the Country: more than 50% of respondent organizations are located in northern regions (mainly in Lombardia and Veneto regions). In the central regions, the main relevant are Emilia Romagna and Tuscany. Instead, the organizations located in the southern regions are only a few percentage of the survey's sample.

Table 1: number of organizations involved in the national survey

N° of ISO 14001 certificates in Italy*	N° of organizations involved in the survey	N° of responding organizations	% of certified organizations involved in the survey	% of responding organizations
22,350	5,768	813	25.8%	14.1%

\* Source: ISO survey 2015 (ISO, 2015)



### 3.2. Interest of Italian certified organizations in LCT tools

As described in the previous section 2, we asked the ISO 14001 certified companies in Italy what is their interest in implementing studies with LCA, CF, WF, and EPL. Figure 7 summarizes the answers collected for this question.

The main interesting LCT tools is LCA, then other environmental labels are important for the Italian organizations. A consistent percentage of certified organizations result not interested in the adoption of LCT tools. This demonstrates a still niche interest in LC projects among Italian companies. Moreover, a large number of organizations declare a lack of knowledge on these tools: this is a remarkable result, because it represents a new information in the literature about the limited consciousness of Italian organizations related the LCT tools.

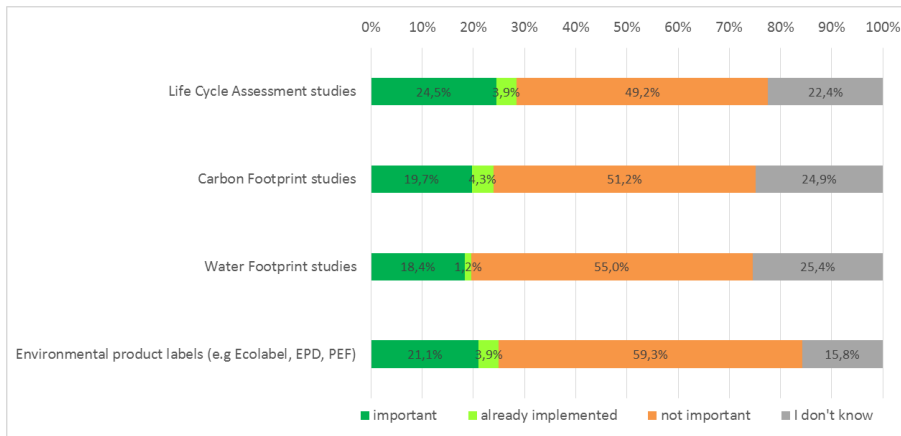


Figure 7. Interest of respondent organizations in LCT tools

### 3.3. The profile of the Italian companies interested in LCT tools

In the following figures from 8 to 13 we represent the results of the survey's question related the interest of the organizations in the adoption of LCA, CF, WF and other EPL, distinguishing the answers on the base of:

- Type of organization: Private, Public or Public/Private partnership organization (see figure 8);
- Size of organization: Large or Small-Medium organization (see figure 9);
- Number of corporate sites: 1, 2 or more corporate sites included in ISO 14001 certification (see figure 10);
- Year of certification: Year of obtaining the first ISO 14001, from 1999 to 2015 (see figure 11);
- Other certifications obtained by organization: only ISO 14001, 1 other certification, 2 or more (see figure 12);
- Region where the company is located: North, Center or South of Italy (see figure 13).

The following figures represent, for any group, the percentage of organizations respondent "important", "already adopted", and "I don't know" for each LCT tool.

Concerning the dimensions of the organizations (figure 8), the large organizations seem to be more interested than SMEs to LCA, CF and WF, both in terms of future projects and already implemented tools.

With focus on the opinion of public and private organizations concerning the LCT tools (figure 9), we discover surprisingly results. Both private and public organizations demonstrate an interest in all LCT tools; and in the case of CF and WF, the interest of public organizations is higher than for private companies. On the other hand, still a large number of both private and public organizations do not know these tools.

However, on the base of the number of certified sites (figure 10), there are not significant differences between interest of organizations with 1 or 2 certified sites and interest of them with an EMS including large number of sites. This means that the importance of LCT tools for Italian organizations is independent of the companies' complexity.

As in figure 11, there are not relevant differences if we consider the answers from the organizations with a more or less ancient EMS. Consequently, we can affirm that the seniority of ISO 14001 certification is not a characteristic to distinguish the interest of organizations in conduction of LCA, CF, WF and EPL studies. In other words, the interest of these environmental tools is independent of the maturity or youth of EMS.

Figure 12 shows that the achievement of other certifications determines a greater interest towards LCT tools, both as future project and as already implemented study. Consequently, we can affirm that organizations with several certifications are more frequently interested in the adoption of LCT tools.

Finally, with reference of figure 13, a higher percentage of organizations located in the South are interested in LCT tools than those of the Center and the North of Italy, even if organizations located in South are a small percentage of respondent organizations.





Figure 8. The opinion of Large VS SMEs organizations concerning the LCT tools

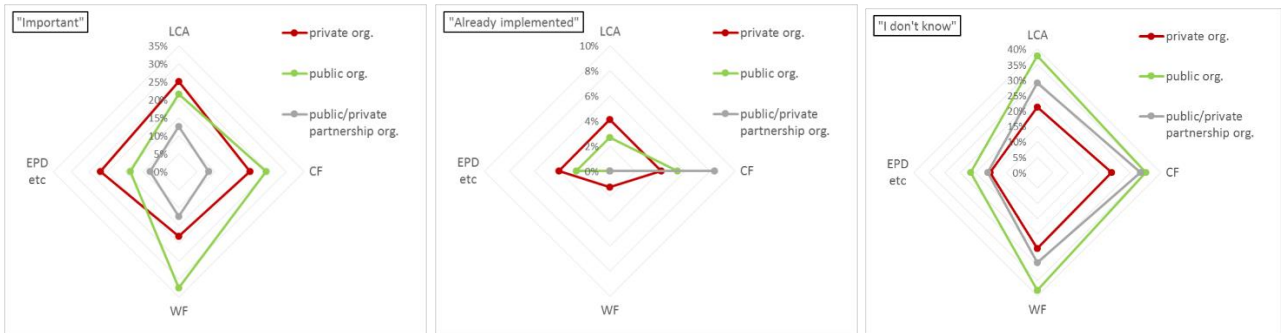


Figure 9. The opinion of Private VS Public organizations concerning LCT tools

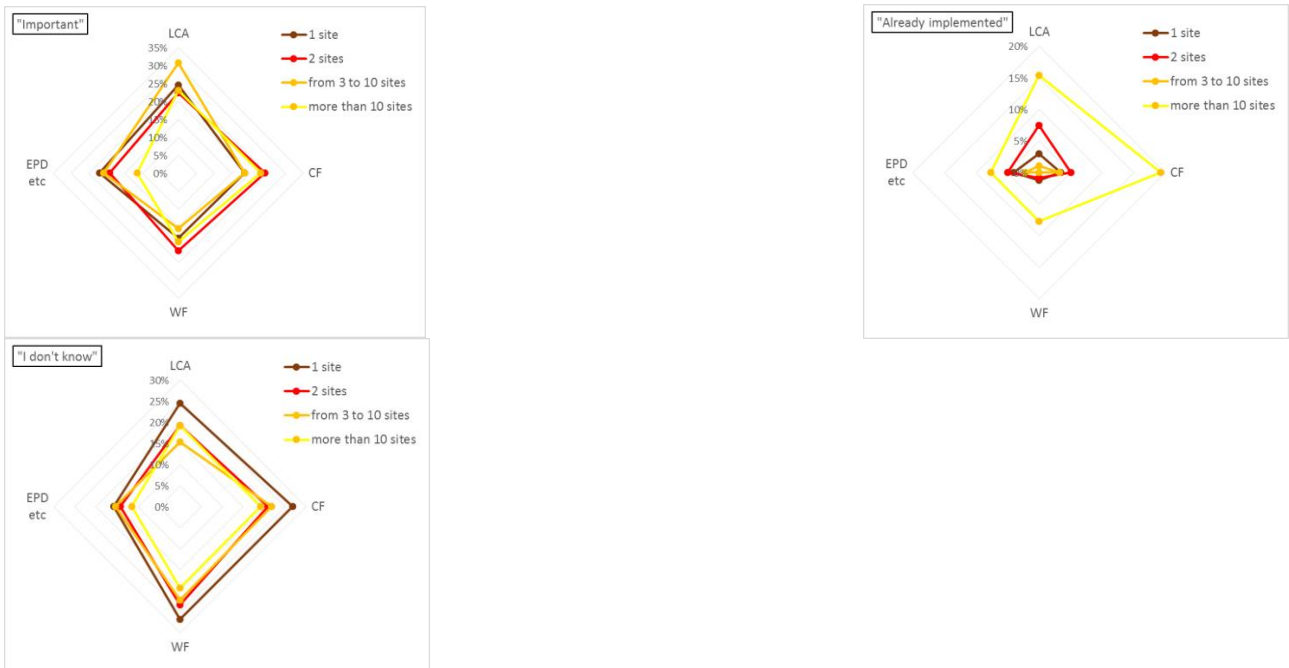


Figure 10. The opinion of organizations concerning LCT tools with reference of number of certified sites

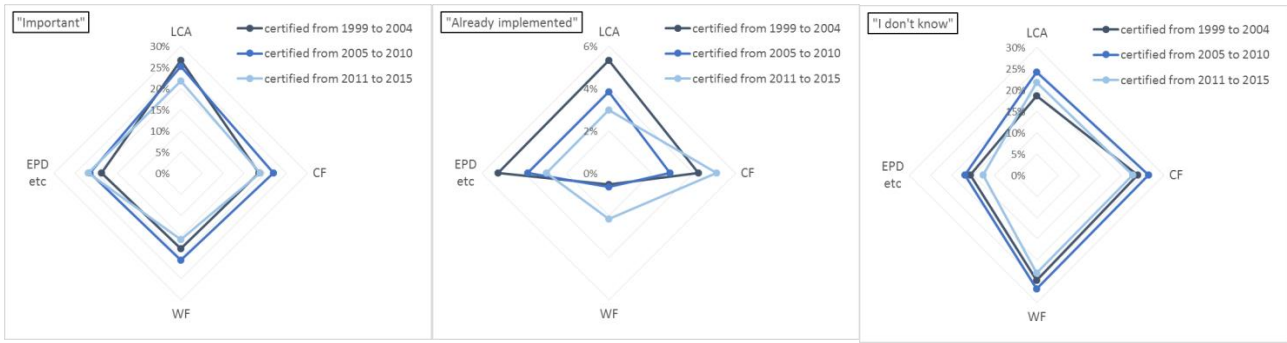


Figure 11. The opinion of organizations concerning LCT tools on the base of year of certification

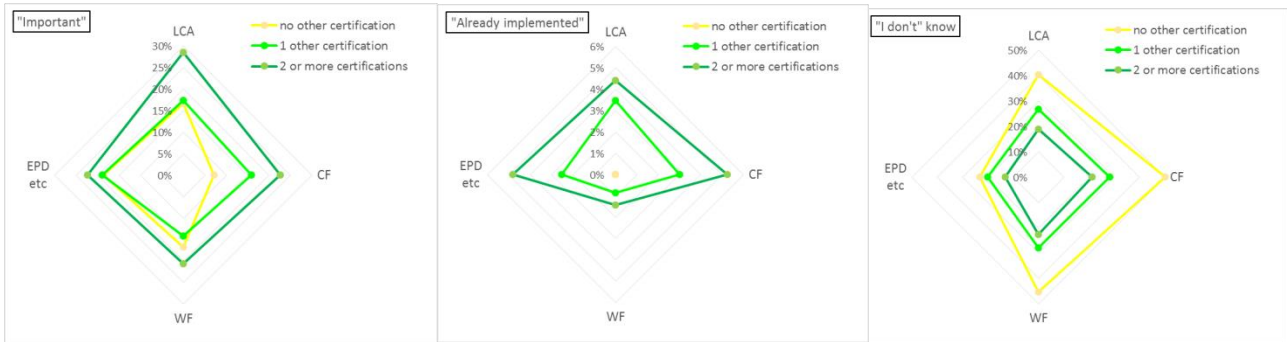


Figure 12. The opinion of organizations concerning LCT tools on the base of other certifications achieved

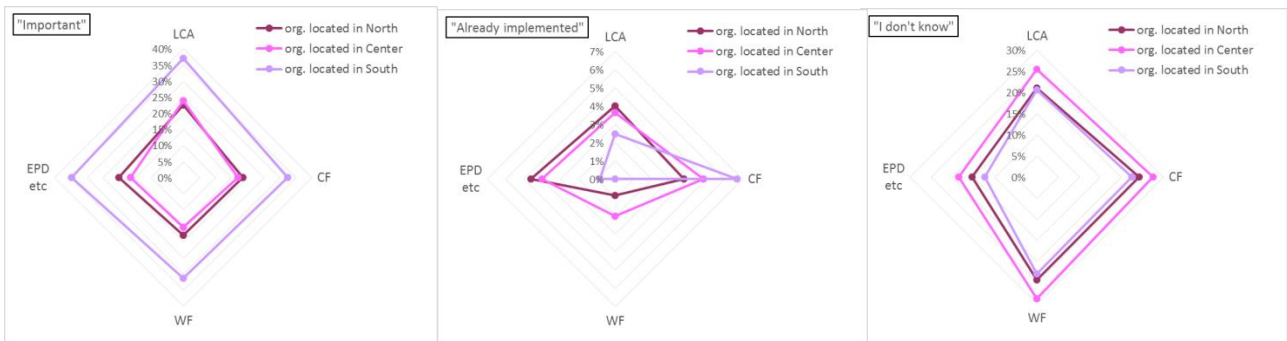


Figure 13. The opinion of organizations concerning LCT tools on the base of geographical location of organizations

#### 4. Conclusions

We can summarize the results of our research in the following statements, which underline the relevance of information collected by the national survey.

First, the interest of Italian certified organizations concerning other environmental tools is notable. This demonstrates that the adoption of an EMS as ISO 14001 certification involves an effective commitment to continuous improvement, which then results in adopting also other environmental management tools.

Second, the LCT tools more interesting for Italian organizations are LCA and environmental product labels. On the other hand, the LCT tool resulting more already implemented is CF.

Third, the features that characterize the Italian organizations more interested on these tools are: the dimensions of organization, the achievement of other certifications, and the geographical location.

Fourth, the characteristics of respondent organizations that seem do not conditioning the interest of LCT tools are the number of certified sites, and the seniority of the ISO 14001 certification. Only partially, influence seems deriving from the type or organization, as private or public.

The relevance of these results is strengthened by the vastness of sample of our survey. Our research extends the scientific knowledge and highlights the need of further studies, with the aim to understand if interest for LCT tools is more displayed in some sectors. It would be interesting to explore the interest for the LCT tools also in other Countries, in order to confirm Italian results.

#### References

Dillman, D.A., 2000. *Mail and internet surveys: the Tailored Design Method*, Second Ed. John Wiley & Sons, New York.

- Hellweg, S., Milà i Canals, L., 2014. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science* 344 (6188), 1109-1113.
- Hörish, J., Ortas, E., Schaltegger, S., Álvarez, I., 2015. Environmental effects of sustainability management tools: An empirical analysis of large companies. *Ecol. Econ.* 120, 241-249.
- Horváthová, E., 2010. Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis. *Ecol. Econ.* 70, 52-59.
- ISO, 2006/a. *ISO 14040: Environmental management - Life Cycle assessment - Principles and framework*. International Organization for Standardization, Switzerland, Geneva.
- ISO, 2006/b. *ISO 14044: Environmental management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines*. International Organisation for Standardization, Switzerland, Geneva
- ISO, 2013. *ISO/TS 14067 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication*. International Organization for Standardization, Switzerland, Geneva.
- ISO, 2014. *ISO 14046 Water Footprint. Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization, Switzerland, Geneva.
- ISO, 2015/a. *Environmental management systems – Requirements with guidance of use (ISO 14001:2015)*. International Standard Organization, Geneva.
- ISO, 2015/b. *The ISO Survey of Management System Standard Certifications - 2015. International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat*. Available at: [http://www.iso.org/iso/iso\\_survey\\_executive-summary.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_survey_executive-summary.pdf) (last access: 30th November 2016).
- Kogg, B., Mont, O., 2012. Environmental and social responsibility in supply chains: The practice of choice and inter-organisational management. *Ecol. Econ.* 83, 154-163.
- Lam, P.T.I., Chan, E.H.W., Chau, C.K., Poon, C.S., Chun, K.P., 2011. Environmental management systems vs green specifications: How do they complement each other in the construction industry? *J. Environ. Manag.* 92, 788-795.
- Mazzi, A., Toniolo, S., Catto, S., De Lorenzi, V., Scipioni, A., 2016/a. The combination of an environmental management system and life cycle assessment at the territorial level. *Environ. Impact Assess. Rev.* (accepted paper – in press).
- Mazzi, A., Toniolo, S., Manzardo, A., Ren, J., Scipioni, A., 2016/b. Exploring the direction on the environmental and business performance relationship at the firm level. Lessons from a literature review. *Sustainability* 8, 1200.
- Mazzi A., Toniolo S., Mason M., Aguiari F., Scipioni A., 2016/c. What are the benefits and difficulties in adopting an environmental management system? The opinion of Italian organizations. *J. Clean. Prod.* 136, 873-885.
- Mazzi A., Manzardo A., Zuliani F., Scipioni A., 2017. Chapter 2. From the Environmental Management System to the Life Cycle Thinking Tools: Perspectives in Italy. In Whright E. (Ed) “Environmental Management: Past, Present and Future”, Nova Science Publishers, ISBN: 978-1-53610-814-9.
- Ridoutt, B., Pfister, S., Manzardo, A., Bare, J., Boulay, A.M., Cherubini, F., Fantke, P., Frischknecht, R., Hauschild, M., Henderson, A., Jolliet, J., Laveasseur, A., Margni, M., McKone, T., Michelsen, O., Milà i Canals, L., Page, G., Pant, R., Raugei, M., Sala, S., Verones, F., 2016. Area of concern: a new paradigm in life cycle assessment for the development of footprint metrics. *Int. J. Life Cycle Assess.* 21, 276-280.

## La riduzione della carbon footprint degli imballaggi nel settore crocieristico.

PAIANO A.\*, CROVELLA T.\*, LAGIOIA G.\*

\*Dipartimento di Economia, Management e Diritto dell'Impresa  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Largo Abbazia Santa Scolastica, 53-70124 Bari  
e-mail: [annarita.paiano@uniba.it](mailto:annarita.paiano@uniba.it) [tiziana.crovella@uniba.it](mailto:tiziana.crovella@uniba.it) [giovanni.lagioia@uniba.it](mailto:giovanni.lagioia@uniba.it)

**Abstract.** La notevole espansione che ha investito l'industria crocieristica negli ultimi quindici anni ha evidenziato tassi di crescita significativi sia dal lato dell'offerta, con nascita di nuove compagnie, nuove navi e con l'ampliamento dei servizi forniti a bordo e a terra, che dal lato della domanda, con la movimentazione di milioni di passeggeri ogni anno.

In Europa, nel 2016, il giro d'affari del settore crocieristico è stato pari a 41 miliardi di euro, di cui 4,5 miliardi in Italia, che si conferma prima destinazione europea, seguita da Spagna, Grecia e Francia. Sebbene, il comparto da un lato osservi una crescita costante e strutturale, dall'altro necessita di un maggiore coordinamento nazionale e internazionale, anche per favorire l'adozione di modelli sostenibili che a tutt'oggi risultano ancora in massima parte di natura volontaria. È noto infatti come l'industria crocieristica produca notevoli impatti sul paesaggio, fenomeni di inquinamento, ingenti quantitativi di rifiuti, modificazione degli ecosistemi, perdita di biodiversità e crescente consumo di risorse naturali. Necessita, quindi, dell'adozione di politiche che provvedano a ridurre le esternalità e gli effetti negativi.

Lo scopo di questo lavoro è di presentare un'analisi degli impatti associati alla gestione degli imballaggi primari, che rappresentano circa il 50-60% del totale dei rifiuti solidi a bordo di una nave da crociera e che, quindi, necessitano di una strategia di minimizzazione. La metodologia adottata farà riferimento alla misura della Carbon Footprint: si tratta di un indicatore utilizzato per valutare le emissioni di gas a effetto serra antropogene espresse in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti (t CO<sub>2</sub>-eq) prodotte dai passeggeri a bordo di una nave da crociera e connesse agli output generati in termini di imballaggi primari. Allo scopo di fornire una metodologia di analisi replicabile, l'unità di riferimento corrisponde agli imballaggi primari usati per passeggero e crociera. I risultati ottenuti consentono di estendere l'analisi degli impatti anche al traffico passeggeri totale registrato nei porti italiani, in particolare per due anni presi a riferimento, in modo da comparare le variazioni intervenute nel periodo considerato. Sono inoltre identificati degli scenari di riferimento per la gestione degli imballaggi, in modo da valutare adeguate strategie di riduzione della Carbon Footprint nel settore.

**Keywords:** industria crocieristica, imballaggi, carbon footprint, rifiuti.

### Introduzione

Il settore crocieristico ha avuto una forte crescita negli ultimi quindici anni, sia dal lato della domanda quanto da quello dell'offerta. All'interno dell'industria turistica mondiale, il settore si presenta come uno dei più attrattivi (Penco, 2013), capace di registrare saggi di crescita molto alti ed un impatto economico globale pari ad oltre 100 miliardi di euro. Molti sono gli investimenti fatti per intensificare e differenziare l'offerta, proporre standard molto elevati, servizi di elevata qualità a bordo e nuovi modelli di propulsione (CLIA, 2017). Gli operatori del settore inoltre hanno anche cercato di rispondere al meglio alle esigenze di un consumatore più attento, anche, alle tematiche ambientali. Infatti, sebbene il comparto da un lato osservi una crescita su scala mondiale costante e strutturale, dall'altro necessita di un maggiore coordinamento nazionale e internazionale, anche per favorire l'adozione di modelli sostenibili che a tutt'oggi risultano ancora in massima parte di natura volontaria. È noto infatti come l'industria crocieristica produca notevoli impatti sul paesaggio, fenomeni di inquinamento, ingenti quantitativi di rifiuti, modificazione degli ecosistemi, perdita di biodiversità e crescente consumo di risorse naturali. Pertanto, nell'ambito di tale settore, che rappresenta una importante sfida per i territori, l'ambiente ed il turismo, è necessario adottare politiche che provvedano a ridurre le esternalità e gli effetti negativi.

L'industria crocieristica è responsabile della produzione di un grande quantitativo di rifiuti, soprattutto imballaggi. È stato stimato che le navi da crociera, pur rappresentando l'1% della flotta mercantile totale, sono responsabili del 25% dei rifiuti totali prodotti (Strazza e al, 2013; Herz, 2000). Per questo motivo molte compagnie hanno deciso di adottare in forma volontaria differenti misure per ridurre gli impatti generati dalla produzione dei rifiuti a bordo e dallo scarto dei rifiuti a terra. In particolare, i rifiuti sono rappresentati da acque reflue, acque grigie (provenienti da pozzi, docce e cucine), rifiuti pericolosi, rifiuti solidi, acqua di sentina oleosa, acqua di zavorra e inquinamento atmosferico. Dal punto di vista normativo, i flussi di rifiuti generati dalle navi da crociera sono governati da diversi protocolli internazionali (in particolare MARPOL), da leggi e regolamenti nazionali e talvolta di enti territoriali, come le Regioni, che intervengono nella fase di smaltimento dei rifiuti sbarcati. Per una grande nave, durante una crociera di una settimana vengono generati

rifiuti solidi pari a circa 20 tonnellate (oltre 4 kg/persona). La presente analisi si soffermerà su una tipologia di rifiuti soliti generati a bordo, in particolare riguarderà le frazioni di vetro, alluminio e PET (Polietilene tereftalato) appartenenti alla categoria degli imballaggi primari.

L'obiettivo del presente lavoro, che è solo una prima fase di uno studio più ampio e articolato, è di presentare un'analisi degli impatti, in particolare quelli riguardanti i gas climalteranti (espressi come  $CO_{2eq}$ ), associati alla gestione degli imballaggi primari, che rappresentano tra il 50 e il 60% del totale dei rifiuti solidi a bordo di una nave da crociera e, quindi, necessitano di una strategia di minimizzazione. La metodologia adottata rimanda all'indicatore della Carbon Footprint. Allo scopo di fornire una metodologia di analisi replicabile, l'unità di riferimento corrisponde agli imballaggi primari usati per passeggero e crociera (Butt, 2007), così da poter estendere il calcolo delle emissioni e dei rifiuti anche al traffico passeggeri totale registrato nei porti italiani. I dati sono riferiti a due anni (2010 e 2016), il cui confronto ha consentito di valutare variazioni significative. Sono stati inoltre identificati degli scenari di riferimento per la gestione degli imballaggi che, attraverso un più sostenibile mix dei materiali usati, consentono di attuare strategie di riduzione della Carbon Footprint nel settore di riferimento.

## **Materiali e metodi**

L'analisi ha riguardato dapprima lo studio del mercato del settore crocieristico, per la stima del flusso dei passeggeri, in particolare con riferimento ai porti italiani. In seguito, per le emissioni di  $CO_{2eq}$  si è proceduto dapprima con lo studio delle EPD (Environmental Product Declaration) pubblicate per le tipologie di imballaggi considerati e, per i dati mancanti, con lo studio della letteratura di settore (Del Borghi et al, 2016) (Amienyo et al, 2013). A questo punto la metodologia della Carbon Footprint è stata applicata alle unità funzionali prese a riferimento e cioè i consumi di acqua e bevande per persona/ crociera. I risultati hanno consentito quindi di valutare quali e quanti imballaggi sono utilizzati e quali sono le loro emissioni di  $CO_{2eq}$  complessive per persona, quelle totali per crociera e, con riferimento al totale dei passeggeri movimentati, quelle per i porti italiani. È stata anche stimata la quantità di rifiuti da imballaggio prodotti per le categorie identificate. L'analisi è stata effettuata relativamente a due scenari best ( $B_{est}$ ), e worst ( $W_{orst}$ ), quest'ultimo utilizzato per un ampio arco temporale, il cui confronto permetterà di ipotizzare percentuali di uso differente dei vari formati e materiali degli imballaggi utilizzati per l'acqua.

### *Metodi*

Per procedere con il calcolo delle emissioni di gas climalteranti, è preliminare l'individuazione della tipologia di imballaggio primario, relativamente alle tipologie usate per acqua e bevande. Quindi, per ciascun imballaggio, dopo aver individuato peso ed emissione di  $CO_{2eq}$  relativi a due anni (2010 e 2016), si è proceduto col valutare la dimensione del miglioramento dovuto all'utilizzo di nuove e più efficienti tecnologie produttive, oltreché di buone pratiche messe in atto dalle compagnie del settore. I dati degli imballaggi identificati sono stati estrapolati dalle EPD per quelli dell'acqua e dalla letteratura di settore per quello relativo alle bevande. È importante sottolineare che le EPD sono elaborate secondo gli standard ISO 14040 e ISO 14044 e la specifica PCR (Product Category Rules) di prodotto (PCR, 2011). I dati prendono quindi in considerazione le emissioni relative all'intero flusso di materia e di energia delle diverse tipologie di imballaggi considerati, con riguardo al ciclo "cradle to grave", comprendente quindi le fasi di upstream, core e downstream. In breve, la prima fase comprende la produzione dei materiali costituenti gli imballaggi primari, secondari e terziari; la seconda, la produzione degli imballaggi stessi e l'imbottigliamento, etichettatura e confezionamento con imballaggi secondari e terziari. L'ultima fase, quella di downstream, include i processi di distribuzione del prodotto finito e di smaltimento dei materiali di imballaggio secondari e terziari ed il fine vita del prodotto.

Sulla base dei dati estrapolati, che talvolta sono frutto di alcune semplificazioni necessarie per supportare determinate ipotesi, è stato possibile stimare il quantitativo dei rifiuti da imballaggio prodotti e delle emissioni di gas climalteranti per persona e crociera, estendendo l'analisi ai passeggeri movimentati nei porti italiani in particolare negli anni 2010 e 2016, il cui confronto permetterà di valutare le eventuali variazioni intervenute. Per la stima dell'impatto associato alle emissioni legate agli imballaggi primari usati nel settore crocieristico è stato utilizzato l'indicatore della Carbon Footprint, secondo le linee guida dell'IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) e i principi della norma ISO/TS/14067 del 2013. Esso permette di determinare il totale delle emissioni di gas a effetto serra espresse in tonnellate di  $CO_2$  equivalenti ( $t CO_{2eq}$ ), associate direttamente o indirettamente ad una merce e/o ad un servizio, con riferimento all'intero ciclo di vita dello stesso o ad una sua parte (Mancini et al, 2016) (Lucchetti et al, 2012) (Pattara et al, 2016).

La costruzione dei due scenari, basata sull'applicazione dei dati delle emissioni calcolate per tipologia di imballaggio/persona/crociera e prendendo a riferimento la tendenza registrata negli ultimi anni, mostra nel tempo (in particolare dal 2010 al 2016), una riduzione della Carbon Footprint. La stessa potrebbe ulteriormente essere migliorata agendo sul mix dei materiali da imballaggio, riducendo in maniera significativa l'uso del vetro e delle bottiglie di PET da 0,5L a bordo. In particolare lo scenario  $W_{orst}$ , che è stato utilizzato nelle navi da crociera per più anni, fa riferimento e viene applicato per il calcolo delle emissioni nei porti italiani, agli anni 2010-2016, quello  $B_{est}$  viene invece trova applicazione solo per il 2016, allo scopo di effettuare un confronto tra i due scenari per uno stesso anno e calcolare eventuali riduzioni della Carbon Footprint.

### Materiali

*-Dati di mercato.* - Negli ultimi quindici anni il settore crocieristico è stato caratterizzato da una crescita esponenziale, in particolare nell'area del Mediterraneo.

Tab 1. Passeggeri movimentati nel Mediterraneo e in Italia (milioni)

anno	Passeggeri Mediterraneo	Trend n/2000 (%)	Passeggeri Italia	Trend n/2000 (%)	Italia/Mediterraneo (%)
2000	8,6		2,4		27,8
2001	8,5	-1,2	2,9	20,5	33,9
2002	8,5	-1,2	3,1	31,4	36,9
2003	11,1	29,1	3,9	61,9	34,9
2004	11,9	38,4	4,2	76,2	35,4
2005	14	62,8	5,2	118,8	37,4
2006	15,9	84,9	6,2	161,1	39,2
2007	19,4	125,6	7,8	225,5	40,1
2008	21,9	154,7	8,9	272,8	40,7
2009	22,5	161,6	9,1	282,0	40,6
2010	24,7	187,2	9,3	287,9	37,5
2011	27,7	222,1	11,2	366,5	40,3
2012	26,8	211,6	10,5	339,3	39,2
2013	27,8	223,3	11,0	360,7	39,6
2014	25,8	200,0	10,0	318,8	38,8
2015	27,8	223,3	10,8	351,0	38,8
2016	27,4	218,6	10,8	350,6	39,3

Fonte: elaborazione personale degli autori su dati (MedCruise, 2016; Risposte Turismo, 2017).

Il flusso di passeggeri movimentati nei porti del Mediterraneo dal 2000 (8,6 milioni di passeggeri movimentati) al 2016 (27,4 milioni di passeggeri) è cresciuto in misura pari a poco meno del 220% (Tab.1). (MedCruise, 2016 e Risposte Turismo, 2017). In Italia, che conta quasi il 40% del traffico mediterraneo, l'incremento, sempre nel periodo considerato (2000-2016), è stato ancora più consistente raggiungendo il 350%. Come si evince dalla tabella 1, la maggiore crescita si è avuta dal 2006 al 2011, quando i porti italiani hanno movimentato sino al doppio del numero dei passeggeri. Nell'ultimo quinquennio invece il trend ha mostrato una certa stabilità. Tra i principali scali del Mediterraneo per numero di passeggeri movimentati nel 2016, si rileva il primato del porto di Barcellona, con più di 2,6 milioni di passeggeri e a seguire quello di Civitavecchia, con 2,3 milioni. Tra i porti italiani emergono anche Venezia con poco più di 1,6 milioni, Napoli (1,3 milioni), Genova (1 milione) e Savona (0,9 milioni). Proprio ai flussi dei passeggeri dei porti italiani, si applicheranno i dati dei pesi e delle emissioni di gas climalteranti degli imballaggi considerati.

*-Dati di input.* - Per la scelta della tipologia e del formato degli imballaggi è necessario identificare i consumi per persona a bordo. Come già evidenziato questa prima parte dell'analisi riguarderà solo alcuni imballaggi, in particolare quelli relativi all'acqua, che sono analizzati in maniera più esaustiva, e solo una tipologia relativa alle bevande. Per quanto riguarda le quantità di liquidi consumati si è fatto riferimento ai più comuni "pacchetti bevande" offerti a bordo di alcune importanti compagnie del settore, tenuto conto che per l'acqua tale quantitativo coincide anche con l'apporto idrico giornaliero raccomandato.

Il consumo al giorno di acqua è quindi pari a 2 litri (L), quello di bevande circa 0,66 L. Questo quantitativo è considerato per persona e per giorno di crociera, considerando una settimana di crociera nel Mediterraneo, durante il periodo primaverile ed estivo. I formati e le tipologie di imballaggio considerato sono state tre per l'acqua, in particolare le bottiglie di PET (da 0,5 L e da 1,5 L) e quelle in vetro (da 1L) e uno per le bevande, le lattine di alluminio (da 0,33 L).

A questo punto si è proceduto per ciascun imballaggio, con l'identificazione delle EPD di riferimento. Per ciascun tipo di imballaggio è stata usata la stessa marca di prodotto, consultando le EPD riferite a due anni (2010 e 2016), così da dare evidenza della riduzione della Carbon Footprint nel corso del periodo identificato

(Fig.1). Quindi per le bottiglie in PET sono stati utilizzati i dati dell'acqua San Benedetto, per quelle in vetro quelli dell'acqua Cerelia e per le lattine in alluminio alcuni dati presenti in letteratura (Amienyo et al, 2013) (Niero et Olsen, 2016) <sup>1</sup>.

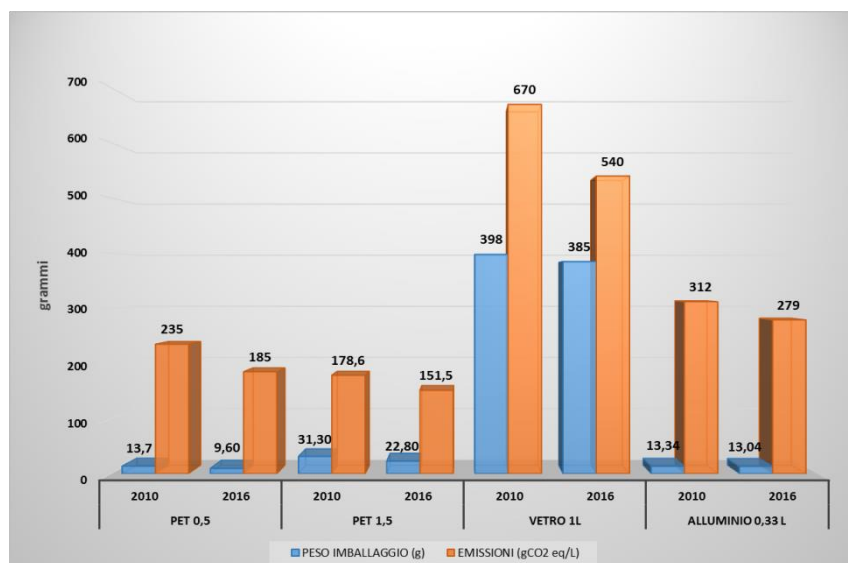


Figura 1. Peso degli imballaggi per bevande ed emissioni CO<sub>2</sub> eq per 1 L (g)

Fonte: elaborazione personale degli autori su dati (EPD, 2010 a e b; EPD, 2016 e 2017) (ICF International, 2016) (Amienyo et al, 2013) (The Aluminum Association, 2014).

Le emissioni di CO<sub>2</sub>eq dell'intero ciclo dipendono fortemente dall'uso di input riciclati nella produzione del materiale costituente l'imballaggio (nella fase di upstream) e dalla gestione del fine vita dei rifiuti da imballaggio (nella fase di downstream). A questo proposito è bene esplicitare che nelle fonti consultate le percentuali di uso di materiale riciclato per la produzione di nuovi imballaggi sono del 10% per i materiali plastici, dal 27 al 48% per l'alluminio, mentre per il vetro le EPD di Cerelia fanno riferimento all'uso di vetro vergine al 100%. Queste determinazioni sono valide per i due anni presi a riferimento (2010 e 2016).

Per quanto riguarda le ipotesi di fine vita e quindi le fasi di downstream, le EPD fanno solitamente riferimento alle percentuali di smaltimento della gestione dei rifiuti in Italia<sup>2</sup>. Sulla base delle emissioni di CO<sub>2</sub> eq contenute nelle EPD consultate e di altri dati presenti in letteratura, è possibile determinare le emissioni correlate agli imballaggi usati per persona/crociera e il complessivo valore delle emissioni per crociera e persone totali. L'unità funzionale presa a riferimento è stata il consumo complessivo (L) di acqua e bevande per persona e per giorno di crociera e questa scelta ha consentito di utilizzare i dati delle EPD, la cui unità funzionale è 1L di acqua, e di elaborare le stime della Carbon Footprint. Per il calcolo dei rifiuti prodotti, invece, si è proceduto convertendo l'unità funzionale in numero di imballaggi usati, diversi per formato e materiale, e moltiplicando poi il numero per il peso di ogni tipologia di imballaggio.

I due scenari stimati sono costruiti in base alle seguenti percentuali di uso degli imballaggi di acqua:  $B_{est}$ , che prevede 5% di bottiglie in vetro, 35% di bottiglie PET da 0,5L e 60% di bottiglie PET da 1,5L;  $W_{orst}$  che prevede 50% di bottiglie in vetro, 25% di bottiglie PET da 0,5L e 25% di bottiglie PET da 1,5L.

Per quanto riguarda le lattine di alluminio, sono contabilizzate allo stesso modo nei due scenari, quindi peseranno sia nella produzione dei rifiuti che nelle emissioni di CO<sub>2</sub> eq in maniera sommativa senza ipotesi di sostituzione con altri materiali di imballaggio, che sarà invece oggetto di una prossima ricerca.

Quindi, i dati così calcolati consentiranno di misurare la Carbon Footprint relativa agli imballaggi primari, per il complessivo numero di persone presenti sulla nave per la settimana di crociera. Riguardo al numero di persone rilevate ai fini del nostro calcolo, si è elaborata una media con riferimento alle navi da crociera, della stazza compresa tra 110 e 140 migliaia di tonnellate, delle compagnie Costa, MSC e Royal Caribbean,

<sup>1</sup> Va sottolineato come l'imballaggio primario sia costituito dal materiale principale (PET o vetro) ma anche dal tappo (spesso polietilene ad alta densità, HDPE), da colla e da un'etichetta (quasi sempre in polipropilene PP). Tuttavia, sia in peso che nelle emissioni la quota del PET o del vetro può arrivare anche al 90% del totale. Deve essere inoltre evidenziato che per consentire il trasporto delle bottiglie stesse l'imballaggio primario è accompagnato anche da un imballaggio secondario (costituito dal film termoretraibile che tiene insieme le bottiglie) e da uno terziario (il pallet, solitamente in legno), che tuttavia assorbono soltanto piccole percentuali delle emissioni climalteranti totali. Infatti, dal 60 al 90% delle emissioni, a seconda del materiale utilizzato per l'imballaggio stesso, sono relative alla produzione dell'imballaggio primario. Ecco il motivo per il quale si ritiene idoneo la semplificazione di considerare gli imballaggi primari e solo con riferimento a PET, vetro e alluminio.

<sup>2</sup> End of life degli imballaggi in PET: riciclaggio 28,4% (2010) e 37,9% (2016); termovalorizzazione 10% (2010) e 17,6% (2016); discarica 61,6% (2010) e 44,5% (2016). Per il vetro riciclaggio 56,9% (2010) e 70,3% (2016); termovalorizzazione 3,5% (2010) e 29,7% (2016); discarica 39,6% (2010) e 0% (2016). Per l'alluminio le fonti di riferimento prendono in considerazione per il riciclaggio: 72,4% (2010) e 69,9 (2016); termovalorizzazione 5,5% (2010) e 5,6% (2016), discarica 22,1% (2010) e 24,5% (2016) (ISPRA, 2011, 2015 e 2017).

arrivando a determinare 4300 persone a bordo, di cui 3300 passeggeri e 1000 persone di equipaggio. Si è scelto di inserire nel computo anche l'equipaggio perché nel lavoro si considerano solo consumi di base, quali acqua e bevande, ed è ipotizzabile che lo stesso equipaggio usufruisca di consumi simili.

## Risultati e discussione

L'evoluzione dei pesi degli imballaggi primari considerati è rappresentata dalla figura 1, così come la riduzione delle emissioni di gas climalteranti di ciascun imballaggio, elaborate dalle EPD e dai dati di letteratura. Come si può notare tra tutti il vetro mostra maggiore peso e maggiori emissioni, motivo per il quale la sua incidenza è stata modificata in maniera sensibile nei due scenari. Tuttavia la situazione cambia se si considera un diverso indicatore quale il rapporto tra emissioni e peso dell'imballaggio: in particolare, con riferimento al 2016, emerge il più alto valore dell'alluminio, pari a circa 21,4 g CO<sub>2eq</sub>/g di imballaggio, seguito dalle bottiglie di PET da 0,5 il cui valore è pari a 19,4 g CO<sub>2eq</sub>/g, da quelle in PET da 1,5 L con 6,6 g CO<sub>2eq</sub>/g e dal vetro che presenta il valore più basso (1,4 g CO<sub>2eq</sub>/g).

In base al peso dei singoli imballaggi considerati è inoltre possibile effettuare una prima stima per la produzione dei rifiuti pari a circa 3,14 kg a persona/crociera per l'anno 2010, che scende a 2,9 kg/persona crociera per il 2016 per lo scenario W<sub>orst</sub> e a 0,67 kg/persona/crociera se si considera lo scenario B<sub>est</sub>. Sulla base dei passeggeri movimentati nei porti italiani (tab. 1) è possibile stimare che gli imballaggi considerati producano circa 29 kt di rifiuti nel 2010 e 31 kt nel 2016, una quantità nettamente inferiore con lo scenario B<sub>est</sub>, poco più di 7kt.

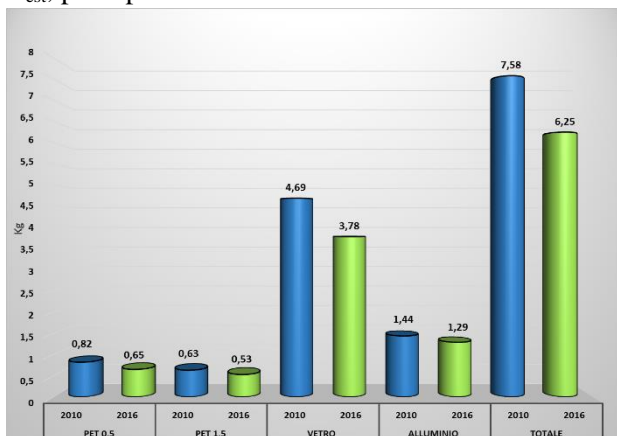


Figura 2. Riduzione Carbon Footprint (CO<sub>2eq</sub>/persona/crociera) (kg) (anni 2010 e 2016). Scenario W<sub>orst</sub>

Fonte: elaborazione personale degli autori

Fonte: elaborazione personale degli autori

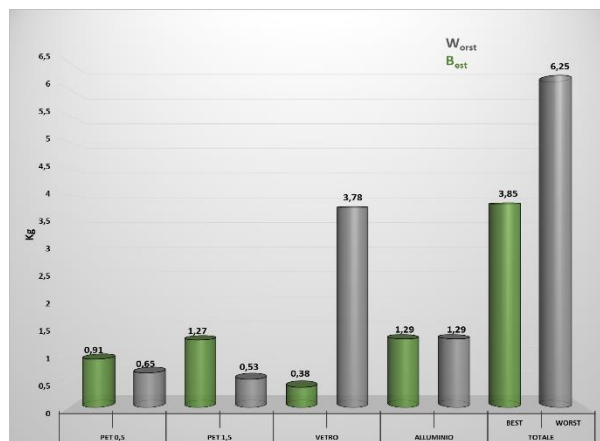


Figura 3. Emissioni (CO<sub>2eq</sub>/persona/crociera) (kg). Confronto scenari W<sub>orst</sub> e B<sub>est</sub> (anno 2016)



A questo punto si perviene al calcolo della Carbon Footprint. Le figure 2 e 3 mettono in evidenza la riduzione che si è avuta nel corso del tempo e quella che si può ottenere cambiando il mix di imballaggi usati per acqua e bevande. In particolare la figura 2 considera la riduzione delle emissioni di CO<sub>2eq</sub> per tutti i materiali di imballaggio, mettendo in evidenza il decremento (-17%) che si è avuto nelle emissioni totali per persona/crociera dal 2010 (7,58 g CO<sub>2eq</sub>) al 2016 (6,25 g CO<sub>2eq</sub>). Se poi si confrontano i due scenari W<sub>orst</sub> (6,25 g CO<sub>2eq</sub>) e B<sub>est</sub> (3,85 g CO<sub>2eq</sub>) al 2016 (Fig. 3), la riduzione totale per persona/crociera è ancora più marcata pari al 38%, che sale a quasi il 50% se rapportiamo lo scenario B<sub>est</sub> al 2010.

A questo punto moltiplicando le emissioni persona/crociera per il numero di persone presenti su una nave da crociera è possibile pervenire alla Carbon Footprint degli imballaggi di riferimento per un'intera crociera, che è pari a 32,6 t di CO<sub>2eq</sub>, considerando il 2010 e 26,8 t nel 2016. Se poi consideriamo lo scenario B<sub>est</sub> le emissioni scendono a 16,3 t CO<sub>2eq</sub>. In base alle emissioni per persona/crociera è possibile quantificare la Carbon Footprint relativa al totale di passeggeri movimentati in Italia nel settore crocieristico (come da tab.1) per un anno e confrontarle per i due anni presi a riferimento (Tab.2).

Come emerge dai dati, l'incremento del numero di passeggeri (dal 2010 al 2016) non corrisponde ad un aumento delle emissioni relative agli imballaggi considerati per lo stesso periodo, che anzi diminuiscono, evidenza del graduale disaccoppiamento tra i due indicatori. Ciò emerge in misura ancora più consistente se si confrontano le emissioni del 2010 con quelle di riferimento dello scenario B<sub>est</sub> (42 t CO<sub>2eq</sub>), con una variazione percentuale poco sopra a - 40%.

Dall'analisi effettuata emerge una Carbon Footprint rilevante per il settore crocieristico, anche se con significativi decrementi nel periodo indagato. In ogni caso, questo indicatore, se sottoposto a costante revisione, permette di attuare un management più efficiente sia dal punto di vista ambientale che economico. Ad esempio, la diffusione di erogatori vari ed imballaggi, anche terziari, riutilizzabili (pallet), sono tra le misure di gestione da perseguire per minimizzare l'uso di alcuni imballaggi, quali quelli a maggiore impatto (bottiglie di vetro, PET da 0,5 L e lattine di alluminio). Misure già in parte adottate da alcune compagnie del settore. Anche la gestione dell'end of life degli imballaggi (ma anche di altri rifiuti, come l'organico) può essere migliorata attraverso l'uso, a bordo, di compattatori, impianti per il recupero energetico, digestori anaerobi ed altri ancora che consentano una riduzione del volume degli imballaggi e un efficiente recupero energetico.

Tabella 2. Emissioni totali imballaggi nel settore crocieristico nei porti italiani (migliaia) e variazione percentuale

	2010	2016	Variazione (2016/2010) %
<b>Passeggeri</b>	9300	10800	16,13
<b>Emissioni (t CO<sub>2eq</sub>)</b>	70,5	67,5	- 4,25

Fonte: elaborazione personale degli autori

## Conclusioni

I risultati del lavoro mettono quindi in evidenza quanto il settore crocieristico necessiti di nuove politiche di gestione nell'ottica di una circolarità di materiali ed energia da applicare al sistema crociera.

Dato il forte impatto che caratterizza questo settore, a bordo e a terra, è improrogabile individuare metodologie ed indicatori che consentano di identificare e conseguire margini di miglioramento. La Carbon Footprint è tra questi e ha consentito di stimare l'impatto di alcune merci complesse come gli imballaggi nel settore crocieristico che, a sua volta presenta peculiarità che lo distinguono dagli altri settori economici. Come già evidenziato, questo lavoro rappresenta solo una parte di una più approfondita e vasta analisi che riguarda questo settore, quindi i risultati evidenziati sono parziali, ma pur sempre rappresentativi di uno dei molteplici impatti legati al settore. E' importante infatti sottolineare quanto il monitoraggio delle emissioni e dei rifiuti legati a tale settore possa consentire l'analisi degli impatti relativi e gli eventuali correttivi da adottare. Gli scenari costruiti in questo lavoro sono un esempio di ciò e possono fornire adeguate indicazioni sulle best practices da adottare nel breve e medio termine.

## Bibliografia

- Amienyo D, Gujba H, Stichnothe H, Azapagic A (2013). Life cycle environmental impact of carbonated soft drinks, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, pp. 77-92.
- Butt N (2007). The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: a study of Southampton. *Marine Policy*, vol.31, pp. 591-598.
- Cruise Lines International Association (CLIA) (2017), *Cruise Industry Outlook 2016*. In <https://www.cruising.org/docs/default-source/research/clia-2017-state-of-the-industry.pdf?sfvrsn=0> (accesso novembre 2017).
- Del Borghi A, Gallo M, Magrassi F (2016). Glass Packaging Design and Life Cycle Assessment: Deep Review and

- Guideline for Future Developments, Reference Module in Food Sciences, Elsevier, pp. 1-9.
- EPD (2010 a). *Dichiarazione Ambientale di Prodotto - Acqua San Benedetto in bottiglie di PET da 0,5 – 1,5 – 2 l*. Numero di registrazione S-P-00212. In [http://seeds4green.net/sites/default/files/03-EPD\\_San%20Benedetto\\_27-01-10\\_en.pdf](http://seeds4green.net/sites/default/files/03-EPD_San%20Benedetto_27-01-10_en.pdf) (accesso novembre 2017).
- EPD (2010 b). *Dichiarazione Ambientale di Prodotto – Acqua Cerelia in Bottiglia di PET da 0,5 l, 1,5 l, e di vetro da 1 l*. Numero di registrazione N°: S-P-00123. In <http://www.acquacerelia.com/pdf/EPDCerelia2014.pdf> (accesso novembre 2017).
- EPD (2016). *Dichiarazione Ambientale di Prodotto – Acqua Cerelia in Bottiglia di PET da 0,5 l, 1,5 l, e di vetro da 1 l*. Numero di registrazione N°: S-P-00123. In <http://environdec.com/en/Detail/epd123> (accesso novembre 2017).
- EPD (2017), *Dichiarazione Ambientale di Prodotto - Acqua San Benedetto in bottiglie di PET da 0,5 – 1,5 – 2 l della linea Ecpfriendly*. Numero di registrazione N°: S-P-00535. In <http://environdec.com/en/Detail/epd535> (accesso novembre 2017).
- Herz M (2002). *Cruise control. A report on how cruise ships affect the marine environment on behalf of The Ocean Conservancy*, Washington DC, USA. <http://www.footprintnetwork.org> (accesso novembre 2017).
- ICF International (2016), *Analysis of the Energy and Greenhouse Gas Emission Implications of Distributing and Refrigerating Beverages – Final Report*, Washington,., [http://www.aluminum.org/sites/default/files/AluminumCanUse\\_Report\\_Clean%20Final\\_07-22-2016.pdf](http://www.aluminum.org/sites/default/files/AluminumCanUse_Report_Clean%20Final_07-22-2016.pdf) (accesso Novembre 2017).
- ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) (2011), *Rapporto Rifiuti Urbani 2011*. In <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-2011> (accesso novembre 2017).
- ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) (2015), *Rapporto Rifiuti Urbani 2015*. In <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione2015>(accesso novembre2017).
- ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) 2017. *Rapporto Rifiuti Urbani 2016*. In <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione2016>(accesso novembre2017).
- Lucchetti, M C, Romano, I, Arcese, G (2012). Carbon Footprint: un’analisi empirica per la produzione di olio. In: Paper presented at the VI Convegno della Rete Italiana LCA “Dall’Analisi del Ciclo di Vita all’impronta Ambientale” Bari.
- Mancini M S, Galli A, Niccolucci V, Linc D, Bastianoni S, Wackernagel M M, Marchettini N (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation, *Ecological Indicators*, 61, pp. 390-403.
- MedCruise (2016). *A MedCruise report 2015 – cruise activities in MedCruise ports statistics 2015*, Piraeus. <http://www.medcruise.com/basic-page/980/2016-medcruise-statistics-report> (accesso novembre 2017).
- Niero M, Olsen S I (2016). Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements, *Resources, Conservation and Recycling*, 114, pp. 18-31.
- Pattara C, Salomone R, Cichelli A (2016). Carbon footprint of extra virgin olive oil: a comparative and driver analysis of different production processes in Centre Italy, *Journal of Cleaner Production* 127, pp. 533-547.
- PCR (2011). Product Category Rules (PCR), UN CPC subclass 24410, “Bottled waters, not sweetened or flavoured”, PCR 2010:11, version 2.01. In <http://environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=5780>, ultimo accesso 20 ottobre 2017.
- Penco L (2013). *Business crocieristico – Imprese, strategie e territorio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 176.
- Risposte Turismo (2017), *Il traffico crocieristico in Italia nel 2016 e le previsioni per il 2017*, Venezia. [http://www.risposteturismo.it/Public/RisposteTurismo\(2017\)\\_SpecialeCrociere.pdf](http://www.risposteturismo.it/Public/RisposteTurismo(2017)_SpecialeCrociere.pdf) (accesso novembre 2017).
- Strazza C, Del Borghi A, Gallo M, Maran C (2013). Life Cycle Assessment per la valutazione delle strategie di gestione di materiali di imballaggio nel settore crocieristico, in *Atti VII Convegno Rete LCA: Life Cycle Assessment e ottimizzazione ambientale: esempi applicativi e sviluppi metodologici*, Milano, 27-28 giugno 2013, pp. 321-327.
- The Aluminum Association (2014). *Aluminum Can Life-Cycle Update Report Briefing*, Arlington. In [http://www.aluminum.org/sites/default/files/2014%20Can%20LCA%20--%20Briefing%20Paper\\_0.pdf](http://www.aluminum.org/sites/default/files/2014%20Can%20LCA%20--%20Briefing%20Paper_0.pdf) (accesso novembre 2017).

Il contributo degli autori è il seguente. Paiano e Crovella: Materiali e Metodi, Risultati e discussione e Bibliografia; Lagioia: Introduzione, metodi e Conclusioni

## **Heating energy consumption estimate for the School of Management and Economics (Unito) in view of a carbon footprint calculation**

Mazzega-Ciamp F.\*<sup>a</sup>, Vesce E.\*<sup>b</sup>, Beltramo R.\*<sup>c</sup>

\*Commodity Science Section, Department of Management, School of Management and Economics,  
University of Turin, Corso Unione Sovietica 218bis, 10134 Torino (TO), Italy

<sup>a</sup> francesca.mazzegaciamp@unito.it, <sup>b</sup> enrica.vesce@unito.it, <sup>c</sup> riccardo.beltramo@unito.it

### **ABSTRACT**

The Commodity Science section of the Department of Management (University of Turin) has decided, in 2016, to participate in the Clim'Foot project, funded by the LIFE programme dedicated to the promotion of environmental protection initiatives. This project is aimed at the measurement of organizations carbon footprint, and the research team of the Department considered the application of the School of Management and Economics to this purpose to be an interesting opportunity. Following what recommended by the GHG Protocol, the research team has therefore begun to gather the necessary data in order to build the emissions inventory, among which there are those about the energy consumption of the organisation. In doing this the team has soon struggled with the lack of information about the heating consumption, mainly due to the presence of building sections created in different periods and to the existence of different authorities dedicated to its management. This problem, with the development of the project, turned out to be the most difficult to face in order to achieve a proper collection and interpretation of data. Starting from a bibliographical research, where energy measurements are mainly related to residential buildings rather than public ones [16], it has been proposed to proceed on the basis of the building volumetric measures and utilization time, presenting all the hypothesis developed to reach a reliable result in view of a carbon footprint calculation.

### **INTRODUCTION**

The threat carried by climate change and the related agreements signed to tackle it are increasing the necessity to clarify which contributes are given by different activities to greenhouse gases emissions. The measurement of these gases is required to be carried out in a consistent and continuous manner. It is also a part of a wider inclination to measure and understand the environmental impact and resources consumption extent of each actor in the economic system, since their reduction brings benefits to both the environment and of general efficiency (Giama, Papadopoulos, 2016; Montoya-Torres et al., 2015; Tae-Woo et al., 2012; Ó Gallachóir et al., 2007). Greenhouse gases emissions measurement has so far been addressed to two main categories, products and organisations, through both individual initiatives and more extended projects, which involve and coordinate a greater number of different actors. This kind of assessment has been named carbon footprint, deriving partially the concept from the wider one of ecological footprint, which includes a bigger set of environmental impacts (Pandey et al., 2011). In particular, organisations carbon footprint, less known and used than the product one, is beginning to spread, thanks also to the gradual creation of measurement standards communal to all the interested actors, which allows a uniformed application of this tool (Raccomandazione della Commissione Europea, 2013). The Clim'Foot project, which the School of Management and Economics (SME) of the University of Turin take part in, requires the calculation of the organisation carbon footprint, having as final goal the increase of knowledge and diffusion about this tool among both private and public institutions. Therefore the School had to identify what are its activities that cause emissions, in order to build the inventory as required by the two main international standards regulating the matter, the GHG Protocol and ISO 14064-1 (Pandey et al., 2011; Vasquez et al., 2015). The process of carbon footprint quantification of an organisation is divided into three "scopes" that distinguish between direct and indirect emissions, depending if the source is internal or external to the organisation. The difference among the scopes lies also in the compulsory nature of the measurement of the first and second one, while the third scope is left optional, even if highly recommended due to the importance of the included activities. In the first scope are included all the emissions sources owned or controlled by the organisation, like boilers or vehicles, but in this specific case study the School does not possess any of them. The second scope includes indirect emissions caused by the generation of the purchased energy, such as electricity or heating, from third actors. The quantification of greenhouse gases emissions requires to multiply the energy consumption with emission factors (Pandey et al., 2011; GHG Protocol, 2004) that represent the quantity (in kg or tons) of carbon dioxide produced for every unit of energy consumed. It is then required to measure this

consumption. This operation in the carbon footprint studies is usually accomplished using the information provided by meters or energy bills, especially for electricity and heating (Ó Gallachóir et al., 2007). In our case study this method has not created problems when used to detect the electricity consumption but it has not been possible to use it for the heating consumption because of the lack of data, due to some circumstances explained further. Having to obtain in other ways an esteem of the building energy consumption for heating, it has been observed how this result was reached in previous bibliographic experiences, for carbon footprint calculations or other purposes. From the literature analysis it has emerged that, being the air-conditioning consumption of buildings a significant percentage of the overall energy consumption, at a national and international level (Zhu et al., 2015; Krawczyk, 2016 e 2014; Beusker et al., 2012; Gram-Hanssen et al., 2011), the need to obtain the most precise measurement possible has already risen. This measurement should be able to give information on the most responsible aspects on the creation of the energy consumption, allowing thus to understand where it is more urgent and convenient to act for its reduction (Dascalaki et al., 2011; Stefanović et al., 2016). From the analyzed material these measurements focus mainly on residential buildings, while for the public ones the literature is less common (Krawczyk, 2014; Dascalaki et al., 2011; Ó Gallachóir et al., 2007). In both cases, literature studies can be distinguished in various categories, mainly on the basis of the objectives they are meant to reach through this calculation. Sometimes, in addition to the consumption quantification, they aim to explain which is the contribution given by several elements to the final result (e.g. the building dimension and shape, insulation quality, the existence and use of energy needing devices etc.), in order to understand what are the elements more responsible of the total consumption (Beusker et al., 2012; Ma et al., 2016; Audenaert et al., 2011; Zhu et al., 2015). Moreover often they concentrate on the difference between the share of consumption linked to the buildings structural characteristics and on the other side the share determined by users practices (Gram-Hanssen, 2011; Wang et al., 2015; Audenaert et al., 2011; Krawczyk, 2014). This requires the introduction of a probabilistic component, made necessary by the inherent unpredictability of human behaviour (Wang et al., 2015; Swan et al., 2009). In fact, unlike the more technical elements (e.g. the kind and quantity of technology existing in the building and its efficiency), that can be difficult to measure with good precision but do not include subjective aspects, individual choices regarding energy consumption can be influenced by the presence of some aspects (age, income, working situation, consumption habits etc.) but at the same time they can't be separated from a certain measure of uncertainty due to the arbitrariness of human choice. This uncertainty is reflected on the obtained results and, especially if the study observes a sample with the aim to examine some reference population, it affects the possibility to extend them on the entire set of cases. This is also influenced by the complexity of collecting good quality information regarding people's habits, since they can, for several reasons, give answers not perfectly corresponding to the truth or change their behaviour when aware to be observed. These aspects are valid especially about residential dwellings, while they are less common for public buildings where conducts are less dependent from discretionary choices (Wang et al., 2015). Another category that can be identified among the literature references taken into consideration to learn about different methodologies of calculation, is the one where the authors aim to observe if there are discrepancies between energy consumption measured with models built including various elements (the same ones named previously, that contribute together to the creation of the total consumption), and the real consumption (Krawczyk, 2016; Audenaert et al., 2011; Corgnati et al., 2008). This second category includes also the works dedicated to analyze the issue of the potential energy savings that can be obtained with buildings refurbishment operations. The increased interest about this theme followed the consideration that expected economic and energy savings could be greater than the ones obtained after the modernization, thus increasing return on investments time and cost-effectiveness of interventions (Krawczyk, 2014; Audenaert et al., 2011). However, generally there is for all measurement experiences the building of a model that is meant to be possibly the most representative of reality, and so it has to take into account the factors influencing these consumes (e.g. in Corrado et al., 2007). The quantity and quality of the considered factors depends on the available resources, since data gathering can require to use technical tools, wide samples to observe and also time, that can be not so easily available. Nevertheless, models construction follows two main approaches: top-down or bottom-up, which differ accordingly to the nature of input data used and the aim of the works. In fact, while top-down models use mainly macroeconomic indicators and do not have the necessary level of detail to make evaluation upon a single building, the bottom-up ones starts from a single case characteristics (or a small number) and extend afterward the obtained results to a larger population (Swan et al., 2009; Wang et al, 2015; Stefanović et al., 2016). This method allows to reach a more detailed result, that can be used to understand how different elements contributes to the final result and how this consume can vary with the introduction of changes on the considered factors (e.g. refurbishment interventions and technological modernization) but it implies at the same time, a greater difficulty in the data

gathering process and in the availability of both financial and technical means. Usually the aforementioned works used meters, environmental conditions sensors and other technological equipment, and all the parameters describing the buildings structure and the characteristics of their location were considered. Moreover in order to guarantee a greater reliability of results, observation and data collection are carried on for a long time, at least a couple of years, which requires a certain stability of working and environmental conditions and of the availability of means and documentation to complete the study (Krawczyk, 2016). As a consequence direct measurements are carried on only for a limited number of buildings of the observed sample and they are balanced with an additional and wider data collection through surveys, as for example in the work of Wang et al. (2015) and in Beusker et al., (2012). In the vast majority of the observed cases the energy consumption quantification realized with this kind of models and with this degree of detail was not directed to the building of a carbon footprint. When previous experience of carbon footprint calculation in a university organisation have been taken into account, two different classes of experience have been identified, the gathering of data already registered and processed from services operators or power companies (Vásquez et al., 2015; Frączek et al., 2016; Filippín, 2000; Alvarez et al., 2014; Moerschbaechter et al., 2010) and on the other side information collection done without involving other actors. These last investigations can have different degrees of detail, there can be experiences as in Escobedo et al. (2014), where three different audits have been realized taking into consideration every kind of energy end-use equipment consumption and daily time of use, or they can be limited to the observation of values resulting from meters situated in the internal environments or in the central control unity as in Ozawa-Meida et al. (2011). Another example is given in Abdelalim et al. (2015), where the first goal of the study is to measure energy consumption and this is done in a rather precise way, extending in a second moment the possibility to use the results to obtain the correspondent greenhouse gases emissions. In the SME case study the documentation needed to obtain energy consumption values straight away is not available, and the same goes for the equipment that could provide them. The participation to the Clim'Foot project has as a purpose not only to calculate a certain organisation climatic impact dimension, but also to identify what are the consumes upon which it is more required an action. This means that the definition of a base level is needed, in order to correlate the further improvements that can derive from the introduction of energy efficiency measures, and then it has been necessary to obtain at least an esteem of consumes despite the consistent gaps found. In addition it has been possible to understand what the present situation is regarding the management of heating energy consumption, which is an essential element needed for the necessary correction in order to obtain a better quality and more solid information in the future. The aim of this study is then to show how, in a moment when the necessary data were lacking, it has finally been possible to build a consumption esteem considering the several elements that constitutes the present situation.

## MATERIALS AND METHODS

The Commodity Science section of the Department of Management (University of Turin) has decided, in 2016, to take part in the Clim'Foot project, which consists in measurements of the carbon footprint of some organisations that, in various European countries, have been willing to participate. In this specific case the School of Management and Economics, whose main building in the city of Turin hosts the Department of Management and the Department of Social, Economic and Statistical Sciences, has been nominated. The project includes a function of coordination and support to the participating organisations provided by national agencies (in Italy ENEA) and the provisioning of a proper software for this kind of calculation. Moreover one of the project's purposes is the building of national databases of emissions factors and guidelines created thanks to this experience, which will be useful to help this kind of initiatives in the future. In the data collection process, the main obstacle met concerns the measurement of the building heating energy consumption, and how its system is structured, being these the most relevant information usually gathered in energy consumption studies (Desideri et al., 2002).

### SME main building

The problem derives from the original function of the building. It was in fact a retirement home for poor elderly people, built at the end of the 19th century and now occupied only in part by the SME. The building, entirely brick made with a concrete inner structure, is constituted by a two floors section developed alongside CorsoUnione Sovietica, where the main entrance is situated, and of more three floors wings perpendicular to it, of which only two are owned by the University. The remaining three are managed by separated organisations with different functions, in particular part of the building is still dedicated to hospital handling. The whole edifice is one of the biggest among the historic ones in the city, and it was realized in an efficient

way for its original purpose, but it is not suitable now for the new necessity of educational spaces arose with the moving of the university offices, which often required big classrooms and a better accessibility to the building. The problem could hardly be solved with a complete change of the building original shape, given its particular characteristics and the architectonic value, therefore the construction of a new structure was preferred, separated from the main one and located in the yard between the two wings occupied by the University. The historic building nevertheless has not been exempted from modifications. The northern university wing has seen internal renovations, mainly to allow the presence of classrooms, and the creation of an external additional body that extend its length. The more recent structure includes big and medium dimension classrooms (424, 270 and 120 seats) and some smaller ones. There are in addition computer labs and other areas dedicated to reception services or other functions needed in this kind of institutions (toilets, bar, study rooms etc.). In the historic building wings there are the department employees offices, mainly in the southern wing and in the superior floors of the other one, medium size classrooms, a bar, the students administrative office and other general use spaces. In addition the building has a basement, partially occupied by the library. The building includes then, as usually happens with educational structures, spaces with various dimensions and with different functions depending on the activities proposed, with different operating times and as a consequence different consumes. Moreover, having maintained the original characteristics of the structure, the rooms especially in their height have notable sizes (the vault reach 6,5 m) and then it is necessary to take into account volumes rather than surfaces when trying to measure energy consumption and confronting them with other cases, situation that has already been experienced previously in case of a conversion of historic buildings to current purposes (Desideri et al., 2002). The present situation then sees the existence of various parts of the building realized in different periods and as a consequence with dissimilarities in their structural and systemic characteristics.

#### The heating system

The heating in the building is provided through the city district heating. Hot water that allows the heating of internal environments is transferred through a main pipe that branch off around the different wings. At the dividing points there are sub-stations which allow to control the water supply to the wings independently from one another. These substations however do not include consumption meters, then when consumption has to be measured the building is considered on the whole without a distinction between the various organisations occupying it. The University area is interested by three sub-stations, two of them are controlled by a company linked to the University, the last one by Iren, the company who manages the energy supply district network. As a consequence the way heating is supplied change among the building sections managed by the different subjects, and so it has to be taken into account every section with its specific conditions without the possibility to consider the university area in its whole. This area is conventionally divided in six lots, three of them are linked to the sub-stations run by the University, the others are linked to the remaining sub-station. The differences caused by the separated management of the sub-stations are for example given by different running times of the heating system, both among different lots and in different periods of the year, and are reflected also in the internal heating equipment. In fact, while in the wings where the system is run by Iren the original radiators have been maintained, in the others they have been replaced with fan coil units.

The University pays a bill of which amount is estimated and later subject to a periodic balance, deposited with a frequency of more years. It is not possible then to know the total consumption using as a reference source the energy bill. To sum up the situation, there are no meters specific for the University area heating energy consumption nor energy bills with reliable indications and the building at the time being has no energy performance certificate, so it is not possible to obtain useful data. Given this complex and inefficient situation, the University has decided to independently install some meters used to measure the consumptions in the building wings it owns, in order to obtain the needed information to evaluate them with precision. This purpose however has been put into effect only for two of the three wings, where meters have been installed in the sub-stations in January 2016, for the first wing which includes lots 7 and 7A, and in January 2017 for the other one, which includes lot 6A. The only complete data now available is then the one regarding the consumption of a wing in an only year, 2016, having to wait until the end of 2017 for an annual reading of the other meter to be obtained.

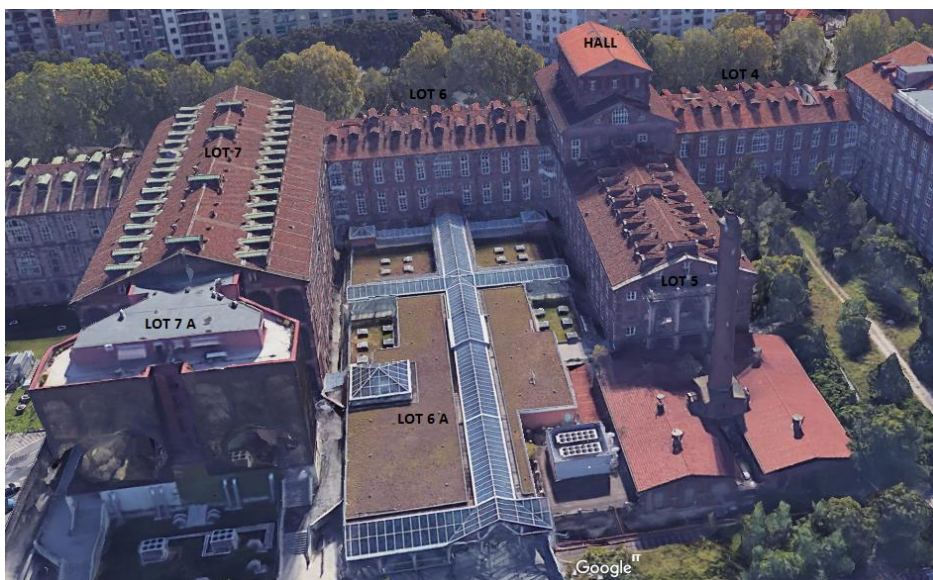
#### The consumption measurement

The adopted solution has then required the use of the value resulted from the meter for the year 2016, which has been used to calculate the consumption for unit of volume. The choice of considering volume instead of

the surface has been made in order to take into account internal environments dimensions, that, as said before, in height exceed standard measures. Once obtained the consumption per unit, this has been used to calculate the total University area consumption, considering from time to time the different lots volumes. This method then start from a value and obtains in a proportional way the values of a bigger area. The procedure has already been applied in previous literature cases, for this same purpose or to make comparisons with different buildings in other climatic regions or with different characteristics such as activities time (Dascalaki et al., 2011; Escobedo et al., 2014; Corgnati et al., 2008; Beusker et al., 2012). The choice to adopt this method has been imposed by the lack of possible short term alternatives. There was in fact neither the possibility to obtain quickly the information from the companies who run the service, nor the material and financial availability to use technical equipment specifically set up to detect energy consumption. Moreover the use of this sort of tools requires an observation activity possibly for a long period, which in most of the literature cases analyzed exceeded one year. In the present situation then it has been preferred a method that even if it gives less accurate results, it allows to reach an acceptable approximation of this particular energy consumption. Even in other situations where lacks of information have been experienced the problem has been solved using medium data, adapted taking into account the specific conditions of the observed case study (Chen et al., 2011; Escobedo et al., 2014). Also, it has to be taken into consideration is that the aim of this study is not to understand what is the precise needs of energy to heat the structure, but to measure its real consumption, that could also exceed the amount strictly required given the building characteristics and the activities carried out. An example is given by the present situation of the SME, as has already been said the building hosting it is rather old and consequently to allow the use of its environments some refurbishment and security interventions have been necessary. These however have not been concluded, and the superior floors in one of the wings are still closed. However they are heated, and this results in an increase of consumption with no connection to a real exploitation of the space, that distances real consumption from the strictly needed one. Given that the final aim is to link this consumptions to the correspondent quote of greenhouse gases emissions in order to build a climatic footprint of the SME, the creation of a model representing the theoretical energy needs, even if a thorough one, does not give the result looked for to the purpose of this project.

## RESULTS AND DISCUSSION

As explained in the previous paragraph, the method adopted uses the only consumption value available as starting point to obtain the whole total. Some other aspects have to be considered in order to limit even more the results reliability. Lots 7, 7A and 6A, correspondent respectively to one of the historic structure wings, its more recent extension and the new wing, have settings and working hours different from lots 4, 5, 6, correspondent to the second historic wing (lot 5) and to the branches (lots 4 and 6) connecting it to the rest of the building.



**Fig 1:** The School of Management and Economics with its lots and the entrance hall (Google Earth 2017)

The winter heating period goes conventionally from the 15 of October to the 15 of April. Within this period for what concerns lots 7, 7A and 6A two sub-periods can be identified, the first including December, January and February and another including October, November, March and April. In the first sub-period the heating

service runs every day for 24 hours, while in the second one it runs for twelve hours only in the five working days to which are added seven hours on Saturday. As shown in the table, it has therefore been obtained the total amount of hours of running heating in the winter period for this three lots.

Lots 7; 7A; 6A	Period	Hours	Days	Total days	Total hours
	December, January, February	24	7	91	2184
	October, November, March, April	12	5	69	828
	Saturday	7	13		91
<b>TOTAL</b>					<b>3103</b>

**Table 1:** total amount of hours for lots 7, 7A, 6A

In the same period the remaining lots did not have these differences in the working hours, so the functioning has been kept unchanged for the 26 weeks, where heating is provided every day for 24 hours. However a first approximation has been introduced here because of the existing difference between the working conditions during daytime and nighttime. In fact, while during the day, for 18 hours (from 4 a.m. to 22) the heating is set to provide an internal temperature of 20 degrees, during the remaining hours the temperature is lowered to 17 degrees. This difference should have been considered because it reflects on consumptions but, after an evaluation it has been decided to consider instead a full working regime (the daily one) for all the 24 hours. The reason on which this decision is based is given by some considerations on previous experiences in other university buildings, it has in fact been found that where they were not connected to district heating, and then heating was provided by boilers, to distinguish between a daily and nightly consumptions did not bring the desired results. This because the starting of the boilers in the morning and the work required to obtain the daily temperature compensated the reduced consumption obtained thanks to a lower temperature during the night, without having appreciable gainings. The SME is served by district heating so it does not own boilers, but it has been believed that this principle could be considered true anyway because of the greater temperature required to heat the system internal water in the morning. Therefore, ignoring this difference on temperature, it has been considered a uniform functioning for 24 hours every day of the week, obtaining the total amount of hours for lots 4, 5 and 6.

Lots	Period	Hours	Days	Total hours
4; 5; 6	26 weeks	24	7	4368

**Table 2:** Total amount of hours for lots 4, 5, 6

It has moreover to be said that the distinction between the full and reduced working regime does not only concern the nightly heating in these three lots but also the entire summer period when the district heating water is provided to the entire building to guarantee the domestic hot water and the running of fan coils post-heating batteries. However these services are provided to the building but not to the university areas, because post-heating batteries are not used, in order to save energy, and domestic hot water is provided using separated boilers, so the only consumption to be considered is the winter heating one. The meter observed includes lots 7 and 7A consumption, giving a yearly value for 2016 of 627.600 kWh. The two lots volume is of 60.932 m<sup>3</sup>, from which we can derive that the consumption for unit of volume is 10,30 kWh/m<sup>3</sup>. Taking into account the total amount of hours we obtained the hourly consumption, used as base unity to obtain the other lots consumption, taking into account their volumes and working times, as shown in the following table. As can be seen the consumption for unit of volume and hour is the same for all the lots, and has then be multiplied for the respective volume and hours of every lot.



Lots	Volume (mc)	Total consumption (kWh)	Consumption per mc (kWh/mc)	Hours	Consumption per mc and hour
7-7A	60.931,50	627.600,00	10,30	3.103	0,0033
6A	54.667,80	563.083,29		3.103	0,0033
4	14.630,00	212.122,26		4.368	0,0033
5	21.210,00	307.526,53		4.368	0,0033
6	17.870,00	259.099,44		4.368	0,0033
entrance hall	6.000,00	86.994,78		4.368	0,0033

**Table 3:** Total heating consumption of every lot

From the sum of consumption of all the lots it has been obtained the total amount for the university area, of 2.056.426,29 kWh. One last approximation derived from this method is that the university area is formed by a historic unit to which other parts have been added more recently. The difference in the building periods reflects on the structure characteristics and then on energy consumptions. To use one single data as it has been done here does not permit to take into account this aspect, because it does not consider differences among lots. Actually the meter data concern two different lots, one located in the historic building and the other in one of the more recent parts, so it can be considered an average between structural characteristics of different areas. Nevertheless it is an approximation of the real situation, which hopefully will be solved when the second meter will provide the consumption value for lot 6A, the most modern one and so where probably consumption is more different from the other parts of the building.

## CONCLUSIONS

Bibliographic research did not provide strong basis about the possibility to obtain useful data to estimate the heating energy consumption of a building. This work had as aim then to show the complexity linked to the measurement of a type of energy consumption, carried out during the implementation a project requiring the quantification of the School of Management and Economics of the University of Turin carbon footprint. The need to obtain from the little information available an estimate of total heating energy consumption has required to use a method based on a single data possessed, provided by a meter that measures energy consumption of only a part of the building. The problems met and the necessity to accept the existence of a certain degree of approximation on the result achieved have helped to made clear the need to have a simpler service management, able to guarantee an increased consumption efficiency. This is a fundamental step to improve the building energy performance, especially if, as in the present case, it concerns historic buildings where realizing significant modifications in order to obtain energy savings is difficult because this could clash with the maintenance of the original architectonic aspect (Zagorskas et al., 2013).

## BIBLIOGRAPHY

1. Abdelalim A., O'Brien W., Shi Z., 2015, *Visualization of energy and water consumption and GHG emissions: A case study of a Canadian University Campus*, Energy and Buildings, Elsevier
2. Alvarez S., Blanquer M., Rubio A., 2013, *Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid*, Journal of Cleaner Production, Elsevier
3. Audenaert A., Briffaerts K., Engels L., 2011, *Practical versus theoretical domestic energy consumption for space heating*, Energy Policy, Elsevier
4. Beusker E., Stoy C., Pollalis S. N., 2012, *Estimation models and benchmarks for heating energy consumption of schools and sport facilities in Germany*, Building and Environment, Elsevier
5. Chen S., Li N., Yoshino H., Guan J., Levine M. D., *Statistical analysis of winter energy consumption characteristics of residential buildings in some cities of China*, Energy and Buildings, Elsevier
6. Corgnati S. P., Corrado V., Filippi M., 2008, *A method for heating consumption assessment in existing buildings: A field survey concerning 120 Italian schools*, Energy and Buildings, Elsevier
7. Corrado V., Mechri H.E., Fabrizio E., 2007, *Building energy performance assessment through simplified models: Application of the ISO 13790 quasi-steady state method*, Building simulation
8. Dascalaki E. G., Sermpetzoglou V. G., 2011, *Energy performance and indoor environmental quality in Hellenic schools*, Energy and Buildings, Elsevier

9. Desideri U., Proietti S., 2002, *Analysis of energy consumption in the high schools of a province in central Italy*, Energy and Buildings, Elsevier
10. Escobedo A., Briceño S., Juárez H., Castillo D., Imaz M., Sheinbaum C., 2013, *Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico*, Energy for Sustainable Development, Elsevier
11. Filippín C., 2000, *Benchmarking the energy efficiency and greenhouse gases emissions of school buildings in central Argentina*, Building and Environment, Elsevier
12. Frączek K., Śleszyński J., 2016, *Carbon footprint indicator and the quality of energetic life*, Research Papers of Wrocław University of Economics
13. Giama E., Papadopoulos A. M., 2016, *Carbon footprint analysis as a tool for energy and environmental management in small and medium-sized enterprises*, International Journal of Sustainable Energy, Taylor&Francis
14. Gram-Hanssen K., 2011, *Households' energy use-which is the more important: efficient technologies or user practices?*, Proceedings of the World Renewable Energy Congress 2011, Linköping University Electronic Press
15. Krawczyk D. A., 2014, *Theoretical and real effect of the school's thermal modernization-A case study*, Energy and Buildings, Elsevier
16. Krawczyk D. A., 2016, *Analysis of energy consumption for heating in a residential house in Poland*, Energy Procedia, Elsevier
17. Ma H., Lu w., Yin L., shen X., 2016, *Public building energy consumption level and influencing factors in Tianjin*, Energy Procedia, elsevier
18. Moerschbaecher M., Day J. W. Jr., *The greenhouse gas inventory of Louisiana State University: A case study of the energy requirements of public higher education in the United States*, 2010, Sustainability, MDPI
19. Montoya-Torres J. R., Gutierrez-Franco E., Blanco E. E., 2014, *Conceptual framework for measuring carbon footprint in supply chains*, Production Planning & Control, Taylor&Francis
20. Ó Gallachóir B. P., Keane M., Morrissey E., O'Donnell J., 2007, *Using indicators to profile energy consumption and to inform energy policy in a university- A case study in Ireland*, Energy and Buildings, Elsevier
21. Ozawa-Meida L., Brockway P., Letten K., Davies J., Fleming P., 2011, *Measuring carbon performance in a UK university through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study*, Journal of Cleaner Production, Elsevier
22. Pandey D., Agrawal M., Pandey J. S., 2011, *Carbon footprint: current methods of estimation*, Environmental Monitoring and Assessment, Springer
23. *Raccomandazione della Commissione del 9 aprile 2013 relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 124, 4 maggio 2013
24. Stefanović A., Gordić D., 2016, *Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings*, Energy and Buildings, Elsevier
25. Swan L. G., Ismet Ugursal V., 2009, *Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier
26. Tae-Woo K., Kang-Guk L., Won-Hwa H., 2012, *Energy consumption characteristics of the elementary schools in South Korea*, Energy and Buildings, Elsevier
27. *The Greenhouse Gas Protocol, a corporate accounting and reporting standard, Revised Edition*, 2004, WBCSD, WRI
28. Vásquez L., Iriarte A., Almeida M., Villalobos P., 2015, *Evaluation of greenhouse gas emissions and proposals for their reduction at a university campus in Chile*, Journal of Cleaner Production, Elsevier
29. Wang Z., Zhen Z., Lin B., Zhu Y., Ouyang Q., 2015, *Residential heating energy consumption modeling through a bottom-up approach for China's Hot Summer-Cold Winter climatic region*, Energy and Buildings, Elsevier
30. Zagorskas J., Paliulis G. M., Burinskienė M., Venckauskaitė J., *Energetic refurbishment of historic brick buildings: Problems and opportunities*, Environmental and Climate Technologies, Versita
31. Zhu J., Li D., 2015, *Current situation of energy consumption and energy saving analysis of large public building*, Procedia Engineering, Elsevier

## Diagnosi energetica dei siti di trattamento rifiuti della CISA SpA, Massafra, Taranto

<sup>1</sup>Notarnicola B., <sup>1</sup>Tassielli G., <sup>1\*</sup>Renzulli P.A., <sup>2</sup>Fedele G., <sup>2</sup>Minutello L.

<sup>1</sup>Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture",  
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Taranto.

<sup>2</sup>CISA S.p.A., Contrada Forcellara S. Sergio, 74016 Massafra (TA).

E-mail: [pietro.renzulli@uniba.it](mailto:pietro.renzulli@uniba.it)

### Abstract

La diagnosi energetica costituisce la fase preliminare che precede l'avvio di un qualsiasi progetto di Efficienza Energetica per stabilire in anticipo se un intervento di efficientamento possa risultare fattibile e conveniente, sia dal punto vista tecnico che economico. Il presente lavoro descrive i risultati e gli aspetti tecnico-scientifici dello studio finalizzato alla diagnosi del profilo energetico dei tre siti di trattamento di rifiuti, localizzati nei Comuni di Massafra e Statte (TA), gestiti dalla C.I.S.A. S.p.A. L'approccio specifico dello studio prende spunto in gran parte dalla procedura descritta nella norma UNI CEI TR 11428:2011. Il lavoro è stato svolto in 6 fasi, ovvero: 1) raccolta dei dati concernenti le bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili; 2) calcolo degli indici di prestazione effettivi; 3) costruzione di un modello energetico; 4) calcolo di indicatori operativi e controllo di coerenza con indicatori di prestazione effettivi; 5) confronto tra gli indicatori e i valori benchmark; 6) proposta di interventi di miglioramento della prestazione energetica. Lo studio ha evidenziato che il vettore energetico maggiormente utilizzato nel 2015 è l'energia elettrica per un totale di 1.116 tep (energia primaria), mentre il consumo di gasolio ammonta a 741 tep. Il confronto tra gli indicatori e i valori benchmark ha messo in evidenza che i consumi energetici relativi alle operazioni svolte nei succitati tre siti rientrano nella media Europea. Ciò nonostante la diagnosi ha permesso di individuare potenziali interventi di miglioramento dell'efficienza energetica come ad esempio la sostituzione di motori elettrici con quelli di classe di efficienza maggiore e/o con inverter, la sostituzione delle attuali lampade con quelle a LED, cambiamenti di regole comportamentali del personale, introduzione di sistemi di registrazione e monitoraggio in tempo reale dei flussi di energia elettrica.

### 1. Introduzione

Il costante aumento del consumo di energia a livello mondiale e le problematiche relative alla disponibilità delle risorse energetiche (EIA 2017) stanno facendo emergere sempre più la necessità di un uso più efficiente dell'energia. L'Unione Europea ha varato una serie di direttive inerenti all'uso di energia, in particolare la Direttiva 2012/27 che sancisce il ruolo fondamentale dell'efficienza energetica come strumento strategico nell'attuale scenario europeo al fine di affrontare sfide quali la riduzione dell'emissioni di gas serra, la sostenibilità delle fonti energetiche primarie, il rilancio della crescita economica e l'aumento della competitività delle aziende. Il recepimento di tale direttiva, attraverso il D.lgs. 102/2014, introduce, fra l'altro, anche l'obbligo di eseguire la diagnosi energetica per le grandi imprese e di promuoverla per le PMI. Tale strumento, a volte anche denominato audit energetico, costituisce la fase preliminare che precede l'avvio di un qualsiasi progetto di efficienza energetica ovvero, in base ad esso, è possibile stabilire in anticipo se un intervento di efficientamento possa risultare fattibile e conveniente, sia dal punto vista tecnico che economico.

Il presente lavoro descrive i risultati e gli aspetti tecnico-scientifici dello studio finalizzato alla diagnosi del profilo energetico dei tre siti di trattamento di rifiuti, localizzati nei Comuni di Massafra e Statte (TA), gestiti dalla C.I.S.A. S.p.A. (CISA 2017). La finalità specifica della diagnosi è molteplice, ovvero: comprendere l'articolazione del consumo energetico dell'azienda; identificare possibili miglioramenti da implementare per la riduzione dei consumi e costi energetici; permettere future valutazioni tecnico-economiche di tali miglioramenti (anche sotto il profilo di eventuali forme di incentivazione all'efficienza energetica).

I tre succitati impianti oggetto di studio hanno tutti la funzione di trattare rifiuti (inteso come trattamento e/o smaltimento). La natura e la destinazione finale dei rifiuti varia in quanto:

- nell'impianto di contrada Console avviene il trattamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e rifiuti solidi assimilabili agli urbani (oltre 227.000t di rifiuti gestiti nel 2015) che dopo trattamento (bio-stabilizzazione) sono conferiti nella discarica di servizio con annessi impianti di produzione di energia elettrica per il recupero del biogas di discarica;
- nell'impianto di contrada San Sergio avviene la produzione di Combustibile Solido Secondario (CSS) mediante attività di recupero di rifiuti speciali non pericolosi (circa 96.000t di rifiuti gestiti nel 2015);
- nell'impianto di contrada Gravinola sono inertizzati e smaltiti, mediante avvio in discarica, rifiuti speciali non pericolosi (RSNP) (oltre 219.000t di rifiuti gestiti nel 2015).

## 2. Materiali e metodi

L'approccio specifico adottato per il presente studio prende spunto in gran parte dalla procedura descritta nella norma UNI CEI TR 11428:2011 "Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica" (UNI 2011). Lo studio non rappresenta una diagnosi così come richiesta dal D.Lgs 102/2014, ma si configura, secondo la classificazione delle diagnosi energetiche della American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (non citata esplicitamente dalla normativa europea né da quell'italiana ma ritenuta comunque valida come riferimento), come un audit energetico di livello 1 e quindi di tipo "Walkthrough" (ASHRAE 2011).

Il lavoro è stato svolto in 6 fasi, ovvero:

- 1) raccolta dei dati concernenti le bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili;
- 2) calcolo degli indici di prestazione effettivi (IPE), da correlare alle variazioni di consumo energetico nel tempo, considerando i parametri principali del core business;
- 3) costruzione di un modello energetico raffigurando i consumi energetici aziendali disaggregati in relazione alle singole fonti di consumo.
- 4) calcolo di indicatori operativi (IPO) e controllo di coerenza di questi con gli indicatori di prestazione effettivi;
- 5) confronto tra gli indicatori e i valori benchmark;
- 6) proposta di interventi di miglioramento della prestazione energetica.

## 3. Risultati/discussione

Per motivi di brevità in questo paragrafo si illustrano i risultati principali della diagnosi.

### 3.1. Analisi dei consumi da bolletta

I vettori energetici impiegati dall'azienda sono l'energia elettrica e il gasolio. Di seguito si riportano gli acquisti dei vari vettori energetici della CISA SpA nel 2015. La Tabella 1 riporta i consumi effettivi di energia elettrica inerenti ai tre siti di trattamento rifiuti oggetto di studio. La

Tabella 2 riporta invece i consumi di gasolio registrati nel 2015.

Tabella 1 - Consumi da bolletta, acquisti energia elettrica 2015

SITI DI FORNITURA	Tensione	Potenza disponibile (kW)	Potenza impegnata (kW)	Potenza rifasante	Consumi fatturati (kWh)	Costo Mercato Libero
C.DA CAPRICELLA (CONSOLE)	M.T.	2000	1169	193	3.850.020	€ 576.629,32
GRAVINOLE SN	M.T.	350	350	0	248.800	€ 39.304,82
C.DA SERGIO	M.T.	1500	926	189	1.866.567	€ 306.569,77
C.DA SERGIO	B.T.	90	0,8	2	1.805	€ 552,01
<b>TOT</b>					<b>5.967.192</b>	<b>€ 923.055,92</b>

Tabella 2 - Consumi di gasolio 2015

CONTRADA CONSOLE		Gasolio (L)
	Fase	
	Movimentazione meccanica	42.811
<b>Processo</b>	Mov biostabilizzato	156.490
	Discarica	306.362
<b>Processo</b>	Totale consumo gasolio nei processi di trattamento e smaltimento	<b>505.663</b>
<b>Servizi ausiliari</b>	Totale consumo gasolio per manutenzione impianti energia elettrica e altro	23.603
<b>TOTALE gasolio consumato nel 2015</b>		<b>529.266</b>
<b>TOTALE costo gasolio consumato nel 2015</b>		<b>582.828</b>
CONTRADA SAN SERGIO		Gasolio (L)
	Fase	
	Stoccaggio	3.775
<b>Processo</b>	Triturazione primaria e deferizzazione	16.166
	Trit secondaria e sep metalli secondaria	17
	Addensamento	32.051
	manutenz mezzi e macchinari	1.776
<b>TOTALE consumo gasolio nei processi di trattamento e smaltimento 2015</b>		<b>53.785</b>
<b>TOTALE costo gasolio consumato nel 2015</b>		<b>73.378</b>
CONTRADA GRAVINOLA		Gasolio (L)
	Fase	
	Movimentazione interna rifiuto conforme	3.379
<b>Processo</b>	Discarica	293.569
<b>TOTALE consumo gasolio nei processi di trattamento e smaltimento</b>		<b>296.948</b>
<b>TOTALE costo gasolio consumato nel 2015</b>		<b>326.999</b>
<b>CONSUMO TOTALE GASOLIO 2015 (litri)</b>		<b>879.999</b>
<b>COSTO TOTALE GASOLIO 2015 (euro)</b>		<b>983.205</b>

Di seguito si riporta l'energia acquistata con i vettori espressi in TEP per valutare l'incidenza degli stessi sul consumo di energia primaria (Figura 1, Figura 2 e Figura 3):

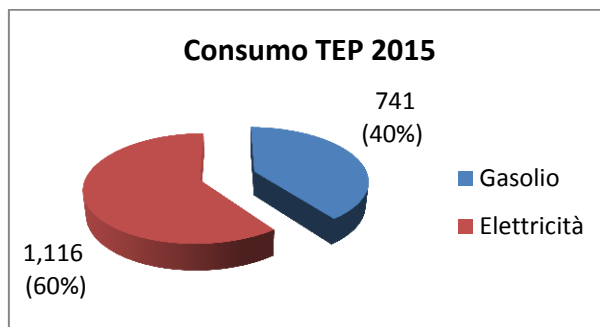


Figura 1 - Energia acquistata TEP

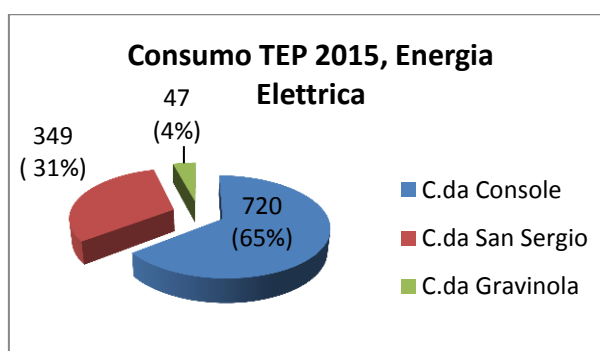


Figura 2 - Discretizzazione consumi elettrici TEP

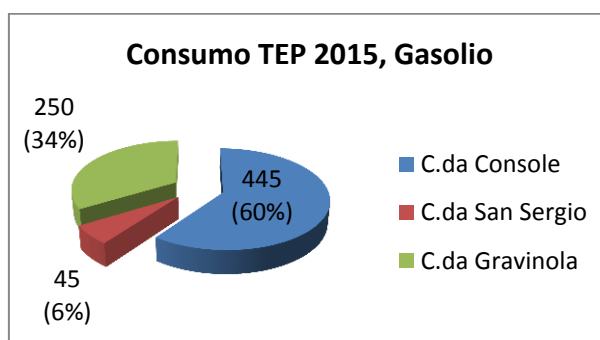


Figura 3 - Discretizzazione consumi gasolio TEP

### 3.2. Comparazione degli indici di prestazione effettivi con quelli operativi

La Tabella 3 mostra il confronto degli indici di prestazione calcolati con i valori di consumo di bolletta (indici IPE) e quelli (indici IPO) calcolati con i valori di consumo derivanti dalla costruzione di un modello energetico. Come si evince dalla tabella gli indici IPE differiscono al massimo del 7,4 % dagli indici IPO ricalcolati con i dati rivnienti dal modello energetico, mettendo così in evidenza la consistenza di quest'ultimo. Si tenga presente che per quanto concerne il gasolio, non avendo potuto creare un modello energetico specifico per tale vettore non vi è differenza tra gli indicatori pertinenti al gasolio.

**Tabella 3 - Confronto tra indice di prestazione energetica e operativo**

Indicatore		Calcolo con valori IPE di consumo da bolletta	Ricalcolo con valori IPO di consumo da modello energetico	Differenza % tra i due valori degli indicatori
Indici globali	IpGen,ee/r - Indice di prestazione generale riferito all'energia elettrica rapportato al rifiuto trattato complessivamente nei tre siti	11,01 kWh/t	11,18 kWh/t	1,6%
	IpGen,g/r - Indice di prestazione generale riferito al vettore gasolio trattato complessivamente nei tre siti	1,62 L/t	1,62 L/t	-
Indici c.da Console	IpC,ee/r - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica utilizzata in c.da Console rapportato al rifiuto trattato	16,95 kWh/t	16,95 kWh/t	-0,001%
	IpC,g/r - Indice di prestazione riferito al vettore gasolio utilizzata in c.da Console rapportato al rifiuto trattato	2,33 L/t	2,33 L/t	-
	IpC,eep/ee - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica di processo utilizzata in c.da Console rapportato al consumo complessivo di energia elettrico del sito	-	85,9%	-
Indici c.da Gravinola	IpG,ee/r - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica utilizzata in c.da Gravinola rapportato al rifiuto trattato	1,14 kWh/t	1,22 kWh/t	7,4%
	IpG,g/r - Indice di prestazione riferito al vettore gasolio utilizzata in c.da Gravinola rapportato al rifiuto trattato	1,35 L/t	1,35 L/t	-
	IpG,eep/ee - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica di processo utilizzata in c.da Gravinola rapportato al consumo complessivo di energia elettrico del sito	-	39,6%	-
Indici c.da San Sergio	IpSS,ee/r - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica utilizzata in c.da San Sergio rapportato al CSS prodotto	25,99 kWh/t	26,88 kWh/t	3,4%
	IpSS,g/r - Indice di prestazione riferito al vettore gasolio utilizzata in c.da San Sergio rapportato al CSS prodotto	0,75 L/t	0,75 L/t	-
	IpSS,eep/ee - Indice di prestazione riferito all'energia elettrica di processo utilizzata in c.da San Sergio rapportato al consumo complessivo di energia elettrico del sito	-	82%	-

### 3.3. Confronto tra gli indicatori e i valori benchmark

Al fine di valutare la performance energetica dei tre siti oggetto del presente studio, sono stati individuati dei valori "benchmark" da paragonare a quelli degli indici riportati in Tabella 3

I benchmark provengono da fonti individuate in letteratura quale:

- Le Best Available Techniques Reference Documents (BREF) della Commissione Europea sul waste treatment (BREF 2006, 2015).
- Altri studi specifici inerenti alla valutazione del profilo ambientale (e quindi anche energetico) attraverso l'analisi del ciclo di vita dei sistemi di trattamento rifiuti.

#### *Contrada Console*

Per quanto concerne il trattamento meccanico del rifiuto in entrata alla contrada Console le BREF 2015 (BREF 2015) indicano un consumo medio di 30 kWh/t di rifiuto, mentre Lombardi et al. (2016) nel loro studio indicano un consumo medio di 28 kWh/t di rifiuto trattato. Questi valori di per sé sono superiori al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito all'energia elettrica consumata per tonnellata (IpC,ee/r), di 16,95 kWh/t.

Le BREF (2006) indicano un range di consumo elettrico per la digestione aerobica in spazi confinati da 27 a 65 kWh/t di rifiuto trattato. Anche in questo caso si tratta di valori superiori al succitato indice complessivo IpC,ee/r.

Nello studio di Herva et al. (2014) il trattamento meccanico e separazione rifiuti comporta un consumo medio di 2,3 litri di gasolio per tonnellata di rifiuto trattato, mentre la gestione della discarica comporta un consumo medio di 1,45 litri di gasolio per tonnellata di rifiuto conferito. La somma di questi due valori (3,75 L/t) è superiore al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito al gasolio consumato per tonnellata (IpC,g/r), di 2,33 L/t.

Le BREF (2006) indicano un consumo medio elettrico per la filtrazione dell'aria tramite biofiltro di 15 kWh/t di rifiuto trattato. Questo valore se sommato agli altri benchmark delle operazioni svolte in contrada Console porta ad un consumo complessivo (28kWh/t + 27kWh/t + 15kWh/t) superiore al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito all'energia elettrica consumata per tonnellata (IpC,ee/r), di 16,95 kWh/t.

Nel complesso quindi il sito di contrada Console ha dei consumi che sono inferiori a quelli medi indicati dai succitati benchmark.

### *Contrada San Sergio*

Secondo quanto indicato nella bozza delle BREF 2015 (BREF 2015), la produzione di CSS può avere un consumo energetico che varia da 6,3 a 152 kWh/t di rifiuto trattato, con un valore medio di circa 43 kWh/t. Questo valore è superiore al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito all'energia elettrica consumata per tonnellata (IpSS,ee/r), di 25,99 kWh/t.

Le stesse BREF indicano un consumo di gasolio complessivo di 1,6L/t di rifiuto trattato. Anche in questo caso tale valore è superiore al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito al gasolio consumato per tonnellata (IpSS,g/r), di 0,75 L/t.

Nel complesso quindi il sito di contrada San Sergio ha dei consumi che sono inferiori a quelli medi indicati dai succitati benchmark.

### *Contrada Gravinola*

Nello studio di Herva et al. (2014) la gestione della discarica comporta un consumo medio di 1,45 litri di gasolio per tonnellata di rifiuto conferito. In tale studio la discarica considerata è una di RSU e non di rifiuti speciali non pericolosi, ma che comunque comporta operazione di spandimento del rifiuto e copertura del stesso con inerti. Pertanto, si può ragionevolmente ritenere tale valore come un benchmark anche per contrada Gravinola dove la maggior parte dell'energia consumata è associabile al consumo di gasolio (vedi **Figura 2** e **Figura 3**). Il valore di questo benchmark è superiore al valore complessivo dell'indicatore del sito (calcolato nel presente studio), riferito al gasolio consumato per tonnellata (IpG,g/r), di 1,35 L/t.

Pertanto, come nel caso degli altri due siti, il sito di contrada Gravinola ha dei consumi che sono inferiori a quelli medi indicati dai succitati benchmark.

## **3.4. Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica**

Nonostante i valori degli indicatori calcolati nei paragrafi precedenti siano migliori di quelli dei benchmark identificati in letteratura, la diagnosi ha permesso comunque di evidenziare alcuni potenziali cambiamenti che potrebbero portare a un miglioramento dell'efficienza energetica e quindi a un risparmio economico. Questi interventi, in genere, si basano sia su una re-impostazione di alcune regole comportamentali che portano ad utilizzo più efficiente delle macchine/sistemi, sia su cambiamenti di macchinario/tecnologia.

Alcune proposte di miglioramento sono applicabili ai 3 sistemi analizzati come, ad esempio, la sostituzione delle lampade per illuminazione esterna dei siti con lampade a LED. In tal caso il risparmio di energia elettrica dei primi cinque anni con un sistema di illuminazione a LED coprirebbe ampiamente i costi di acquisto e installazione del sistema stesso. Una più rigorosa osservanza di regole comportamentali porterebbe ad un risparmio di energia elettrica in tutti i siti. Tali approcci includono una maggiore divulgazione d'informazioni al personale sul potenziale risparmio ottenibile con un corretto uso dei sistemi elettrici. Altri approcci comportamentali includono l'uso di interruttori temporizzati, crepuscolari e a sensori di movimento utilizzati congiuntamente a sistemi di allarme sonoro, per segnalare porte e finestre erroneamente lasciate aperte (che portano ad un eccessivo consumo di energia elettrica per riscaldamento/raffrescamento). Per tutti e tre i siti è inoltre auspicabile una più attenta verifica dell'utilizzo delle macchine, ovvero l'effettivo utilizzo delle macchine solo quando è previsto e secondo i pertinenti protocolli. Inoltre, andrebbe verificata l'obsolescenza delle macchine e la possibilità di sostituzione di queste con macchinari con un grado di efficienza maggiore. In generale, inoltre, una graduale introduzione, all'interno degli impianti, di sistemi di rilevazione e registrazione in tempo reale dei flussi di energia elettrica, per effettuare così una precisa fotografia nel tempo dei consumi elettrici e delle maggiori fonti di tali consumi, permetterebbe quindi una più facile identificazione delle parti degli impianti su cui intervenire per migliorare l'efficienza energetica.

Per quanto concerne il sito di contrada Console, poiché le operazioni dei sistemi di ventilazione delle celle di biostabilizzazione nel 2015 hanno contribuito al 28% del consumo energetico complessivo, è auspicabile in futuro valutare la convenienza tecnico-economica di una sostituzione dei motori con quelli con inverter. Inoltre, si consiglia la verifica della gestione del processo per far in modo che il materiale biostabilizzato sia asportato quanto prima dalle biocelle e si eviti che rimanga nelle stesse in attesa di ritiro, operazione che implica il funzionamento dei ventilatori con conseguente consumo energetico. Infine, considerato che l'86% circa del consumo di energia elettrica annua è attribuibile ai processi di triturazione, biostabilizzazione e filtrazione dell'aria dei rispettivi capannoni, è altresì auspicabile che si valuti in futuro la convenienza tecnico-economica di una sostituzione dei rispettivi motori con quelli di classe di efficienza maggiore.

Anche nel caso del sito di contrada San Sergio è auspicabile ridurre il consumo di energia elettrica di processo (oltre 82% del consumo totale di e.e./anno) attraverso una sostituzione dei rispettivi motori con quelli con una classe di efficienza maggiore.

Nel caso di contrada Gravinola poiché il 40% del consumo complessivo di energia elettrica è dovuto principalmente all'uso di un motore da 16 kW di potenza che alimenta 24 ore al giorno un sistema di estrazione del biogas di discarica (interamente bruciato in torcia senza recupero energetico), una opzione per ridurre il consumo elettrico di contrada Gravinola potrebbe riguardare l'uso di un generatore di energia elettrica da biogas di discarica, simile a quello di contrada Console. Tale opzione dovrebbe essere valutata da un punto di vista tecnico-economico in base ai costi di installazione e gestione, al biogas prodotto, alla rispettiva energia elettrica prodotta e al risparmio dovuto all'eliminazione del suddetto motore.

La **Tabella 4** illustra in sintesi le proposte di miglioramento dell'efficienza energetica.

**Tabella 4 - Sintesi delle proposte di miglioramento dell'efficienza energetica**

Sito (contrada)	Vettore energetico	Settore di intervento	Proposta di miglioramento
<b>Contrada Console</b>	E. Elettrica	Bio-stabilizzazione	verifica della gestione del processo: immediata asportazione materiale dalle biocelle sostituzione dei motori con quelli di classe di efficienza maggiore e/o con inverter
		Illuminazione esterna	Sostituzione attuali lampade con quelle a LED
		Regole comportamentali	maggior divulgazione d'informazioni al personale sul potenziale risparmio ottenibile con un corretto uso dei sistemi elettrici l'uso di interruttori temporizzati, crepuscolari e a sensori di movimento congiuntamente a sistemi di allarme sonoro, per segnalare porte e finestre erroneamente lasciate aperte
		Tutti	Introduzione di sistemi di registrazione in tempo reale dei flussi di energia elettrica
	Gasolio	Movimentazione, biostab, discarica	Verifica utilizzo macchine quando previsto e secondo protocolli previsti
			Verifica obsolescenza macchine
			Verifica possibile sostituzione macchine con quelle con grado di efficienza maggiore
<b>San Sergio</b>	E. Elettrica	Prod. CDR	sostituzione dei motori con quelli di classe di efficienza maggiore
		Illuminazione esterna	Sostituzione attuali lampade con quelle a LED
		Regole comportamentali	maggior divulgazione d'informazioni al personale sul potenziale risparmio ottenibile con un corretto uso dei sistemi elettrici l'uso di interruttori temporizzati, crepuscolari e a sensori di movimento congiuntamente a sistemi di allarme sonoro, per segnalare porte e finestre erroneamente lasciate aperte
		Tutti	Introduzione di sistemi di registrazione in tempo reale dei flussi di energia elettrica
	Gasolio	Movimentazione CDR,	Verifica utilizzo macchine quando previsto e secondo protocolli previsti
			Verifica obsolescenza macchine
			Verifica possibile sostituzione macchine con quelle con grado di efficienza maggiore
<b>Gravinola</b>	E. Elettrica	Gestione biogas	l'uso di un generatore di energia elettrica da biogas di discarica
		Illuminazione esterna	Sostituzione attuali lampade con quelle a LED
		Regole comportamentali	maggior divulgazione d'informazioni al personale sul potenziale risparmio ottenibile con un corretto uso dei sistemi elettrici l'uso di interruttori temporizzati, crepuscolari e a sensori di movimento congiuntamente a sistemi di allarme sonoro, per segnalare porte e finestre erroneamente lasciate aperte
		Tutti	Introduzione di sistemi di registrazione in tempo reale dei flussi di energia elettrica
	Gasolio	Movimentazione RSNP	Verifica utilizzo macchine quando previsto e secondo protocolli previsti
			Verifica obsolescenza macchine
			Verifica possibile sostituzione macchine con quelle con grado di efficienza maggiore

## Riferimenti

ASHRAE. (2011). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Procedures for Commercial Building Energy Audits. <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/procedures-for-commercial-building-energy-audits>.

BREF. (2006). Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries. European Commission. Available at <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

BREF. (2015). Best Available Techniques Reference Document for Waste Treatment (Draft Report). European Commission Joint Research Centre. Available at <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

CISA SpA. (2107). CISA S.p.A., Contrada Forcellara S. Sergio, 74016 Massafra (TA), [www.cisaonline.it](http://www.cisaonline.it)

EIA (2017). International Energy Outlook 2017. US Energy Information Administration. Scaricabile da [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)

Herva M., Neto B., Roca E. (2014). Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal). Journal of Cleaner Production 70, 183-193.

UNI CEI TR 11428:2011 (2011). "Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica". Ente ITALIANO di Normazione.



## **Simbiosi industriale per il recupero e il riutilizzo di cascami energetici: un modello di riferimento**

Gabriella Arcese, Bruno Notarnicola, Giuseppe Tassielli, Pietro A. Renzulli, Rosa Di Capua  
Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture"  
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Duomo 259, Taranto – 74123, Italia  
E-mail: [gabriella.arcese@uniba.it](mailto:gabriella.arcese@uniba.it)

### **Abstract in Italiano**

L'economia circolare evidenzia come, per la chiusura dei cicli economico-produttivi, il riutilizzo dei rifiuti di produzione e dei materiali di scarto deve essere sviluppato e sempre più implementato nei sistemi produttivi. Lo strumento che meglio rappresenta i cicli produttivi nell'ottica del reimpiego delle risorse è la simbiosi industriale, intesa come un approccio che permette di generare benefici reciproci tra gli attori chiave di un sistema attraverso scambi materici ed energetici. I cascami energetici sono parte integrante dei modelli di simbiosi industriale.

Dopo un'analisi della letteratura si è evidenziato come sono noti modelli e procedure per l'implementazione delle pratiche di simbiosi per lo scambio di materia ma meno chiaro risulta essere il modello da seguire per lo scambio di energia.

Nell'ambito del progetto FIR – "Simbiosi industriale in un'area vasta: il territorio Jonico", il gruppo di ricerca ha studiato la procedura di intervento per il recupero, attraverso simbiosi industriale, dell'energia di scarto con l'obiettivo di renderla generalizzabile e applicabile ad altri contesti produttivi e urbani. Il risultato è la redazione di un modello teorico per lo scambio simbiotico di cascami energetici, che evidenzia tutte le variabili chiave e la procedura di corretta implementazione della simbiosi in campo energetico, al fine di superare le attuali difficoltà alla base del limitato sfruttamento di tale pratica.

### **Keywords**

Simbiosi industriale, Economia Circolare, Cascami Energetici, General Framework.

### **Introduzione**

L'Economia Circolare (EC) è basata sul principio di autorigenerazione; in essa gli scambi di materie prime, scarti di lavorazione, energia, acqua, servizi e competenze sono progettati al fine di creare il cosiddetto "ciclo chiuso" secondo un approccio "green economy" e posto in alternativa al classico modello lineare dei sistemi produttivi. La spinta verso l'adozione dei modelli di sviluppo basati su una economia circolare è arrivata a livello internazionale con la diffusione del concetto più ampio di efficienza delle risorse presente in molte iniziative sia in ambito OCSE, che UNEP con l'International Resource Panel (UNEP-IRP) ed infine nei vari G7/G8/G20, sia dall'Unione Europea con l'*EU Action Plan for the Circular Economy* a livello comunitario che dal Collegato Ambientale alla Legge di Stabilità, 2016 «Legge del 28/12/2015 n. 221» ne rappresentano gli esempi più evidenti, non dimenticando il più recente documento di inquadramento e posizionamento strategico per l'Italia del Ministero dell'Ambiente (Notarnicola et al, 2017).

In questo contesto, il Programma FIR-Regione Puglia a sostegno della specializzazione intelligente e della sostenibilità sociale ed ambientale, è intervenuto in merito alla sfida sociale "Città e Territori sostenibili", finanziando un progetto di ricerca "Simbiosi Industriale in un'area vasta: il territorio Jonico". Nella simbiosi industriale (SI) le variabili di scambio sono principalmente due: rifiuti ed energia. Tuttavia, mentre l'implementazione delle pratiche di SI delle risorse materiali risulta un tema consolidato in letteratura, molto meno lo è quello relativo alla simbiosi energetica.

Questo lavoro ha avuto l'obiettivo di approfondire la simbiosi "energetica" al fine di capire come trattare la "merce" energia e creare un modello teorico che contenga una procedura generalizzabile e di riferimento per l'applicazione della simbiosi dei cascami energetici nei modelli di simbiosi industriale.

Come evidenziato, la letteratura non fornisce un modello teorico generalizzabile per la simbiosi energetica. Tuttavia, per colmare questo gap abbiamo fatto riferimento ad alcuni studi diventati punti di riferimento nella letteratura sulla SI. In particolare, la definizione di Chertow (2000) in cui la SI è spiegata come "*il coinvolgimento di industrie tradizionalmente separate con un approccio integrato finalizzato a promuovere vantaggi competitivi attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti*" e in cui vengono definite le diverse modalità con cui è possibile realizzare operazioni di simbiosi industriale, partendo dall'*utility-sharing* o condivisione delle risorse e come sia possibile avviare il trasferimento di materiali.

Lo studio del territorio nazionale ci mostra che il tessuto imprenditoriale e industriale non si dimostra proattivo agli scambi simbiotici. I progetti italiani in corso di implementazione sono, infatti, principalmente legati alle Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA) e si sostanziano principalmente in pratiche di *utility-sharing* (Notarnicola et al, 2017). Qualora ci fossero scambi energetici, non viene seguito un modello standardizzato ma consistono per lo più in casi isolati tra loro, nati per esigenze locali o per fattori non imputabili.

### Materiali e metodi

I materiali utilizzati per la redazione del modello teorico per la simbiosi energetica sono stati principalmente di due tipi: 1. Riferimenti bibliografici derivanti dalla catalogazione e classificazione delle pubblicazioni censite dai database internazionali. 2. Dati empirici riguardanti l'area di Taranto. Il metodo di analisi ha seguito, invece, quattro step principali: 1. Classificazione della definizione di simbiosi energetica nella letteratura; 2. Classificazione dell'oggetto di scambio, 3. Classificazione delle tecnologie di efficienza energetica, 4. Redazione della procedura di intervento.

### Risultati e discussione

Seguendo il metodo di studio, il primo punto è stato esploso sviluppando le definizioni i cui contenuti sono riconducibili al campo energetico e nel dettaglio si evidenziano 5 step evolutivi. Il primo è quello riportato nello studio di Rennes (1947) in cui viene definita la SI come l'insieme degli scambi di risorse tra due o più di industrie dissimili e in cui per risorsa si intende anche quella energetica. Nel 1989, Ayres nomina esplicitamente per la prima volta l'energia come merce scambiabile definendo il metabolismo industriale come la catena dei processi fisici che trasformano le materie prime e l'energia, oltre al lavoro, in prodotti e rifiuti. Nel 1997, Ehrenfeld e Gertler, introducono nel rapporto simbiotico anche la componente istituzionale estendendo la SI anche ad una pratica tra sistemi industriali e comunità locali. La sopracitata Chertow (2000) include l'energia negli scambi possibili ed infine Domenech e Davies (2011) definiscono l'importanza dei rapporti di fiducia che in particolare caratterizzano gli scambi energetici. Nello stesso contributo i due autori definiscono anche il processo di formazione ed evoluzione della SI, differenziando le fasi di sviluppo (dalla prima fase di definizione delle caratteristiche di mutuo scambio fino ad un'ultima fase di consolidamento degli scambi e della realizzazione del network, passando per due fasi intermedie di espansione e sviluppo (Domenech e Davies, 2011). Proprio nella prima fase del suddetto modello è necessario definire le variabili per verificare le condizioni di mutuo scambio. Queste ultime sono sintetizzabili come segue (**Tabella 1**):

CHI	DOVE	COME	PERCHE'?	OGGETTO DI SCAMBIO
scambio tra aziende	condivisione di utility e infrastrutture	Localizzazione geografica	Sostenibilità ambientale	Rifiuto solido con contenuto energetico
scambio tra aziende e municipalità	fornitura congiunta di servizi per soddisfare bisogni comuni	Distanza	Sostenibilità economica	Cascame termico portato a fluido
scambio tra aziende e comunità locali	scambio di risorse	Area ristretta	Sostenibilità sociale	
scambio tra aziende e attività domestica	trasferimento di materiali o materie prime per la produzione di energia	Cluster		

**Tabella. 1** – Parametri e variabili per la definizione delle condizioni di mutuo scambio (Fonte: elaborazione propria).

Inoltre, dalla letteratura e dai casi studio analizzati si è constatato che il modello generalizzabile deve necessariamente tener conto di alcuni parametri e variabili come la quantità di input-output dei processi, gli oggetti di scambio, la localizzazione delle aziende e dei settori economici di appartenenza; per ognuno di questi è stata identificata la modalità operativa di gestione (**Tabella 2**).

A titolo esemplificativo, nell'area di Taranto sono stati riscontrati potenziali punti nevralgici nelle centrali termoelettriche, nella raffineria e nel calore prodotto dagli impianti siderurgici.

### Parametro

### Variabile

### Modalità operativa

<b><u>Produzioni</u></b>	- Input energetico - Output energetico	Rilevazione o stima della quantità di energia in entrata e in uscita per ogni processo
<b><u>Oggetto dello scambio</u></b>	- Energia nelle diverse forme - Materia da cui si può produrre energia	Analisi delle caratteristiche merceologiche, economiche e giuridiche
<b><u>Localizzazione</u></b>	Distanza tra imprese	Rilevare o stimare la distanza tra nodo A e nodo B (Grafì)
<b><u>Aspetti economici</u></b>	Analisi di contesto Focus settore produttivo	Analisi delle tecnologie disponibili Analisi dei costi

**Tabella. 2** – Parametri e variabili per il modello di scambio energetico (Fonte: elaborazione propria).

Il primo parametro (produzioni), consiste nella rilevazione (o stima) dell'input-output energetico e consente di strutturare la base di partenza per l'applicazione della simbiosi. Gli strumenti da utilizzare sono principalmente di due tipi: questionari ed interviste in profondità. Il secondo parametro consiste nell'analizzare gli oggetti di scambio. Così come per lo scambio di materia, lo scambio di energia verrà caratterizzato in termini chimici, ambientali, economici e giuridici (Borin, 2015). Inoltre, è possibile introdurre nelle analisi sistemi di variabili di costo al fine di valutare la convenienza economica dell'infrastruttura di scambio. La localizzazione è importante, soprattutto nel caso delle aree vaste, proprio perché i recuperi energetici (da calore) presenti in letteratura sono relativi a casi di recuperi all'interno dello stesso impianto produttivo o comunque di applicazione di pratiche di simbiosi industriale molto limitate. Potrebbe accadere, ad esempio, che il calore generato in una posizione centralizzata ad un insieme di utenti (anche domestici e commerciali) venga fornito dai cosiddetti sistemi di riscaldamento a distanza (DHS). Lo strumento di progettazione suggerito dalla letteratura è rappresentato dai modelli matematici di ottimizzazione (come la programmazione lineare o i grafì) poiché possono tener conto delle variabili tecnologiche ed economiche (Borin, 2015) o gli strumenti di programmazione non lineare (in molti casi più opportuni anche se meno citati). Infine, per l'ultimo parametro preso in considerazione, la mappatura economico-ambientale proposta da Notarnicola et al (2016) resta di migliore validità.

Per studiare l'oggetto di scambio si dovrà procedere alla caratterizzazione merceologica, tenendo conto di alcuni fattori specifici e riconducibili a tre variabili: temperatura, rischio di contaminazione e presenza di gas corrosivi.

Tenendo conto che quando si parla di recupero o riutilizzo di flussi energetici di output da un processo produttivo ci si riferisce principalmente ad energia termica analizzeremo, a titolo di esempio, la stessa. Il recupero di calore viene effettuato per il trasferimento di energia ad un altro processo che ha una esigenza inferiore, tenendo conto della portata termica e dalla "pendenza di raffreddamento" (Tassi, 2014).

Le temperature possono essere classificate in tre classi: alte temperature (da 650°C e più alte), medie temperature (da 232°C a 650 °C) e basse temperature (da 232°C e più basse). Per la stima delle condizioni del fluido (acqua, liquido organico leggero, liquido e gas) è necessario far riferimento alla conduttività termica. A livello internazionale, la conduttività termica è misurata in *watt su metro-kelvin* ( $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ). Nel sistema tecnico, invece, essa è misurata in *chilocalorie per ora-metro-grado Celsius* ( $kcal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$  o  $kcal \cdot h^{-1} \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ ) (Bayron et al, 2005). La conducibilità termica può essere affiancata da un altro indicatore rappresentante la conducibilità elettrica qualora fossimo di fronte a materiali con contenuto energetico (Incropera et al 2006). Ad esempio, i metalli presentano valori elevati di entrambe, alcuni metalli preziosi come i diamanti rappresentano delle eccezioni.

In merito alle tecnologie di recupero sono state catalogate le informazioni derivanti da diverse fonti e classificate in merito ad alcune variabili chiave. In particolare, per ogni tecnologia di recupero sono state prese in considerazione il range di temperatura, la fonte di calore, gli utilizzi finali, la tipologia di scambio di calore e tenendo conto dei fattori di caratterizzazione dell'energia scambiata (van Beers & Biswas 2008; U.S Dept. Energy EPA, 1986; Cooke, 1974; Energetics, 2004; PNNL, 2006, Turner, 2007), come mostrato nella tabella 3 seguente:

<b>Metodo di recupero</b>	<b>Range di temperatura</b>	<b>Fonte di calore di scarto</b>	<b>Usi tipici</b>	<b>Tipo di scambio di calore</b>	<b>Recupero umidità</b>	<b>grandi differenze di temperatura consentite</b>	<b>nessuna contaminazione incrociata</b>	<b>gas corrosivi consentiti con costruzione speciale</b>
<b>Recupero di radiazione termica</b>	ALTO	Forni di fusione, inceneritori, tubo radiante, forni di riscaldamento	Preriscaldamento dell'aria di combustione	G-G	NO	SI	SI	SI
<b>Scambiatore di calore a fascio tubiero convettivo</b>	MEDIO-ALTO	Forni di fusione, inceneritori, tubo radiante, forni di riscaldamento	Preriscaldamento dell'aria di combustione, riscaldamento di spazi	G-G	NO	SI	SI	SI
<b>Scambiatore di calore rotativo metallico</b>	BASSO-MEDIO	Scarico di caldaia, Indurimento, essiccazione	Preriscaldamento dell'aria di combustione, riscaldamento di spazi	G-G	SI	NO	SI	SI
<b>Recuperatore di calore rotativo igroscopico/ent alpico</b>	MEDIO	Scarico di caldaia, Indurimento, essiccazione	Preriscaldamento dell'aria di combustione	G-G	SI	NO	SI	SI
<b>Scambiatore di calore rotativo ceramico</b>	MEDIO-ALTO	Caldaie grandi, forni di fusione, inceneritori	Preriscaldamento dell'aria di combustione	G-G	NO	SI	NO	SI
<b>Scambiatore a piastre</b>	BASSO-MEDIO	Caldaie, inceneritori, Forni, rifiuti, essiccatori d'aria, forni	Preriscaldamento dell'aria di combustione, riscaldamento di spazi	G-G L-L	NO	SI	SI	NO

<b>Scambiatore a fascio tubiero concentrico</b>	BASSO-ALTO	Vapore rifiuti, essiccatori, acqua caldaia Forni di essiccazione, di cura e di cottura	Preriscaldamento dell'aria di combustione, preriscaldamento acqua, acqua calda sanitaria, riscaldamento spazi	G-G G-L	NO	SI	SI	SI
<b>Scambiatore a lamelle</b>	BASSO-MEDIO	Scarico di caldaia	Preriscaldamento alimentazione acqua caldaia	G-L	NO	SI	SI	SI
<b>Scambiatore di calore rigenerativo</b>	BASSO-ALTO	Acqua di caldaia e vapore, motori, inceneritori	Generazione acqua calda o vapore	G-L	NO	NO	SI	SI
<b>Scambiatore a fascio tubiero con mantello</b>	BASSO-MEDIO	Condensati di refrigerazione, rifiuti condensati di distillazione a vapore, refrigeranti dai motori, che richiedono compressori di aria calda, lubrificanti	Riscaldamento di flussi di liquidi	G-L, L-L	NO	SI	SI	NO

**Tabella. 3** – Tecnologie di recupero per il modello di simbiosi energetica.

Fonte: W. Turner. *Energy Management Handbook*, 2007

Legenda: G=gas, L= Liquido

Mettendo in relazione l'oggetto di scambio con le tecnologie di recupero è possibile selezionare la tecnologia appropriata rispetto alle caratteristiche dell'energia, dei settori produttivi e degli indicatori di sostenibilità. Essendo, a questo punto, in possesso di tutte le informazioni è possibile sintetizzare la procedura standardizzata in 5 fasi: 1. Mappatura con la quale devono essere raccolte tutte le informazioni del territorio e delle produzioni presenti sullo stesso. Essa deve contenere i dati economici e ambientali relativi alla materia e all'energia. 2. Analisi preliminare: studio delle sinergie energetiche esistenti e identificazione e valutazione delle opportunità di recupero dei cascami energetici. 3. Raccolta dati: dati primari su produzione e consumo di energia attraverso strumenti di raccolta dati quale questionari e interviste in profondità. 4. Fase di test: verifica delle condizioni di mutuo scambio. 5. Identificazione delle soluzioni di scambio: caratterizzazione dell'energia ed identificazione della tecnologia.

### 3. Conclusioni

Nel mondo, la pratica di SI, sia materica che energetica, è diffusa. Ci sono esempi e risultati rilevanti per diversi paesi nel mondo come Cina, USA, UK, Giappone e Australia, Paesi europei.

La Commissione Europea si è spinta oltre le previsioni incalzando un innalzamento dei tassi obiettivo per il riciclo (70% entro il 2030). Per questo si necessita di una maggiore efficienza nella valorizzazione del rifiuto e nel recupero energetico. Come evidenziato nei risultati, le tecnologie a disposizione sono molte e aumentano costantemente le possibilità di utilizzo di cascami energetici con livelli termici meno elevati. In questo contesto assume un ruolo chiave *Industria 4.0* per il potenziamento delle innovazioni di processo, in particolare le tecnologie per l'integrazione tra impianti così come tra imprese e infrastrutture, secondo il modello dell'economia circolare (Marini, 2016).

La simbiosi energetica è una forma di razionalizzazione degli sprechi energetici e di recupero dei cascami in eccesso che contribuisce al miglioramento dei sistemi produttivi in termini ambientali, economici e sociali (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Infatti, considerando la produzione mondiale totale di energia, essa ammonta a circa 13.051 milioni di tep a fronte di un consumo di 12.928 milioni di tep. Se consideriamo, inoltre, le numerose iniziative intraprese per la diversificazione della bilancia energetica, notiamo che comunque le fonti fossili risultano ancora essere quelle a maggior incidenza (petrolio per il 44,9%) (BP

Statistical Review, 2017). Nell'area vasta di Taranto, la quantità di scarti energetici è molto rilevante (oltre 1 Mtep) e al momento questo non viene recuperato (Notarnicola et al 2016); inoltre, l'energia di scarto derivante dalle produzioni ammonta a 1064 Ktep rispetto al consumo di energia pari a 3974 ktep (Notarnicola et al, 2016). La domanda di energia termica residenziale è inferiore alla produzione di calore di scarto. Rispetto all'energia totale utilizzata nel settore residenziale provinciale (169 ktep/anno per una popolazione della provincia che ammonta a 578.000 abitanti), la perdita di energia di trasformazione, in questo caso generalizzabile, rappresenta una quantità massiccia di energia attualmente sprecata ma recuperabile (Notarnicola et al, 2017).

La simbiosi energetica è realizzabile attraverso diversi strumenti quali l'approvvigionamento energetico attraverso la produzione congiunta di calore e dell'energia, l'utilizzo di rifiuti come combustibile, impianti condivisi e scambi di energia in eccesso tra impianti produttivi vicini. La caratterizzazione della merce energia e la correlazione tra oggetto di scambio e tecnologie di recupero consente di valutare secondo parametri di efficienza la migliore soluzione confrontando le alternative disponibili. La validità del modello esposto verrà testata proprio attraverso gli scenari dell'area vasta di Taranto e prospettando soluzioni di ottimizzazione energetica.

### Riferimenti Bibliografici

- Borin C., Gordini A., Vigo D. (2015). Mathematical optimization for the strategic design and extension of district heating network, in Mancuso, E., & Luciano, A. Experiences of Industrial Symbiosis in Italy. Proceedings of conferences promoted by ENEA at Ecomondo (Rimini) in 2012, 2013 and 2014.
- BP Statistical Review, (2017). [http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_de/PDFs/brochures/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_de/PDFs/brochures/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf)
- Chertow M. R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual review of energy and the environment*, 25(1), p. 313-337.
- COM(2017). Il ruolo della termovalorizzazione nell'economia circolare.
- Domenech, T., Davies, M. (2009). The social aspects of industrial symbiosis: the application of social network analysis to industrial symbiosis networks. *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6(1), 68-99.
- Ehrenfeld J., Gertler, N. (1997). *Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg*. *Journal of Industrial Ecology*, 1, p. 67-79.
- Ellen MacArthur Foundation, (2016). [www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org).
- FIR (2017). Intervento cofinanziato dal Fondo di Sviluppo e Coesione 2007-2013. APQ Ricerca Regione Puglia "Programma regionale a sostegno della specializzazione intelligente e della sostenibilità sociale ed ambientale Future In Research.
- Frank P. Incropera, David P. DeWitt; Theodore L. Bergman; Adrienne S. Lavine, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, (2006) 6ª ed., Wiley, ISBN 0-471-45728-0.
- Kemp, I. C. (2011). *Pinch analysis and process integration: a user guide on process integration for the efficient use of energy*. Butterworth-Heinemann.
- Marini, D. (2016). «Industry 4.0»: A first critical reflection. *L'industria*, 37(3), 383-386.
- Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli A.P., Arcese G., Di Capua R., (2017). Gli Scambi energetici nella Simbiosi industriale. Risultati preliminari di un riesame della letteratura attraverso l'integrazione tra analisi bibliometrica e analisi automatica dei testi. Forthcoming.
- Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli A.P., Arcese G., Di Capua R., (2016a). Simbiosi industriale in Italia: stato dell'arte e prospettive di sviluppo future in Italia, *Annali del Dipartimento Jonico*, in: *Annali del Dipartimento Jonico*. ISBN: 978-88-909569-6-6.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., & Renzulli, A.P. (2016b). Industrial symbiosis in the Taranto industrial district: current level, constraints and potential new synergies. *Journal of Cleaner Production*, 122, 133-143.
- Odum, H.T. (1996) *Environmental Accounting: Emery and Environmental Policy Making*. John Wiley and Sons, New York. p370.
- Robert Byron, Warren E. Stewart; Edwin N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, (2005) 2ª ed., New York, Wiley, ISBN 0-470-11539-4.
- Szargut, J., Morris, D. R., & Stewart, F. R. (1987). *Exergy analysis of thermal, chemical, and metallurgical processes*.
- Tassi E. (2014). *Gestire l'energia nelle attività produttive*. B2Corporate
- Wolf, A., Eklund, M., & Söderström, M. (2007). Developing integration in a local industrial ecosystem—an explorative approach. *Business Strategy and the Environment*, 16(6), 442-455.

FIR - Intervento cofinanziato dal Fondo di Sviluppo e Coesione 2007-2013. APQ Ricerca Regione Puglia "Programma regionale a sostegno della specializzazione intelligente e della sostenibilità sociale ed ambientale Future In Research.

# Sistemi di gestione ambientale per l'implementazione dell'Economia Circolare: analisi delle aziende di manifattura del metallo registrate EMAS

Merli R.<sup>1</sup>, Preziosi M.<sup>1</sup>, Acampora A.<sup>1</sup>, Sandonni G.<sup>1</sup>, D'Amico M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Roma Tre University, Department of Business Studies, Via Silvio D'Amico, 77 – 00145, Roma, Italy

<sup>2</sup> ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Via Vitaliano Brancati 48, 00144 Rome

Email addresses: Roberto.merli@uniroma3.it; Michele.preziosi@uniroma3.it;

Alessia.acampora@uniroma3.it; Giu.sandonni@stud.uniroma3.it; mara.damico@isprambiente.it

## Abstract

L'Economia Circolare (EC) mira a superare i tradizionali modelli lineari di produzione e di consumo, per sviluppare un sistema socio-economico in cui il valore dei prodotti, dei componenti e dei materiali è massimizzato nel tempo e la produzione di rifiuti è minimizzata. La Comunità Europea ha recentemente avviato il proprio Piano d'Azione per l'attuazione EC (COM (2015) 614/2), concentrandosi sulla riduzione dell'impatto ambientale e promuovendo pratiche di riutilizzo e riciclaggio. Uno degli strumenti volontari forniti dalle istituzioni europee per l'implementazione della EC, è l'Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), un sistema di gestione ambientale che supporta le organizzazioni verso il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali. Anche se EMAS non è implementato da un numero elevato di aziende europee, l'UE ha ribadito la pertinenza dello strumento per sostenere il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e EC. Lo studio valuta in che misura le organizzazioni registrate con EMAS stiano attuando i principi operativi del paradigma proposto dall'EC. Questi sono stati individuati attraverso la revisione della letteratura e confrontati con il contenuto delle 37 Dichiarazioni Ambientali delle organizzazioni italiane registrate EMAS nel settore della fabbricazione di prodotti in metallo. Lo studio evidenzia come EMAS sia un valido supporto per il raggiungimento degli obiettivi europei per l'EC, con particolare riferimento all'aspetto della gestione e riduzione dei rifiuti. Inoltre, EMAS ha un notevole potenziale nella diffusione delle pratiche di EC, in quanto mette a disposizione delle imprese un sistema formalizzato per gestire e comunicare gli aspetti ambientali dei propri processi.

## 1. Introduzione

Lo sfruttamento delle risorse sta aumentando costantemente a livello globale. L'United Nations Environment Programme (UNEP)(2017) ha stimato che la quantità di materie prime estratte e utilizzate – compresi minerali, combustibili fossili e biomasse – è aumentata di otto volte nel corso del ventesimo secolo, superando gli 80 miliardi di tonnellate nel 2015 (Ekins et al., 2017). Allo stesso tempo, le risorse stanno diventando scarse e più costose e sia l'estrazione che il consumo hanno impatti ambientali significativi. L'utilizzo efficiente delle risorse è dunque l'obiettivo delle numerose politiche che stanno riconoscendo la necessità di migliorare la situazione economica e il benessere umano. La necessità di utilizzare le risorse in modo più efficiente richiede una modifica dello sviluppo di tipo lineare basato sul modello "take, make, dispose" verso un approccio più circolare, rivolto a sviluppare un'economia riparativa e rigenerativa per progettazione, e a mantenere in ogni momento i prodotti, i componenti e i materiali al massimo utilizzo e valore (Ellen McArthur Foundation, 2013). Nel dicembre 2015 l'UE ha adottato un ambizioso pacchetto comprendente uno specifico piano d'azione per stimolare la transizione verso un'economia circolare. Nel pacchetto l'economia circolare mira a mantenere nel tempo il valore dei prodotti e ridurre considerevolmente la produzione di rifiuti. Questa transizione costituirebbe "un contributo essenziale agli sforzi dell'UE per sviluppare un'economia sostenibile, a basso tenore di carbonio, efficiente in termini di risorse e competitiva" (European Commission, 2017). Per farlo, il piano ha suggerito di sfruttare due degli strumenti volontari di gestione ambientale che già a partire dall'introduzione del 5° piano d'azione ambientale hanno rappresentato un valido supporto verso il miglioramento delle prestazioni ambientali: il Regolamento Ecolabel UE ed il Regolamento EMAS (European Commission, 2015). Secondo la Commissione Europea, le organizzazioni registrate sono già in possesso di una importante base per l'operativizzazione dell'economia circolare, poiché in possesso di un sistema che permette di monitorare i propri processi e ridurre costantemente il loro impatto sull'ambiente (European Commission, 2017). Vista la recente situazione di stallo che ha vissuto EMAS in termini di scarsa diffusione tra le imprese europee (Merli and Preziosi, 2017; Preziosi et al., 2016), capire e definire come lo strumento possa supportare le organizzazioni verso il raggiungimento di obiettivi Europei è cruciale per stimolare nuovamente la sua diffusione (European Commission, 2015).

Con il principale obiettivo di studiare come EMAS possa contribuire all'attuazione dell'EC, il lavoro è costituito da 5 sezioni. Dopo questa introduzione, viene presentata la metodologia utilizzata per raggiungere

gli obiettivi della ricerca. Successivamente, la Sezione 3 partendo dalle definizioni in letteratura, presenta il processo di identificazione dei principi di EC. Una volta identificati i principi, nella Sezione 4 è presentato il confronto tra questi e il contenuto delle DA delle imprese EMAS italiane del settore della fabbricazione di prodotti in metallo. Infine, la Sezione 5 presenta la discussione dei risultati.

## **2. Metodologia**

L'analisi ha utilizzato diverse tipologie di materiali per la raccolta dei dati, come la letteratura (scientifica e grigia), i reports e le direttive nazionali e sovranazionali. Lo scopo di questa sezione è chiarire l'approccio metodologico della ricerca. Inizialmente, per identificare i principi che caratterizzano l'EC, sono state analizzate le definizioni di EC fornite dalla letteratura. In particolare, attraverso l'analisi testuale, sono stati individuati i principi più ricorrenti. L'obiettivo è quello di fornire una definizione di EC capace di abbracciare tutti i principi operazionali che caratterizzano questo concetto. In una seconda fase, alla luce dei principi operazionali selezionati, è stata svolta un'analisi dei contenuti delle dichiarazioni ambientali delle organizzazioni registrate EMAS nel settore manifatturiero del metallo, al fine di verificare il livello di implementazione dell'EC e l'attuazione degli indicatori EMAS.

## **3. La definizione dell'economia circolare**

In prima istanza l'obiettivo del lavoro è identificare in maniera esaustiva i concetti associati all'economia circolare. Negli ultimi anni l'EC sta ricevendo notevoli attenzioni dal mondo accademico, dal mondo produttivo e dalle istituzioni, sia per la sua concettualizzazione che per l'elaborazione di strategie per la sua attuazione pratica (Geissdoerfer et al., 2016). Essendo un tema di recente attualità con radici in diverse discipline non esiste una sua definizione condivisa (Blomsma and Brennan, 2017; Bocken et al., 2017). Per questo l'EC è un concetto che presenta dei confini flessibili a seconda del punto di vista di analisi e del soggetto (Rizos et al., 2017; Yuan, Zengwei; Bi, Jun; Moriguichi, 2006). Nasce dunque l'esigenza di identificare i principi chiave che caratterizzano l'EC. Partendo da questo presupposto, è stata effettuata un'analisi della letteratura scientifica e grigia esistente, nella quale sono state proposte delle definizioni di EC. Per ogni definizione individuata sono stati estratti i principi operazionali che ne definiscono i confini del concetto. La Tabella 1 nelle righe presenta le fonti esaminate, mentre nelle colonne quali dei principi di EC sono espressi nella definizione fornita.

### **Tabella 1. Definizioni e principi dell'Economia Circolare.**



	reuse	recycle	reduce	regeneration	remanufacturing	closing loop	sustainability	reduce waste	long life cycle	end of life	optimization	restoration	repair	renewability	design	keep value	resource efficiency	competitiveness	sharing	PSS	biodiversity	resiliency	system-thinking
COM(2014) 297 final	x					x	x			x							x						
CCICED, 2008	x	x	x																				
CE COM(2015) 614 final							x	x	x	x						x	x	x					
Ellen MacArthur Foundation (2013a; 2013b; 2015a)	x			x				x		x		x		x	x								
(European Environmental Agency, 2014)	x	x				x		x		x							x						
(Ghisellini et al., 2016)							x						x	x									
(Morgan and Mitchell, 2015)	x								x				x			x	x						
(Preston, 2012)	x					x		x		x			x										
(Heck, 2006)							x														x		
(Su et al., 2013)							x										x						
(edie, 2017)Edie 2013				x					x	x			x			x	x						
(Sauvé et al., 2016)	x	x	x			x	x	x															
(Bastein et al., 2013)																		x				x	
(EEA, 2016)							x																
ADEME (2014)			x				x	x															
(Geng and Doberstein, 2008)						x																	
Webster (2015:16)												x			x	x							
Yuan et al. (2008: 5)	x					x																	
(Geissdoerfer et al., 2016)		x		x		x		x	x				x		x								
(Murray et al., 2017)											x												
Frequenza Totale	8	4	3	3	0	8	8	8	4	6	1	2	5	2	3	4	6	2	0	0	1	1	0

La Tabella 1 mostra che i concetti più riscontrati sono quelli di *end of life* e *closing loop*. Questi concetti rappresentano, infatti, l'essenza dell'economia circolare, in quanto esprimono i concetti di *prolungamento del ciclo di vita dei prodotti*, *mantenimento e massimizzazione del valore nel tempo* e *l'eliminazione dei rifiuti* nel processo di produzione e consumo: tutti e tre questi concetti, in quanto obiettivi del modello circolare, presentano le frequenze più alte. Il modello circolare si prefigge, inoltre, di raggiungere i propri obiettivi a partire dal *design*: i prodotti dovrebbero essere progettati in modo da consentire la *rinnovabilità* e *l'utilizzo efficiente delle risorse* attraverso diversi strumenti, fra i quali i più citati in letteratura sono il *riutilizzo*, la *riparazione*, il *riciclo*, la *rigenerazione*. Negli ultimi anni, nuove soluzioni stanno emergendo come la *condivisione* e la *trasformazione dei prodotti in servizi*, strategie che puntano alla dematerializzazione dei prodotti con il risultato della totale eliminazione del concetto di rifiuto dal processo di produzione e consumo. Attraverso l'implementazione di queste strategie si può giungere a una gestione *sostenibile* dei processi aziendali che, oltre ad offrire un elevato vantaggio a livello *competitivo*, favorisce una maggiore adattabilità del sistema nei confronti dei cambiamenti che potrebbero minacciarlo, aumentandone, quindi, la *resilienza*.

#### 4. Il settore manifatturiero: Contenuti delle DA e principi dell'economia circolare a confronto

Nella fase successiva del lavoro, come anticipato nella Sezione 2, sono state singolarmente analizzate tutte le DA delle 37 organizzazioni selezionate. La Tabella 2 mette in relazione le DA EMAS e i principi dell'economia circolare identificati nella Tabella 1. Per ogni principio di EC la Tabella 2 distingue fra pratiche già implementate dalle aziende e l'impegno espresso dalle aziende, che però non trova ancora un riscontro di attuazione pratico nelle DA.

**Tabella 2. Confronto tra DA e principi dell'EC.**

Principio	Principi presenti	Principi implementati	Principi non implementati
<b>Reduce</b>	100%	91,90%	8,10%
<b>Reduce waste</b>	67,57%	54,05%	13,52%
<b>Recycle</b>	67,57%	48,65%	18,92%
<b>Biodiversity</b>	48,65%	48,65%	0%
<b>Renewability</b>	48,65%	43,24%	5,41%
<b>Reuse</b>	45,94%	35,13%	10,81%
<b>Resource efficiency</b>	45,94%	27,02%	18,92%
<b>Regeneration</b>	37,84%	37,84%	0%
<b>Optimization</b>	29,73%	5,41%	24,32%
<b>Sustainability</b>	21,62%	16,22%	5,40%
<b>Cloosing loop</b>	18,91%	18,91%	0%
<b>Long life cycle</b>	18,91%	13,50%	5,41%
<b>Design</b>	10,80%	2,70%	8,10%
<b>Competitiveness</b>	5,40%	0%	5,40%
<b>Principi non rilevati:</b> Restoration, Product as Service, Sharing, Resiliency, End of Life, Repair, Keep Value, Remanufacturig, System Thinking			

Come si può notare dalla Tabella 2, molti principi caratterizzanti l'EC sono presenti all'interno delle DA. Il principio utilizzato dal 100% delle imprese è *reduce*, il quale viene interpretato attraverso una diminuzione dei consumi di energia elettrica, metano e gpl e dei consumi idrici. In relazione a questo principio le DA hanno indicato come all'incirca nel 92% dei casi le aziende abbiano riscontrato un miglioramento delle prestazioni. In particolare, il 67,57% delle aziende ha individuato la riduzione della produzione dei rifiuti come principio caratterizzante per la produzione sostenibile, mentre il 54% ha effettivamente diminuito la quantità di rifiuti prodotti, grazie, ad esempio, alla raccolta differenziata e al riciclo. Riguardo la gestione dei rifiuti pericolosi, associati al principio *regeneration*, il 37,84% delle aziende ha effettivamente ridotto la produzione di sostanze pericolose. Il 67,57% delle aziende ha espresso interesse per un potenziale miglioramento del riciclo dei rifiuti e il 48,65% implementa questa pratica. Il principio *biodiversity* è attuato dal 50% delle aziende e probabilmente questo dato è influenzato dall'utilizzo dell'indicatore chiave di prestazione ambientale "biodiversità" previsto dall'allegato IV di EMAS. Il principio *reuse* si riscontra nel 45,94% del campione. Le aziende si mostrano aperte in termini di riutilizzo completo (o quasi completo) dei materiali e il 35,13% lo dimostra praticamente attraverso specifici indicatori. Il principio di *renewability*, rilevato per quasi il 50% delle aziende, è connesso alla voce consumi elettrici e previsto dal regolamento EMAS nel ambito dell'efficienza energetica rinnovabile. Il principio di *resource efficiency*, verificato nel 45,94% dei casi, è direttamente collegato all'indicatore ambientale efficienza dei materiali, relativo al consumo delle risorse. Le aziende hanno usato il concetto *optimization* nel 29,73%, con un risvolto pratico solo nel 5,41% dei casi. Circa il 19% delle aziende utilizza il concetto di *closing loop*. Il concetto di *long life cycle* è utilizzato da circa il 19% delle aziende, ed in particolare da tutte quelle che producono materiale ferroso zincato poiché il processo di zincatura allunga il ciclo di vita del prodotto riducendo gli impatti ambientali delle aziende. Il 10,80% delle aziende ha utilizzato il principio *design* con lo scopo di individuare e sviluppare prodotti con un minore impatto sull'ambiente. Sono assenti i principi *product as a service*, *sharing*, *resiliency*, *end of life*, *repair*, *keep value*, *remanufacturing* e *system-thinking*.

## 5. Discussione e conclusioni

Dall'analisi emerge che il settore di riferimento, anche considerando le sue peculiarità, si identifica maggiormente con alcuni principi della EC non riconoscendosi, invece, con altri. L'omogeneità dei processi produttivi delle aziende determina che esse attuino pratiche di sostenibilità simili. I principi di economia circolare maggiormente riscontrati all'interno delle DA delle aziende manifatturiere del metallo registrate EMAS sono quelli di *reduce*, *reduce waste*, *biodiversity*, *renewability*, *recycle*. Ciò che appare evidente è che i principi individuati più frequentemente sono quelli che trovano una collocazione all'interno degli indicatori chiave dell'allegato IV di EMAS. Questi principi, sono riferibili ai materiali tecnologici e non biodegradabili, la cui circolarità si raggiunge attraverso la riduzione del rifiuto, il riciclo, ma soprattutto tramite il rinnovo del processo e del materiale che può essere riutilizzato (Ellen McArthur Foundation, 2013). Tutte le aziende manifestano la loro volontà, di raggiungere obiettivi relativi al principio *reduce* e quasi tutte si adoperano, con varie strategie, per ridurre effettivamente i propri consumi. La strategia più utilizzata per la riduzione dell'impatto ambientale è il miglioramento dei macchinari dei processi ad alto

consumo. Anche i principi *reduce waste e regeneration*, che corrispondono rispettivamente agli indicatori della produzione totale di rifiuti normali e pericolosi all'interno del regolamento EMAS, sono ampiamente utilizzati. Il principio *recycle*, il quale non è direttamente connesso a uno specifico parametro EMAS, è, tuttavia, evidentemente associato al concetto della riduzione dei rifiuti e alla legislazione europea sui rifiuti. Riguardo il principio *renewability*, le aziende appaiono attente al tema delle energie rinnovabili e ne traggono guadagno, attraverso, ad esempio, l'installazione di pannelli fotovoltaici, con conseguente diminuzione di CO<sub>2</sub> emessa (Ellen McArthur Foundation, 2013). Il principio *resource efficiency* è direttamente collegato all'indicatore EMAS per l'efficienza dei materiali, relativo al consumo delle risorse e quindi molto utilizzato dalle imprese di questo settore, le quali si impegnano a efficientare i propri processi per un minor consumo di materie prime rispetto al prodotto totale. Il concetto di *closing loop* si identifica nell'idea di rendere il processo circolare: il ciclo tra post-utilizzo e produzione è chiuso, con conseguente flusso circolare di risorse (Bocken et al., 2016). Tale concetto è impiegato da tutte queste aziende a livello pratico, e nella maggior parte dei casi fa riferimento agli scarichi idrici. Il concetto di *long life cycle* è utilizzato da tutte quelle aziende che producono materiale ferroso zincato perché il processo di zincatura allunga il ciclo di vita del prodotto riducendo gli impatti ambientali delle aziende. Il concetto *design* appare ancora poco utilizzato, ed è invece di fondamentale importanza perché la massima efficacia rispetto al tema della circolarità si può raggiungere solamente attraverso una progettazione a monte che preveda che il prodotto sia durevole, riutilizzabile, riparabile, aggiornabile e adattabile (De Los Rios and Charnley, 2016). Un'assenza di progettazione improntata sulla circolarità può essere la spiegazione per cui principi come *repair, remanufacturing e restoration*, tre concetti pratici molto importanti per l'estensione del ciclo di vita del prodotto, non siano stati riscontrati all'interno delle DA, mentre potrebbero essere applicati con successo in questo settore (Lieder and Rashid, 2016). Meritano una riflessione alcuni concetti meno concreti dell'economia circolare, di cui non si trova rispondenza all'interno delle dichiarazioni, quali *system-thinking* ed *end of life e keep value* (Moreno et al., 2016). Attraverso un approccio sistemico e maggiormente orientato al mantenimento del valore del prodotto, i principi di EC troverebbero una attuazione più semplice. Infatti, in un processo circolare, non sarebbe nemmeno necessario parlare di riduzione di rifiuti, la cui produzione sarebbe molto marginale.

L'obiettivo dello studio era verificare quanto EMAS possa rappresentare una risposta efficace alle esigenze Comunitarie di applicare i principi dell'EC. Così come auspicato dalla Commissione Europea, l'analisi presentata ha evidenziato che l'implementazione di EMAS rappresenta un punto di partenza e una solida base per il raggiungimento degli obiettivi che il Piano d'Azione Europeo per l'EC si pone (European Commission, 2017; Weiss et al., 2017). Nel contesto analizzato, specialmente per i principi di EC *reduce, reduce waste, biodiversity, renewability, recycle* le organizzazioni hanno mostrato un elevato livello di attenzione che si traduce in pratiche e misurazione di risultati attraverso specifici indicatori. Infatti, grazie al miglioramento continuo richiesto e all'utilizzo di indicatori di prestazione ambientale previsti da EMAS, le organizzazioni riescono ad effettuare un efficace monitoraggio delle proprie attività e a fissare obiettivi di miglioramento coerenti con i principi dell'EC. Ciò rappresenta un'opportunità significativa per il rilancio dello Schema, che potrebbe rappresentare uno degli strumenti a disposizione delle istituzioni europee e nazionali per applicare i principi dell'EC nel mondo industriale. Seguendo questo percorso, lo Schema e gli indicatori chiave di prestazione ambientale proposti potrebbero essere integrati con indicatori specifici per la misurazione della circolarità dei processi produttivi in ottica di EC.

## Bibliografia

- Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E., Hoogendoorn, A., 2013. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Delft, The Netherlands.
- Blomsma, F., Brennan, G., 2017. The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *J. Ind. Ecol.* 21, 603–614. doi:10.1111/jiec.12603
- Bocken, N.M.P., Bakker, C., Pauw, I. De, 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *J. Ind. Prod. Eng.* 33, 308–320. doi:10.1080/21681015.2016.1172124
- Bocken, N.M.P., Olivetti, E.A., Cullen, J.M., Potting, J., Lifset, R., 2017. Taking the Circularity to the Next Level: A Special Issue on the Circular Economy. *J. Ind. Ecol.* 21, 476–482. doi:10.1111/jiec.12606
- De Los Rios, I.C., Charnley, F.J., 2016. Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *J. Clean. Prod.* 400–412. doi:10.1016/j.jclepro.2016.10.130

- Edie, 2017. Closing the loop: risk or reward?
- EEA, 2016. Circular economy in Europe Developing the knowledge base. doi:10.2800/51444
- Ekins, P., Hughes, N., Bringezu, S., Clarke, C.A., Fischer-Kowalski, M., Graedel, T., M., H., Hashimoto, S., Hatfield-Dodds, S., Havlik, P., Hertwich, E., Ingram, J., Kruit, K., Milligan, B., Moriguchi, Y., Nasr, N., Newth, D., Obersteiner, M., Ramaswami, A., Schandl, H., Suh, S., Swilling, M., van der Voet, E., Walsh, B., West, J., Westhoek, H., 2017. Resource Efficiency: Potential and Economic Implications.
- Ellen McArthur Foundation, 2013. Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition.
- European Commission, 2017. Moving towards a circular economy with EMAS, Circular Economy Strategy. Roadmap. Luxembourg. doi:10.2779/463312
- European Commission, 2015. Key Learnings from the EMAS High Level Conference: the role of EMAS in a Circular Economy Context. Frankfurt, Germany.
- European Environmental Agency, 2014. Resource-efficient green economy and EU policies. doi:10.2800/18514
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J., 2016. The Circular Economy – a new sustainability paradigm? *J. Clean. Prod.* doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Geng, Y., Doberstein, B., 2008. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 15, 231–239. doi:10.3843/SusDev.15.3
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., 2016. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *J. Clean. Prod.* doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007.This
- Heck, P., 2006. Circular Economy related international practices and policy trends.
- Lieder, M., Rashid, A., 2016. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *J. Clean. Prod.* 115, 36–51. doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.042
- Merli, R., Preziosi, M., 2017. The EMAS impasse: Factors influencing Italian organizations to withdraw or renew the registration. *J. Clean. Prod.* In press. doi:10.1016/j.jclepro.2017.11.031
- Moreno, M., De los Rios, C., Rowe, Z., Charnley, F., 2016. A conceptual framework for circular design. *Sustain.* 8. doi:10.3390/su8090937
- Morgan, J., Mitchell, P., 2015. Employment and the circular economy: Job creation in a more resource efficient Britain. doi:10.13140/RG.2.1.1026.5049
- Murray, A., Skene, K., Haynes, K., 2017. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *J. Bus. Ethics* 140, 369–380. doi:10.1007/s10551-015-2693-2
- Preston, F., 2012. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. *Energy, Environ. Resour. Gov.* 1–20. doi:10.1080/0034676042000253936
- Preziosi, M., Merli, R., D'Amico, M., 2016. Why Companies Do Not Renew Their EMAS Registration? An Exploratory Research. *Sustain.* 8, 1–11. doi:10.3390/su8020191
- Rizos, V., Tuokko, K., Behrens, A., 2017. The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Sauvé, S., Bernard, S., Sloan, P., 2016. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environ. Dev.* 17, 48–56. doi:10.1016/j.envdev.2015.09.002
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X., 2013. A Review of the Circular Economy in China : Moving from Rhetoric to Implementation. *J. Clean. Prod.* 42, 1–30. doi:10.1016/j.jclepro.2012.11.020
- Weiss, D., Iraldo, F., Skinner, A., Smyth, M., Slupska, M., Kahlenborn, W., Daddi, T., Giacomo, M.R. De, Testa, F., Melis, M., 2017. Final Report Supporting the Evaluation of the Implementation of EMAS. Brussels, Belgium. doi:10.2779/430892
- Yuan, Zengwei; Bi, Jun; Moriguchi, Y., 2006. The Circular Economy: A New Development Strategy in China. *J. Ind. Ecol.* 10, 4–8. doi:10.1162/108819806775545321

## Sprechi alimentari e rifiuti (FLW) e loro usi seguendo il paradigma dell' Economia Circolare

**Paolo Fiume**<sup>1</sup> (fiume@iamb.it), **Maurizio Pasini**<sup>2</sup> (commerciale@nes.it), **Maria Francesca Belcaro**<sup>3</sup> (mfbelcaro@gmail.com), **Manuela Ciani Scarnicci**<sup>4</sup> (manuela.cianiscarnicci@uniecampus.it)

<sup>1</sup>Ciheam Bari Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes,

<sup>2</sup>Pasini tecnologie srl – Rimini,

<sup>3</sup>PIN s.c.r.l -Polo Universitario Città di Prato,

<sup>4</sup>Università telematica eCampus di Novedrate Co.

La circolazione estremamente irregolare di alimenti in tutto il mondo ha creato una contraddizione in termini di un miliardo di cittadini che non hanno accesso al cibo, mentre una parte della popolazione mondiale può permettersi di acquistare cibo in eccesso.

Le perdite di cibo assumono un posto rilevante nella fase di produzione, post-raccolta e trasformazione della catena di approvvigionamento alimentare - e durante tutta la distribuzione fino al consumatore finale - gli enormi sprechi di cibo e relativa produzione di rifiuti causano elevati costi in termini economici, ambientali, risorse naturali (Biodiversità), sociale (società e culturali), nutrizionali, salutistici e stili di vita anomali. Secondo l'ONU, ogni anno vengono sprecati 1,3 miliardi di tonnellate di cibo "mentre quasi 1 miliardo di persone soffrono di denutrizione e 1 miliardo di affamati". Questa distribuzione sproporzionata del cibo richiede l'intervento della comunità globale, in particolare dei paesi più sviluppati, che stanno sprecando più cibo su base pro capite. Le cause di FLW sono diverse tra stati e regioni.

Le cause delle perdite alimentari e dei rifiuti: paesi ad alto reddito rispetto a quelli a basso reddito



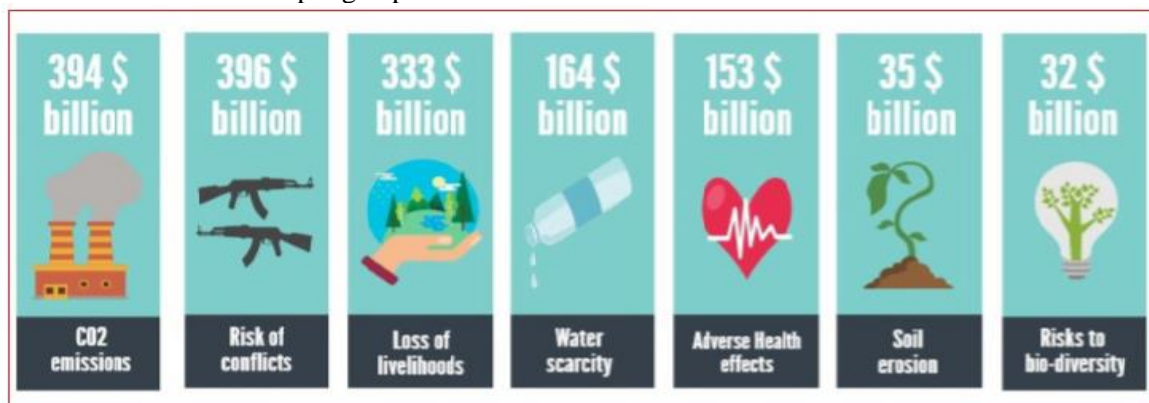
Fonte: UN Sustainable Development website: Goal 12

I paesi a reddito medio-alto tendono a generare FLW come conseguenza delle abitudini dei consumatori, nonché scarso coordinamento tra i diversi attori lungo tutta la filiera alimentare. Il cibo ha progressivamente perso il suo valore, e il suo prezzo decrescente come percentuale del reddito (è sceso dal 30 al 10 per cento negli ultimi decenni) genera FLW a livello di famiglie e della ristorazione.

Al contrario, l'FLW nei Paesi in via di sviluppo è principalmente causata da una combinazione di debolezze manageriali nelle fasi di raccolta, stoccaggio, imballaggio, trasporto e marketing. Pertanto, un approccio "univoco per affrontare l'FLW non è efficace per tutti i Paesi.

Nei Paesi a reddito medio-alto, i processi top-down devono essere associati a un cambiamento culturale nelle attitudini dei consumatori, nonché a strategie alternative di produzione alimentare. Viceversa, nei Paesi a basso reddito, gli investimenti in infrastrutture, stoccaggio e imballaggio sono essenziali.

Costi ambientali e sociali per gli sprechi alimentari e rifiuti



Fonte: FAO, Food Wastage Footprint. Full-cost Accounting

La FAO ha stimato che il costo totale del FLW globale è di circa 2,6 trillione di dollari, di cui 1 trillione di dollari in costi economici, 700 miliardi di dollari in costi sociali e 900 miliardi di dollari in costi ambientali. Tra le altre questioni, FLW è responsabile per circa 8% delle emissioni totali di GHG antropogeniche, che raggiungono quasi la quantità delle emissioni globali di trasporto su strada. Inoltre, FLW produce un forte stress sulle risorse territoriali, che rappresentano circa il 30% delle terre agricole del mondo. Infine, FLW ha un'impronta idrica enorme (250 km<sup>3</sup>) e minaccia importante per la biodiversità.

Le istituzioni governative e non hanno lavorato per trovare una soluzione soddisfacente a questo problema, con l'obiettivo di cambiare l'approccio per individuare soluzioni che potrebbero essere adottate nell'organizzazione pubblica e nel settore privato come:

### **Produzione primaria**

Circa un terzo delle produzioni va perduto o sprecato, mentre vi è contemporaneamente uno spreco di risorse naturali come terra e acqua e conseguente dispersione nell'impiego delle risorse naturali. Il criterio e la rapidità con i quali le risorse naturali sono sfruttate stanno rapidamente erodendo la capacità del pianeta di rigenerare il capitale ambientale da cui dipende il benessere di tutti i suoi abitanti.

Bisogna porre attenzione alle buone pratiche che il sistema della ricerca e delle imprese sono riusciti insieme ad implementare, dando così degli esempi di linee guida e possibili sbocchi considerando le applicazioni che possono nascere, principalmente nel tentativo di rispondere alla domanda sempre crescente di cibo, acqua potabile, legname, fibre e carburante.

La grande sfida che le società contemporanee si trovano ad affrontare è quella di riconciliare la sostenibilità socioeconomica e ambientale con la crescita socioeconomica e il benessere, rompendo il legame tra sviluppo economico e degrado ambientale.

In aiuto ciò vengono in aiuto due approcci l'agricoltura di precisione che determinerà un uso sostenibile delle risorse naturali, preserverà l'eccezionale biodiversità faunistica e floristica mediterranea, che comprende moltissime specie endemiche, usi appropriati delle risorse idriche, che oltre ad essere limitate

subiscono gli adattamenti ai cambiamenti climatici. L'altro approccio è da considerare la nuova frontiera del food defense, che rappresenta un sistema di prevenzione e difesa contro attacchi perpetrati intenzionalmente lungo la filiera produttiva di un prodotto alimentare, atti a compromettere la capacità produttiva.

Si sta evolvendo, tra gli attori del settore, una consapevolezza delle molteplici funzioni sociali del agricoltura, come quella di mantenere relazioni, conservare e tramandare relazioni, culture, legami e stili di vita. Questo costituisce una piattaforma per una produzione e un consumo cosciente e nello stesso modo attento alla sostenibilità e alle dinamiche sociali.

Questo si tramuta in azioni concrete che hanno posto un'attenzione a una lotta a uno definito "spreco triplo", dove a quello alimentare e agroindustriale, dovremo considerare quello ambientale (biodiversità e agrobiodiversità; gestione delle risorse del territorio, idriche ed energetiche; mitigazione e adattamento al clima; benessere degli animali da allevamento;) e in ultimo quelle delle conoscenze, viene ancor oggi poco dibattuto, ma dovremo considerare l'enorme patrimonio del sistema della conoscenza italiana che non viene coinvolto nei sistemi produttivi e aziendali.

### **Post-raccolta, trasformazione e imballaggio**

Con l'utilizzo del nuovo paradigma dell' Economia circolare e nell'applicazione dei suoi concetti per realizzare nuovi prodotti utilizzati sia come ingrediente per il settore alimentare, chimica/agricoltura verde e nuovi materiali innovativi per la bioedilizia da materie seconde e da scarti e materie prime seconde dalle diverse filiere del settore agroindustriale

Particolare attenzione alle filiere olivico/vitivinicolo, coltivazione di specie officinali e da sistemi integrati di riciclo di polimeri plastici, in cui si studiano soluzioni di recupero dei residui della trasformazione delle produzioni alimentari e di trattamento degli stessi per abbatterne la carica inquinante e nello stesso tempo creare prodotti nuovi ed interessanti per le nuove dinamiche del mercato di carattere salutistico e incentrate al benessere dell'essere umano e animale.

Un aspetto strategicamente rilevante riguarda la sperimentazione d'uso, in collaborazione con le industrie agroalimentari, che insieme a prodotti estratti e caratterizzati si propongono nuove formulazioni stabilizzate al naturale, *chemical free*, che potranno essere usate da aziende conserviere (es. per carni insaccate e in scatola, prodotti da forno e vegetali d'ogni genere) e delle bevande (succhi di frutta e birra), al fine d'individuare le ottimali quantità e condizioni d'impiego dei propri prodotti in ogni specifico manufatto non solo alimentare, ma anche di settori completamente distanti come i distretti di riciclo delle plastiche, la bioedilizia, il fashion, il design e arredamento, ecc.

Tra le sostanze d'origine vegetale/animale, i polifenoli, tannini, tocoferoli, cynarine ed altri metaboliti secondari con attività antiossidante, sono candidati a giocare un ruolo fondamentale in quanto essi hanno dimostrato efficacia a livello di poche centinaia di ppm:

- 1) nel combattere la degradazione ossidativa degli alimenti;
- 2) come batteriostatici e antibatterici ;
- 3) nell'azione di difesa della salute umana, e in particolare l'EFSA ne ha già riconosciuto quella a livello cardiovascolare
- 4) usi con altre sostanze organiche per azione di colle vegetali,
- 5) produzioni di colori naturali a costi sostenibili
- 6) nuovi prodotti polimerici green non presenti sul mercato con molteplici applicazioni

Un esempio concreto può essere preso come spunto l'analisi della filiera dell'olio d'oliva, in cui paesi del Mediterraneo generano ogni anno circa 30 milioni di tonnellate di materiali di scarto dalla coltivazione dell'olivo e del successivo processamento delle olive per ottenere olio.

Da questi materiali di scarto è possibile recuperare circa un 7-8% di prodotti destinabili al food & beverages come additivi o ingredienti o preparazioni aromatiche a base di polifenoli ed in particolare di idrossitirosolo.

Nell'ipotesi che circa un 60% di questi scarti possa effettivamente essere recuperato ed utilizzato, si potrebbero generare circa un milione e mezzo di tonnellate di prodotto a base di polifenoli in grado di saturare i possibili impieghi nella stragrande varietà di alimenti e altre applicazioni industriali di nuova natura su scala globale e trovare ampio impiego nei settori: alimentare, cosmetico, farmaceutico, mangimistico, design, bioedilizia, ecc..

## **Brevetto n° 2641**

### **Sostenibilità ambientale, innovazione tecnologica e sociale**

Le materie plastiche polimeriche derivate dalle attività di recupero, oltre che materie plastiche vergini e biomasse agroindustriali vengono trasformate in "nanopolveri", presentano proprietà pozzolaniche e quindi possono essere utilizzate nella composizione delle malte cementizie comunemente usate in sostituzione degli inerti. Il differente utilizzo applicativo di un prodotto diffuso come la plastica, evidenzia un sostanziale miglioramento dell'impatto sia a livello di sostenibilità ambientale che di innovazione sociale.

Il riutilizzo dei rifiuti plastici e materiali di scarto provenienti da matrici vegetali utilizzabili come materie prime seconde innovative, comporta il fatto di non inviare in discarica o disperdere materiale che ha un lunghissimo tempo di degrado e smaltimento per le plastiche e di non utilizzare più materiali provenienti da cave che possono erodere e degradare l'ambiente ed il paesaggio. Le nanopolveri prodotte sono molto leggere e resistenti e la loro introduzione nelle malte cementizie, potrà avere un impiego efficace e sicuro anche nelle costruzioni in zone a particolare rischio sismico.

Di seguito si evidenzia con la figura la lavorazione delle summenzionate materie di scarto e loro flussi operativi industriali.



FLUSSO PRODUTTIVO		TROVATI																																			
		VINACCE E VINACCIDILI							MELOGRANI							ACQUE DI VEGETAZIONE OLIVA							CORTECCIE ALBERI TANNICI														
		ESTRATTO LIQUIDO				ESTRATTO SOLIDO			ESTRATTO LIQUIDO				ESTRATTO SOLIDO			ESTRATTO LIQUIDO				ESTRATTO SOLIDO			ESTRATTO LIQUIDO				ESTRATTO SOLIDO										
		CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	
	1	1	RIDUZIONE AD IDONEA SEZZATURA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	2	2	STABILIZZAZIONE PH (7-7,5) per evitare fermentazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	3	3	ROTTURA CON H2O CALDA DA IMPIANTI A CAVITAZIONE CON CATALIZZATORE ORGANICO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	4	4	EVAPORAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	5	5	SEPARAZIONE MECCANICA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	6	6	PRESSATURA				X	X	X	X																											
	7	7	FILTRAZIONE				X	X	X	X																											
	8	8	PIROLISI												X																					X	
	9	9	ESSICCAZIONE		X		X	X						X		X	X																				
	10	10	MACINAZIONE		X		X	X						X		X	X																				
	11	11	RAFFREDDAMENTO	X	X								X	X																							
	12	12	OSSIGENAZIONE	X	X								X	X																							
	13	13	CONFEZIONAMENTO	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X																				
IMPIEGHI	1	1	COLORANTI x LEGNO	X	X							X	X																								
	2	2	COLORANTI x PITTURE MURALI	X	X							X	X																								
	3	3	ADDITIVI PER CALCESTRUZZO		X		X	X					X	X	X																						
	4	4	FLOCCULANTE PER CHIARIFICAZIONE ACQUE DI LAVORAZIONE	X	X							X	X																								
	5	5	CONVERTITORI DI RUGGINE	X	X							X	X																								
	6	6	INSETTICIDA	X	X							X	X																								
	7	7	FERTILIZZANTI	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X																					
	8	8	BASI PER FOOD		X		X	X					X	X	X																						
	9	9	CARBONE VEGETALE																																		X
	10	10	PRODUZIONE ENERGIA TERMICA / ELETTRICA																																		X

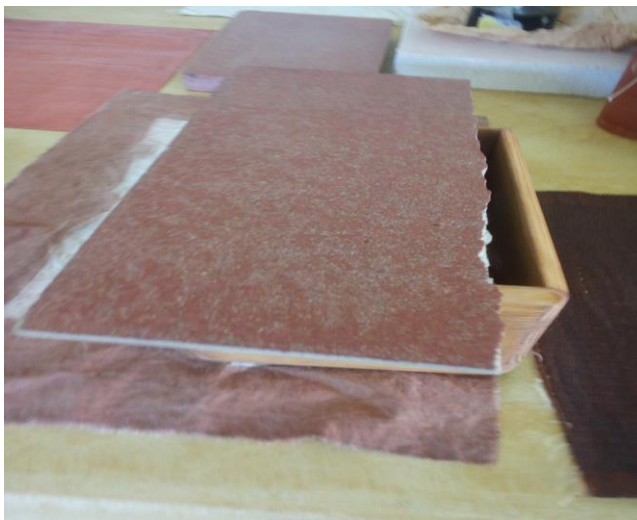
## Prodotti ad alto valore aggiunto

Il sistema è riuscito a trasformare un problema ambientale in un beneficio, creando prodotti di elevata qualità con caratteristiche certificate, estremamente competitivi in termini di prestazioni e durabilità con un approccio integrale alla bioedilizia, prevede l'utilizzo di matrici polimeriche e di natura vegetale di recupero, favorendo un nuovo modo di costruire in cui la ricerca si mette al servizio della salute della persona e dell'ambiente dove vive.

Il **PRODOTTO** consiste nella trasformazione di materiali plastici e materiali di scarto provenienti da matrici vegetali utilizzabili come materie prime seconde innovative in prodotti innovativi da utilizzare in sostituzione degli inerti presenti nelle malte cementizie convenzionali.

I prodotti, dalla elevata valenza tecnologica e ambientale, sono utilizzabili oltre che nel settore dell'edilizia, in altri ambiti produttivi: costruzioni, restauro conservativo, arredi, cantieristica navale, ecc consentendo un minor sfruttamento energetico per la loro produzione e un basso impatto ambientale.

I test effettuati sui prodotti evidenziano elevata capacità di assolvere alla propria funzione, spesso superiore a prodotti industriali simili, in termini di prestazioni, durabilità, standard di qualità e comfort.



## **Distribuzione e vendita al dettaglio**

Per rafforzare il concetto dell'uso sociale della Banca del Cibo durante la filiera distributiva, al fine di accrescere la sensibilità per la tutela del diritto al cibo e acqua promuovendo politiche a favore della lotta allo spreco alimentare e ai rifiuti e a sostegno della povertà ed esclusione sociale; stimolando la creazione di modelli di economia circolare e sviluppo sostenibile funzionali a questi scopi. La Banca favorisce la partecipazione diffusa e la maggiore responsabilizzazione dei soggetti pubblici e privati nell'azione di contrasto alla povertà e alla esclusione sociale. Tra i temi fondanti consideriamo l'azione della ricerca scientifica sul rapporto tra alimentazione e salute, la relazione tra l'uomo e il cibo, approfondendone le implicazioni sociologiche e culturali; finalizzate alla tutela e valorizzazione della natura, dell'ambiente e all'educazione sicurezza alimentare ed innovazione in concorso con altri soggetti;

## **Conclusioni**

Questo articolo esplora le opportunità di dare una risposta agli sprechi e rifiuti in un momento i cui non molti studi sono in linea con il nuovo paradigma dell'economia circolare, per avviare pratiche virtuose da parte delle aziende private/pubbliche, e producendo un cambiamento radicale nelle abitudini dei consumatori per restituire al cibo il valore che merita. La transizione ad un'economia circolare richiede cambiamenti nell'organizzazione agricola e industriale, rafforzando gli sforzi per aumentare la produttività delle risorse. Questo nuovo approccio richiede alla nostra società di guardare al di là delle nostre attuali conoscenze e di recuperare il pensiero antico relativo alla "vera risorsa è tutto ciò che ora si spreca".

Il potenziale delle nuove tecnologie per rafforzare e valorizzare l'economia verde nell'agricoltura e nell'industria agroalimentare permetterà di ridefinire un nuovo modello di -produzione, in cui ogni componente del ciclo produttivo è "una risorsa", con un valore economico, ambientale e sociale che contribuisce a ridisegnare un ambiente più integrato, etico e sostenibile.

## **Bibliografia**

ADEME, Food Losses and Waste: Inventory and Management at Each Stage in the Food Chain. Executive Summary, May 2016, <http://www.ademe.fr/en/node/169466>

Bartosz Zambrzycki, Revised Document on Food Waste Monitoring and Sub-Group on Food Waste Measurement: Update by the Commission, presentation to the EU Platform meeting of 14 June 2017, [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-platform\\_20170331\\_pres-05.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20170331_pres-05.pdf)

BIO Intelligence Service, Preparatory Study on Food Waste across EU 27, October 2010, <http://dx.doi.org/10.2779/85947>

Biljana Borzan, Draft Report on Initiative on Resource Efficiency: Reducing Food Waste, Improving Food Safety (2016/2223(INI)), 8 December 2016, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=COMPARL&mode=XML&language=EN &reference=PE595.612>

European Commission, "Food Waste and Date Marking", in Flash Eurobarometers, No. 425 (September 2015), <http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/FLASH/surveyKy/2095>

European Commission, EU Platform on Food Losses and Food Waste Terms of Reference (ToR), 26 April 2016, [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-actions\\_flw-platform\\_tor.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-actions_flw-platform_tor.pdf)

European Commission, Report on the Implementation of the Circular Economy Action Plan (COM/2017/33), 26 January 2017, <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/en/TXT/?uri=celex:52017DC0033>

European Court of Auditors, Combating Food Waste: An Opportunity for the EU to Improve the Resource-Efficiency of the Food Supply Chain, 2016, <http://www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=40302>

European Parliament, Amendments on the Proposal for a Directive amending Directive 2008/98/EC on Waste, 14 March 2017, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&language=EN&reference=P8-TA-2017-0070>

Food and Agriculture Organization (FAO), Food Wastage Footprint. Full-cost Accounting, 2014, <http://www.fao.org/3/a-i3991e.pdf>

Food and Agriculture Organization (FAO), Food Wastage Footprint & Climate Change, 2015, <http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf>

FUSIONS, Estimates of European Food Waste Levels, 31 March 2016, <https://www.eu-fusions.org/index.php/publications/266>

Jenny Gustavsson et al., Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention, Rome, FAO, 2011, <http://www.fao.org/in-action/inpho/library/detail/en/c/2364>

Ralph Sims et al., “Transport”, in Ottmar Edenhofer et al. (eds.), Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press, 2014, p. 599-670, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3>

Silvija Aile, EU Waste Target Review – State-Of-Play, presentation to the EU Platform Sub-group on food waste measurement meeting, Brussels, 31 March 2017, [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-platform\\_20170331\\_euwaste-target.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20170331_euwaste-target.pdf)

Wolfgang Trunk, EU-Guidelines for the Use of Former Foodstuff as Feed, presentation to the EU Platform Kick-off meeting, Brussels, 29 November 2016, [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-platform\\_20161129\\_pres-food-2-feed-guidelines.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20161129_pres-food-2-feed-guidelines.pdf)

UN Sustainable Development website: Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns

# An integrated approach of green chemistry and circular economy for the valorization of agro-industrial by-products.

Bernini R.,<sup>1</sup> Santi L.,<sup>1</sup> Pannucci E.,<sup>1</sup> Clemente M.,<sup>1</sup> Campo M.,<sup>2</sup> Scardigli A.,<sup>2</sup> Romani, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural and Forestry Sciences (DAFNE), University of Tuscia, Viterbo, Italy

<sup>2</sup> Department of Statistics, Computer Science, Applications “G. Parenti”, DiSIA, Phytolab, University of Florence, Florence, Italy

Corresponding author: berninir@unitus.it

## Abstract

*The green chemistry and the circular economy focused all actions on “closing the loop of product lifecycles” through recycling and reuse, making production processes more sustainable and competitive, with benefits to both the environment and the economy. In this communication, we describe an example of an integrated approach of green chemistry and circular economy for the valorization of *Olea europaea* by-products and wastes deriving from the processing of olive oil. A sustainable procedure of extraction was applied to recover enriched fractions of bioactive phenolic compounds, e.g. hydroxytyrosol and oleuropein. The antiproliferative effect on colon cancer cells and the antimicrobial activity of these fractions were tested in our laboratories in order to evaluate their reuse and potential industrial applications.*

**Keywords:** green chemistry, circular economy, agro-industrial wastes and by-products, *Olea europaea* L.

## 1. Introduction

The *green chemistry* has been introduced at the beginning of the 1990s; over the years it has gained considerable importance in both the academic and industrial world being the sustainability the central topic (Anastas 1998). It is based on the twelve principles introduced by Anastas and Warner, which represent a guideline for the design of ecofriendly products and processes (Horvath 2007). Then, a process should be projected so that to eliminate or at least reduce the production of wastes and by-products with environmental and economic benefits. This concept is the basis of the *circular economy*, a modern strategy recently introduced by the European Community, applicable to all sectors, which replaces the linear economy concept (Stahel 2016). According to this novel model, each stage of the life of a product must be optimized (for example through the maximization of the conversion of the starting material to the final product) until the moment when the product itself can no longer be used for the purpose for which it was initially realized. At this point, it must be recovered and reused as starting material in another supply chain, acquiring added value. The synergy between the *green chemistry* and the *circular economy* represents a tool to valorize the wastes and by-products of productive processes.

Food industry is one of the main producers of wastes; it is estimated that about 250 million tons are generated per year only in the European countries. These residues are characterized by a high environmental impact mainly for the organic component, requiring high costs for the disposal. At the same time, they are a source for high-added value compounds, such as carbohydrates, lipids, proteins, and polyphenols, in variable amount depending on the specificity of the vegetable matrix. For this reason, a great interest was turned on the recovery of these compounds from agro-industrial wastes. In the last few years, polyphenols have gained great attention in consideration of their biological activities including antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities (Morand 2016). During the olive oil production process great amounts of wastes and by-products like olive mill wastewaters, olive pulp and leaves are generated. They were produced mainly from the Mediterranean countries (Italy, Spain, Greece and Portugal) and the Northern African countries (Syria, Turkey, Morocco and Tunisia), the biggest producers of olive oil. In the leaves, the main constituent is oleuropein, a phenolic secoiridoid glycoside, whereas in the olive pulp and olive mill wastewaters is hydroxytyrosol (Figure 1). Both compounds are well known for the antioxidant and antimicrobial properties (Benavente-García 2000; Bernini 2013, 2015 and 2016; Ciriminna 2016; Moudache 2016; Thielmann 2017).

In this scenario, our research group has optimized sustainable extraction procedures of polyphenols from *Olea europaea* by-products to obtain standardized extracts on an industrial scale that can be used for food, cosmetic and pharmaceutical applications (Pizzichini 2009; Romani 2016). The potentiality of using these extracts can be improved after the modification of the chemical-physical properties of the most abundant molecules by green chemistry procedures (Romani 2016). In this communication, we describe two examples of valorization of *Olea europaea* extracts enriched of oleuropein and hydroxytyrosol, respectively.

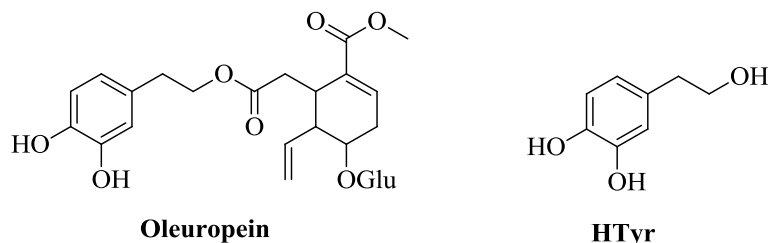


Figure 1. Chemical structure of hydroxytyrosol and oleuropein

## 2. Materials and methods

### 2.1 Obtaining of hydroxytyrosol-enriched fractions and oleuropein-enriched fractions and chemical characterization

Hydroxytyrosol-enriched fractions and oleuropein-enriched fractions were obtained from *Olea europaea* pitted olive pulps and olive leaves by a sustainable extraction technology followed by membrane separation according to a patented procedure (Pizzichini 2009). The extracts were characterized by HPLC-DAD analysis. HPLC/DAD analyses were carried out using a HP 1200 liquid chromatograph equipped with a diode array detector (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), and an analytical column Lichrosorb RP18 250 x 4.60 mm i.d, 5  $\mu$ m (Merck Darmstadt, Germany). The eluents were H<sub>2</sub>O adjusted to pH=3.2 with HCOOH (solvent A) and CH<sub>3</sub>CN (solvent B). A four-step linear solvent gradient was used starting from 100% of solvent A up to 100% of solvent B, for 88 min at a flow rate of 0.8 ml min<sup>-1</sup>. Phenolic compounds found in the extracts were identified by comparing retention times and UV/Vis spectra with those of authentic standards (tyrosol, hydroxytyrosol, oleuropein, chlorogenic acid, luteolin 7-O-glucoside). Each compound was quantified at the selected wavelength (240, 280, 330, and 350 nm) using a five-point regression curve.

### 2.2 Preparation of lipophilic hydroxytyrosol-enriched fractions

Hydroxytyrosol-enriched fractions were derivatized with butanoyl chloride, octanoyl chloride and oleoyl chloride, respectively (Bernini 2017). After the work-up, lipophilic derivatives present in the fractions were identified and quantified by HPLC analysis using pure hydroxytyrosol, hydroxytyrosyl butanoate, hydroxytyrosyl octanoate and hydroxytyrosyl oleate synthesized according to a procedure already optimized in our laboratories (Bernini 2008).

### 2.3 Evaluation of the *in vitro* effects on a model of colorectal cancer cells

The human colon cancer HCT8 cell line was obtained from ATCC (American Type Culture Collection, MD, USA). Cells were cultured in RPMI 1640 medium supplemented with 10% fetal bovine serum, sodium pyruvate, L-glutamine, penicillin, streptomycin and geneticin at 37 °C with 5% CO<sub>2</sub> humidified air.

### 2.4 Cell proliferation analysis

HCT8- $\beta$ 8-expressing cells were plated on 6-well plates at a density of 5x10<sup>3</sup> cells/well. After 24 h, the medium was replaced with RPMI 1640 medium (phenol red-free medium supplemented with 2% FBS, penicillin (100  $\mu$ g/ml) and streptomycin (100  $\mu$ g/ml)) and stimulated with hydroxytyrosol, the lipophilic fractions (5, 10, 25, 50  $\mu$ M) or 17 $\beta$ -E2 (10 nM) as a positive control. The effects of the lipophilic fractions were also assessed in the presence of ICI 182,780 (1  $\mu$ M), an inhibitor of ER- $\beta$ . All the stimuli were dissolved in the medium to obtain the final tested concentrations. Cells without stimuli were used as a negative control. Cells were detached with trypsin/EDTA and evaluated using a Bürker hemocytometer every 24 h for 5 days during the *log phase* of cell growth. Measurements for each dose at each time point were collected in triplicate and averaged.

## 2.5 Statistical analysis

Statistical differences observed in cell proliferation were analyzed in Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) using an elaboration of linear and non-linear regression that was brought back to the same y-intercept with the calculus of the cell population doubling time. From the experiments a set of independent linear and non-linear comparisons between the control and each single treatment (5, 10, 25, 50  $\mu$ M) of HTyr and of the three lipophilic fractions were obtained. Consequently, the linearity of each regressions and the comparison among the regressions were analyzed by one-way ANOVA followed by a post-hoc procedure for multiple comparisons with control (Dunnett's Test). A *p* value < 0.05 was considered significant. All data are expressed as a mean of the cellular doubling time  $\pm$  standard error (SE).

## 2.6 Evaluation of the *in vitro* antimicrobial activity

The microbial strains selected were *E. coli* XL-1Blue for the Gram negative and *B. megaterium* for Gram positive bacteria.

### 2.6.1 Growth and viability assay

Frozen stocks of *E. coli* and *B. megaterium* were recovered and grown for 24 h at 37 °C in Luria-Bertani (LB) broth and sucrose nutritive agar (SNA) medium, respectively. Cell suspension composed of  $1 \times 10^7$  CFU/mL was transferred into tubes containing 5 mL of the appropriate medium supplemented with a range of concentrations of each extract or standards (pure hydroxytyrosol and oleuropein). Controls without extracts or standards were included. After incubation at 250 rpm, 37 °C for 24 h, bacterial growth was determined by turbidimetry at 600 nm. For the viability assay, at the end of the incubation time, aliquots of 100  $\mu$ L were taken from each of the experimental culture tubes previously described, to prepare serial dilutions. Aliquots of 100  $\mu$ L from each dilution were plated on agar media and incubated for 24 h at 37 °C. The number of colony forming units per mL (CFU/mL) was determined (Diaz-Gomez 2014).

### 2.6.2 Inhibition halo test

The agar diffusion test was used to investigate antibacterial effects of extracts and phenolic compounds. Plates containing 10 ml of agar media were overlaid with 10 ml of agar medium previously inoculated with a liquid culture to a cell density of  $1 \times 10^6$  CFU/mL. Equidistant holes were made in the agar and series of extracts solutions, standards or control were added to the wells. After 24 h incubation the diameter of the inhibition zones was determined (Vaquero 2007).

## 3. Results and discussion

Hydroxytyrosol- and oleuropein-enriched extracts were obtained from *Olea europaea* by-products using a sustainable procedure consisting of water extraction of the plant materials followed by fractionation by microfiltration, nanofiltration and reverse osmosis (Pizzichini 2009; Romani 2016; Bernini 2017). The fractions deriving from nanofiltration and reverse osmosis was concentrated by using a heat pump evaporator to recover enriched fractions. Hydroxytyrosol and oleuropein were identified and quantified in the fraction by HPLC-DAD analysis.

### 3.1 Evaluation of the *in vitro* effects on a model of colorectal cancer cells of lipophilic hydroxytyrosol-enriched fractions

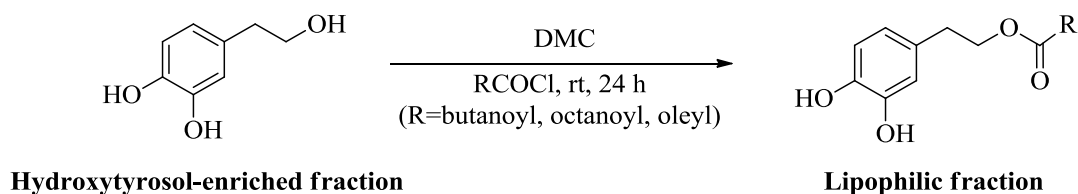
It is well known that olive oil extracts inhibit the cell proliferation of colon cancer cells by activating the estrogen receptor  $\beta$  ER $\beta$  (Pampaloni 2014). In fact, it has been demonstrated that cancerous progression in human colon mucosa is characterized by a decrease in ER $\beta$  expression. In consideration of these literature data, we evaluated the effect of lipophilic hydroxytyrosol-enriched extracts on the human colon cancer cell line HCT8- $\beta$ 8 engineered to overexpress ER $\beta$ . The chemical composition of the fraction used for this study is reported in Table 1. As showed, it contained  $98.14 \pm 2.43$  mg/g of total polyphenols and  $60.53 \pm 0.41$  mg/g of hydroxytyrosol (6% w/w).

Table 1. HPLC-DAD data of the hydroxytyrosol-enriched fraction.

	mg/g
Hydroxytyrosol	$60.53 \pm 0.41$
Hydroxytyrosol derivatives	$11.38 \pm 0.41$
Tyrosol secoridoids	$4.35 \pm 0.33$
Secoiridoids	$21.61 \pm 0.97$
Caffeic acid and derivatives	$0.25 \pm 0.03$
Total polyphenols	$98.14 \pm 2.43$

Three samples of this fraction were solubilized with dimethyl carbonate and treated with butanoyl, octanoyl and oleoyl chloride, respectively, at room temperature for 24 h in order to esterify the

hydroxytyrosol present in the fraction and then to increase the lipophilic character (Scheme 1). After the work-up, the three fractions were analyzed by HPLC-DAD analysis. The content of unreacted hydroxytyrosol and the corresponding hydroxytyrosol ester in each sample is described in Table 2.



Scheme 1. Lipophilization of the hydroxytyrosol-enriched fraction.

Table 2. Chemical composition of the hydroxytyrosol-enriched fractions after lipophilization reaction.

Hydroxytyrosol: 45%; Hydroxytyrosol butanoate: 48%
Hydroxytyrosol: 47%; Hydroxytyrosol octanoate: 40%
Hydroxytyrosol: 30%; Hydroxytyrosol oleate: 64%

The effects of these fractions containing hydroxytyrosol butanoate, hydroxytyrosol octanoate and hydroxytyrosol oleate were evaluated on the human colon cancer cell line HCT8- $\beta$ 8 engineered to overexpress estrogen receptor  $\beta$  (ER $\beta$ ). Experimental results evidenced that all the lipophilic fractions reduced the proliferation of HCT8- $\beta$ 8-expressing cells in a concentration-dependent manner. Among them, lipophilic fraction containing hydroxytyrosol oleate showed the greater antiproliferative effect. This result confirmed that the major lipophilicity of the extract promoted its passage through the cell membrane with major facility and then the bioavailability of the extract.

### 3.2 Evaluation of the antimicrobial activity of oleuropein-enriched fractions and hydroxytyrosol-enriched fractions from *Olea europaea* by-products

This part of the research is funded by Cariplo Foundation within the “Agroalimentare e Ricerca” (AGER) program. Project AGER2-Rif.2016-0169: “Valorization of Italian OLive products through INnovative analytical tools- VIOLIN”.

Three oleuropein-enriched fractions and three hydroxytyrosol-enriched fractions were obtained after processing of the vegetal materials from Puglia, Tuscany, and Sicily, Italian regions characterized by different geographic and climatic conditions. The total polyphenol content and the amount of oleuropein and hydroxytyrosol in each sample are reported in Tables 3 and 4.



Table 3. Characterization of oleuropein-enriched extracts (HPLC analysis).

Extract	Total Polyphenol Content (mg/g)	Oleuropein (mg/g)
1T-Puglia	52.91	34.95
2T-Tuscany	158.46	116.17
3T-Sicily	519.87	485.75

Table 4. Characterization of hydroxytyrosol-enriched extracts (HPLC analysis).

Extract	Total Polyphenol Content (mg/g)	Hydroxytyrosol (mg/g)
4T-Puglia	50.74	32,00
5T-Tuscany	32.62	11.65
6T-Sicily	149.74	115.24

Preliminary studies were carried out to evaluate the antimicrobial activity against *E. coli* XL-1Blue and *B. megaterium* using different amount of each extract (7.0, 5.0 and 3.0 mg/ml). The experiments have evidenced that both oleuropein- and hydroxytyrosol-enriched extracts showed a significant activity even if a correlation between the doses of extracts tested and the activity was not observed. For this reason, future experiments will be aimed to test the antibacterial activity of each extract in consideration of the content of the enriched biophenol (oleuropein for 1T, 2T, 3T; hydroxytyrosol for 4T, 5T, 6T).

#### 4. Conclusions

Agro-industrial by-products and wastes represent a source of bioactive molecules to recover and reuse according to the *green chemistry* and *circular economy* concepts. In this communication, we describe two examples of valorization of *Olea europaea* by-products containing bioactive phenols such as hydroxytyrosol and oleuropein. Work is in progress in our laboratories on the valorization of polyphenolic compounds present in the extracts obtained from kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), pomegranate (*Punica granatum*) and chestnut (*Castanea sativa*) wastes.

#### 5. References

- Anastas P. T., Warner J. C. Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998.
- Benavente-García O., Castillo J., Lorente J., A. Ortunõ A., Del Rio J. A. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chem.* **2000**, *68*, 457-462.
- Bernini R., Mincione E., Barontini M., F. Crisante. Convenient synthesis of hydroxytyrosol and its lipophilic derivatives from tyrosol or homovanillyl alcohol. *J. Agr. Food Chem.* **2008**, *56*, 8997-8904.
- Bernini R., Merendino, N., Romani, A., Velotti, F. Natural occurring hydroxytyrosol: synthesis and anticancer potential. *Curr. Med. Chem.* **2013**, *20*, 655-670.
- Bernini R., Gilardini Montani M. S., Merendino N., Romani A., Velotti F. Hydroxytyrosol-derived compounds: a basis for the creation of new pharmacological agents for cancer prevention and therapy *J. Med. Chem.* **2015**, *58*, 9089-9107.
- Bernini R., Carastro I., Palmi G., Tanini A., Zonefrati R., Pinelli P., Brandi M. L., Romani A. Lipophilization of hydroxytyrosol-enriched fractions from *Olea europaea* L. by-products and evaluation of the in vitro effects on a model of colorectal cancer cells. *J. Agric. Food Chem.* **2017**, *65*, 6506-6512.
- Bisignano G., Tomaino A., Lo Cascio R., Crisafi G., Uccella N., Saija A. On the *in-vitro* antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol. *J. Pharm. Pharmacol.* **1999**, *51*, 971-974.
- Ciriminna R., Meneguzzo F., Fidalgo A., Illharco L. M., Pagliaro M. Extraction, benefits and valorization of olive polyphenols. *Eur. J. Lip. Sci. Technol.* **2016**, *118*, 503-511.
- Diaz-Gomez R., H. Toledo-Araya, Lopez-Solís R., Obrequé-Slier, E. Combined effect of gallic acid and catechin against *Escherichia coli*. *Food Science and Technology* **2014**, *59*, 896-900.
- Horvath I., Anastas P. T. Green chemistry. *Chem. Rev.* **2007**, *107*, 2167-2168.
- Morand C., Sies H. Polyphenols and health (Special Issue). *Arch. Biochem. Bioph.* **2016**, 599-620.
- Moudache, M., Colon, M., Nerin, C., Zaidi, F. Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products and antioxidant film containing olive leaf extract. *Food Chem.* **2016**, *212*, 521-527.
- Pampaloni B., Mavilia C., Fabbri S., Romani A., Ieri F., Tanini, A., Tonelli F., Brandi M. L. In vitro effects of extracts of extra virgin olive oil on human colon cancer cells. *Nutr. Cancer* **2014**, *66*, 1228-1236.

- Pampaloni B., Palmini G., Mavilia C., Zonefrati R., Tanini A., Brandi M. L. In vitro effects of polyphenols on human colon cancer cells. *World J. Gastrointest. Oncol.* **2014**, *6*, 289-300.
- Pereira A. P., Ferreira I. C., Marcelino F., Valentao P., Andrade P. B., Seabra R., Estevinho L., Bento A., Pereira J. A. Phenolic compounds and antimicrobial activity of olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) leaves. *Molecules* **2007**, *12*, 1153-1162.
- Pizzichini, D.; Russo, C.; Vitagliano, M.; Pizzichini, M.; Romani, A.; Ieri, F.; Pinelli, P.; Vignolini, P. Phenofarm S.r.l. Process for producing concentrated and refined actives from tissues and byproducts of *Olea europaea* with membrane technologies. EP 2338500 A1.
- Romani A., Mulas S., Heimler, D. Polyphenols and secoiridoids in raw material (*Olea europaea* L. leaves) and commercial food supplements. *Eur. Food Res. Technol.* **2016**, 429-435.
- Romani A., Pinelli P., Ieri F., Bernini R. Sustainability, innovation and green chemistry in the production and valorization of phenolic extracts from *Olea europaea* L. *Sustainability* **2016**, *2*, 1002.
- Romani A., Scardigli A., Pinelli, P. An environmentally process for the production of extracts rich in phenolic antioxidants from *Olea europaea* L. and *Cybara scolymus* L. matrices. *Eur. Food Res. Technol.* **2016**, 1-10.
- Stahel W. R. The circular economy. *Nature* **2016**, 435-438.
- Vaquero M. J. R., Alberto M. R., Manca de Nadra M. C. Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. *Food Control* **2007**, *18*, 93-101.
- Thielmann J., Kohnen S., Hauser C. Antimicrobial activity of *Olea europaea* Linne extracts and their applicability as natural food preservative agents. *Int. J. Food Microbiol.* **2017**, *251*, 48-66.

## **Definizione dei criteri della Functional Unit nell’LCA e nella Social LCA: spunti di discussione**

D’Eusanio M., Arzoumanidis I., Raggi A., Petti L.

Dipartimento di Economia, Università degli Studi “G. d’Annunzio”, Pescara, Italia

Email: [manuela.deusanio@unich.it](mailto:manuela.deusanio@unich.it); [i.arzoumanidis@unich.it](mailto:i.arzoumanidis@unich.it); [a.raggi@unich.it](mailto:a.raggi@unich.it); [l.petti@unich.it](mailto:l.petti@unich.it)

### **ABSTRACT**

La definizione dell’unità funzionale (UF) nella Life Cycle Assessment (LCA) è essenziale per modellare il sistema-prodotto analizzato. L’UF descrive la quantità di funzione del prodotto che funge da riferimento per tutti i calcoli necessari per la valutazione degli impatti. La funzione è determinata in base alle proprietà del prodotto valutato. Infatti, i criteri che possono essere considerati sono quelli riconducibili alla funzionalità del prodotto, all’immagine e all’estetica, alla qualità tecnica, ai servizi generati, ai costi sostenuti e alle proprietà ambientali specifiche. Anche se la definizione di UF è una pratica comune nella metodologia LCA, nella Social Life Cycle Assessment non sembra essere ugualmente di facile identificazione. Infatti, la valutazione dell’impatto sociale e socio-economico del prodotto è principalmente caratterizzata dalla presenza di dati qualitativi e semi-quantitativi che rendono ostile la valutazione. Inoltre la S-LCA è orientata ad una prospettiva aziendale dove la valutazione sociale è posta in essere in base al comportamento delle organizzazioni coinvolte nei processi analizzati e non alla funzione generata da un determinato prodotto. L’obiettivo di questo lavoro è dunque quello di contribuire ad analizzare i criteri utilizzati per determinare l’UF nei casi studio LCA e verificare se questi criteri siano adatti ed idonei anche per l’applicazione dei casi studio S-LCA. A tal proposito, viene eseguita una rassegna bibliografica sull’LCA al fine di individuare come e se questo problema sia stato affrontato finora. Successivamente, è stata eseguita una seconda rassegna bibliografica volta a verificare come l’UF sia stata introdotta nell’ambito della metodologia S-LCA.

### **1. Introduzione**

Con la definizione di Sviluppo Sostenibile nella Conferenza di Rio del 1992, la sostenibilità è diventata parte inscindibile dei processi core dei *decision-maker* sino ad essere obiettivo strategico di business e di *government*. Un prodotto può ritenersi sostenibile qualora vi sia un equilibrio tra la dimensione economica, ambientale e sociale (Finkbeiner et al., 2010; Kloepffer, 2008). Per valutare la sostenibilità di un prodotto, di un’organizzazione o di un processo si può far ricorso a metodi e strumenti di Life Cycle Thinking (LCT); tra questi, la Life Cycle Assessment (LCA) consente di valutare la variabile ambientale, mentre la Social Life Cycle Assessment (S-LCA) analizza la variabile sociale. Entrambe le metodologie attingono dal *framework* della ISO 14040:2006 (ISO, 2006), ma presentano caratteri applicativi diversi (D’Eusanio et al. 2017). Infatti, mentre la LCA si basa su flussi fisici (di input e output) del sistema prodotto (ISO, 2006), la S-LCA considera il comportamento delle aziende coinvolte nei processi del sistema prodotto (Agyekum et al., 2016; Dreyer et al., 2006; Macombe et al. 2011; Parent et al., 2013; Zamagni et al. 2011). Inoltre, nella S-LCA, la natura degli impatti valutati e la presenza di dati qualitativi e semi-qualitativi rendono la valutazione fortemente legata al contesto (Di Cesare et al. 2016), mentre la LCA usufruisce di dati quantitativi direttamente connessi al prodotto (ISO, 2006). Come è noto, il *framework* delle due metodologie si articola nelle seguenti fasi: 1) la definizione dell’obiettivo e del campo di applicazione; 2) la fase di inventario del ciclo di vita (LCI); 3) la fase di valutazione dell’impatto del ciclo di vita (LCIA); 4) la fase di interpretazione (UNI 14040:2006; UNEP/SETAC, 2009).

Il presente articolo si focalizza sulla prima fase delle metodologie LCT, la fase più articolata (Raggi, 2017), dove è necessario definire l’obiettivo e il campo di applicazione. In primo luogo, l’obiettivo di questo studio è di analizzare la definizione e l’identificazione dell’Unità Funzionale (Functional Unit – UF) nella LCA e nella S-LCA nell’ottica di evidenziare differenze e similitudini nelle due applicazioni di uno stesso *framework*. Il fine ultimo è rilevare se sia ragionevole e possibile estendere i criteri di definizione della UF della LCA nella valutazione sociale e socio-economica del prodotto.

L’UF descrive e quantifica le proprietà di un prodotto (funzionalità, aspetto, stabilità, durata, facilità di

manutenzione, ecc.) le quali sono determinate dalle richieste del mercato (Weidema, 2004). Nello specifico, la ISO 14040:2006 definisce l'UF come la prestazione quantificata di un sistema di prodotto da utilizzare come unità di riferimento (ISO, 2006; p. 4). Questa definizione è adottata anche nell'ambito della metodologia S-LCA, le cui linee guida (UNEP/SETAC, 2009) rimandano esplicitamente allo standard tecnico ISO 14040:2006. Al fine di raggiungere gli obiettivi, è stata analizzata la letteratura scientifica relativa sia all'LCA, sia alla S-LCA, per individuare i criteri di definizione dell'UF nei due ambiti. Poiché le due metodologie analizzate, sebbene basate sullo stesso framework, presentano un livello di sviluppo differente, le due rassegne bibliografiche sono state condotte con approcci parzialmente dissimili, pur utilizzando la stessa banca dati (Servizio *Discovery* dell'Università "G. d'Annunzio") (Discovery Service, 2017), e senza impostare limiti temporali. La rassegna bibliografica è stata svolta attraverso criteri di identificazione delle parole come "functional unit" e "function\*".

Il presente lavoro si articola come segue: i paragrafi 1.1 e 1.2 descriveranno la metodologia utilizzata per le due rassegne bibliografiche ambientale e sociale. Nel paragrafo 2 invece si avrà modo di presentare i risultati. Nel paragrafo 3 saranno discussi gli elementi di similitudine e differenziazione tra le due metodologie dal punto di vista dell'UF. Infine, nel paragrafo 4 saranno riportate alcune considerazioni conclusive.

### 1.1. Rassegna bibliografica relativa alla Life Cycle Assessment

L'LCA valuta gli impatti ambientali dell'intero ciclo di vita di un prodotto ed è una metodologia sempre più applicata al fine di migliorare le prestazioni ambientali di prodotti e servizi (Arzoumanidis et al., 2017). Visto il numero elevato di casi-studio pubblicati, riguardanti prodotti e servizi di diversi settori economici, la rassegna bibliografica condotta nell'ambito di questo lavoro si è limitata a considerare solo articoli di rassegna di casi-studio e/o metodologica. La ricerca bibliografica, effettuata tramite il servizio *Discovery*, ha preso in considerazione i termini ("LCA" OR "Life Cycle Assessment") AND "review" nel campo del titolo (degli articoli) e senza imporre alcun limite temporale iniziale (il termine dell'intervallo temporale è stato impostato a fine ottobre 2017- data in cui è stata effettuata la ricerca). In tal modo, sono stati considerati tutti i possibili settori, relativi sia a prodotti, sia a servizi. I 326 risultati emersi inizialmente sono stati successivamente ristretti a 111 attraverso una procedura di scrematura, a seguito della quale sono stati mantenuti solo gli articoli di rassegne di LCA per vari settori (escludendo quelli aventi per oggetto fasi di LCA diverse dalla Goal and Scope Definition). La Figura 1 presenta la distribuzione delle pubblicazioni per settore, mentre la Figura 2 la distribuzione temporale.

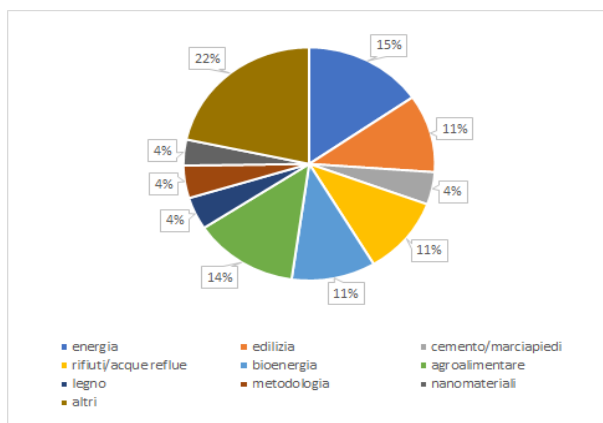


Figura 1: Rassegna LCA - Distribuzione degli articoli per settore

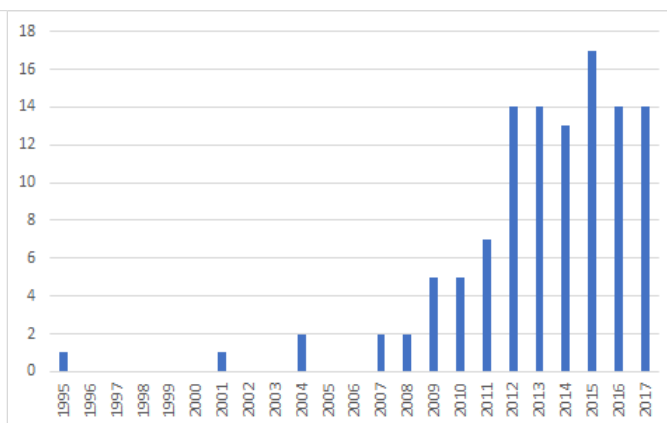


Figura 2: Rassegna LCA - Distribuzione temporale degli articoli

### 1.2. Rassegna bibliografica relativa alla Social Life Cycle Assessment

L'S-LCA valuta gli impatti sociali e socio-economici, siano essi positivi o negativi, dell'intero ciclo di vita del prodotto. Similmente all'LCA, l'UF consente di definire la funzione dell'oggetto del caso di studio. La ricerca bibliografica per l'S-LCA è stata condotta attraverso il servizio *Discovery* con l'utilizzo dei termini "Social Life Cycle Assessment", "Social LCA", "S-LCA" e "SLCA" con l'operatore Booleano OR. I risultati emersi sono stati 7129. Data l'elevata numerosità dei risultati è stato applicato un filtro nel campo

“argomento”, considerando solo gli articoli che trattassero la “Social Life Cycle Assessment”, l’acronimo “SLCA” ed “impatti sociali”. In questo modo è stato possibile restringere i risultati a 133 pubblicazioni. Successivamente gli articoli sono state suddivisi in tre macro-aree: metodologici, rassegne e casi-studio. Dalla rassegna bibliografica è emersa che la distribuzione delle pubblicazioni per tipologia è composta dal 52,63% da casi-studio, seguite dagli articoli metodologici (34,59%) e dalle rassegne (12,78%). Di seguito saranno presi in considerazione solo i casi studio di S-LCA al fine di individuare i criteri di selezione dell’UF. La Figura 3 mostra la distribuzione degli articoli per settori economici, mentre la Figura 4 mostra la distribuzione temporale dei casi-studio. I primi casi-studio sull’S-LCA emergono nel 2006 coprendo così un range di 11 anni. Il grafico mostra la frequenza dei casi-studio per anno evidenziando come dall’anno 2009 vi sia un modesto incremento degli articoli S-LCA, probabilmente dovuto alla pubblicazione delle Guidelines on Social Life Cycle Assessment of the Product (UNEP/SETAC, 2009) che hanno fornito un supporto all’implementazione dell’S-LCA.

## 2. Risultati

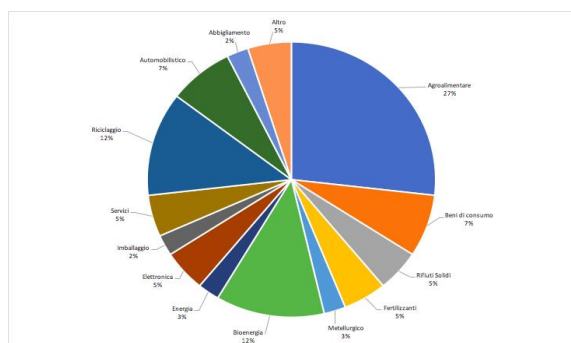


Figura 3: Rassegna S-LCA - Distribuzione degli articoli per settore

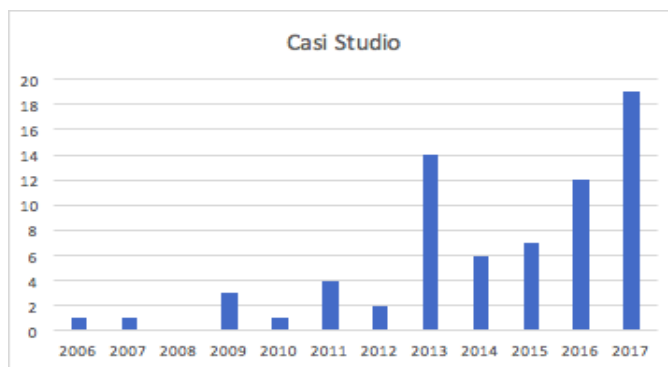


Figura 4: Rassegna S-LCA – Distribuzione temporale degli articoli

### 2.1. Risultati della rassegna relativa all’LCA

I risultati della rassegna bibliografica sull’LCA hanno mostrato, negli ultimi anni, un aumento delle rassegne pubblicate (Fig. 2); si tratta di un risultato già atteso, visto che le stesse rassegne “raggruppano” i casi di studio nei vari settori, che sono in aumento negli ultimi anni (Bjørn et al., 2018). Il settore più citato dalle rassegne analizzate è quello relativo all’energia, seguito dal settore agroalimentare (Fig. 1). La definizione dell’UF rappresenta un passaggio fondamentale in uno studio di LCA, al fine di valutare l’impatto ambientale del prodotto. Alcune rassegne analizzate hanno riportato in modo dettagliato le diverse UF identificate (Fig. 5). In 76 articoli di rassegna su 111 (68,47%) viene trattata l’UF, che è stata definita in diversi modi (ad esempio, per il settore agroalimentare, le UF sono identificate in base a: massa, unità di prodotto, energia, area, volume, valore nutrizionale o economico), mentre per il restante 31,53% non è stata considerata alcuna modalità di definizione dell’UF (ad esempio, sempre per il settore agroalimentare, in tre rassegne l’UF non è stata esaminata).

La Figura 5 illustra, inoltre, come per ciascun settore prevalga una specifica modalità di definizione dell’UF. Per quanto riguarda il settore energetico, il più indagato, la grandezza più utilizzata per definire l’UF è, ovviamente, l’energia (kWh), seguita dalla massa (quest’ultima riferita, ad esempio, ad uno specifico combustibile). In termini generali, invece, la grandezza più utilizzata è la massa, seguita dall’energia, dal volume e dall’area (Fig. 5). Infine, mentre si riscontrano per alcuni settori UF specifiche (ad esempio, il valore economico per l’agroalimentare e la resistenza termica per l’edilizia), si nota che la maggior parte delle UF definite, come ad esempio, la massa, il volume e l’energia, è comune a più settori.

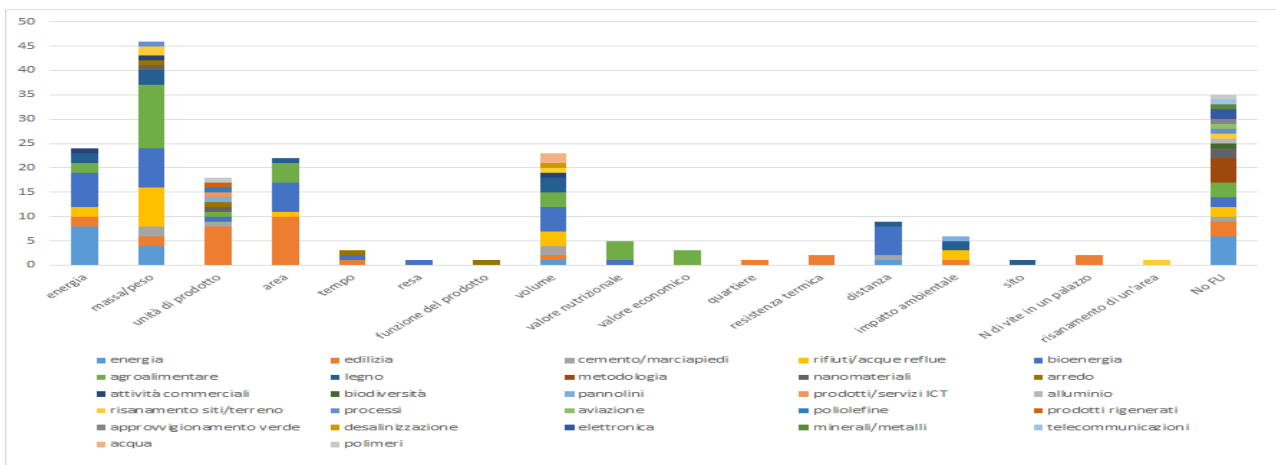


Figura 5: Distribuzione per categoria UF e settore di riferimento nell’LCA

## 2.2. Risultati della rassegna relativa all’S-LCA

L’S-LCA, adottando il *framework* dell’LCA, identifica tutti gli elementi necessari per descrivere in modo esaustivo il campo di applicazione di uno studio di LCT. Tra questi, è stata considerata nella metodologia S-LCA anche l’individuazione dell’UF al fine di costruire e modellare il sistema-prodotto in modo da identificare il contesto e gli stakeholder coinvolti nello studio stesso (UNEP/SETAC, 2009). L’S-LCA, valutando gli aspetti sociali e socio-economici dei prodotti, si avvale principalmente di dati ed indicatori qualitativi, che, nella fase di LCIA, non consentono un immediato collegamento dei risultati all’UF (UNEP/SETAC, 2009). Dalla rassegna svolta, infatti, è emersa una non trascurabile presenza di casi-studio nei quali l’UF non è stata identificata e tanto meno discussa (24,72%), mentre per i restanti casi-studio (75,28%) l’UF è stata trattata, come mostrato nella Figura 6. In base a questi ultimi, sono state estrapolate le differenti tipologie di UF secondo i settori analizzati nei casi-studio (Figura 7). La Figura 7 mostra per ciascuna tipologia di UF la composizione in termini di settore economico analizzato nel caso-studio. L’UF maggiormente ricorrente nei casi-studio di S-LCA fa riferimento alla massa, seguita dall’unità di prodotto. Infatti, la scelta della massa come unità di misura è prevalente nei casi-studio analizzati ed è utilizzata in differenti settori economici (ad es.: alimentare, riciclaggio, fertilizzanti, energia ecc.). L’unità di prodotto, invece, è ricorrente in settori come quello elettronico, dell’abbigliamento e automobilistico, dove l’oggetto dell’analisi è riconducibile al prodotto stesso. La Figura 7, inoltre, permette di rilevare come il settore maggiormente ricorrente nei casi-studio sia quello alimentare, seguito dalla bioenergia. In quest’ultimo caso, la grandezza scelta per definire l’UF è maggiormente eterogenea, in quanto riconducibile all’area, alla massa e al volume.

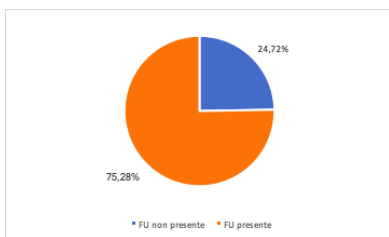


Figura 6: Distribuzione della identificazione della FU negli articoli

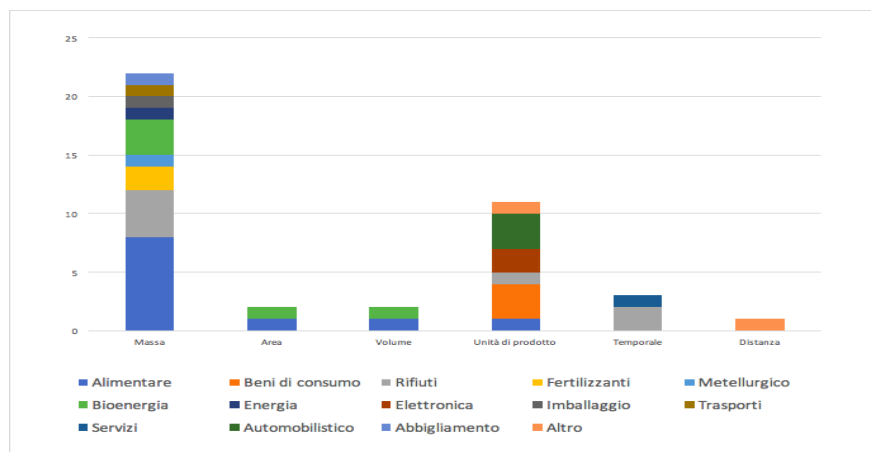


Figura 7: Distribuzione per categoria UF e settore di riferimento nell’S-LCA

## 3. Discussione

Dall’analisi effettuata, sia nel campo dell’LCA, sia in quello dell’S-LCA, è emerso come i settori economici ricorrenti nei casi-studio siano differenti tra le due metodologie. In tale prospettiva, un confronto delle differenti UF è possibile soltanto attraverso una comparazione tra i medesimi settori, limitandosi, per ovvie ragioni, a quelli che sono presenti in entrambi i casi. Ad esempio, per il settore agroalimentare, sia nell’LCA

che nell'S-LCA, è prevalente l'utilizzo dell'UF basata sulla massa (definita come "peso" in alcuni casi) (Figg. 5 e 7). La Tabella 1 mostra le grandezze prevalentemente utilizzate nel settore di applicazione di entrambe le metodologie. Come si può notare, per la metà di questi settori (agroalimentare, rifiuti e bioenergia) l'UF maggiormente ricorrente è la stessa (ovvero la massa), mentre soltanto in un caso sono presenti delle UF differenti. Inoltre, per il settore metallurgico e quello elettronico non è possibile effettuare il confronto poiché nella rassegna dell'LCA non è stato individuato alcun riferimento all'UF.

Per quanto riguarda invece la presenza di una definizione di UF per le due metodologie, nonostante si tratti di un aspetto importante per i singoli casi-studio di LCA, sembra non aver ricevuto lo stesso rilievo negli articoli di rassegna. Infatti, come descritto nel pgf. 2.1, solo il 68,47% delle rassegne hanno riportato la definizione dell'UF ripresa dai vari casi-studio analizzati. Tuttavia in riferimento all'S-LCA, anche se l'UF è identificata nel 75,28% dei casi-studio (pgf. 2.2), non viene definita ulteriormente rispetto alle linee guida UNEP/SETAC (2009). Alcuni autori, tra i quali Hosseinijou et al. (2014), Yıldız-Geyhan et al. (2017), Raffiani et al. (2018) asseriscono la difficoltà di collegare l'UF alla fase di LCIA, in quanto i dati nell'S-LCA sono prettamente qualitativi e semi-quantitativi e conseguentemente gli impatti sociali vengono valutati secondo il comportamento dell'azienda piuttosto che ai flussi di input ed output dei processi.

Tabella 1: Grandezze prevalentemente utilizzate nella definizione di UF per le due metodologie in base al settore di applicazione

Settori comuni	Unità Funzionale	
	LCA	S-LCA
agroalimentare	massa; valore nutrizionale; area	massa; area; volume; unità di prodotto
rifiuti	massa; volume; energia	massa; area; temporale
energia	energia; massa; volume	massa
bioenergia	massa; energia; area	massa; area; volume
elettronica	no UF <sup>3</sup>	unità di prodotto
metallurgico	no UF <sup>1</sup>	massa

#### 4. Conclusioni

Questo lavoro presenta una fase preliminare di indagine relativamente alla fase di definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione di uno studio di LCT. La definizione dell'UF è un aspetto importante della metodologia LCA ai fini della modellazione del sistema-prodotto da analizzare e pertanto rappresenta una prassi comune; diversamente, nell'S-LCA l'UF non sembra essere di facile identificazione. L'articolo ha analizzato, tramite una dettagliata rassegna bibliografica, come è stata definita l'UF nei casi di studio, sia di LCA che di S-LCA, in modo da individuarne i criteri di selezione. Dai risultati dello studio è emerso che, nei vari settori economici analizzati, l'UF può essere definita in modo analogo per entrambe le metodologie. Questa affermazione può quindi evidenziare che la selezione di una UF dipende in larga parte dal prodotto analizzato piuttosto che dall'orientamento dell'analisi (ambientale oppure sociale). In aggiunta, i risultati hanno mostrato una prevalenza dell'utilizzo della massa come UF in entrambe le metodologie. Considerato che l'UF dovrebbe riguardare la funzione e quindi includere gli aspetti funzionali, la prevalenza della massa è criticabile e può essere giustificata ad esempio dal fatto che si tratti di una delle grandezze più semplici da applicare oppure risenta dell'influenza della scelta del flusso di riferimento. Questo aspetto dovrebbe essere studiato ampiamente, anche in vista di differenze tra un'analisi *stand-alone* oppure comparativa. Infatti, in quest'ultima, la selezione di una UF può influenzare i risultati e quindi, la selezione di una UF "semplice" non è sempre adeguata. Inoltre, con l'intento di realizzare una valutazione di sostenibilità (Life Cycle Sustainability Assessment) è necessario combinare i risultati di S-LCA e LCA ed identificare un'unica UF. In questa prospettiva, ulteriori sviluppi di questo lavoro potranno includere nell'analisi i risultati dei vari casi-studio (dalla LCIA) rispetto all'UF utilizzata. In tal modo si potrà identificare la modalità con la quale i

<sup>3</sup> Le rassegne di LCA analizzate nella rassegna bibliografica non argomentano la modalità di definizione dell'UF per questi settori.

risultati, in entrambi le metodologie, siano influenzati dalla scelta dell'UF. Di conseguenza, sarà possibile acquisire un quadro completo sulle dinamiche di definizione ed applicazione dell'UF nei casi studio di LCT.

## 5. Bibliografia

Agyekum E.O., Fortuin K.P.J., van der Harst E., 2016. Environmental and social life cycle assessment of bamboo bicycle frames made in Ghana. *J Clean Prod*, 143(2017), pagg. 1069-1080.

Arzoumanidis I., Raggi A., Petti L., 2017. Environmental Assessment of Beekeeping Products and Services - A Life Cycle Assessment Case Study including Honey and Pollination. Proceedings of the 10th Congress of the Hellenic Society of Agricultural Engineers, 28-29 settembre, Atene, Grecia, pagg. 426-435.

Bjørn A., Laurent A., Owsianiak M., Olsen S.I., 2018. LCA History. In: Hauschild M.Z., Rosenbaum R.K., Olsen S.I. (a cura di), *Life Cycle Assessment - Theory and Practice*. Springer, Cham, pagg. 17-41.

D'Eusanio M., Zamagni A., Petti L., 2017. La Social Life Cycle Assessment a supporto del Supply Chain Management. Atti del XI Convegno della Rete Italiana LCA, Resource Efficiency e Sustainable Development Goals: il ruolo del Life Cycle Thinking, 22-23 giugno, Siena, pagg. 279-287.

Dreyer L., Hauschild M., Schierbeck J., 2006. A framework for social life cycle impact assessment. *Int J Life Cycle Assess* 11(2), pagg. 88-97.

Finkbeiner M., Schau E.M., Lehmann A., Traverso M., 2010. Towards life cycle sustainability assessment. *Sustainability* 2, pagg. 3309-3322.

Hosseiniyou S.A., Mansour S., Shirazi M.A. 2014 Social life cycle assessment for material selection: a case study of building materials. *Int J Life Cycle Assess* 19(3), pagg. 620-645.

Kloepffer W., 2008. Life cycle sustainability assessment of products. *Int J Life Cycle Assess* 13(2), pagg. 89-95.

Macombe C., Feschet P., Garrabé M., Loeillet D., 2011. 2nd international seminar in social life cycle assessment—recent developments in assessing the social impacts of product life cycles. *Int J Life Cycle Assess* 16(9), pagg. 940-943.

Parent J., Cucuzzella C., Revéret J., 2013. Revisiting the role of LCA and SLCA in the transition towards sustainable production and consumption. *Int J Life Cycle Assess* 18(9), pagg. 1642-1652.

Rafiaani P., Kuppens T., Van Deal M., Azadi H., Lebailly P., Van Passel S. 2018. Social sustainability assessments in the biobased economy: towards a systemic approach. *Renew Sust Energ Rev*, 82(2), pagg.1839-1853.

Raggi A., 2017. Obiettivi e campo di applicazione. In: Cellura M., (a cura di), *Life Cycle Assessment applicata all'edificio - Metodologia e casi di studio sul sistema fabbricato-impianto*. Editoriale Delfino, Milano, pagg. 39-52.

UNEP/SETAC, 2009. Guidelines for social life cycle assessment of products. Life-Cycle Initiative, United Nations Environment Programme and Society for Environmental Toxicology and Chemistry, Parigi, Francia.

UNI 14040, 2006. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento. Norma UNI EN ISO 14040; Milano: Ente Italiano di Normazione.

Weidema B., Wenzel H., Petersen C., Hansen K., 2004. The product, functional unit and reference flows in LCA. *Miljøstyrelsen, København, Environmental News* 70.

Yıldız-Geyhan E., Altun-Çiftçioğlu G.A., Neşet Kadirgan M.A. 2017. Social life cycle assessment of different packaging waste collection system. *Resour Conserv Recucl* (124), pagg. 1-12.

Zamagni A., Buttol P., Amerighi O., Felici B., Buonamici R., Masoni P., 2011. Definition of social indicators: a case study of an innovative technology. 17th SETAC Europe LCA Case study symposium, 28 febbraio - 1 marzo. Budapest, Ungheria.



# Environmental impacts of a charging station for electric bicycle using Life Cycle Assessment

Mondello G.<sup>1</sup>, Salomone R.<sup>2</sup>, Giuttari L.<sup>2</sup>, Saija G.<sup>2</sup>, Ioppolo G.<sup>2</sup>, Lanuzza F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Roma Tre, Department of Business Studies, Via Silvio D'Amico n. 77, 00145 Rome, Italy. [giovanni.mondello@uniroma3.it](mailto:giovanni.mondello@uniroma3.it)

<sup>2</sup>University of Messina, Department of Economics, P.zza Pugliatti n.1, 98122 Messina, Italy. [roberta.salomne@unime.it](mailto:roberta.salomne@unime.it); [lauragiuttari@hotmail.it](mailto:lauragiuttari@hotmail.it); [giuseppe.saija@unime.it](mailto:giuseppe.saija@unime.it); [giuseppe.ioppolo@unime.it](mailto:giuseppe.ioppolo@unime.it); [francesco.lanuzza@unime.it](mailto:francesco.lanuzza@unime.it)

## Abstract

The transport sector is one of the most important contributor to the global greenhouse gas (GHG) emissions and to the total world energy consumption. The highest environmental impacts connected to this sector are mainly due to the passenger cars which contribute for 44.5% to the total GHG emissions. Many research have been focused on the evaluation of the environmental impacts related to alternative solutions, such as the utilisation of electrical vehicles. Despite this, few information connected to the assessment of electric bicycles and, in particular, of the charging infrastructures are available. This study represents an integration of a previous analysis already performed and aims, on the one hand, to the evaluation of the environmental profile of a real case of stand-alone (wind and solar power unit) charging station manufactured in Italy, and installed in Germany (Scenario 1), on the other, to the assessment of the same charging station by assuming its hypothetical installation in Italy (Scenario 2). The comparison between both the investigated systems is also performed. The analysis is carried out through the application of the Life Cycle Assessment method. The functional unit is one charging station used for a lifetime of 15 years. System boundaries are defined following a cradle-to-grave approach and includes four main phases: 1) production phase, 2) installation phase, 3), and 4) end of life phase. The results show that the highest potential environmental impacts related to both the scenarios are due to the production phase, and in particular to the production of the electric bicycles followed by the production of the charging station' electronic components. The comparison between the two scenarios allows understanding that the amount of electricity produced by the stand-alone system can play an important role in mitigating the potential environmental impacts.

## 1. Introduction

The transport sector is the basis of many economic and social activities, allowing the moving of people and goods. Despite this, the transport sector is responsible of high environmental impacts, causing 7 Gt CO<sub>2</sub> equivalent (eq) which represents 14% of the global greenhouse gas (GHG) emissions, and contributing for 25% to the total world energy consumption (Sims et al., 2014; EIA, 2016). In particular, the main environmental impacts are related to the passenger cars that contributes for 44.5% to the total GHG emissions (EEA, 2017). In this context, the European Commission proposed a roadmap in order to achieve a competitive transport system by reducing the GHG emissions for about 60% by 2050. Furthermore, one of the roadmap's objectives aims to move from conventional to electric vehicles (EVs) and bicycles (EC, 2011). The transition from a conventional car to an e-bicycle would allow a reduction in terms of petrol use, energy consumption and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), respectively for, 396 litres, 3,140 kWh and 748 kg per year. However, the use of e-bicycle may be directly related to the local cycling safety condition (Pierce et al., 2013). This demonstrates that strategies for reducing the environmental impacts related to the transport sector, by considering more sustainable solutions, are required. In addition, the charging infrastructures that represent the indispensable equipment for operating the EVs need to be evaluated.

The Life Cycle Assessment (LCA) method has been widely adopted for assessing the potential environmental impacts of alternative transport' systems, focusing, for example, on the comparison between different vehicles, such as conventional or hybrid (e.g. Bicer and Dincer, 2017; Hawkins et al., 2013), on the evaluation of different stages in the life cycle of EVs (e.g. Faria et al., 2013; Helmers et al., 2017), or on the analysis of various types of batteries used to power EVs (e.g. Kim et al., 2016). Furthermore, many articles focused the attention on the assessment of the potential environmental impacts related to electric two-wheelers such as scooters (e-scooters) and bicycles (e-bicycles) (e.g. Li et al., 2014; Cherry et al., 2009;). Nevertheless, there are few data regarding the environmental performance connected to the life cycle of the charging infrastructures that represent the indispensable equipment for operating the EVs (Lucas et al., 2012). In particular, only two LCA studies have been carried out in order to analyse charging facilities for electric two-wheelers, focusing the attention on e-scooters (Mendoza et al., 2016) and e-bicycles (Mondello et al., 2017). The study performed by Mondello et al. (2017) aimed to the assessment of the Climate Change and Energy Use related to a real case of stand-alone (wind and solar power unit) charging station for e-bicycles, manufactured in Italy and installed in Germany.

The study here presented represents an integration of the study carried out by Mondello et al. (2017). In particular, the integration regards the assessment of the baseline case by considering different impact categories, the evaluation of the same charging station by assuming its hypothetical installation in Italy, as well as the comparison between both the systems.

## 2. Material and methods

The Life Cycle Assessment (LCA) method has been adopted for assessing the potential environmental impacts of the investigated charging station. LCA is a standardized tool that allows to analyse the potential environmental impacts of a product, process or service throughout its whole life cycle, from raw material extraction and processing, through manufacturing, transport, use, reuse, recycling and final disposal (Guinée, 2002). In accordance with the International Organization for Standardization (ISO), LCA consists of four iterative phases: goal and scope definition, inventory analysis, impact assessment and interpretation (ISO, 2006a; ISO, 2006b).

### 2.1 Goal and scope definition

The aim of this study is to assess the potential environmental impacts related to a stand-alone e-bicycle charging station manufactured in Italy. Firstly, the analysis concerns the assessment of the whole life cycle of the charging station installed and used in Germany (Scenario 1 – baseline case), which represents the real case. Secondly, the evaluation of a hypothetical installation in Italy (Scenario 2) is carried out. Lastly, a comparative analysis of both the scenarios is performed. The analysis of the Scenario 1 represents an integration of the study previously performed by Mondello et al. (2017) by assessing different impact category and allowing a higher level of detail. Instead, the analysis of Scenario 2 allows the evaluation of the system by considering different wind and solar conditions and thus, a different amount of electricity produced by the station to be used for charging the e-bicycles, as well as different transport distances from the manufacturing plant to the installation site.

The information regarding the main characteristic of the charging station were obtained by Mondello et al. (2017). The charging station is characterised by eight designated positions for charging the e-bicycles' battery. The station is equipped with a stand-alone system (two wind-solar energy modular systems) adopted for producing the electricity that is stored in four gel lead-acid batteries connected in series (6.96 kW, maximum energy stored). The two wind-solar systems are respectively composed with one photovoltaic (PV) module (240 Wp, maximum power output) and three low profile vertical axis wind turbines (500 W, maximum power output). The structure is also geared with a system connected to the conventional electricity grid, which allows providing or receiving electricity when there is a deficit or surplus of wind and solar conditions.

In order to better appreciate the environmental performance of the charging station, the life cycle of eight e-bicycles is also included in the analysis and a lifetime of 15 year is considered. Therefore, the functional unit (FU) is one charging station used for a lifetime of 15 years. This FU has been selected in order to assess the environmental impacts related to the whole life cycle of the charging station, in Scenario 1 and 2, as well as to evaluate the service offered to charge eight e-bicycles.

System boundaries follows a cradle-to-grave approach and include four main phases:

- 1) production phase: in which the materials and energy sources required for the charging station and e-bicycles manufacturing processes are considered;
- 2) installation phase: that includes the transportation of the charging station from the manufacturing plant to the installation site, and the disposal of the packaging materials;
- 3) use and maintenance phase: in which the use of the charging station and the e-bicycles (production and consumption of electricity), as well as the substitution and disposal of the components for both charging station and e-bicycles (e.g. batteries, plastic components, electronic components, etc.) are included;
- 4) end of life (EoL) phase, in which the disposal of the charging station and of the e-bicycles is considered.

Because of the lack of data and information, some processes are omitted from the analysis, such as, the final manufacturing process related to the materials (e.g. steel, aluminium, galvanized steel, etc.) used in the charging station production phase, as well as the manufacturing processes for the wind turbines and the billboards for which only the raw materials production are included in the analysis. In addition, a “cut-off” approach is applied for the recycling processes during the use/maintenance and end of life phases. The “cut-off” approach refers to the fact that *“the first life (virgin product) and the second life (recycled product) are considered separate systems and the post-consumer waste from the first life does not bear any environmental burden when it is used as the feedstock in the second life”* (Shen et al., 2010). This means that the environmental impact of the recycling process is entirely allocated to the last recycled product (the second life system) while, in the first life system, the recycling activity is considered free of environmental impact.

Furthermore, the analysis is carried out by considering some assumption, which are the same considered by Mondello et al. (2017). In particular, in accordance with Yang et al. (2006) and Weinert et al. (2007), a lifetime of three years for the charging station batteries and of one year for the e-bicycle battery are respectively considered. During the use and maintenance of the charging station a lifetime of three years and 3% substitution rates for the electronic components and 100% substitution rates for the transformer and the fan, are considered, except for the light-emitting diode (LED) for which a lifetime of five years is assumed. Instead, concerning the use and maintenance of the e-bicycles, a lifetime of one year and 100% substitution rate for the rubber components, as well as a lifetime of three years and 3% substitution rate for the plastic and aluminium materials are also selected. Regarding the transportation activities, an average distance of 10 km is assumed for the transport of the materials to the recycling plant during the use/maintenance and the end of life phases. The energy consumption is estimated considering the amount of electricity required by eight e-bicycles (3.22 kWh per day) assuming one charge process per day. Finally, the surplus of electricity produced by the charging station that is not used for the e-bicycles charging activities is assumed to be distributed to the electricity grid system. This choice allows assessing the environmental benefits connected to the avoided production of the conventional electricity source from Germany (Scenario 1) and Italy (Scenario 2) to be substituted with the alternative electricity produced by the station.

## 2.2 Inventory analysis

Primary and secondary data were adopted in accordance with Mondello et al. (2017). Primary data are shown in Table 1 and have been collected through direct interviews and specific questionnaires. Instead, secondary data have been obtained by means of the international scientific literature, and were related to the production of the e-bicycles (Cherry et al., 2009) as well as the production of the batteries (Spanos et al., 2015; Weinert et al., 2007; Salomone et al., 2005).

**Table 1.** Primary data related to the production of one charging station.

<b>Component</b>	<b>Amount (kg/charging station)</b>
Steel	344.9
Aluminium	175.4
Stainless steel	4.4
Galvanized steel	80
Plastic <sup>1</sup>	39.8
Electronic components	41.9
PV modules	91.6
Wind turbines	76.4
Battery	167.7

<sup>1</sup>Polyvinylchloride (PVC), Polyamide (PA), Polyethylene(PE), Polycarbonate (PC).

The international scientific literature has also been adopted for estimating the amount of electricity produced by the wind-solar power generation system during the use of the charging station in Germany (Scenario 1) and in Italy (Scenario 2). Table 2 shows the amount of electricity produced by the charging station by considering its use in Germany (Scenario 1) and in Italy (Scenario 2). In particular, the Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) tool (EC, 2017) has been used for estimating the PV electricity generation, while the electricity produced from the low profile vertical axis wind turbines has been estimated by multiplying the maximum power output (1000 W) by the capacity factors related to the wind energy generation of Germany (22.7%) and Italy (19.2%) (IEA, 2016). Finally, international databases (Ecoinvent, 2007; ELCD, 2010) were used for including the inventory data related to the transport activities, the raw materials and the energy sources, as well as the disposal of the components during the use/maintenance and EoL phases.

**Table 2.** Amount of electricity produced and consumed during the use of the charging station for a lifetime of 15 years, in Scenario 1 (Germany) and Scenario 2 (Italy).

	<b>Scenario 1 (kWh)</b>	<b>Scenario 2 (kWh)</b>
PV modules	7,976.2	9,262.8
Wind Turbines	29,827.8	25,228.8
<i>Total (stand-alone system)</i>	37,804	34,491.6
Electricity consumed <sup>1</sup>	21,032.8	21,032.8
Surplus (↑) / Deficit (↓)	↑ 16,771.2	↑ 13,458.8

<sup>1</sup>Amount of electricity consumed for charging eight e-bicycles and for operating the LED system.

### 2.3 Impact assessment

SimaPro 8.0.2 software (PRè Consultant, 2010) was used to assess the potential environmental impacts related to both the analysed scenarios. The impact assessment has been carried out by applying the CML 2 Baseline 2000 method (CML, 2000), in which then different impact categories were contemplated: Abiotic depletion, Acidification, Eutrophication, GWP 100a, Ozone layer depletion (ODP), Human toxicity, Fresh water aquatic ecotoxicity, Marine aquatic ecotoxicity, Terrestrial ecotoxicity, Photochemical oxidation. The utilization of different impact categories would allow a detailed picture of the environmental performance of the systems under investigation.

### 3. Results and discussion

Table 3 shows the characterisation results related to Scenario 1 in which the charging station manufactured in Italy is installed and used in Germany. The results highlight that the highest environmental burdens are connected to the production phase (phase 1) in all the impact categories except for photochemical oxidation in which the main impact is due to the use and maintenance phase (phase 3). In particular, the contribution of the phase 1 ranges from 94.6% for abiotic depletion to 21.2% for photochemical oxidation. The highest impacts connected to this phase are mainly due to the production of the e-bicycles, and, in particular, to the electricity consumption. It is important to underscore that the data related to the e-bicycles production were obtained through the international scientific literature. Furthermore, higher environmental impacts related to phase 1 are also caused by the production of the electronic components for which data from databases were adopted. Instead, the materials used for producing the charging station cause lower impacts, contributing, for example, to the total global warming for about 11.6% (1,530 kg CO<sub>2</sub> eq per FU). Table 2 also underscores that the use and maintenance of the charging station (phase 3) allows environmental benefits in abiotic depletion, eutrophication and global warming, contributing to the reduction of the environmental impacts, respectively for -6.1%, -26.2% and -6.4%. This is mainly due to the replacement of the conventional electricity with the surplus of alternative electricity produced by the stand-alone system. Despite this, the substitution of the batteries used into the e-bicycles and the charging station during phase 3, for which a lifetime of one and three years was respectively assumed, causes the highest potential environmental impacts in photochemical oxidation category, contributing respectively for 69.3% and 31.9%. Regarding the installation phase (phase 2), in which the transport of the charging station from the manufacturing plant (in Italy) to the installation site (in Germany), were considered, the main impacts are associated to the ozone layer depletion (0.0002 kg CFC-11 eq per FU), followed by the global warming (1,420 kg CO<sub>2</sub> eq per FU) and the abiotic depletion (9.94 kg Sb eq per FU). Instead, the EoL phase (phase 4), and in particular the disposal of the charging station' batteries, shows the highest contribution in human toxicity and fresh water aquatic ecotoxicity.

**Table 3.** Characterisation results related to Scenario 1 (FU: one charging station used for a lifetime of 15 years).

Impact categories	Unit	Total	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Abiotic depletion	kg Sb eq	95.83	90.71	9.94	-5.87	1.05
Acidification	kg SO <sub>2</sub> eq	134.49	67.57	4.11	61.65	1.15
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> eq	39.01	47.73	1.16	-10.22	0.34
Global warming	kg CO <sub>2</sub> eq	13,125.62	12,233.44	1,442.41	-842.05	291.82
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	0.00098	0.00072	0.00021	3.51E-05	1.58E-05
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	19,649.04	12,564.63	398.29	5700.92	985.21
Fresh water aquatic ecotox	kg 1,4-DB eq	10,112.95	9397.89	180.71	118.13	416.22
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	21,700,059.75	20,249,821.59	352,355.45	856,475.27	241,407.44
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	75.49	46.95	3.49	23.02	2.04
Photochemical oxidation	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	26.29	5.58	0.18	20.49	0.05

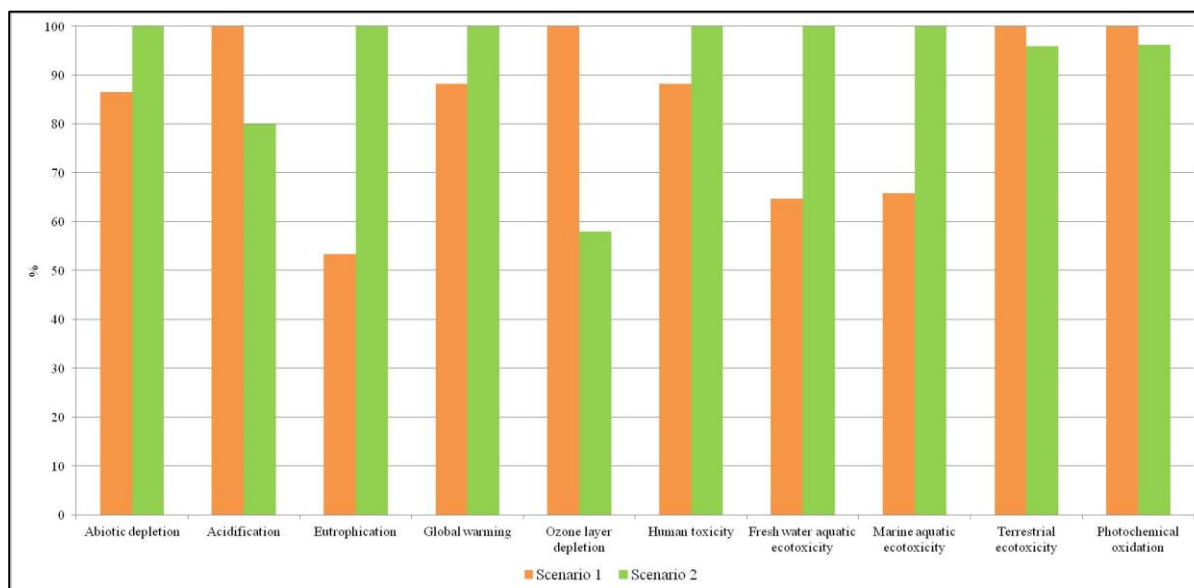
The results related to the Scenario 2, in which a hypothetical installation of the charging station in Italy were considered, are reported in table 4. The results underscore that the phase 1 (production) causes the main contribution to the environmental impacts in all the selected impact categories except for photochemical oxidation in which higher impacts are connected to the use and maintenance phase (phase 3). Considering lower distances for the transportation of the charging station to the installation site (in Italy), the phase 2 allows the lowest environmental impacts related to the whole investigated systems. Indeed, phase 2 causes a contribution to the impact lower than 0.3% in all the assessed impact categories. Regarding the use and

maintenance phase in which the wind and solar conditions were specifically related to Italy, the surplus of energy and the related avoided production of conventional electricity only allows environmental benefits in the ozone layer depletion impact category causing a reduction of the impact for -28.3%.

**Table 4.** Characterisation results related to Scenario 2 (FU: one charging station used for a lifetime of 15 years).

Impact categories	Unit	Total	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Abiotic depletion	kg Sb eq	110.85	90,71	0,07	19,02	1,05
Acidification	kg SO <sub>2</sub> eq	107.44	67,57	0,03	38,69	1,15
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	73.22	47,73	0,01	25,14	0,34
Global warming	kg CO <sub>2</sub> eq	14,880.86	12233,44	36,73	2318,88	291,82
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	0.00057	0,00072	1,49E-06	-0,00016	1,5819E-05
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	22,270.65	12564,63	16,90	8703,92	985,21
Fresh water aquatic ecotox	kg 1,4-DB eq	15,640.81	9397,89	32,97	5793,74	416,22
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	32,955,078.20	20,249,821.68	35,729.63	12,428,119.45	24,1407.45
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	72.41	46.95	0.03	23.40	2.04
Photochemical oxidation	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	25.27	5.58	0.0013	19.65	0.05

The comparison of both the analysed scenarios shows that Scenario 1, in which the baseline case is reported by considering the installation and use of the charging station in Germany, causes lower environmental impacts than Scenario 2 (installation and use in Italy) in all the impact categories, except for acidification, ozone layer depletion, terrestrial ecotoxicity and photochemical oxidation (Figure 1). This indicates that the assessment of both the systems is directly related to the impact categories investigated. The assumption related to the hypothetical installation and use of the charging station in Italy (Scenario 2) allows a reduction of the environmental impacts connected to phase 2, in particular due to the lowest distances covered for transporting the charging station from the production plant to the installation site. Despite this, Scenario 2 causes higher environmental impacts, than Scenario 1, in the use and maintenance phase (phase 3). This is because of the lower amount of conventional electricity substituted by the alternative electricity obtained through the stand-alone system, and, in particular, due to the lower amount of electricity produce by means of the wind turbines. Indeed, by considering the information obtained from the International Energy Agency Wind (2016) the capacity factors related to the wind energy generation of Italy is lower than Germany.



**Figure 1.** Comparison between Scenario 1 and Scenario 2 (FU: one charging station used for a lifetime of 15 years).

The study here presented allowed to assess two different scenarios in which the whole life cycle of a charging station was evaluated by considering on the one hand its installation and use in Germany (Scenario 1), on the other, its installation and use in Italy. Because of the production of the e-bicycles as well as the amount of electricity produced through the stand-alone system, for which secondary data were adopted, play an important role in the evaluation of the systems, further future analysis will be focused on the collection of different inventory data in order to better appreciate how the final results can change in relation to the kind of data adopted for carrying out the analysis.

#### 4. References

- Bicer, Y and Dincer, I, 2017. Comparative life cycle assessment of hydrogen, methanol and electric vehicles from well to wheel. *Int. J. Hydrogen Energ.* 42, 3767-3777.
- Cherry, CR, Weinert, JX, Xinmiao, Y, 2009. Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transport. Res. D.* 14, 281-290.
- CML, 2000. CML 2 baseline, 2000. Centre of Environmental Science, Leiden University, NL.
- EC, 2011. White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. European Commission.
- EC, 2017. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) tool. European Commission – Joint Research Centre (JRC). Available at <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>.
- Ecoinvent, 2007. Ecoinvent Data v2.0 Final Reports Ecoinvent. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland.
- EEA, 2017. Greenhouse gas emissions from transport. European Environmental Agency.
- EIA, 2016. International Energy Outlook, with projections to 2040. U.S. Energy Information Administration Office of Energy Analysis U.S. Department of Energy Washington, DC.
- Faria, R, Marques, P, Moura, P, Freire, F, Delgado, J, de Almeida, AT, 2013. Impact of the electricity mix and use profile in the life-cycle assessment of electric vehicles. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 24, 271-287.
- Guinee, JB, 2002. Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. *Int. J. Life Cycle Assess.* 7(5), 311-313.
- Hawkins, TR, Singh, B, Majeau-Bettez, G, Strømman, AH, 2013. Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *J. Ind. Ecol.* 17(1), 53-64.
- Helmerts, E, Dietz, J, Hartard, S, 2017. Electric car life cycle assessment based on real-world mileage and the electric conversion scenario. *Int. J. of Life Cycle Assess.* 22(1), 15-30.
- IEA, 2016. International Energy Agency Wind 2015 annual report Executive Committee of the Implementing Agreement for Co-operation in the Research, Development, and Deployment of Wind Energy Systems of the International Energy Agency.
- ISO, 2006a. ISO 14040:2006(E). Environmental Management and Life Cycle Assessment - Principles and Framework.
- ISO, 2006b ISO 14044:2006(E). Environmental Management and Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines.
- Kim, H.C, Wallington, TJ, Arsenault, R, Bae, C, Ahn, S, Lee, J, 2016. Cradle-to-Gate Emissions from a Commercial Electric Vehicle Li-Ion Battery: A Comparative Analysis. *Environ. Sci. Technol.* 50(14), 7715-7722.
- Li, TZ, Qian, F, Su, C, 2014. Energy consumption and emission of pollutants from electric bicycles. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 505, pp. 327-333). Trans Tech Publications.
- Lucas, A, Silva, CA, Neto, RC, 2012. Life cycle analysis of energy supply infrastructure for conventional and electric vehicles. *Energ. Policy* 41, 537-547.
- Mendoza, JMF, Josa, A, Rieradevall, J, Gabarrell, X, 2016. Environmental Impact of Public Charging Facilities for Electric Two-Wheelers. *J. Ind. Ecol.* 20(1), 54-66.
- Mondello G, Salomone R, Giuttari L, 2017. Life cycle assessment of a charging station for electric bicycles. Resource efficiency & sustainable development goals: il ruolo del life cycle thinking. XI Convegno della Rete Italiana LCA e VI Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA. 22-23 giugno 2017, Siena, Italia.
- Pierce, JT, Nash, AB, Clouter, CA, 2013. The in-use annual energy and carbon saving by switching from a car to an electric bicycle in an urban UK general medical practice: the implication for NHS commuters. *Environment, development and sustainability*, 15(6), 1645-1651.
- Pré Consultant, 2010. Simapro 8. Amersfoort, The Netherlands
- Salomone, R, Mondello, F, Lanuzza, F, Micali, G, 2005. An eco-balance of a recycling plant for spent lead-acid batteries. *Environ Manage.* 35(2), 206-219.
- Shen, L, Worrell, E, and Patel, MK, 2010. Open-loop recycling: A LCA case study of PET bottle-to-fibre recycling. *Resour. Conserve. Recy.* 55(1), 34-52.
- Sims R, Schaeffer, R, Creutzig, F, Cruz-Núñez, X, D'Agosto, M, Dimitriu, D, Figueroa Meza, MJ, Fulton, L, Kobayashi, S, Lah O, , McKinnon, A, Newman, P, Ouyang, M, Schauer, JJ, Sperling, D, Tiwari, G, 2014. Transport. In: *Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- Spanos, C, Turney, DE, Fthenakis, V, 2015. Life-cycle analysis of flow-assisted nickel zinc-, manganese dioxide-, and valve-regulated lead-acid batteries designed for demand-charge reduction. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 43, 478-494.

## Le opportunità dell'economia circolare: il recupero degli scarti di lavorazione degli agrumi.

Masotti P.<sup>1</sup>, Tilola C.<sup>1</sup>, Campisi B.<sup>2</sup>, Bogoni P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Economia e Management, via Inama 5, 38122 Trento.

E-mail: [paola.masotti@unitn.it](mailto:paola.masotti@unitn.it)

<sup>2</sup> Università degli Studi di Trieste, DEAMS- Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti", via Valerio 6, 34127 Trieste.

E-mail: [barbara.campisi@units.it](mailto:barbara.campisi@units.it) [paolo.bogoni@deams.units.it](mailto:paolo.bogoni@deams.units.it)

### Abstract

The need to overcome the traditional linear economic model, summarised in the "take-make-dispose" formula, and to adopt a circular model in which the production of waste is substituted by goods that are included in the economic cycle, is by now universally recognized by different sectors such as production and finance, as well as by policy makers.

This study aims at showing how the crisis of the linear model is pushing the exploitation of natural resources to the limit and how the circular economy can answer the need to reverse this trend, by reducing consumption and avoiding the use of virgin materials. This would allow the regeneration of earthly resources which will remain available for future generations.

At the same time, the attempt to apply the concepts of circular economy to some production sectors has pointed out the problems this approach implies, for instance those related to geographical dispersion, as well as to the materials' complexity and proliferation. However, difficulties are not solely related to technical and organization matters: legislative and financial matters are also playing a strategic role in the success of those enterprises which are willing to develop a project of circular economy. This study, focusing on the case study of a start-up called Orange Fiber, based in Catania but with operational premises in Trentino Region, is not limited to the analysis of the innovative process of producing yarns and textiles from the so-called *pastazzo*, which is the citrus fruits' processing waste. It focuses also on the search of other motivations contributing to the success of two young entrepreneurs from Sicily. The result is an overall situation in which, together with Schumpeter innovation, the local context plays a similar significant role, in particular with regards to the contribution of *Business Angels* and the European Fund of Regional Development in Trentino Region, which demonstrates the importance of the policy makers' role in identifying and supporting innovative ideas.

### L'Economia Circolare

Durante tutta la sua storia, l'economia industriale non si è mai scostata da quel modello iniziale che ha avviato l'industrializzazione: un modello lineare di consumo delle risorse "prendi-usa-getta" (*take-make-dispose*) (EMF, 2013). Le società raccolgono ed estrarono materiali, li utilizzano per la fabbricazione dei prodotti che dopo essere stati venduti ai consumatori vengono gettati da questi ultimi quando non sono più necessari. Inoltre, la massima efficienza economica raggiunta dalla Rivoluzione Industriale si è realizzata con l'utilizzo intensivo delle risorse (specialmente energetiche) a fronte di una riduzione del fattore lavoro e dei suoi costi. Questo è ciò che succede da più di un secolo e quasi nulla è cambiato. Tale modello di produzione lineare comporta, inevitabilmente, una perdita di risorse che si manifesta in diversi modi:

- Scarti durante la catena di produzione. Nella produzione di beni, volumi significativi di materiali sono comunemente persi. L'Istituto Europeo per la Ricerca Sostenibile (SERI), stima che, ogni anno, nei processi industriali più di 21 miliardi di tonnellate di materiali consumati non siano fisicamente incorporati nei prodotti stessi, si tratta di materiali che non entreranno mai nel sistema economico (come scarti di legname, materiali superflui derivanti dagli scavi minerari) (EMF, 2013);
- Rifiuti da prodotti a fine vita. Per la maggior parte dei materiali il tasso di raccolta al termine della prima vita è abbastanza basso rispetto al tasso di entrata nel processo produttivo. In termini di volume, circa 65 miliardi di tonnellate di materie prime sono entrate nel sistema economico nel 2010 e ci si aspetta che crescano a 82 miliardi di tonnellate nel 2020. In Europa, sono stati generati 2,5 miliardi di tonnellate di rifiuti nel 2014, ma solo il 55% è stato riutilizzato, riciclato o compostato (Eurostat, 2017). Con riferimento ai singoli flussi di rifiuto, emerge una netta considerazione: gli attuali tassi di

riciclaggio sono significativi solo per poche categorie di rifiuti, soprattutto quelli prodotti in grandi volumi ma in forme abbastanza omogenee.

- **Energia usata.** Nel sistema lineare, i prodotti a fine vita vengono mandati in discarica, ciò significa mandar persa l'energia residuale intrinseca. L'incenerimento o il riciclo recuperano solamente una parte di questa energia, mentre spesso il riuso sarebbe più vantaggioso. Inoltre l'energia utilizzata è spesso eccessiva, come lo è la prevalente dipendenza dai combustibili fossili, che non possono essere rimpiazzati entro un ragionevole lasso temporale e che comportano emissioni di gas effetto serra.

- **Erosione dei servizi ecosistemici.** Cioè quei benefici derivanti dagli ecosistemi, che sostengono e migliorano il benessere umano, come le foreste (che assorbono diossido di carbonio, emettono ossigeno, regolano le falde acquifere, arricchiscono il suolo di carbonio e molti altri benefici). L'umanità consuma più di quanto gli ecosistemi terrestri possono produrre. Non si sta semplicemente vivendo oltre la produttività della Terra ma si sta distruggendo il capitale naturale.

Oltre alla perdita di risorse, che implica una progressiva scarsità delle risorse stesse, il modello di economia lineare è responsabile del cambiamento climatico e del degrado ambientale (Lacy et al., 2016).

Per far fronte a questi problemi già nel 1972 la comunità internazionale organizzò a Stoccolma la prima grande Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano avviando l'epoca della gestione sovranazionale e transfrontaliera dei problemi ambientali e avviando così il grande dibattito sulla sostenibilità dei modelli di sviluppo socioeconomico. A questa conferenza sono succeduti molti altri incontri internazionali (conferenze ONU di Stoccolma del 1987, di Rio de Janeiro del 1992, Kyoto del 1997, di Johannesburg del 2002 e di Rio de Janeiro del 2012 solo per citare le conferenze delle Nazioni Unite) in cui si è riconosciuta la necessità di intervenire per limitare gli impatti ambientali e sociali dello sviluppo economico attuale ma in cui si sono scontrati, e hanno prevalso, interessi nazionali che hanno limitato, o addirittura vanificato, la possibilità di agire a livello internazionale, basti pensare alle difficoltà incontrate nell'implementazione del protocollo di Kyoto per ridurre le emissioni di gas serra.

Nel complesso, in questi decenni il mondo produttivo ha proposto come intervento accettabile per rispondere ai problemi ambientali e di disponibilità di risorse due strategie: l'eco-efficienza dei processi di produzione e il disaccoppiamento (*decoupling*) tra input di materiali e energia, e risultato economico dell'impresa; significa, cioè, essere più efficienti lungo tutta la filiera del prodotto. Questo approccio ai problemi implica che l'economia possa continuare a espandersi senza scontrarsi con limiti ecologici o esaurire le risorse a disposizione (Jackson T., 2011). Le industrie di tutto il mondo considerano l'eco-efficienza la strategia del cambiamento per eccellenza, tuttavia la riduzione di input e output ambientali non impedisce il degrado e la distruzione, ma si limita solo a rallentarli e posticiparli. Pertanto, da sola, non rappresenta una strategia di successo nel lungo periodo perché non affronta i problemi in modo strutturale, operando all'interno dello stesso sistema che li ha causati. L'eco-efficienza funziona solo se è in grado di rendere il vecchio sistema un po' meno distruttivo (McDonough, W. and Braungart, M., 2003).

Da qui nasce l'esigenza di individuare un modello economico che risponda ai problemi in modo completamente diverso, un modello che sia eco-efficace, capace cioè di ripensare le modalità di utilizzo e di recupero dei prodotti, dei componenti e dei fattori produttivi intrinseci quali energia, lavoro ed elementi preziosi, a partire dall'ideazione e dalla progettazione dei beni.

Da alcuni anni tale modello innovativo è stato individuato nei principi dell'economia circolare. Teorizzata e formalizzata dalla Ellen McArthur Foundation (EMF, 2013) l'economia circolare si rifà a diverse scuole di pensiero e propone un sistema industriale rigenerativo basato sul recupero e la rigenerazione dei prodotti e dei materiali e su nuovi modelli di business. Va oltre, dunque, le fasi di produzione e consumo per includere la sostituzione di combustibili fossili con fonti rinnovabili di energia, l'eliminazione di sostanze chimiche tossiche e l'eliminazione, in generale, dei rifiuti sia dal punto di vista fisico sia dal punto di vista concettuale. Inoltre identifica una netta distinzione tra consumo e uso dei materiali sostenendo la necessità di un modello di business di "servizio funzionale" (Stahel, 2010), in cui produttori o dettaglianti mantengono la proprietà dei beni e, quando possibile, agiscono come fornitori di servizi, vendendo l'uso del prodotto e sviluppando, al contempo, un sistema di ritiro efficace ed efficiente. Tale approccio ha implicazioni indirette sui modelli di produzione che forniscono prodotti più durevoli e modulari che possono, di conseguenza, essere facilmente disassemblati e riparati (Mendoza et al., 2017). L'economia circolare può quindi essere vista come un sistema economico che sostituisce il concetto di fine vita dei prodotti attraverso la riduzione, il riuso, il riciclo e il recupero dei materiali nei processi di produzione, di distribuzione e di consumo (Kirchherr J. et al., 2017).

Il passaggio da un'economia basata sul modello lineare ad una circolare è una sfida non solo per il sistema imprenditoriale, ma anche per coloro che lo governano e finanziano. In questa fase, i decisori pubblici



ricoprono un ruolo importante regolamentando la transizione ed eliminando gli ostacoli alla scalabilità delle imprese. Ci sono due strategie per le decisioni politiche che possono accelerarne l'adozione: la prima è quella di concentrarsi sui fallimenti del mercato e legislativi e porvi rimedio; la seconda è di stimolare le attività sul mercato, ad esempio fissando standard ambientali, cambiando la politica degli appalti pubblici, creando piattaforme collaborative e fornendo supporto tecnico e finanziario alle imprese (EMF, 2015). L'esempio principe è rappresentato dalla legislazione sui rifiuti: attualmente ci si scontra con notevoli, sia come quantità che come complessità, barriere legali che limitano o aggravano l'utilizzo dei rifiuti come input produttivi e in tal modo ostacolano lo sviluppo dell'economia circolare. Le politiche, approvate primariamente a livello di governo nazionale andrebbero largamente applicate dai governi municipali e regionali a stretto contatto con le realtà imprenditoriali locali.

Sul piano finanziario si riscontrano problemi legati alla valutazione del rischio delle imprese che vogliono implementare un modello circolare sia nel caso di *start-ups* sia nel caso di piccole e medie imprese. Il problema principale è legato al rischio associato alla transizione: la mancanza di conoscenza ed esperienza del modello circolare induce gli istituti finanziari a considerare le nuove imprese non sufficientemente affidabili, dimostrando di non essere ancora pronti ad adottare una visione di lungo periodo, come richiede il modello circolare. Ad esempio, dal momento che la vendita di un prodotto durevole viene sostituita con l'offerta del servizio di uso, il consumatore non paga il prezzo al momento dell'acquisto, ma per tutta la vita del prodotto paga un canone, il produttore dilaziona nel tempo l'introito, e di conseguenza deve cercare strumenti, come il *factoring* e il finanziamento di filiera per risolvere il problema del prefinanziamento. È evidente l'influenza sul rapporto banca-impresa. I flussi di cassa e le tempistiche diventano più importanti rispetto al valore di base di un'attività; i contratti diventano cruciali per proteggersi da inconvenienti, così come il merito di credito dei clienti. Per quanto più delicato e rischioso possa essere in teoria il rapporto, ora ci sono prove che dimostrano che i clienti che operano nell'ottica della sostenibilità sono più innovativi, mostrano performance finanziarie migliori e ottengono migliori rating di credito (Hieminga, 2015). Nei business circolari, le implicazioni finanziarie possono essere molteplici, non c'è un unico modello di soluzione e richiedono un approccio finanziario integrato. Le banche dovrebbero agire come partner fidati delle nuove attività, e non come semplici finanziatori, adeguando le modalità di finanziamento in una prospettiva di collaborazione per sostenere la transizione al nuovo modello di business (Hieminga, 2015). Per verificare tutti gli aspetti sin qui considerati viene preso in esame il caso studio di una start-up catanese, Orange Fiber, con sede operativa in Trentino e un mercato di riferimento nazionale.

## **Il caso studio Orange Fiber**

DALL'IDEA AL PRODOTTO. Orange Fiber è un progetto nato per trasformare gli scarti degli agrumi - ovvero tutto quello che resta dopo il processo di spremitura - in un tessuto sostenibile.

L'idea di Adriana Santocito nasce durante la preparazione della sua tesi in Fashion Design e Materiali Innovativi all'AFOL Moda di Milano. Attraverso i suoi studi viene a conoscenza dell'importanza crescente, nel settore della moda, di disporre di tessuti sostenibili e innovativi. Al contempo, conosce la difficoltà, per alcuni produttori di agrumi della sua terra, la Sicilia, di collocare sul mercato tutta la produzione. Partendo da queste informazioni sviluppa l'idea di utilizzare gli agrumi per produrre un tessuto innovativo e dare secondo valore agli agrumi. Successivamente, prende in considerazione in modo specifico gli scarti della produzione nella filiera agrumicola, puntando l'attenzione sul pastazzo la cui gestione risulta essere particolarmente onerosa.

Il pastazzo è lo scarto umido che residua al termine della produzione industriale di succo di agrumi e rappresenta circa il 50% del peso della frutta processata, solo in Italia, il pastazzo residuo si stima in circa 1 milione di tonnellate all'anno, fino ad ora ha rappresentato un grosso problema per la filiera agrumicola a causa dei suoi elevati costi di smaltimento. Diverse strade sono state intraprese per riciclare tale scarto: utilizzo come fertilizzante, come mangime per animali, come additivo per l'alimentazione umana o come compost (Orange Fiber, 2015) ma nessuna di queste soluzioni tuttavia è in grado di assorbire l'ingente quantitativo prodotto annualmente. Solo nel 2013, con l'art. 41- quater del "decreto del fare" (DL 69/2013), poi convertito in legge (con legge 98/2013, pubblicata in G.U. n. 184 del 20 agosto 2013) è stata introdotta la "disciplina dell'utilizzo del pastazzo di agrumi", questo cambio di legislazione riclassifica il pastazzo da scarto a sottoprodotto agrumicolo; da problema a risorsa, il pastazzo è stato individuato come componente nella produzione di biogas, dando vita ad un circolo virtuoso di recupero degli scarti che, oltre a generare un ritorno economico, contribuisce a generare energia elettrica e termica rinnovabile.

Tuttavia Santocito ha visto l'opportunità di ricavare dal pastazzo qualcosa di nuovo che potesse accrescere il valore intrinseco del sottoprodotto: realizzare filati e tessuti con cellulosa ottenuta dal pastazzo.

Nel 2013, dallo studio di fattibilità condotto con il Politecnico di Milano si sviluppa il brevetto, che viene depositato in Italia ed esteso a PCT internazionale.

Nel 2014, a febbraio, viene costituita Orange Fiber con sede legale a Catania e sede operativa a Rovereto. A settembre dello stesso anno viene presentato il primo tessuto da agrumi composto da acetato da agrumi e seta in raso tinta unita e pizzo.

Nel 2015 è stato progettato ed avviato l'impianto pilota della portata di 1 tonnellata dal quale si parte per l'ottimizzazione del processo di produzione industriale. L'obiettivo era di essere sul mercato entro metà 2016, attraverso le collezioni di brand dell'alta moda italiana, che condividono i valori etici del prodotto. Gli abiti sono marchiati secondo la casa di moda, mentre il marchio Orange Fiber compare come produttore del tessuto.

**IL PROCESSO INDUSTRIALE.** Il processo industriale di estrazione della cellulosa dal pastazzo è stato messo a punto grazie alla collaborazione avviata con il Laboratorio di Chimica dei Materiali presso il Politecnico di Milano che ha svolto i test di fattibilità per ottenere cellulosa filabile per fini tessili e test sul filato preindustriali. Tale collaborazione è stata resa possibile grazie al coinvolgimento della professoressa Elena Vismara, insegnante dell'AFOL e del Politecnico.

Il processo di estrazione della cellulosa è basato su procedimenti di chimica verde, per cui il pastazzo una volta raccolto dai trasformatori agrumicoli, senza necessità di trattamenti preparatori, viene sottoposto all'azione di additivi per mezzo dei quali è possibile la separazione della cellulosa che alla fine del processo si presenta sotto forma di polvere. Il trattamento del pastazzo deve essere eseguito in un lasso di tempo molto breve, per scongiurare la marcitura, inoltre il residuo del processo di estrazione della cellulosa risulta più trattabile rispetto al pastazzo per la produzione di biogas. Gli additivi utilizzati sono recuperati e riutilizzati più volte per tale fase del processo (Arena E., 2016) e, a fine vita, sono smaltiti senza impatti ambientali. Il processo ha una resa di produzione che varia dal 10 al 20% rispetto al peso del pastazzo lavorato. La cellulosa così estratta viene sottoposta al processo di filatura, fase in cui è possibile intervenire per regolare lo spessore del filato ottenendo consistenze diverse. Il tessuto realizzabile con tale filato ha caratteristiche simili all'acetato per quanto riguarda resistenza ai lavaggi e agli strappi, mentre per la stampa e la sensazione al tatto sono più simili alle caratteristiche della seta (Arena E., 2016). Il filato può anche essere tramato con altri filati. La fase della filatura è gestita esternamente, tramite un'azienda spagnola, mentre la tessitura è gestita da partner comaschi, secondo le indicazioni del brand finale.

A conclusione della collaborazione con il politecnico di Milano è arrivato il brevetto per il processo di estrazione della cellulosa, per l'esclusiva titolarità a nome di Adriana Santocito.

**IL CONTESTO ECONOMICO E TERRITORIALE.** Trasformare un'idea in un progetto imprenditoriale non è semplice, e per un progetto industriale sperimentale le complessità non mancano. Probabilmente il più grande scoglio è sempre stato reperire i fondi sufficienti per mantenere in vita e far progredire il progetto. In questi anni le due fondatrici sono riuscite a superare questo scoglio con un mix di agevolazioni statali, capitale di rischio di *Business Angel* e il supporto ricevuto da acceleratori e incubatori.

In particolare, i primi prototipi di tessuti sono stati realizzati grazie all'ingresso in società di alcuni imprenditori siciliani e al finanziamento del bando *Seed Money* di Trentino Sviluppo (programma operativo FESR 2007-2013 della Provincia autonoma di Trento con il contributo del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale). A dicembre 2015, grazie al contributo del bando di finanziamento *Smart&Start* di Invitalia (Ministero Sviluppo Economico), sono riuscite a far nascere il primo impianto pilota per l'estrazione della cellulosa da agrumi atta alla filatura. Di recente, infine, grazie alla vittoria del *Global Change Award 2015* – l'iniziativa lanciata dall'organizzazione no-profit H&M Foundation nel 2015 con l'obiettivo di ricercare idee innovative capaci di chiudere il cerchio nell'industria della moda per salvaguardare il nostro pianeta – le due imprenditrici hanno potuto investire il *grant* (borsa di studio) ricevuto in ricerca e sviluppo e hanno beneficiato di una consulenza e accelerazione personalizzata offerta da Accenture e dal KTH Royal Institute of Technology di Stoccolma per far crescere e consolidare il progetto e l'azienda (Arena E., 2016).

In ultimo “abbiamo deciso di ricorrere al debito bancario grazie al rapporto consolidato con Unicredit e alla possibilità per start-up innovative di accedere al Fondo di Garanzia del ministero dello Sviluppo Economico. Ognuna di queste esperienze ci ha dato la possibilità di affinare la nostra idea d'impresa, confrontandoci con professionisti e creare una rete di supporto al progetto” (Arena E., 2016).

L'aspetto del finanziamento è centrale; nella fase iniziale si sono spese molte risorse in ricerca e sviluppo e nell'acquisto di materiali e componenti, nella progettazione e nella realizzazione degli impianti. Si tratta di investimenti che hanno movimentato ingenti quantitativi di denaro (nell'ordine di milioni di €). Orange Fiber ha avuto l'opportunità e la bravura di partecipare anche a bandi che però per la maggior parte delle volte si sono basati sulla rendicontazione, sistema che prevede l'anticipo delle spese che vengono rimborsate in una fase successiva. I bandi quindi non hanno risolto adeguatamente la necessità di risorse per finanziare il

progetto. A tal fine sono stati davvero determinanti i fonti elargiti dai *Business Angel* e quelli raccolti facendo ricorso alle banche (Arena E., 2016). Infine, va menzionato l'aspetto burocratico che ha rappresentato un problema bloccando, a volte, risorse finanziarie importanti: tetti e sovrapposizione di sovvenzioni hanno comportato il ridimensionamento dei fondi a disposizione, e crediti Iva di migliaia di decine di euro ha generato l'immobilizzazione di risorse che sarebbero state destinate ad altre ricerche e sviluppi, ritardando l'entrata sul mercato.

Oggi, Orange Fiber fa parte del portfolio del Fashion Tech Lab – FTL Ventures, il fondo internazionale di venture capital fondato dall'icona della moda, imprenditrice e fashion editor Miroslava Duma, per sviluppare le sinergie fra le nuove tecnologie e le innovazioni sostenibili e incentivare prodotti e brand che rispondano alle nuove esigenze della moda in un'ottica di sostenibilità ambientale e sociale. La stessa Miroslava Duma siede nell'*advisory board* dell'azienda.

## Discussione

Orange Fiber, il caso di studio preso in esame in questo lavoro, fornisce lo spunto per evidenziare alcune difficoltà comuni che incontrano le imprese, siano esse start-up o imprese già avviate, che decidano di cambiare il modello di *business* da lineare a circolare.

In primis va discusso il ruolo del supporto governativo in termini di sostegno attraverso, per esempio, una politica di tassazione efficace o programmi di finanziamento dedicati e alleggerimento dei passaggi burocratici, così come l'aggiornamento delle legislazioni in vari ambiti da quello dei rifiuti a quello della formazione che porta il legislatore a rincorrere i cambiamenti che si manifestano nella società piuttosto che stimolare e indirizzare tali cambiamenti. Allo stesso modo, la mancanza di un rigoroso quadro legislativo spesso influenza le PMI a pensare che l'integrazione di soluzioni verdi non sia necessario per le loro operazioni. Questo è rafforzato dal fatto che le PMI sono maggiormente influenzate dal legislatore e dalle autorità locali nelle decisioni di strategia ambientale, rispetto alle grandi *corporation*. In assenza di un efficace meccanismo costringente, gli investimenti e i miglioramenti in termini ambientali, all'interno delle PMI, sono sostenuti primariamente dall'impegno dei *managers* verso la sostenibilità.

Orange Fiber ha potuto realizzare il proprio prodotto grazie alla modifica, avvenuta nel 2013, nella classificazione degli scarti dell'industria agrumicola che ha sottratto in modo definitivo il pastazzo alla disciplina dei rifiuti. Inoltre la start-up catanese, dimostrata l'innovazione del prodotto e della sua realizzazione, ha ottenuto un prestito bancario garantito dal Fondo di Garanzia per le PMI del ministero dello sviluppo economico, programma che ha preso l'avvio nel 2012 (Legge 17 dicembre 2012, n. 221).

Di cruciale importanza risulta, inoltre, il reperimento dei fondi per realizzare le idee. L'accesso ai finanziamenti e alle fonti finanziarie è essenziale, ma più le imprese sono ridotte tanto più è complessa la ricerca e la valutazione delle differenti alternative a disposizione, come ad esempio la conoscenza dei programmi di supporto europei o delle sovvenzioni governative. Inoltre, quando una PMI o una start-up, specialmente se molto giovane e di dimensioni ridotte, si rivolge ad un istituto finanziario, le garanzie e i collaterali richiesti sono eccessivamente onerosi, e le banche spesso giudicano tali finanziamenti un rischio di business troppo elevato da assumere.

Orange Fiber ha dimostrato una elevata capacità di raccogliere finanziamenti di diverso tipo a partire dal contributo dei *Business Angels* e del bando *Seed Money* di Trentino Sviluppo che hanno permesso l'avvio dell'impresa e della realizzazione del prototipo per poi allargare la platea degli investitori man mano che il progetto scalava le fasi dall'ideazione all'avvio e alla crescita. Le imprenditrici, seppur con grande difficoltà, come da loro testimoniato, sono state capaci di intercettare le opportunità che si sono presentate e si sono impegnate con determinazione per far crescere la loro idea.

Infine, un aspetto importante da sottolineare riguardo al progetto Orange Fiber è la rete di contatti e collaborazioni che le imprenditrici catanesi sono state in grado di attivare, a partire dal livello locale, in Sicilia, dove sono stati coinvolti gli imprenditori per la fornitura della materia prima, per passare, successivamente, a collaborare con il laboratorio di ricerca del Politecnico di Milano per lo studio di fattibilità e la messa a punto del processo di estrazione della cellulosa e a ricercare i finanziatori –soprattutto i *Business Angels*, in fase di avvio del progetto fino al contatto con le maggiori industrie tessili del paese per la realizzazione dei tessuti. Attraverso questa capacità di *networking* le imprenditrici hanno dimostrato che, anche senza disporre di competenze tecniche e manageriali specifiche, è possibile dare vita a un progetto d'impresa innovativa che, nello specifico, ha trovato riscontro quasi immediato nel settore dell'alta moda. Un approccio fondamentale questo soprattutto per le start-up e le imprese che voglio implementare modelli imprenditoriali innovativi come quello dell'economia circolare.

## Conclusioni

L'implementazione dell'economia circolare richiede sforzi da parte di tutti i soggetti economici. Ognuno è chiamato a svolgere la propria parte: i Governi devono sviluppare la legislazione di supporto, definire in modo chiaro le linee d'azione, stimolare le attività delle imprese attraverso adeguati meccanismi di incentivo e di premiazione delle realtà più virtuose, e promuovere la consapevolezza dei valori circolari nella comunità; gli istituti finanziari sono chiamati a revisionare gli strumenti offerti alle imprese ed a bilanciare le proprie strutture patrimoniali per sostenere strategie di sviluppo aziendale di lungo periodo; le organizzazioni non governative, dal canto loro, hanno già avviato, e devono continuare ad ampliare, campagne di sensibilizzazione, sia per attirare l'attenzione sull'urgente e imminente problema ambientale, sia per avvicinare all'economia circolare, intesa quale rimedio per il reintegro del capitale naturale, in quest'ottica le attività imprenditoriali devono sviluppare una visione *cradle to cradle*. La progettazione è il momento essenziale, è in questa fase infatti che devono essere studiati i materiali e la modularità idonei per mantenere i nutrienti, tecnologici o biologici, in circolo; di conseguenza la produzione deve essere adattata e la logistica riorganizzata, bisogna programmare in simbiosi sia la distribuzione sia, nel verso opposto, il recupero dei componenti in modo da riportarli alla culla. Tutto il processo indiscutibilmente coinvolge più parti, per ottenere buoni risultati serve che la filosofia circolare sia condivisa. Si potrebbe quasi azzardare che il primo passo debba essere compiuto ancora prima che il prodotto arrivi in culla, al momento del *concepimento*. L'implementazione dell'economia circolare è una strategia d'impresa, è un modo nuovo di pensare al proprio business. Essere circolari è una questione di *vision*. È una scelta che, presa a livello di vertice, scende lungo la struttura plasmando l'intero organismo. Ciò che ancora manca, per far scattare la propagazione, è la diffusa conoscenza dell'incredibile valore intrinseco dei prodotti concepiti per vivere dalla culla alla culla.

## Bibliografia

- Arena E., 2016, Project manager di Orange Fiber, Comunicazione personale.
- EMF (Ellen MacArthur Foundation), 2013, *Towards the Circular Economy 1 - Economic and business ratio for an accelerated transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> (ultimo accesso dicembre 2017).
- EMF (Ellen MacArthur Foundation), 2015, *Delivering the circular economy - a toolkit for policymakers*.
- Eurostat, 2017, [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_management\\_indicators#Recycling](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_management_indicators#Recycling) (ultimo accesso dicembre 2017)
- Hieminga G., 2015, Rethinking finance in a circular economy. ING Economics Department <https://www.ingwb.com/themes/circular-economy-articles/circular-economy-challenges-financial-business-models> (ultimo accesso dicembre 2017)
- Jackson T., 2011- *Prosperità senza crescita Economia per il pianeta reale*, Edizioni Ambiente Milano.
- Kirchherr J., Reike D., Hekkert M., 2017, *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions* Resources, Conservation & Recycling 127, 221–232.
- Lacy P., Rutqvist J., Lamonica B., 2016, *Circular economy. Dallo spreco al valore*, Egea S.p.A. Milano
- McDonough, W., Braungart, M., 2003, *Dalla culla alla culla: come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo*. Torino: Blu: Filoderba.
- Mendoza J.M. F., Sharmina M., Gallego-Schmid A., Heyes G., Azapagic A., 2017, *Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework*. Journal of Industrial Ecology 21, 3, 526-544.
- Orange Fiber, 24 marzo 2015, *Pastazzo d'agrumi: da problema a risorsa*, dal sito web di Orange Fiber: <http://www.orangefiber.it/pastazzo-dagrumi-da-problema-a-risorsa/> (ultimo accesso dicembre 2017).
- Stahel W. R., 2010, *The Performance Economy*, Palgrave Macmillan, London, UK.
- UNEP, 2011, *International Resources Panel Recycling Rates of Materials - a status report*.

# APPLICATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS PRINCIPLES TO SICILIAN CITRUS CHAIN: A TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS IN A COMPOST PLANT

MATARAZZO AGATA - MARINELLI MARTINA- GAMBERA VANESSA –  
CAMUGLIA ALESSANDRO- ZERBO ANTONIO

University of Catania- Department Economics and Business- Corso Italia 55- 95129 - Catania  
(Italy); email: [amatara@unict.it](mailto:amatara@unict.it)

## Abstract

The bioeconomy is a new economic strategy that underlines environmental opportunities, through the concepts of the circular economy.

Industrial symbiosis, as part of the emerging field of industrial ecology, demands particular attention to the flow of materials and energy through local and regional economies. Industrial symbiosis engages traditionally separate industries in a collective approach to a competitive advantage involving physical exchange of materials, energy, water, and/or by-products. The expression “symbiosis” builds on the notion of biological symbiotic relationships in nature, in where at least two otherwise unrelated entities exchange materials, energy, or information in a mutually beneficial manner-the specific type of symbiosis known as mutualism. The development of the Circular Economy would be a more efficient solution for the improvement productivity of resource if it shifted its focus from recycling waste to adjusting industrial structure, developing new technology, and reforming industrial policy.

This paper aims to analyze the reuse of special waste, derived from the Sicilian citrus fruit production, in the zoo-technical sector.

The study deals with the mapping of sites that can receive such waste to transform it into animal feed so as to cause less environmental impact, as well as to produce higher quality of products from the livestock industry. The subject of the study is the company Coa s.r.l., whose production process generates special waste. The objective is to evaluate the existence and extent of any mutual benefit between the investigated company and the zoo-technical enterprises that will receive such waste.

**Keywords:** AGRO-FILTER- CIRCULAR ECONOMY -INDUSTRIAL SYMBIOSIS - LIVESTOCK INDUSTRY - SPECIAL WASTE –

## 1. Introduction

Management theories suggest that incorporating environmental practices into business operations can lead to sustainable competitive advantages and a more integrated business and environmental value creation (Ruan and Xu, 2011). In a market economy, attention is focused on the value of economic products, while the depletion of natural resources and the resultant accumulation of economic waste are typically ignored. (George D., 2015) Sustainability researchers argued that if one were to focus on final user needs or the service a user wants, rather than the product, it would become much easier to design need-fulfilment systems with radically lower impacts. (Tukker A.,2015) Over the last decade growing attention has been paid worldwide to the new concept and development model of the Circular Economy, CE, with the aim to provide a better alternative to the dominant economic development model, so called “take, make and dispose” (Ness D., 2008). The circular economy is seen as a new business model expected to lead to a more sustainable development and a more harmonious society (Feng and Yan,2007). The relationship between industry and environment is crucial for industrial business performance. (Lieder M. and Rashid A., 2016). The Circular economy represents a theoretical concept whose purpose is to create an industrial system thought to self-regenerate (Genovese A. et al., 2017). Industrial symbiosis is defined as “engaging traditionally separate industries in a collective approach to competitive advantage involving physical exchange of materials, energy, water, and/or by-products” (Ohnishia S., et al., 2017). This approach allows economic, environmental and social advantages to be achieved for the firms involved and for the entire community (Kim H. W., et al., 2017). Industrial symbiosis regards the relationship between two organisms which can be considered as a form of “biological barter”: one organism obtains at least one resource from the other organism, in return for at least one service provided. Such an exchange allows both the organisms benefit from symbiotic relationship because of their performance improvements (Fraccascia L. et al., 2017). Industrial symbiosis has been proposed as a strategy to encourage industrial eco-innovation to decouple

economic growth from resource consumption (Tseng M.-L. and Bui T.-D., 2017). In industrial ecosystems efficiency and optimization of resources energy, waste minimization enhancement of the products represent an important strategy in a perspective of circular economy, as part of the industrial symbiosis (Cellura M. and Cusenza M. A., 2014). One of the most important challenges that the circular economy has to face, which the European Union has also underlined, is the necessity of designing indicators that assess the level of efficiency in terms of reduction, reutilization, and recycling of waste generated in the linear economy model (Molina-Moreno V., et al., 2017). In Italy, a new law was introduced about the waste that comes from the citrus fruit production chain, it is not special waste but a food by-product (Law 98/ 2013). The agricultural sector plays a key role both in the production of food and feed, as well as in that of renewable energy (Cerruto E., et al., 2016). From a recent study, it emerged that citrus fruits are consumed by humans principally as fresh fruit or processed juice. The residues that remain after the juice is extracted from the fruit comprise peel, pulp and seeds (Todaroa M., et al., 2017). These components, either individually or in various combinations, are the source materials from which citrus by-product feedstuffs are produced. Such products are suitable energy sources for ruminant feed in many areas of the world because ruminants are able to ferment highly fibrous feeds in the rumen (Bampidis, V. A. and Robinson, P. H., 2006). An important benefit of citrus by-product feedstuffs is its relatively low cost. Reduction of feed costs, while maintaining high productivity, is a primary strategy to achieve economic efficiency in ruminant production (Bampidis V.A. and Robinson P.H., 2006). Fresh citrus pulp can meet some of the water requirements of ruminants, which can be important in areas characterised by hot, dry summers (Paya H., et al., 2015). Therefore, the resources are widely used as raw material for the livestock industry. In the past waste management was only dealt with in a waste disposal perspective, the objective pursued today is to try to reduce its quantity through recovery and recycling operations that enable it to be valued (Tamburino V. and Zema D. A., 2009). The purpose is to encourage research and development projects in the agricultural sector of the Eastern-Sicily production areas, to sustainable reuse of waste from industrial processing of citrus fruits. In Italy, the Law 98/ 2013, which contains some novelties about waste, in particular regarding “citrus pulp” as defined as the residue of the citrus processing process in order to allow its agricultural and zootechnical use as a by-product. Italian legislation makes a distinction between refuse and by-product. The former is defined as any substance or object which the firm has to discard, the latter as any substance or object generated by the production process, and whose primary purpose is not the production of that substance or object but that the firm can use them in a new production process. There are many uses of citrus pulp, for example as feedstuffs, fertilizers or as the basis for compost production for agronomic purposes and fuel for extracting bioethanol or biogas.

This paper will study the possibility of creating an industrial symbiosis network through the establishment of a consortium of manufacturing companies belonging to the Sicilian citrus fruit production chain.

The actors involved will be the citrus waste processing companies, which need to create trade agreements that allow producers to exploit the production waste, and transformation companies to employ these resources in another production process that mainly focuses on juice production.

Moreover, the ultimate aim will be to use the waste which has become citrus pulp to produce animal feed, thanks to an innovative processing plant. The benefits that an integrated, complex supply chain will have on the citrus and livestock chain will be analyzed.

## **2. Materials and methods**

The economic valorisation of citrus pulp resulting from the citrus processing process minimizes waste through the use of special waste disposal and extraction techniques for chemical compounds. Citrus pulp in fact is rich in acids, vitamins, water and other biologically valid substances such as flavonoids, enzymes and minerals, and in recent years it has been studied and analyzed. In order to use this resource, it is necessary to develop a new technological process that enables the production of a syrup by fermentation with special enzymes that allow the industrial production of feed for livestock industry.

The Association of Sicilian Municipalities in accordance with the Local Development Systems and thanks to the intervention of the Local Healthcare Company of the territory of Palagonia (Catania) has introduced the pilot project Scale-Up, which is responsible for implementing processes of innovation for the agri-food and zootechnical chains. It aims at stimulating eco-sustainable and eco-efficient productive poles ([www.distrettoagrumidiscilia.it](http://www.distrettoagrumidiscilia.it)).

The objectives of the project are:

- The definition of new EU-participative organizational models allowing for the recovery and optimization of the reuse of biomass waste production and the competitiveness of the regional production system;

- The realization of processes of transformation of biomass waste to demonstrate that citrus pulp production through process and product innovation can become a high added value resource for all the involved industries: citrus production, processing industries, types of livestock production and services connected;
- Obtaining certified applications for resources from the livestock chain in order to get quality certified meat products by means of the involvement of several Sicilian Pilot Farms, which, by monitoring the use of citrus pulp, will be able to demonstrate the healthy characteristics of the meat produced as being antibiotic-free. Therefore, this would be a worldwide innovation.

The project has four phases:

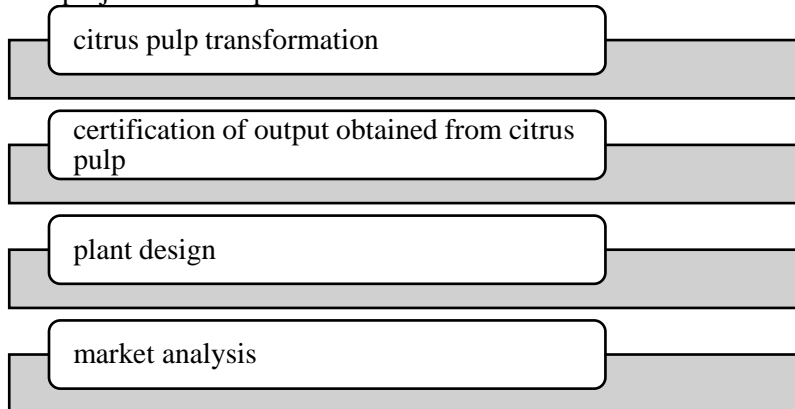


Fig. 1 Pilot project operational phases

The Pilot Project is used to implement industrial and product innovations at the industrial level, which enhance the agro-zootechnical regional production chain that is experiencing a deep crisis today.

### 3. Sicilian citrus supply chain

The entire Sicilian citrus supply chain is made up of the Sicilian Citrus Production District, born from the need deriving from the different sectors of Sicilian citrus farming to join together in a single district. Sicily is the largest citrus fruit region in Italy, boasts four excellent productions and is the leader in Italy for the cultivation of organic citrus. 42 thousand companies are involved with 84 thousand direct employees and 504 thousand in related industries, which deal with the collection, marketing, distribution and processing of Sicilian agricultural products [4]. The supply chain boasts historical traditions of great importance that over time have represented a source of income and employment. Currently it is associated and proposes new development ideas, design ideas, with the aim of identifying product and process innovations towards a symbiotic, dialogical and shared collaboration. The actors of the supply chain are: single or associated agricultural producers in co-op and producer organizations, agri-food centers and wholesale markets, processing companies, juices and jams industries. The production is concentrated in the areas of the plain of Catania, Syracuse and Palermo, producers respectively of oranges, tarot varieties, lemons, varieties of the feminine, and mandarin. The main technical indexes that identify the Sicilian citrus supply chain are represented: from the business techniques constituted in turn by the density of the plant, a factor that ranges from 400 to 600 plants per hectare, from the economic duration of the latter ranging from 30 to 50 years and the average labor required 450 hours / ha; from the productive characteristics that have an average productivity for the tarot of 35 t / ha, feminine 40 t / ha and for the mandarin 30 t / ha; and finally from the harvesting period, mid-December end of April for tarot, October-May for lemon and mid-January end of March for mandarin. From the data of the Institute of Services for the Agricultural Food Market (ISMEA) in 2013 there was a decrease in purchases of oranges by households (- 1.6%), with a growth instead for the demand for small citrus fruits . Synergies and agreements have been created with the processing industries to increase the added value of the raw material, also aiming to reposition citrus fruits and quality products on national and international markets, in particular the products of Sicily PDO, PGI and BIO . Therefore, we try to promote, as well as the consumption of fresh produce, even the processed one [5]. According to ISTAT data, the inflow of citrus fruit products showed a growth trend in the 2014-2015 vintage in our country; the main supplier country is Spain with a 60% share of total incoming flows. The opposite is observed for outgoing flows, which have undergone a negative volume trend in the last six campaigns, going from 344.009 tonnes in 2009-2010 to 250.622 tonnes in 2014-2015. This downward trend is offset by a positive

increase in average prices of the last three years which have stabilized trends in value; in addition, the main export markets are Germany, Austria, Switzerland and Poland.

### 3. Experimental Case: COA S.r.l.

The process of exploiting Sicilian citrus fruit resources is the starting point for the management of the production waste that comes from the Coa s.r.l citrus company, located in Scordia (Catania), which has produced high quality citrus fruit for 30 years in its citrus groves located in Sicily. From an analysis conducted on the Coa machining cycle s.r.l. it emerges that the selection phase the product is divided into 2 categories: marketable and non-marketable. The latter includes all production waste or the non-marketable products which have defects due to the shape, mechanical spatter and cochineal traces. It is estimated that such waste is equal to 10-15% of annual output. They represent the raw material that the company sells to specific processing companies. The latter will generate additional output as described in the figure below:

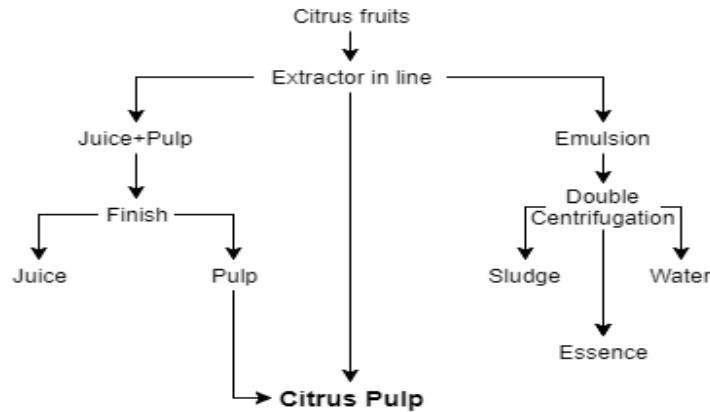


Fig 2 Juice extract, essence and extraction pattern of citrus pulp

What emerges is the process of exploiting the production waste of Coa s.r.l., which the processing company obtains the following outputs from: juice, essence and a further waste of production.

Citrus pulp will be further exploited thanks to the consortium's participation. The consortium will manage this process through the implementation of the citrus pulp plant, where additional output will be allocated to the animal husbandry sector. The implementation will take place following the operational phases described in the Scale-up project.

The figure below shows the generic industrial symbiosis network by integrating all the companies involved.

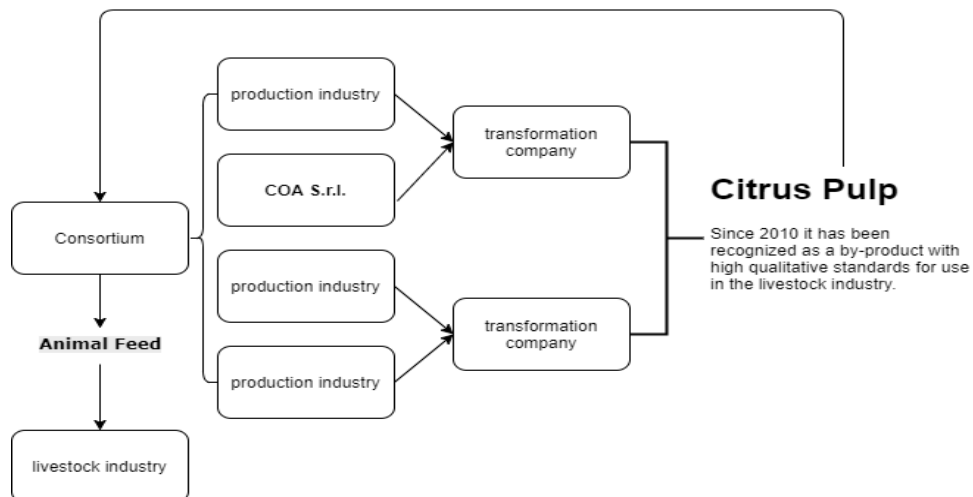


Fig. 3 Example of Industrial Symbiosis involving the citrus, zootechnical and processing industries

In particular, the consortium will take care of the agro-processing phase of the citrus pulp, through special techniques for disposal and extraction of chemical compounds. The consortium aims to achieve a processing plant capable of transforming 1,000 tonnes per day of citrus pulp. The supply will be guaranteed thanks to the participation of all the producers belonging to the consortium. The products that will be obtained are:

- 244.4 Tons / day of dry fibrous substance



- 107.9 Tons / day of syrup concentrated to 70% dry matter

The system involves the use of storage tanks for both pastazzo and concentrated syrup. Shipment to customers, mainly zootechnical industries, can be carried out by tanker trucks that will be pumped directly from storage tanks or in 2000 or 1000 boxes. The fibrous portion will be stored in silos or directly packaged once dried and transported by tankers or articulated lorries. The figure below shows the steps of the transformation process described:

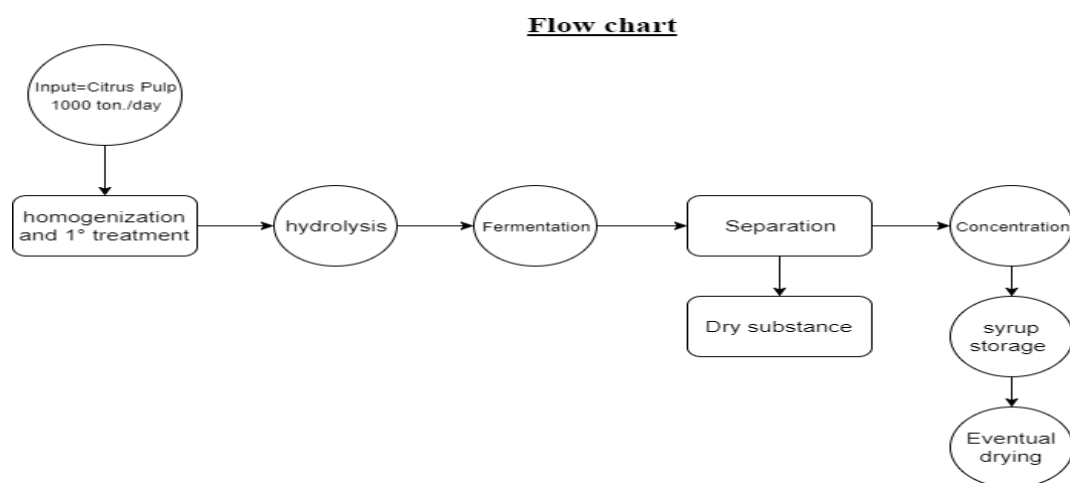


Fig. 4 Flow diagram for citrus pulp selection

The substances obtained will mainly contain Vitamin B12, folic acid, lactic acid, and ammonium lactate and can be used in the food, pharmaceutical, and zootechnical industries.

For the implementation of the Pilot Project, investment costs were divided into: pilot actions for the transformation, which include all the necessary activities for the processing of citrus pulp in raw material; support actions for the start-up of the industrial process, which include costs related to industrial process design and chain agreements; application actions in the zootechnical chain, which include the costs of integrating finished products into different feeding diets, product certifications and pilotage.

Table 1 summarizes the investment actions required and their cash outflows:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilot actions for the transformation</li> <li>• Support actions for the start-up of the industrial process</li> <li>• Application actions in the zootechnical chain</li> </ul>	€174.000.00 €134.000.00 €118.000.00
<b>Total investment pilot project "scale-up"</b>	<b>€426.000.00</b>

Tab. 1 Total investment pilot project

#### 4. Results and discussions

This Project would result in economic, social, environmental development and health improvement, in particular:

- Economic: the aim is to defend and increase the level of citrus pulp's competitiveness, exploiting it more by its further uses for the production of other by-products. This allows the conversion from costs to revenues for the involved chains.
- Social: for employment growth in the area and promotion of responsible work. The citrus pulp from waste to disposal will become value for the whole community.
- Environmental: whole tons of production waste destined for disposal will become second raw material for processing companies. There will be a dual benefit to the environment, the waste will become the second raw material and the citrus pulp will be further promoted by becoming healthy food for the environment.
- Health: there will be an improvement in the quality of feed for animals as the citrus pulp waste will become a natural bacterial integrator and inhibitor.

Moreover, the collaboration between the production and processing companies will allow the former to sell the production waste at an estimated market price of 0.22 cents per kg instead of 0.10 cents per kg. The price difference, 0.12 cents per kg, will include the disposal costs that the processing company has to deal with for

the disposal of citrus pulp, which will be handed over to the consortium to be exploited through the production of animal feed. The profits will be distributed among the associates. The project will also monitor feeding systems on zootechnical chains with the aim of certifying the nutritional value of feed derived from citrus pulp.

## 5. Concluding remarks

Over the years, we are increasingly witnessing the spread of management practices that try to integrate environmental protection and achieve operational efficiency, minimizing the negative externalities of production and consumption processes.

Industrial symbiosis has been proposed as a strategy to encourage industrial eco-innovation to decouple economic growth from resource consumption. In this paper a typical example of an industrial symbiosis network was studied through the implementation of pilot project. The aim is the exploiting of citrus wastes, called citrus pulp, that remain after the juice is extracted from the fruit. The citrus pulp, after a transformation process, can be used as a by-product for the livestock industry. The actor involved will obtain economic, environmental, social and health benefits, in fact the citrus pulp will become value added for the whole community.

## References

- Bampidis V.A., Robinson P.H., (2006), Citrus by-products as ruminant feeds: A review, *Animal Feed Science Technology*, **128**, 175–217.
- Cellura M., Cusenza M. A., (2014), Industrial symbiosis for increasing the efficiency in the use of materials and energy, Proceedings of conferences promoted by ENEA at Ecomondo 2014, 14-15.
- Cerruto E., Selvaggi R., Papa R., (2016), Potential Biogas Production from by-products of citrus industry in Sicily, in *PEEC Quality – Access to Success*, Bucarest, 251.
- Feng, Z., Yan, N., 2007. Putting a circular economy into practice in China. *Sustain. Sci.*
- Fraccascia L., Albino V., Garavelli C. A., (2017), Technical efficiency measures of industrial symbiosis networks using enterprise input-output analysis, *International Journal Production Economics*, **183**, 273-274.
- Genovese A., Acquaye A., Figueroa A., Koh S.C.L., 2017, *Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications*, *Omega*, 66, 344
- George D., Chi-ang Lin B, Chen Y., A circular economy model of economic growth, *Environmental Modelling & Software* 73 (2015) 60e63.
- Kim H. W., Ohnishi S., Fujii M., Fujita T., Park H. S., (2017), Evaluation and Allocation of Greenhouse Gas Reductions in Industrial Symbiosis, *Journal of Industrial Ecology*, **00**, 1-2
- Legge 9 agosto 2013, n. 98, in conversione del Decreto Legge n. 69/2013, in vigore dal 21 agosto 2013, in tema di rifiuti, in particolare, in materia di “pastazzo” quale residuo del processo di trasformazione degli agrumi, al fine di consentirne l’utilizzo agricolo e zootecnico quale sottoprodotto.
- Lieder M., Rashid A., Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry, *Journal of Cleaner Production* 115 (2016) 36e51.
- Molina-Moreno V., Leyva-Díaz J. C., Llorens-Montes F. J, Cortés-García F. J., (2017), Design of Indicators of Circular Economy as Instruments for the Evaluation of Sustainability and Efficiency in Wastewater from Pig Farming Industry, *Water*, 2-3.
- Ness, D., 2008. Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 15, 288e301.
- Ohnishi S., Dongb H., Gengb Y., Fujii M., Fujita T., (2017), A comprehensive evaluation on industrial & urban symbiosis by combining MFA, *carbon footprint and emergy methods Case of Kawasaki*, Japan, *Ecological Indicators*, **73**, 514-515.
- Paya H., Taghizadeh A., Lashkari S., (2015), Effects of *Lactobacillus plantarum* and hydrolytic enzymes on fermentation and ruminal degradability of orange pulp silage, *J. BioScience Biotechnology*, **4(3)**, 349-357.
- PSR SICILIA, Allegato B1 – Asse 4 “Attuazione dell’approccio leader”, Misura 421 “Cooperazione interregionale, interregionale, transnazionale, (25-28), in Bando per la selezione di progetti di cooperazione.
- Report Bolzani s.r.l. for Pilot Project 2013
- Ruan, J., Xu Z., 2011. A new model of repulsive force in eddy current separation for recovering waste toner cartridges. *J. Hazard. Mater.* 192, 307–313.
- Tamburino V., Zema D. A., (2009), I sottoprodotti dell’industria di trasformazione: il pastazzo di agrumi, in *Citrus, Trattato di agrumicoltura*, coordinato da VACANTE V., CALABRESE F., Edagricole, Milano, 459-460
- Todaro M., Alabisoa M., Scatassab M.L., Di Grigolia A., Mazzaa F., Maniacia G., Bonanno A., (2017), Effect of the inclusion of fresh lemon pulp in the diet of lactating ewes on the properties of milk and cheese, *Animal Feed Science and Technology*, **225**, 231-223.
- Tseng M.-L., Bui T.-D., (2017), Identifying eco-innovation in industrial symbiosis under linguistic preferences: A novel hierarchical approach, *Journal of Cleaner Production*, **140**, 1376-1377.

Tukker A., Product services for a resource-efficient and circular economy - aReview, *Journal of Cleaner Production* 97 (2015) 76e91.

Chertow M. R., *Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy*, in *Review of Energy and Environment*, Novembre 2000, pp. 313-337.

<http://www.distrettoagrumidiscilia.it/>

<http://www.italiafruit.net/DettaglioNews/33362/la-categoria-del-mese/focus-agrumi-produzioni-superfici-import-export-consumi-piu-ombre-che-luci>

## Eco-gestione delle filiere agricole e turistiche in territori marginali di montagna

Duglio S.<sup>1</sup>, Lombardi G.<sup>2</sup>, Zavattaro L.<sup>2</sup>, Peira G.<sup>1</sup>, Bonadonna A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Management & Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments (NatRisk), Università di Torino, Corso Unione Sovietica 218 bis, 10134, Torino; [stefano.duglio@unito.it](mailto:stefano.duglio@unito.it), [giovanni.peira@unito.it](mailto:giovanni.peira@unito.it), [alessandro.bonadonna@unito.it](mailto:alessandro.bonadonna@unito.it)

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO); [giampiero.lombardi@unito.it](mailto:giampiero.lombardi@unito.it), [laura.zavattaro@unito.it](mailto:laura.zavattaro@unito.it)

### Abstract

Il lavoro presenta l'approccio metodologico sviluppato nell'ambito del progetto EMERITUS (Eco-Management for agRI-Tourism in moUntain areaS), condotto dall'Università di Torino con il contributo economico della Compagnia di San Paolo di Torino, per migliorare le connessioni fra le filiere agro-silvo-pastorale e turistica, ovvero quelle caratterizzanti la grande maggioranza delle aree marginali di montagna.

La necessità di integrare agricoltura e turismo, in una logica di eco-gestione a scala territoriale, si basa sulla considerazione di come le attività economiche delle aree marginali di montagna siano caratterizzate da alta frammentazione, dimensione di impresa modesta e mancanza di comunicazione sia fra i diversi attori dei due comparti sia tra operatori e amministrazioni locali. Tale contesto limita la competitività degli operatori agricoli e del turismo: i primi, infatti, hanno difficoltà nel promuovere le loro produzioni di qualità (Bonadonna *et al.*, 2015) e nel trovare una corretta allocazione nei mercati, mentre i secondi trovano spesso difficoltà a proporre un'offerta che sia fortemente legata al territorio in cui operano. Inoltre, tali criticità possono limitare l'attrattività del territorio in sé; in tal senso una eco-gestione a scala territoriale, che tenga conto del patrimonio naturale e culturale, è da intendersi quale strumento per sostenere lo sviluppo dell'area grazie all'adozione di un approccio "di sistema" (Beltramo *et al.*, 2011; Beltramo *et al.*, 2014). L'area studio è stata individuata nel territorio del Comune di Valprato Soana (Valle Soana, Regione Piemonte, Nord-Ovest delle Alpi), rappresentativo delle aree montane piemontesi a maggior marginalità: ampia superficie (>50 km<sup>2</sup>, come il 30% dei comuni montani – CM - del Piemonte), numero limitato di abitanti (<500, al pari del 45% dei CM), un'area agricola che pesa per meno del 10% del totale della superficie comunale (come il 40% dei CM), presenza di un basso numero di aziende agricole (meno di 10 aziende e 5 allevamenti, come, rispettivamente, il 30% ed il 26% dei CM) (IRES, 2016), ed un indice di marginalità socio economica (Crescimanno *et al.*, 2009) fra i più bassi della montagna piemontese (-0,424) (dati 2017). Grazie ad un approccio partecipativo "multi-attore", gli stakeholder del progetto, *in primis* gli operatori dei due comparti e la municipalità, sono attivamente coinvolti nel progetto, attraverso l'analisi dell'approccio manageriale ed operativo adottato e raffrontandolo con le aspettative e le valutazioni espresse dal turista.

### Introduzione

Sviluppati inizialmente per il mondo manifatturiero, i Sistemi di Gestione Ambientale (SGA) di processo hanno trovato presto applicazione in ogni tipo di organizzazione, interessando anche le amministrazioni pubbliche quali organi di governo dei territori. Da un lato, la gestione ambientale è stata introdotta quale strumento per gestire al meglio gli aspetti ambientali delle attività, nella convinzione che integrare gli aspetti del patrimonio naturale e culturale di un territorio sia da intendersi quale strumento per sostenere lo sviluppo dell'area stessa e, dall'altro, per comunicare verso l'esterno il proprio sforzo in tal senso, anche in chiave di promozione turistica (Ridolfi *et al.*, 2008; Beltramo *et al.*, 2011; Beltramo *et al.*, 2014). Come noto, sono due gli schemi principali attraverso i quali si può implementare un SGA: lo Standard ISO 14001 ed il Regolamento Europeo EMAS - Eco-Management and Audit Scheme – che negli anni sono stati sottoposti ad importanti revisioni. Lo Standard ISO 14001, in particolare è stato recentemente rivisitato, in un'ottica di migliore integrazione con altre norme internazionali, attraverso una parziale ristrutturazione dei contenuti e aggiungendo dei concetti nuovi: ottica di ciclo di vita, analisi del contesto e valutazione del rischio, inteso sia nella sua valenza ambientale sia organizzativa (Assolombarda, 2015). Non si entra in tale sede nel merito di come sia strutturato un SGA, per la quale esiste un'ampia letteratura, bensì si intende mettere in evidenza le prospettive che possono sorgere dalla rivisitazione della cosiddetta Analisi Ambientale Preliminare (AAP) quando essa si viene ad integrare con un'analisi di contesto. Come noto la AAP rappresenta il momento di inizio nella "costruzione" di un SGA e si sostanzia in una valutazione dei flussi di materia ed energia e dei

processi attraverso una input-output analisi che porti a definire quelli che sono considerabili quali significativi (Zobel & Burman, 2004; Duglio, 2014).

Nell'applicazione della gestione ambientale per organi di governo del territorio in aree marginali di montagna le due principali filiere produttive sono quella agro-silvo pastorale e quella turistica. Le due filiere, oltre ad essere i principali canali economici di molte valli marginali montane, concorrono, da un lato, a determinare gli aspetti ambientali significativi definiti da un SGA applicato ad un territorio e, dall'altro, a raggiungere i requisiti di qualità ambientale e paesaggistica del territorio stesso. È noto che i cibi prodotti utilizzando risorse naturali montane presentano qualità nutrizionale, nutraceutica e organolettica ben più elevate rispetto a quelli derivanti da produzioni intensive (Van Dorland *et al.*, 2006). Allo stesso modo, le attività agro-pastorali, e in particolare il pascolamento estensivo, giocano un ruolo chiave nella conservazione dei paesaggi naturali (Gordon, 2003), consentendo così di perseguire il duplice obiettivo di qualità ambientale e del prodotto.

Parimenti, il settore turistico, trae beneficio da una gestione sistemica delle filiere, proponendo un'offerta integrata che si basa sul patrimonio naturale e culturale del luogo. In tal senso, i modelli di gestione ambientale sopra richiamati, offrono un utile *framework* attraverso il quale veicolare tale offerta.

## Materiali e metodi

### *L'area di studio*

L'area studio è rappresentata dal territorio del Comune di Valprato Soana (Valle Soana, Regione Piemonte, Nord-Ovest delle Alpi) (Figura 1). Il comune è rappresentativo delle aree montane piemontesi a maggior marginalità della Area Metropolitana di Torino. Infatti, la municipalità ha una superficie ampia (>50 km<sup>2</sup>, come il 30% dei comuni montani del Piemonte) con una popolazione scarsa (101 abitanti, che classifica il comune fra quelli con meno di 500 residenti, al pari del 45% dei comuni montani). Inoltre, l'area agricola pesa per meno del 10% del totale della superficie comunale (come nel caso del 40% dei comuni montani), il numero di aziende agricole è limitato (meno di 10 aziende e 5 allevamenti, come, rispettivamente, il 30% e il 26% dei comuni montani; dati IRES, 2016) e contribuisce ad avere un indice di marginalità socio economica (Crescimanno *et al.*, 2009) fra i più bassi delle montagna piemontese, in particolare pari a -0,424 (dati 2017).

**Figura 1. Il Comune di Valprato Soana**



Fonte: google maps

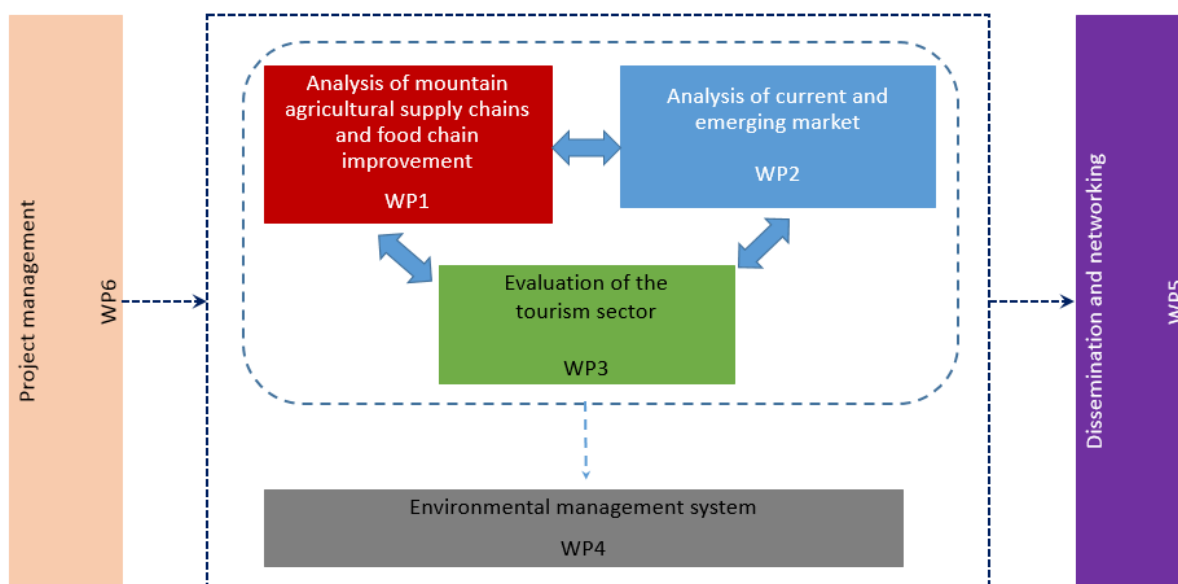
Se, da un lato, gli indicatori socio economici e demografici supportano l'affermazione di marginalità della realtà montana, oggetto dell'analisi, dall'altro, il territorio, sia attraverso coloro che lo amministrano, sia

attraverso gli operatori che vi lavorano, mostra di avere dinamicità nei due settori caratterizzanti l'economia delle aree marginali montane: agricoltura e turismo.

### *L'organizzazione dell'azione progettuale*

L'azione si organizza attraverso uno studio che insiste parallelamente sulle due filiere a più alto valore aggiunto economico per la valle, ovvero la filiera agro-silvo-pastorale e quella turistica. Le due filiere sono analizzate in sé, ma nel contempo approfondendo le relazioni fra esse e fra gli attori che in esse insistono. Tali analisi ed i loro risultati rappresentano la base necessaria per la stesura dell'analisi del contesto dell'Analisi Ambientale Preliminare del modello di eco-gestione territoriale che sarà elaborato a livello comunale. La figura che segue (Figura 2) delinea quali sono le fasi dell'azione progettuale, le cui interconnessioni a livello di attori presenti sul territorio nonché di obiettivi sono contenuti nella mappa concettuale rappresentata dalla Figura 3.

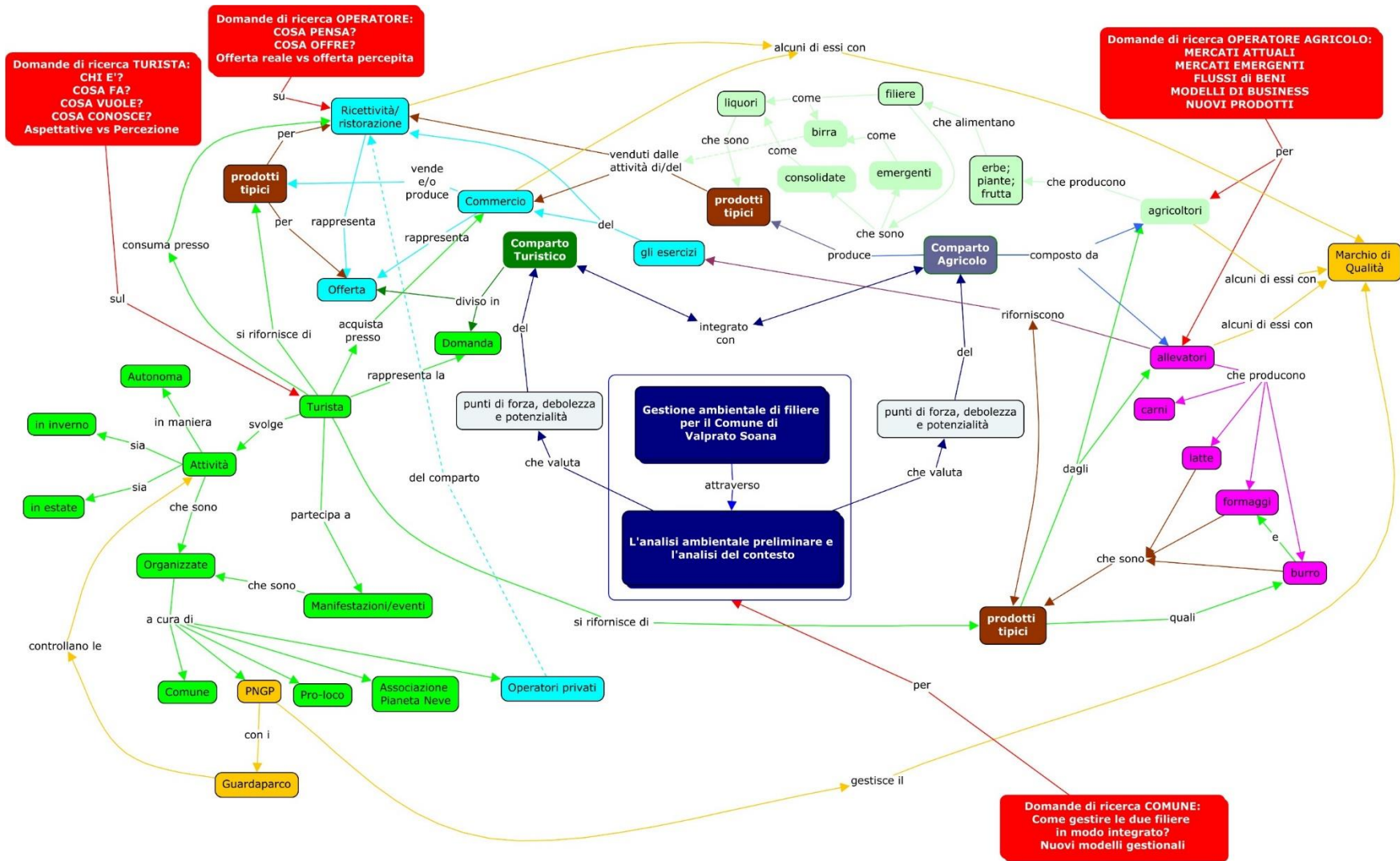
**Figura 2. Macrofasi dell'azione progettuale**



Fonte: elaborazione interna

Per poter garantire il raggiungimento degli obiettivi progettuali appare chiaro come sia necessario un coinvolgimento attivo degli attori del territorio e, in tal senso, grazie ad un approccio partecipativo "multi-attore", gli stakeholder sono attivamente coinvolti nel progetto, attraverso la condivisione delle azioni e la valutazione delle necessità che gli stessi esprimono. A garanzia di tale aspetto, il progetto si è dotato di un Advisory Board costituito dal Comune di Valprato, dalla Città Metropolitana di Torino (ex Provincia di Torino), dalla Camera di commercio di Torino e dalla Coldiretti Torino, a rappresentanza dei rispettivi operatori.

**Figura 3. Interconnessioni fra attori, beni e servizi e obiettivi del lavoro**



Fonte: elaborazione interna

### *L'impostazione metodologica*

Come riportato nella sezione precedente, l'azione si svolge parallelamente sulle due filiere che creano valore aggiunto a livello di valle, ossia la filiera agro-silvo-pastorale e quella turistica, analizzando lo stato dell'arte dei due comparti e le interazioni in termini di flussi a beni che fra esse insistono. Ne consegue che l'approccio metodologico adottato, tiene conto delle peculiarità dei due settori.

### *Analisi della filiera agro-silvo-pastorale*

Per l'analisi della filiera agricola montana vengono prese in considerazione le produzioni agricole cerealicole, orticole, di piante medicinali, aromatiche e edibili coltivate o spontanee, e la filiera dei prodotti di origine animale e derivata. Le fonti di informazione ufficiali, dal Censimento ai registri comunali, sono verificate sul terreno e arricchite da rilevazioni dirette tramite interviste agli operatori locali e osservazioni del territorio. Infatti, lo strumento dell'intervista semi-strutturata somministrata in modo capillare a tutti gli operatori del settore, consente una comprensione accurata della struttura delle filiere produttive e di commercializzazione, nonché delle principali criticità tecniche legate alla produzione e alla qualità dei prodotti agroalimentari. Uno studio di sostenibilità ambientale delle pratiche colturali e pastorali adottate accompagna le valutazioni economiche delle filiere esaminate. Il quadro disegnato in questo modo è la base per l'identificazione delle possibili migliorie sulle filiere produttive e della migliore integrazione tra queste e le filiere di commercializzazione e valorizzazione economico-turistica dell'area. Il settore produttivo, in mano a operatori poco specializzati, richiede un supporto tecnico volto al miglioramento delle pratiche adottate, mediante strumenti che vanno dalla compilazione di bilanci degli elementi nutritivi a scala di campo e di azienda, a proposte di adozione di buone pratiche colturali (Bechini *et al.*, 2015). Il sistema pastorale, in particolare, è il più sviluppato nella valle, ma necessita in particolar modo di strumenti di ottimizzazione dell'uso delle risorse pascolive, quali i cosiddetti piani foraggero pastorali (DGR Regione Piemonte 14-5285 del 3/7/2017), unitamente a suggerimenti sulla scelta dei materiali e delle pratiche volte al miglioramento del manto erboso, da cui discendono la quantità e la qualità della produzione vendibile. La trasformazione del latte in derivati offre ampio spazio ai miglioramenti verso lo sviluppo di un'offerta commerciale di qualità che sia apprezzata dai commercianti oltre che dai consumatori. Infatti, gli studi insegnano che oltre alla qualità del prodotto, è importante valutare anche la stabilità della qualità stessa, la distribuzione dell'offerta in relazione alla domanda dei consumatori, nonché aspetti quali la presentazione del prodotto, il packaging e l'ottimizzazione della distribuzione. Ogni proposta viene discussa, secondo un approccio partecipativo volto allo sviluppo di concertazione e sinergie, insieme alle organizzazioni agricole e all'Ente Parco, titolare del marchio di qualità Gran Paradiso, che al momento rappresenta l'unica forma di valorizzazione dei prodotti del territorio.

### *Scenari di mercato dei prodotti agricoli e turistici*

Sulla base dei risultati ottenuti nella fase di analisi delle filiere agricole e agroalimentari della Valle, si procede alla definizione della struttura del mercato dei prodotti di montagna del territorio. In particolare, il lavoro è strutturato in due diverse parti. Nella prima parte sono indagati i mercati dei diversi prodotti della Valle Soana per individuare le loro principali caratteristiche come ad esempio i flussi, gli operatori di filiera (rivenditori, grossisti, proprietari di ristoranti), le quantità prodotte. Inoltre, sono presi in esame alcuni sistemi di qualità che possono essere utilizzati come strumento di promozione delle produzioni territoriali. Infine, è riservata un'attenzione particolare alla indicazione facoltativa di qualità Prodotto di Montagna (PM) per definire un'eventuale strategia di valorizzazione dei prodotti alimentari della Valle Soana. In tale contesto, lo studio metterà in evidenza i prodotti alimentari che possono essere promossi con l'implementazione dell'indicazione PM. In passato, alcuni studi hanno sottolineato i punti critici di questa implementazione, ossia la mancanza di norme sui loghi e l'attuazione dell'indicazione PM da parte delle industrie alimentari, come ad esempio Parmigiano Reggiano o la definizione di area montana (Bonadonna *et al.*, 2013; Bonadonna *et al.*, 2015; Bonadonna *et al.*, 2017), ma recentemente sono state fornite nuove informazioni da parte dell'UE per utilizzare il PM anche attraverso la realizzazione di un logo (Euromontana, 2017). Nel contesto della Valle Soana sono identificati i principali prodotti ed è effettuata la valutazione dei sistemi di qualità. In alcuni casi, viene inoltre valutato un sistema di certificazione volontaria simile a quello del Bettelmatt (Bonadonna & Duglio, 2016). La seconda parte prevede la realizzazione di indagini svolte direttamente sul campo. Da un lato, tutte le parti interessate sono coinvolte per raccogliere informazioni e suggerimenti sul miglioramento dei prodotti alimentari della Valle Soana, con la finalità di aumentare le ricadute sul territorio in termini di valore aggiunto del prodotto. Dall'altro, è identificato un campione



ragionato di consumatori a cui è somministrato un questionario. I risultati sono gestiti e considerati al fine di definire i mercati attuali e quelli emergenti dei prodotti alimentari della Valle.

#### *Analisi del comparto turistico*

Per quanto concerne il comparto turistico lo studio viene svolto in due fasi: la prima prevede un approccio di carattere qualitativo, a cui ne segue una seconda di caratterizzazione quantitativa. Lo *step* 1 ha lo scopo di coinvolgere gli operatori del territorio attraverso delle interviste in profondità, seguendo un canovaccio intervista che si compone di 23 domande, con una suddivisione in base al *cluster* di appartenenza. Una parte di tali domande è dedicata a comprendere i flussi reali dei beni del comparto agro-silvo-pastorale destinati al commercio ed alle attività rispettive, in modo da comprendere le interconnessioni fra le filiere. Nella scelta degli operatori da intervistare, si è optato per un coinvolgimento il più possibile ampio degli attori del territorio suddivisi per *cluster* di attività/interesse non limitandosi ai confini comunali della Municipalità di Valprato Soana, ma ragionando in termini di offerta turistica di un territorio. Nel dettaglio, si sono coinvolti:

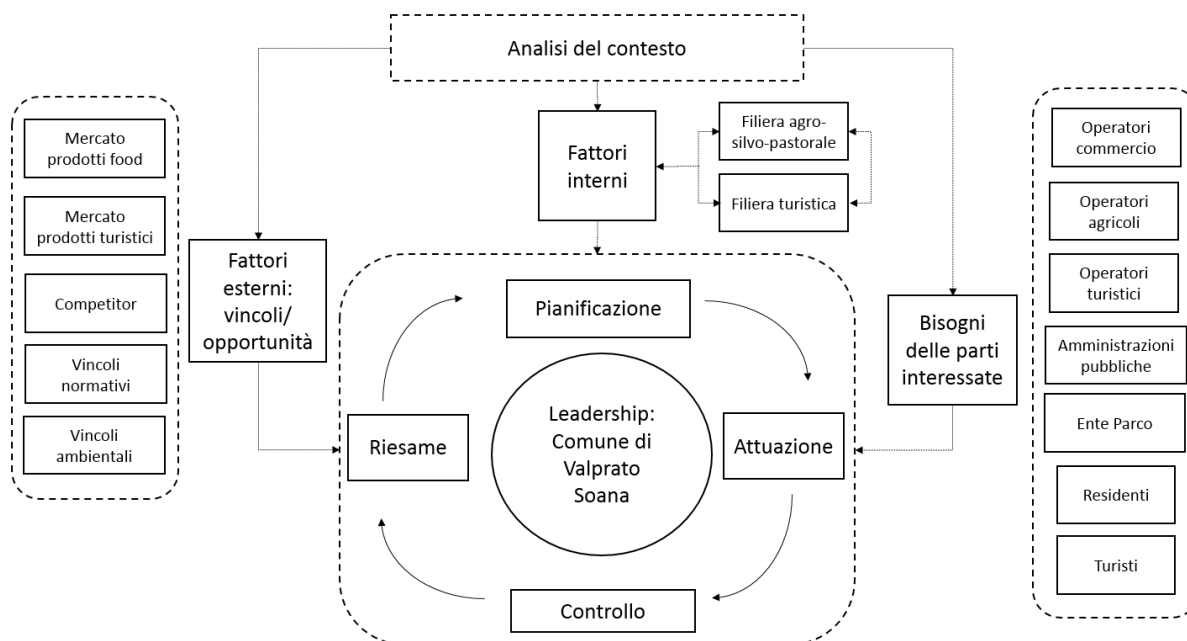
1. I tre comuni di valle, Ingria, Ronco Canavese e Valprato soana, attraverso i propri Consiglieri con delega al Turismo.
2. Gli operatori del comparto turistico: albergatori e ristoratori.
3. Gli operatori del comparto commerciale, compresi gli affittacamere ed Airbnb.

A questo primo *step*, utile per comprendere in profondità le dinamiche del settore e le necessità degli attori del territorio, segue una fase con un approccio quantitativo, che opera a livello di domanda turistica e i cui perno è la figura del turista stesso, classificato in base ai mercati turistici che un territorio montano come quello della Valle Soana può interessare, derivante dall'azione di analisi dei mercati. Tale fase di attività interesserà sia la stagione turistica invernale che quella estiva e in entrambi i casi la tecnica utilizzata è rappresentata dalla somministrazione di un questionario attraverso un contatto diretto a un campione rappresentativo di turisti. Lo scopo del questionario è quello di comprendere le ricadute economiche sulla valle derivante dalla profilazione di spesa del turista (Kwiatkowski *et al.*, 2017; Duglio & Beltramo 2017), con una sezione appositamente dedicata categoria di spesa "*Food & beverage*" (Stynes & White, 2006). Accanto a questo primo aspetto, attraverso delle domande a cui si chiede di fornire un'opinione in base alla scala di Likert 1-5 (Likert, 1935) si opera al fine di comprendere le aspettative del turista e nonché di valutare la qualità dell'offerta "multilivello", ovvero offerta di turismo espresso dal territorio nel suo insieme e offerta di turismo così come è espressa dagli operatori. Il risultato dell'indagine consente di verificare il *gap* fra le aspettative del turista e la sua percezione circa la qualità del servizio, consentendo di verificare il livello di discordanza fra offerta di turismo e domanda potenziale dello stesso. Contestualmente ai questionari, viene svolta un'indagine attraverso i principali portali di valutazione e gradimento delle strutture ricettive e, in particolare, Google, Tripadvisor ed Airbnb.

#### *Impostazione di una Eco-Analisi preliminare di territorio*

La gestione ambientale territoriale è impostata a partire dalla Eco-analisi preliminare del territorio che contiene la descrizione delle filiere indagate, che include uno studio input-output delle materie prime e dei flussi dei beni lungo le filiere e intrafiliere. A partire da tale studio, saranno redatte le procedure operative di sistema ed il manuale, quest'ultimo tarato a scala di municipalità comunale, ovvero la realtà di governo del territorio, al fine di verificare l'adottabilità dello strumento e la sua replicabilità in contesti simili attraverso la redazione di linee guida. La Figura 4, partendo dallo schema dello standard ISO 14001:2015 contenente l'analisi di contesto, riporta come le *deliverables* derivanti dalle *work packages* di cui ai punti precedenti vengono a comporre le parti a valore aggiunto nell'indice di una Eco-analisi preliminare di territorio.

#### **Figura 4. Analisi di contesto**



Fonte: elaborazione interna

La Figura 4 ha lo scopo di identificare i contributi delle differenti azioni alla stesura dell'Eco-Analisi preliminare del territorio, la cui organizzazione di riferimento, quale ente di governo del territorio stesso, è la Municipalità di Valprato Soana. Gli apporti prodotti dalle diverse aree della ricerca concernono fattori interni l'organizzazione territoriale e si sostanziano nello studio delle filiere in termini di flussi di beni intrafiliera, ovvero di come si sostanzino le produzioni *food* del territorio in termini di qualità, attenzione all'ambiente e commercializzazione e di come siano parte integrante nell'offerta turistica di valle. Grazie all'analisi dei bisogni espressi dai diversi cluster di *stakeholder* attraverso le interviste, l'attività si orienta nel delineare i vincoli ed opportunità dei mercati dei prodotti agricoli e turistici e relativi rischi, con riferimento sia ai mercati esistenti che a quelli emergenti, tenendo nel contempo in considerazione i vincoli ambientali di contesto che influiscono sulla qualità e sui volumi di produzione dei beni di cui si è accennato e di erogazione dei servizi. Insieme ai precedenti elementi, inoltre, la qualità percepita dal turista e le relazioni tra motivazioni, aspettative e percezione dell'offerta del territorio offrono considerazioni utili alla Municipalità per definire una strategia di offerta d'area, basata sul patrimonio naturale e culturale del territorio. Tale strategia si sostanzia attraverso un'azione iterativa di pianificazione dell'offerta, attuazione, controllo e rivisitazione dei rischi e dei fattori critici e di successo della stessa, tipica della logica dei sistemi di gestione ambientale in coerenza con gli strumenti di standardizzazione internazionale.

## Riferimenti

1. Assolombarda (2015). ISO 14001:2015. *I Sistemi di Gestione Ambientale a un punto di svolta. Le novità della norma e le linee guida per l'applicazione dei nuovi requisiti*. Milano: Assolombarda.
2. Bechini L., Costamagna C., Zavattaro L., Grignani C., Bijttebier J., Ruysschaert G., 2015. Barriers and drivers towards the incorporation of crop residue in the soil. Analysis of Italian farmers' opinion with the theory of planned behaviour. *Italian Journal of Agronomy* 10:663, 178-184. doi:10.4081/ija.2015.663
3. Beltramo, R.; Duglio, S.; Quarta, M. (2011). *SGAP Sistema di Gestione Ambientale-Paesaggistico. Una metodologia per la gestione integrata dell'ambiente e del paesaggio*. Roma: Aracne Editrice.
4. Beltramo, R.; Duglio, S.; Peira, G.; Gerbino, L. (2014). The Environmental Management System: a vector for the Territorial development. The experience of the Town of Giaveno (Italy). In: Sikora T.; Dziadkowiec J. (eds.), *Commodity Science in Research and Practice – Towards Quality – Management Systems and Solutions*, Cracow: Polish Society of Commodity Science, pp. 19-29, ISBN: 978-83-938909-5-8.
5. Bonadonna, A.; Peira, G.; Varese, E. (2015). The European Optional Quality Term "Mountain Product": Hypothetical Application in the Production Chain of a Traditional Dairy Product, *Quality - Access to success*, 16(144), pp. 99-104
6. Bonadonna, A.; Peira, G.; Giachino C.; Molinaro, L. (2017), Traditional Cheese Production and an EU Labeling Scheme: The Alpine Cheese Producers' Opinion. *Agriculture*, 7(8), 65
7. Bonadonna, A.; Duglio, S. (2016), A Mountain Niche Production: the case of Bettelmatt cheese in the Antigorio and Formazza Valleys (Piedmont - Italy). *Quality - Access to success*, 17 (150): 80-86.

8. Bonadonna, A.; Aceto, P.; Peira, G.; Varese, E. (2013), Hypothesis for relaunch of the pig farming sector in piedmont: medium/heavy pigmeat as the raw material in the production of cooked ham. *Quality - Access to success*, 14(135): 114-118.
9. Crescimanno, A.; Ferlaino, F.; Rota, F. S. (2009). *Classificazione della marginalità dei piccoli Comuni del Piemonte 2009, 235/2009*, Torino: IRES – Istituto di Ricerche Economico-Sociali del Piemonte
10. DGR Regione Piemonte. (2017). *Approvazione delle Linee guida regionali per la redazione dei Piani Pastorali Foraggeri (PPF) di cui all'articolo 19, comma 6, lettera b) del Piano Paesaggistico Regionale adottato con DGR 42-4224 del 27 marzo 2017*.
11. Duglio, S. (2014), *Valutare la significatività degli aspetti ambientali e paesaggistici in un sistema di gestione per Enti di governo del territorio*. In: Tarabella A. (eds.), “Innovazione, Sostenibilità e Tutela dei Consumatori: L’Evoluzione delle Scienze Merceologiche per la Creazione di Valore e Competitività”, Proceedings of the XXVI Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche, Pisa, 13-15 febbraio 2014, Università degli Studi di Pisa, 300-311.
12. Duglio, S.; Beltramo, R. (2017). Estimating the Economic Impacts of a Small-Scale Sport Tourism Event: The Case of the Italo-Swiss Mountain Trail CollonTrek. *Sustainability*, 9(3), 343
13. Euromontana (2017), <https://www.euromontana.org/wp-content/uploads/2017/10/Euromontana-Produits-Montagne-Press-Release-final-FR.pdf>
14. Gordon, I.J. (2003). Browsing and grazing ruminants: are they different beasts? *Forest Ecology and Management*, 181(1-2), 13–21
15. Ires Piemonte (2016), *Piemonte Rurale 2016 - Dati sul settore primario e principali tendenze nelle aree rurali*, pp. 1-49
16. Kwiatkowski, G.; Diederling, M.; Oklevk, O. (2017). Profile, patterns of spending and economic impact of event visitors: evidence from Warnemunder Woche in Germany. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 1-18
17. Likert, R. *A Technique for the Measure of Attitudes*; Archives of Psychology Series, n. 140; The Science Press: New York, NY, USA, 1932
18. Municipality of Valprato Soana (2017) available on <http://www.comune.valpratosoana.to.it/>
19. Ridolfi, R.; Andreis, D.; Panzieri, M.; Checcherini, F. (2008). The application of environmental certification to the Province of Siena. *Journal of Environmental Management*, 86, 390-395
20. Stynes, D.J.; White, E.M. (2006). Reflections of measuring recreation and travel spending, *Journal of Travel Research*, 45, 8-16.
21. Van Dorland, H.A., Wettstein, H.-., Leuenberger, H. & Kreuzer, M. 2006. Comparison of fresh and ensiled white and red clover added to ryegrass on energy and protein utilization of lactating cows. *Animal Science*, 82 (5): 691-700.
22. Zobel, T.; Burman, J.O. (2004). Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: experiences in Swedish organizations, *Journal of Cleaner Production*, 12, pp. 13-27

# Economia Circolare e Sostenibilità nel settore legno e uso dei principi attivi naturali, il caso Gruppo Mauro Saviola

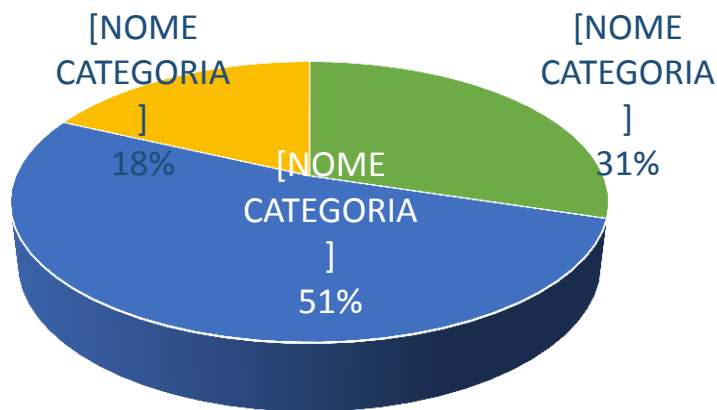
Fazzini C. \*, Gozzi D.

\*Relatore  
Gruppo Mauro Saviola Srl , Viadana (Mn)

## Introduzione

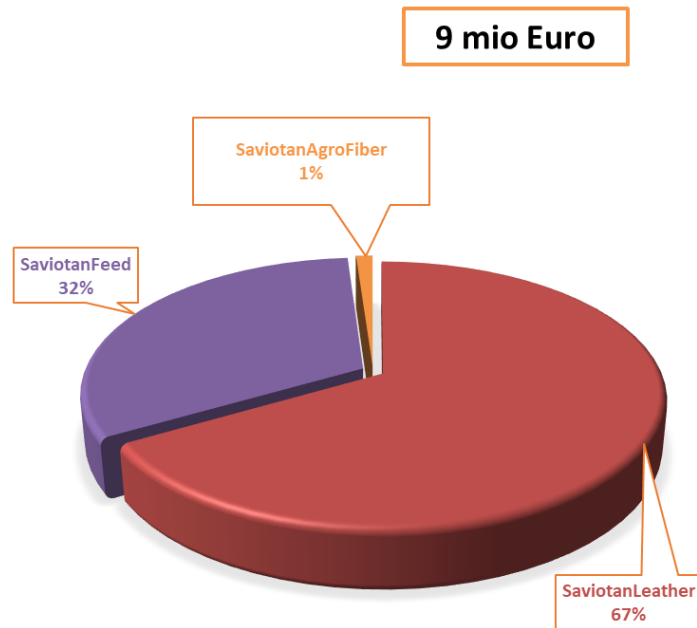
Il Gruppo Saviola è una holding company che riunisce ed integra le aziende Composad, Sadepan Chimica e Gruppo Mauro Saviola operanti nei settori mobiliario, chimico e del legno.

Composad è la prima azienda italiana produttrice di mobili in kit e tra le prime in Europa. Costituisce il passaggio finale nell'integrazione tra le aziende della Holding sfruttando i semilavorati forniti dalle altre per realizzare mobili come prodotto finale mediante processi sempre più efficienti, innovativi e sostenibili.



Sadepan Chimica è il maggiore produttore italiano, e tra i primi in Europa, di resine ureiche, melaminiche e fenoliche. Nata per produrre i componenti chimici da utilizzare nella realizzazione dei pannelli in legno del Gruppo Mauro Saviola secondo un sistema produttivo integrato, ha gradualmente ampliato la gamma dei propri prodotti esportandoli sia sul territorio nazionale che all'estero. La sua filosofia produttiva, in linea con quella della Holding, è improntata alla ricerca continua per il miglioramento dei prodotti e ad una sempre maggiore sostenibilità sia ambientale che economica.

## SADEPAN \_ DIVISIONE SAVIOTAN



Gruppo Mauro Saviola è la maggiore azienda italiana produttrice di pannelli ecologici truciolari e nobilitati realizzati con legni di recupero. La raccolta viene effettuata attraverso la rete di centri Eco-Legno diffusi su tutto il territorio nazionale e consente ogni anno il recupero di circa 1.5 milioni di tonnellate di legno, prelevato come scarto presso aziende ed enti pubblici. Questo processo garantisce non solo la salvaguardia del patrimonio forestale, ma anche una riduzione dei volumi e dei costi di smaltimento dei rifiuti e delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

La produzione di pannelli ecologici truciolari in legno, richiede oltre ad un corretto recupero e trattamento degli scarti del legno, secondo economia circolare, anche che il truciolato utilizzato contenga la quantità minima possibile di molecole di natura tannica: la presenza di tali composti, infatti, provoca un troppo rapido indurimento delle colle utilizzate per realizzare il pannello stesso rendendo impossibile ottenere la forma desiderata. Per poter sfruttare il legno di castagno, abbondante e molto utilizzato nel settore mobiliario in particolare in Toscana, ma ricco in tannini, si rende necessario un processo di eliminazione di tali sostanze mediante estrazione a caldo in appositi impianti.

### Attività di Ricerca e Innovazione

L'azienda Gruppo Mauro Saviola, da sempre attenta alla sostenibilità e al rispetto dell'ambiente, ha messo a punto un impianto di estrazione acquosa a caldo di tannini dal legno di castagno per poter utilizzare la maggior quantità possibile di scarti recuperati da matrice legnosa nella produzione di pannelli truciolari.

I prodotti ottenuti in seguito alla fase di estrazione acquosa, quindi, sono un truciolato di legno di castagno utilizzabile per produrre pannelli e un estratto acquoso molto denso, ricco di tannini e di sostanze che riprecipitano come solido. Tale estratto, che costituisce di per sé uno scarto di produzione da smaltire in modo adeguato con conseguenti ricadute economiche per l'azienda, è stato invece convertito in un prodotto commercializzabile per mezzo di un adattamento dell'impianto di estrazione a cui è stato collegato un sistema di frazionamento e concentrazione mediante tecnologia a membrana.

L'intero impianto è concepito ed utilizzato in modo da garantire il massimo rispetto per l'ambiente sia in fase produttiva che per quanto riguarda il prodotto finale: l'unico solvente in uso è l'acqua, a differenza di quanto avviene nei processi industriali usuali basati su estrazioni e purificazioni mediante solventi organici; la matrice estratta è legno di recupero o inadatto alla produzione di mobili; il prodotto ottenuto è ecologico e privo di contaminanti. Le filtrazioni successive a cui viene sottoposto l'estratto grezzo portano all'ottenimento di più frazioni intermedie a composizione differenziata dal punto di vista sia qualitativo che quantitativo, grazie alle diverse caratteristiche degli elementi filtranti quali MWCO (Molecular Weight Cut Off: Limite di Esclusione Molecolare, peso molecolare del soluto più piccolo trattenuto al 90% dalla membrana) e tempo di filtrazione.

Si riporta l'elenco delle frazioni intermedie di processo ottenute in seguito ai singoli step di filtrazione (Campo *et al.*, 2016):

- 1) brodi tannici filtrati
- 2) permeato da nanofiltrazione step-1
- 3) concentrato da nanofiltrazione step-1
- 4) concentrato da nanofiltrazione step-1 (dopo raffreddamento)
- 5) permeato da nanofiltrazione step-2
- 6) concentrato da nanofiltrazione step-2
- 7) permeato da osmosi
- 8) concentrato da osmosi
- 9) frazione da fase di chiarificazione
- 10) spray-dried ottenuto dalla frazione 6.

Attualmente le due frazioni più concentrate e a composizione più stabile prodotte dall'impianto (frazione n. 6, concentrato da seconda nanofiltrazione, e frazione n. 10, spray dried ottenuto da quest'ultima) sono commercializzate per i settori conciaro e feed con il marchio Saviotan<sup>®</sup>, utilizzo quest'ultimo per cui l'impianto è autorizzato e certificato. Le frazioni di tannino ottenute dall'impianto del Gruppo Mauro Saviola sono impiegate in vari settori e per varie applicazioni.

Gli estratti di castagno Saviotan<sup>®</sup> hanno trovato recentemente utilizzo anche in campo agronomico come fertilizzanti, per il controllo della cessione dell'azoto e come acidificanti. Estratti grezzi di *Castanea sativa* Mill. hanno mostrato attività biostimolante nei confronti di piante per la capacità di incrementare il processo di radicazione e di aumentare l'uptake precoce di P (effetto starter), come trattamento locale al trapianto. Sono stati testati anche per la capacità di aumentare la resistenza delle piante ai nematodi, minaccia crescente per le produzioni agricole in tutto il mondo.

Tale linea di ricerca è stata oggetto del progetto europeo LIFE EVERGREEN - Environmentally friendly biomolecules from agricultural wastes as substitutes of pesticides for plant diseases control – LIFE13 ENV/IT/000461, coordinato dal dipartimento DISPAA dell'Università di Firenze ed avente come beneficiari CEBAS-CSIC (Spanish National Research Council), INSTM (Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali) e le aziende ASTRA Innovazione e Sviluppo e Mondo Verde Casa & Giardino. Nell'ambito delle attività del progetto sono stati formulati e testati sia in laboratorio che in campo prodotti liquidi, in gel e in forma di granulato ad attività antimicrobica e biostimolante, a base di estratto di castagno Saviotan<sup>®</sup> fornito dall'azienda Gruppo Mauro Saviola, da utilizzare nel settore agronomico in vista di una progressiva sostituzione dei tradizionali pesticidi (in particolare a base di rame) con prodotti innovativi, completamente naturali, ad impatto ambientale minimo o nullo. Tali prodotti si sono inoltre rivelati privi della capacità di selezionare specie microbiche resistenti (Bargiacchi *et al.*, 2013; Bargiacchi *et al.*, 2014; Miele *et al.*, 2014; Bargiacchi *et al.*, 2016; Romani *et al.*, 2016).

Il settore conciaro costituisce un'ulteriore area di innovazione e sviluppo per l'azienda. I tannini di castagno, già utilizzati nel processo di concia al vegetale e quindi per un'innovazione del settore in direzione maggiormente ecosostenibile, possono essere oggetto di ulteriore studio ed ottimizzazione. I bagni esausti del processo di concia al vegetale, infatti, recuperati e riutilizzati previa opportuna fase di raffinazione e ripristino, possono essere nuovamente utilizzati per lo stesso processo di concia contenendo ancora gran parte delle sostanze attive, tannini nella fattispecie, con una sensibile riduzione dei volumi di materiale esausto che necessita di opportune operazioni di smaltimento. La gestione dei reflui della concia al vegetale, pur non presentando i problemi dovuti alla presenza di cromo dei classici processi produttivi, presenta comunque alcune limitazioni dovute essenzialmente all'alta solubilità in acqua dei tannini ed al loro carattere refrattario ed inibente la biomassa, caratteristiche queste ultime evidenziate nel corso di uno studio relativo all'area toscana svolto dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze: prove condotte su sostanze tanniche di uso comune nel processo di concia hanno mostrato percentuali di biodegradabilità, in termini di COD, ridotte per i campioni di tannino naturale (16%-30%) e minime per quello sintetico (5%-17%). Il refluo risulta quindi costituito da una consistente frazione non biodegradabile composta proprio dalle stesse molecole attive nel processo di concia. Questo renderebbe particolarmente interessante l'idea di un possibile recupero di tale scarto per un ulteriore utilizzo commerciale, previa opportuni trattamenti, nel settore conciaro.

L'azienda ha quindi dato inizio ad un nuovo sviluppo che mira ad un'innovazione dei prodotti commercializzati per trattare le pelli e di conseguenza del processo di concia al vegetale: l'estratto di

castagno Saviotan<sup>®</sup>, fornito alle concerie e ricco in tannini provenienti esclusivamente da castagno, viene normalmente utilizzato in fase di concia insieme ad estratti vegetali provenienti da matrici diverse quali mimosa, quebracho, mirabolano e a tannini di sintesi, prodotti e forniti da aziende diverse. E' stata quindi organizzata sul territorio dell'intera Regione Toscana una rete di raccolta dei bagni di concia esausti provenienti da più stabilimenti e normalmente destinati allo smaltimento. Tali prodotti di scarto contengono una concentrazione ancora apprezzabile di molecole attive provenienti da tutte le matrici sopra elencate, in proporzioni costanti nella misura in cui i processi di concia avvengono secondo processi standardizzati e ripetibili. L'esausto recuperato può quindi essere trasformato, mediante opportune fasi di controllo e raffinazione, in un nuovo prodotto standardizzato, contenente composti tannici provenienti da più matrici naturali o da sintesi chimica in una formulazione stabile e commercializzabile nel settore conciario insieme agli estratti da singola matrice già presenti sul mercato.

Gruppo Mauro Saviola produce inoltre un prodotto per la mangimistica animale a base di estratto di castagno denominato SaviotaN Feed e conduce attività di Innovazione e Sviluppo in tale settore. Oggi i tannini sono tra le molecole più studiate come potenziali sostituti degli antibiotici o come possibili composti associabili a questi per abbatterne notevolmente dosaggio e/o effetti collaterali. La loro funzione di promotori di crescita è basata soprattutto sulla loro attività terapeutica e soprattutto preventiva nei confronti dei batteri patogeni più comuni negli allevamenti zootecnici (*Clostridium perfringens*, *Salmonelle*, *Escherichia coli*, coccidi delle specie *Eimeria* ed *Isospora*, *Campylobacter jejuni*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*) o di virus come Rotavirus ed Enterovirus.

Per quanto riguarda gli allevamenti suini, le patologie che possono essere prevenute con l'impiego sistematico del SaviotaN Feed sono, soprattutto, quelle a carico del digerente dei suinetti e, verosimilmente, anche le metriti-mastiti-agalassie delle scrofe. Nelle diarree in sala parto sostenute da colibacilli enterotossigeni, *Clostridium perfringens* e coccidi del genere *Isospora*, il trattamento con SaviotaN Feed nel mangime risulta sicuramente efficace, alla luce delle nostre prove microbiologiche presentate in precedenza.

SaviotaN Feed è stato inoltre testato per le diarree da svezzamento sostenute da *Streptococcus suis* ed *Haemophilus parasuis*. Negli allevamenti avicoli intensivi, le colibacillosi sostenute principalmente da *Escherichia coli*, le coccidiosi da protozoi e sporozoi *Eimeria* ed *Isospora*, le salmonellosi da *Salmonella pullorum* sono state dimostrate prevenibili da ricerche sperimentali con il SaviotaN Feed nel mangime.

Per quanto riguarda gli allevamenti bovini, sono in corso ricerche riguardo alle mastiti, alle enteriti neonatali dei vitelli sostenute da Rotavirus ed Enterovirus, da *Escherichia coli* e da Salmonelle. I risultati positivi dei test di efficacia antimicrobica del SaviotaN Feed su *Escherichia*, *Salmonella* e *Clostridium perfringens*, risultano quindi incoraggianti anche in questo settore.

SaviotaN Feed, data la sua natura polifenolica, risulta responsabile della limitazione di alcune vie metaboliche per inibizione enzimatica. Nel caso specifico della bioidrogenazione anaerobia microbica degli acidi grassi insaturi, si è verificato sperimentalmente un accumulo del CLA acido rumenico e del suo precursore vaccenico, sia nel rumine che nel latte, noti acidi funzionali benefici (Getachew *et al.*, 2008; Buccioni *et al.*, 2011; Antongiovanni *et al.*, 2011).

SaviotaN Feed complessa selettivamente le frazioni proteiche alimentari di minor valore biologico, diminuendone la digeribilità totale, e lasciando libere le frazioni con miglior profilo aminoacidico.

Ne consegue che il pool di aminoacidi assorbito viene utilizzato in maniera ottimale a fini anabolici, fatto confermato dall'osservazione di una minore escrezione urinaria di sostanze azotate, con ripristino del bilancio azotato. E' stata inoltre osservata una diminuzione del contenuto in urea nel latte di bovine e pecore.

## Conclusioni e sviluppi futuri

Nell'ambito delle attività di sviluppo e innovazione riguardanti il settore della produzione del tannino di castagno, le attività del gruppo in collaborazione con il laboratorio Phytolab-DiSIA, dell'Università degli Studi di Firenze, il laboratorio QuMAP (Qualità delle Merci e Affidabilità di Prodotto) – PIN, Polo Universitario della Città di Prato e il consorzio INSTM (Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali), si stanno sviluppando tutte le procedure di certificazione dell'impianto e del prodotto in biologico, occorre comunque considerare che la normativa non permette trattamenti sul castagno oltre all'ottimizzazione del processo di estrazione da foglia, riccio e buccia di castagna applicando la tecnologia *green* brevettata dal Gruppo Mauro Saviola. L'utilizzo dei tessuti vegetali sopra indicati

permette di classificare il castagno come specie officinale e di poter utilizzare gli estratti derivati sia nel settore alimentare come stabilizzanti ed antimicrobici che nel settore vitivinicolo come tannini enologici. Le potenzialità tecnologiche dell'impianto del Gruppo Mauro Saviola permettono, nell'ambito di tutte le attività di standardizzazione e innovazione, di ottenere dal processo frazioni non solo standardizzate ma arricchite in specifici biocomponenti derivati dell'acido gallico, utilizzabili in modo innovativo nei diversi settori quali agro, feed, food sino alle possibilità innovative nei settori fitoterapico e biomedico.

## Riferimenti

Campo M., Pinelli P., Romani A. (2016) Hydrolyzable Tannins from Sweet Chestnut Fractions Obtained by a Sustainable and Eco-friendly Industrial Process. *Natural Product Communications*, 11(3), 409-415.

Bargiacchi E., Miele S., Romani A., Campo M., (2013) "Biostimulant Activity of Hydrolyzable Tannins from Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.)". 1st World Congress on Biostimulants, Strasbourg (France), Nov. 26-29, 2012, *Acta Horticulturae*, 1009, 111-116.

Bargiacchi E., Campo M., Romani A., Miele S. "Hydrolysable Tannins from Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) to improve Tobacco and Food/Feed Quality". XXVII International Conference on Polyphenols 2014 Acts.

PCT (WO2014024020) "METHOD FOR MAKING LOW NITROSAMINE CONTENTS TOBACCO". Applicants: GRUPPO MAURO SAVIOLA S.R.L.; FATTORIA AUTONOMA TABACCHI S.C.A.R.L.; Inventors: Miele S., Romani A., Bargiacchi E., Campo M. Data pubblicazione 13 febbraio 2014.

Romani A., Campo M., Scardigli A., Biancalani C., Cerboneschi M., Tegli S. "Natural Standardized Polyphenolic Fractions for Innovative Green formulations in Agronomics". *Polyphenols Communications 2016 - XXVIII International Conference on Polyphenols 2016 Acts*, p. 482-483.

Bargiacchi E., Campo M., Milli G., Miele S. LIFE+2013 EVERGREEN Identified Polyphenol Botanical Biostimulants as Potential Substitutes of Agrochemicals to Increase Plant Resistance to *Meloidogyne arenaria* Chit." *Polyphenols Communications 2016 - XXVIII International Conference on Polyphenols 2016 Acts*, p. 122-123.

Buccioni A., Minieri S., Rapaccini S., Antongiovanni M., Mele M. (2011): Effects of chestnut and quebracho tannins on fatty acids profile in rumen liquid and solid associated bacteria. An *in vitro* study, «*Animal*», 5 (10), pp. 1521-1530.

Antongiovanni M., Buccioni A., Rapaccini S., Minieri S., Mele M. (2011): Effect of two types of tannins on the biohydrogenation steps of polyunsaturated fatty acids in the rumen: an *in vitro* study, «*Advanced Animal Biosciences*», Proc. 8th International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Aberystwyth (GB), Sept. 6-9, pp. 425.

Getachew G., Pittroff W., Putnam D.H., Dandekar A., Goyal S., DePeters E.J. (2008): The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on *in vitro* rumen fermentation and microbial protein synthesis, «*Anim. Feed Sci and Technolol.*», 140, pp. 444-416.



# DALL'ACQUA ENERGIA PULITA PER IL FUTURO. LA CENTRALE IDROELETTRICA DI TORLANO

Geatti P.<sup>1</sup>, Novelli V.<sup>2</sup>, Ceccon L.<sup>3</sup>, Maset V.<sup>4</sup>

*Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche, Università di Udine, via Tomadini 30/A, 33100 Udine*

<sup>1</sup>paola.geatti@uniud.it, <sup>2</sup>veronica.novelli@uniud.it, <sup>3</sup>luciano.ceccon@uniud.it, <sup>4</sup>vittoriamaset@gmail.com

## Abstract

L'energia rappresenta un fattore fondamentale per lo sviluppo economico e di conseguenza per la generazione di ricchezza in un Paese. Attualmente in Italia l'energia idroelettrica è la principale risorsa alternativa alle fonti fossili e garantisce circa il 15% della produzione lorda di energia elettrica. Tuttavia, i grandi impianti idroelettrici (con potenza elettrica installata superiore a 10 MW) possono avere pesanti impatti ambientali; per questo motivo la tendenza degli ultimi anni è quella di costruire e valorizzare impianti idroelettrici di piccole dimensioni.

L'impianto idroelettrico denominato "Torlano", costruito negli anni '40 del secolo scorso, è ubicato in Regione Friuli Venezia Giulia nella Valle del Cornappo, nei territori comunali di Taipana e Nimis in provincia di Udine; rientra nella categoria degli impianti di piccola derivazione, con potenza nominale originariamente installata di 2300 kW. Nel corso degli anni 2011 e 2012 l'impianto è stato oggetto di un intervento di rifacimento parziale, ammodernamento e messa in sicurezza con sostituzione del macchinario di generazione e di tutta la parte elettrica connessa all'esercizio, che ha permesso di migliorarne l'efficienza produttiva. Grazie agli interventi eseguiti, l'impianto rientra nei parametri previsti dalla legislazione per il riconoscimento della qualifica di "IAFR" (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili), potendo di conseguenza accedere agli incentivi statali previsti.

*Keywords:* fonti rinnovabili, piccolo idroelettrico, Centrale Idroelettrica Torlano, IAFR

## 1. Introduzione

L'aumento della popolazione mondiale porta alla crescita dei consumi e delle attività industriali, che a sua volta comporta la continua crescita della domanda globale di risorse e di energia. Le conseguenze sull'ambiente sono spesso negative: le risorse naturali vengono depauperate e nei sistemi naturali vengono immesse ingenti quantità di sostanze inquinanti. In particolare la disponibilità di energia è un fattore chiave per lo sviluppo, e la strategia migliore dal punto di vista della sostenibilità ambientale è quella di utilizzare fonti rinnovabili di energia, allo scopo di minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente (Dincer, 2000; Kaunda et al., 2012; Pimentel et al., 2002; Razan et al., 2012).

L'idroelettrico è una delle tecnologie più efficienti per la generazione di energia ed è una fonte di energia rinnovabile con bassissime emissioni di gas serra, che associa all'economicità una buona affidabilità e flessibilità di funzionamento. Inoltre la tecnologia di funzionamento degli impianti idroelettrici, ormai ben collaudata, ha raggiunto uno stadio di maturità, i malfunzionamenti sono rari e la componentistica ha una vita lunga. Infine, dal momento che gli impianti possono essere comandati da remoto, la gestione richiede in genere poco personale (Degefu et al., 2015; ENEA, 2010; Kaunda et al., 2012; Truffer et al., 2001). In Italia l'energia idroelettrica è oggi la principale alternativa all'energia ricavata dai combustibili fossili e garantisce il 15,3 % della produzione lorda di energia elettrica, pur risentendo di oscillazioni dovute all'andamento della piovosità. L'idroelettrico è la maggiore risorsa rinnovabile di energia anche a livello mondiale. In realtà solo un terzo dell'energia ricavabile dall'acqua viene sfruttato quando invece l'intero potenziale idroelettrico potrebbe coprire quasi la metà del consumo mondiale di energia (Kaunda et al., 2012; Maugeri, 2011; Terna, 2016a; Terna, 2016b).

Nel nostro Paese non è prevedibile uno sviluppo significativo dei grandi impianti idroelettrici (con potenza installata maggiore di 10 MW); tuttavia il settore idroelettrico può ancora dare un notevole contributo alla quota di energia da fonti rinnovabili, in particolare grazie allo sviluppo dell'idroelettrico minore che attualmente copre il 23,9% della capacità produttiva (Gestore Servizi Energetici, 2015). Il costo di generazione dell'energia, nelle piccole centrali idroelettriche, è superiore a quello degli impianti di dimensioni più grandi a causa delle economie di scala, tuttavia i piccoli impianti idroelettrici, rispetto ai

grandi, hanno il pregio di minimizzare gli impatti ambientali e sociali. Infatti la costruzione di un impianto idroelettrico di grandi dimensioni può comportare disboscamenti, spostamento di insediamenti umani, perdita di biodiversità e la realizzazione di strutture (strade, dighe, tunnel) molto impattanti. Inoltre gli impianti idroelettrici di grandi dimensioni emettono una certa quantità di gas serra (in particolare diossido di carbonio e metano) a causa della decomposizione della materia organica sepolta in condizioni di carenza di ossigeno, in ogni caso è indubbio che le emissioni da impianti idroelettrici sono particolarmente basse, se paragonate ad altre tecnologie di generazione di energia elettrica, in particolare quelle da fonti fossili (Degefu et al., 2015; Filho et al., 2017; Kaldellis et al., 2005; Kaunda et al., 2012; Sternberg, 2010).

In questo lavoro viene preso in esame il caso di studio dell'impianto idroelettrico ubicato nei territori comunali di Taipana e Nimis in provincia di Udine.

## **2. Materiali e Metodi**

Dati ed informazioni, relativi al caso studiato, sono stati raccolti mediante interviste ai manager aziendali dott. Ambrosi e sig. Busa e consultazione dell'archivio della Società Idroelettrica Torlano.

## **3. Presentazione del Caso di Studio**

L'impianto idroelettrico denominato "Torlano", del tipo ad acqua fluente, è ubicato in Regione Friuli Venezia Giulia nella Valle del Cornappo, nei territori comunali di Taipana e Nimis in provincia di Udine. Sfrutta le acque dell'alto bacino del torrente Cornappo. I bacini idrografici sottesi alle opere sono: l'alto bacino del torrente Cornappo fino alla traversa denominata "Debellis" alla quota di 335 m s.l.m. e il bacino rio Gorgons intercettato dalla traversa alla quota di 340 m s.l.m.. Si sviluppa in destra idrografica del Torrente Cornappo con derivazione primaria sul bacino Debellis e derivazione secondaria sul rio Gorgons.

Secondo la normativa centrale delle derivazioni idroelettriche (Regio Decreto n.1775, 1933), la centrale idroelettrica di Torlano rientra nella categoria degli impianti di piccola derivazione con potenza nominale originariamente installata di 2300 kW. La concessione di derivazione idrica per l'impianto di Torlano è stata inizialmente ottenuta nel 1950 e permetteva di derivare le acque nella misura massima di 12,00 moduli (pari a  $1200 \text{ L s}^{-1}$ ) e media di 8,00 moduli ( $800 \text{ L s}^{-1}$ ), allo scopo di produrre, sul salto di 77,70 m, una potenza di 609,40 kW medi (Società Idroelettrica Torlano, 1950). Nel 1954 la Società titolare della concessione presentò un progetto per sostanziali modifiche della concessione originariamente approvata che consistevano nello spostamento delle opere di presa di 1210 m a monte del punto inizialmente previsto e l'alimentazione del bacino (Debellis) mediante un'ulteriore presa sul rio Gorgons, con l'obiettivo di sfruttare maggiormente la derivazione idrica e aumentarne la produzione; nel settembre 1994, il Direttore Regionale dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia decretò parere favorevole al progetto stabilendo che era possibile derivare le acque dal torrente Cornappo e dal rio Gorgons nella misura massima di 12,00 moduli, con un salto di m. 124,73 e una potenza nominale media di 978,27 kW da trasformare in energia elettrica (Società Idroelettrica Torlano, 2015). La disciplina in materia di derivazioni prevede che tutti i soggetti che presentano domanda di una nuova concessione di derivazione o in sede di rinnovo/variante/adeguamento della stessa, devono provvedere all'installazione di idonei strumenti per la misura delle portate e dei volumi d'acqua derivati, allo scopo di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV) pena la decadenza della concessione (Decreto Legislativo n.152/2006). In risposta alla norma, la centrale di Torlano ha installato un sistema di strumenti misuratori e di registratori posizionati sul canale adduttore e sul canale di scarico, per verificare le portate derivate e quelle scaricate accertando così l'effettivo funzionamento ad acqua fluente della derivazione e garantendo il DMV nel punto di prelievo. Tra gli obblighi e le condizioni previste dalla concessione, relativamente alla salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua, a cui è vincolata la stessa, vi è apposito riferimento alla tutela della popolazione acquatica presente nelle acque di derivazione.

La normativa prevede che tutti gli impianti, entrati in esercizio successivamente al 1 aprile 1999, oggetto di "interventi di potenziamento, rifacimento totale o parziale, o di nuova costruzione" possano richiedere la qualifica IAFR: Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili (Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 18 dicembre 2008). Secondo l'attuale normativa, il Gestore Servizi Energetici (GSE) ha il dovere di qualificare gli impianti di produzione alimentati da fonti rinnovabili e solo dopo aver accertato il possesso dei requisiti previsti, gli impianti possono accedere agli incentivi statali dedicati che sono, nel caso del settore idroelettrico, la tariffa onnicomprensiva o, in alternativa, i certificati verdi. La Società Idroelettrica Torlano ha presentato il progetto per il riconoscimento della qualifica IAFR il 19 luglio 2010 e l'impianto è stato oggetto nel corso del 2011-2012 di un intervento di rifacimento parziale, ammodernamento e messa in

sicurezza con sostituzione del macchinario di generazione e di tutta la parte elettrica connessa all'esercizio (Società Idroelettrica Torlano, 2015). Gli interventi di ristrutturazione sono stati eseguiti allo scopo di ottimizzare gli spazi, ridurre le inevitabili perdite fisiche di energia lungo il processo di produzione, sfruttare un minimo tecnico inferiore in modo che la produzione non si arresti in caso di mancanza d'acqua, ampliare il range di funzionamento (in base ai livelli d'acqua disponibili a seconda dell'andamento stagionale) e in generale migliorare l'efficienza complessiva dell'impianto. Nell'opera di presa e adduzione principale sul bacino Debellis/Torrente Cornappo sono stati eseguiti interventi di manutenzione straordinaria delle principali strutture civili-idrauliche: sono stati rifatti i parapetti e le protezioni di sicurezza, è stato eseguito un intervento di sghiaimento-disalveo nel bacino, sono stati realizzati un nuovo allacciamento Enel per alimentazione opera di presa sul bacino Debellis ed inoltre cavidotti elettrici, di potenza e segnale, per il collegamento della presa alla centrale. Nel canale di scarico sono stati eseguiti lavori di pulizia del fondo e delle pareti e la manutenzione straordinaria delle murature di sponda e solaio. Nella sala macchinari della centrale sono stati smantellati i vecchi macchinari di generazione e tutte le apparecchiature connesse, le strutture di fondazione sono state demolite e consolidate rendendole adatte a ricevere il nuovo gruppo di generazione. E' stato poi installato un nuovo gruppo di generazione con turbina idraulica Pelton della potenza di 2300 kW accoppiata ad un generatore elettrico sincrono in parallelo con la rete elettrica del gestore e distributore locale, Enel Distribuzione (Tabella 1). La corrente generata dal gruppo alla tensione di 3 kV viene elevata alla tensione di esercizio sulla rete ENEL di 20 kV per mezzo di un trasformatore della potenza di 3150 kVA (Tabella 1).

**Tabella 1.** Scheda tecnico-economica relativa ai principali parametri dell'impianto prima e dopo l'intervento di ristrutturazione (Società Idroelettrica Torlano, 2015).

	Prima dell'intervento di ristrutturazione	Dopo l'intervento di ristrutturazione
Tipologia di impianto	Acqua fluente	Acqua fluente
Derivazione idraulica	Torrente Cornappo e Rio Gorgons	Torrente Cornappo e Rio Gorgons
Tipologia Turbine	Francis (n. 2) - Pelton (n. 1) <sup>a</sup>	Pelton a 5 getti ad asse verticale <sup>b</sup>
Portata	800 (medi) - 1200 (max) L s <sup>-1</sup>	800 (medi) - 1200 (max) L s <sup>-1</sup>
Salto geodetico	77,70 m (anni 1950 -1994)	124,73 m
	124,73 m (dal 1994)	
Potenza nominale media di concessione	609,40 kW (anni 1950 -1994)	978,27 kW
	978,27 kW (dal 1994)	
Automatizzata	Parzialmente (3° gruppo)	SI
Producibilità media annua stimata	6.000.000 kWh	6.200.000 kWh
Prezzo di cessione	0,080 €(kWh) <sup>-1</sup>	0,200 €(kWh) <sup>-1</sup>
Ricavi medi annui stimati	480.000 €	1.240.000 €
Costi operativi <sup>c</sup>	224.000 €	249.000 €
EBITDA stimato	256.000 €	1.016.000 €

<sup>a</sup> I gruppi di produzione originali erano due di uguali caratteristiche, entrambi costituiti da turbina idraulica "Francis" ad asse orizzontale (dimensionata per salto di 120-122 m, portata massima 1000 L s<sup>-1</sup>, potenza 1386 CV pari a 1020 kW, velocità 1500 giri/min) direttamente collegata ad alternatore elettrico trifase (di potenza 1200 kVA, frequenza 50 Hz, velocità 1500 giri/min). La corrente elettrica generata alla tensione di 3 kV veniva elevata alla tensione di esercizio sulla rete elettrica locale a 21 kV mediante due trasformatori in olio trifase a raffreddamento naturale della potenza di 1200 kVA e frequenza 50 Hz. Nel corso del 1999, fu installato un terzo gruppo di produzione in grado di sfruttare, durante i periodi di magra, le portate inferiori a 0,40 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, portate che non potevano essere sfruttate dai due gruppi principali. Il terzo gruppo idroelettrico veniva alimentato dalla condotta forzata principale tramite una derivazione con tubazioni in acciaio del diametro interno di 460 mm ed era caratterizzato da turbina idraulica "Pelton" dimensionata per portata massima di 0,45 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, portata minima 0,07 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, potenza 530 kW, velocità 500 giri/min e da un generatore elettrico asincrono di potenza 500 kVA, frequenza 50 Hz, tensione 380 Volt, velocità 500 giri/min a cosφ 0,8.

<sup>b</sup> L'attuale gruppo di generazione (turbina-generatore) installato ha le seguenti caratteristiche: Turbina Idraulica con ruota Pelton ad asse verticale a 5 getti dimensionata per i seguenti valori: portata massima 2200 L s<sup>-1</sup>, potenza 2300 kW, salto idraulico 120 m, velocità 428 giri/min. La turbina è accoppiata ad un generatore elettrico sincrono trifase della potenza di 2700 kVA, frequenza 59 hz, tensione 3 kV, velocità 428,6 giri/min a cosφ 0,9). La corrente generata dal gruppo alla tensione di 3 kV viene elevata alla tensione di esercizio sulla rete Enel di 20 kV per mezzo di un trasformatore trifase in resina della potenza di 3150 kVA.

° Costi operativi = costi della produzione (voce B del Conto Economico) - ammortamenti e svalutazioni (voce B10), ottenuti come valore medio dei costi 2005-10 prima dell'intervento di ristrutturazione. In via semplificata si assume che i costi operativi non subiscano variazioni significative dopo l'intervento di ristrutturazione.

Le attività cantieristiche, fino alla messa in esercizio della centrale, si sono sviluppate nell'arco di circa 10 mesi, da dicembre 2011 a settembre 2012 con l'entrata in esercizio di produzione dell'impianto in parallelo con la rete elettrica del Gestore Locale Enel Distribuzione. Nel caso di Torlano, come per gran parte degli impianti idroelettrici, non c'è nessun accumulo dell'energia prodotta. L'energia viene prodotta e ceduta al netto, direttamente in rete Enel, tolta quella auto consumata per i servizi di centrale (luci, pompe, alimentazione apparecchiature varie, etc.).

#### 4. Risultati e discussione

##### 4.1. Aspetti tecnico-economici

L'impianto di Torlano, a seguito dell'intervento di ristrutturazione eseguito, secondo la normativa in materia energetica rientra nei parametri previsti per il riconoscimento di rifacimento parziale idroelettrico ed è stato quindi ufficialmente riconosciuto come impianto alimentato da fonti rinnovabili e qualificato IAFR (Decreto del Ministero delle Attività Produttive 24 ottobre 2005; Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 18 dicembre 2008). L'energia prodotta dalla centrale viene immessa nella rete elettrica di Enel Distribuzione. Per alcune tipologie di impianti, come quello di Torlano, è prevista la possibilità di richiedere al GSE, mediante apposita convenzione, il ritiro, a prezzo amministrato (fissato cioè da un organo dell'amministrazione pubblica), dell'energia elettrica prodotta e immessa in rete, come previsto dalla normativa (Decreto Legislativo n.387/2003; Legge n. 239/2004) e con i prezzi corrisposti dalla delibera AEEG n. 280/07 (Autorità per l'energia elettrica e il gas, 2007). La Società Idroelettrica Torlano ha specificatamente scelto la Tariffa Onnicomprensiva come tipologia d'incentivo. Per l'intero periodo di incentivazione la TO è l'unica fonte di remunerazione, in seguito l'energia elettrica prodotta è contabilizzata secondo le condizioni economiche previste dall'articolo 13 del Decreto Legislativo 387/03 (Decreto Legislativo n.387/2003). Il GSE ritira energia elettrica immessa in rete ed eroga la tariffa incentivante onnicomprensiva, fissa, sulla produzione netta immessa in rete.

La produzione di energia elettrica dell'impianto originariamente era in media di circa 5,3 GWh e il prezzo di vendita era di circa 0,080 €/KWh (Tabella 1). I costi operativi, calcolati come: costi operativi = costi della produzione (voce B del Conto Economico) - ammortamenti e svalutazioni (voce B10), erano pari a circa 224.000 € (valore medio del periodo 2005-2010). Per l'intervento di rifacimento parziale, ammodernamento e messa in sicurezza dell'impianto il produttore Idroelettrica Torlano ha sostenuto un costo complessivo pari a circa a 3.000.000 €, comprendente costi tecnici di progettazione, di direzione lavori e sicurezza, costi per opere civili e idrauliche, per opere elettromeccaniche-elettriche, cavidotti di potenza e segnale, costi per installazione misuratore di portata e altri costi per forniture e pose di porte, infissi etc. Tenendo conto dell'installazione del nuovo gruppo idroelettrico, di maggior rendimento ed efficienza energetica, i lavori di manutenzione del canale di derivazione e i dati storici delle produzioni idroelettriche, la producibilità attesa media annua dopo la ristrutturazione è pari a 6.200.000 kWh.

Nel biennio successivo all'intervento di ristrutturazione, sono aumentati sia la produzione di energia (Tabella 2), che il relativo prezzo di vendita (pari a 0,200 €/kWh) grazie all'incentivo (di cui l'impianto potrà godere per 15 anni). Come previsto, i costi operativi (calcolati come sopra specificato) sono risultati essere pari a circa 249.000 €, con un aumento di circa l'11% rispetto al valore prima dell'intervento.

In Tabella 2 vengono presentati i dati relativi alla produzione annua dell'impianto sia prima dell'intervento di ristrutturazione che dopo.

**Tabella 2.** Produzione annua di energia elettrica (Società Idroelettrica Torlano, 2015).

Anno	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Produzione (kWh)	6.295.460	6.470.630	5.616.573	3.165.967	6.955.316	3.685.423	4.158.348	4.082.476
Anno	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Produzione (kWh)	6.647.631	5.456.223	4.815.477	0 <sup>a</sup>	1.725.351 <sup>b</sup>	6.581.100	6.380.500	3.720.600

- a: Fermo produzione per lavori di ristrutturazione.  
b: Produzione ripresa a settembre 2012.

Com'è possibile notare, nel corso del 2011 la produzione è risultata pari a zero in seguito al fermo intervenuto nel corso della ristrutturazione ed è ripresa nel settembre 2012. Negli anni 2013 e 2014 l'andamento della produzione è rimasta in linea con quanto stimato e si sono registrati valori di produzione annua pari rispettivamente a 6.581.100 e 6.380.500 kWh, a riprova dell'effettiva efficienza del nuovo gruppo idroelettrico installato. Nel 2015 invece si è registrato un notevole calo della produzione annua, pari a 3.720.600 kWh, a causa della particolare ondata di siccità che ha interessato tutta l'Italia nel corso di quell'anno. Infatti, nonostante l'impianto sia stato soggetto agli interventi descritti in precedenza che hanno come obiettivo principale il miglioramento dell'efficienza di produzione energetica, la centrale resta vincolata alle precipitazioni piovose.

Da un punto di vista economico, l'efficienza della gestione dell'impianto, calcolata come rapporto tra EBITDA e vendite (vedi Conto Economico e Indici di Bilancio) ha segnalato un trend evolutivo positivo.

#### 4. 2. Sostenibilità ambientale

E' molto importante che, a seguito del rifacimento, la centrale abbia ottenuto la qualifica di IAFR. Come già riportato, questo permette di accedere agli incentivi statali previsti allo scopo di potenziare la produzione da fonti rinnovabili nel nostro Paese. La centrale è stata a suo tempo localizzata nel piccolo comune di Nimis in provincia di Udine, in una zona ben distanziata dal centro abitato, limitando al minimo gli impatti paesaggistici. Inoltre, per salvaguardare l'ecosistema locale, sono state adottate misure specifiche. Innanzitutto, l'interramento delle condotte forzate ha permesso di ridurre l'impatto paesaggistico e ridurre i rischi di caduta sia per gli animali sia per l'uomo, solo brevissimi tratti del canale di derivazione sono a cielo aperto. L'accurata pulizia dell'alveo, avvenuta durante i lavori di ristrutturazione, ha contribuito a ridurre i rischi di esondazione legati ad un aumento del livello delle acque conseguente ad un interrimento dell'alveo. Un ulteriore aiuto, nel mantenere pulite le acque, è dato dal sistema sgrigliatori, posti dopo il canale adduttore, a monte del bacino di carico. Gli sgrigliatori evitano che rifiuti solidi entrino nelle condotte forzate e quindi nelle turbine di generazione elettrica. In questo modo si evitano danni all'impianto e si restituisce al corso acqua pulita e depurata dai rifiuti. Inoltre la concessione di derivazione prende in specifica considerazione le indicazioni relative ad DMV in modo da salvaguardare e tutelare le popolazioni acquatiche. A tale proposito, non sono stati predisposti sistemi di "scala dei pesci", o simili, per agevolare il transito di questi, perché la concessione originaria, trasferita in capo alla Società Idroelettrica Torlano, non li prevedeva, ma a tutela della popolazione ittogenica, in considerazione dell'alterazione ambientale già creata con la derivazione, vengono seminati annualmente 160.000 avannotti della specie *Salmo trutta fario L.* (trota di torrente) nel corso d'acqua interessato dall'utilizzazione, in modo da mantenere stabile il livello della popolazione acquatica. L'impianto produce energia pulita, le emissioni in atmosfera prodotte si attestano intorno a valori trascurabili e non vi sono segnalazioni a riguardo. Grazie alle moderne tecnologie installate, l'impatto acustico dell'impianto è inesistente.

### 5. Conclusioni

L'idroelettrico è una fonte di energia pulita e affidabile, con un grande potenziale sia per i Paesi sviluppati che per quelli in via di sviluppo, in grado di competere con le fonti tradizionali di origine fossile. I piccoli impianti idroelettrici sono quelli per i quali è maggiormente ipotizzabile uno sviluppo futuro significativo in Italia. La valorizzazione di piccoli impianti idroelettrici preesistenti, mediante installazione di gruppi di generazione più efficienti o mediante migliorie tecniche volte a ridurre l'impatto ambientale va nella direzione di aumentare la quota di energia ricavata da fonti rinnovabili, ed è premiata dalla normativa vigente con l'accesso ad incentivi statali dedicati. Nel caso esaminato si è verificato che il rinnovamento dell'impianto originariamente costruito negli anni quaranta del secolo scorso, ha permesso di ottenere dei vantaggi economici (una maggior producibilità di energia elettrica associata ad un aumento del prezzo di vendita dell'energia prodotta, grazie ai meccanismi di incentivazione previsti dalla normativa) unitamente ai vantaggi ambientali combinando così sia l'interesse della Società titolare della concessione di derivazione che quelli dei portatori di interesse locali e apportando benefici indiretti in termini di riduzione dell'inquinamento e preservazione di risorse naturali.

Gli autori hanno contribuito in uguale misura all'ideazione del lavoro, raccolta delle informazioni, analisi e commento dei risultati, stesura del manoscritto.

## Riferimenti

- Autorità per l'energia elettrica e il gas, Delibera n. 280, (2007), Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04, *Gazzetta Ufficiale* n. 284 - *Supplemento Ordinario* n. 255, 6 dicembre 2007.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, (2003), Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n. 25 - *Supplemento Ordinario* n. 17, 31 gennaio 2004.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, (2006), Norme in materia ambientale, *Gazzetta Ufficiale* n. 88 - *Supplemento Ordinario* n. 96, 14 aprile 2006.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 18 dicembre 2008, (2008), Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 2, comma 150, della legge 24 dicembre 2007, n. 244, *Gazzetta Ufficiale* n. 1, 2 gennaio 2009.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 6 luglio 2012, (2012), Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici, *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n.159 - *Supplemento Ordinario* n. 143, 10 luglio 2012.
- Decreto del Ministero delle Attività Produttive 24 ottobre 2005, (2005), Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, comma 71, della Legge 23 agosto 2004, n. 239, *Gazzetta Ufficiale* n. 265 - *Supplemento Ordinario* n. 184, 14 novembre 2005.
- Degefu D.M., He W., Zhao J.H., (2015), Hydropower for sustainable water and energy development in Ethiopia, *Sustainable Water Resources Management*, 1(4), 305-314.
- Dincer I., (2000), Renewable energy and sustainable development: a crucial review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4, 157-175.
- ENEA, (2010), Le fonti rinnovabili 2010. Ricerca e innovazione per un futuro low-carbon, ISBN 978-88-8286-224-4, Roma, disponibile on-line su [http://old.enea.it/produzione\\_scientifica/pdf\\_volumi/V2010\\_07-FontiRinnovabili.pdf](http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2010_07-FontiRinnovabili.pdf)
- Filho G.L.T., dos Santos I.F.S., Mambeli Barros R., (2017), Cost estimate of small hydroelectric power plants based on the aspect factor, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 229-238.
- Gestore Servizi Energetici, (2015), Energia da fonti rinnovabili in Italia – Rapporto statistico 2015, disponibile on-line su <http://www.gse.it/it/Statistiche/RapportiStatistici/Pagine/default.aspx>
- Kaldellis K., Vlachou D.S., Korbakis G., (2005), Techno-economic evaluation of small hydro power plants in Greece: a complete sensitivity analysis, *Energy Power*, 30, 1969-1985.
- Kaunda C. S., Kimambo C.Z., Nielsen T.K., (2012), Hydropower in the Context of Sustainable Energy Supply: A Review of Technologies and Challenges, *International Scholarly Research Network Renewable Energy*, Volume 2012, Article ID 730631, 1-15.
- Legge 23 agosto 2004, n. 239, (2004), Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia, *Gazzetta Ufficiale* n. 215, 13 settembre 2004.
- Pimentel D., Herz M., Glickstein M., Zimmerman M., Allen R., Becker K., Evans J., Hussain B., Sarsfeld R., Grosfeld A., Seidel T., (2002), Renewable Energy: Current and Potential Issues, *BioScience* 52 (12), 1111-1120.
- Maugeri L., (2011), Con tutta l'energia possibile, Sperling&Kupfer, Milano.
- Razan J.I., Islam R.S., Hasan R., Hasan S., and Islam F., (2012) A Comprehensive Study of Micro-Hydropower Plant and Its Potential in Bangladesh, *International Scholarly Research Network Renewable Energy*, Volume 2012, Article ID 635396, 1-10.
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (1933), Testo unico delle disposizioni sulle acque e sugli impianti elettrici, *Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia* n. 5, gennaio 1934.
- Società Idroelettrica Torlano, (2015), comunicazione personale.
- Società Idroelettrica Torlano, (1950), Concessione di derivazione delle Acque, Archivio interno.
- Sternberg, R., (2010), Hydropower's future, the environment and global electricity systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 713-723.
- Terna, (2016a), Analisi dei dati elettrici 2016, disponibile on-line su <http://download.terna.it/terna/0000/0994/85.PDF>
- Terna, (2016b), Dati statistici sull'energia elettrica in Italia, 2016 - Dati generali, disponibile on-line su <https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/statisticheeprevisioni/datistatistici.aspx>
- Truffer B., Markard J., Bratrich C., Wehrli B., (2001), Green Electricity from Alpine Hydropower Plants, *Mountain Research and Development*, 21(1), 19-24.

## **La Carbon Footprint implementata da Maschio Gaspardo**

**Novelli V.<sup>1</sup>, Geatti P.<sup>2</sup>, Ceccon L.<sup>3</sup>, Pupulin S.<sup>4</sup>**

*Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche, Università di Udine, via Tomadini 30/A, 33100 Udine*

<sup>1</sup>veronica.novelli@uniud.it, <sup>2</sup>paola.geatti@uniud.it, <sup>3</sup>luciano.ceccon@uniud.it, <sup>4</sup>stefano.pupulin@gmail.com

### **Riassunto**

I principi dello sviluppo sostenibile vengono recepiti dalle imprese e dalle organizzazioni con sensibilità diverse e adottando strumenti diversi, in dipendenza dal settore di attività e dalle specifiche caratteristiche dell'azienda. La Carbon Footprint è un indicatore che permette di calcolare le emissioni di gas serra in atmosfera, dimostrando così la propria eco-sostenibilità e andando incontro alle richieste dei consumatori, sempre più disposti a privilegiare prodotti e servizi a minor impatto ambientale. Maschio Gaspardo è un'azienda leader mondiale nella produzione di macchine agricole, con sede nel comune di Campodarsego (PD) e altri 16 stabilimenti produttivi in vari Paesi europei, asiatici e nord-americani. Da molti anni Maschio Gaspardo ha avviato una politica eco-sostenibile sia a livello di prodotto, attraverso la realizzazione di macchine agricole ad alta efficienza, che a livello di processo, dotando i propri stabilimenti di sistemi di autoproduzione da fonti rinnovabili e di risparmio energetico. Inoltre l'azienda ha investito sul rinnovo del parco veicoli per ridurre i consumi di carburante e le emissioni in atmosfera. L'azienda ha intrapreso uno studio di Carbon Footprint relativo ai tre stabilimenti italiani, prendendo in considerazione sia la raccolta e l'elaborazione dei dati sui consumi energetici che l'analisi dei processi industriali. E' stato così possibile constatare la riduzione dell'impronta di carbonio equivalente e un adeguato monitoraggio delle emissioni di gas serra. Al termine del processo di valutazione, Maschio Gaspardo ha ottenuto la certificazione internazionale Carbon Trust Standard come prima azienda mondiale produttrice di macchine agricole e prima industria metalmeccanica in Italia.

### **Carbon Footprint Implemented by Maschio Gaspardo**

#### **Abstract**

The principles of sustainable development are acknowledged by enterprises and organizations with different sensitivities and by adopting different instruments, depending both on the activity field and on the specific characteristics of the firms. Carbon Footprint is an indicator allowing to calculate greenhouse gas emissions into the atmosphere, thus demonstrating the eco-sustainability of an enterprise and meeting the requests of the consumers, who are more and more willing to choose products and services with lower environmental impacts. Maschio Gaspardo is an enterprise which is a leader in the production of farm equipments all over the world; it is located in the municipality of Campodarsego, in the province of Padua (Italy). Other 16 production mills are located in various European, Asian and North American Countries. Several years ago Maschio Gaspardo started an eco-sustainable policy both at the product level, by making highly efficient farm machines, and at the process level, by supplying its mills with systems of self-production from renewable sources and of energy saving. Furthermore, the enterprise invested in the renovation of its vehicle fleet to reduce both fuel consumption and emissions into the atmosphere. The enterprise took up a Carbon Footprint study relative to the three Italian mills, by taking into account both the collection and processing of the data relative to energy consumption and the analysis of the industrial processes. It was thus possible to verify the reduction of the footprint of equivalent carbon and a proper monitoring of the greenhouse gas emissions. At the end of the evaluation process, Maschio Gaspardo obtained the Carbon Trust Standard international certification as the first enterprise making farm machines all over the world, and the first engineering industry in Italy.

Parole chiave: Carbon Footprint, Carbon Trust Standard, Maschio Gaspardo

#### **1. Introduzione**

La sensibilità per i temi legati alla sostenibilità ambientale è nata negli anni '70 del secolo scorso; si può ricorrere a questo proposito il Rapporto del Club di Roma sui limiti dello sviluppo (Meadows et al., 1972) e la United Nations Conference on the Human Environment di Stoccolma (Mebratu, 1998), durante la quale per la prima volta fu affrontata a livello internazionale la possibilità di coniugare sviluppo industriale e

salvaguardia ambientale. Tuttavia, solo nel 1987 fu definito per la prima volta lo sviluppo sostenibile nel rapporto Brundtland (Brundtland Report, 1987). In seguito, tappe significative sono rappresentate dal Summit della Terra svoltosi a Rio de Janeiro nel 1992 (Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, UNCED, 1992) (Spector et al., 1994), al termine del quale è stata redatta la cosiddetta Agenda 21 (Sitarz, 1993); dal Quinto Programma d'Azione Ambientale della Comunità Europea del 1993 (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, 1993); dal Protocollo di Kyoto del 1997; dal Summit di Johannesburg del 2002 (World Summit on Sustainable Development, WSSD); dalla United Nations Conference on Sustainable Development "Rio + 20" del 2012; più recentemente, dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite del 2015 (Agenda 2030, 2015).

Negli ultimi anni è cresciuta la consapevolezza del consumatore, che privilegia sempre più prodotti e servizi a minor impatto ambientale (Laroche et al., 2001; Manaktola and Jauhari, 2007). Le aziende hanno risposto a tale atteggiamento mettendo in atto sistemi che siano in grado di ridurre gli impatti ambientali della propria attività e di comunicare la propria eco-sostenibilità, per poter beneficiare di un ritorno economico a fronte degli investimenti effettuati (Chen and Chai, 2010; Ramus, 2002). Tuttavia, i principi dello sviluppo sostenibile e la necessità di andare incontro alle esigenze del consumatore vengono recepiti dalle imprese e dalle organizzazioni con sensibilità diverse e adottando strumenti diversi, in dipendenza dal settore di attività e dalle specifiche caratteristiche dell'azienda (Battacharya and Sen, 2003). In questo senso uno degli strumenti più efficaci è la Carbon Footprint, che permette di calcolare le emissioni di gas serra in atmosfera (Hertwich et al., 2009; Pandey et al., 2011; Wiedmann and Minx, 2007). E' uno strumento volontario che permette di valutare l'impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita. Può essere considerata come un sottoinsieme dei dati derivanti da uno studio LCA, in quanto la valutazione della Carbon Footprint è limitata alle emissioni di gas serra. La Carbon Footprint è standardizzata a livello internazionale dalle norme ISO 14064-1 e ISO 14067 (ISO, 2006; ISO, 2013). La Carbon Footprint offre numerosi vantaggi, in particolare la grande facilità con cui questo strumento riesce ad arrivare a tutti gli stakeholders, in seguito alla semplicità di interpretazione. Un basso indice di Carbon Footprint indica infatti un basso contributo ai danni ambientali, un alto valore esprime un alto contributo. L'unità di misura della Carbon Footprint è la quantità di biossido di carbonio equivalente (CO<sub>2</sub>e), ossia esprime l'insieme di tutti i gas serra pesati attraverso il loro potenziale di riscaldamento globale (Hammond, 2007; Pernigotti, 2013).

La certificazione Carbon Trust Standard è una delle più utilizzate a livello internazionale nel campo della Carbon Footprint (Carbon Trust, 2006; Carbon Trust, 2007). Per ottenerla, le organizzazioni devono rispondere a tre requisiti: fornire una misura della propria Carbon Footprint comprendendo tutte le fonti di emissione, dimostrare una riduzione della propria Carbon Footprint, dimostrare una corretta gestione delle proprie emissioni (British Standards Institution, 2008). Le fonti di emissione possono a loro volta essere di tre tipi: le emissioni dirette, provenienti da fonti di proprietà dell'organizzazione o direttamente controllate da essa; le emissioni indirette da consumo energetico, che derivano dall'utilizzazione di energia elettrica, calore o vapore importati dall'esterno e consumati dall'organizzazione; e le altre emissioni indirette, che derivano da fonti di gas serra di proprietà o controllate da altri, ma collegabili alle attività dell'organizzazione (British Standards Institution, 2008; EPA, 2014; Huang et al., 2009; Schultz, 2010; Wiedmann and Minx, 2007). La certificazione ottenuta ha una validità di due anni.

In questo lavoro viene preso in esame il caso di studio dell'azienda Maschio Gaspardo, leader mondiale nella produzione di macchine agricole, che nel 2013 ha ottenuto la certificazione internazionale Carbon Trust Standard.

## 2. Materiali e Metodi

I dati e le informazioni relativi al caso di studio sono stati ottenuti attraverso interviste con i manager aziendali.

## 3. Presentazione del caso di studio

Maschio Gaspardo è un'azienda leader mondiale nella produzione di macchine agricole, con sede nel comune di Campodarsego (PD) e altri 16 stabilimenti produttivi in vari Paesi europei, asiatici e nord-americani. Il suo vantaggio competitivo nel mercato internazionale si basa su alcuni punti di forza, tra i quali soprattutto lo sviluppo di nuove tecnologie a supporto del cliente quali il controllo satellitare dei propri prodotti applicato ad esempio alla programmazione della concimazione e della semina; e la rete di assistenza e ricambi, supportata da una piattaforma on-line per effettuare gli ordini e articolata su una rete di



concessionari e rivenditori, che vengono costantemente aggiornati sia sotto il profilo tecnico che commerciale. Dal 2010 Maschio Gaspardo ha avviato una politica eco-sostenibile sia a livello di prodotto, attraverso la realizzazione di macchine agricole ad alta efficienza, che a livello di processo, dotando i propri stabilimenti di sistemi di autoproduzione da fonti rinnovabili e di risparmio energetico. Inoltre l'azienda ha investito sul rinnovo del parco veicoli, passando a cilindrata inferiori e propulsori euro 6, per ridurre i consumi di carburante e le emissioni in atmosfera. Sono stati realizzati complessivamente 3,3 MWp di impianti fotovoltaici sui tetti dei 3 stabilimenti italiani, e precisamente quelli di Campodarsego (PD), Cadoneghe (PD) e Morsano al Tagliamento (PN), accompagnati da interventi di coibentazione delle strutture. Per valorizzare gli investimenti effettuati in campo energetico-ambientale, l'azienda ha intrapreso uno studio di Carbon Footprint relativo ai 3 stabilimenti italiani, prendendo in considerazione sia la raccolta e l'elaborazione dei dati sui consumi energetici che l'analisi dei processi industriali.

### 3.1 La procedura seguita per ottenere la certificazione

Le "buone pratiche" adottate in azienda che possono contribuire alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> possono essere riferite a tre macro-aree: governance, contabilità e gestione. Della prima macro-area fanno parte la politica stessa aziendale, la responsabilità nei confronti dell'ambiente e la comunicazione interna ed esterna della sensibilità ambientale. Della seconda macro-area fanno parte tutte le procedure finalizzate alla raccolta ed elaborazione dei dati. Infine, della terza macro-area fanno parte i processi quali il monitoraggio continuo, la fissazione di obiettivi di raggiungimento e i relativi programmi di riduzione, gli investimenti, la formazione del personale e la gestione ecosostenibile dei prodotti e dei servizi.

Ai fini dell'ottenimento della certificazione, sono definite emissioni dirette quelle derivanti da fonti che sono sotto il controllo diretto dell'azienda, e alle quali l'azienda concorre di conseguenza in maniera attiva. Comprendono quindi le emissioni derivanti da:

- Consumo di energia elettrica,
- Consumo di gas naturale e di olio combustibile,
- Consumo di carburante da parte dei veicoli di proprietà o in leasing da parte dell'azienda, e che sono utilizzati per le attività dell'azienda.

Emissioni indirette sono definite quelle che l'azienda non controlla direttamente, ma alle quali comunque concorre in seguito alle sue attività. Esse comprendono quindi:

- Emissioni derivanti dal processo produttivo, relative al consumo di gas che vengono utilizzati per la verniciatura, la saldatura, il taglio laser e altre lavorazioni,
- Perdite di gas tecnici, in particolare da impianti di refrigerazione e condizionamento,
- Emissioni derivanti da viaggi d'affari, via terra, mare o aria,
- Altre emissioni indirette, relative in particolare alla rete idrica e ai trattamenti connessi, e al trattamento e/o smaltimento dei rifiuti prodotti.

Per quanto riguarda i gas di processo, quelli significativi ai fini della presente analisi sono lo Schutzgas (miscela 17% CO<sub>2</sub>-83% argon), il Plusarc (miscela 8% CO<sub>2</sub>-92% argon), il CO<sub>2</sub>, i GPL e l'acetilene.

Le perdite da impianti di refrigerazione e condizionamento sono state valutate sulla base della quantità di gas utilizzata per ripristinare gli impianti durante le fasi di manutenzione e revisione. In tutte le sedi aziendali non sono state rilevate perdite negli anni presi in considerazione.

Non è stato possibile ricostruire i viaggi sostenuti dai dipendenti con mezzi terrestri. Tuttavia, si può stimare che l'incidenza di questa voce sulla Carbon Footprint sia minore dell'1%.

Analogamente, non è stato possibile ricostruire il dato sulle altre emissioni indirette.

## 4. Risultati e Discussione

Nella Tabella 1 sono presentati e quantificati tutti i fattori che contribuiscono alle emissioni sia dirette che indirette di CO<sub>2</sub> da parte dell'azienda relativamente agli anni 2011-2014, che sono stati presi in considerazione in occasione della prima certificazione e della successiva ri-certificazione. Non è stato possibile avere a disposizione i dati relativi ad anni successivi. Nella Tabella sono riportati, limitatamente al 2014, anche i dati relativi ai due stabilimenti di Portogruaro e Reggio Emilia, che sono frutto di acquisizioni successive.

Tabella 1. Fattori responsabili delle emissioni di CO<sub>2</sub> da parte di Maschio Gaspardo

Fattori responsabili delle emissioni dirette					
Consumo di energia elettrica (kWh)	Stabilimento produttivo	2011	2012	2013	2014
	Morsano al T.			2.929.090	2.490.705
	Campodarsego			1.295.055	1.136.953
	Cadoneghe			4.206.617	3.765.832
	Portogruaro				219.610
	Reggio Emilia				119.097
	Totale	8.640.711	8.289.239	8.430.762	7.732.197
Consumo di gas naturale (m <sup>3</sup> )	Stabilimento produttivo				
	Morsano al T.			22.741,67	20.131,54
	Campodarsego			362.177,00	249.460,36
	Cadoneghe			531.928,99	549.990,57
	Portogruaro				51.061,26
	Reggio Emilia				34.018,84
	Totale	1.057.305	862.713	916.848	904.662
Consumo di olio combustibile (kg)	Stabilimento produttivo				
	Morsano al T.			911.620	806.050
	Totale	920.000	815.000	911.620	806.050
Consumo di carburante da parte dei mezzi di trasporto (L)	Tipo di carburante				
	Gasolio	222.168	246.172	264.854	359.779
	Benzina	2.636	9.622	537	5.305
Fattori responsabili delle emissioni indirette					
Consumo di gas di processo	Tipo di gas				
	Schutzgas (m <sup>3</sup> )			1.691	1.757,50
	Plusarc (m <sup>3</sup> )			432,50	231
	CO <sub>2</sub> (kg)			21.916	18.450
	GPL (kg)			150	1.450
	Acetilene (kg)			13	0
Perdite di gas tecnici (kg)			0	0	
Viaggi via terra (km)			n.d.	n.d.	
Viaggi via mare (km)			0	0	
Viaggi via aerea (km)			7.712.123,65	7.613.360,41	
Altre fonti di emissioni indirette			n.d.	n.d.	

n.d. = non disponibile

I dati 2011 e 2012 relativi alle emissioni dirette sono riferiti alla prima certificazione, e sono stati richiesti per verificarne la successiva riduzione. I dati relativi alle emissioni indirette riferiti alla prima certificazione non erano obbligatori; le emissioni indirette sono state solo quantificate nella fase di ri-certificazione relativa agli anni 2013-2014, mentre era necessario dimostrarne una riduzione per il successivo biennio.

Per tutte le fonti dirette e indirette, indicate nella Tabella 1, sono stati calcolati i corrispondenti valori di emissioni, espressi in kg di CO<sub>2</sub>e. Nella Tabella 2 sono riportati i valori relativi alle emissioni dirette e indirette.

Tabella 2. Emissioni in atmosfera (kg CO<sub>2</sub>e) da parte di Maschio Gaspardo causate dai vari fattori responsabili delle emissioni stesse.

Emissioni dirette					
Origine	Tipologia	2011	2012	2013	2014
Consumo di energia elettrica		3.731.923	4.097.039	4.166.988	3.821.716
Consumo di gas naturale		2.135.333	1.755.276	1.865.419	1.840.625
Consumo di olio combustibile		3.245.392	2.599.546	2.908.939	2.570.839
Mezzi di trasporto	Gasolio	592.655	640.638	689.256	936.289
	Benzina	6.094	21.086	1.177	11.625
Emissioni indirette					
Consumo di gas di processo				23.043	23.428
Perdite di gas tecnici				0	0
Viaggi via terra				n.d.	n.d.
Viaggi via mare				0	0
Viaggi via aerea				934.709,39	922.739,28
Altre fonti di emissioni indirette				n.d.	n.d.

n.d. = non disponibile

Le emissioni di CO<sub>2</sub> da viaggi aerei sono state calcolate utilizzando il fattore di emissione medio 0,1212 kg/km fornito dalle principali compagnie aeree.

Sono stati successivamente presi in considerazione due indicatori:

1. Contribution to Footprint, ossia il contributo percentuale di ogni fonte di emissione rispetto alle emissioni totali in relazione allo stesso anno di riferimento,
2. Change in Footprint, ossia la variazione percentuale delle emissioni di ogni fonte rispetto all'anno precedente.

In questo modo è stato possibile evidenziare gli aspetti nei confronti dei quali l'azienda ha ottenuto dei miglioramenti, e i punti critici rispetto ai quali elaborare un progetto di monitoraggio e contenimento. Il quadro riassuntivo è presentato in Tabella 3.

Tabella 3. Contribution to Footprint e Change in Footprint dei fattori responsabili delle emissioni di CO<sub>2</sub> da parte di Maschio Gaspardo

Origine	Tipologia	2012		2013		2014	
		Contrib	Change	Contrib	Change	Contrib	Change
Consumo di energia elettrica		45,0	+10	39,4	+2	37,7	-8
Consumo di gas naturale		19,3	-18	17,6	+6	18,2	-1
Consumo di olio combustibile		28,5	-20	27,5	+12	25,4	-12
Mezzi di trasporto	Gasolio	7,0	+8	6,5	+8	9,2	+36
	Benzina	0,2	+246	0,0	-94	0,1	+888
Consumo di gas di processo				0,2		0,2	
Viaggi via aerea				8,8		9,1	
Totale		100,0	-6	100,0	+6	100,0	-5

E' stato così possibile constatare la riduzione dell'impronta di carbonio equivalente e un adeguato monitoraggio delle emissioni di gas serra. I risultati hanno evidenziato una riduzione del 6% delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel 2012 rispetto all'anno precedente. Al termine del processo di valutazione, nel 2013 Maschio Gaspardo ha ottenuto la certificazione internazionale Carbon Trust Standard come prima azienda mondiale produttrice di macchine agricole e prima industria metalmeccanica in Italia.

## 5. Conclusioni

La procedura Carbon Footprint prevede l'applicazione di un rigoroso protocollo, al fine di monitorare tutte le emissioni dirette e indirette di gas serra, e di attuare iniziative per la loro progressiva riduzione. In questo modo è possibile evidenziare sia gli aspetti nei confronti dei quali una organizzazione è riuscita a raggiungere gli obiettivi prefissati, sia i punti critici che richiedono interventi più incisivi. In questo senso, Maschio Gaspardo rappresenta una delle aziende italiane più virtuose, avendo ottenuto la certificazione internazionale Carbon Trust Standard nel 2013. Questo rappresenta sicuramente un vantaggio competitivo in un mercato globale, dove le iniziative di salvaguardia ambientale possono rappresentare un importante fattore di successo.

Gli autori hanno contribuito in uguale misura all'ideazione del lavoro, raccolta delle informazioni, analisi e commento dei risultati, stesura del manoscritto.

### Riferimenti

- Agenda 2030, (2015), <http://www.unric.org/it/agenda-2030>.
- Bhattacharya C.B. and Sen S., (2003), Consumer-Company Identification: A framework for Understanding Consumers' Relationships with Companies, *Journal of Marketing*, 67, 76-88.
- British Standards Institution, (2008), Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services, London
- Brundtland Report, (1987), disponibile on-line su <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Carbon Trust, (2006), "Carbon footprints in the supply chain: the next step for business", Report Number CTC616, November 2006, The Carbon Trust, London, UK, disponibile on-line su <http://www.carbontrust.co.uk>.
- Carbon Trust, (2007), "Carbon Footprint Measurement Methodology, Version 1.1", 27 February 2007, The Carbon Trust, London, UK, disponibile on-line su <http://www.carbontrust.co.uk>.
- Chen T.B., Chai L.T., (2010), Attitude Towards the Environment and Green Products: Consumers' Perspective, *Management Science and Engineering*, 4(2), 27-39.
- Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, (UNCED), (1992), disponibile on-line su <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>
- EPA, (2014), [www.epa.org](http://www.epa.org)
- Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (1993), disponibile on-line su <http://cordis.europa.eu/pub/fp5/docs/it-ec.pdf>
- Hammond G., (2007), Time to give weight to the "carbon footprint" issue, *Nature*, Correspondence, 256.
- Hertwich E.G. and Peters G.P., (2009), Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis, *Environmental Science and Technology*, 43, 6414-6420.
- Huang Y.A., Weber C.L., Matthews H.S., (2009), Categorization of Scope 3 Emissions for Streamlined Enterprise Carbon Footprinting, *Environmental Science & Technology*, 43(22), 8509-8515.
- ISO, (2006), ISO 14064-1: Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removal. International Organization for Standardisation, Ginevra.
- ISO, (2013), ISO/TS 14067: Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication. International Organization for Standardisation, Ginevra.
- Laroche M., Bergeron J., Barbaro-Forleo G., (2001), Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products, *Journal of Consumer Marketing*, 18(6), 503-520.
- Manaktola K. and Jauhari V., (2007), Exploring consumer attitude and behaviour towards green practices in the lodging industry in India, (2007), *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 19(5), 364-377.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W., (1972), *The Limits to growth*, Universe Books.
- Mebratu D., (1998), Sustainability and sustainable development: Historical and Conceptual Review, *Environmental Impact Assessment Review*, 18, 493-520.
- Pandey D., Agrawal M., Pandey J.S., (2011), Carbon footprint: current methods of estimation, *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1-4), 135-160.
- Pernigotti D., (2013), La carbon footprint alla luce della nuova norma UNI ISO/TS 14067, Edizioni Ambiente.
- Protocollo di Kyoto (1997), disponibile on-line su [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.ph](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.ph)
- Ramus C.A., (2002), Encouraging innovative environmental actions: what companies and managers must do, *Journal of World Business*, 37, 151-164.
- Schultz N.B., (2010), Delving into the carbon footprints of Singapore-comparing direct and indirect greenhouse gas emissions of a small and open economic system, *Energy Policy*, 38, 4848-4855.
- Sitarz D., (1993), *Agenda 21: The Earth summit strategy to save our planet*, Boulder, CO (United States), Earth Press.
- Spector B.I., Sjoestedt G., Zartmn I.W., (1994), *Negotiating International Regimes: Lessons Learned from the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)*, Graham & Trotman/Martinus Nijhoff.

United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm), (1972), disponibile on-line su <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/humanenvironment>

United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20, (2012), disponibile on-line su <https://sustainabledevelopment.un.org/rio20>

Wiedmann T. and Minx J., (2007), A definition of “Carbon Footprint”, ISA Research and Consulting, United Kingdom.

World Summit on Sustainable Development, WSSD, disponibile on-line su <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wssd>

# RECOVERY OF SECONDARY RAW MATERIALS BY TREVIMETAL FOR A CIRCULAR ECONOMY IN THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Novelli V.<sup>1</sup>, Geatti P.<sup>2</sup>, Ceccon L.<sup>3</sup>, Martina A.<sup>4</sup>

*Department of Economics and Statistics, University of Udine, via Tomadini 30/A, 33100 Udine, Italy*

<sup>1</sup>veronica.novelli@uniud.it, <sup>2</sup>paola.geatti@uniud.it, <sup>3</sup>luciano.ceccon@uniud.it, <sup>4</sup>tonimartina1987@gmail.com

## Abstract

The transition from a linear to a circular economy is essential for a sustainable development. Advantages can be obtained in particular by a useful exploitation of virgin materials which are necessary for human activities. Circular economy has to rely on renewable energies and a proper waste management. Separate waste collection, recycling and re-use of materials provide evident benefits, even if the economical ones gradually become more and more difficult to be achieved. The waste collection sector is related to a better exploitation of secondary raw materials, for which an innovative legislation could realize a passport of the materials which are able to guarantee the traceability and the information about their composition for assessing the possibility of their re-using and recycling at the end of the life cycle.

Trevimetal is a company located in the province of Treviso (Italy) and is specialized in the collection, transport, selection, working and final re-cycling of metals and scrap iron. By a modern plant, the society is able to recover the 100% of the scrap iron. In 2015 metal scrap devoted to steel industries and foundries was 70.3 % of the whole waste treated. Trevimetal employs a radiometric gateway to detect the radioactivity of the metals and scrap iron in income and outcome, and a phytodepuration plant for the treatment of waste waters, in order to achieve the goal of sustainable development.

*Keywords:* circular economy, metallic scrap, recovery, secondary raw materials, waste.

## 1. Introduction

Over the last decades, the progressive success of the consumer society has led, as main consequences, to the establishment of a model known as “linear economy”, in which goods (whose life cycle is getting shorter and shorter and which are destined to become waste) are produced. For a long time, the most serious effects coming from this approach were not taken into account, or were underestimated: for example, the impoverishment of the stock of raw materials and non-renewable energy sources, and the rough disposal of any type of waste (solid waste and sludges, sewages, emissions into the atmosphere), producing environmental pollution and often negative consequences also for human health. Therefore, in more recent times alternative models have been proposed; they aim either at reducing the quantity or the dangerousness of waste produced, or at retrieving or re-using waste, which are considered as secondary raw materials or energy sources in the same or in other production processes. This change of mind has produced the passage from the concept of linear economy to the more recent one of “circular economy” (CiEc). In the last years many scientific works have considered the themes linked to the concept of CiEc and have evidenced the possibility of reusing useful materials from waste; this allows to guarantee the economic, social and environmental sustainability of these actions (Broadbent, 2016; George et al., 2015; Ghisellini et al., 2016; Lieder and Rashid, 2016; Ng et al., 2016; Niero and Olsen, 2016; Pan et al 2015; Singh and Ordonez, 2016).

In 2015, the European Commission has adopted a “Circular Economy Package” (CEP), which includes revised legislative proposals on waste to stimulate the transition towards CiEc (European Commission, 2015). The CEP consists of an Action Plan that establishes a concrete action programme, with measures covering the whole cycle, from production and consumption to waste management and the market for secondary raw materials. The proposed actions aim at both contributing to “close the loop” of product life cycles through greater recycling and re-use, and bringing benefits for both the environment and the economy (European Commission, 2015).

One the main sectors in the field of CiEc is related to the possibility of retrieving ferrous or non-ferrous metals from waste; several papers have taken into account this possibility, since the production of a ton of sheet-steel, coming from iron ores, requires almost four time more energy than the use of recycled steel (Broadbent, 2016; Ng et al., 2016; Niero and Olsen, 2016; Ohimain, 2013; Smol, 2015; Yellishetty et

al., 2011a; Yellishetty et al., 2011b). In Italy, waste collection, transport, management and disposal are ruled by the Legislative Decree No 152 of 2006 (Legislative Decree No 152, 2006).

In this paper we present the case study of Trevimetal, a company located in the province of Treviso (Italy), which is specialized in the collection, transport, selection, working and final recycling in particular of metal (ferrous and non-ferrous) scraps.

## 2. Materials and Methods

Data and information, relative to the case study, were collected by interviews with the person in charge of the quality management system of the company.

## 3. Case Study Presentation

Trevimetal is a family run business, located in San Polo di Piave in the province of Treviso (Northern Italy). The company has been operating in the waste sector for about 50 years and is particularly specialized in the collection, transport and selection of metallic scrap. It operates mainly in Veneto and Friuli Venezia Giulia regions and its customers are essentially manufacturing companies. Trevimetal has developed over time a policy directed at preserving the territory and more generally the environment. The company owns a large and modern fleet (vehicles equipped with crane, tipper lorries and containers) and occupies qualified workforce. Waste analysis and classifying are made by external laboratories.

The plant is located in a D-type homogeneous territorial area, that is, an area destined to industrial, artisanal, commercial and agro-industrial buildings according to the article 2 of Ministerial Decree No 1444/1968 (Ministerial Decree No 1444, 1968); its total area is equivalent to 20653 m<sup>2</sup>, 7752 of which are strictly devoted to the activity and so split (Province of Treviso, 2013): areas provided with a covering (1819 m<sup>2</sup>), waterproof uncovered areas (5934 m<sup>2</sup>), destined to waste delivery, storage and processing, to the storage of end-of-waste materials, road purposes. These areas are provided with a system constituted by two distinct lines for the discharging of runoff rainwater, that converge into two pre-treatment lines and finally to a phytodepuration plant. Lastly there is an unpaved area (3255 m<sup>2</sup>) destined to temporary park of heavy vehicles waiting to deliver wastes to the plant and to placement of 12 empty containers.

Areas where reception, storing and processing activities occur, are kept separate and in particular proper information plaques identify areas dedicated to: waste intended for storage, waste intended for preliminary storage, waste resulting from treatment operations, end-of-waste recovered material, according to art. 184-ter of the Legislative Decree No 152/2006 (Legislative Decree No 152, 2006), maintenance of plant activities originated waste.

### 3. 1. Activities and services

Trevimetal's business operations and services consist of: waste transport and brokering, collection and transport of special waste, waste storage, waste selection and sorting intended for recovery, vehicle dismantling activity, waste from electrical and electronic equipment disposal and recovery and ferrous and metallic scrap and other reusable materials (glass, paper, plastic and similar materials).

Going into details, Trevimetal carries out transport activity, in accordance with the Legislative Decree No 152/2006 (Legislative Decree No 152, 2006) and its implementing rules and the Legislative Decree December 17<sup>th</sup> 2009 (Legislative Decree December 17<sup>th</sup> 2009, 2010) and subsequent amendments and supplements. Transported waste has always to be accompanied by identification documents duly completed and signed. Furthermore, a copy of the analysis or of the undertaking certificate and of the descriptive card signed by producer/holder is attached to the waste. Trevimetal attends to packaging and non-hazardous waste transport, in accordance with internal dispositions (Trevimetal, 2013). As concerns hazardous waste, the company receives only WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipments) whose storage arranges, whereas for other types of hazardous waste, the company treats only brokering service by loading and transporting them. Trevimetal owns state-of-the-art equipment and installations suitable for collection, transport and disposal of special waste. In particular, transport of medical waste is carried out in accordance with the technical specifications set out (Trevimetal, 2013).

Recovery materials are classified and sorted according to product group, then are treated and packaged before sending them to recovery or disposal. Discards both on entry and exit are analyzed and controlled and identified according to current legislation. Waste sorting entails production planning, organization of workforce, sorting implementation and data analysis and elaboration. Sorting modality is

different for waste and scrap. For what concerns waste, load carried by an appropriate vehicle into the plant, after documentation delivery and weighing, is reversed in the appropriate covered area: selection is made both manually or mechanically by a shovel loader; materials are then separated and laid down in appropriate areas or containers. Paper, glass and plastic waste, after being separated, are pressed, compacted and packaged to be delivered to recycling industries. Regarding scraps, they are sorted by a shovel loader, which lays them down in appropriate areas in accordance with product type. Scraps with dimensions exceeding ECSC (European Coal and Steel Community) type are volumetrically and dimensionally adjusted by pressing and/or shearing. Sheared scrap packages are then delivered to steelworks. Production process management monitors: quantities and type of input and output materials, quantity of recovery material vs quantity of disposal material (Trevimetal, 2013).

Regarding vehicle dismantling activity, end-of-life vehicles are de-registered in accordance to current legislation. Taking up of dismantling vehicles is duly entered in registers kept for this purpose, endorsed by the police station; vehicles are stored without fuel, with battery not connected; exhausted oils are recorded in a special register; ozone depleting substances are managed in such a way as to prevent their dispersion into the atmosphere; fuels are stored in a non-combustible box, protected from solar radiation and equipped with air curtains and retention basin (Trevimetal, 2013).

Trevimetal takes up incoming waste characterization and harmless attesting. Waste characterization, in accordance to the Legislative Decree No 152/2006 (Legislative Decree No 152, 2006), is supported by a specific analysis or by a technical card attesting absence of hazardous substances through an appropriate managing procedure based on origin, productive cycle, raw materials used, possible result of self-control, product information, analytical information or other specific documents. Appropriate sampling and analyses are made on incoming waste and compiled specific technical cards. Non-complying waste is managed according to procedures designed to avoid environmental hazards and ensure correct waste disposal. All waste is identified with related codes by means of appropriate posters reporting the corresponding CER codes, then every waste category is appropriately treated by selection, recovery or disposal (Trevimetal, 2013). Every six months, a material sampling is made to verify whether they match assigned categories.

Particularly incoming waste is controlled to examine possible presence of radioactivity, in accordance with the Legislative Decree No 230 of March 17<sup>th</sup> 1995 (Legislative Decree No 230, 1995). Trevimetal's radiometric portal is specially made for detection of radioactive sources inside vehicles containing metallic scrap and waste. Controls are made on incoming and outgoing materials. The measurements are made by internal workforce: if radioactivity limits are exceeded, competent authorities are informed and provide for safe waste management. After each control, measurement data are saved in internal database and stored in accordance to the Regulation No 333/2011 (Council Regulation (EU) No 333, 2011).

Trevimetal implemented appropriate procedures to fulfill the requirements of the Council Regulation No 333/2011 (Council Regulation (EU) No 333, 2011), which establishes criteria determining when iron, steel and aluminium scrap, including aluminium alloy scrap, cease to be waste. The treatment of this kind of waste is made by properly trained internal workforce.

Plant treatment capacity depends on type and weight of treated waste: maximum stored instant quantity of incoming waste is 1200 tons, 50 tons of which are hazardous waste; maximum annual quantity of treatable waste is 51470 tons (maximum 2270 tons of hazardous waste); maximum daily quantity of treatable waste is 350 tons. Recovery products to be not classified as waste, have to respect conditions defined by the Legislative Decree No 152/2006 (Legislative Decree No 152, 2006).

### *3. 2. Classification of managed waste*

Main categories of materials treated in the plant are: ferrous metals, non-ferrous metals, paper and cardboard, plastic packaging, special waste, electric engines. Nevertheless, the main company activity is constituted by ferrous material recovery. Sheet scrap, sheared scrap, industrial dismantling scrap, iron turnings and pantograph sheet belong to this category. Non-ferrous metals are materials constituted by metals different from iron or its alloys: AISI 304 steel, AISI 430 steel, copper scrap and aluminium scrap belong to this category. Both ferrous and non-ferrous metals are delivered to steelworks and foundries after being volumetrically and dimensionally adjusted by pressing and/or shearing.

### *3. 3. Waste water treatment*

Trevimetal has environmental friendly waste water treatment plants. Water consumption related to Trevimetal's productive activity is very limited. The apron, which is dedicated to treatment and storage of



collected materials, can be polluted by mineral oils; it is provided with appropriate flooring and a system for run-off rain water which sends them to two distinct treatment lines: waste waters, contaminated with non-emulsified mineral oils, are first separated from heavy solid substances present in suspension in sludge sedimentation tanks, then they are channeled into the self-closing oil splitter where oils are separated from water because of different density (minimum separation capacity is 99 %). Subsequently, waste water is channeled towards a final coalescence filter, which allows removal of the still present last oil fine particles. Finally, waters flow into a phytodepuration system and then are discharged into a ditch specifically made, in accordance with the Treviso Province Authorization (Province of Treviso, 2013). Phytodepuration systems involve a biological treatment on wastewaters, based on the restoration of a natural-like ecosystem with excellent cleansing efficiency and low costs (Marangon et al., 2002). In Trevimetal, the phytodepuration plant is made by a single waterproof tub occupying 150 m<sup>2</sup>, filled with inert material. Wastewater is distributed on the purifying bed by input and recycle pumps. Vegetal species used in the plant are *Arundo donax*, *Phragmites communis* and *Salix* spp. Control analysis on outgoing waste are made by a professional person specifically qualified, every six month, regarding at least the following parameters: pH, total suspended solids, COD, iron, zinc, aluminium, lead, copper, total surfactants and total hydrocarbons; furthermore, waste is always at the disposal for authority sampling (Province of Treviso, 2013).

### 3. 4. Certifications and authorizations

Trevimetal always saw certifications as an improvement opportunity and a seriousness guarantee for customers. Trevimetal obtained the UNI EN ISO 9001:2008 certification, scope n 24: collection, transport, storage and sorting of special waste and marketing of secondary raw materials; brokerage of hazardous and non-hazardous waste (Cattelan, 2014). Trevimetal's Quality Management System complies with the article 6 of the European Council Regulation No 333/2001 (Council Regulation (EU) No 333, 2011). Trevimetal is registered in the Italian Register of Environmental Operators, according to the article 212, comma 5 of the Legislative Decree No 152, April 3<sup>rd</sup> 2006 (Legislative Decree No 152, 2006; Albo Nazionale Gestori Ambientali-Sezione Regionale del Veneto, 2012).

In 2009 Trevimetal submitted to Veneto Region the application for environmental impact assessment procedure and approval of enlargement project and functional adjustment of the storage and recovery plant and vehicle dismantling plant. The project aims at increasing the treating waste quantities in the company plant (only for non-hazardous waste): from 295 to 350 tons/day, which corresponds to an increase of 18.6 % maximum authorized per day. Together with the application, the company presented the appropriate environmental impact study and the definitive project. Trevimetal, after assessing environmental impact, obtained the provincial authorization for the waste treatment plant, vehicle dismantling and waste water discharge (Treviso Province, 2013).

## 4. Results and Discussion

Trevimetal's worked waste treating yields are reported in Table 1. As may be seen, in the examined period (2010-2014) the company always obtained high material recoveries: 77.2% on average, with a maximum 78.4% in 2014. Quantities for disposal in landfill were low: these were non-recoverable wastes, coming from internal treatment operations.

As evidenced in Table 1, ferrous scraps for steelwork are the main materials, representing in 2015 the 65.3 % of treated waste. Other outputs from the plant are: wood, plastic, glass, paper, cardboard and metallic and ferrous waste (not classifiable as secondary raw materials), all these are sent to other productive plants where they are recovered and in 2015 represented 6.7 % of treated waste. Aluminium, AISI 304 steel, AISI 430 steel, ferrous scrap for steelworks and non-ferrous scrap for foundries in 2015 were 70.3% of worked waste.

**Table 1.** Waste categories treated by Trevimetal, values in tons and percentage values

	Year 2012		Year 2013		Year 2014		Year 2015	
<b>TOTAL WORKED QUANTITY</b>	<b>29591</b>	<b>100.0%</b>	<b>34207</b>	<b>100.0%</b>	<b>33400</b>	<b>100.0%</b>	<b>33100</b>	<b>100.0%</b>
<b>TOTAL WASTE FOR RECOVERY</b>	<b>22541</b>	<b>76.2%</b>	<b>26480</b>	<b>77.4%</b>	<b>26200</b>	<b>78.4%</b>	<b>25493</b>	<b>77.0%</b>
<b>WASTE FOR RECOVERY</b> (to be sent to recovery plants)	1342	4.5%	1482	4.3%	1719	5.1%	2219	6.7%
Wood	248	0.8%	270	0.8%	257	0.8%	310	0.9%
Plastic materials	81	0.3%	52	0.2%	64	0.2%	110	0.3%
Glass	42	0.1%	44	0.1%	253	0.8%	153	0.5%
Paper and cardboard	268	0.9%	223	0.7%	195	0.6%	180	0.5%
Metal and ferrous waste (no SRM )	672	2.3%	886	2.6%	950	2.8%	1466	4.4%
Other waste	31	0.1%	7	0.0%	-	-	-	-
<b>SRM FOR RECOVERY</b> (to be sent to steelworks and foundries)	21198	71.6%	24998	73.1%	24481	73.3%	23274	70.3%
AISI 304 Steel scrap	638	2.2%	787	2.3%	796	2.4%	899	2.7%
AISI 430 Steel scrap	514	1.7%	543	1.6%	689	2.1%	553	1.7%
Aluminium scrap	234	0.8%	226	0.7%	146	0.4%	222	0.7%
Ferrous scrap for steelworks	19801	66.9%	23434	68.5%	22850	68.4%	21600	65.2%
Non-ferrous scrap for foundries	11	0.0%	8	0.0%	-	-	-	-
<b>WASTE FOR DISPOSAL IN LANDFILL</b>	<b>7050</b>	<b>23.8%</b>	<b>7727</b>	<b>22.6%</b>	<b>7200</b>	<b>21.6%</b>	<b>7600</b>	<b>22.9%</b>

\* SRM: secondary raw materials

## 5. Conclusions

By state-of-the-art equipment and plants, Trevimetal is able to recover a large amount of the materials conferred, thus allowing to limit the destination to landfills of the non-renewable fractions.

A future objective of Trevimetal is the ISO 14001 certification, which has not yet been implemented, due to timing and costs (Cattelan, 2014). An environmental management system according to the ISO 14000 standards would assure numerous advantages to Trevimetal: a better environmental protection, a cost reduction (because an environmental management system implementation allows to do a productive process analysis aiming at identifying improvement areas for consumption reduction), an improvement of company image and social relations, the workforce accidents and illness decrease (because hazardous substances decrease in workplace), the increased management system efficacy and the entry into market segments where certification is a necessary requirement. Another company goal is the implementation of the 231 system (Legislative Decree No 231, 2001), in order to avoid or minimize penalties concerning environmental crimes, to monitor environmental crime costs and workforce safety and health costs, to reduce the number of work accidents and diseases, to improve customer satisfaction and to enter new market segments which recognize company ethical path.

The authors contributed equally in idea conception, acquisition of information, data analysis and comment, drafting of the manuscript.

## References

- Albo Nazionale Gestori Ambientali-Sezione Regionale Del Veneto, (2012), *Trevimetal's Provision of registration in Italian Register of Environmental Operators according to art. 212 comma 5 of Legislative Decree 152/2006* (in Italian), on line at: <http://www.trevimetal.it/wp-content/uploads/2016/04/RINNOVO-ISCRIZIONE-ALBO-NAZIONALE-GESTORI-AMBIENTALI.pdf>
- Broadbent C., (2016), Steel's Recyclability: Demonstrating the Benefits of Recycling Steel to Achieve a Circular Economy, *International Journal of Life Cycle Assessment*, **21**,1658–1665.
- Cattelan L., (2015), personal communication.
- Council Regulation (EU) No 333/2011 of March, 31<sup>st</sup> 2011, (2011), establishing criteria determining when certain types of scrap metal cease to be waste under Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council, *Official Journal of the European Union*, L 92/2, April 8<sup>th</sup> 2011, on line at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0333&from=IT>.
- European Commission, (2015), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*, Brussels, on line at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>.
- George D.A.R., Lin B.C., Chen Y., (2015), A Circular Economy Model of Economic Growth, *Environmental Modelling & Software*, **73**, 60-63.
- Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., (2016), A Review on Circular Economy: the Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems, *Journal of Cleaner Production*, **114**, 11-32.
- Legislative Decree March, 17<sup>th</sup> 1995, No 230, (1995), Implementation of Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom and 96/29/Euratom concerning ionizing radiation (in Italian), *Official Gazzette* No **136**, *Ordinary Supplement* No **74**, June, 13<sup>rd</sup> 1995.
- Legislative Decree June, 8<sup>th</sup> 2001, No 231, (2001), Governing the liability of legal persons, societies and associations, in accordance with article 11 of law September, 29<sup>th</sup> 2000, No 300, (in Italian), *Official Gazzette* No **140**, June, 19<sup>th</sup> 2001.
- Legislative Decree June, 24<sup>th</sup> 2003, No 209, (2003), Implementation of Directive 2000/53/CE concerning end-of-life vehicles, *Official Gazzette* No **182**, *Ordinary Supplement* No 128, August, 7<sup>th</sup> 2003.
- Legislative Decree July, 25<sup>th</sup> 2005, No 151, (2005), Implementation of Directives 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, concerning the reduction of the use of hazardous in electric and electronic equipment, as well as waste disposal, (in Italian), *Official Gazzette* No **175**, *Ordinary Supplement* No **135**, July, 29<sup>th</sup> 2005.
- Legislative Decree April, 3<sup>rd</sup> 2006, No 152, (2006), Environmental Legislation, (in Italian), *Official Gazzette* No **88**, April, 14<sup>th</sup> 2006.
- Legislative Decree December, 17<sup>th</sup> 2009, (2010), Establishing the control system of waste traceability in accordance to article 189 of Legislative Decree No 152 of 2006 and article 14-bis of Decree Law No 78 of 2009 converted with amendments by Law No 102 of 2009, (in Italian), *Official Gazzette* n. **9**, *Ordinary Supplement* n. **10**, January, 1<sup>st</sup> 2010.
- Lieder M., Rashid A., (2016), Towards Circular Economy Implementation: a Comprehensive Review in Context of Manufacturing Industry, *Journal of Cleaner Production*, **115**, 36-51.
- Marangon F., Tomasinsig E., Vecchiet M., (2002), *Technical-economic and environmental evaluation of phytodepuration to serve small utilities. Analysis of the situation in Friuli Venezia Giulia*, (in Italian). Editrice Universitaria Udinese, Udine.
- Ministerial Decree April 2<sup>nd</sup> 1968, No 1444, (1968), Mandatory limitations of building density, of height, of distance between the buildings and maximum ratios between spaces for housing and manufacturing developments and public spaces or spaces reserved to collective activities, to green areas or car parks, to be observed for the realization of new urbanistic instruments or rethinking of existing ones, in accordance to article 17 of Law August 6<sup>th</sup> 1967, No 765, (in Italian), *Official Gazzette* n. **97**, April, 16<sup>th</sup> 1968.
- Ministerial Decree February 5<sup>th</sup> 1998, of the Ministry of the Environment, (1998), Identification of non-hazardous waste with simplified recovery procedures in accordance to articles 31 and 33 Legislative Decree February 5<sup>th</sup> 1997, No 22, (in Italian). *Official Gazzette* No 88, *Ordinary Supplement*, April, 6<sup>th</sup> 1998.
- Ng K. S., Head I., Premier G. C., Scott K., Yu E., Lloyd J., Sadhukhan J., (2016), A multilevel sustainability analysis of zinc recovery from wastes, *Resources, Conservation and Recycling*, **113**, 88-105.
- Niero M., Olsen S. I., (2016), Circular Economy: To be or not to be in a Closed Product Loop? A Life Cycle Assessment of Aluminium Cans with Inclusion of Alloying Elements, *Resources, Conservation and Recycling*, **114**, 18-31.
- Ohimain E.L., (2013), Scrap Iron and Steel Recycling in Nigeria, *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety*, **2**, 1-9.
- Pan S.Y., Du M.A., Huang I.T., Liu I.H., Chang E.E., Chiang P.C., (2015), Strategies on Implementation of Waste-to-Energy (WTE) Supply Chain for Circular Economy System: a Review, *Journal of Cleaner Production*, **108**, 409-421.
- Province of Treviso, (2013), *Authorization for Trevimetal's waste treatment plant, vehicle dismantling plant and waste water discharge in accordance to Legislative Decrees 152/06 and 209/03, Regional Laws 3/2000 and 33/85*, (in Italian), on line at: <http://www.trevimetal.it/wp-content/uploads/2016/04/AUTORIZZAZIONE-IMPIANTO-DI-TRATTAMENTO-RIFIUTI-AUTODEMOLIZIONE-E-SCARICO-ACQUE-REFLUE.pdf>

- Singh J., Ordonez I., (2016), Resource Recovery from Post-Consumer Waste: Important Lessons for the Upcoming Circular Economy, *Journal of Cleaner Production*, **134**, 342-353.
- Smol M., (2015), Towards Zero Waste in Steel Industry: Polish Case Study, *Journal of Steel Structures & Construction*, **1**, 102-107.
- Trevimetal, (2013), *Procedure describing storage, waste and environmental impacts management*, (in Italian), internal document.
- Yellishetty M., Mudd G.M., Ranjith P.G., (2011a), The Steel Industry, Abiotic Resource Depletion and life cycle assessment: a real or perceived issue?, *Journal of Cleaner Production*, **19**, 78-90.
- Yellishetty M., Mudd G.M., Ranjith P.G., (2011b), Environmental life-cycle Comparisons of Steel Production and Recycling: Sustainability Issues, Problems and Prospects, *Environmental Science & Policy*, **14**, 650-663.

# The crop water requirement indicator for a sustainability management in agriculture

Casolani N., Liberatore L.

Department of Economic Studies, University of Chieti-Pescara “G. d’Annunzio”, Pescara, Italy.

[nicola.casolani@unich.it](mailto:nicola.casolani@unich.it); [l.liberatore@unich.it](mailto:l.liberatore@unich.it)

## Abstract

The additional food required to feed future generations will put further enormous pressure on freshwater resources with the world’s population set to increase. This is because agriculture is the largest single user of fresh water, accounting for about 75% of current human water use. Reducing water use and protecting water quality are key issues of the Common Agricultural Policy. Because of this water scarcity and because new arable land is also limited, future increases in production will have to come mainly by growing more food on existing land and water. Crop Water Requirement (CWR) is a tool used to define the sustainability of water in crop production. In this study the CWR and CWR in relation to yield have been calculated considering data of maize production across the different Provinces and Regions (ISTAT years from 2012-2016). Results illustrated a great heterogeneity of water consumption in Italy, with values greater than 5.000 m<sup>3</sup> q<sup>-1</sup> registered in the Southern Regions. In terms of water use efficiency, the performances were analysed through the ratio between CWR and yield production, a synthetic index which showcased high performances in the Northern regions compared to the Southern regions of Italy, in particular Piedmont, Veneto and Friuli-Venezia Giulia. This information can be used by Policy makers to define appropriate policies for water management.

**Keyword:** water management, crop production, food system, crop water requirement.

## Introduction

Water resources around the world are heavily exploited for food production (e.g. Konar et al., 2011). Agriculture is the main consumer of freshwater in the Mediterranean region and currently faced with the challenge of innovative approach to water resource management (Katerji et al., 2008). Water deficits is responsible to reduce the yield of most annual crops (Hsiao and Bradford, 1983). The great challenge of the agricultural sector is to produce more food from less water and this goal could be achieved by increasing Crop Water Productivity (Kijne et al., 2003; Zwart and Bastiaanssen, 2004). A failure to manage many water systems optimally results in environmental damage (Xu et al., 2016). Global dialogues focused on water crisis have placed water scarcity problems a priority on the political and research agendas, especially in some country of the world; in fact, in recent years, increased water deficits are threatening the sustainability of agricultural production (Liu et al., 2001; Hu et al., 2005; Wang et al., 2006). Due to agronomical research and improved water management practices, Crop Water Productivity has increased during the last years. Various studies have tackled water use and yield relationship of identical crops, on specific locations, with similar cultural and water management practices (e.g. Doorenbos and Kassam, 1979; Peng et al., 1998; Tuong, 1999; Grismer, 2002). Agriculture is an activity that typically requires considerable amount of water (Rost et al., 2008; Fader et al., 2011). Water is a very complex dynamic resource, inserted in the dynamic cycle of rain, runoff and evaporation, with enormous temporal and spatial variations as well as variations in quality that completely govern its value to people and ecosystems. Universally applicable solutions to the problem of water scarcity are however difficult to come in the field of agriculture. Irrigation management practices have an influence on Agricultural water use efficiency (Xu, 2001; Wang et al., 2002; Deng et al., 2006 ). The amount of water used in crop production is a critical factor in agricultural systems in many Regions (Ogola et al., 2005). Climate is one of the main environmental determinants influencing crop yields but also water management (Casolani et al., 2016). Climatic variables and soil present a high spatio-temporal variability in Italy that influence crop production in terms of water quality (Cartone et al., 2017). Since 2009 the life cycle assessment (LCA) community has shown interest in the Water Footprint concept, because of its relevance in comparing the environmental performance of products (Hoekstra, 2016.). The proponents of the water-scarcity weighted approach have persistently pointed at the need for “environmental relevance” of water indicators, that it should reflect environmental impact of water use (Ridoutt and Huang, 2012; Berger

and Finkbeiner, 2013). Research focusing on water-saving in agriculture has recently emphasized the use of “Crop Water Requirement” (CWR) tool (Chai et al., 2014); it refers to the amount of water that needs to be supplied, while crop evapotranspiration ( $ET_c$ ) refers to the amount of water that is lost through evapotranspiration (Allen et al., 1998). Water Used has been studied in various crop (e.g. Fang, et al., 2010; Akinbile and Sangodoyin, 2010; Moshelion et al., 2015; Luo et al., 2015; Rogers et al., 2015).

Maize constitutes one of the most widely consumed food sources and it's a basic for feed and beverage industries (Tekwa and Bwade, 2011).

The objective of this study is to estimate CWR in Italian maize crop production, analysing crop water efficiency in different areas and the variability of this indicator across the Regions and Provinces referring to crop area cultivation and crop production.

## Materials and methods

Allen et al. (1998) in their guide reports the instructions for computing crop water requirements based on evapotranspiration.

The calculation of Crop Water Requirements for each province has been realized as following (Allen et al., 1998):

$$CWR = 10 \times \sum_{d=1}^{Igp} ET_c$$

$ET_c$  = crop evapotranspiration under standard conditions of province  $i$ .

$Igp$  = period from planting to harvest in days (April-October).

The factor 10 converts mm / day in  $m^3 / ha$ .

$ET_c$  for each province was calculated as following:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

$ET_0$  = crop evapotranspiration for each Italian province. Data were calculated as monthly average value of 1961-2008 by MIPAAF Database - Agri-environmental Observatory.

$K_c$  = factor linked to type of crop and stage of cultivation.

$K_c$  has been calculated taking into consideration the following stage:

$K_c = K_c$  crop initial stage +  $K_c$  crop development +  $K_c$  crop mid-season +  $K_c$  crop late season.

The accurate calculation of  $K_c$  crop for each growth stage is an important component for accurate estimation of water requirements.  $K_c$  in different growing stages was calculated as in FAO (2016).

Data of maize production for each Italian Province has been provided by ISTAT (years from 2012-2016)<sup>4</sup>. Then, CWR per quintal of maize production for each province was calculated through the following formula (Allen et al., 1998):

$$CWR q^{-1} = \frac{CWR}{Y}$$

Where:

$Y$ =Yield, is defined as the marketable part of the production (Zwart and Bastiaanssen, 2004).

For each Province, CWR per quintal of maize production was calculated with the following formula:

$$CWR q^{-1} \text{ for Province } i = \frac{CWR \text{ Province } i}{Y \text{ Province } i}$$

$$CWR \text{ for Region } i = \frac{\sum CWR \text{ Province } (a+b.....) \text{ of Region } i}{n}$$

$n$  = num. of Province Region  $i$

$CWR q^{-1}$  for Region  $i = \sum CWR q^{-1} \text{ Province } (a+b.....) \text{ of Region } i / \text{num. of Province Region } i$

## Results and Discussions

Figure 1 shows the values of CWR in the various Italian provinces per hectare of maize crop production. The values generally vary from a minimum of 3305  $m^3 ha^{-1}$  in Valle D'Aosta to a maximum of 6.422  $m^3 ha^{-1}$  relating to Sicily.

Values of CWR greater than 5.000  $m^3 q^{-1}$  are registered in the province located in the Southern area of Italy. Water use efficiency values decreased with an increment of water deficit (Kiziloglu et al., 2009): this pose an

<sup>4</sup> Only the Province detected by ISTAT were taken into account.

interesting reflection for the Regions located in south of Italy, in particularly Basilicata, Calabria, Sicily and Sardinia, where the water efficiency is lower.

Figure 1. Maximum and minimum values (Province) of CWR of maize produced in Italian Regions ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )<sup>5</sup>.

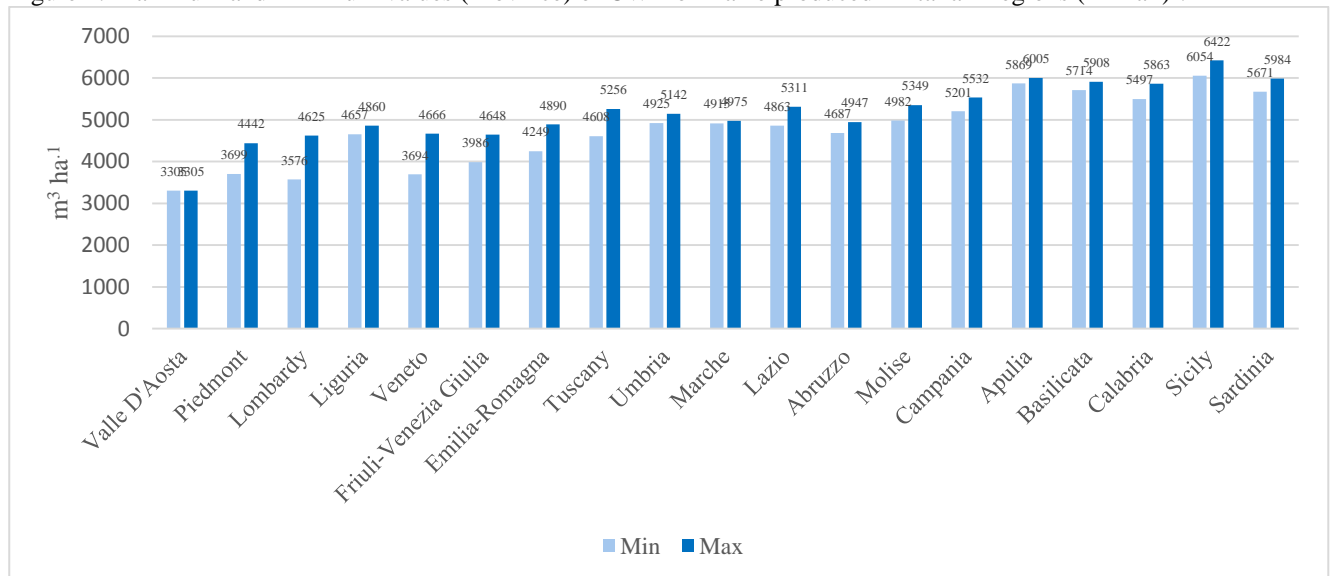


Figure 2 shows the distribution of CWR per hectare of maize crop cultivation in Italian Regions. The Northern regions detain lower values comparing with Central and Southern Regions. Regions with highest values are Sicily ( $6.237 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ ), Apulia ( $5.947 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) and Calabria ( $5.669 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ ), all located in the South. Casolani et al. (2016) showed similar trend in the determination of water footprint for cereal crop production in Italy.

Figure 2. Average values for the different Italian Regions of CWR based on maize crop cultivation ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ).



CWR express for quintals of corn product gives us an indication of the efficiency of maize production in function of water resource. Figure 3 shows minimum and maximum values of CWR  $\text{q}^{-1}$  in Italian provinces. Maximum value was observed in Province located in Sicily (211), while minimum values in those located in Piedmont (33). The general trend is an increment from North to South of minimum and maximum values.

<sup>5</sup> Valle D'Aosta has the same value for minimum and maximum because has only one Province.

Figure 3. Maximum and minimum values (Province) of CWR per quintal of maize produced in Italian Regions ( $m^3 q^{-1}$ )<sup>6</sup>.

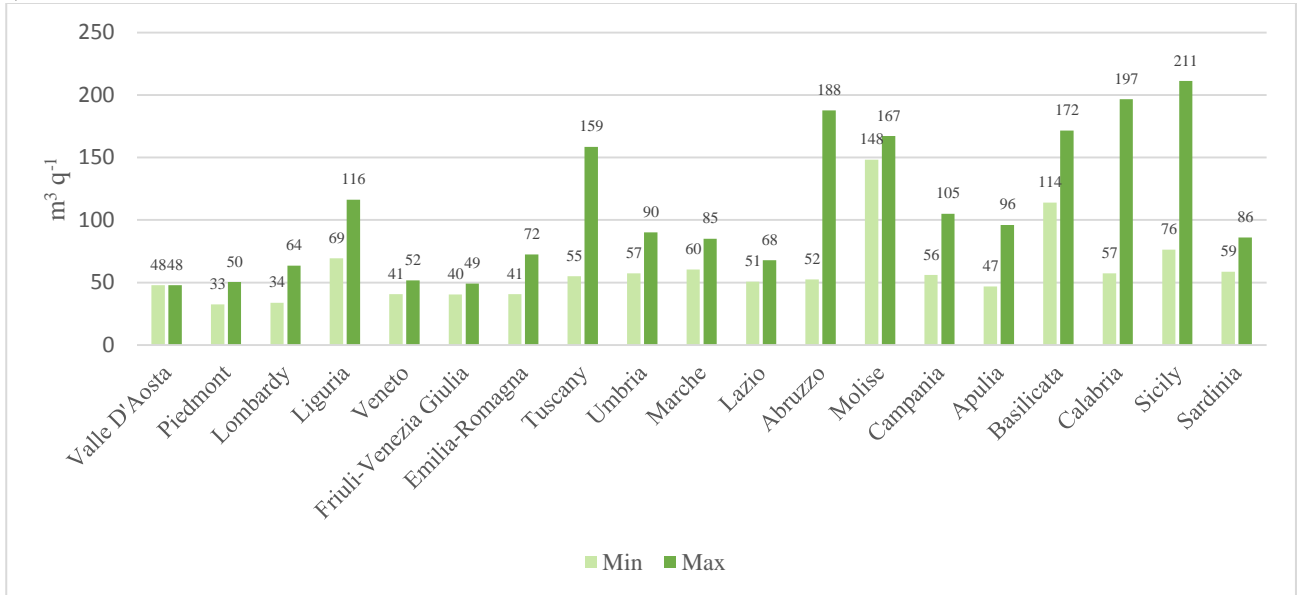
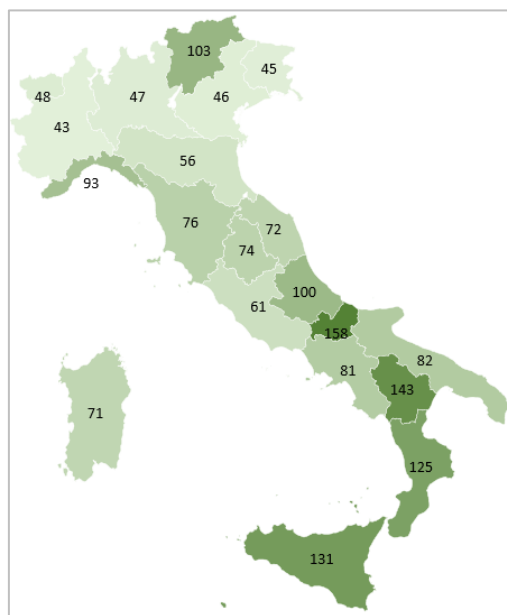


Figure 4 shows the distribution, in the different Italian regions, of CWR per quintal of maize produced. It's possible to observe a certain heterogeneity, especially in the Southern regions of Italy, in which the highest values were observed. The Northern regions have the lowest ratio, under a value of 50, while most of the Southern Regions exceeds the value of 100. An understanding of water use efficiency is essential for evaluating the field crops in regions where irrigation water is a limiting factor (Johnson and Henderson, 2002) as, in this case, in some Italian area located in particularly in Southern areas.

Figure 4. Average values for the different Italian Regions of CWR per quintal of maize produced ( $m^3 q^{-1}$ ).

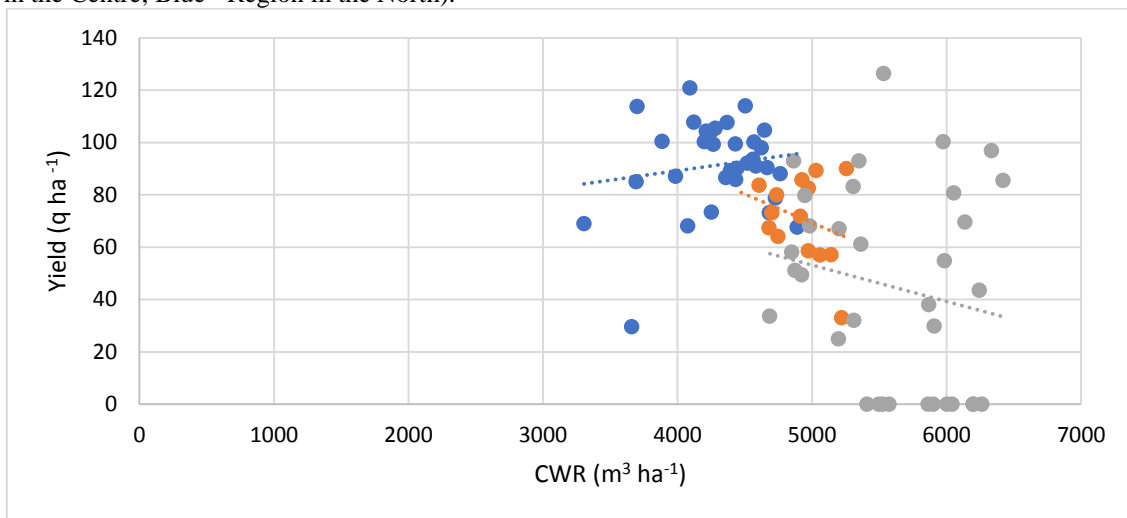


<sup>6</sup> Valle D'Aosta has the same value for minimum and maximum because has only one Province.



In terms of water use efficiency, high level performances were analysed through the ratio between CWR and yield production, a synthetic index. Rockström (2003) show that a value of efficiency is possible through an empirical relation that reflects actual water to yield ratios; figure 5 shows the CWR in function of yield maize production ( $q\ ha^{-1}$ ) in different Italian Provinces. It's possible to observe that the Northern Provinces have a ratio between CWR and Yield production greater than most of Southern regions, grouped into lower position on the right. Greater homogeneity is instead expressed in the Province of Central Italy. Katerji et al. (2008) argue that the large range of water efficiency values observed can be ascribed mainly to a various factor, such as fertilizers and water management (water regime, mineral supply and water quality), plant factors (species, variety and sensitivity of growth stage to the stress) and environmental factors (climate, atmospheric pollution, soil texture and climate change).

Figure 5. Grain yield related to CWR in Italian Province (Grey=Region in the South; Orange= Region in the Centre; Blue= Region in the North).



## Conclusion

Water efficiency in agriculture has been the subject of in-depth studies due to the increase in demographics. CWR is an important indicator to facilitate the understanding of scenarios related to water use in agricultural production and supports the analysis of environmental policies. This paper clearly showed water efficiency in different Italian areas. Results showed a general trend of increasing values from north to south in terms of crop water requirements. A substantial improvement is necessary to off-set the existing requirements of water efficiency to provide food for humans and water for maintaining natural ecosystems. Searching for an ideal balance between agriculture, human food consumption and water efficiency is the most critical issue for European policy makers.

## References

- Akinbile C. O., Sangodoyin A. Y., (2010). *Crop water use responses of upland rice to differential water distribution under sprinkler irrigation system*. *Advance Applied Research*, 103, 133-144.
- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M., (1998). *Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements*-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9), D05109.
- Berger M., Finkbeiner M., (2013). *Methodological Challenges in Volumetric and Impact-Oriented Water Footprints*. *Journal of Industrial Ecology*, 17, 1, 79-89.
- Cartone A., Casolani N., Liberatore L., Postiglione P., (2017). *Spatial analysis of grey water in Italian cereal crops production*. *Land Use Policy*, 68, 97-106.
- Casolani N., Pattara C., Liberatore L., (2016). *Water and Carbon footprint perspective in Italian durum wheat production*. *Land Use Policy* 58, 394-402.
- Chai Q., Gan Y., Turner N. C., Zhang R. Z., Yang C., Niu Y., Siddique K. H., (2014). *Water-saving innovations in Chinese agriculture*. *Advances in Agronomy*, 126, 149-202.
- Deng X.P., Shan L., Zhang H.P., Turner N.C., (2006). *Improving agricultural water use efficiency in and semiarid areas of China*. *Agricultural Water Management*, 80, 23-40.
- Doorenbos J., Kassam A.H, (1979). *Yield Response to Water*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

- Fader M., Gerten D., Thammer M., Lotze-Campen H., Lucht W., Cramer W., (2011). *Internal and external green-blue agricultural water footprints of nations and related water and land savings through trade*. Hydrology and Earth System Science, 15, 1641–1660.
- Fang Q. X., Ma L., Green T. R., Yu Q., Wang T. D., Ahuja L. R., (2010). *Water resources and water use efficiency in the North China Plain: Current status and agronomic management options*. Agricultural Water Management, 97, 8, 1102-1116.
- FAO 2016. Crop Water Information: Maize. [http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_maize.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_maize.html)
- Grismer M.E., (2002). *Regional cotton lint yield, ETc and water value in Arizona and California*. Agricultural Water Management, 54, 227–242.
- Hoekstra A. Y., (2016). *A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA*. Ecological indicators, 66, 564-573.
- Hsiao T.C., Bradford K.J., (1983). *Physiological consequences of cellular water deficits*. In: Taylor HM, Jordan WR, Sinclair TR, eds. Limitations to efficient water use in crop production. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, 227–265.
- Hu C., Delgado J.A., Zhang X., Ma L., (2005). *Assessment of groundwater use by wheat (Triticum aestivum L.) in the Luancheng Xian region and potential implications for water conservation in the northwestern North China Plain*. Journal of Soil and Water Conservation, 60, 80–88.
- ISTAT Database. Available on: [http://agri.istat.it/sag\\_is\\_pwdout/jsp/Introduzione.jsp](http://agri.istat.it/sag_is_pwdout/jsp/Introduzione.jsp).
- Johnson. B.L., Henderson. T.L. 2002. *Water use efficiency. Water use patterns of grain amaranth in the northern Great Plains*. Agronomy Journal 94:1437–1443.
- Katerji N., Mastrorilli M., Rana G., (2008). *Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: review and analysis*. European Journal of Agronomy, 28, 4, 493-507.
- Kijne J.W., Barker R., Molden D., (2003). *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CAB International, Wallingford, UK.
- Kiziloglu F. M., Sahin U., Kuslu Y., Tunc T., (2009). *Determining water–yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region*. Irrigation science, 27, 2, 129.
- Konar M., Dalin C., Suweis S., Hanasaki N., Rinaldo A., Rodriguez Iturbe I., (2011). *Water for food: the global virtual water trade network*. Water Resources Research, 47, W05520, <http://dx.doi.org/10.1029/2010WR010307>.
- Liu C.M., Yu J.J., Kendy, E., (2001). *Groundwater exploitation and its impact on the environment in the North China Plain*. Water International 26, 265–272.
- Luo Q., Bange M., Johnston D., Braunack M., (2015). *Cotton crop water use and water use efficiency in a changing climate*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 202, 126-134.
- MIPAAF Database - Agri-environmental Observatory.  
[https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy700\\_Osservatorio.php/L/IT](https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfy700_Osservatorio.php/L/IT)
- Moshelion M., Halperin O., Wallach R., Oren R.A. M., Way D. A., (2015). *Role of aquaporins in determining transpiration and photosynthesis in water-stressed plants: crop water-use efficiency, growth and yield*. Plant, cell & environment, 38, 9, 1785-1793.
- Ogola J. B.O., Wheeler T. R., Harris P. M., (2005). *Water use of maize in response to planting density and irrigation, South African*. Journal of Plant and Soil, 22, 2, 116-121.
- Peng S., Laza R.C., Khush G.S., Sanico A.L., Visperas R.M., Garcias F.V., (1998). *Transpiration efficiencies of indica and improved tropical japonica rice grown under irrigated conditions*. Euphytica, 103, 103–108.
- Ridoutt B. G., Huang J., (2012). *Environmental relevance the key to understanding water footprints*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109, 22, 1424-E1424.
- Rogers D. H., Aguilar J., Kisekka I., Barnes P. L., Lamm F. R., (2015). *Agricultural crop water use*. In Proceedings of the 27th annual central plains irrigation conference, Colby, Kansas, 17-18.
- Rost S., Gerten D., Bondeau A., Lucht W., Rohrer J., (2008). *Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system*. Water Resources Research 44, 9, 1-17 .
- Tekwa I. J., Bwade E. K., (2011). *Estimation of irrigation water requirement of maize (Zea-mays) plants using Pan-Evapouration method in Maiduguri, NE Nigeria*. Agricultural Engineering International, CIGR Journal, 13, 1.
- Tuong T.P., (1999). *Productive water use in rice production: opportunities and limitations*. Journal Crop Production, 2, 241–264.
- Wang H.X., Liu C.M., Zhang L., (2002). *Water-saving agriculture in China: an overview*. Advances in Agronomy 75, 135–171.
- Wang J.X., Xu Z.G., Huang J.K., Rozelle S., (2006). *Incentives to managers or participation of farmers in China's irrigation systems: which matters most for water savings, farmer income, and poverty?* Agricultural Economics 34, 315–330.
- Xu F., Bao, H. X., Li H., Kwan M. P., Huang X., (2016). *Land use policy and spatiotemporal changes in the water area of an arid region*. Land Use Policy, 54, 366-377.
- Xu F.A., Zhao B.Z., (2001). *Development of crop yield and water use efficiency in Fengqiu county, China*. Acta Pedologica Sinica, 38, 491–497.
- Zwart S. J., Bastiaanssen, W. G., (2004). *Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize*. Agricultural Water Management, 69, 2, 115-133.

# IMPLEMENTATION OF THE SUSTAINABLE MOBILITY: THE CASE STUDY OF UNIVERSITY OF FOGGIA

Roberto Rana\* and Pasquale Giungato\*\*

\* *Department of Economics - University of Foggia*

*E-mail: [roberto.rana@unifg.it](mailto:roberto.rana@unifg.it);*

\*\* *Department of Chemistry - University of Bari*

*E-mail [pasquale.giungato@uniba.it](mailto:pasquale.giungato@uniba.it)*

## Abstract

Currently road safety, traffic congestion, acoustic and environmental pollution affecting urban areas around the world, represent the challenges to be faced for the implementation of sustainable mobility. To contrast a future increase of these issues it has been implemented the "sustainable mobility policy" in different Nations. In Italy in 1998 the Decree of the Ministry of the Environment has established the figure of Mobility Manager (MM) to implement sustainable mobility in the urban areas and in particular in companies (private and public) with more than 300 employees (or with a total of 800 workers distributed in several branch). One of the tool that can be used by MM is the "plan of employee's movement from home to work place and return" (*Piano Spostamento Casa Lavoro* -PSCL). Although in 2004 the University of Foggia has appointed the MM to date no PSCL has been edited. In this context, the aim of this study is to propose a PSCL describing how the employees of University of Foggia reach the workplace and to suggest alternative sustainable transportation typologies. In particular, to evaluate the effectiveness of the actions identified to improve the mobility of workers, the carbon footprint (CF) methodology was applied. The study has been focused only on the main building of Foggia's University (Athenaeum) that include the major part of workers.

The research shows that: 1) university's employees reach workplace principally by car (84%); 2) this transport contributes to the release of nearly 64 tons of CO<sub>2</sub>; 3) car pooling and/or public transport (urban and extra-urban) presents a sustainable solution to reduce GHG emissions; 4) if these sustainable transportations were implemented the emissions of GHG could be reduced by 56% (equal to 36 t of CO<sub>2</sub>).

**Keywords:** sustainable mobility, carbon footprint, transport, mobility manager, car pooling, greenhouse gases.

## 1. Introduction

Urban areas although covering almost 2% of the Earth's land surface are responsible of high releases of pollutants, principally deriving from fossil fuels consumption such as electricity, heating and transport. For instance, cities are responsible for 80% of Green-House Gasses (GHG) emissions (Kalmykova et al., 2015; Sovacool, 2010), of which 70% is CO<sub>2</sub> (Lombardi et al., 2017). Among several human activity, people and goods transportations represent one of the major source of GHG emissions in the world. For instance in 2010, 14% of global GHG releases derive from transportations, of which 95% coming from petroleum-based fuels, largely petrol and diesel (Sims et al., 2014). These emissions are directly related both to the carbon content of the fuel used and the energy required to its extraction, processing, and distribution. Over the last decades the rapid urbanization and economic growth has led to an increase of citizens mobility and particularly the use of private vehicles and goods transport (Perez Dieza et al., 2016). For instance Çolak et al. (2016) state that people living in cities such as Moscow, Istanbul, Rio de Janeiro, Mexico City and Beijing on average spend >75% extra time travelling due to traffic congestion.

So, to mitigate the future increase of GHG emission, reduce congestion road and acoustic pollution and improve safety travel a "sustainable mobility policy " has been implemented recently in some cities. These tools aim to: 1) reduce the need for people to move and travel long distances with private cars; 2) encourage modal transportations; 3) promote public transport; 4) improve roads safety (WBCSD, 2004; Banister, 2008). Indeed, according to the World Business Council for Sustainable Development the sustainable mobility intent to promote mobility that meets the needs of society to move freely, gain access, communicate, trade and establish relationships without sacrificing other essential human or ecological requirements today or in the future (Becken and Hay, 2007). Therefore, sustainable mobility tries to bring together right to mobility with need to reduce the related problems. So, a transport system can be considered sustainable if: a) meets the needs of people and goods; b) contributes to economic and social well-being of citizens; c) uses renewable resources at a lower rate than regeneration; d) does not exceed critical impact thresholds for human health and environmental quality specially of cities; e) Reduces the effects of climate

change. Consequently, sustainable mobility is not based on the absolute ban on the use of private cars but on its limitation by identifying less impactful and user-friendly forms of transport by focusing on more efficient management demand rather than on an increase in the mobility offer.

In Italy to implement sustainable mobility has been introduced the Mobility Manager (MM) figure, which represent a great opportunity for enterprises and public administrators for decrease the impact of transports in the urban area. This figure was established on march, 27<sup>th</sup> 1998 with the Decree of the Ministry of the Environment called "Sustainable Mobility in Urban Areas". In particular the article 3 clarify that the figure of the MM must be appointed by companies or with public more than 300 employees (or with a total of 800 workers distributed in several branch) and located in Municipalities at risk of air pollution. In addition, the main tasks of MM is principally to: 1) improve accessibility at work by discourage personal use of private cars and encouraging other forms of transports namely collective (i.e. car pooling, car sharing, etc.), ecological (i.e. electric vehicles) and not-motorized or soft mobility (i.e. cycling or walking); 2) manage the demand for employee's mobility in terms of number of journeys and duration/displacement distance; 3) organize and coordinate daily transfer from home to work and back of workers and customers (i.e. students) through co-operation with municipal structures; 4) achieve agreements with local transport companies; 5) encourage the use of not-pollutant vehicles. In addition MM can only apply the so-called "soft actions" whose acting on the behaviour of people to persuade workers to use more sustainable forms of transport (such as public transport, car pooling, car sharing, bicycles, etc.). These goals can be achieved implementing a "plan of employees movement from home to work place and return" (*Piano Spostamento Casa Lavoro* -PSCL) a key tool for promoting sustainable mobility initiatives within a public or private enterprise. In fact, the analysis of PSCL allows MM to optimize mobility through careful planning that consider sustainable interventions of management and organizational such as subsidies for public transportation or car pooling use. In this way new forms of mobility can be implemented that combine security, environmental quality and effectiveness of the offered services.

Although in 2004 the University of Foggia has appointed the MM, to date no PSCL has been edited. In this context, the aim of this study is to propose a PSCL describing how the employees of University of Foggia reach the workplace and to suggest sustainable transportation typologies. In particular, to evaluate the effectiveness of the actions identified to improve the sustainability of workers mobility, the carbon footprint (CF) methodology was applied. Moreover, the study has been focused only on the main building of Foggia's University (Athenaeum) that include the major part of workers. Finally, this analysis can contribute to develop best practices to carry out the PSCL for all University.

## 2. Material and methods

As above it mentioned the MM was been introduced in Italy with the Decree of the Ministry in 1998. This figure to have to be find among workers of firms with more than 300 employees (or with a total of 800 workers distributed in several branch). For the University the advantages mainly concern the strengthening of its image towards stakeholders and an increase of collaboration among its workers. In 1999, ENEA (Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development) issued the "Guidelines to draft, implementation and evaluation of PSCL ", according to "Ronchi's Decree", a document that proposes the actions that should be implemented in a PSCL (Bertuccio et al., 1999). In particular the main task of athenaeum's MM is to outline PSCL with the aim to optimize the movement of its workers and students reducing costs and travel times, use of private cars, air and acoustic pollution, and risks of accidents. They can be summarized in principal five steps such as: 1) data collection, planning, implementation, monitoring and update.

In the present work the authors have focused their analysis on the first and second phase and on Foggia's university athenaeum that include the major part of its workers equal to 134. In fact, the athenaeum represents a highly attractive pole capable of generating many systematic displacements of people (i.e. students, professors, office workers, etc.) involved in the academic activities. Moreover the mobility of stakeholders related to the University covers movements that go from the urban scale, up to the provincial and regional ones, as it is closely linked to the residence/ domicile of each user. Therefore the aim is firstly to realize a PSCL and secondly to evaluate the effectiveness of mobility management actions by estimating the CO<sub>2</sub> saved and generated by the introduction of corrective actions.

Foggia's University is located in the same municipality and province (Southern Italy) and has been founded on 5<sup>th</sup> August of 1999. Currently it is composed by six departments such as Economics, Law, Clinical and Experimental Medicine, Medical and Surgical Sciences, Sciences of Agriculture, Food and

Environment and, Humanities, Literature, Cultural Heritage and Education Sciences. The Athenaeum building is located far from the departments on southern suburbs of the city (figure 1 A-B).



Figure 1 – (A) Plan of Italy with geographic location of Foggia; (B) plan of city with geographic location athenaeum and departments; (C) example of accessibility analysis: urban public transport connections with athenaeum; (D) bicycle lane near the University.

The first phase of the present research was performed collecting data by a questionnaire consisting of the following questions such as: a) characteristic of transport used (i.e. public or private); b) if the workers used private transport, typology and displacement of vehicle; c) the way the workers reached the athenaeum (i.e. as passenger or as a single driver); d) the average distance travelled to reach the workplace and/or the municipality of origin.

Secondly it was performed the accessibility analysis that provides an overview of all the ways to access to the workplace to evaluate eventually critical issues to reach the athenaeum by employees by public transport. Therefore urban and suburban public transport and cycle-pedestrian line available for workers was studied (figure 1 C and D). For example, the urban public busses service is widespread allowing to reach athenaeum from almost the whole part of city. As regard suburban public busses service allow to connect most of municipalities of origin of the dependents (or 17 municipalities out of 18) with the athenaeum, covering most of the morning and afternoon courses. Furthermore the railway lines connect 10 municipalities out of 18. In addition to bicycle and pedestrian lanes, bike sharing service is active since 2011 with 100 blue bikes displaced in various parts of the city including athenaeum, departments and bus and trains station.

It have been planned actions to reduce the use of private mobility solutions and to implement sustainable ones. To evaluate the effectiveness of the actions identified, the CF methodology has been applied. This assess was performed considering fuel consumption and average distance covered by each workers from home to work and vice versa during an entire working year (220 days).

The following formula was used to calculate the carbon dioxide emissions:

$$CO_2 \text{ tot} = \sum EF \times AD$$

Where:

- $CO_2 \text{ tot}$  = total  $CO_2$  emitted by all transports used by employees to reach workplace (kg  $CO_2$ ).
- $EF$  = emission factor for each transport means (kg  $CO_2$  km<sup>-1</sup>). To estimate the CF the emission coefficients depicted in table 1 were used.
- $AD$  = average distance travelled by each worker (km).

Table 1 –  $CO_2$  emissions factors of transportations by typology.

Means of transport	Emission Factor	Means of transport means	Emission Factor
Walking	0	Average local bus (g $CO_2$ passenger km <sup>-1</sup> )	122.59
Bicycle	0	Suburban bus (g $CO_2$ passenger km <sup>-1</sup> )	27.80
Average petrol cars (CO <sub>2</sub> g km <sup>-1</sup> )	157.5	Train (g $CO_2$ passenger km <sup>-1</sup> )	44.47
Average diesel cars (CO <sub>2</sub> g km <sup>-1</sup> )	143.2		

[source: BEIS, 2017]

Furthermore, in the assessment of emissions of  $CO_2$  by car, both the type of fuel used and the distinction between driver (87) or passenger (9) were taken into account. In this last case the emissions were considered negligible.

Finally the present work do not use an approach known as “Well-to-Wheel” since all the fuels consumed by the workers are distributed in the same area and are collected from the same refinery. Therefore the approach preformed to assess the GHG emissions considers the releases produced only when a fuel is used in the vehicle (“Tank-to- Wheel” – TTW) (WBCSD, 2004).

### 3. Results and discussion

The total employees who answered the questionnaire was 96 (71.64%) of the total athenaeum workers. The results of survey show that the majority of workers come from Foggia (65%), followed by 29% coming from Foggia’s province and the rest (6%) from the provinces of BAT (Barletta-Andria-Trani) and Bari (figure 2A). Furthermore the majority of employees uses the car (85%) while the rest reaches the workplace by walk (5%), bicycle (3%), by local (urban) or sub-urban bus (coach) (3%, respectively) or by train (1%) (figure 2B). According to answers of questionnaire car is often used because is a flexible mean of transport since not not constrained to bus timetable.

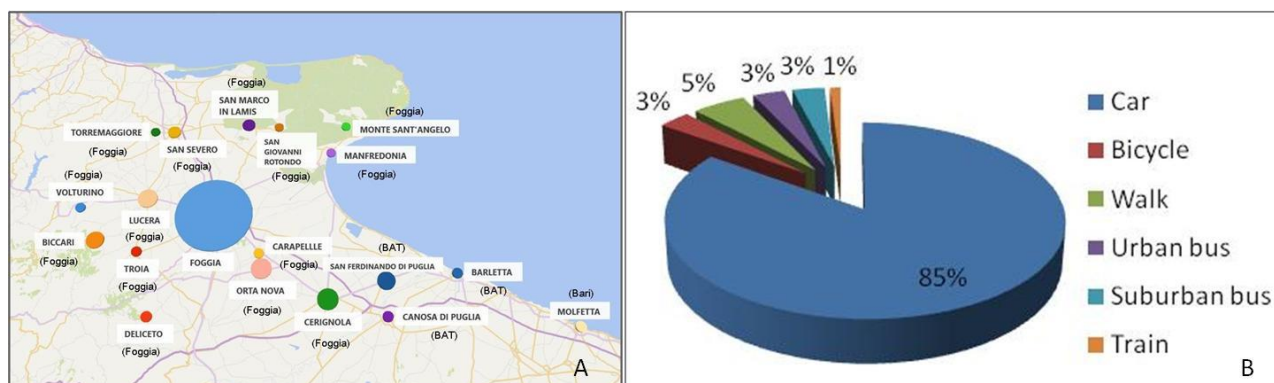


Figure – 2 (A) Municipalities and provinces of employees origin (the size of circumferences is proportional to the number of resident workers); (B) typologies of transportations used by workers form home to work and vice versa.

Moreover Foggia's workers prefer drive cars to go to work (82% of the total Foggia's workers) although some of them choose sustainable transports such as bicycle, local bus, etc. (18%). As regards the rest of workers use principally car (86% of the total workers that coming from all provinces) (table 2).

Table 2 – Origins of workers and means of transport (number of workers).

	Transport means					
	Car	Bicycle	Walk	Local bus	Suburban bus	Train
<b>Origin</b>						
Foggia's municipality	50 (40 diesel 10 petrol)	3	5	3	-	-
Province of Foggia	21 (15 diesel 6 petrol)	-	-	-	4	-
Province of BAT	2 (diesel)	-	-	-	-	1
Province of Bari	1 (diesel)	-	-	-	-	-

Average distance covered daily by workers to reach the athenaeum is about 31 km and the employee coming from Bari's province travel the most (200 km).

About the calculation of CF, the amount emitted daily by workers is equal to 319.65 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup> that correspond to 70322.61 kgCO<sub>2</sub> year<sup>-1</sup>. In addition all the workers coming from province of Foggia represent the biggest polluters (221.05 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>) followed by those coming from province of BAT (38.24 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>), Foggia's municipality (31.22 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>) and province of Bari (28.64 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>). Carbon dioxide is emitted principally from diesel cars (253.30 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>) followed by petrol cars (54.48 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>), train (6.26 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>), sub-urban bus (3.61 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>) and local bus (2.00 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>). Therefore the actions to reduce the carbon dioxide should be addressed principally to employees who use cars and in particular coming from province of Foggia.

Among sustainability mobility actions that can be implement in the Foggia's athenaeum, car pooling and public transport can represent the best solutions since they are easy to realize. Therefore car pooling could be used by employees well-arranged to this service and resident in Foggia or province. As questionnaires have shown that some employees are willing for car polling, 19 diesel cars fleet can be organized (Biccari 1, Cerignola 1; Foggia 12; Lucera 1; Orta nova 1; S.F. di Puglia 1; S.M. in Lamis 1; S. Severo 1). To implement these actions, it can be conceive in the university's website a specific page where car drivers and passengers can meet to form a "city fleet". Moreover, to convince the workers to use public transports a contribution to purchase of monthly bus pass give by university administration could be imagined. In addition where it is not possible to organize a car pooling service because there is only a worker which uses the private car, it can be propose a public transport such as train or suburban bus. This choice should be made taking into account principally the timetable of bus and entrance of athenaeum .

Finally, the assessment show that sustainable action can contribute to CO<sub>2</sub> reduction. Daily emissions of carbon dioxide, in fact, is equal to 117.23 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup> that correspond to 25790.71 kgCO<sub>2</sub> year<sup>-1</sup>. As a result, these actions can contribute to save 63% of daily CO<sub>2</sub> emissions (202.42 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup>).

## Conclusions

The present work was aimed at the editing of PSCL of the University of Foggia. and assessing carbon dioxide emissions using carbon footprint methodology before and after the implementation of sustainable mobility actions according to MM activity. The results show that the main problem to be solved is the use of private cars, especially in an individual form, because it causes the greatest emissions of pollutants. Therefore, it was proposed car pooling service and a major use of public transportations. With the implementation of the proposed actions it is observed an evident daily reduction of CO<sub>2</sub> emissions from 319.65 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup> to 117.23 kgCO<sub>2</sub> day<sup>-1</sup> (-63%). In addition, these results demonstrate the importance of the CF as an important tool for assessing and monitoring the validity of the activities envisaged within the PSCL.

It is evident that a careful management of sustainable mobility should be based not only on interventions directed to the transport but also on active participation by employees. This process, of a cultural nature, can be facilitated by introducing a pool of sustainable indicators that allow to evaluate and monitor the real effectiveness of the measures highlighted in the PSCL. Therefore in order to facilitate the adoption of these actions by workers, in future, an economical and social analysis should be implemented in addition to the CF.

The role played by the University in the implementation of policies and actions of sustainable mobility is evident. So, the present study could represent an example of good practices for other administrations (public and private) that intend to contribute to the improvement of the urban environment quality.

## References

- Banister D., (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. 15, pp. 73–80.
- Becken S., Hay J.E. (2007). *Tourism and Climate Change: Risks and Opportunities (Climate Change, Economies and Society - Leadership and Innovation)*, Channel View Publications, Clevedon- UK, ISBN-13: 978-1-84541-067-4.
- Bertuccio L., Palamara D., Parmagnani F. (1999). Linee guida per la redazione, l'implementazione e la valutazione dei Piani degli Spostamenti Casa – Lavoro, ENEA, DOC. RTI/ERG/SIRE/99/012 in web site [www.euromobility.org/wp-content/uploads/2015/07/Linee\\_guida\\_PSCL.pdf](http://www.euromobility.org/wp-content/uploads/2015/07/Linee_guida_PSCL.pdf) [last access December 2017].
- Çolak S., Lima A., González M. C., (2016). Understanding congested travel in urban areas, *Nature Communication*, 7, 10793.
- Kalmykova, Y., Rosado, L., Patrício, J., (2015). Urban Economies Resource Productivity and Decoupling: Metabolism Trends of 1996-2011 in Sweden, Stockholm, and Gothenburg. *Environmental Sci. Technol.* 49, 8815–8823.
- Decreto 27 marzo 1998 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane" Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana - Serie Generale n. 179 del 3-8-1998.
- Department for Business Energy & Industrial Strategy (BEIS) (2017). 2017 Government GHG Conversion Factors For Company Reporting - Methodology Paper for Emission Factors - Final Report, in web site [https://www.gov.uk/government/uploads/2017\\_methodology\\_paper\\_FINAL\\_MASTER.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/2017_methodology_paper_FINAL_MASTER.pdf) [last access December 2017].
- Lombardi M., Laiola E., Tricase C., Rana R. (2017). Assessing the urban carbon footprint: an overview, of *Environmental. Impact Assessment Review*, Volume 66, 43-52, DOI: 10.1016/j.eiar.2017.06.005.
- Perez Dieza F., Campos Cachedab M., Cabrerizo Sincac, J., (2016). Stage of historical evolution of private vehicle ownership in the city of Barcelona, *Transportation Research Procedia*, 18, 140 – 147.
- Sims R., Schaeffer R., Creutzig F., Cruz-Núñez X., D'Agosto M., Dimitriu D., Figueroa Meza M. J., Fulton L., Kobayashi S., Lah O., McKinnon A., Newman P., Ouyang M., Schauer J. J., Sperling D., Tiwari G., (2014). Transport. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Sovacool, B.K., Brown, M.A., (2010). Twelve metropolitan carbon footprints: A preliminary comparative global assessment. *Energy Policy* 38, 4856–4869.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), (2004). *Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability - The Sustainable Mobility Project*, in web site <https://www.oecd.org/sd-roundtable/papersandpublications/39360485.pdf> [ last access november 2017].



## **Simbiosi Industriale in Provincia di Taranto: l'aggiornamento dell'analisi economica ed ambientale del distretto produttivo**

Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A., Arcese G., Di Capua R.  
*Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture",  
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Taranto, Italia*  
[bruno.notarnicola@uniba.it](mailto:bruno.notarnicola@uniba.it)

### **Abstract**

Il progetto di ricerca sull'implementazione della Simbiosi Industriale (SI) in Provincia di Taranto parte dalla metodologia e dai risultati dello studio di pre-fattibilità condotto nell'anno 2012 con l'obiettivo di individuare possibili scambi simbiotici tra gli attori industriali operanti nel distretto. Il primo step fondamentale per l'applicazione della SI all'area vasta di Taranto è rappresentato dall'aggiornamento della mappatura del contesto economico ed ambientale locale, considerando i profondi cambiamenti intervenuti in seguito alla crisi dell'industria siderurgica e dell'indotto collegato. Tale aggiornamento costituisce l'obiettivo del presente paper. Dall'analisi del sistema produttivo di Taranto che tiene conto di tutte le localizzazioni attive presenti nel territorio provinciale ed il relativo valore di capitale sociale, fatturato e numero di addetti, emerge che le costruzioni e le attività manifatturiere costituiscono i settori industriali rilevanti. Tra le attività manifatturiere, l'industria siderurgica ILVA rappresenta la più importante realtà aziendale sia per il numero di addetti che per il flusso di rifiuti speciali non pericolosi (RSNP) prodotti e gestiti nell'area jonica. Nel 2014 la Provincia di Taranto, con oltre due milioni di RSNP prodotti, si è collocata al secondo posto a livello regionale e ha gestito un quantitativo di rifiuti superiore a oltre un milione rispetto alla succitata produzione. Dall'analisi ambientale del distretto industriale emerge come questi rifiuti vengono in definitiva in gran parte recuperati e smaltiti nel rispetto della normativa vigente e non sono riutilizzati in altri ambiti industriali. Tra i principali flussi di rifiuti che attraversano il sistema produttivo jonico, la scoria di acciaieria rappresenta la più importante categoria di rifiuto, nonostante i quantitativi si siano ridotti di oltre la metà in seguito alla crisi dello stabilimento ILVA. Alla luce delle pratiche di SI già implementate dalle più importanti acciaierie a ciclo integrale in Unione Europea, aventi ad oggetto principalmente la scoria di acciaieria, è possibile affermare che esistono tutte le potenzialità per avviare scambi simbiotici nel settore produttivo jonico.

### **Introduzione**

Il raggiungimento di un modello di economia circolare, richiede l'applicazione dello strumento della SI per la condivisione di risorse tra imprese appartenenti a vari settori economici (Commissione Europea, 2015). L'obiettivo è quello di incrementare l'efficienza nell'uso di materia ed energia, attraverso la creazione di collaborazioni sinergiche tra le aziende localizzate in aree geografiche adiacenti o vaste. Di notevole importanza sono stati gli sforzi compiuti dalle imprese di tutto il mondo nell'adottare tale approccio. L'analisi della letteratura sulla SI evidenzia come a livello internazionale sono numerosi i casi di successo dell'applicazione della SI sviluppata in aree di dimensioni ristrette o medio-ampie e caratterizzata dalla presenza di organismi di coordinamento ad hoc destinati a facilitare le pratiche di scambio tra gli operatori economici (Chertow M. R., 2007). Focalizzando l'attenzione sullo scenario italiano, tralasciando le collaborazioni nate all'interno delle Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate (APEA), caratterizzate essenzialmente da pratiche di utility sharing, i casi applicativi di SI riguardano principalmente le piccole e medie imprese (PMI) del settore manifatturiero coinvolte nello scambio di cascami industriali materiali ed energetici e localizzate in aree geografiche vaste (Notarnicola et al., 2016a). L'avanzamento di questi ultimi progetti richiede la necessità di fonti di finanziamento pubbliche e il supporto delle istituzioni locali e degli enti di ricerca. Il caso della Provincia di Taranto rappresenta uno dei casi applicativi dello strumento della SI in un'area vasta, avviato nel 2012 da uno studio di pre-fattibilità del Dipartimento Jonico e attualmente finanziato dal Progetto "Future in Research" della Regione Puglia. Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare l'applicabilità del paradigma della SI ad un territorio fortemente interessato da problematiche ambientali legate alla presenza da un lato di grandi complessi industriali e dall'altro di un gruppo più numeroso di PMI, delineando dei percorsi innovativi di sviluppo ambientale, economico e sociale. Alla luce della crisi industriale che ha colpito nell'anno 2012 lo stabilimento siderurgico ILVA, l'implementazione del progetto ha richiesto l'aggiornamento della mappatura economica ed ambientale del territorio locale al fine di identificare nuovi possibili scenari di valorizzazione dei rifiuti della grande e piccola e media impresa locale.

## Materiali e metodi

La base metodologica di partenza di questo progetto è rappresentata dallo studio condotto nel 2012, attraverso il quale si è sviluppata la procedura di riferimento necessaria per l'identificazione delle principali imprese protagoniste del settore produttivo jonico, l'acquisizione e l'elaborazione delle informazioni riguardanti la simbiosi già implementata e quella ulteriormente implementabile (Notarnicola et al., 2012). Lo studio sullo sviluppo della SI a Taranto analizza gli scambi di materia e di energia distinguendo tra le grandi e le PMI locali. A tal fine si è reso necessario un aggiornamento dei dati precedentemente elaborati e riferibili al periodo pre-crisi dell'industria siderurgica (anno 2008), attraverso l'elaborazione dei dati 2016 forniti dal Registro Imprese della Camera di Commercio di Taranto per l'aggiornamento del sistema produttivo provinciale e dei dati 2014 estratti dai modelli M.U.D. (Legge 25 gennaio 1994, n. 70) dalla Camera di Commercio di Taranto per l'analisi e l'individuazione dei flussi di rifiuti industriali che attraversano l'area jonica: rifiuti speciali esportati, importati, prodotti e/o gestiti nel territorio provinciale. Per le grandi imprese si sono identificati i più importanti flussi di rifiuti speciali e sviluppato un modello per ottimizzare i possibili scenari di scambio di alcuni cascami energetici identificati. La ricerca scientifica attuata ad oggi per le PMI locali ha permesso di individuare alcuni flussi rilevanti di rifiuti e di effettuare un'analisi energetica delle PMI attraverso la valutazione dei dati energetici raccolti attraverso l'utilizzo di questionari on-line (Notarnicola et al., 2017a). In questo lavoro ci si soffermerà sull'aggiornamento dell'analisi economica del distretto produttivo e sui flussi di rifiuti speciali della grande e della piccola e media impresa per i quali si sono ipotizzati possibili scenari di valorizzazione utilizzando database LCA, database di SI, l'European Patent Office (EPO), la letteratura scientifica e i documenti BREF/BAT di riferimento.

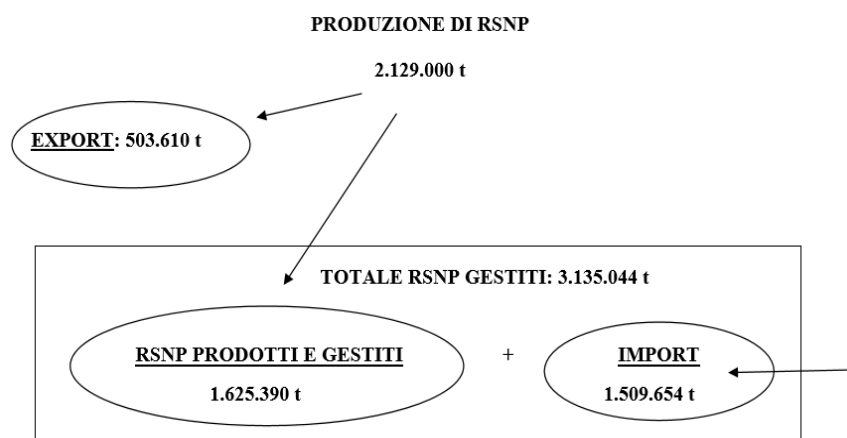
## Risultati/discussione

Il sistema produttivo di Taranto, nell'anno 2016, si compone di 47.551 localizzazioni attive con le quali si intendono tutte le imprese con sede in Provincia (45.368) e le unità locali delle imprese con sede fuori Provincia (2.183). Il maggior numero di localizzazioni attive del settore industriale lo si ritrova nel settore delle costruzioni (55%) e nel settore manifatturiero (40%). Focalizzando l'analisi sul settore manifatturiero, emerge che le imprese con sede legale in Provincia sono principalmente PMI che operano nel settore della lavorazione di minerali non metalliferi, fabbricazione di gomma e materie plastiche, alimentare e bevande, tessile e confezione di articoli di abbigliamento, metalmeccanico e legno-mobilia (vedi tabella 1). Queste PMI contano un numero totale di addetti pari a 12.665 e un fatturato complessivo di oltre un miliardo di euro. Tra le imprese manifatturiere con sede in Provincia, esiste una grande realtà aziendale rappresentata dall'azienda di produzione di pale eoliche Vestas Blades Italia s.r.l. con fatturato annuo superiore a 50 milioni di euro. In generale, le principali grandi industrie del territorio hanno sede legale fuori Provincia come il caso dell'industria siderurgica Ilva S.p.A., della raffineria Eni S.p.A., del cementificio Cementir Italia S.p.A., dell'industria metalmeccanica Leonardo Finmeccanica S.p.A., dell'industria del mobile Natuzzi S.p.A. e dell'industria della birra Heineken Italia S.p.A.

Principali Attività Economiche in Provincia di Taranto				
	Presenza grande industria	Presenza PMI	Presenza imprese con sede in provincia	Presenza di imprese con sede fuori provincia (unità locali)
<b>Industria manifatturiera di base</b>				
Metallurgia	x			x
Lavorazione di minerali non metalliferi	x	x	x	x
Fabbricazione di coke e prodotti della raffinazione del petrolio	x			x
Fabbricazione di gomma e materie plastiche		x	x	
<b>Industria manifatturiera non di base</b>				
Industrie alimentari e delle bevande	x	x	x	x
Tessile e confezione di articoli di abbigliamento		x	x	
Industria metalmeccanica	x	x	x	x
Fabbricazione di mobili	x	x	x	
Industria del legno e dei prodotti in legno e sughero	x	x	x	

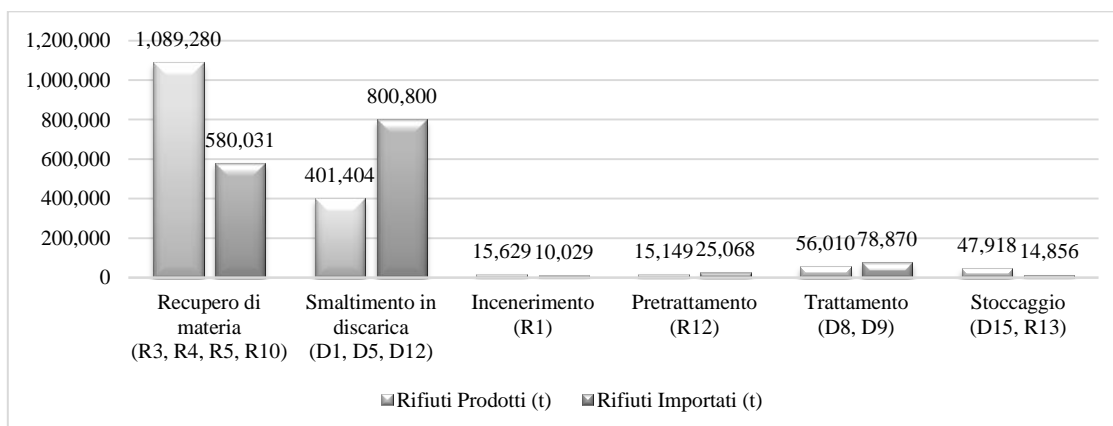
Tab. 1 Principali Attività Economiche in Provincia di Taranto, Registro Imprese Camera di Commercio di Taranto – anno 2016

Dall'analisi delle principali unità locali emerge come l'industria siderurgica ILVA abbia un notevole impatto sociale sul territorio poiché da sola conta un numero di addetti pari a 11.133. La mappatura economica della Provincia di Taranto ha messo in evidenza come sia fondamentale analizzare gli impatti ambientali sia della grande che della piccola e media industria per proporre degli scenari di valorizzazione dei rifiuti speciali prodotti da entrambe le realtà industriali per l'implementazione della SI a Taranto. Nel 2014 la Provincia di Taranto ha prodotto poco più di due milioni di RSNP, contribuendo per il 25% alla produzione regionale di rifiuti speciali e collocandosi al secondo posto dopo la Provincia di Brindisi. Gran parte di questi rifiuti non sono riutilizzati in altri ambiti industriali, ma principalmente recuperati in maniera non virtuosa nell'ottica della SI o smaltiti in discarica. L'analisi dei flussi dei RSNP che hanno attraversato la Provincia di Taranto nell'anno 2014 è illustrata in figura 1. Il 76% del totale dei rifiuti prodotti è stato gestito nel territorio jonico, mentre il 24% è stato esportato fuori Provincia. Oltre ai rifiuti prodotti e gestiti all'interno dei confini provinciali, è stato individuato un flusso di rifiuti speciali proveniente da fuori Provincia e gestito dalle imprese locali che rappresenta il 48% del totale dei RSNP gestiti nell'area vasta di Taranto.



**Fig. 1 Flussi di RSNP nella Provincia di Taranto, Camera di Commercio di Taranto – anno 2014**

Il 43% dei rifiuti prodotti e gestiti a Taranto è rappresentato dai rifiuti derivanti da processi termici (CER 10), seguiti dai rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione CER 17 (29%) e dai rifiuti prodotti da impianti di trattamento dei rifiuti CER 19 (21%). Per quanto riguarda il flusso di rifiuti importati da fuori Provincia, il 53% dei rifiuti gestiti a Taranto proviene da impianti di trattamento rifiuti (CER 19) e il 27% è rappresentato da rifiuti urbani precedentemente sottoposti ad attività di recupero o riciclo di materiali. L'analisi della gestione dei rifiuti speciali in Provincia di Taranto distingue le quantità di RSNP prodotti e importati tra le diverse attività di recupero e smaltimento disciplinate dal Testo Unico Ambientale (Allegati B e C parte IV D. Lgs 152/2006). Come si può notare dalla figura 2, il maggior quantitativo di rifiuti speciali gestiti a Taranto è recuperato secondo la vigente normativa o smaltito in discarica. In particolare, il 67% dei rifiuti prodotti in Provincia è avviato ad attività di recupero di materia (R3, R4, R5, R10) mentre il 53% dei rifiuti importati è smaltito in discarica.



**Fig. 2 Gestione RSNP Prodotti/Importati in Provincia di Taranto, Camera di Commercio di Taranto – anno 2014**

Il 63% del totale dei rifiuti prodotti e gestiti a Taranto proviene dallo stabilimento siderurgico ILVA S.p.A. che nel 2014 ha prodotto circa 1.227 kt di rifiuti speciali di cui 1.022 kt gestiti in Provincia e 206 kt esportati al di fuori dei confini provinciali. La tabella 2 riporta i principali flussi di RSNP prodotti dall'ILVA S.p.A. nella Provincia di Taranto nell'anno 2014.

<b>Principali Flussi di RSNP: ILVA S.p.A.</b>	
<b>RSNP Prodotti e gestiti in Provincia</b>	<b>RSNP Esportati</b>
<b>602 kt</b> di scorie di acciaieria (CER 100202)	<b>84 kt</b> di fanghi e residui di filtrazione (CER 100214)
<b>150 kt</b> di rifiuti di costruzione e demolizione (CER 170904)	<b>48 kt</b> di materiali refrattari (CER 161104)
<b>136 kt</b> di terra e rocce (CER 170504)	<b>42 kt</b> di soluzioni acquose di scarto (CER 161002)
<b>41 kt</b> di fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi (CER 100214)	<b>12 kt</b> di ferro e acciaio (CER 170405)
<b>16 kt</b> di materiali refrattari (CER 161104)	<b>11 kt</b> di scaglie di laminazione (CER 100210)
<b>14 kt</b> di pietrisco per massicciate ferroviarie (CER 170508)	<b>4 kt</b> di rifiuti prodotti dal trattamento dei fumi (CER 100208)

**Tab. 2 Principali Flussi di RSNP prodotti dall'ILVA in Provincia di Taranto, Camera di Commercio di Taranto – anno 2014**

Per quanto concerne le imprese di trattamento rifiuti della Provincia, nell'anno 2014, a fronte di una gestione complessiva di 1,147 Mt di rifiuti, queste imprese hanno prodotto circa 549 kt di rifiuti speciali di cui 347 kt gestiti in Provincia (da cui sono stati prodotti 67 kt di CSS) e 202 kt esportati e hanno smaltito in discarica circa 800 kt di rifiuti provenienti da fuori Provincia. Le più importanti imprese di smaltimento rifiuti dell'area jonica, per numero di addetti, valore di fatturato e quantitativo di rifiuti prodotti/gestiti sono rappresentate dalle società C.I.S.A. S.p.A., Italcave S.p.A. ed Ecolevante S.p.A. La tabella 3 riporta le maggiori tipologie di RSNP prodotti e/o gestiti dalle imprese di trattamento rifiuti della Provincia di Taranto nell'anno 2014.

<b>Principali Flussi di RSNP: Imprese di Trattamento Rifiuti della Provincia di Taranto</b>		
<b>RSNP Prodotti e gestiti in Provincia</b>	<b>RSNP Esportati</b>	<b>RSNP Importati e gestiti in Provincia</b>
<b>207 kt</b> di rifiuti urbani e simili non compostati (CER 190501)	<b>136 kt</b> di percolato di discarica (CER 190703);	<b>352 kt</b> di rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (CER 191212)
<b>67 kt</b> di rifiuti combustibili CDR (CER 191210)	<b>45 kt</b> di rifiuti non specificati (CER 190599 e CER 190899)	<b>166 kt</b> di rifiuti urbani e simili non compostati (CER 190501)
<b>28 kt</b> di rifiuti della pulizia delle fognature (CER 200306)	<b>14 kt</b> di soluzioni acquose di scarto (CER 161002)	<b>134 kt</b> di fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (CER 190805)
<b>11 kt</b> di fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (CER 190805)	<b>4 kt</b> di rifiuti della pulizia delle fognature (CER 200306)	<b>32 kt</b> di compost fuori specifica (CER 190503)
<b>9 kt</b> di altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (CER 191212)	<b>2 kt</b> di metalli ferrosi (CER 191202)	<b>21 kt</b> di fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti (CER 100121)
<b>6 kt</b> di fanghi delle fosse settiche (CER 200304)	-	<b>18 kt</b> di miscugli di rifiuti (CER 190203)
<b>6 kt</b> di fanghi prodotti dai processi di chiarificazione dell'acqua (CER 190902)	-	<b>13 kt</b> di rifiuti dell'eliminazione della sabbia (CER 190802)

**Tab. 3 Principali Flussi di RSNP prodotti e/o gestiti dalle Imprese di Trattamento Rifiuti della Provincia di Taranto, Camera di Commercio di Taranto – anno 2014**

Come si evince dall'analisi appena esposta, i maggiori quantitativi di rifiuti prodotti e gestiti a Taranto provengono dallo stabilimento siderurgico ILVA e dalle imprese di trattamento rifiuti del territorio, la restante parte di rifiuti prodotti e/o gestiti nel territorio (16%) proviene principalmente da PMI del distretto produttivo. Nell'anno 2014, le PMI della Provincia di Taranto hanno prodotto e/o gestito circa 256 kt di rifiuti speciali e di questi rifiuti circa il 30% proviene dal settore delle costruzioni. È stato possibile identificare altri flussi rilevanti di RSNP della piccola e media impresa locale, come plastica e gomma (CER 191204), ferro e acciaio (CER 170405), cemento (CER 170101) e carta e cartone (CER 200101). Dopo l'analisi dei flussi di RSNP in Provincia di Taranto, lo studio ha identificato i possibili scenari di valorizzazione dei rifiuti prodotti dalle grandi e dalle PMI del territorio. Per quanto riguarda le grandi imprese, la mappatura ambientale della Provincia di Taranto mostra come la scoria di acciaieria rappresenti la maggiore categoria di RSNP prodotto e gestito a Taranto, nonostante la crisi del siderurgico abbia portato ad una riduzione dei quantitativi prodotti di oltre la metà rispetto all'anno 2008. Come per la scoria di acciaieria, si suppone ci sia stata la stessa riduzione nella produzione di loppa d'altoforno, non schedato come rifiuto ma come sottoprodotto (Notarnicola et al., 2017b). Partendo dallo studio di pre-fattibilità del 2012 sulla valorizzazione dei principali flussi di rifiuti nel territorio provinciale, si è proposto l'aggiornamento dei possibili riutilizzi di scoria di acciaieria e loppa d'altoforno e la quantificazione del loro

potenziale riutilizzo in settori produttivi attivi nel contesto jonico esistente. Per la scoria di acciaieria si sono analizzate le pratiche di SI delle 29 acciaierie a ciclo integrale dell'Unione Europea (UE), dalle quali è emerso che tale rifiuto è riutilizzato come materia prima secondaria in diversi settori economici quali ingegneria civile, costruzione stradale, produzione di cemento e produzione di ammendanti per uso agricolo, con una percentuale dell'8,7% della produzione complessiva di tale rifiuto in tutta l'UE (Notarnicola et al., 2016b). Alcuni recuperi della scoria di acciaieria sono disciplinati dalla legislazione italiana. In particolare la produzione di cemento e conglomerati, la produzione di vetro e il recupero di materiali ferrosi e non ferrosi sono disciplinati dalle procedure semplificate di recupero (D.M. 05/02/1998), mentre la realizzazione di sottofondi stradali, massicciate ferroviarie e i recuperi ambientali sono normati dal recente Decreto ILVA del 2015 (Legge 4 marzo 2015, n. 20). Per tutti i possibili riutilizzi individuati nelle diverse fonti scientifiche internazionali, la legge italiana prevede la possibilità di realizzare degli impianti pilota di ricerca e di sperimentazione (art. 211 D.lgs. 152/2006). La stessa possibilità vale per la loppa d'altoforno nel caso in venga meno la definizione di sottoprodotto (art. 183, comma 1, lettera a) D.lgs. 152/2006) per l'incertezza del suo riutilizzo in altri settori produttivi. Nella tabella 4 si riportano alcuni potenziali riutilizzi della scoria di acciaieria e della loppa d'altoforno individuati nella letteratura scientifica e per i quali esiste la possibilità di realizzare impianti pilota.

Scoria di Acciaieria		Loppa d'Altoforno	
Potenziali Riutilizzi	Fonti Scientifiche	Potenziali Riutilizzi	Fonti Scientifiche
Utilizzo come ammendante/fertilizzante	Branca et al., 2014	Produzione di carbonato di calcio (precipitato)	Georgakopoulos et al., 2017
Produzione di pellet	Matino et al., 2017	Sequestro della CO <sub>2</sub>	Hu et al., 2017
Trattamento delle acque reflue	Barca et al., 2012	Adsorbimento di coloranti da soluzioni acquose	Andini et al., 2013
Rimozione di minerali, metalli e coloranti da soluzioni acquose	Xue et al., 2009a; Xue et al., 2009b	Produzione di catalizzatori per impianti DeNOx	Tran et al., 2017
Sequestro della CO <sub>2</sub>	Chang et al., 2013	Produzione di minerali zeoliti	Georgakopoulos et al., 2017
Desolforazione dei gas di scarto	Feng et al., 2010		
Bio-stabilizzazione di rifiuti organici	Qi et al., 2012		

**Tab. 4 Potenziali riutilizzi della scoria di acciaieria e della loppa d'altoforno per i quali è prevista la possibilità di realizzare impianti pilota**

Dall'aggiornamento della quantificazione del potenziale riutilizzo di scoria di acciaieria e loppa d'altoforno in settori attivi della Provincia di Taranto, riportata in tabella 5, emerge come questi rifiuti possano essere interamente recuperati attraverso l'utilizzo di pratiche di SI con notevoli benefici economici ed ambientali per il territorio misurati da costi di smaltimento, utilizzo di energia ed emissioni di gas serra potenzialmente evitati (Notarnicola et al., 2016c).

Tipo di rifiuto	Potenziale tipo di riciclaggio implementabile nel contesto jonico esistente	Quantità di rifiuto potenzialmente riciclato (kt/anno)	Potenziale riciclaggio di rifiuto/ totale rifiuto disponibile (kt/anno)	% Potenziale riciclaggio	Costo di smaltimento potenzialmente evitato (M€/anno)	Utilizzo di energia potenzialmente evitato (toe/anno)	Emissione di gas serra potenzialmente evitato (t CO <sub>2</sub> eq/anno)
Loppa	Materiale di fondazione per strade e ferrovie	890	1.165/600	>100%	La loppa è un co-prodotto che non è smaltito	3.467	7.665
	Riempimento banchine	270					
	Trattamento acqua	4					
	Produzione vetro	1					
Scoria acciaieria	Fertilizzanti	930	1.420/600	>100%	45,4	3.592	7.952
	Inerte per calcestruzzo	400					
	Pavimentazioni stradali	90					

**Tab. 5 Aggiornamento della quantificazione del potenziale riutilizzo di scoria di acciaieria e loppa d'altoforno in settori attivi della Provincia di Taranto, anno 2014**

Oltre alla valorizzazione dei rifiuti della grande impresa, il progetto di ricerca sulla SI a Taranto si sta occupando della valorizzazione dei rifiuti prodotti dalle PMI. Al momento sono stati individuati alcuni flussi rilevanti di rifiuti speciali da poter valorizzare nell'ottica della SI quali plastica e gomma (circa 9 kt) attualmente smaltite in discarica e cemento (circa 3 kt). L'individuazione di ulteriori flussi di rifiuti della piccola e media impresa locale richiede l'adozione di un approccio bottom-up che consenta di ragionare in termini di cluster per ottimizzare gli scambi simbiotici tra le imprese. Un altro interessante scenario di valorizzazione dei rifiuti industriali a Taranto potrebbe riguardare i fanghi provenienti dal trattamento di rifiuti liquidi. Nell'anno 2014 questi fanghi ammontano a circa 411 kt di cui il 43% provenienti dal

trattamento dei reflui urbani, il 30% dai processi di filtrazione dello stabilimento siderurgico ILVA, il 19% da fosse settiche e la restante parte prodotti dal trattamento di effluenti e da processi di chiarificazione dell'acqua. L'analisi della letteratura scientifica riporta differenti impieghi finali dei fanghi di depurazione tra cui il riutilizzo in agricoltura come fertilizzante o ammendante, l'impiego nella produzione di cemento o aggregati da costruzione, nella bonifica dei suoli o come combustibile (Fytli et al., 2008). Concludendo, è possibile affermare che, dall'analisi dei possibili scenari di valorizzazione dei rifiuti speciali prodotti e/o gestiti dalle grandi e dalle PMI locali, a Taranto esistono le piene potenzialità per poter implementare concretamente la SI. Per fare questo si rende necessario coinvolgere il più possibile le istituzioni, la comunità locale e tutti gli attori del sistema produttivo per implementare lo scambio di informazioni, partendo dalla costituzione di un organismo di coordinamento ad hoc e dal supporto scientifico di Università e centri di ricerca.

## Riferimenti

- Andini, S., Montagnaro, F., Santoro, L., Accardo, G., Cioffi, R., Colangelo, F. (2013). Mechanochemical processing of blast furnace slag for its reuse as adsorbent, *Chemical Engineering*, Vol. 32, pp. 2299-2304.
- Barca C., Gérente C., Meyer D., Chazarenc F., Andrès Y. (2012). Phosphate removal from synthetic and real wastewater using steel slags produced in Europe, *Water Research*, Vol. 46, Issue 7, pp. 2376-2384.
- Branca, T.A., Pistocchi, C., Colla, V., Ragagnini, G., Amato, A., Tozzini, C., Mudersbach, D., Morillon, A., Rex, M., Romaniello, L. (2014). Investigation of (BOF) Converter slag use for agriculture in Europe, *Metallurgical Research and Technology*, 111 (3), pp. 155-167.
- Chang, E.-E., Chen, T.-S., Pan, S.-Y., Chen, Y.-H., Chiang, P.-C. (2013). Kinetic modeling on CO<sub>2</sub> capture using basic oxygen furnace slag coupled with cold-rolling wastewater in a rotating packed bed, *Journal of Hazardous Materials*, 260, pp. 937– 946.
- Chertow, M. R. (2007). “Uncovering industrial symbiosis”. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30.
- Commissione Europea (2015). L'anello mancante “Piano d'Azione dell'Unione Europea per l'economia circolare”, Bruxelles, 2.12.2015 COM (2015) 614 final.
- Feng, J.H., Wang, J.S., and Ke, S.H., (2010). The basic study on desulfurisation of agglomeration gas by using converter steel sediment, *Hebei Polytech. Univ. (Nat. Sci. Ed.)*, n. 1(32), pp. 6–9.
- Fytli, D., Zabaniotou, A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods—A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 12, Issue 1, pp. 116-140.
- Georgakopoulos, E., Santos, R.M., Chiang, Y.W., Manovic, V. (2017). Two-way Valorization of Blast Furnace Slag: Synthesis of Precipitated Calcium Carbonate and Zeolitic Heavy Metal Adsorbent. *J. Vis. Exp.* (120), doi:10.3791/55062.
- Hu, J., Liu, W., Wang, L., Liu, Q., Chen, F., Yue, H., Liang, B., Lü, L., Wang, Y., Zhang, G., Li, C. (2017). Indirect mineral carbonation of blast furnace slag with (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as a recyclable extractant. *Journal of Energy Chemistry*, 26, pp. 927-935.
- Matino, I., Branca, T.A., Colla, V., Fornaia, B., Romaniello, L. (2017). Assessment of Treatment Configurations through Process Simulations to Improve Basic Oxygen Furnace Slag Reuse, *Chemical Engineering*, Vol. 61, pp. 529-534.
- Notarnicola, B., Uricchio, A.F., Tassielli, G., Renzulli, P.A., Selicato, G. (2012). Elaborazione di un modello di applicazione dei principi e degli strumenti dell'ecologia industriale ad un'area vasta, Cacucci Editore.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P.A., Arcese, G., Di Capua, R., (2016a). Simbiosi industriale in Italia: stato dell'arte e prospettive di sviluppo future in Italia, In: *Annali 2016 – Anno IV del Dipartimento Jonico*, pp. 349-359.
- Notarnicola, B., Lucchetti, M.C., Tassielli, G., Renzulli, P. A., Arcese, G., Di Capua, R., (2016b). Waste Recovery in Steelmaking Sector: An EU Overview, 20th IGWT Symposium Commodity Science in a Changing World, Proceedings Scientific Works, Publishing house “Science and economics” University of Economics – Varna, Bulgaria, pp. 307-314.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P.A. (2016c). Industrial symbiosis in the Taranto industrial district: current level, constraints and potential new synergies, *Journal of Cleaner Production*, 122, pp. 133-143.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P.A., Arcese, G., Di Capua, R. (2017a). Industrial symbiosis and energy exchanges. What is the effective and efficient exchange model? In: *Symbiosis User Network – SUN Proceedings of the first SUN Conference “Methods and tools for the implementation of Industrial Symbiosis Best Practices and Business Cases in Italy”*, Editore: ENEA, pp.9-10.
- Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P.A., Arcese, G., Di Capua, R. (2017b). Simbiosi Industriale per l'area vasta di Taranto: stato di avanzamento della ricerca scientifica in: *Atti dei Convegni Ecomondo 2017 “Green and Circular Economy: ricerca, innovazione e nuove opportunità”*, Editore: Maggioli S.p.A., pp.88-95.
- Qi, G., Yue, D., Fukushima, M., Fukuchi, S., Nie, Y. (2012). Enhanced humification by carbonated basic oxygen furnace steel slag – I. Characterization of humic-like acids produced from humic precursors, *Bioresource Technology*, Vol.104, pp. 497–502.
- Tran, T.-S., Yu, J., Li, C., Guo, F., Zhang, Y., Xu, G. (2017). Structure and performance of a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>–SiO<sub>2</sub> catalyst derived from blast furnace slag (BFS) for DeNO<sub>x</sub>, *RSC Advances*, 7 (29), pp. 18108-18119.

Xue, Y., Hou, H., Zhu, S. (2009a). Adsorption removal of reactive dyes from aqueous solution by modified basic oxygen furnace slag: Isotherm and kinetic study, *Chemical Engineering Journal*, Vol. 147, Issues 2–3, pp. 272-279.

Xue, Y., Hou, H., Zhu, S. (2009b). Competitive adsorption of copper(II), cadmium(II), lead(II) and zinc(II) onto basic oxygen furnace slag, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 162, Issue 1, pp. 391-401.

## **Life Cycle Inventory parziale di un'azienda polisettoriale della Provincia di Taranto ai fini della redazione di una Organization Environmental Footprint**

Notarnicola B.<sup>1</sup>, Tassielli G.<sup>1</sup>, Renzulli P.A.<sup>1</sup>, Lasigna F.<sup>2</sup>, Leone G.<sup>2</sup>, Di Capua R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture", Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Taranto, Italia*

<sup>2</sup>*Italcave S.p.A, Taranto, Italia*  
[bruno.notarnicola@uniba.it](mailto:bruno.notarnicola@uniba.it)

### **Abstract**

L'introduzione a livello comunitario della metodologia Organization Environmental Footprint (OEF) sta spingendo numerose organizzazioni alla quantificazione ambientale complessiva delle proprie attività attraverso l'utilizzo dello strumento Life Cycle Assessment (LCA). L'applicazione dell'approccio del ciclo di vita all'organizzazione nel suo complesso deve tener conto di tutte le attività della catena di approvvigionamento, dall'estrazione delle materie prime fino alla gestione finale dei rifiuti, al fine di garantire il miglioramento dell'efficienza ambientale. Un'importante realtà aziendale della Provincia di Taranto, operante in differenti settori economici, sta applicando la nuova metodologia OEF all'intero sistema aziendale al fine di individuare i processi più impattanti e adottare gli opportuni interventi di mitigazione. La società Italcave S.p.A., coinvolta nel progetto di OEF, si occupa di numerose attività produttive, che vanno dalla gestione di un sistema di trattamento di rifiuti speciali non pericolosi (RSNP) all'erogazione di servizi di ricettività turistica. L'organizzazione è particolarmente attenta alle tematiche di sostenibilità, infatti aderisce al nuovo Regolamento EMAS III e ha dotato i propri impianti di un Sistema di Gestione Integrato volto alla tutela della qualità, dell'ambiente e della sicurezza. Il sistema di trattamento dei RSNP è inoltre dotato di Autorizzazione Integrata Ambientale. Il modello di contabilità ambientale OEF si integra molto bene con tutti questi strumenti in quanto permette alla società di conseguire un miglioramento continuo delle proprie performance ambientali. Il presente lavoro illustra i risultati dell'applicazione delle prime fasi dello studio di LCA ai principali macro impianti del sistema analizzato a partire dall'impianto complesso di discarica per RSNP con annessa piattaforma di inertizzazione. L'utilizzo dei risultati delle LCA dei singoli processi aziendali permetterà di valutare gli impatti ambientali dell'insieme di sistemi che costituiscono l'azienda e di calcolare l'impronta ambientale dell'intera organizzazione.

### **Introduzione**

La sperimentazione della metodologia OEF avviata dalla Commissione Europea in collaborazione con il Joint Research Centre di Ispra ha l'obiettivo di ridurre la molteplicità dei metodi presenti nel territorio comunitario per il calcolo delle prestazioni ambientali delle organizzazioni. Si tratta di una metodologia basata sullo strumento LCA che tiene conto dell'intero ciclo di vita del sistema produttivo di un'organizzazione che fornisce prodotti o servizi, con la finalità di ridurre gli impatti ambientali delle diverse attività della catena di approvvigionamento, migliorare l'efficienza delle risorse e la competitività aziendale (Commissione Europea, 2013a). Questo strumento non sostituisce gli attuali sistemi di gestione ambientale esistenti, ma deve essere applicato il più possibile nel contesto dei sistemi di ecogestione e audit ambientale EMAS e standard ISO 14001 (Pelletier et al., 2014). Tra le metodologie esistenti per misurare la performance ambientale di un'organizzazione, lo strumento OEF presenta numerosi miglioramenti tra cui una chiara definizione delle categorie di impatto ambientale, l'obbligo di valutare la qualità dei dati e indicazioni più precise per affrontare alcune criticità degli studi di LCA come il problema dell'allocazione (Commissione Europea, 2013b). Particolarmente interessante risulta l'applicazione di tale strumento ad un'azienda medio-grande della Provincia di Taranto, impegnata in numerose e diversificate attività produttive all'interno del territorio jonico. La società Italcave S.p.A. (Italcave, 2016), committente dello studio di OEF, si occupa di numerose attività economiche perseguendo una politica aziendale di continuo miglioramento delle proprie performance in materia di qualità, ambiente e sicurezza. In allineamento con questa politica, lo studio di OEF della società tiene conto di tutte le attività aziendali quali la gestione di un sistema di trattamento di RSNP, l'estrazione e la lavorazione di inerti calcarei, il deposito temporaneo di prodotti energetici solidi, l'attività di carico, scarico e trasporto di merci imballate e alla rinfusa sul molo polisettoriale del porto di Taranto e l'erogazione di servizi di ricettività turistica. L'obiettivo dello studio è



quello di valutare il profilo ambientale dell'organizzazione attraverso lo studio di LCA dei sistemi appena descritti per poi valutare il profilo ambientale dell'intera organizzazione con un approccio OEF. I risultati saranno propedeutici per il continuo monitoraggio delle prestazioni ambientali dell'intero sistema organizzativo. In questo lavoro sono illustrate le prime fasi di applicazione della LCA, che consistono nella raccolta di dati di input e output delle varie fasi del ciclo di vita dei principali macro impianti dell'organizzazione, rappresentati dalla discarica di RSNP e dalla cava di inerti calcarei. Tali dati serviranno poi alla definizione dell'inventario dei due sistemi.

## **Materiali e metodi**

La metodologia di base per l'applicazione dello studio di OEF alla società Italcave S.p.A., oltre alla guida metodologica sulla OEF pubblicata dalla Commissione Europea, è rappresentata dalla normativa di riferimento degli studi di LCA (ISO, 2006a; ISO, 2006b; JRC, 2010). La metodologia LCA consentirà di quantificare e valutare gli impatti ambientali dei differenti sistemi produttivi dell'organizzazione, evidenziando le fasi critiche di ciascuno dei sistemi analizzati. Partendo dallo studio del sistema di trattamento di RSNP e dell'attività di estrazione e lavorazione di inerti calcarei, attualmente il progetto si è occupato della definizione di tutti gli elementi che determinano i sistemi da analizzare e della raccolta di tutti i dati di input e output necessari per la definizione dell'inventario. In particolare, per entrambi i sistemi si è definito l'obiettivo specifico degli studi, l'unità funzionale, i confini del sistema, le procedure di allocazione, la qualità dei dati, il metodo di valutazione degli impatti, le ipotesi e le assunzioni alla base dello studio. L'obiettivo specifico degli studi è rappresentato dall'esigenza del committente di conoscere le prestazioni ambientali dei propri sistemi produttivi al fine di intervenire con gli opportuni interventi di riduzione degli impatti ambientali. La definizione dell'unità funzionale ha tenuto conto della funzione svolta dai due sistemi: il trattamento dei rifiuti speciali da un lato e l'estrazione di inerti dall'altro. I due sistemi analizzati sono stati suddivisi in processi principali (upstream, core e downstream) con un approccio "dalla culla alla tomba" per i quali si sono raccolti dati primari direttamente presso l'azienda relativi all'anno 2016 e dati secondari provenienti da banche dati LCA (prevalentemente Ecoinvent) o da altre fonti di letteratura. Per quanto riguarda il problema dell'allocazione, tutti gli impatti sono allocati al servizio svolto da ciascun sistema con espansione dei confini per tener conto delle coproduzioni. Per i rifiuti prodotti dal sistema e avviati a smaltimento si considerano gli impatti ambientali derivanti da tale trattamento, mentre per i rifiuti prodotti e avviati a recupero, si considerano gli impatti ambientali dei trasporti di tali rifiuti dall'impianto al sito di trattamento e recupero terzi. Il metodo di valutazione degli impatti da implementare è rappresentato dall'ILCD 2011 Midpoint Method le cui principali categorie di impatto sono state integrate dalla domanda di energia cumulativa (CED). Specifiche ipotesi e assunzioni sono state fatte per i due sistemi oggetto di analisi di questo lavoro.

## **Risultati/discussione**

### *Il sistema di trattamento di RSNP*

Lo studio di LCA del sistema di trattamento di RSNP è strutturato come una short-term LCA così come suggerito dalle Product Category Rules (PCR) della EPD per i sistemi di gestione dei rifiuti (EPD, 2008), e quindi considera solo gli impatti ambientali connessi alla fase di gestione operativa e sino a 30 anni dopo la chiusura della discarica (post-gestione), tralasciando gli effetti ambientali che possono verificarsi anche dopo centinaia di anni dalla chiusura. Si considera come unità funzionale il trattamento di una tonnellata di rifiuto speciale in ingresso all'impianto. Nell'anno 2016 sono stati conferiti in discarica 547.701 tonnellate di RSNP rappresentati per il 93% da rifiuti prodotti da impianti di trattamento appartenenti alla categoria CER 19. Il maggior flusso di rifiuti proviene dalla Regione Campania (51%) e dalla Regione Puglia (44%). Le principali Province di provenienza di questi rifiuti sono rappresentate dalla Provincia di Bari (21%), Provincia di Napoli (19%) e Provincia di Salerno (17%). Come si evince dalla figura 1, che riporta il diagramma di flusso dell'impianto di smaltimento di RSNP, l'analisi degli impatti ambientali del sistema analizzato parte dalle emissioni legate al trasporto da terzi dei rifiuti fino al sito di smaltimento, considerando un totale di 111.588.631 tonnellate-chilometro. Il flusso di rifiuti in ingresso all'impianto è successivamente sottoposto a verifica documentale, controllo visivo e pesatura. I dati di inventario di questo processo riguardano principalmente il consumo di energia elettrica dell'ufficio pesa che nel 2016 ammonta a 14.487 kWh. Dopo la fase di accettazione, i rifiuti speciali sono conferiti in discarica ad eccezione di alcuni fanghi da reflui civili ed industriali da inertizzare prima del loro smaltimento. Nel 2016 sono stati sottoposti a trattamento di inertizzazione con ossido di calcio 6.941 tonnellate di fanghi di depurazione non ammessi direttamente in discarica a causa del loro elevato contenuto di umidità (Italcave, 2016). Le restanti 540.760 tonnellate di

rifiuti sono state smaltite in discarica ad opera di mezzi terzi o di mezzi interni in conformità al D.M. 27/09/2010 e s.m.i.

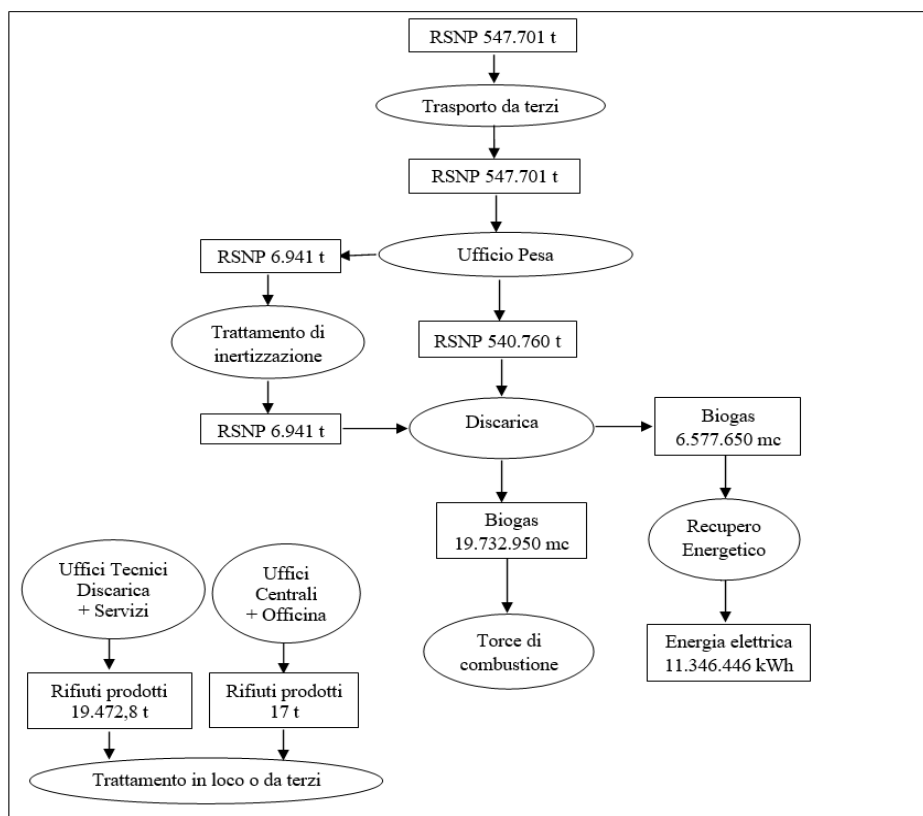


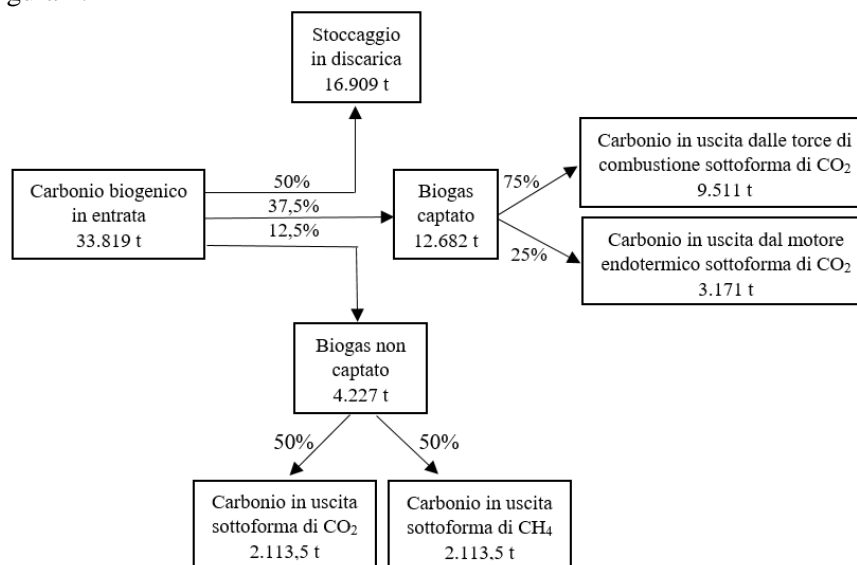
Fig. 1 Diagramma di flusso del Sistema di Trattamento RSNP della Italcave S.p.A. – anno 2016

Il trattamento di inertizzazione di 6.941 tonnellate di fanghi ha portato ad un consumo di 530 tonnellate di ossido di calcio, 1.090 mc di acqua industriale, 5.200 litri di acido solforico, 2.000 litri di soda caustica e 9.154 litri di diesel per la movimentazione del rifiuto all'interno del capannone. Particolarmente significativo è stato il consumo di energia elettrica di questa fase pari a 446.423 kWh legato principalmente al funzionamento dell'impianto di aspirazione aria e trattamento aeriformi. Quest'ultimo impianto in particolare è responsabile della produzione di 1.147 tonnellate di acqua di spurgo delle torri di lavaggio inviate a trattamento terzi e di 20.784.068 mc di reflui aeriformi scaricati in atmosfera dal camino di scarico principalmente sotto forma di composti azotati (circa 108 kg nel 2016). Particolare attenzione merita il processo di smaltimento dei rifiuti in discarica, per il quale si riporta in tabella 1 il flusso degli input utilizzati per la sistemazione dei rifiuti e gli output generati dal processo modellizzati considerando le relative emissioni dal momento del conferimento fino a 30 anni dopo la chiusura dell'impianto.

INPUT		
<b>Materia in ingresso</b>	RSNP (t)	547.701
	Argilla (t)	94.950
	Manto bentonitico (t)	125
	Telo HDPE (t)	119
	Tessuto non tessuto TNT (t)	12
	Materiali inerti per copertura rifiuti (t)	253.425
	Ghiaia silicea (mc)	400
	Tubi in PEAD (mt)	4.834
	Prodotto deodorizzante (L)	14.000
<b>Carburanti Elettricità/calore</b>	Diesel (L)	396.937
	Trasporto materie prime (t.km)	8.033.907
	Trasporto rifiuti prodotti (t.km)	6.579.489
	Elettricità (kWh)	104.106
OUTPUT		
<b>Rifiuti da trattare/smaltire</b>	Percolato (t)	93.326
	Biogas captato (mc)	26.310.600
	Biogas non captato (mc)	8.770.200

Tab.1 Inventario dei processi del conferimento in discarica dei RSNP - anno 2016

Per la modellizzazione del biogas e del percolato di discarica sono state formulate specifiche assunzioni e ipotesi che rispecchiano le condizioni operative della discarica oggetto di studio. Per quanto riguarda la modellizzazione del biogas di discarica, si è partiti dall'analisi della composizione dei rifiuti in ingresso per poi valutare la percentuale, in termini di massa, di contenuto di carbonio biogenico nei rifiuti speciali utilizzando i valori consigliati nelle linee guida dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) e nei documenti della Environmental Protection Agency degli Stati Uniti d'America (EPA, 2010). Secondo questi studi soltanto il 50% del carbonio organico biogenico contenuto nei rifiuti subirà effettivamente dei processi di biodegradazione che porteranno alla formazione di biogas nel ciclo di vita esaminato (30 anni). Il 50% di questa frazione di carbonio ( $DOC_F$ ) darà origine a metano e il restante 50% formerà anidride carbonica. Poiché dalle analisi della composizione del biogas fornite dalla Italcave S.p.A. risulta che il 10% del biogas è composto da altre sostanze come idrogeno, ammoniaca, acido cloridrico, composti organici volatili e altro, si è ipotizzato che oltre al metano e all'anidride carbonica, dalla discarica verranno emessi altri gas in quantità pari al 10% del volume totale di biogas prodotto dalla discarica. Le altre assunzioni riguardano la quota di biogas captato, per il quale si è preso come riferimento lo studio dell'Environmental Protection Agency (EPA) americana che considera un valore medio di captazione del biogas dalle discariche pari al 75%. Tenendo conto dei dati site-specific del sito produttivo, si è inoltre ipotizzato che il 75% del biogas captato è bruciato in torce e il 25% è inviato al motore endotermico per il recupero di energia elettrica. Le combustioni del biogas nelle torce e nel motore endotermico danno luogo principalmente alla formazione di anidride carbonica che insieme alla  $CO_2$  non captata non concorreranno alla formazione di effetto serra, data la loro natura biogenica. Le ipotesi e le assunzioni utilizzate per modellizzare la produzione del biogas nell'arco temporale di 30 anni, ha permesso di valutare la sostenibilità ambientale del sistema e di redigere il bilancio del carbonio che attraversa l'organizzazione riportato graficamente in figura 2.



**Fig. 2 Bilancio del carbonio in entrata e in uscita dal sistema di trattamento RSNP riferito al rifiuto conferito nel 2016**

Lo studio di LCA del sistema di trattamento rifiuti in esame, oltre a considerare le emissioni di anidride carbonica derivanti dalla combustione del biogas così modellizzato, terrà conto dei crediti ambientali derivanti dalla produzione di 11.346.446 kWh di energia elettrica prodotta fino al 30° anno di post-gestione dall'impianto di recupero energetico. Per quanto riguarda la modellizzazione della produzione del percolato di discarica nel tempo, si tratta di una stima assai complessa che dipende da numerosi fattori quali le caratteristiche geomorfologiche della discarica, le precipitazioni atmosferiche e la composizione dei rifiuti smaltiti (Astrup et al., 2006). Nel sistema analizzato, il percolato è stoccato in appositi silos per poi essere avviato a smaltimento presso terzi con un abbattimento del 90% degli inquinanti. Nel presente studio si assume che il percolato prodotto nel periodo di post-gestione sia pari al quantitativo emesso nell'anno 2016 (46.663 tonnellate). Si ipotizza inoltre una percentuale di captazione del 100% del percolato prodotto. Lo studio del sistema ha considerato tutti i flussi di input e di output degli uffici tecnici e di tutte le attività a servizio della discarica, tra cui l'emungimento di 13.896 mc di acqua di falda con un relativo consumo di 4.994 kWh di energia elettrica, il lavaggio dei mezzi che nell'anno di riferimento ha consumato circa 6.000 litri di flocculante e 1.824 kWh di energia elettrica e la gestione di circa 3.175 tonnellate di acque di prima pioggia successivamente avviate a smaltimento terzi e di 11.500 e 2.500 tonnellate rispettivamente di acque

di seconda pioggia e di acque della pista perimetrale della discarica riutilizzate all'interno del sito. Gli uffici tecnici della discarica e gli altri servizi annessi hanno consumato inoltre 280 mc di acqua potabile, 139.637 kWh di energia elettrica, 11.177 litri di diesel principalmente per il trasporto del personale e prodotto rifiuti destinati principalmente a trattamento terzi. Al sistema di trattamento rifiuti si è attribuito inoltre il 45% dei flussi di materia, energia ed emissioni degli uffici centrali e dell'officina a servizio di tutte le attività produttive dell'organizzazione. La stessa percentuale è stata applicata al sistema di estrazione e lavorazione di inerti calcarei. Particolare attenzione si è dedicata infine all'inventario del fine vita della discarica riferito ai rifiuti conferiti nell'anno 2016 che ha tenuto conto del consumo dei materiali che saranno utilizzati per la copertura finale della discarica e del consumo di energia elettrica per l'illuminazione esterna. Tra i consumi di energia elettrica del fine vita della discarica rientra anche il consumo di energia elettrica delle pompe del percolato prodotto durante la post-gestione.

### Il sistema di estrazione inerti

L'attività di estrazione e lavorazione di inerti rappresenta un'altra importante attività produttiva della società Italcave S.p.A. In figura 3 si riporta il diagramma di flusso della cava di inerti riferito all'anno 2016. Per lo studio di LCA del sistema, si considera come unità funzionale l'estrazione di 1 tonnellata di inerti calcarei. Il processo può essere suddiviso in cinque sotto fasi: coltivazione del fronte di cava, carico e trasporto del materiale inerte dalla volata, frantumazione e vagliatura primaria e secondaria, carico e trasporto finale dei prodotti ottenuti destinati alla vendita. Nell'anno 2016 sono state estratte 869.725 tonnellate di inerti calcarei dal processo di coltivazione del fronte di cava, incluse le tonnellate di tout venant venduto e di scogli messi in giacenza. La fase di coltivazione del fronte cava avviene mediante l'utilizzo di esplosivo e comprende le fasi di perforazione della roccia, caricamento delle mine nei fori realizzati e il processo di brillamento. A tal fine nell'anno 2016, sono stati utilizzati 42.997 litri di diesel per l'attività di perforazione e 91.550 kg di miscela di nitrato d'ammonio e olio combustibile (ANFO). L'inventario di questa fase ha inoltre quantificato i materiali componenti e le miscele degli altri materiali esplodenti utilizzati nell'anno di riferimento: micce detonanti, micce a lenta combustione, detonatori e ritardatori e le tonnellate-chilometro del trasporto di questi materiali.

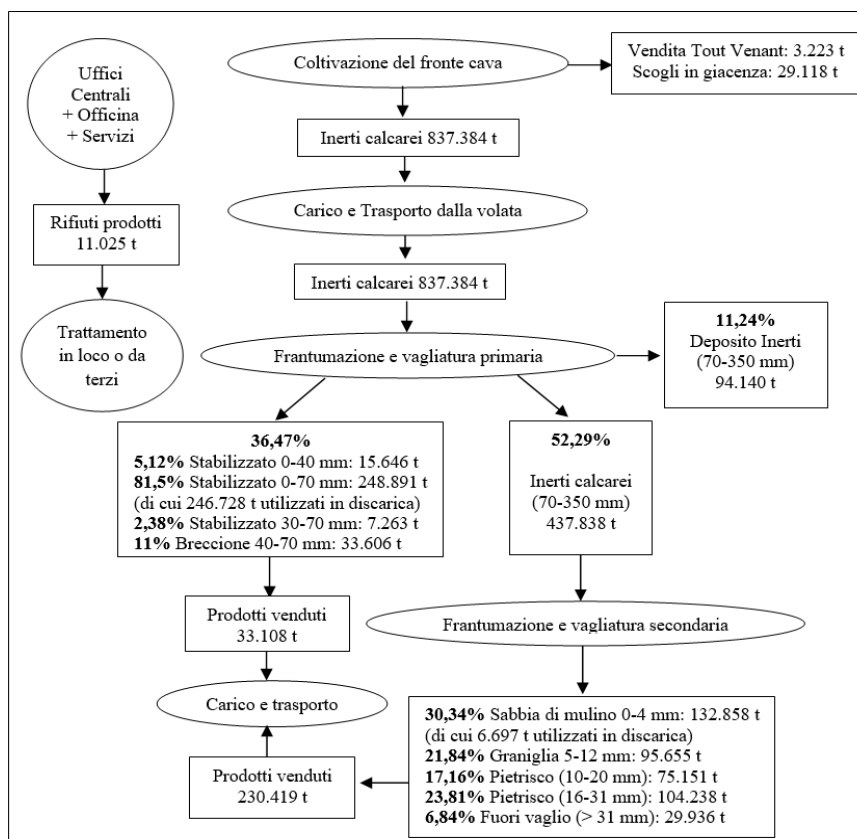


Fig. 3 Diagramma di flusso della Cava di Inerti della Italcave S.p.A. – anno 2016

Al fine di considerare l'intero ciclo di vita del processo, alla fase di coltivazione del fronte di cava, sulla base del quantitativo di inerti estratti nel 2016, sono stati imputati gli impatti derivanti dal consumo di diesel e dalla produzione dei residui dell'attività di scotico del terreno vegetale che rappresenta la prima fase del ciclo di vita del sistema oggetto di studio. Per la stima delle emissioni della fase di brillamento, la letteratura scientifica evidenzia come l'utilizzo di esplosivi ANFO nelle attività di estrazione di inerti nelle cave sia responsabile di emissioni di polveri e di ossidi di azoto. In particolare per gli ossidi di azoto si stima un fattore di emissione medio di 5 kg per tonnellata di esplosivo utilizzato (Oluwoye et al., 2017). Proseguendo con le fasi successive, gli inerti avviati alla fase di frantumazione e vagliatura primaria nel 2016, pari a 837.384 tonnellate, sono stati caricati a mezzo pala gommata sui dumper per il trasporto all'impianto con un consumo complessivo di 221.198 litri di diesel. L'impianto di frantumazione e vagliatura primario è dotato di una vasca di raccolta con sgrassatori a rullo all'interno del quale il materiale è vagliato per ottenere le diverse pezzature di stabilizzato naturale (vedi figura 3) e che complessivamente rappresentano il 36,47% del materiale prodotto dalle operazioni di brillamento. L'80% dello stabilizzato naturale prodotto è utilizzato dalla discarica di RSNP gestita dalla stessa azienda. Il 63,53% degli inerti estratti (pezzatura 70-350 mm) è trasportato attraverso nastro trasportatore all'impianto di frantumazione e vagliatura secondaria, ma solo il 52,29% è sottoposto a frantumazione mentre l'11,24% resta a deposito. Dall'impianto di frantumazione e vagliatura secondario, costituito da un mulino primario e secondario e due vagli vibranti, si ottengono i prodotti finiti richiesti dal mercato e riportati in figura 3. I dati di inventario dei due processi di frantumazione riguardano principalmente il consumo di energia elettrica che nel 2016 ammonta a 240.774 kWh per la frantumazione e vagliatura primaria e a 621.859 kWh per la frantumazione e vagliatura secondaria. A questo proposito, sarà necessario risolvere il problema dell'allocazione dell'energia tenendo conto contemporaneamente della massa e dei prezzi dei prodotti ottenuti. Il consumo di energia della fase di frantumazione e vagliatura secondaria è di circa tre volte superiore al consumo di energia dell'impianto primario, essendo minore la granulometria del materiale ottenuto (Tassielli et al., 2006). L'ultima fase del sistema analizzato è rappresentato dal carico e dal trasporto del materiale destinato alla vendita previa pesatura a cui è attribuito un consumo di 43.745 litri di diesel. L'inventario dei servizi a supporto della cava di inerti tiene conto dei consumi di energia elettrica dell'emungimento di 26.532 mc di acqua di falda pari a 114.235 kWh, il consumo di 4.949 litri di gasolio per la caldaia e le emissioni dei principali rifiuti prodotti dal sistema e smaltiti presso terzi come i rifiuti organici, inorganici, le acque meteoriche del piazzale cava, cemento e fanghi da lavaggio mezzi aziendali. Concludendo, la definizione dell'inventario dei due sistemi completato con quello delle altre attività produttive svolte dalla società consentirà di valutare gli impatti ambientali e permetterà di evidenziare i punti critici di ciascun sistema produttivo. Lo studio di LCA dei singoli sistemi rappresenterà la base per l'applicazione dello studio di OEF finalizzato alla misurazione dell'impronta ambientale dell'intera organizzazione.

## Riferimenti

- Astrup, T., Mosbæk, H., Christensen, T.H. (2006). Estimating long-term leaching from waste incineration air-pollution-control residues. *Waste Management* 26, pp.803–814.
- Commissione Europea (2013a). Raccomandazione della Commissione, del 09 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni, *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* L124 del 04 maggio 2013.
- Commissione Europea (2013b). Annex III - Organisational Environmental Footprint (OEF) Guide to the COMMISSION RECOMMENDATION on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations.
- Pelletier, N., Allacker, K., Pant, R., Manfredi, S. (2014). The European Commission Organisation Environmental Footprint method: comparison with other methods, and rationales for key requirements, *POLICIES AND SUPPORT IN RELATION TO LCA*, *Int J Life Cycle Assess* (2014) 19:387–404.
- EPA (2010). Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories: Solid Waste Disposal, Wastewater Treatment, Ethanol Fermentation. Draft Report. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Washington, DC 20460.
- EPD (2008). Environmental Product Declaration product group classification: UN CPC 942, 943 - Solid waste disposal services. Product category rules according to ISO 14025.
- ISO (2006a). UNI EN ISO 14040:2006. "Gestione ambientale. Valutazione del ciclo di vita. Principi e quadro di riferimento".
- ISO (2006b). UNI EN ISO 14044:2006. "Gestione ambientale. Valutazione del ciclo di vita. Requisiti e linee guida".
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5. Waste. Chapter 2: Waste generation, composition and management data.
- Italcave (2016). Rapporto Tecnico Annuale, Periodo Attività: gennaio '15-dicembre '15. <http://www.italcave.it/>

JRC, 2010. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook. General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Luxembourg: Publications Office of the European Union. First edition March 2010.

Oluwoye, I., Dlugogorski, B.Z., Gore, J., Oskierski, H.C., Altarawneh, M. (2017). Atmospheric emission of NO<sub>x</sub> from mining explosives: A critical review, *Atmospheric Environment*, Volume 167, pp. 81–96.

Tassielli, G., Notarnicola, B., Mongelli, I. (2006). Il consumo di energia nella produzione di materiali da costruzione di origine calcarea. XXII Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche “La qualità dei prodotti per la competitività delle imprese e la tutela dei consumatori”, Roma, 2-4 marzo 2006.

## **Progettazione di un tool-box della sostenibilità per un'azienda di trattamento dei rifiuti: la CISA SpA di Massafra, Taranto**

Giuseppe Tassielli<sup>1</sup>, Bruno Notarnicola<sup>1</sup>, Pietro A. Renzulli<sup>1</sup>, Gabriella Arcese<sup>1</sup>, Rosa Di Capua<sup>1</sup>, Lucia Minutello<sup>2</sup>, Gabriella Fedele<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture"  
University of Bari Aldo Moro; Via Duomo 259, Taranto – 74123, Italia

<sup>2</sup>CISA S.p.A., Contrada Forcellara S. Sergio, 74016 Massafra (TA), Italy.

E-mail: [giuseppe.tassielli@uniba.it](mailto:giuseppe.tassielli@uniba.it)

### **Abstract**

Negli ultimi anni, la sostenibilità è diventata un fattore sempre più importante nella gestione aziendale, in quanto le imprese globali la incorporano sempre più nelle loro strategie. Una componente necessaria per qualsiasi programma di sostenibilità è la corretta valutazione di prodotti e processi attraverso adeguate metriche.

Tuttavia, gli esempi riportati in letteratura mostrano che le metriche maggiormente adottate dalle imprese riguardano indicatori di inventario riferiti all'uso dei materiali e alle emissioni. Il passaggio ad una metrica della sostenibilità più avanzata richiede che le aziende raggiungano una consapevolezza differente del ruolo che esse rivestono nel contesto produttivo e implica una complessità maggiore, alla quale si riesce a far fronte molto spesso con una organizzazione di livello avanzato. In questo cammino verso una maggiore sostenibilità aziendale si osserva l'impiego di indicatori riferiti alla supply chain e al ciclo di vita del prodotto. Si potrebbero definire anche come indicatori di impatto e non più solo indicatori di inventario. La metodologia di base per tutti questi indicatori è quella dell'Analisi del ciclo di vita.

Nel presente paper, partendo dall'analisi del contesto di riferimento, sia in termini di indicatori ambientali esistenti sia in termini di esempi di toolbox già adottati da altre imprese, viene descritto il percorso di progettazione di un tool-box della sostenibilità realizzato dall'azienda CISA SpA, specializzata nel trattamento di rifiuti solidi urbani, rifiuti speciali non pericolosi e produzione di combustibile derivato dai rifiuti, in collaborazione con l'Università degli Studi di Bari. Si riportano quindi le scelte metodologiche adottate e la descrizione dettagliata della progettazione del cruscotto della sostenibilità realizzato per l'azienda.

### **4. Introduzione**

Esistono diverse modalità strategiche per affrontare le tematiche ambientali all'interno delle aziende:

- finanziaria: è quella visione che finalizza la strategia di gestione dell'ambiente ad accrescere i benefici di tipo economico-finanziario, attraverso l'aumento della competitività sul mercato
- gestionale: la gestione ambientale come funzione della gestione della qualità
- processuale: la visione processuale prevede di adottare strategie per rinnovare il processo, in particolare quello produttivo, in modo da adottare tecnologie più pulite, in grado di rendere più ecologica la propria attività.

Ciascuna di queste strategie prevede l'uso di appositi strumenti. Il percorso verso l'eccellenza aziendale e ambientale molto spesso parte dall'implementazione di un sistema di gestione con il conseguimento della certificazione ISO 9001 (2008) e successivamente della ISO 14001 (2004). Tale sistema può poi evolversi con il conseguimento della registrazione EMAS (EMAS, 2017). Si tratta quindi di strumenti procedurali.

Tuttavia, le aziende che adottano una politica proattiva orientata al rispetto dell'ambiente ben presto acquisiscono la consapevolezza che si può aumentare l'efficacia del proprio impegno impiegando strumenti di prodotto che portano a certificazioni quali la Carbon Footprint (ISO 14067, 2013) o la Product Environmental Footprint o il Life Cycle Assessment (UNI 14040, 2006; UNI 14044, 2006).

Contestualmente nasce la necessità di implementare ulteriori strumenti che rendano evidente anche il profilo economico della gestione ambientale; in tal caso è possibile applicare il Life Cycle Costing, parallelamente al Life Cycle Assessment.

Questo percorso porta a cercare di seguire contemporaneamente tutte le strategie su menzionate e a far funzionare contemporaneamente numerosi strumenti di gestione ambientale procedurali, analitici ed economici.

Quanto esposto rappresenta il percorso seguito anche dalla CISA SpA (CISA, 2017), azienda oggetto del presente studio. Quest'azienda opera nei comuni di Massafra e Statte (TA) ed è specializzata nel trattamento di rifiuti solidi urbani (sito di contrada Console), rifiuti speciali non pericolosi (sito di contrada Gravinola) e produzione di combustibile derivato dai rifiuti (sito di contrada San Sergio e sito di contrada Console). Per quanto concerne gli aspetti inerenti alla sostenibilità la CISA SpA ha implementato e/o realizzato:

- un sistema di gestione aziendale conforme alla norma ISO 9001:2008;
- un sistema di gestione ambientale conforme alla norma ISO 14001:2004;
- la registrazione EMAS del sito;
- lo studio di Carbon Footprint della produzione di combustibile solido secondario;
- lo studio di Life cycle assessment del trattamento dei rifiuti presso i propri stabilimenti in un'ottica Organization Environmental Footprint.

Tutti questi strumenti, studi e certificazioni hanno prodotto una serie di indicatori di carattere diverso che l'azienda utilizza per la rappresentazione della propria gestione ambientale che di volta in volta si affronta.

Si rende necessario, a questo punto cercare le sinergie fra i vari strumenti ed integrarli in unico toolbox che possa rappresentare unitariamente il profilo ambientale dell'impresa. Da qui nasce l'esigenza della creazione di un cruscotto della sostenibilità per CISA SpA. Il presente studio illustra il percorso di progettazione di tale cruscotto realizzato per l'azienda.

## 5. Materiali e metodi

Il progetto di creazione di un cruscotto della sostenibilità ha seguito le seguenti fasi:

1. *Analisi degli strumenti di gestione ambientale-aziendale adottati da CISA SpA.*  
La prima fase del lavoro è consistita nell'esame della documentazione inerente alle certificazioni ambientali-aziendali conseguite da CISA Spa. In particolare, sono state esaminate le certificazioni ISO 9001, ISO 14001, Registrazione EMAS e i rapporti relativi alla Carbon footprint e alla LCA di prodotto dell'azienda.
2. *Analisi delle procedure e delle rilevazioni dati e informazioni alla base di ciascuno strumento di gestione.*  
In questa fase sono state esaminate le procedure e i rapporti inerenti l'applicazione degli strumenti di gestione ambientale su menzionati. In particolare, sono state individuate tutte le informazioni e le fonti di dati interne ed esterne necessarie per sostenere i sistemi di gestione e gli strumenti ambientali individuati. Si è quindi verificato quali informazioni sono disponibili per la creazione di un set di indicatori rappresentativo del profilo ambientale dell'azienda.
3. *Individuazione delle sinergie e razionalizzazione di procedure e processi.*  
In questa fase sono stati analizzati gli strumenti di eco-efficienza già presenti in letteratura, per realizzare la base teorica di fondo utile alla realizzazione del cruscotto per la CISA Spa. Alla luce delle esperienze individuate, sono state effettuate le scelte necessarie per la definizione del cruscotto ambientale dell'azienda. Si tratta della fase di progettazione del cruscotto che, partendo dai dati e dai processi individuati nelle fasi precedenti, ha permesso di individuare un set di indicatori, e delle fonti di dati che li alimentano, che possano rappresentare in tempo reale la situazione ambientale dell'azienda.
4. *Creazione del cruscotto della sostenibilità e aggiornamento dei relativi indicatori*  
L'ultima fase ha riguardato l'implementazione vera e propria del cruscotto progettato precedentemente. In questa fase si è sperimentato il funzionamento dell'integrazione degli strumenti di gestione ambientale di prodotto e di processo e l'output da essi prodotto in termini di controllo della performance. È stato, inoltre, testato il corretto funzionamento del sistema integrato e le procedure di corretta restituzione di output in tempo reale.
5. Infine, è stata realizzata e consegnata al committente tutta la documentazione inerente i processi integrati ed il funzionamento del sistema di controllo della performance ambientale implementato.

## 6. Risultati/discussione

Nei paragrafi precedenti si è illustrato il percorso dell'impresa sulla strada della sostenibilità caratterizzato dall'impiego di strumenti ed indicatori sempre più avanzati. In generale, se per un verso è in enorme crescita il numero di imprese che sta realizzando bilanci o rapporti di sostenibilità, è pur vero che questi rapporti si basano su indicatori di base, quelli che fanno riferimento alle grandezze fisiche direttamente misurate (es.: consumo di energia, consumo di acqua, quantità di materiali impiegati, emissioni dirette nei vari comparti



ambientali). Si tratta del livello 2 nella gerarchia degli indicatori, nella scala da 1 a 5 sviluppata dal Lowell Center for Sustainable Production.

Tale risultato è dovuto anche al fatto che la maggior parte delle iniziative che hanno portato alla redazione di Standard sul Social Reporting consiglia di usare, per la rappresentazione della dimensione ambientale, proprio tale tipo di indicatori. Si veda a tal proposito quanto suggerito dalla Global Reporting Initiative (GRI) (GRI, 2011) e dalla trasposizione italiana di tale iniziativa ad opera del Gruppo Bilancio Sociale in Italia (GBS, 2013).

Tuttavia, dall'altra parte, vi è un certo numero di imprese che ha avviato un percorso più pervasivo di sostenibilità e per questo si è dotata di strumenti di valutazione più avanzati e sofisticati. Queste imprese hanno realizzato dei veri e propri toolbox della sostenibilità, altrimenti detti "cruscotto" o "matrice" della sostenibilità e/o dell'eco-efficienza. I vari toolbox utilizzano non più indicatori fisici semplici ma set di indicatori ricavati dai primi che meglio possano rappresentare la politica aziendale in tema di sostenibilità.

In molti casi gli indicatori scelti riguardano il ciclo di vita del prodotto o dei processi e pertanto si potrebbero incasellare nel livello 4 della scala precedentemente citata. Con questo approccio la valutazione esce dai confini aziendali per estendersi agli effetti potenzialmente dannosi che l'attività dell'impresa può avere sulla collettività e sull'ambiente circostante in termini di impatto.

Peraltro tale approccio è suggerito dal nuovo standard ISO sull'eco-efficienza dei prodotti; difatti nel 2012 è stato pubblicato lo standard ISO 14045:2012 intitolato "Environmental management -- Eco-efficiency assessment of product systems -- Principles, requirements and guidelines", che descrive i principi, i requisiti e le linee guida per l'implementazione dell'eco-efficienza nei sistemi produttivi.

Partendo dall'analisi del contesto di riferimento, sia in termini di indicatori ambientali esistenti sia in termini di esempi di toolbox già adottati da altre imprese, la scelta obbligata è parsa quella di realizzare un toolbox basato sulla metodologia di LCA, come evidenziato dalle numerose esperienze internazionali, ovvero basato su indicatori di impatto.

In analogia con il cruscotto realizzato dalla BASF (Schrott 2000, Saling 2002), il tool di base contiene la definizione delle categorie di impatto ambientale considerate.

Il metodo di valutazione degli impatti implementato per CISA Spa è quello proposto dalle linee guida dell'International Reference Life Cycle Data System (JRC, 2010) - ILCD 2011 Midpoint+. Tra i molteplici impatti ambientali proposti dal metodo, sono stati considerati nel presente studio quelli maggiormente rilevanti per l'attività svolta dall'azienda, ovvero:

- Cambiamento climatico – Climate Change (GWP)
- Acidificazione – Acidification potential (AP)
- Riduzione dello strato di ozono - Ozone Depletion (ODP)
- Formazione di smog fotochimico - Photochemical Ozone Formation (POCP)
- Effetti non cancerogeni sulla salute umana - Human Toxicity non Cancer Effects (HTNC)
- Effetti cancerogeni sulla salute umana - Human Toxicity Cancer Effects (HTC)
- Eco-tossicità dell'acqua dolce - Freshwater Ecotoxicity (FAETP)
- Eutrofizzazione in acqua dolce - Freshwater Eutrophication (FEU)

Tali categorie sono state integrate dalla Cumulative Energy Demand (CED - Domanda di energia cumulativa) che rappresenta un indicatore di immediata comprensione del consumo di energia primaria derivante dal sistema oggetto di studio (Hischier et al., 2010).

Al fine di ottenere un indicatore complessivo è stato necessario procedere con le fasi di normalizzazione e *weighting* così come indicato in letteratura (Huppes et al., 2011; JRC, 2010; Guinée et al., 2002). Nello specifico, la normalizzazione è stata calcolata su base europea, "pro-capite", dividendo il quantitativo globale annuo di un determinato fenomeno per la popolazione europea complessiva. La pesatura è stata svolta con un set di pesi uguali.

Una volta chiarito il background metodologico ci si è soffermati sul tipo di cruscotto da realizzare. L'idea di fondo è che l'azienda possa autonomamente aggiornare il proprio profilo ambientale utilizzando il cruscotto in esame.

La procedura da seguire prevede che si raccolgano i dati ambientali di interesse per un periodo prestabilito (es. 2 mesi, un anno) riferiti ai tre siti aziendali di Contrada Console, Gravinola e San Sergio; tali dati sono inseriti dall'utente aziendale in una maschera appositamente realizzata. I dati richiesti di input riguardano tre set di informazioni:

- 1) I dati di input e output del sito di gestione dei rifiuti
- 2) Il trasporto dei rifiuti conferiti
- 3) La composizione delle varie tipologie di acque di scarico

Una volta inseriti i dati richiesti in un foglio Excel, gli algoritmi di calcolo inseriti restituiscono i risultati in termini di indicatori del cruscotto realizzato. Ogni cruscotto è rappresentato da un set di 10 indicatori; vi è innanzitutto un eco-indicatore finale sintetico del cruscotto (per ogni sito), espresso in giorni-uomo (riferiti ad una tonnellata di rifiuto in ingresso negli stabilimenti).

Il risultato sintetico finale riferito al profilo ambientale aziendale è rappresentato in termini di tempo-uomo, vale a dire in quanto tempo una persona emette il quantitativo risultante dall'analisi. Questa normalizzazione pro-capite è utilizzata molto spesso (Wenzel, 1997; Stranddorf, 2005; Lautier, 2010; Laurent, 2011) ed è riportata talvolta anche come "persona-equivalente" (Stranddorf, 2005). In base alla grandezza dell'unità funzionale scelta, il tempo-uomo può essere espresso in termini di anni-uomo, ore o anche giorni-uomo. Il calcolo dello standard di emissione equivalente di un uomo in un giorno deriva, quindi, da un processo di normalizzazione in cui si divide il quantitativo globale annuo di un determinato fenomeno per la popolazione europea complessiva.

Sono riportati, poi, nove indicatori specifici scelti per rappresentare il ciclo di vita del trattamento rifiuti da parte dell'azienda, in termini di categorie d'impatto. Questi nove indicatori sono espressi come percentuale dell'impatto di una categoria rispetto all'eco-indicatore finale. In questo modo si dà una misura della rilevanza delle varie categorie d'impatto. Il limite minimo e massimo sono posti rispettivamente allo 0% e al 50% dell'eco-indicatore.

A titolo esemplificativo nella **Figura 3** si illustra il cruscotto relativo al sito di Contrada Console, riferito ad 1 t di rifiuti in ingresso.

Tali indicatori vanno interpretati nell'ottica dell'individuazione degli effetti ambientali che rivestono maggior interesse per l'azienda, non come livelli di allerta per il superamento di determinati livelli di emissioni. In altre parole, lì dove un indicatore dovesse raggiungere l'area rossa, ciò non significa che le emissioni relative a quel fenomeno sono elevate rispetto alle altre aziende del settore e/o rispetto ad un benchmark, in quanto gli indicatori scelti non effettuano un confronto di tale tipo; ciò implica solo che quella categoria d'impatto è maggiormente incisa dalle attività aziendali pur in presenza di un livello di emissioni inferiori alla media del settore. Ad esempio, dalla figura 1, per quanto riguarda l'indicatore del Cambiamento climatico che mostra una lancetta rivolta nell'area rossa, il valore indicato è il 47,2% dell'impatto complessivo; ciò significa che l'effetto serra è la categoria di maggior interesse per l'azienda, in quanto rappresenta il 47,2% dell'impatto complessivo della Cisa, ovvero il 47,2% dei 7,5 giorni-uomo di emissione, riferiti ad 1 tonnellata di rifiuto trattato.

Infine, è stato effettuato il calcolo dell'indicatore complessivo dell'azienda, riportato nel cruscotto come "OEF del trattamento di 1 t di rifiuti in ingresso in CISA S.p.A.", i risultati sono relativi ad una tonnellata di rifiuto medio in ingresso all'azienda, ottenuta ponderando i risultati dei tre siti con le rispettive quantità trattate.

## 7. Conclusioni

Il cruscotto della sostenibilità realizzato rappresenta una sorta di sistema di controllo della performance ambientale della CISA SpA.

Esso può essere utilizzato in due modi:

- da un lato permette di controllare il profilo ambientale dell'azienda e rendicontare i risultati ambientali di periodo.
- dall'altro lato è inteso come strumento di innovazione ed eco-progettazione, in quanto permette in ogni momento di definire gli scenari di impatto relativi alle modifiche dei processi che si vorrebbero adottare e confrontarli con la baseline.

Naturalmente per ottenere i risultati esposti è necessario aggiornare i dati con una diversa frequenza.

Ad esempio, ai fini della rendicontazione dei risultati di esercizio, si possono inserire i dati totali annui ex-post. Si ottiene così un profilo ambientale dell'azienda che può essere esposto anche nella Dichiarazione ambientale ai fini EMAS, integrato con gli indicatori di inventario già utilizzati dall'azienda. Tale tipo di uso si può definire statico; difatti, si tratta solo di aggiornare i dati con cadenza annuale e riportarli ex-post in una dichiarazione.

Il secondo uso appare più interessante ed è quello che viene adottato maggiormente nelle esperienze internazionali (analizzate in fase di studio) da parte dei grossi gruppi multinazionali. In questo caso, l'uso del cruscotto è continuativo, i dati sono aggiornati con cadenze ad es. bimestrali (es. in concomitanza con le bollette energetiche). È vero che anche in questo caso i dati sono aggiornati ex-post (con una frequenza inferiore a quella annuale), ma così facendo è possibile tenere sotto controllo continuamente la performance ambientale dell'azienda. Il cruscotto diventa la base per la costruzione degli andamenti di periodo della gestione ambientale dell'azienda.

Nell'ottica dell'eco-innovazione, poi, è possibile utilizzare gli scenari già costruiti per apportarvi opportune modifiche quando si prevede e si vuole valutare l'effetto che un cambiamento nel processo di produzione possa produrre sui risultati ambientali dell'impresa. Tale approccio naturalmente consente di effettuare valutazioni ex-ante, infatti, permette di confrontare scenari futuri di innovazione con quelli baseline costruiti nel tempo.

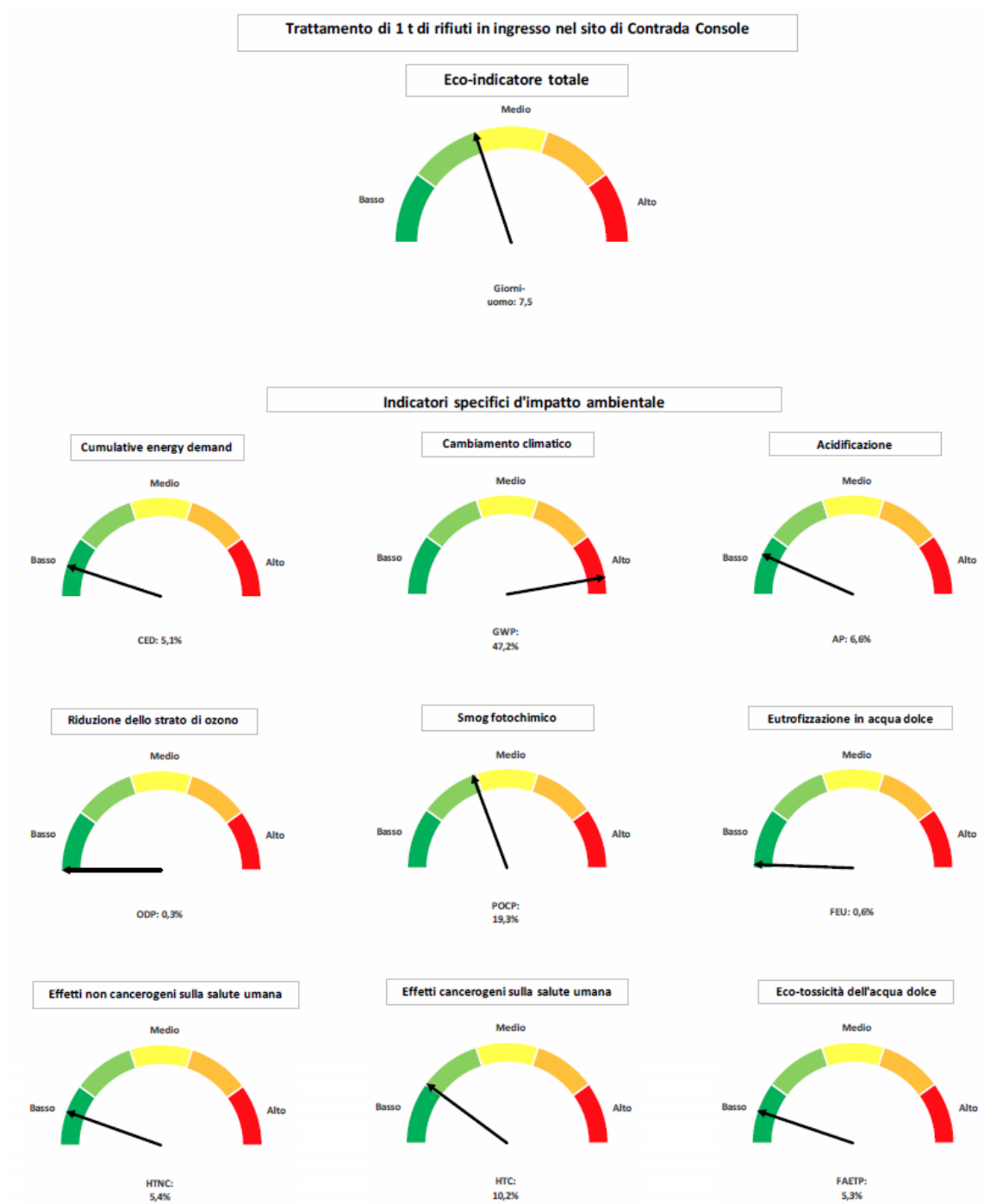


Figura 4 – Il cruscotto di CISA SpA relativo al sito di Contrada Console, riferito ad 1 t di rifiuti in ingresso

## Riferimenti

- CISA SpA. (2107). CISA S.p.A., Contrada Forcellara S. Sergio, 74016 Massafra (TA), [www.cisaonline.it](http://www.cisaonline.it)
- EMAS (2017). Regolamento EMAS. Regolamento 2017/1505/UE 18/9/2017 della Commissione Europea.
- GBS (2013). “Il bilancio sociale GBS 2013. Standard. Principi di redazione del bilancio sociale”. Giuffrè Editore, Milano, 2013.
- GRI (2011). “Sustainability Reporting Guidelines”, elaborato dalla Global Reporting Initiative (GRI).
- Guinée JB, Gorrée M, Heijungs R, Huppes G, Kleijn R, de Koning A, van Oers L, Wegener Sleeswijk A, Suh S, Udo de Haes HA, de Bruijn H, van Duin R, Huijbregts MAJ (2002) Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Iib: Operational annex. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht
- Hischier, R., Weidema, B., Althaus, H.-J., Bauer, C., Doka, G., Dones, R., Frischknecht, R., Hellweg, S., Humbert, S., Jungbluth, N., K€ollner, T., Loerincik, Y., Margni, M., Nemecek, T., 2010. Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Ecoinvent Report No. 3, v2.2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- Huppes G, van Oers L (2011) Evaluation of Weighting Methods for Measuring the EU-27 Overall Environmental Impact. JRC Scientific and Technical Reports. JRC - IES 2011. Report EUR 24985 EN
- ISO 14001 (2004). ISO 14001: 2004 “Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l’uso”, e aggiornamento alla revisione 2015. The International Organization for Standardization.
- ISO 14040 (2006). UNI EN ISO 14040:2006 “Valutazione del ciclo di vita. Principi e quadro di riferimento”. The International Organization for Standardization.
- ISO 14044 (2006). UNI EN ISO 14044:2006 “Valutazione del ciclo di vita. Requisiti e linee guida”. The International Organization for Standardization.
- ISO 14067 (2013). UNI ISO/TS 14067:2013 “Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and Communication”. The International Organization for Standardization.
- ISO 9001 (2008). ISO 9001:2008 “Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti”, e aggiornamento alla revisione 2015. The International Organization for Standardization.
- JRC, 2010. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook. General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Laurent A, Olsen SI, Hauschild MZ (2011) Normalization in EDIP97 and EDIP2003 : updated European inventory for 2004 and guidance towards a consistent use in practice. Int J Life Cycle Assess (2011) 16:401-409
- Lautier A, Rosenbaum RK, Margni M, Bare J, Roy P, Deschênes L (2010) Development of normalization factors for Canada and the United States and comparison with European factors. Sci Total Environ 409(1):33–42
- Saling P, Kicherer A, Dittrich-Krämer B, Wittlinger R, Zombik W, Schmidt I, Schrott W, Schmidt S (2002) Eco-efficiency analysis by BASF – the method. Int J Life Cycle Assess 7(4):203-218
- Schrott W, Saling P (2000) Oekoeffizienz-Analyse—Produkte zum Kundennutzen auf dem Pruefstand. Melliand Textilberichte 3:190–194
- Stranddorf HK, Hoffmann L, Schmidt A (2005) Update on impact categories, normalisation and weighting in LCA. Selected EDIP97-data. Environmental Project Nr. 995 2005. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen
- Wenzel H, Hauschild M & Alting L (1997), Environmental Assessment of Product. Kluwer Academic Publisher.

**Una review degli studi di LCA applicata alla produzione di grano**  
Masini S., Tassielli G., Notarnicola B., Renzulli P.A.,  
Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo:  
società, ambiente, culture"  
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Duomo 259, Taranto – 74123, Italia  
E-mail: [serena.masini@uniba.it](mailto:serena.masini@uniba.it)

## **Abstract**

Il grano rappresenta una delle fonti di nutrimento più importante per gli esseri umani e fa parte del più significativo gruppo di colture alimentari prodotte in tutto il mondo. Negli ultimi anni, molti studi hanno mostrato interesse per l'applicazione della metodologia Life Cycle Assessment al settore del grano. La metodologia LCA è, infatti, un metodo efficiente per valutare gli impatti ambientali, ma fortemente dipendente dagli obiettivi, dai confini del sistema, dalla scelta dell'unità funzionale e dalle altre scelte metodologiche che possono pregiudicare l'affidabilità dei risultati.

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di svolgere una review degli studi LCA applicati al settore del grano, nel corso degli ultimi 5 anni, al fine di verificarne la comparabilità, individuare eventuali differenze e relative motivazioni, individuare i punti critici comuni e porre le basi per migliorarne la qualità.

A tal proposito, sono stati considerati, per ciascuno studio, una serie di parametri rilevanti quali il Paese di riferimento, il tipo di grano analizzato, l'unità funzionale considerata, i confini del sistema, il metodo di allocazione usato, le categorie di impatto considerate ed i risultati raggiunti. Per realizzare questa review è stata effettuata una ricerca bibliografica consultando database scientifici come Science Direct, Scopus e Google Scholar.

Il presente lavoro di revisione ha permesso di verificare sia come i risultati degli studi analizzati variano in base alla scelta di determinati parametri e sia le criticità metodologiche legate a questa tipologia di studi.

## **Introduzione**

Il grano, duro e tenero, è una componente essenziale per l'alimentazione umana, utilizzata per la produzione di due prodotti fondamentali quali pasta e pane. La produzione italiana di grano, infatti, rappresenta il 30% della produzione europea con una resa (t/ha) di 4,20. (Eurostat, 2016).

Per far fronte alla crescente attenzione dei consumatori finali verso il profilo ambientale dei prodotti e alla tendenza delle industrie ad adottare approcci per la gestione della sostenibilità ambientale, è necessario poter disporre di strumenti che includano l'intero ciclo di vita e che quantifichino i vari impatti ambientali rapportati alla singola unità di prodotto.

Per poter convergere verso la produzione e il consumo di cibo sostenibile, da più di 15 anni, sono applicati gli strumenti di sostenibilità e la metodologia Life Cycle Assessment (LCA) ai sistemi agricoli e alimentari, identificando il loro impatto ambientale durante tutto il loro ciclo di vita. (Notarnicola et al., 2012)

La metodologia Life Cycle Assessment (LCA) è, infatti, uno degli strumenti più sviluppati e adatti a questo fine (Halberg et al., 2005), la cui applicazione al settore agroalimentare è molto diffusa, in ragione della capacità di delineare un profilo ambientale completo, dall'acquisizione delle materie prime attraverso la fabbricazione e l'utilizzo, fino al trattamento di fine vita, riciclaggio e allo smaltimento finale (dalla culla alla tomba).

Altri autori si sono occupati degli studi riguardanti l'applicazione della metodologia LCA al grano o a prodotti da esso derivati, tipo sfarinati e/o pasta (Renzulli et al., 2015; Notarnicola et al., 2008). Il presente lavoro di review rappresenta un aggiornamento dei precedenti lavori al fine di porre le basi per superare le criticità metodologiche emerse.

Negli ultimi 5 anni, infatti, numerosi studi sul grano hanno adottato la metodologia LCA, ognuno dei quali è svolto per specifiche finalità con un predeterminato livello di dettaglio ed estensione temporale, rapportato ad un'unità di riferimento. Nonostante la standardizzazione con le norme della serie ISO 14040, i diversi studi sono condotti con approcci metodologici spesso diversi.

Per questo motivo, l'obiettivo di questo lavoro è non solo quello di analizzare le principali caratteristiche che accomunano questi studi, ma soprattutto quello di evidenziare le differenze metodologiche che hanno una maggiore influenza sui risultati finali.

## Materiali e metodi

Per realizzare il processo di review alla base di questo lavoro, è stata condotta una ricerca bibliografica attraverso la consultazione, tramite le parole chiave “life cycle assessment” e “wheat”, di database scientifici quali Science Direct, Scopus e Google Scholar, circoscritta agli ultimi 5 anni. Da questa prima selezione di 75 articoli, sono stati scelti 39 studi, eliminando quelli che consideravano il grano per la bio raffineria. Dei 39 articoli, sono stati eliminati quelli studi che non utilizzavano nello specifico l'approccio LCA. La selezione definitiva, di seguito riportata, si basa su 14 studi.

**Tabella 1: Lista degli studi di life cycle assessment applicati al grano**

LCA 1	Life Cycle Assessment of Waste Prevention in the Delivery of Pasta, Breakfast Cereals, and Rice	Dolci et al.	2016
LCA 2	The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology	Fallahpour et al.	2016
LCA 3	Environmental assessment of wheat and maize production in an italian farmers' cooperative	Fantin et al.	2017
LCA 4	Evaluation of environmental impacts in the catering sector- The case of pasta	Fusi et al.	2016
LCA 5	Lci preliminary results of in the sicilian durum wheat pasta chain production	Lo Iudice et al	2011
LCA 6	Regionalised life cycle assessment of pasta production in Iran: Damage to terrestrial ecosystems	Heidari et al.	2017
LCA 7	Environmental impacts of energy use in wheat tillage systems: A comparative life cycle assessment (LCA) study in Iran	Houshyar et al.	2017
LCA 8	Environmental life cycle assessment of cereal and bread production in Norway	Korsaeth et al.	2013
LCA 9	Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: a combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis	Masuda	2016
LCA 10	Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat	Meisterling et al.	2013
LCA 11	Life cycle assessment of pasta production in Italy	Bevilacqua et al.	2013
LCA 12	Preliminary analysis on economic and environmental consequences of grain production on different farm sizes in North China Plain	Wang et al.	2017
LCA 13	Greenhouse gas emissions profile for 1 tonne of wheat produced in Central Zone (East) New South Wales: a life cycle assessment approach	Brock et al.	2012

Per ciascuno studio sono state analizzate:

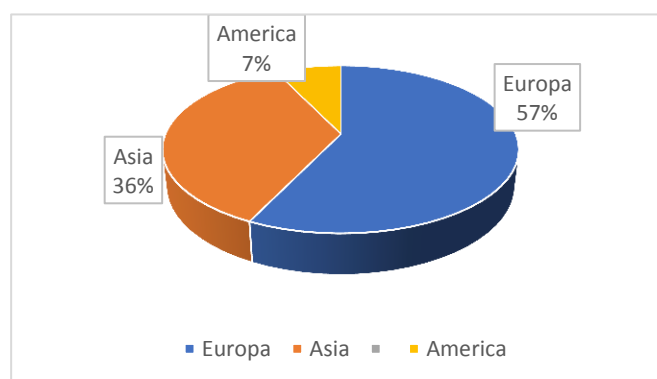
- tipo di grano considerato;
- tipologia di studio (es. case study o review);
- area geografica di riferimento;
- finalità dello studio;
- unità funzionale scelta;
- confini del sistema;
- procedura di allocazione;
- presenza dei risultati dell'inventario;
- categorie di impatto selezionate.

## Risultati e Conclusioni

Questi studi possono essere divisi principalmente in due gruppi: il 50% degli studi si riferiscono al grano inteso come cereale (7 studi) ed il restante 50% di studi al grano inteso come materia prima per la pasta (5 studi) e il pane (2 studi)

In particolare, gli studi che si basano sul grano duro sono LCA 1, LCA 4, LCA5, LCA 6, LCA 11; quelli sul grano tenero sono LCA 14, LCA 8, ed i restanti sono sul grano in generale LCA 2, LCA 3,, LCA 7, LCA 9, LCA 10, , LCA 12, LCA 13,

Tutti gli studi analizzati sono dei casi studio e pertanto sono riferiti a determinati contesti geografici: nella maggior parte dei casi si tratta di casi studio applicati a realtà quali l'Europa; gli altri si riferiscono all'Asia e all'America.



**Figura 1: Estensione geografica degli studi analizzati**

L'obiettivo comune a tutti gli studi è valutare il ciclo di vita del grano inteso come cereale o come prodotto, nello specifico pasta e pane, estendendo l'analisi a tutte le fasi del ciclo di vita (from cradle to gate) o soffermandosi su alcune fasi specifiche, al fine di quantificare l'impatto ambientale associato alla filiera.

Nello specifico:

- LCA 1 si sofferma sulla fase dell'imballaggio e del trasporto e si avvale dell'approccio LCA per valutare due differenti sistemi di distribuzione, al fine di ridurre i rifiuti da imballaggio e contribuire alla strategia europea della prevenzione dei rifiuti;
- LCA 2 analizza un sistema in cui si coltiva non solo grano, ma anche orzo, con coltivazione irrigua nel nord-est dell'Iran;
- LCA 3 focalizza l'analisi sulla fase agricola di coltivazione del grano e del mais, con un approccio "from cradle to gate";
- LCA 4, come l'LCA 1, si sofferma sulla fase di distribuzione al consumatore e sulla fase di cottura della pasta al fine di confrontare due diverse tecnologie di cottura, una a caldo e una a freddo, per identificare quella meno impattante dal punto di vista ambientale;
- LCA 5 non è un'analisi LCA completa, in quanto rappresenta i risultati ottenuti dall'applicazione della Life Cycle Inventory Analysis alla pasta prodotta da una piccola azienda siciliana;

- LCA 6 utilizza l'approccio LCA per valutare l'impatto che ha la produzione della pasta sulla biodiversità terrestre;
- LCA 7 compara 5 sistemi di coltivazione, tramite l'approccio LCA, per valutare l'impatto ambientale e il consumo energetico derivanti dalla coltivazione del grano;
- LCA 8 utilizza l'approccio LCA per valutare l'impatto ambientale della produzione del pane utilizzando input esclusivamente norvegesi ed includendo nei confini de sistema anche processi secondari come, ad esempio, la costruzione dei macchinari;
- LCA 9 utilizza l'approccio LCA combinato con la metodologia "data envelopment analysis" al fine di misurare e migliorare l'eco-efficienza della produzione del grano;
- LCA 10 compara il grano organico con quello convenzionale, utilizzando l'approccio LCA, con l'obiettivo di determinare l'utilizzo di energia primaria e l'emissione di gas serra;
- LCA 11 utilizza la metodologia LCA per valutare l'impatto ambientale della produzione e della distribuzione della pasta nel mercato Italiano, con un approccio "from cradle to gate";
- LCA 12 utilizza l'approccio LCA con l'analisi economica al fine di comparare le performance ambientali ed economiche della produzione di grano e mais nelle piccole, medie, grandi aziende cinesi;
- LCA 13 si sofferma su di una specifica categoria di impatto, vale a dire l'emissione dei gas serra per determinare il profilo ambientale e l'impronta di carbonio del grano in Galles;
- LCA 14 si occupa di 21 differenti tipologie di pane europeo al fine di calcolarne l'utilizzo di energia primaria e l'emissione dei gas serra, con la metodologia LCA e un approccio di tipo "cradle to gate".

Con riferimento all'unità funzionale, può essere espressa in massa (1 kg di sostanza secca) o come area (1 ha di terreno coltivato) ma anche come contenuto energetico (MJ) e proteico (kg).

Nella maggior parte degli studi analizzati, le unità funzionali utilizzate sono 1 kg di pane, pasta e grano ed 1 ha di terreno coltivato, intese come riferimento a cui legare gli elementi in ingresso e in uscita.

Poiché tra gli studi selezionati vi è una disomogeneità delle unità funzionali cui vengono rapportati gli studi, la comparabilità dei risultati è parzialmente limitata in quanto non è agevole fare le comparazioni su sistemi differenti.

Ogni studio di LCA è condotto definendo e motivando i processi unitari da includere nel sistema e quelli da escludere dall'analisi, che sono funzione dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio definiti in precedenza. La maggior parte degli studi analizzati, infatti, copre l'intero ciclo di vita con l'esclusione della produzione di macchinari, edifici e pesticidi che portano inevitabilmente ad una sottostima degli impatti, ad eccezione di alcuni studi.

Nel caso del grano, essendoci co-prodotti quali ad esempio paglia, crusconi e granotto, è necessario ripartire i consumi di materiali e di energia, nonché le emissioni inquinanti nell'ambiente, tra le due merci ottenute contemporaneamente nello stesso processo. Questo processo di "allocazione" può avvenire su base fisica, vale a dire una ripartizione basata sulle quantità delle merci, sulla massa o secondo i loro rapporti stechiometrici, oppure su base economica, cioè in base ai loro prezzi di mercato.

Negli studi oggetto di analisi che effettuano l'allocazione, l'impostazione più utilizzata è quella su base economica. Inoltre, nella maggior parte degli studi sono illustrati i risultati della fase d'inventario, fase molto delicata della metodologia LCA in quanto ci sono grandi lacune sulla disponibilità dei dati che incidono, evidentemente, sui risultati degli studi.

Dall'analisi degli studi LCA selezionati, la cui finalità è quella di identificare gli impatti ambientali del ciclo di vita del grano inteso come cereale o come materia prima per la pasta e il pane, emerge chiaramente un risultato comune: la fase più impattante, da un punto di vista ambientale, è quella legata alla coltivazione del grano, che risulta, come la maggior parte delle fasi agricole, quella che più incide sull'intero ciclo di vita del prodotto.

Le problematiche ambientali lampanti legate alla produzione di questo cereale sono connesse all'uso di fertilizzanti, in particolare quelli azotati, e all'impiego di fitofarmaci. Le categorie d'impatto selezionate quelle che ricorrono più frequentemente sono il riscaldamento globale, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico.

L'analisi di review condotta fa emergere un quadro degli studi LCA del settore disomogeneo nelle assunzioni che impedisce il confronto dei risultati, sui quali incidono una serie di questioni metodologiche proprie del settore dei cereali che, secondo Notarnicola et al. (2015), sono: la scelta dell'unità funzionale (UF), la scelta dei confini del sistema, i criteri di cut-off, l'allocazione, gli aspetti legati al fine vita, la reperibilità e la qualità dei dati.



L'emersione di queste criticità metodologiche permette di evidenziare la necessità di una migliore comprensione delle difficoltà riscontrabili nell'applicazione della metodologia LCA al settore del grano.

Per evitare che il profilo ambientale delineato da questi studi, e dai prossimi che se ne occuperanno, possa risultare poco affidabile, sarebbe interessante poter definire e circoscrivere alcuni dei parametri chiave per l'applicazione di questa metodologia al settore del grano, fino ad oggi frutto di scelte arbitrarie da parte degli addetti ai lavori, al fine di ottenere i migliori risultati possibili, che possano essere utilizzati per migliorare la sostenibilità di questo cereale. Per migliorare la qualità degli studi LCA in questo settore, ogni valutazione dell'impatto ambientale del grano, non può prescindere dal tener in considerazione alcuni parametri peculiari di questo cereale, che meriterebbero di essere approfonditi e largamente specificati in ogni studio, come:

- il suolo di coltivazione, vale a dire le caratteristiche fisico-chimiche del suolo;
- le condizioni meteorologiche cui è sottoposto il suolo e la coltura;
- l'avvicendamento praticato sul terreno, in base al quale è possibile ottenere produzioni di più o meno quantità e qualità;
- la varietà seminata, ognuna delle quali ha un comportamento diverso in base al suolo e alle condizioni meteorologiche;
- la resa produttiva, la quale incide sugli input del processo.

L'inclusione di questi parametri in tutti gli studi LCA sul grano consentirebbe una maggiore comparabilità degli studi, accompagnata da una migliore identificazione dell'impatto ambientale del prodotto considerato, e di conseguenza la puntuale definizione di strategie di sostenibilità specifiche per la realtà produttiva considerata.

## **Bibliografia**

Bevilacqua, M., Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2007). Life cycle assessment of pasta production in Italy. *Journal of Food Quality*.30 (2007) 932-952

Brentrup, F., Küsters, J., Lammel, J., Barraclough, P., Kuhlmann, H., (2004). Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. *European Journal of Agronomy*

Brock, P., Madden, P., Schwenke, G., & Herridge, D. (2012). Greenhouse gas emissions profile for 1 tonne of wheat produced in Central Zone (East) New South Wales: A life cycle assessment approach. *Crop and Pasture Science*. 63 (2012), 319-329

Dolci, G., Nessi, S., Rigamonti, L., & Grosso, M. (2016). Life cycle assessment of waste prevention in the delivery of pasta, breakfast cereals, and rice. *Integrated Environmental Assessment and Management*.12.3 (2016) , 445-458t.

Eurostat 2016, Wheat harvested production (1000 t) – Italy; wheat area cultivation (1000 ha) – Italy

Fallahpour, F., Aminghafouri, A., Ghalegolab Behbahani, A., & Bannayan, M. (2012). The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Environment, Development and Sustainability*. 14 (2012), 979-992

Fantin, V., Righi, S., Rondini, I., & Masoni, P. (2017). Environmental assessment of wheat and maize production in an Italian farmers' cooperative. *Journal of Cleaner Production*. 140 (2017), 631-643

Fusi, A., Guidetti, R., & Azapagic, A. (2016). Evaluation of environmental impacts in the catering sector: The case of pasta. *Journal of Cleaner Production*. 132 (2016), 146-160

Halberg, N., van der Werf, H.M.G., Basset-Mens, C., de Dalgaard, R., Boer, I.J.M., (2005) Environmental assessment tolls for the evaluations and improvement of European livestock production systems. *Livest. Prod. Sci*.

Heidari, M., Huijbregts, M., Mobli, H., Omid, M., Rafiee, S., & van Zelm, R. (2017). Regionalised life cycle assessment of pasta production in Iran: Damage to terrestrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 159 (2017), 141-146

Houshyar, E., & Grundmann, P. (2017). Environmental impacts of energy use in wheat tillage systems: A comparative life cycle assessment (LCA) study in Iran. *Energy*. 122 (2017), 11-24

IPTS-ESTO 2006, 'Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU- 25', European Commission Directorate-General Joint Research Centre, Technical Report EUR 22284 EN.

ISO 2006 ISO 14044. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. International Organization of Standardization. Geneva, Switzerland.

ISO, 2006. ISO 14040. Environment management – Life Cycle Assessment – Principles and framework. International Organization of Standardization. Geneva, Switzerland.

Korsaeth, A., Jacobsen, A., Roer, A.-G., Henriksen, T., Sonesson, U., Bonesmo, H., Skjelvåg, A. (2013). Environmental life cycle assessment of cereal and bread production in Norway, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, DOI: 10.1080/09064702.2013.783619

Lo Giudice, A., Clasadoni, M. T., Matarazzo, A., (2011). LCI preliminary results in the Sicilian durum wheat pasta chain production. *Journal of Commodity Science, Technology and Quality* 50 (2011), 65-79

Masuda, K. (2016). Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: A combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production* 126 (2016), 373-381

Meisterling, K., Samaras, C., & Schweizer, V. (2009). Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production* 17 (2009), 222-230

Notarnicola B., Tassielli G., Renzulli P.A. (2012), Modeling the Agri-Food Industry with Life Cycle Assessment. In: Curran M.A. *Life Cycle Assessment Handbook*. pp.159-184, New York: Wiley.

Notarnicola, B., Salomone, R., Petti, L., Pietro Renzulli, A., Roma R., Cerutti, A. K., (2015). Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector. Case studies. Methodological issues and best practices, Springer, 210-278, DOI 10.1007/978-3-319-11940-3\_1

Notarnicola, B., Salomone, R., Petti, L., Pietro Renzulli, A., Roma R., Cerutti, A. K., (2016). Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector. Case studies. Methodological issues and best practices, *Int. J. Life Cycle Assessment* 21 (2016), 785-787

Notarnicola, B., Tangari C., Tassielli G., Giungato P., Nardone E., (2008). Analisi comparativa di studi di LCA della pasta, in "Atti Ecomondo 2008, Europa del recupero: le ricerche, le tecnologie, gli strumenti e i casi studio per una cultura della responsabilità ambientale. Rimini, 5-7 Novembre 2008

Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P., & Monforti, F. (2017). Energy flows and greenhouses gases of EU (European Union) national breads using an LCA (Life Cycle Assessment) approach. *Journal of Cleaner Production* 140 (2017), 455-469

Renzulli P.A., Bacenetti J., Benedetto G., Fusi A., Ioppolo G., Niero M., Proto M., Salomone R., Sica D. and Supino A. (2015). "Life Cycle Assessment in the Cereal and Derived Products Sector". In: Notarnicola B. Salomone R., Petti L., Renzulli P.A., R. Roma, A.K. Cerutti, eds., *Life Cycle Assessment in the agri-food Sector*. Springer International Publishing Switzerland.

Tassielli, G., Notarnicola B., Renzulli P. A., 2016, European wheat environmental profile, in "Atti del XXVII Congresso nazionale di scienze merceologiche"

Wang, X., Chen, Y., Sui, P., Yan, P., Yang, X., & Gao, W. (2017). Preliminary analysis on economic and environmental consequences of grain production on different farm sizes in North China Plain. *Agricultural System* 153 (2017) 181-189

# HYDROGEN PRODUCTION PLANT SUSTAINABILITY

Teodoro Gallucci\*, Vera Amicarelli\*, Giovanni Lagioia\*, Paolo Piccinno\*\*, Amedeo Lacalamita\*\*,

\* Dipartimento di Economia, Management e Diritto dell'Impresa

Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Largo Abbazia Santa Scolastica, 53 – 70124

Bari University of Bari Aldo Moro \*\* P&R Project S.r.l.

e-mail: [teodoro.gallucci@uniba.it](mailto:teodoro.gallucci@uniba.it), [vera.amicarelli@uniba.it](mailto:vera.amicarelli@uniba.it); [giovanni.lagioia@uniba.it](mailto:giovanni.lagioia@uniba.it)

[p.piccinno@pierreproject.it](mailto:p.piccinno@pierreproject.it), [a.lacalamita@pierreproject.it](mailto:a.lacalamita@pierreproject.it)

## Abstract

Renewable energy plants, such as wind and photovoltaic ones, improve greenhouse gases emissions raising, in the same time, the problem of energy production interruptions because they are not programmable. Especially in renewable plants, production and consume are not aligned in time resulting in overproduction peaks. One possible solution to bypass this problem is hydrogen produced by renewable sources electrolytic cell. The obtained hydrogen is stored in solid form and can be used as zero-emission fuel both in mobility sector and in other industrial sectors (fertilizers, etc.).

The aim of this paper is to highlight the environmental performances generated by hydrogen storage facility located in Troia - Apulia region, through the life cycle assessment (LCA) realized in the framework of a European project titled INGRID (High Capacity Hydrogen Based on green energy storage solutions for network balancing) co-financed by the European Union.

Keywords: hydrogen production, innovation, environmental sustainability

## 1. Introduction

The growing interest in the use of hydrogen comes from the fact that it can be used both as energy vector and as a fuel, with enormous environmental advantages in terms of pollution. If hydrogen burned with air, it produces water vapour and traces of nitrogen oxides, that is easy to minimize with different technologies; if hydrogen is used with electrochemical systems it produces only water vapour.

In 2010 the worldwide demand of hydrogen was roughly 43 million tons and is foreseen to reach 50 million tons by 2025. *“Asia and Pacific are the world’s leading consumers of hydrogen representing 1/3 of the global consumption; followed by North America and last but not least Western Europe with a 16% of share (7 million tons of H<sub>2</sub>)”* (Fraile, et al., 2015).

Despite the cost of hydrogen being still higher than most fossil fuels, ranging between 10 €/kg - 60 €/kg (Fraile, et al., 2015), its properties allow its use in different application as fuel cells (FCs) in aerospace applications, and in green energy production.

Nowadays, the worldwide production of hydrogen is accomplished by steam reforming of natural gas, by processing crude oil products and coal, as a by-product of the chlor-alkali process or alternative technologies (process or Kvaerner Termocracking).

All these processes have the inconvenient to produce greenhouse gases (GHG), as CO<sub>2</sub>, gas powder and traces of H<sub>2</sub>S, even if different techniques in order to improve the purity of hydrogen and to filter and minimize the environmental impacts, have been developed (Cipriani et al, 2014). For this reason several innovative techniques to produce hydrogen from renewable sources (RE) eg. wind, solar, have been studied. According to existing literature, the most important technologies cited for production hydrogen by RE are the following: thermochemical processes from biomass; thermochemical decomposition of water; photo electro-chemical conversion and water electrolysis (Grigoriev S, et al., 2006; Barbir F. 2005, Marshall A, et al., 2007).

Among those, the water electrolysis technology is very promising because recent application studies have improved the hydrogen production efficiency (Ozbilen, et al., 2012; Mazloomi et al, 2012; Tymoczko, et al.

2016). For this reason water electrolysis process can represent the future sustainable hydrogen production system, if electricity used is from renewable sources e.g., wind, solar, hydro (PE International, 2010).

A water electrolysis system plays an important role because if renewable energy is available, extra energy may be stored that can be used in FCs to generate electricity or used as a fuel gas for heating applications (Varkaraki, et al 2007, Diogo M. et al 2013). To this a European project, named INGRID (High-capacity hydrogen-based green-energy storage solutions for grid balancing), was funded within the 7th Framework Program (call for ENERGY.2001.7.3-2) “*Storage and balancing variable electricity supply and demand*” (<http://www.ingridproject.eu/>).

The starting point of the project was related to the issue of hydrogen energy storage. The energy storage is crucial to balance and integrate large amounts of intermittent renewable energy and improve the efficiency and reliability of the electrical grid. The variable demand of electricity continues to be an obstacle to the spreading of the renewable energy technologies and, for this reason, hydrogen storage can represent a practical way to increase the energy supply emission-free.

One of the main outputs of INGRID project was to build up a demonstrator hydrogen energy storage plant, with a capacity of more than 1 ton of safely stored hydrogen (the largest ever built) consisting of: water electrolyser, solid hydrogen accumulation system, fuel cells and ICT systems for real-time monitoring and control. Exploiting solar and wind energy, the hydrogen produced by the electrolyser in gaseous form is absorbed by magnesium disks, which form stable compounds with hydrogen, called magnesium hydrides, allowing hydrogen to be stored in solid form. The chosen location for building the demonstrator plant was Municipality of Troia in Apulia Region, where over 3.500 MW of solar, wind, and biomass plant are already installed. In the last years, the concentration of renewable energy sources in the municipality of Troia created some problems to the network grid due to both the energy production peaks and to the current insufficient transport capacity of the electrical grids. The aim of this paper is to highlight the environmental performances generated by INGRID demonstrator, through the Life Cycle Assessment (LCA) approach applied to three different usage scenarios.

## 2. Material and methods

With LCA was possible to assess the global INGRID environmental impacts throughout its life cycle assuming three different usage scenarios: a) production of hydrogen with electrolyser, storage in High Density Storage system (HDS) and hydrogen retransformation into electricity through fuel cells; b) production of hydrogen with electrolyser and its direct injection into the grid to supply vehicles with hydrogen fuel; c) production of hydrogen with electrolyser, storage in HDS, cooling of H<sub>2</sub> blocks and their transport to the companies that use hydrogen for their processes.

The system boundaries are from the “cradle to grave”, to make comparable the over mentioned three scenarios the functional unit (FU) is 1 kWh needed by INGRID plant and the system's life time is 20 years. The study was conducted in accordance with ISO 14040 and ISO 14044 considering the provisions of the PCR 171 and 173 “*Electricity, steam and hot / cold water generation and distribution*”.

The study was elaborated using GABI v. 6.6 and Ecoinvent data band v. 3.3 and conducted using primary data for all plant components except for the electrolyser analysed with secondary data included in Ecoinvent v.3.3 appropriately scaled.

The data were collected as results both of site visits and partners interviews using structured “data collection survey” organized in three groups: materials, equipment and wastes.

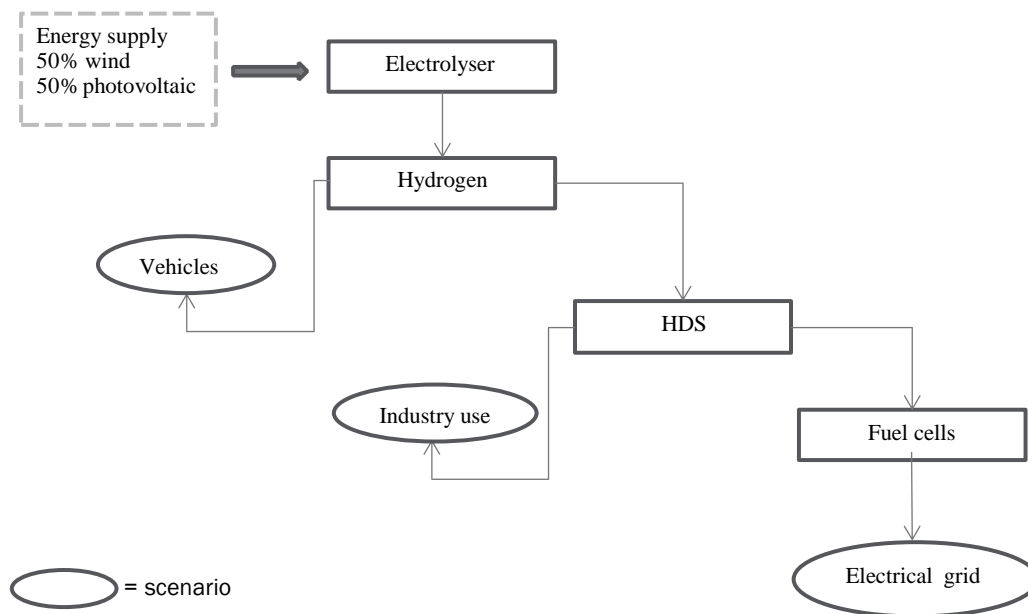
The results are expressed with the following parameters: Global Warming Potential (GWP) - greenhouse gas emissions expressed in CO<sub>2</sub> equivalent; acidification potential - gas emissions expressed as sulphur dioxide equivalent (SO<sub>2</sub> is 0,1 part of total chemicals.) and Eutrophication Potential (EP) - emission of substances that contribute to ozone depletion expressed in phosphate equivalent.

### 2.1 Plant description

Before illustrating the LCA results a brief description of the plant is reported. INGRID demonstrator is composed by (see figure 1):

- a water electrolyser, powered by RE produced in Apulia region (with the energy mix equal to 50% photovoltaic and 50% wind) consisting of 4 sub-modular units (300 kW each one) and connected in parallel separating pure O<sub>2</sub> gas and H<sub>2</sub>;
- HDS which consists of 4 filling stations (150 kW each) absorbing and storing all the H<sub>2</sub> obtained in solid form for subsequent use;
- 4 FCs sub-units (30 kW each), connected directly with the HDS storage unit able to convert H<sub>2</sub> into electricity.

Figure 1: Ingrid demonstrator plant flow diagram



Source: personal elaboration of the authors

According to the LCA, INGRID plant is split in upstream, core and down stream phases.

The upstream phase concerns:

- creation of all components from the extraction of raw materials to the assembly in the production site of each supplier;
- plant site built up in Troia municipality;
- transport phase and installation of components at site of Troia;

The core phase refers to the usage phase of the three different scenarios.

- Scenario 1: production of hydrogen with electrolyser, storage in HDS and hydrogen retransformation into electricity through fuel cells. The production cycle is 4 days (omitted the characteristics of distribution grid);
- Scenario 2: production of hydrogen with electrolyser and its direct injection into the grid to supply vehicles with hydrogen fuel (omitted the impact of construction of hydrogen system to the vehicles). The production cycle is 1 day.
- Scenario 3: production of hydrogen with electrolyser, storage in HDS, cooling of H<sub>2</sub> blocks and their transport to the companies that use hydrogen for their processes; distribution to companies located at an average distance of 250 km from the production site was hypothesized (no omission). The production cycle is 2 days.

The downstream concerns the end of life phase

- The end of life of the INGRID site by differentiating materials for each component. It was defined the recovering or the landfilling according to composition. For those activities Ecoinvent datasets was used.

## Results

The main results related to the environmental impacts of the hydrogen demonstrator plant are recorded in the figures 1.

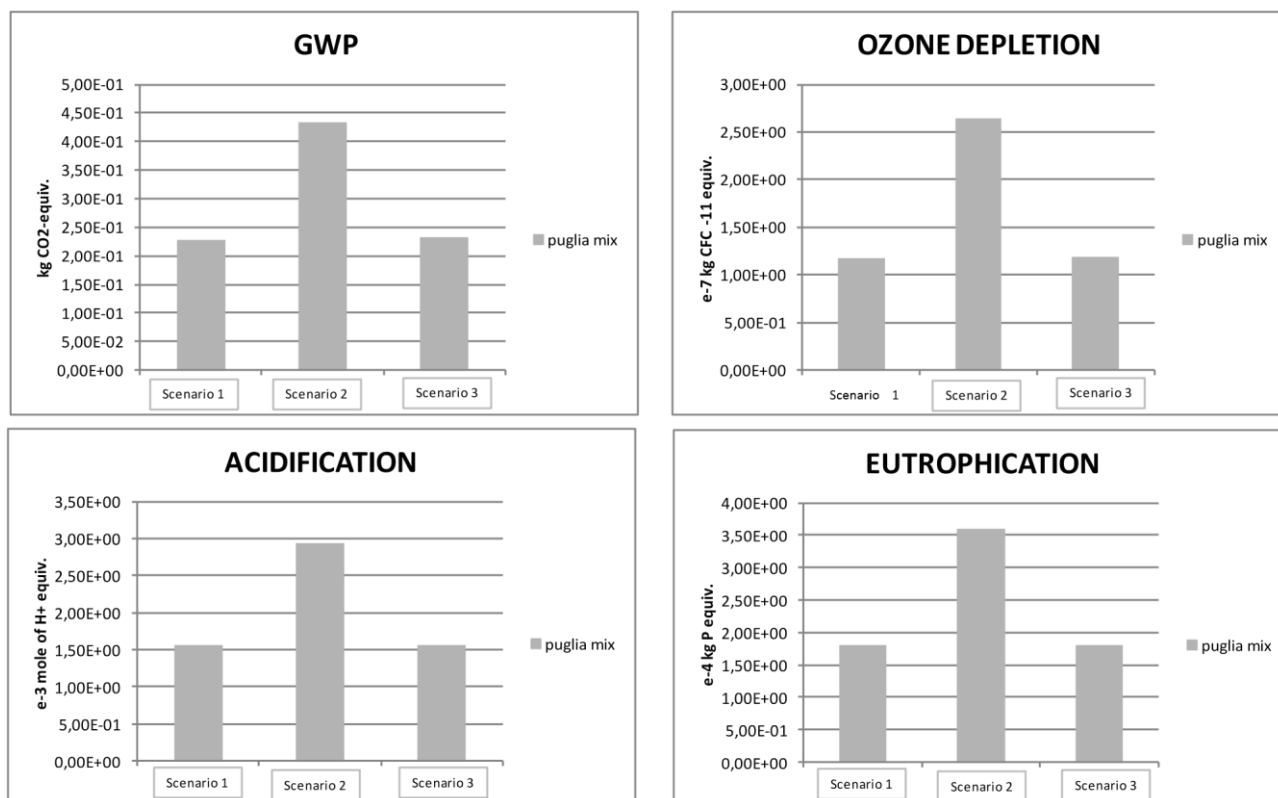


Figure 2. INGRID environmental impacts

Considering the three scenarios analysed, there is not relevant differences between number 1 (industry use) and number 3 (electrical grid). This is due to the HDS sharing which allows storing hydrogen for future possible uses (figure 1). This means a better management, in terms of quantity and timing, of hydrogen production directly related to different market demand.

Scenario number 2, indicating the production of hydrogen to supply vehicles, has the greatest environmental impact. The results show that, all the environmental impact categories are higher than the others. The main reason is due to the fact that hydrogen produced to supply vehicles is not storable. This implies its continuous production direct linked to energy input. An adequate development of hydrogen based transport system (HBTs) can mitigate these issues even if HBTs is still characterised by a demand outlook difficult to assess and to plan.

The longer term is less evident to assess, as many assumptions need to be made.

Common, to all scenarios analysed, is the end of life phase due to the high percentage of materials recycling.

## Conclusions

The LCA study results of INGRID demonstrator have highlighted the environmental impact related to the Troia demonstrator plant. The positive aspects associated with potential global environmental aspects are related to the functionality in terms of system accumulation and transformation and to the use renewable energy (photovoltaic and wind).

The results of this study, which needs further researches, could build up data helping public decision makers in deciding the right policies to support “hydrogen market”.

## Reference

Barbir F. (2005), PEM electrolysis for production of hydrogen from renewable energy sources. *Sol Energy*, vol.78, 5.

Cipriani G., Di Dio V., Genduso F., La Cascia D., Liga R., Miceli R., Galluzzo G.S., (2014), Perspective on hydrogen energy carrier and its automotive applications, *International journal of Hydrogen energy*, 39, pp. 8482-8494.

Diogo M. F. S., César A. C. SequeiraI., Figueiredo, J.L., (2013), Hydrogen production by alkaline water electrolysis, *Quím. Nova*, vol.36, 8.

Fraile D., Lanoix J., Maio P., Rangel A., Torres S A., Overview of the market segmentation for hydrogen across potential customer groups, based on key application areas, Report issued in 2015 in the EU project CertifHY available at <http://www.certifhy.eu/>.

Grigoriev S, Porembsky V, Fateev V. ( 2006), Pure hydrogen production by PEM electrolysis for hydrogen energy. *Int J Hydrogen Energy*, vol. 31, 2.

INGRID -High-capacity hydrogen-based green-energy storage solutions for grid balancing (2017) available at (<http://www.ingridproject.eu/>).

Mazloomi K., Sulaiman N., Moayed N., (2012) Electrical Efficiency of Electrolytic Hydrogen Production, *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol.7, 4.

Marshall A, Borresen B, Hagen G, Tsyppkin M, Tunold R., (2007), Hydrogen production by advanced proton exchange membrane (PEM) water electrolyzers. Reduced energy consumption by improved electrocatalysis. *Energy*, vol. 32, 4.

Ozbilen, A., Dincer, I. Rosen, M. A. (2012) Life cycle assessment of hydrogen production via thermochemical water splitting using multi step Cu Cl cycles. *Journal of Cleaner Production*, vol. 33, 1.

PE International (2010) Hydrogen production from renewable energy by electrolysis. Centre for Research into Energy for Sustainable Transport (CREST), Perth, Australia.

Tymoczko, J., Calle-Vallejo F., Schuhmann, W., Bandarenka A. S, (2016): Making the hydrogen evolution reaction in polymer electrolyte membrane electrolyzers even faster, *Nature Communications*.

Varkaraki, E.; Lymberopoulos, N.; Zachariou, A., (2003), *Journal Power Sources*, vol. 118, 14.

## **Produzione idroponica di pomodoro: innovazione ed efficienza per uno sviluppo sostenibile. Caso studio di un'azienda agricola.**

D'Ascenzo F., Musarra M., Vieri S., Vinci G.\*

[\\*giuliana.vinci@uniroma1.it](mailto:giuliana.vinci@uniroma1.it)

Dipartimento di Management, Sapienza Università di Roma, Via del Castro Laurenziano 9, 00161 Roma, Italia

La produzione di pomodoro in Italia nel 2016 ha registrato un valore economico pari a 1,6 miliardi di euro, confermando il settore come uno dei punti di forza dell'agroalimentare italiano. La superficie totale coltivata a livello nazionale raggiunge circa 68.640 ettari, concentrati maggiormente nel Nord nel Paese, ove le produzioni sono destinate per lo più alla trasformazione e all'export.

Parallelamente, tale filiera registra un elevato impatto ambientale, a causa dell'utilizzo di risorse naturali, pesticidi e fertilizzanti impiegati durante la fase di coltivazione. L'impronta ecologica di un sistema di coltivazione di pomodoro convenzionale, biologico e in serra registra un impatto rispettivamente pari a 19.4062 metri quadri per un chilogrammo di prodotto per anno ( $m^2/kg/a$ ), 13.4639  $m^2/kg/a$  e 31.6018  $m^2/kg/a$ . Per perseguire un modello di sviluppo sostenibile secondo un approccio integrato nelle quattro differenti dimensioni (economica, ambientale, sociale ed istituzionale) è necessario che venga al contempo ridotta la quantità di risorse naturali impiegate ed ottimizzata la produzione, per assicurare qualità di prodotto e di processo nelle fasi di coltivazione, trasformazione e commercializzazione del bene.

Ciò che permette la riduzione degli output negativi ambientali correlati al settore agro-alimentare è l'innovazione tecnologica sostenibile. In tale categoria, si posiziona la tecnica di coltivazione idroponica (anche conosciuta come idrocoltura o coltivazione fuori suolo), un metodo che utilizza un substrato inerte come lana di roccia, argilla, perlite, vermiculite in alternativa al suolo. La coltivazione idroponica può essere suddivisa in due categorie, sistemi chiusi nei quali la soluzione nutritiva fornisce alle piante in modo continuo i nutrienti di cui ha bisogno; sistemi aperti nei quali la soluzione nutritiva non viene riutilizzata. I sistemi chiusi sono maggiormente efficienti per il contenimento degli sprechi di acqua e risultano dunque più sostenibili, anche se la soluzione nutritiva deve essere sottoposta a maggiori controlli in termini di volume, pH, sostanze nutritive contenute e depurazione. Ogni soluzione infatti deve essere creata specificatamente per il tipo di coltura che si intende produrre, anche se aspetti generali quali qualità dell'acqua da impiegare, contenuto standard di elementi di base come calcio e magnesio, contenuto standard di micronutrienti come ferro e sodio. L'agricoltura idroponica rappresenta perciò un importante elemento per la produzione agricola, non solo per disponibilità, ma anche per la qualità controllata. Il presente lavoro ha l'obiettivo di analizzare attraverso la metodologia del *Life Cycle Assessment (LCA)* un caso italiano di coltivazione idroponica di pomodoro per studiarne variabili quantitative quali produttività, redditività e impatto ambientale. L'*LCA* ci permette di valutare gli eventuali vantaggi e svantaggi economici ed ambientali in funzione all'utilizzo di risorse naturali e calcolare l'effettiva resa delle coltivazioni idroponiche rispetto alle tecniche di coltivazione convenzionale.

### **Introduzione**

Il settore agricolo è strettamente collegato con l'accesso e lo sfruttamento delle risorse naturali quali acqua e suolo, che ne determinano la resa produttiva finale e il corrispettivo ammontare di emissioni rilasciate dell'atmosfera. Come sottolineato anche dalla Commissione Europea (CE) nel documento relativo al suolo pubblicato nel 2016 ([www.ec.europa.eu/environment/soil/index\\_en.html](http://www.ec.europa.eu/environment/soil/index_en.html)), il processo di formazione del suolo è estremamente lento, così da far rientrare questa commodity nella categoria di risorse non rinnovabili (Van Ginkel et al., 2017). Il suolo è composto da tutte le fasi di aggregazione della materia (solida, liquida e gassosa) e contiene in proporzione variabile un quantitativo di materiale organico ed inorganico, che consente di differenziare il suolo di tipo prettamente minerale da quello a maggior contenuto di materiale organico (Fanigliulo et al., 2007). Il problema più preoccupante relativo all'utilizzo del suolo è il danneggiamento delle caratteristiche naturali dello stesso, causate prevalentemente da processi che possono essere di tipo naturale o indotti, a seconda del livello di sfruttamento del suolo da parte dell'uomo o della tipologia di processi chimico-fisici di origine naturale che possono compromettere l'equilibrio naturale di questa commodity. I processi che determinano la degradazione del suolo sono i seguenti:



1. Biodegradazione, processo naturale che però può essere accelerato dall'uso intensivo del suolo, causando un deterioramento del materiale organico generalmente contenuto e creando così una mineralizzazione accelerata.
2. Degradazione fisica, processo che determina la diminuzione della fertilità del suolo ed è generalmente causata da alcune pratiche agricole (lavorazione dei terreni ad una profondità costante nel tempo, eccesso di aratura).
3. Erosione, fenomeno che si presenta generalmente nei terreni esposti ad agenti atmosferici e nelle aree geografiche esposte a climi aridi e determina conseguenze relative alla perdita di suolo connesso con una maggiore mineralizzazione dello stesso.
4. Eccesso di Sali, condizione che compromette la maturazione delle sementi e la crescita delle colture, con diminuzione di capacità produttiva del suolo.
5. Degradazione chimica, la quale definisce due effetti differenti sul suolo: una carenza delle basi azotate, che determina l'acidificazione del suolo e la diminuzione della fertilità; la contaminazione, come alterazione di equilibri biochimici derivato dall'utilizzo di fertilizzanti o da processi industriali inquinanti.

Il secondo problema connesso al settore agricolo è relativo al quantitativo della risorsa acqua utilizzato per la produzione di prodotti alimentari (Stajnko, 2016). Circa il 70% dell'acqua dolce disponibile sul pianeta è utilizzata a scopi agricoli, raggiungendo il 90% per le aree economiche sottosviluppate, i cosiddetti Paesi in via di sviluppo (PVS) (The Global Risks Report, 2016). La FAO nel 2012 ha stabilito tre metodi per gestire in modo efficiente la crescente domanda di acqua utilizzata dal settore agricolo: la riduzione delle perdite di acqua, con particolare attenzione alla fase di irrigazione; l'aumento della produzione per unità di terra con metodi agronomici che al contempo riducano la domanda complessiva della risorsa acqua; una riallocazione della risorsa attraverso usi diversi e di maggior valore, grazie a miglioramenti tecnologici e metodologie agricole innovative che tengano in considerazione l'aspetto della sostenibilità ambientale. A questa ultima categoria infatti appartengono i metodi di "coltivazione idroponica" e le "coltivazioni senza suolo" (FAO, 2012). La gestione delle risorse idriche a livello globale risulta essere problematica a causa delle pressioni economiche relative alla crescita dei singoli Paesi, in quanto la risorsa acqua viene utilizzata sia per i bisogni primari dei cittadini che per la produzione energetica, industriale ed agricola (Sanyé-Mengual et al., 2015). Con il fenomeno del cambiamento climatico inoltre, questa risorsa naturale risulta ulteriormente compromessa, con prospettive future di produttività agricola a rischio per molti Paesi del mondo, con conseguenze significative sui futuri prezzi degli alimenti. Pertanto, nuove strategie e tecnologie di ultima generazione sono state proposte come soluzione al fine di aumentare la resilienza dei mezzi di sussistenza e dei sistemi di supporto alle catene del valore agricolo. Tali strategie possono essere attuate dalle singole aziende agricole per apportare metodi innovativi al settore agricolo e integrare le metodologie agricole tradizionali con nuovi impianti di coltivazione maggiormente adattabili a condizioni climatiche estreme e dotati al contempo di una maggiore efficienza produttiva e di sistemi di gestione e monitoraggio delle risorse naturali più sostenibile (Freitag, A.R., et al., 2015). Così la coltivazione idroponica si presta al raggiungimento dei risultati di efficienza e innovazione, poiché tale tecnica utilizza soluzioni nutritive per permettere la crescita delle piante con o senza l'utilizzo di mezzi inerti o altri substrati di tipo organico e/o inorganico.

La tecnica di coltivazione idroponica oltre che essere categorizzata secondo tipologia del sistema di irrigazione (chiuso o aperto), può essere suddivisa anche in:

1. Coltivazione idroponica pura (Liquid Hydroponic System), nel quale la pianta sviluppa le sue radici in un mezzo liquido, senza l'utilizzo di alcun tipo di substrato solido. La pianta viene supportata da lastre di cartone, plastica, legno o rete metallica, mentre le radici si trovano immerse nella soluzione acquosa.
2. Coltivazione idroponica aggregata (Aggregate Hydroponic System), dove la pianta è a contatto con substrati solidi più o meno porosi, quali lana di roccia, perlite, vermiculite, torba, fibra di cocco.

Per ciò che riguarda i substrati, il loro utilizzo si è affermato nel tempo, come conseguenza dell'effettiva fragilità del suolo e come considerazione del suo limite fisico e qualitativo relativo alle coltivazioni intensive che provocano l'esaurimento di tale risorsa naturale (Krüner, G., and Rosenthal, H., 1983). I substrati presentano caratteristiche specifiche relative alle proprietà fisiche, chimiche e biologiche possedute ed inoltre si possono categorizzare secondo l'origine (naturali o sintetici), secondo la granulometria (particelle < 3 mm o particelle > di 3 mm), secondo l'attività chimica (inerti o chimicamente attivi) (Tabella 1).

**Tabella 1 – Caratteristiche dei substrati.**

Tipologia di substrato	Origine	Proprietà fisiche	Proprietà chimiche
<b>Lana di roccia</b>	Inorganico	d=0.08 g/cm <sup>3</sup> , p=96%, a.d.=30%, a.r.=0.9%, c.a.=35-45%	inerte, CSC nulla, pH= 7-8.5
<b>Perlite</b>	Inorganico	d=0.143 g/cm <sup>3</sup> , p=85.9%, a.d.=24.6%, a.r.=7%, c.a.=29.1%	inerte, CSC=1.5-2.5 meq/100g, pH= 7-8.5
<b>Vermiculite</b>	Inorganico	d=0.192 g/cm <sup>3</sup> , p=95%, a.d.< 10%, c.a.>50%	inerte, CSC=90-150 meq/100g, pH= 7-8.5
<b>Torba</b>	Organico	d=0.07 g/cm <sup>3</sup> , p=96%, a.d.= 25%, a.r.=6%, c.a.= 41%	inerte, CSC=99 meq/100g, pH= 3.9
<b>Fibra di cocco</b>	Organico	d=0.059 g/cm <sup>3</sup> , p=93%, a.d.= 19.9%, a.r.=3.5%, c.a.= 44.9%	organico, CSC=61 meq/100g, pH= 5-6.25
<b>Corteccia</b>	Organico	d=0.190 g/cm <sup>3</sup> , p=80.6%, a.d.= 12.7%, a.r.=2.6%, c.a.= 28.4%	organico, CSC=55 meq/100g, pH= 4-7
<b>Sabbia</b>	Inorganico	d=1.57 g/cm <sup>3</sup> , p=41.8%, a.d.= 18.9%, c.a.= 21.1%	inerte, CSC=5 meq/100g, pH= 4-8
<b>Pozzolana</b>	Inorganico	d=0.75 g/cm <sup>3</sup> , p=55%, a.d.= 4.5%, a.r.< 2%, c.a.= 35%	inerte, CSC=5 meq/100g, pH= 8

(d = densità apparente, p = porosità totale, a.d. = acqua totale disponibile, a.r. = acqua di riserva, c.a.= capacità di aerazione, CSC= capacità di scambio cationico)

La coltivazione idroponica maggiormente diffusa in Europa e nel nostro Paese per la facilità di coltivazione e per caratteristiche fisico-chimiche specifiche è il pomodoro (Lewis, W.M., et al., 1978). Generalmente, il pomodoro italiano è tra le colture orticole praticate prevalentemente sotto serra e la produzione si concentra principalmente in Sicilia (34%), nel Lazio (14%), in Campania (12%) e in Puglia (11%). Parallelamente, alle coltivazioni italiane sotto serra si affiancano quelle cosiddette fuori suolo o idroponiche, in gran parte (98%) praticate su substrati, come lana di roccia o fibre di cocco. Attualmente, in Italia, è stimata la presenza di circa 1.800 ettari di colture idroponiche, pari, a loro volta, a circa il 5% delle aree sotto serra ([www.waterandfoodsecurity.org/scheda.php?id=121](http://www.waterandfoodsecurity.org/scheda.php?id=121)). Anche in questo caso, il pomodoro risulta essere tra le principali coltivazioni e le regioni ove tale forma di coltivazione è più diffuse sono la Sicilia e la Sardegna. Già oggi una quota significativa e crescente dei pomodori è ottenuta da coltivazioni fuori suolo, soprattutto per la quota di prodotti importati che costituisce circa il 10% sul totale dei consumi interni e che proviene per circa il 40% dall'Olanda, dove il 90% delle coltivazioni di orticoli in serra è idroponica (Van Os, 2001).

Al fine di valorizzare questo nuovo tipo di coltivazione è importante la valutazione della qualità dei “nuovi prodotti”, determinando alcuni composti bioattivi (ad esempio: ammine biogene, composti antiossidanti, ecc.). Per valutare la qualità, la determinazione di marker molecolari, tipici del prodotto, permette di accertare l'origine del campione (Food Quality) o il buon stato di conservazione (Food Safety). I composti antiossidanti, sono metaboliti di molte piante e si trovano in modo ubiquitario nel mondo vegetale e rappresentano uno dei più importanti gruppi di composti naturali. Abbondanti nella nostra dieta, inclusi frutta, verdure, olio d'oliva, vino e tè; hanno effetti anti-microbici e anti-cancerogeni e soprattutto un'alta attività antiossidante. Inoltre, si sono recentemente dimostrati i loro possibili effetti contro le malattie cardiovascolari e le patologie neurodegenerative. I pomodori hanno una capacità antiossidante significativa data dai composti fenolici e dalla grande quantità di vitamina C. L'acido L-ascorbico (noto anche come vitamina C) è una vitamina idrosolubile, essenziale per la vita umana. La vitamina C ha molteplici funzioni nell'organismo, è importante per la difesa immunitaria, per la sintesi del collagene ma soprattutto per il suo potere antiossidante. La presenza di ammine biogene in diversi alimenti, invece può essere correlata al deterioramento del prodotto stesso, e sono quindi da considerarsi dei marcatori di qualità alimentare. Inoltre, le ammine biogene possono indurre diverse reazioni fisiologiche negative e quindi la conoscenza dei loro livelli negli alimenti è di grande importanza per la salute dei consumatori e per la formulazione di diete. La presenza di alcune ammine biogene come istamina e tiramina è stata importante per il rischio potenziale che questi composti rappresentano per la salute umana. La serotonina, largamente presenti in alcune varietà, in particolare nei *ciliegi*, svolge invece un ruolo importante nel sistema nervoso centrale regolando l'umore, il sonno, la temperatura corporea, la sessualità e l'appetito. La serotonina è anche coinvolta in molti disturbi

neuropsichiatrici, come l'emicrania e il disturbo bipolare, quindi la sua presenza negli alimenti risulta di particolare interesse.

## **Materiali e metodi**

Al fine di comprendere le opportunità della coltivazione di pomodoro idroponico, è stato analizzato il caso studio di un'azienda agricola italiana operante in Puglia dal 2000 con tecnica di coltivazione agricola idroponica in serra a ciclo chiuso su un substrato di lana di roccia. L'azienda oggetto del nostro studio possiede numerose certificazioni di qualità, come il riconoscimento *UNI EN ISO 9001:2008* ottenuto nel 2009 per il sistema di gestione della qualità di prodotti, processi e soddisfazione del cliente; nel 2010 grazie al continuo investimento nell'innovazione del sistema agricolo del fuori suolo, l'azienda ha ottenuto il certificato di conformità rilasciato da ente esterno il *National Sanitation Foundation (NSF)* che controlla periodicamente tutti i processi di coltivazione per l'adesione al *Global GAP (Good Agriculture Practices)*, il protocollo che definisce le buone pratiche agricole, garantendo protezione per consumatori e lavoratori, tracciabilità e rispetto dell'ambiente. Negli anni si sono affermate anche delle partnership con aziende estere, così che oltre ai pluriennali rapporti con le aziende olandesi da cui è stato preso la maggior parte del know-how: si è stretto ad esempio un gemellaggio con uno dei colossi americani della coltivazione fuori suolo, la *Village Farms International Inc.* L'azienda agricola dedica una superficie adibita alla coltivazione in serra pari a circa 4 ettari, con un livello molto elevato di tecnologia al fine di poter regolare automaticamente e monitorare in modo costante i parametri necessari alla crescita delle piante quali umidità, temperatura, dosaggio di elementi nutritivi e concimazione carbonica, così come le condizioni di irrigazione, stazione meteo ed irradiazione solare per poter mantenere la temperatura interna alla serra inferiore di 2-3 °C rispetto a quella esterna. Vengono coltivate sette differenti varietà di pomodoro: *camone, tondo, ciliegino, datterino, datterino, solarino, ramato e ciliegino giallo*. Le varietà di pomodoro derivano da semi ibridi non OGM trattati attraverso una procedura specifica in vivai specializzati principalmente nel Nord Italia (tempo di crescita dal seme al fiore pari a circa 80 giorni). Sebbene le piante utilizzate nell'agricoltura idroponica possono mostrare caratteristiche di sensibilità e fragilità maggiori se paragonate a coltivazioni di agricoltura in serra o convenzionale, gli innesti praticati da personale specializzato nei vivai possono diminuire questa differenza. La presenza di agronomi specializzati nel fuori suolo permette di seguire con attenzione la crescita delle coltivazioni, più rapida rispetto alla coltivazione convenzionale. La raccolta dei prodotti avviene per opera di operatori specializzati per mezzo di carrelli che agevolmente possono scorrere sui tubi all'interno dei quali si trova l'acqua riscaldata; una ulteriore funzione dei tubi è quella di sostenere dei supporti usati dagli addetti all'avvolgimento della pianta di pomodoro intorno ad una struttura fissa che permette la crescita verticale della pianta, essendo essa una pianta rampicante a crescita indeterminata (può raggiungere i 12-13 metri di altezza). Dopo la raccolta i pomodori sono trasferiti a dei macchinari che li suddividono in base al colore (con l'utilizzo di una fotocellula in grado di riconoscere i colori rosso, arancione e verde) e al peso. La distribuzione avviene a chilometro zero poiché circa l'80% dei rivenditori dei prodotti aziendali sono localizzati su territorio pugliese. L'azienda possiede un sistema di cogenerazione utilizzato nel periodo più freddo (da settembre a giugno) che permette di produrre energia termica ed elettrica attraverso l'utilizzo di metano prelevato da una condotta a circa 4 km dall'azienda. L'energia termica viene utilizzata per il riscaldamento dell'acqua utilizzata nelle serre (800 m<sup>3</sup>), l'energia elettrica viene in parte utilizzata dall'azienda ed in parte reimpressa nel mercato. L'azienda per poter garantire il massimo della qualità dei prodotti utilizza il controllo biologico per eliminare la presenza degli insetti dannosi attraverso i loro naturali predatori (insetti utili). Inoltre, grazie alla creazione di un ambiente controllato all'interno delle serre è possibile ridurre al minimo l'utilizzo dei prodotti fitosanitari.

## **Risultati/Discussione**

La coltivazione idroponica è caratterizzata dalla necessità di ingenti investimenti iniziali, sia gestionali che legati alla produzione, rivolti principalmente all'installazione delle strutture atte a contenere le coltivazioni e alla creazione del sistema di irrigazione e di controllo dell'ambiente serra. L'azienda agricola studiata ha affrontato un investimento iniziale pari a 4.000.000 di euro (i costi di installazione di una serra si aggirano intorno a 1.000.000 di euro per ettaro), dei quali circa il 50% deriva da Programma di Sviluppo Rurale (PSR) della Regione Puglia con l'obiettivo di ottenere un sostegno all'attività da parte del Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (FEASR). Dunque, l'incidenza dei principali costi elencati connessi alla gestione

aziendale sono riportati in Tabella 2: investimento per la costruzione di una serra, spese di mantenimento della struttura, costi annuali.

**Tabella 2 – Voci di costo principali per l'avviamento di una serra idroponica**

Costo serra 1 h serra idroponica	1.000.000 €
Costo serra 1 h serra convenzionale	300.000 €
Una serra idroponica (1 h) contiene	15.000 piante
Una serra convenzionale (1 h) contiene	7.280 piante
Costo pianta idroponica	3,50 €/m <sup>2</sup>
Substrato di lana di roccia e soluzione utilizzata per nutrimento	1,50 €/m <sup>2</sup>
Riscaldamento delle serre idroponica	10 €/m <sup>2</sup>
Energia idroponica	1 €/m <sup>2</sup>
Lavoro degli operai annuale idroponica	10 €/ m <sup>2</sup>

Nella Tabella 3 viene confrontato il costo di gestione ed i ricavi della produzione agricola analizzate per coltivazioni di pomodoro (ciliegino rosso a grappolo e il pomodoro tondo comune) e per metodo di coltivazione in serra (convenzionale e idroponico). Come si evince dalla Tabella 3, la resa delle piante secondo metodi di agricoltura convenzionale è inferiore rispetto a quella idroponica. Così, il prezzo maggiore praticato per i prodotti derivati da agricoltura idroponica è superiore non solo in relazione alla copertura degli investimenti, ma anche in relazione alla qualità dei prodotti stessi, qualità a cui i consumatori vengono, nel caso dell'azienda analizzata, educati attraverso diverse iniziative pubbliche che avvicinano la società al mercato dell'idroponica il quale soddisfa, nelle zone di vendita dell'azienda, gran parte della domanda. Oggi il mercato dell'idroponica è in espansione e continue sono le innovazioni tecnologiche legate a questa metodologia di coltivazione, che consentono di ottenere risparmi energetici e di risorse sempre maggiori a favore delle aziende che decidono di investire in tale attività.

**Tabella 3 – Analisi costi benefici per differenti tipologie di produzione**

	Ciliegino rosso a grappolo (idroponico)	Ciliegino rosso a grappolo (convenzionale)	Pomodoro tondo comune (idroponico)	Pomodoro tondo comune (convenzionale)
Produzione annuale (kg/m <sup>2</sup> )	20-25	10	50	23
Prezzo di vendita medio (€/kg)	1,50	0,50	0,70	0,93
Ricavi di vendita (€)	37,50	5,00	35,00	21,39
Ricavi totali per ettaro di serra (€)	375.000	50.000	350.000	213.900

In Europa, in particolare, la Strategia Europa 2020 e il programma Horizon 2020, volti ad un modello di crescita e di sviluppo economico più sostenibile e ad una maggiore semplicità di trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche al mercato, hanno fatto sì che i vari Paesi potessero essere in grado di attivare piani complementari di innovazione e ricerca nel settore agro-alimentare per il periodo 2014-2020 (Love, D.C., et al., 2014). L'agricoltura sostenibile deve essere tale non solo a livello ambientale, ma anche economico e sociale, di modo che oltre a garantire condizioni di conservazione delle risorse naturali e delle proprietà caratteristiche dei diversi ecosistemi, si soddisfino anche le esigenze di agricoltori e consumatori, ossia quelle di efficienza economica dei sistemi agricoli e di produzione di alimenti salutaris e di buona qualità (Martins, C., et al., 2010). L'Italia è uno tra i Paesi europei più ricchi di biodiversità, animale e vegetale, a livello agricolo, con più di 665 specie coltivate. L'uso di fitosanitari, le pratiche agricole non sostenibili, la cattiva gestione che il settore agricolo può fare del territorio e l'utilizzo di poche varietà vegetali accelerano il processo di perdita della biodiversità (Xu, J., et al., 2014).

L'idroponica quindi si pone come soluzione al problema dello sfruttamento delle risorse naturali, quali suolo ed acqua, la cui principale fonte di inquinamento e sprechi è proprio il settore agricolo, il quale, soprattutto a livello nazionale, si presenta ancora molto legato a pratiche di coltivazione convenzionali che oltre a renderlo poco sostenibile, non gli permettono di ottenere competitività sui mercati esteri (Rakocy, J.E., 2012). Il sistema di coltivazione idroponica è quindi in grado di assumere un ruolo attivo non solo nella mitigazione del problema relativo alla scarsità di risorse naturali ma anche rispetto all'inevitabile crescita della popolazione mondiale, proponendosi come possibile soluzione al nuovo tema dell'agricoltura urbana, tanto

che la Food and Agriculture Organization la promuove come metodologia di coltivazione idonea ad apportare benefici economici e nutrizionali soprattutto in aree svantaggiate dal punto di vista delle condizioni climatiche ed ambientali (Sonneveld, C., and Voogt, W., 1990). Nonostante alcuni inevitabili svantaggi legati all'applicazione di tale nuova tecnologia, non solo da un punto di vista economico ma relativi anche ad una oggettiva maggiore difficoltà di gestione delle coltivazioni che richiedono, a tal proposito, personale qualificato, gli sviluppi tecnologici che accompagnano l'idroponica e che oggi si manifestano in modo sempre più consistente permettono l'identificazione di molti vantaggi legati alla produzione, alla qualità dei prodotti, al rispetto ambientale e alla soddisfazione del consumatore che danno rilevanza a questa metodologia di coltivazione soprattutto in un panorama quale quello attuale, che è venuto delineandosi dalla necessità di sviluppare un settore agricolo sostenibile.

## Riferimenti

- Fanigliulo, A., Ferrara, L., Caligiuri, G., Olson, S.M., Crescenzi, A. (2007). Integrated management of TYLCV/TYLCSV on greenhouse hydroponic tomatoes in Southern Italy. *Journal of Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71 pp. 1245-1249.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2012). State of world aquaculture 2012. FishTech Pap 500. FAO, Rome.
- Freitag, A.R., Thayer, L.R., Leonetti, C., Stapleton, H.M., Hamlin, H.J., (2015). Effects of elevated nitrate on endocrine function in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 436: 8–12.
- Krüner, G., Rosenthal, H., (1983). Efficiency of nitrification in trickling filters using different substrates. *Aquacult Eng* 2: 49–67.
- Lewis, W.M., Yopp, J.H., Schramm, H.L.Jr., Brandenburg, A.M., (1978). Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. *Trans Am Fish Soc* 107: 92–99.
- Love, D.C., Fry, J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X., Semmens, K., (2014). An international survey of aquaponics practitioners. *PLoS ONE* 9: e102662.
- Martins, C., Eding, E., Verdegem, M., Heinsbroek, L., (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: a perspective on environmental sustainability. *Aquacult Eng* 43: 83–93.
- McMurtry, M., Sanders, D., Cure, J., Hodson, R., Haning, B., St Amand, E., (1997) Efficiency of water use of an integrated fish/vegetable co-culture system. *J World Aquacult Soc* 28: 420–428.
- Rakocy, J.E., (2012). Aquaponics—integrating fish and plant culture. In: Tidwell JH (ed) *Aquaculture production systems*. Wiley-Blackwell, Oxford, p 344–386.
- Sanyé-Mengual, E., Orsini, F., Oliver-Solà, J., Montero, J.I., Gianquinto, G. (2015). Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy. *Journal of Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), pp. 1477-1488.
- Sonneveld, C., Voogt, W., (1990). Response of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to an unequal distribution of nutrients in the root environment. *Plant Soil* 124: 251–256t.
- Stajnko, D., Narodoslowsky, M., Lakota, M. (2016). Ecological footprints and CO<sub>2</sub> emissions of tomato production in Slovenia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 3 pp. 1233-1243.
- Van Ginkel, S.W., Igou, T., Chen, Y. (2017). Energy, water and nutrient impacts of California-grown vegetables compared to controlled environmental agriculture systems in Atlanta, GA. *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 122, pp. 319-325.
- Van Os, E., Stanghellini, C., 2001. Diffusion and environmental aspects of soilless growing systems. *Italus Hortus* 8 (6): 9-15.
- World Economic Forum (20156). *The Global Risks Report 2016*. 11<sup>th</sup> edition.
- Xu, J., Mancl, K.M., Tuovinen, O.H., (2014). Using a hydroponic system with tall fescue to remove nitrogen and phosphorus from renovated turkey processing wastewater. *Appl Eng Agric* 30: 435–441.

# POLI D'INNOVAZIONE COME POTENZIALI CONTESTI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE. IL CASO DELLA REGIONE ABRUZZO

Simboli A.<sup>1</sup>, Taddeo R.<sup>1</sup>, Morgante A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Economia, Università degli Studi "G.d'Annunzio" di Chieti-Pescara

Email: [a.simboli@unich.it](mailto:a.simboli@unich.it), [r.taddeo@unich.it](mailto:r.taddeo@unich.it), [morgante@unich.it](mailto:morgante@unich.it)

**ABSTRACT** - Una tematica ampiamente dibattuta negli studi di Ecologia Industriale (EI) è quella dei contesti per lo sviluppo della Simbiosi Industriale (SI), per fare in modo che essa risulti economicamente e ambientalmente sostenibile. Il territorio Italiano presenta molteplici realtà potenzialmente sfruttabili in tal senso, a differenti livelli di scala: aree industriali, cluster, consorzi e distretti industriali, fino ad intere regioni. La letteratura mostra come la scelta del livello di analisi di una SI risenta fortemente dei trade-off esistenti tra alcune variabili strutturali e gestionali della stessa, e.g. costi e impatti di trasporti e movimentazioni, omogeneità produttiva, coerenza normativa, disponibilità di risorse economiche e competenze, esistenza e mantenimento di relazioni formali ed informali tra gli enti coinvolti. In uno studio recente, gli autori hanno analizzato il potenziale ruolo dei Poli d'Innovazione (PI), network d'impresе operanti a livello locale con l'obiettivo di stimolare attività di innovazione in un particolare settore o filiera produttiva, rispetto allo sviluppo e alla diffusione di approcci e modelli basati sulla SI a livello territoriale. Il ruolo positivo che essi potrebbero ricoprire è stato correlato sia alla loro attività istituzionale di produzione e disseminazione di conoscenza ed innovazione e sia, se considerati come contesti applicativi, alla promozione e alla implementazione di relazioni simbiotiche tra i membri stessi del network. Il presente articolo propone un avanzamento empirico di tale studio, focalizzando l'attenzione sui quattordici PI attualmente operanti nella Regione Abruzzo, una delle più rappresentative nella promozione di questo modello di sviluppo locale. L'obiettivo è quello di descriverne le caratteristiche organizzative e produttive (e.g. numero e tipologia di enti aderenti, estensione geografica, settori coinvolti, modelli di governance adottati) e comprendere quali tra esse possono effettivamente promuovere e quali ostacolare lo sviluppo della SI in tali contesti.

## Introduzione

### *Simbiosi Industriali e contesti di Simbiosi Industriali*

Nell'ambito del filone scientifico dell'Ecologia Industriale (EI), la Simbiosi Industriale (SI) è considerata un approccio che promuove il coinvolgimento di comunità di imprese nel migliorare le loro prestazioni economiche e ambientali attraverso l'implementazione di strategie collaborative [1-4]. In letteratura c'è ancora molto dibattito su come rendere le SI concretamente operative [5-6-7] e sui fattori che influenzano la sua attuazione. Le reti -o network- d'impresе, grazie alla vicinanza geografica e alla tendenza alla collaborazione tra le entità coinvolte, in particolare nelle forme operative dei distretti industriali, sono considerate uno dei contesti più promettenti per le SI. I rapporti di scambio sono infatti spesso abilitati da una base di relazioni sociali, e trovano forza nella fiducia e negli elementi culturali. La diffusione di SI è considerata un fattore strategico di sviluppo, in quanto, a lungo termine, può contribuire a migliorare le prestazioni socio-economiche e ambientali delle comunità di aziende coinvolte, ma anche dei territori in cui è stabilita [8-9]. Nonostante il potenziale riconosciuto, le SI hanno trovato difficoltà a diffondersi operativamente. Analizzando i tassi di diffusione, vediamo che nei paesi in cui è stato possibile pianificare da zero il suo sviluppo (ad esempio la Cina), la diffusione è stata molto più rapida [10]; in altri, in cui lo sviluppo è stato tentato in contesti industriali esistenti, sono di frequente emersi problemi culturali e di resistenza al cambiamento [11].

Un modello interessante da indagare per colmare questa lacuna è quello dei Poli d'Innovazione (PI), considerati appunto come contesti di sviluppo di SI. Si tratta di consorzi promossi dai governi nazionali o regionali, creati nell'ambito di programmi dell'UE con l'obiettivo di stimolare l'innovazione all'interno di una rete di organizzazioni e promuovere la competitività in settori specifici o catene di valore a livello locale. Il presente articolo presenta lo stato di avanzamento di uno studio condotto dagli autori in cui il territorio italiano e in particolare la Regione Abruzzo, sono utilizzati come fonte di dati sul modello dei PI.

## **Materiali e metodi**

L'articolo presenta un'analisi qualitativa basata sull'utilizzo di letteratura scientifica, di letteratura secondaria e materiali multimediali. Le informazioni e i dati sui PI sono stati ottenuti anche attraverso l'analisi di regolamenti comunitari e regionali, report tecnici e dei materiali presenti sui siti web ufficiali, in particolare dei PI interessati e della Regione Abruzzo. I risultati dei precedenti step di ricerca [11-12-13-14-15 e 16 ] sono richiamati ed ulteriormente utilizzati come base di sviluppo del presente lavoro.

## **Risultati/discussione**

### *I modelli territoriali d'innovazione*

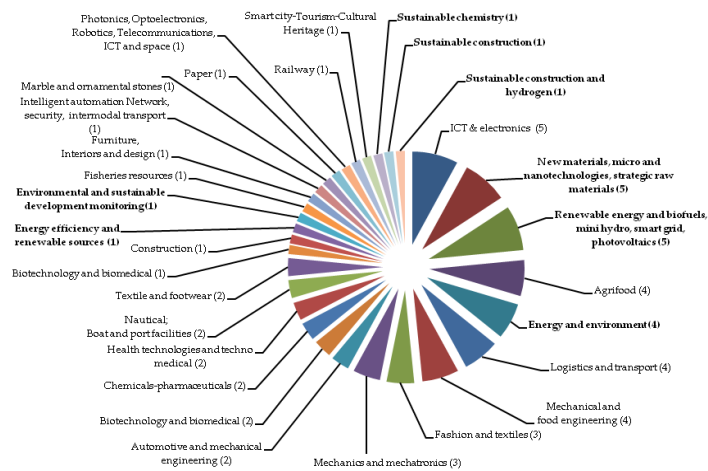
Negli ultimi 30 anni, gli "approcci territoriali" allo sviluppo hanno svolto un ruolo importante nell'economia dell'innovazione e della conoscenza, dando origine ad un'ampia letteratura. Partendo dal modello tradizionale dei Distretti Industriali, sono emersi progressivamente numerosi nuovi concetti e politiche regionali direttamente correlate ai concetti di Sistemi di Innovazione (o Sistema di Innovazione) e ancor di più di Sistemi di Innovazione Regionale (SIR). SI tratta di un insieme di elementi (attori locali, istituzioni, reti di imprese, fattori tecnologici) collegati tra loro al fine di creare, condividere e divulgare, innovazione, conoscenza e cambiamento tecnologico in un settore specifico. Possono avere differenti scale spaziali (nazionali, regionali, locali) o diverse sfere di interesse (dinamiche settoriali, o tecnologiche o organizzative) e possono includere individui provenienti da contesti diversi (enti pubblici o privati, aziende, centri di ricerca) o diversi livelli di formalizzazione (spontaneo, programmato). In letteratura, è possibile trovare diverse versioni del concetto di sistema di innovazione. Alcuni autori li includono sotto il nome generico di Territorial Innovation Models [17-18], tra essi i Distretti tecnologici, i parchi Scientifico-Tecnologici, i cosiddetti Tecnopoli, gli Incubatori tecnologici e, appunto, i PI.

### *I poli d'innovazione*

Nello specifico, i PI sono consorzi promossi dai governi nazionali, creati all'interno degli orientamenti di politica regionale 2007-2013 dell'Unione Europea (UE) -come cluster di innovazione- e specializzati in un settore o in catene di valore specifiche. Ogni polo coinvolge imprese, PMI, start-up innovative e istituti di ricerca. Una partnership di minoranza può anche essere estesa a istituti di ricerca e imprese che non si trovano nella stessa regione o territorio. Hanno lo scopo specifico di stimolare l'attività di innovazione, promuovere l'interazione tra le organizzazioni, l'uso congiunto di strutture di ricerca, lo scambio di know-how, il trasferimento di conoscenze e la diffusione di informazioni [19]. In alcuni stati membri dell'UE, come in Italia, il concetto di cluster di innovazione è stato tradotto in PI. Tali poli vengono progettati e implementati principalmente attraverso la diffusione top-down di obiettivi tecnologici e territoriali [20].

### *L'esperienza italiana*

L'esperienza italiana nel campo dei PI è stata avviata nel 2008. Le attività di regolamentazione relative alla creazione e al funzionamento tecnico dei PI sono successivamente state affidate alle regioni. Alcune amministrazioni regionali hanno spesso creato sovrastrutture di coordinamento chiamate "Piattaforme regionali" che coinvolgono rappresentanti di ciascun PI e dell'amministrazione regionale. Sono oltre 50 i PI operativi in Italia e riuniscono oltre 7400 aziende [21]. Le regioni che hanno attualmente legiferato in tema di PI sono: 4 settentrionali (Emilia Romagna, Liguria, Piemonte e Toscana); 3 centrali (Abruzzo, Lazio e Umbria), 1 (Calabria) meridionale. Va notato che, tra i PI italiani, la variabile ambientale è stata riconosciuta come un elemento chiave in almeno 15 casi (evidenziati in grassetto nella figura 1). Alcuni di essi si trovano in regioni già coinvolte nello sviluppo di soluzioni per la sostenibilità ambientale a livello territoriale (ad esempio, la Toscana con il progetto CLOSED [22]; il Piemonte con lo sviluppo del Parco scientifico e tecnologico denominato Environment Park [23] e l'Emilia Romagna con la promozione delle cosiddette Aree Industriali Ecologicamente Attrezzate [24-14]). Tuttavia, non vengono registrati riferimenti espliciti al concetto di SI.



**Figura 1.** Principali aree di attività dei PI Italiani.

### *I PI come contesti di SI: stato dell'arte della ricerca*

In studi recenti [15-16], gli autori hanno affrontato il tema dello sviluppo della SI rispetto al modello dei PI. In particolare partendo dalle caratteristiche comuni del networking industriale e dell'innovazione, sono state studiate le potenziali sinergie e le criticità tra i due modelli di sviluppo locale. Una panoramica della letteratura e una ricerca on-site hanno fornito le basi preliminari di conoscenza dello studio. Il territorio italiano è stato utilizzato come fonte di dati normativi e tecnici sul modello dei PI. Dagli studi, in primo luogo, è emerso che il networking e l'innovazione sono considerati due aspetti critici negli studi SI, e sono posti alla base dei modelli di innovazione territoriale dell'UE, compresi i PI. Il ruolo positivo che i PI potrebbero svolgere nello sviluppo e nella diffusione della SI in un dato territorio può essere collegato sia alla loro attività istituzionale di produzione e diffusione di conoscenza e innovazione, sia soprattutto (se considerato come contesti applicativi per la SI) alla promozione di l'instaurazione di relazioni simbiotiche tra i loro membri. In relazione a ciò, alcuni aspetti sono emersi come rilevanti, vale a dire la specializzazione settoriale, la scala spaziale, l'esistenza di relazioni sociali e fiducia, il ruolo degli stakeholder e le questioni normative. Sono state inoltre evidenziate una serie di politiche e implicazioni gestionali per lo sviluppo locale: i potenziali benefici per il territorio derivanti dalla diffusione del modello di SI, sarebbero numerosi, inoltre, potrebbero sorgere sinergie rilevanti che collegano il modello dei PI con altri approcci e strumenti per lo sviluppo locale sostenibile.

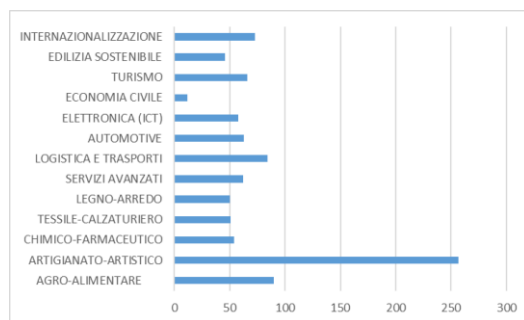
### *Il caso dei PI della Regione Abruzzo*

Nella Regione Abruzzo la costituzione dei PI ha avuto inizio con il provvedimento N. 248 dell'Aprile 2012. Il Bando sollecitava imprese e gruppi di imprese a costituirsi nella forma associativa di Polo d'Innovazione allo scopo di divenire nuclei propulsivi di sviluppo territoriale e settoriale. Allo stato attuale risultano costituiti ed operanti PI in 14 ambiti settoriali: Agroalimentare; Artigianato Artistico; Chimico-Farmaceutico, Tessile-Calzaturiero, Servizi Avanzati; Logistica e Trasporti; Legno-Arredo; Automotive; Elettronica; Economia Civile; Turismo; Edilizia Sostenibile; Internazionalizzazione; Energia. Lo studio condotto, è stato suddiviso in due fasi, la I di analisi preliminare dei contesti, comprendente aspetti dimensionali, settoriali e geografico-territoriali ed una fase II, di dettaglio, comprendente spetti di industrial inventory, material budgeting ed input-output matching. Il presente lavoro illustra in maggior dettaglio i risultati della fase I e quanto previsto, in termini di futuri sviluppi, per la fase II.

*Fase I* - L'indagine preliminare, svoltasi nel periodo settembre-novembre 2017, è stata finalizzata ad effettuare una ricognizione sulle caratteristiche organizzative e produttive e si è basata principalmente su dati pubblici reperiti dai siti istituzionali o fonti normative e regolamentari, nonché report statistici della Regione Abruzzo. L'analisi non comprende il Polo Energia, per carenza di dati pubblici attendibili.

Il primo step d'indagine è stato dedicato alla acquisizione di dati quantitativi di natura dimensionale, legati alla numerosità degli enti aderenti ad ognuno dei poli. I risultati sono riportati nella figura seguente (Figura 2):

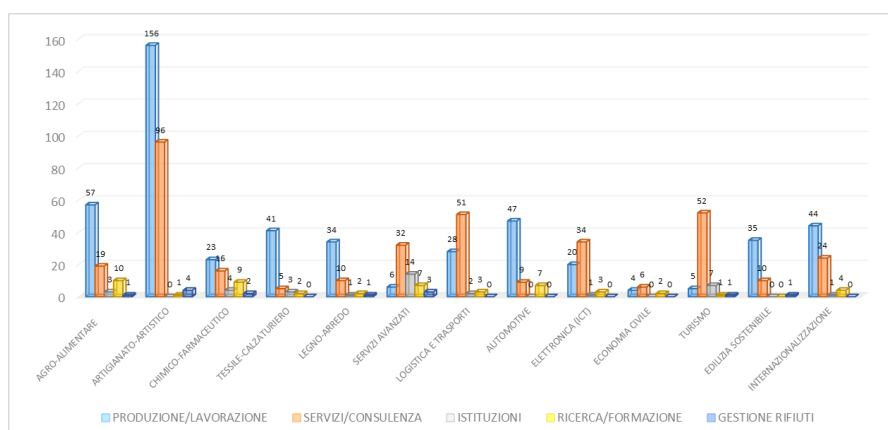




**Figura 2.** Numero di enti aderenti ai PI della Regione Abruzzo

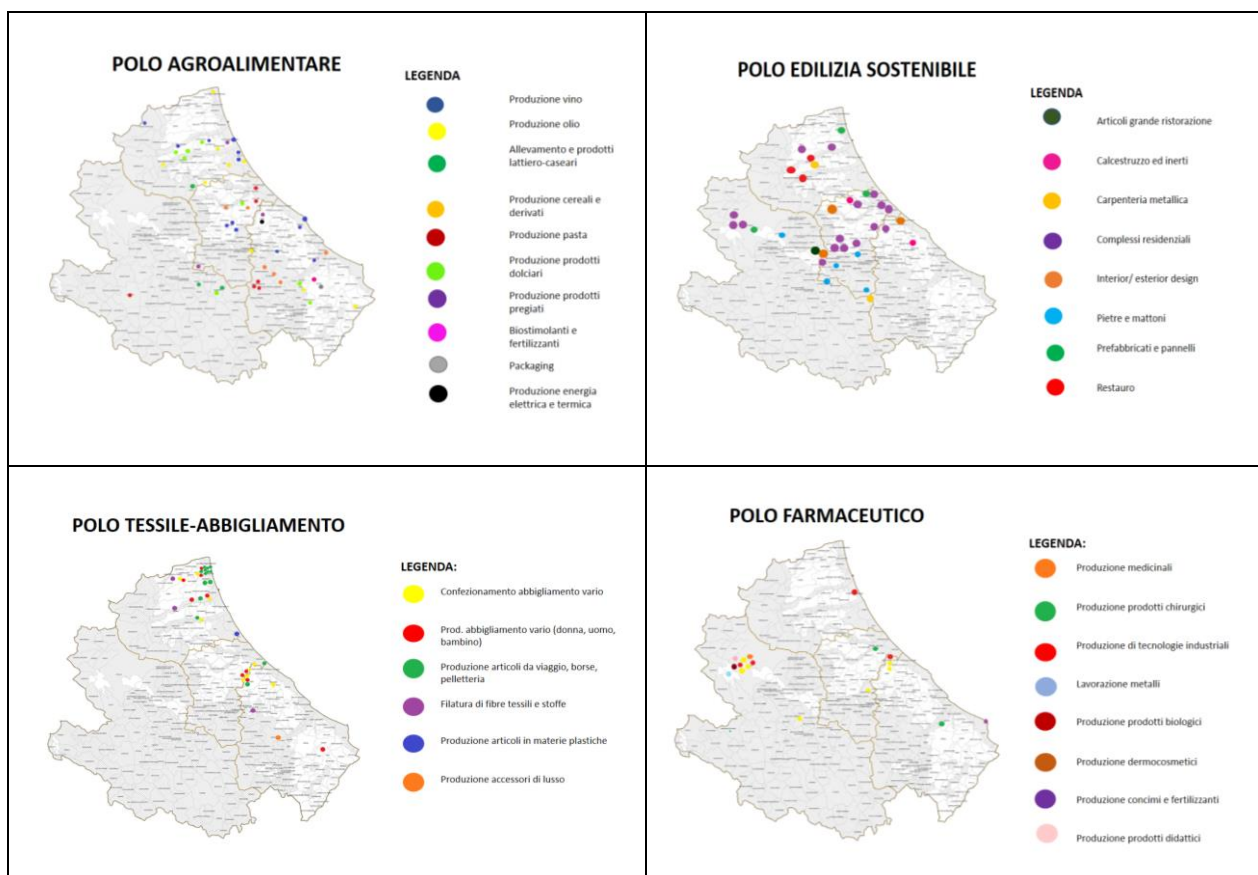
Dai dati emerge come il fenomeno dei PI abbia nella Regione Abruzzo assunto proporzioni significative, coinvolgendo ad oggi circa 1000 enti, di varia natura. La dimensione media dei PI, in termini di numero di aderenti, si attesta sulle 60 unità, fa eccezione il Polo Artigianato artistico, che tuttavia include tra gli iscritti, molte botteghe artigiane di piccole e piccolissime dimensioni, ritenute difficilmente gestibili e comunque poco significative per gli scopi dell'indagine condotta.

Il secondo step d'indagine è stato finalizzato alla analisi qualitativa della natura della attività svolte nei vari PI, in particolare, considerando le finalità ultime dello studio, valutarne le caratteristiche in funzione del possibile sviluppo di SI. L'obiettivo è stato quello di selezionare PI che coinvolgessero, almeno prevalentemente, imprese manifatturiere. Al fine di rendere un quadro complessivo delle tipologie di attività svolte è stata effettuata una riclassificazione delle attività, inizialmente non definite tramite codici ATECO, ma tramite autodichiarazione degli interessati, in cinque sotto-classi: produzione-lavorazione; servizi-consulenza; istituzioni; ricerca-formazione; gestione rifiuti. I risultati sono sintetizzati nella Figura 3.



**Figura 3.** Principali tipologie di attività svolte dagli aderenti ai PI della Regione Abruzzo

I dati mostrano una prevalenza netta di attività di produzione e servizi, con una limitata partecipazione di istituzioni, ad esclusione del Polo Servizi avanzati, e di enti di ricerca, ad esclusione dei poli Automotive, Farmaceutico e Agroalimentare. I risultati emersi per alcuni PI sono stati soggetti ad ulteriori approfondimenti, miranti a verificare l'effettivo svolgimento di attività di tipo manifatturiero. Questo ha portato alla esclusione dagli step successivi, di alcuni PI, come ad esempio Servizi avanzati; Logistica e Trasporti, Turismo, Economia Civile, Internazionalizzazione, per i quali, la numerosità o l'attività concretamente svolta da imprese qualificate come di produzione/lavorazione, è risultata non significativa per gli scopi dell'indagine. Per i restanti PI: Agro-alimentare; Artigianato-artistico; Chimico-farmaceutico; Tessile-calzaturiero; Legno-arredo; Servizi avanzati; Logistica e trasporti; Automotive; Elettronica; Economia civile; Turismo; Edilizia sostenibile, si è proceduto ad una analisi geografico-territoriale volta a rappresentarne l'estensione geografica. La scala spaziale è una tematica molto dibattuta negli studi di SI, si è ritenuto pertanto utile avere una rappresentazione sintetica della distribuzione territoriale degli enti aderenti. L'analisi è stata condotta con l'ausilio di siti di geo-referenziazione ed i risultati sono stati trasferiti su una mappa ad alta risoluzione della regione. La figura seguente mostra, a titolo semplificato, la distribuzione territoriale di 4 tra i poli indagati (Figura 4).



**Figura 4.** Estensione geografica di alcuni PI della Regione Abruzzo

Risulta evidente come, anche per vocazione, le aziende rappresentate ricadano quasi esclusivamente nel territorio della Regione Abruzzo (con una particolare concentrazione nelle zone costiere e ancor più nelle province di Chieti e Pescara); fanno eccezione alcuni PI, come quello Automotive, che coinvolgono partecipanti anche da altre regioni (nel caso specifico: Lazio, Marche, Piemonte, Puglia).

*Successive fasi* - I dati ottenuti nella Fase I, relativi sia alla dimensione-numerosità degli enti coinvolti, che alle tipologie di attività svolte e alla estensione geografica, fanno complessivamente propendere per una prosecuzione positiva dello studio; nelle fasi successive, seguendo un approccio ormai consolidato per lo sviluppo di SI, si prevede di passare ad una fase on-site, che comprende il raggiungimento dei seguenti obiettivi: i) eseguire quello che viene definito un “inventario” delle attività di produzione e dei processi che caratterizzano le aziende manifatturiere interessate ed una mappatura degli stessi; ii) eseguire un “material budgeting”, cioè un bilancio materico (ed eventualmente energetico) dei flussi in input ed output delle varie unità produttive; iii) simulare un “input-output matching”, cioè valutare tutte le possibili sinergie che possono nascere da scambi, cessioni e condivisione di flussi tra le aziende analizzate, comprendendo sia relazioni tra enti appartenenti allo stesso polo, che anche tra poli diversi.

## Riferimenti

1. Ehrenfeld, J.; Gertler, N. Industrial Ecology in practice. The evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology* 1997, 1, 67-79.
2. Erkman, S. Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production*, 1997, 5, 1-10.
3. Frosch, R.A.; Gallopoulos, N.E. Strategies for manufacturing. *Scientific American* 1989, 261, 144-152.
4. Chertow, M.R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and Environment* 2000, 25, 313-337.
5. Costa, I.; Ferrão, P. A case study of industrial symbiosis development using a middle-out approach. *Journal of Cleaner Production* 2010, 18, 984-992.
6. Deutz, P.; Gibbs, D. Industrial Ecology and Regional Development: Eco-Industrial Development as Cluster Policy. *Regional Studies* 2008, 42, 1313-1328.

7. Posch, A.; Agarwal, A.; Strachan, P. Editorial: Managing Industrial Symbiosis (IS) Networks. *Business Strategy and the Environment* 2011, 20, 421-427. Côté, R.P. A primer on Industrial Ecosystems. A strategy for Sustainable Industrial Development. Halifax Industrial Ecology Research and Development Group, Dalhousie University, 2000.
8. Côté, R.P. A primer on Industrial Ecosystems. A strategy for Sustainable Industrial Development. Halifax Industrial Ecology Research and Development Group, Dalhousie University, 2000.
9. Lowe, E.A.; Moran, S.; Holmes, D. Field book for the development of eco-industrial parks. Report to the EPA on industrial ecology. Environmental Protection Agency: Washington, 1996.
10. Sakr, D.; Baas, L.; El-Hagger, S.; Huisingh, D. Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context. *Journal of Cleaner Production* 2011, 19, 1158-1169.
11. Taddeo, R.; Simboli, A.; Morgante, A. Implementing eco-industrial parks in existing clusters. Findings from a historical Italian chemical site. *Journal of Cleaner Production* 2012, 33, 22-29.
12. Simboli, A.; Taddeo, R.; Morgante, A. Analysing the development of Industrial Symbiosis in a motorcycle local industrial network: the role of contextual factors. *Journal of Cleaner Production* 2014, 66, 372-383.
13. Simboli, A.; Taddeo, R.; Morgante, A. The potential of Industrial Ecology in agri-food clusters (AFCs): a case study based on valorisation of auxiliary materials. *Ecological Economics* 2015, 111, 65-75.
14. Taddeo, R. Local industrial systems towards the eco-industrial parks: the model of the ecologically equipped industrial areas. *Journal of Cleaner Production* 2016, 131, 189-197.
15. Taddeo, R.; Simboli, A.; Ioppolo, G.; Morgante, A. (2017). Industrial Symbiosis, Networking and Innovation: The Potential Role of Innovation Poles. *Sustainability - ISSN:2071-1050* (9, 169). pp.1-17.
16. Taddeo R., Simboli A., Raggi A., Morgante A., "Simbiosi Industriale, network e innovazione: potenzialità e limiti dei Poli d'Innovazione italiani", *Atti dei Seminari di Ecomondo 2016 "Green and circular economy: ricerca, innovazione e nuove opportunità"*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, Rimini, 08-11 Novembre 2016, pp. 462-467.
17. Crevoisier, O.; Jeannerat, H. Territorial Knowledge Dynamics: from the proximity paradigm to multi-location milieus. *European Planning Studies* 2009, 17, 1223-1241.
18. Moulaert, F.; Sekia, F. Territorial innovation models. *Regional Studies* 2003, 37, 289-302.
19. Official Journal of the European Union. Community framework for state aid for research and development and innovation. 2006/C 323/01.
20. Caloffi, A.; Mariani, M. Shaping regional policy responses: the design of innovation poles. *Policy Studies* 2011, 32, 413-428.
21. Corriere Comunicazioni. Un manifesto per i Poli di innovazione. Available online: [http://www.corrierecomunicazioni.it/digital/37290\\_un-manifesto-per-i-poli-di-innovazione.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/digital/37290_un-manifesto-per-i-poli-di-innovazione.htm) (accessed 7 June 2016).
22. Dinelli, D.; Garro, S.; Giovannelli, L.; Querci, P. Il Progetto CLOSED (Closed loop system with eco-industrial districts). Il modello DPSIR applicato ai Distretti di Prato, Lucca, Pistoia; Litografia I.P.: Firenze, Italia, 2004.
23. Environment Park – Parco Scientifico e Tecnologico per l'ambiente. Available online: <http://www.envipark.com/> (accessed on 16 December 2016).
24. Cavallo, M., Stacchini, V. La qualificazione degli insediamenti industriali. Verso la costruzione di Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate, first ed.; Clueb: Bologna, Italia, 2007.

**ABSTRACT** – A topic widely discussed in Industrial Ecology (IE) studies is that of the contexts for the development of Industrial Symbiosis (IS), in order to ensure their economic and environmental sustainability. The Italian territory presents multiple contexts potentially exploitable in this sense, at different levels of scale: industrial areas, clusters, industrial consortiums and districts, up to entire regions. Literature shows that the level of development of an IS is strongly affected by the trade-offs existing between some structural and management variables of the IS itself, e.g. costs and impacts of transport and handling, production homogeneity, regulatory consistency, availability of economic resources and skills, existence and maintenance of formal and informal relations between the entities involved. In a recent study, the authors analyzed the potential role of Innovation Poles (IPs) -local networks with the aim of stimulating innovation activities in a particular sector or production supply-chain- with respect to development and spread of IS-based approaches at territorial level. The positive role that IPs models could play was related both to their institutional activity of disseminating knowledge and innovation and, if considered as applicative contexts, to the promotion and implementation of symbiotic relationships among members of the network. This article proposes an empirical advance of this study, focused on the analysis of the fourteen IPs currently operating in the Abruzzo Region, one of the most representative in promoting this model of local development. The aim is to describe the organizational and production characteristics (e.g. number and type of entities involved, geographical extension, sectors involved, governance models adopted) and to understand which of these aspects can actually promote or hinder the development of IS in such contexts.

# NEEDS ANALYSIS OF MICRO-ENTERPRISES MANAGED BY WOMEN WITH DISABILITIES IN GAZA STRIP

Nitti C<sup>1</sup>, Ferrannini A<sup>1</sup> and Borsacchi L<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARCO (Action Research for CO-development) - PIN Scrl - University of Florence, Piazza Giovanni Ciardi 25, 59100, Prato, Italy.  
*carmela.nitti@arcolab.org; andrea.ferrannini@arcolab.org; leonardo.borsacchi@pin.unifi.it*

## Abstract

This paper outlines the results of a field research conducted by ARCO in Gaza Strip (West Bank, Palestine) in January-February 2017, within the two-year project “We Work – Inclusione socio-economica delle Donne con Disabilità nella Striscia di Gaza” (AID10586/EDUCAID/TAP), implemented by EducAid onlus and funded by the Italian Agency for Development Cooperation, with the support of several local and Italian partners. The main objective of the project is to increase the socio-economic empowerment of women with disabilities in the Gaza Strip.

Our field research was developed on a selected group of 14 micro-enterprises owned by women with disabilities in the Gaza Strip with the purpose of doing an assessment of their main needs and to suggest corrective actions and provide recommendations for their future improvement. This paper is structured in three parts: firstly, the methodology applied during the field research is explained; then, the core part focuses on some contextual factors and some common features observed among the enterprises then, the assessment of micro-enterprises based on the information collected during the field research is reported; finally, the main findings and remarks are resumed to provide inputs and insights for future initiatives.

The main purpose of this paper is to systematize and summarize the most important information collected during the interviews and the audits conducted in the micro-enterprises involved, in order to elaborate relevant advices for the improvement of their production and management processes. Moreover, this paper intends to provide some insights for future activities addressing the social inclusion of women with disabilities through entrepreneurship.

**Keywords:** inclusion, disabilities, women, ethic, sustainability of production process

## Introduction

This paper presents the results of a field research conducted by ARCO – Action Research for COdevelopment in Gaza Strip from 21st January to 3rd February 2017. The field research took place within a two-year project “We Work – Inclusione socio-economica delle Donne con Disabilità nella Striscia di Gaza” (AID10586/EDUCAID/TAP), implemented by EducAid onlus and funded by the Italian Agency for Development Cooperation. The main objective of the project is to increase the socio-economic empowerment of women with disabilities in Gaza Strip. This project is implemented with the support of several local partners (i.e. Gaza Chamber of Commerce and Industry, S.D.F. - Social Developmental Forum, El Amal Rehabilitation Society) as well as Italian partners, namely, the members of RIDS Rete Italiana Disabilità e Sviluppo: AIFO - Associazione Italiana Amici di Raoul Follereau, FISH - Federazione

Italiana per il Superamento dell’Handicap and DPI-Italia Onlus - Disabled People’s International.

The main objective of the research was to conduct a diagnostic of micro-enterprises managed by women with disabilities in Gaza Strip and identify tailored intervention plans to improve their performance. These entrepreneurs were selected by EducAid Onlus among the ones that participated to a previous project funded by the European Union called “INCLUDE: Socio-economic empowerment of women with disabilities in Gaza Strip” and implemented from January 2013 to March 2015. Basically,

such project aimed at increasing the managerial and entrepreneurial skills of a group of women with disabilities providing training and small loans to create new micro-enterprises.

The enterprises involved in the assessment presented in this paper were mainly productive and handicraft enterprises.

In the first part of the paper, the methodology applied during the research is explained while in the second part the main characteristics of the enterprises are presented, as well as some highlights from the assessment and the intervention plans; finally, the main findings and remarks are resumed in the conclusions.

**Parole chiave:** inclusione, disabilità, donne, etica, sostenibilità dei processi produttivi

## Materials and methods

The main objective of this study is to assess the needs of 14 micro-enterprises run by women with disabilities and located in Gaza Strip. Beyond the assessment, the research provides also inputs for the managerial improvement and business upgrading as well as for future initiatives implemented by EducAid onlus and local partners.

The research methodology was based on desk research, but also on *on-the-field* data collection implemented through the administration of semi-structured interviews to the entrepreneurs. The aim of the interviews was to investigate the personal experiences of the entrepreneurs and to understand which kind of support EducAid Onlus could provide to improve the performances of their businesses. In particular, the interviews followed the structure of the assessment tool presented in Table 1.

Table 1. Structure and definitions of the tool used for the assessment

Category	Dimension	Definition
Management	(a) Entrepreneurial attitude	it refers to subjective aspects regarding the attitude of the entrepreneur towards her business activity, mainly in terms of commitment and awareness;
	(b) Awareness of financial account	it refers to the capacity of the entrepreneur to answer to specific questions on prices, costs, sales volume and the bookkeeping
	(c) Organisational and production management	it refers to the overall organization of the enterprise, the number of people involved in the business and the kind of relations established with them, the strategies implemented to increase the production, the management of the suppliers and so on;
Productive Process	(d) Workplace / Equipment	it refers to the characteristics of the workplace, mainly in terms of adequacy for the business activity and safety for the entrepreneur, employees and customers;
	(e) Customers' variety	it refers to the ability of the entrepreneur to have customers beyond family and friends;
	(f) Marketing tools and advertising	it refers to the number and appropriateness of marketing tools (e.g. Facebook page, website, labels, business cards, packaging, samples, catalogues);
Needs and Future Perspectives	(g) Propensity for improvement	it refers to the attitude and propensity for future medium-term strategies to upgrade the business, to increase the number of clients and to improve the products/production;
	(h) Propensity for collaboration	it refers to the willingness to create partnerships with other organizations/entrepreneurs.

Source: Authors' elaborations

For each enterprise, the assessment was made assigning a score from 1 to 5 (i.e. 1 very low and 5 very high) for each one of the dimensions shown in Table 1. The evaluation of each dimension and of each enterprise was based on the data collected during the visits to the enterprises and during the interviews with the

entrepreneurs. Moreover, additional information was provided by some key informants that provided useful details on the project, on the selection criteria and on contextual factors.

## **Results and discussion**

The micro-enterprises that were analysed during the field research present several common features which depends basically on two aspects: firstly, they were all located in Gaza Strip; and secondly, they were all run by women with disabilities.

It is evident that being based in Gaza Strip has huge consequences on the business performances since there are several contextual factors that represent big challenges for the entrepreneurs. During the field work with the women, information about the barriers and the obstacles caused by the context were collected.

Among the others, during the interviews the entrepreneurs often mentioned the following aspects:

- The blockade that prevents them to create connections outside Gaza Strip, thus weakening their ability to find new clients and new markets or to have access to cheaper or better raw materials;
- The lack of constant access to electricity that is a major issue for handicrafts producers since they are forced to produce only in certain hours and it expands consistently the time they need to produce their merchandise;
- The high unemployment rate and the low purchasing power of the people living in the area that prevents them to apply adequate profit margins since they need to keep the prices as low as possible;
- The liquidity constraint that prevents most of them from having access to better raw materials, to make investments and improvements that could be useful to increase the sales volume;
- The presence of more structured and popular competitors that is a problem especially for new shops and for handicrafts producers since for them is difficult to have both competitive prices and adequate profit margins.

Indeed, there are additional contextual problems that have to be considered. First of all, people with disabilities often suffer from social exclusion due to the strong stigma towards them, and this stigma becomes even stronger for with women with disabilities because, for example, for them it is less likely to get married or to get a job. Secondly, the role of the family, in that context, is even more influent for the women than for the men. The family can represent either an important support or an obstacle to the independence and empowerment of the women. In most cases, the family is directly involved in the business, supporting the entrepreneur in the management or in the production. Nonetheless, the family is also the first and most important place where women can express their own independence, self-confidence and emancipation, and thus where potential obstacles and conflicts can sometimes arise. In this regard, it would be important for future projects to support a positive involvement of the families in the entrepreneurial activities in order to increase their awareness about the role they could play for the success of the business. Finally, it has to be considered that in a context where there is a low level of infrastructures and weak welfare policies, some contextual factors may have even a bigger impact on women with disabilities than on other people, for example in terms of accessibility, opportunities and participation.

Supporting the social inclusion of women with disabilities through business aims mainly at the creation of a new role in the society for them. Thus, considering the social relevance of these business, it is even more important for these micro-enterprises to reach the economic sustainability, but in order to do so, they should work in a more efficient and professional way.

In Table 2 it is possible to see the results of the assessment that was made on the enterprises.

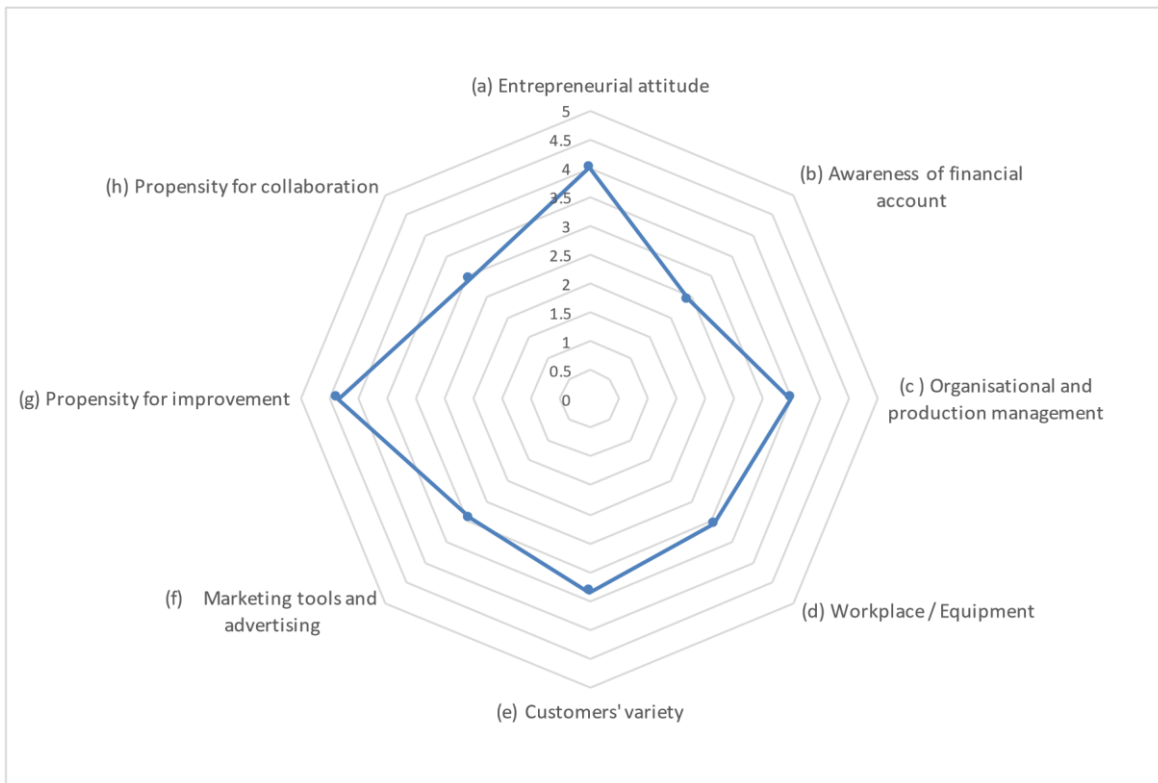
Table 2. Main results from the assessment of the enterprises

ID	DIMENSIONS							
	Management			Productive Process			Needs and Future Perspectives	
	(a) Entrepreneurial attitude	(b) Awareness of financial account	(c) Organisational and production	(d) Workplace / Equipment	(e) Customers' variety	(f) Marketing tools and advertising	(g) Propensity for improvement	(h) Propensity for collaboration
1	4	5	3	2	1	2	5	4
2	5	2	5	4	4	5	4	2
3	4	1	3	3	5	3	5	4
4	5	4	4	4	2	2	5	1
5	3	1	3	2	4	2	3	4
6	5	4	5	5	2	5	4	2
7	3	1	3	4	5	2	4	1
8	5	3	4	2	3	3	5	2
9	3	1	3	3	3	5	5	3
10	5	1	2	2	4	3	5	1
11	3	2	3	2	4	3	5	5
12	4	3	3	4	5	1	3	3
13	5	5	5	5	4	4	5	5
14	2	1	3	1	1	1	3	4

Source: Authors' elaborations

Figure 1 resumes the overall trend of the enterprises showing the average scores recorded in the different dimensions by the enterprises.

Figure 1. Observed average scores for each dimension of the assessment



Source: Authors' elaborations

From the results reported in Table 2 and in Figure 1, it is possible to observe the main highlights of the enterprises that were evaluated. First of all, it is worth noting that the dimensions with higher scores are the *Entrepreneurial attitude* and the *Propensity for improvement*. This is a quite encouraging result since it seems that there is ground for further improvement and that it makes sense to continue to work in this sector. On the other side, considering the lowest scores, it is possible to see that the *Awareness of financial account* is the worst one. Moreover, during the interviews, it was also observed that other weaknesses in the business are represented by the products seasonality and the low customers' variety that have both consequences in terms of low and non-constant revenues.

In order to overcome these difficulties, an intervention plan for each enterprise was elaborated. The general recommendations that were reported in the intervention plans are the following:

- i) Trainings to increase the managerial competences in management, organisation, marketing and bookkeeping;
- ii) carry on some market researches to identify new products that could have higher and more constant demand on the market in order to cope with the seasonality and the low variety of customers;
- iii) trainings to increase entrepreneurs' competences in the production of these new products;
- iv) Investments in promotion and visual merchandising in order to make the shops and the products more attractive.

It is worth noting that all these improvements that were suggested to increase the competences of the entrepreneurs and the quality of their business could bring an important added value for the entrepreneurs, but also for the local community bringing innovations, new business solutions and new best practices.

The last point that it is worth to be mentioned, concerns the personal motivation of the entrepreneurs that is one of the key point that could make the difference in determining the success of the business. That is why it is suggested to pay particular attention in the follow up of this project, not only in terms of business performance, but considering also subjective aspects on the general wellbeing of the entrepreneurs.



To conclude, the main results collected during the research activities are summarised in the following SWOT matrix (Table 3).

Table 3. SWOT based on the main results

<p><b>STRENGTHS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivation</li> <li>- Propensity for improvements</li> </ul>	<p><b>WEAKENESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Awareness of financial account</li> <li>- Compliance of the workplaces</li> </ul>
<p><b>OPPORTUNITIES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relationships with Educaid</li> <li>- Role of the families</li> <li>- Productive know-how</li> </ul>	<p><b>THREATS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitations and instability due to the context of Gaza Strip</li> <li>- Role of the families</li> </ul>

Source: Authors' elaborations

## Conclusions

This paper presents the results of a field research conducted by ARCO – Action Research for COdevelopment in Gaza Strip within the two-year project “We Work – Inclusion socio-economica delle Donne con Disabilità nella Striscia di Gaza” (AID10586/EDUCAID/TAP), implemented by EducAid onlus and funded by the Italian Agency for Development Cooperation.

Concerning the main findings summarised in this paper, it is possible to conclude that the most important asset owned by the women is their great motivation in carrying on their businesses. Most of the women that were interviewed have still a lot of improvements to do in order to be fully considered as entrepreneurs, but their attitude towards the business seems very positive since they recognize that the business represents an opportunity for their social inclusion, for their independence and for the wellbeing of their families. This is an important starting point, since it seems that the self-confidence of the entrepreneur and the awareness on the opportunities for social inclusion deriving from the enterprise are relevant aspects for the business success. Undoubtedly, this recognition represents the main asset that is so far really making the difference and will do it even in future projects.

## Bibliography

ARCO, RIDS (2016). *Emancipatory Disability Research – West Bank, Palestine*, Rimini: EducAid

Biggeri, M., & Ferrannini, A. (2014). *Opportunity gap analysis: procedures and methods for applying the capability approach in development initiatives*. *Journal of Human Development and Capabilities*, 15(1), 6078.

Biggeri, M., & Ferrannini, A. (2014). *Sustainable Human Development: A new territorial and people-centred perspective*. Palgrave Macmillan, New York and Basingstoke.

Borsacchi, L., Ferrannini, A. & Biggeri, M. (2014), *Fostering the compliance of production processes in area with high incidence of ethnic entrepreneurship: the creation of a check-up tool in Prato industrial district*, in T. Sikora and J. Dziadkowiec (Eds.), *Commodity Science in Research and Practice – Towards Quality – Management Systems and Solutions*, Polish Society of Commodity Science, Cracow.

Trani, J. F., Bakhshi, P., Bellanca N., Biggeri M., & Marchetta, F. (2011). *Disabilities through the Capability Approach lens: Implications for public policies*. *ALTER-European Journal of Disability Research/Revue Européenne de Recherche sur le Handicap*, 5(3), 143-157.

## **Recupero di uno scarto delle prime fasi del ciclo trasformazione della lana**

Baronti S<sup>1</sup>, Camilli<sup>1</sup> F, Ugolini<sup>1</sup> F, Maienza<sup>1</sup> A, Galli G<sup>2</sup>

*Affiliazione autori*

<sup>1</sup>*IBIMET-CNR, Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche*

<sup>2</sup>*Università degli studi di Firenze Scuola di agraria Facoltà di Scienze agrarie Anno accademico 2016/2017*

Corresponding author: f.camilli@ibimet.cnr.it

Le economie circolari facilitano la sostenibilità dei sistemi di produzione e di consumo attraverso il riutilizzo e la rigenerazione dei materiali limitando, al tempo stesso, l'uso delle risorse naturali. In questa prospettiva deve essere incoraggiato l'uso dei materiali di scarto.

In questo lavoro, i residui lanieri derivati dalle prime fasi del processo di lavaggio della lana, sono stati analizzati come possibili ammendanti e fertilizzanti (a lento rilascio) del suolo. È noto, infatti, che la lana e i residui di lavorazione trattengono l'umidità migliorando la capacità di ritenzione idrica del suolo, sono fonte di azoto e zolfo senza effetti negativi sulla qualità del prodotto finale.

I residui di lana, prodotti da un'azienda di lavaggio in Toscana, sono ottenuti in due diversi passaggi della prima trasformazione: 1) la battitura meccanica della lana lavata per rimuovere i residui vegetali grossolani che produce il residuo "lana bianca – LB"; 2) il carbonizzo (e ulteriore battitura) della lana lavata per rimuovere i residui vegetali più piccoli che produce il residuo "lana nera – LN". Insieme alla descrizione del processo di lavaggio, sarà riportata la caratterizzazione dei micro e macroelementi di questi residui e i test di fitotossicità. La possibile applicazione dei residui dei materiali lanieri in agricoltura potrà offrire nuove opportunità per l'utilizzo delle lane locali attualmente non abbastanza utilizzate e/o neglette.

### **Recovery of wool residues from the first phases of wool processing cycle**

Circular green economies support more sustainable productive systems that promote re-using, repairing and giving birth again to materials while limiting the use of naturale resources. In this perspective, the use of waste materials must be encouraged.

In this work, wool residues derived by the first steps of the wool scouring process, were studied as possible soil amendments and slow-fertilizers. It is known, in fact, that wool and wool wastes retain moisture, improving the water holding capacity of the soil, are a slow-release fertilizer especially for nitrogen and sulphur and produce a safe, useful and marketable product.

The wool residues, produced by a wool scouring company located in Tuscany (Italy) are obtained in two different steps of the wool processing chain: 1) the mechanic beating of scoured wool for removing the gross vegetal residues that produces white wool residues - LB; 2) the "carbonization" of scoured wool to remove smaller vegetal residues tha produce black wool residues - LN.

Together with the description of the wool scouring process, the chemical characterization (micro and macro elements) of LB and BW will be shown and the wool materials phytoxicity will be also reported.

The possible application of wool materials in agriculture will open new opportunities for the exploitation of currently under-used and/or neglected local wools.

## Introduzione

L'agricoltura è un settore cruciale dell'economia europea, che fornisce cibo, mangimi e biorisorse che aiutano a sostenere la società. Questo settore in particolare è al centro delle sfide associate alla crescita della popolazione, alla sicurezza alimentare, ai cambiamenti climatici e scarsità di risorse. Negli ultimi 50 anni, l'agricoltura è diventata una risorsa intensiva, basandosi pesantemente sulla disponibilità di fertilizzanti a base di azoto e fosforo, prodotti agrochimici derivati dal petrolio e combustibili fossili.

I principi dell'"economia circolare" possono offrire molte opportunità per l'agricoltura in generale, per aumentare l'efficienza delle risorse e la conservazione della biodiversità.

Il riciclo dei sottoprodotti organici (compresi rifiuti industriali e i residui da trattamento di rifiuti biodegradabili municipali) consente il recupero di nutrienti essenziali per mantenere la produttività agronomica e della materia organica. Come fonti di nutrienti, questi materiali forniscono efficaci alternative ai fertilizzanti chimici e il loro utilizzo agricolo contribuisce allo sviluppo di un'economia circolare per i nutrienti.

In questo settore bene si inseriscono i residui industriali della lavorazione della lana di pecora che, al momento, rappresentano un peso per chi li produce, ma che possono rivelarsi, invece, una risorsa interessante per il settore agricolo. Tale visione rientra nel concetto di "economia circolare", un'economia che possa rigenerarsi da sola (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Mentre in un'economia "lineare" si configura un sistema economico in cui le risorse naturali sono utilizzate come *input* nei processi di produzione e di consumo, per poi essere reimmesse, in parte, nell'ambiente come rifiuti, in un'economia circolare i processi di produzione e di consumo devono essere in grado di riutilizzare, riparare, riciclare e rimettere a nuovo i materiali e i prodotti esistenti, al fine di limitare al minimo l'utilizzo di nuove risorse naturali (La Monica et al. 2014). La transizione verso un modello di economia circolare è una questione che si pone, in maniera rilevante, anche per il settore agricolo. Infatti, anche se la cosiddetta "agricoltura tradizionale" prevede già, almeno in parte, il riutilizzo ciclico dei suoi sottoprodotti, l'agricoltura industriale è molto più lineare, consumando materiali e producendo maggiori quantità di rifiuti da smaltire (Chertow, 2000).

La filiera di produzione delle lane locali in Toscana risulta frammentata e destrutturata, soprattutto a causa del fatto che negli ultimi anni le lane italiane hanno perso il loro valore commerciale. Al fine di creare le condizioni locali per valorizzare queste lane, è necessario individuare le possibili applicazioni attraverso lo sviluppo di produzioni lanieri con maggior valore aggiunto e in quantità tali da giustificare i quantitativi di lane locali prodotte e disponibili. Ciò potrà accadere, da un lato, attraverso l'aumento di attività di ricerca e sviluppo sui materiali lanieri e dall'altro, tramite la risoluzione delle criticità di filiera a partire dalle fasi di produzione e di prima trasformazione. A quest'ultimo riguardo, è da precisare che la lana può essere impiegata in agricoltura solo se sottoposta a lavaggio industriale secondo quanto previsto dalla normativa vigente nel nostro Paese (si veda il DLgs 29 aprile 2010 n. 75). Nel caso in cui, invece, la lana venga avviata alla discarica, tutte le fasi (dall'immagazzinamento, al trasporto, allo smaltimento) devono essere eseguite nel rispetto del Regolamento comunitario UE 124/2011.

Appare chiaro da questa breve illustrazione come le peculiarità tecniche, economiche e normative legate alla produzione agricola delle lane locali e alla loro gestione evidenzino, se non la necessità, almeno l'utilità di trovare molteplici destinazioni d'uso alternative per un prodotto considerato "di scarto".

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di analizzare il possibile contributo allo sviluppo di un'economia circolare attraverso l'applicazione dei residui di lavorazione della lana in campo agricolo.

## Materiali e Metodi

La ricerca è stata condotta presso l'Ibimet-CNR Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche a Firenze.

### *Materiali utilizzati*

Due tipologie di scarto della lana sono stati analizzati per le loro proprietà ammendanti.

I residui sono stati forniti dalla società di lavaggio della lana Carbofin S.r.l situata a Vernio (Prato), Toscana (Italia). Il residuo "lana bianca" (LB) è ottenuto attraverso il battito meccanico della lana lavata da cui vengono asportati i residui vegetali grossolani; il residuo "lana nera" (LN) viene prodotto dopo la "carbonizzazione", cioè la rimozione delle impurità cellulosiche dalla lana mediante trattamento con acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e ulteriore battitura della lana.

### *Analisi degli elementi*

I contenuti di Carbonio (C) e azoto (N) nei due residui di lana (LB e LN) sono stati determinati utilizzando un analizzatore elementare CHN (Carlo Erba Instruments, mod 1500 series 2) secondo il metodo EPA 3052 (USEPA 1995). Macro e microelementi sono stati determinati mediante digestione. I campioni sono stati quindi analizzati con uno spettrofotometro ICP-OES (IRIS Intrepid II XSP Radial, Thermo Fisher Scientific). Il pH secondo la diluizione 1:2.5. (Tabella 1)

### *Test per la valutazione della fitotossicità*

Per valutare la fitotossicità di LB e LN sono stati utilizzati i metodi ufficiale UNI 11780 (APAT Manuali e Linee Guida 20/2003) ove, i prodotti da testare sono utilizzati direttamente come matrici di crescita.

### *Test di Germinazione*

Nel test di germinazione è stato valutato dell'effetto di un estratto acquoso dei residui LN e LB in esame sulla germinazione della pianta test. (*Lolium perenne L.*). I semi, imbibiti costantemente con le soluzioni, sono stati mantenuti al buio e mantenuti alla temperatura media di 23°C ±1 come da protocollo.

Alla fine della prova, dopo 3 giorni, sono stati contati i semi germinati e sono state misurate le lunghezze radicali per determinare l'indice di germinazione alle diverse concentrazioni.

L'indice di germinazione **I<sub>g</sub>** è stato calcolato, per entrambe le concentrazioni considerate A e B, mediante la seguente formula:

$$I_g = [(G_c \times L_c) / (G_t \times L_t)] \times 100$$

dove:

- **G<sub>c</sub>**: numero medio dei semi germinati nel campione
- **G<sub>t</sub>**: numero medio dei semi germinati nel controllo
- **L<sub>c</sub>**: lunghezza radicale media dei semi nel campione
- **L<sub>t</sub>**: lunghezza radicale media dei semi nel controllo

### *Prove di accrescimento*

In questo test si effettua una valutazione dell'accrescimento della pianta test su una miscela del campione in esame con un substrato composto da sabbia e/o torba.

Le due tipologie di residuo LB e LN sono state mescolate in 3 proporzioni (0,125 kg/25 kg, ovvero 0,5%; 0,25 kg/25 kg, ovvero 1%; 0,5 kg/25 kg, ovvero 2%) da un topsoil suolo sabbioso proveniente da un frutteto sperimentale del CNR nel sud della Toscana (42 ° 55'49.81 " N, Long. 10 ° 46'00.11 "E; 15 m s.l.m.). Il suolo utilizzato è scarsamente ghiaioso, da debole a moderatamente strutturato, con tessitura che va dal terriccio argilloso al terriccio sabbioso non calcareo con un pH 6,68 con un contenuto il C organico pari al 0,44%, N totale 0,08% e un rapporto C/N di 5,73.

Per ogni mix sono state preparate 9 repliche in vasi di 125 ml.

La sperimentazione si è svolta in ambiente controllato ad una temperatura costante di 20°C e irrigate regolarmente. I parametri analizzati sono stati: numero di semi germinati a tesi per vasetto, altezze medie dei germogli a tesi per alveolo, biomassa epigea e ipogea, lunghezze di parte aerea e radicale di 6 repliche per

tesi. L'Indice di Accrescimento Gm (alle diverse dosi di impiego) viene calcolato sulla base della formula seguente:

$$\text{Gm \%} = \text{Gc/Gt} \times 100$$

dove:

Gc = Produzione media delle tre repliche di ognuna delle dosi della matrice da saggiare .

Gt = Produzione media delle tre repliche del testimone.

## Risultati/Discussione

### Analisi Chimiche

L'analisi chimico-fisica dei due scarti di lana utilizzati in questo studio è presentata nella Tabella 1: i contenuti in carbonio sono 44.7 e 41.3% rispettivamente per LB e LN, e con un rapporto C / N leggermente più alto per i residui di lana non carbonizzati. Il trattamento di carbonizzazione influisce molto sul contenuto di P (-86% rispetto ai residui non carbonizzati), K (-75% rispetto ai residui non carbonizzati), Mg (-64% rispetto al non- residui carbonizzati), Ca (-57% rispetto ai residui non carbonizzati), Na (-53% rispetto ai residui non carbonizzati) e S (+ 203% rispetto ai residui non carbonizzati). Il parametro che maggiormente differisce tra le due matrici è il pH. I risultati evidenziano un pH di 7 per la lana bianca ed un pH di 2 per la lana nera.

Tabella 1. Caratteristiche dei due materiali utilizzati

Elementi analizzati	<i>Lana Bianca (LB)</i>	<i>Lana nera (LN)</i>
C%	44.7	41.3
H%	6.5	6.1
N%	8.2	8.3
C/N	5.5	5.0
Ca mg kg <sup>-1</sup>	5856	2519
K mg kg <sup>-1</sup>	4416	1113
Mg mg kg <sup>-1</sup>	1761	641.9
Na mg kg <sup>-1</sup>	2684	1263
P mg kg <sup>-1</sup>	1015	141.3
S mg kg <sup>-1</sup>	11130	33740
pH	7	2

### Test di Fitotossicità

Il test di fitotossicità (Minoprio Analisi e Certificazi srl, 2009) indica come soglia di fitotossicità un indice di germinazione inferiore al 30%.

Dalle prove condotto si evidenzia che i valori di germinabilità (Ig) per le diverse matrici sono: Ig<sub>LB</sub> = 84,075%, Ig<sub>LN</sub> = 3,61%, per lo scarto di battitura di lana nera.

### Prove di accrescimento

La tesi di controllo ha mostrato velocità di germinazione minore: nei primi giorni di osservazione, infatti il numero di semi germinati nelle tesi di controllo era sempre inferiore a quello delle altre tesi (dati non esplicitati in tabella). Le tesi con LN e LB, non hanno evidenziato differenze notevoli fra di loro, né rispetto al controllo a tutte le concentrazioni. Inoltre, si è riscontrata una differenza evidente solo nei primi giorni di crescita, ma successivamente i risultati si sono stabilizzati intorno a 8-9 semi germinati per vaso. Per quanto riguarda l'altezza, non si sono notate differenze significative fra le tesi (Tabella 2). Nell'ultima data di osservazione (Tabella 2) le tesi che hanno presentato le altezze medie maggiori sono state LB 250, quindi LB 125, LN 125. Le altezze più basse rispetto al controllo sono state nella tesi LN 500.

Tabella 2. Altezze delle piante alla fine dell'esperimento.

<i>tesi</i>	<i>Altezza (cm)</i>
<b>CTRL</b>	8,33±1,1
<b>LN 125</b>	9,64±0,8
<b>LN 250</b>	8,5±0,9
<b>LN 500</b>	6,86±1
<b>LB 125</b>	9,96±0,5
<b>LB 250</b>	10,67±1
<b>LB 500</b>	8,83±1

CTRL: Controllo, LN125 e LB125 (suolo con lana in concentrazione 0,125 kg/25 kg, ovvero 0,5%); LN250 e LB 250 (suolo con lana in concentrazione 0,25 kg/25 kg, ovvero 1%); LN500 e LB500 (suolo con lana in concentrazione 0,5 kg/25 kg, ovvero 2%)

A queste concentrazioni, il pH 2 del materiale LN è stato efficacemente tamponato dal suolo e la germinazione e lo sviluppo della pianta non sono stati inibiti; anzi, la crescita dei germogli delle tesi LN, LB e è stata superiore o uguale a quella del controllo. Probabilmente l'elevato contenuto di nutrienti (N) in LN (6%) ha influenzato la crescita dei germogli. Il risultato negativo del test di germinazione su LN può essere attribuito unicamente all'acidità del materiale che risulta essere un buon ammendante organico nel test di accrescimento con il suolo. I due residui LN e LB ben si candidano ad essere riutilizzati in agricoltura contribuendo allo sviluppo di un'economia circolare per i nutrienti.

Si ritiene, inoltre, che, parallelamente sia necessario valutare anche la capacità di ritenzione idrica dei substrati alle nuove concentrazioni sottoponendoli a regimi di stress idrico.

## **Bibliografia**

Chertow M.R. (2000), "Industrial symbiosis: literature and taxonomy", *Annual review of energy and the environment*, vol. 25, n. 1, pp. 313-337.

Ellen Macarthur Foundation. Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Report First published December 02, 2015

La Monica M La Monica, L Cutaia, S Franco 2014. [La simbiosi industriale come modello per lo sviluppo sostenibile dei sistemi economici territoriali](#)- Atti del XXVI Convegno annuale di Sinergie, 2014

MINOPRIO ANALISI E CERTIFICAZIONI SRL. 2009. *Appendice K- Determinazione Dell'indice Di Germinazione*

## Sustainability and CSR at Universities: Universities of Malta case study

Andrea Esposito<sup>\*a</sup>, Marie Briguglio<sup>\*\*</sup>, Giuliana Vinci<sup>\*</sup>

*\*Sapienza University of Rome, Department of Management*

*\*\*University of Malta, Department of Economics*

[<sup>a</sup>andrea.esposito@uniroma1.it](mailto:andrea.esposito@uniroma1.it)

### Abstract

Universities are the main actors that can bring sustainability into society, putting it as a model for sustainable development. Therefore, the assessment of integrating sustainability within universities is crucial for their impact on sustainable development.

In order to carry out sustainability projects, universities need to have strong business strategies in order to gain success in the academic education sector. In this way, Corporate Social Responsibility (CSR) becomes one of the highly preferred educational institutions' strategies to gain a good reputation and a competitive edge.

The main result of the study is that, for an institution to succeed in the CSR strategy, actions to implement sustainability plans need to be internalized and supported by management.

The University of Malta has undertaken an initiative to evaluate and improve the environmental performance of the campus. The goal is to improve the university's green credentials, increase staff and student involvement, save resources, and ultimately contribute to achieving national and global environmental goals. The initiative takes into account all aspects of the University's environmental impact, including its activities and infrastructure, as well as its activities in teaching, research and information. The initiative includes: 1. assessment of current environmental impacts; 2. identifying areas for improvement; 3. developing an action plan informed by evidence and best practice in the sector; 4. implementing of the shares, 5. comparison and evaluation of scenarios.

The implementation of the sustainability project provides guidance on the environmental impacts of the behaviour of staff, students, goods and service providers as well as visitors within all departments of the University of Malta, providing guidance on infrastructure interventions, management and behaviour.

To this end, the initiative includes a formal environmental management approach (such as the Environmental Management and Audit Program) and collaborate with sustainable campuses worldwide. By implementing a sustainability project with the CSR model.

### Introduction

Over the last few decades, attention has been focused on the social responsibility of organizations. The activities carried out by the organizations produce effects not only for themselves but also for the other actors involved in the context: stakeholders, companies and other influencing parties.

One can therefore argue that, in the age of globalization, the issues and solutions of a given reality all ideally embrace. We have to be responsible for the choices we make, as they have consequences on our generation and future, by trying to preserve or use the resources more efficiently. Each of us has to act to preserve a sustainable future where the goal is to try to meet today's needs without compromising the ability to meet the needs of future generations.

Undoubtedly, humans must have the moral obligation to preserve the resources of the planet, but this responsibility must also be felt for the institutions of higher education (Hadorn, G., et al. 2006).

From the second half of the 20th century, a long debate on the issue of corporate social responsibility has been put in place. The field has grown significantly and to date there are a good number of theories, approaches and terminologies on social responsibility issues of organizations (Richardson G., R., A. and Lynes, J., K. 2007).

CSR requires organizations to strive to balance and improve environmental, social and economic impacts.

Social Responsibility has become an increasingly important concept both within the European Union and globally, and it has become part of the debate about competitiveness and sustainability in the globalization context. In the European Union, the promotion of Corporate Social Responsibility (CSR) also reflects the need to defend common values and increase the sense of solidarity and cohesion. On the other hand, CSR means that European companies should behave responsibly wherever they operate, in accordance with the

European values and internationally agreed norms and standards. Enterprises of all sizes, in cooperation with their stakeholders, can help by means of CSR to reconcile economic, social and environmental ambitions. CSR must be understood as a concept whereby companies integrate social and environmental concerns in their

business operations and in their interaction with their stakeholders on a voluntary basis. Other terms used for CSR in specialty literature are corporate responsibility, corporate citizenship, corporate sustainability or corporate sustainable development. This definition helps to emphasize that: CSR covers social and environmental issues; CSR is not or should not be separated from business strategy and operations: it is about integrating social and environmental concerns into business strategy and operations; CSR is a voluntary concept and a very important aspect of CSR is how enterprises interact with their internal and external stakeholders (employees, customers, neighbours, non-governmental organizations, public authorities, etc.).

This in turn leads to radical change from the conventional view of organizations: from a simple supplier of goods and services to society (Mosly, I., 2015), to one who sees organizations contribute to the welfare of society Wright, T.S., (2002).

Large organizations and universities are the actors that have a greater influence on people and therefore also more responsibility for environmental issues (Marianne, D., et al. 2001). This topic is particularly suitable for Universities, which have the role of spreading knowledge and helping to raise a nation's level of education.

In recent years, many universities are beginning to set their key performance indicators (KPIs) on social responsibility and sustainability criteria by marrying initiatives to achieve this.

Many campuses are starting to change their approach to sustainability. Most of them are in North America and the Association for the advancement of sustainability in Higher education (AASHE, 2010) reported 783 institutions as active members in North America including 52 in Canada in the summer of 2010 (AASHE, 2010). Although many steps have been taken in the field of campus sustainability, there are still many variations between the institutions. This is due to the wide variety of approaches to change towards sustainability.

The process of institutional change involves many levels and actors of organizations. The major actors of change remain administrators and students (Owens, K.A., et al. 2006).

Unfortunately, very often, two important factors are not taken into account: faculty and staff. If you consider the metaphor of a university as a garden, administrators are the gardener who designs, maintains, and coordinates the various components.

Students, on the other hand, are the yearly operators, those who have the ability to change quickly and regularly even though they are part of the campus community for a short while. Students also know how to show change actions. This push to change needs to be renewed and rebuilt year after year. In fact, students are pushing for change for greater campus sustainability and encouraging change even the campus population most critical to changes. Students can bring new ideas, new perspectives and energies. These strengths provided by students are needed to promote campus sustainability initiatives, especially in slow academic institutions. Students can also make glue for those diverse sectors and increase collaboration and flow of ideas (Marianne, D., et al. 2001).

University typically identify their sustainability efforts either as top-down or bottom-up. However, faculty and staff leadership roles may be more important than previously reported. It is our affirmation that faculty and staff are the internal agents of change in university campuses. Faculties and staff are the stakeholders who have the potential to change university from the inside, given their understanding of how university work, their various skill techniques and their connection between the institute and the lower. They represent a powerful central transforming force when this ability is enabled.

## **Materials and Methods**

Many studies have been conducted on CSR in the Universities applying environmental, social and economic indicators to universities (Velazquez et al., 2006). Most of the indicators in the research are environmental indicators rather than economic or social, these environmental indicators regard to:

- Energy efficiency



- Water efficiency
- Transportation and commuting
- Recycling
- Green buildings

Many Universities have decided to adopt different kind of tools or certification to standardize their methods for greening their campuses. One of the main certification adopted by Universities is ISO 9001 (ISO, 2014). ISO (ISO, 2014) recognizes the fundamental contribution that educational institutions and especially university can give to standardization in terms of:

- Teaching what is being and what can be achieved through standardization;
- Participating in the development of standards, providing the invaluable contribution of academia's work;
- Developing academic studies and research work on standardization.

The main university which adopted ISO 9001 (ISO, 2014) are École de technologie supérieure, Montreal, Canada and China Jiliang University, Hangzhou, China (ISO, 2014).

Another major tool used by American university is The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System (STARTS, 2017), which is a transparent, self-reporting framework for colleges and university to measure their sustainability performance. STARTS aims to involve and identify the full spectrum of colleges and university and encompasses long-term sustainability goals for already high-achieving institutions as well as entry points of recognition for institutions that are taking first steps toward sustainability. STARTS certification can be adopted in many areas to improve sustainability, for example:

- Air and climate: through the Climate and Energy Strategy (CES), the goal is to develop a plan for achieving carbon emissions reduction by 2.025.
- Buildings: with a home-grown Building Sustainability Rating System that evaluates building sustainability performance in six categories: energy, water, waste, transportation, purchasing, and occupant engagement.
- Energy: recycling waste materials or using renewable energy sources.
- Food & dining: by managing their own food chain by adopting a 'farm to plate' approach and composting.
- Transportation: through more ecologically-sound transportation systems like bike sharing and electric vehicle.

University which have adopted this tool include the University of South Florida St.Petersburg, Emerson College, Grand Valley State University, Texas Tech University, Indiana University Bloomington, Northern Michigan University and the University of Central Florida (STARTS, 2017).

The Eco-Management and Audit Scheme (EMAS, 2004) is an important tool for green campus standardization in Europe. EMAS is a structured framework for assessing and managing an organisation's environmental impacts and for the incremental improvement of environmental performance. It incorporates the organisational structure, practices, procedures, processes and resources for environmental management, and can be readily compared to quality management systems, from which they ultimately derive. EMAS can be included in all the university fields:

- Administration: EMAS can help to plan and implement measures to reduce the environmental impacts derived from university activities, such as: procurement, energy, mobility, cafeterias and building construction.
- Research: implementing innovative exchanges trough applied research and day-to-day environmental management.
- Education: students are the most important stakeholders at university, carrying sustainability knowledge not simply in their day-to-day campus interactions but in all the fields of their personal and later professional lives.

The main university that already use this tool are: The University of Gothenburg, the University of Glamorgan and Leeds Metropolitan University (EMAS, 2004).

Another tool for sustainability on campus is the Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) certification. BREEAM was created as a cost-effective tool with the aim of bringing sustainable value to development. BREEAM is part of The Code for a Sustainable Built Environment. The

Code consists of a set of strategic principles and requirements which define an integrated approach to the design, construction, management, evaluation and certification of the environmental, social and economic impacts across the full life cycle of the built environment. It is considered hard to get this certification because it requires to university to reduce CO2 emission by 3- 10 %. The targets include:

- Improve energy efficiency of departmental buildings;
- Revised boiler timings and replacing old boilers with efficient models;
- Insulating pipework, lofts and flooring;
- Installing energy efficient lamps, lighting controls and electricity sub meters.

Some of the University that have successfully obtained a BREEAM certification are: University of Oxford, University of Arts London, Swansea University, University of Edinburgh, University of Bradford, University of Hertfordshire and University of Bristol.

LEED is another buildings certification providing independent verification of a building or neighbourhood’s green features, allowing for the design, construction, operations and maintenance of resource-efficient, high-performing, healthy, cost-effective buildings. To obtain this certification, a university must follow some rules:

- Conserve energy, reduce per capita energy consumption;
- Reduce campus air emissions;
- Reduce material and resource consumption;
- Increase the recycling and conservation of materials;
- Reduce the volume of toxicity of our hazardous waste streams;
- Educate student in sustainable concepts.

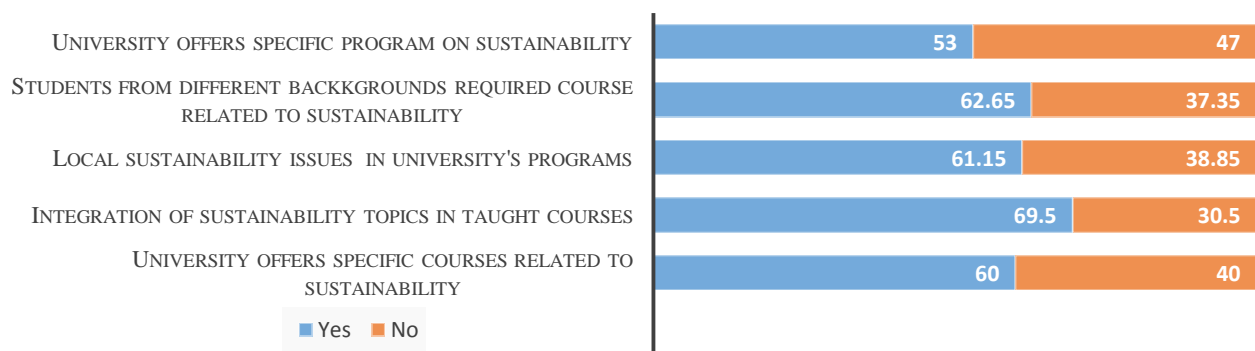
University which have this certification are: MIT, Harvard and University of Texas.

To assess the sustainability practices in the Maltese university, a survey was submitted to student and staff of the Maltese campus.

Besides the personal information and comments/suggestions, the survey consisted of three parts: (1) Teaching and Curriculum; (2) Research and Scholarship and (3) Financial Management.

## Results and discussion

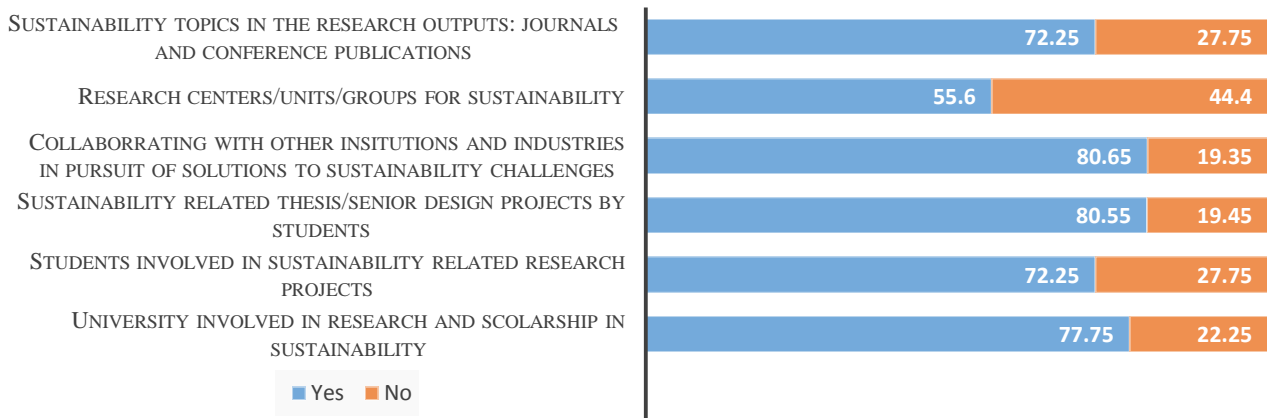
In order to investigate the Maltese university teaching and curriculum are related to sustainability issues. The results in Figure 1 shows that only 60% of Maltese university offer specific programs or concentrations related to sustainability, while only 53% have specific courses related to sustainability. Regarding the integration of sustainability topics in taught courses, 69,5% of university responded positively, showing the need to integrate sustainability into the taught programs. This shows that the current situation in Maltese university in terms of offering specific courses, programs, and/or concentration as well as taught programs relating to sustainability is well underway.



**Figure 1 – Sustainability Teaching & Curriculum at University of Malta**

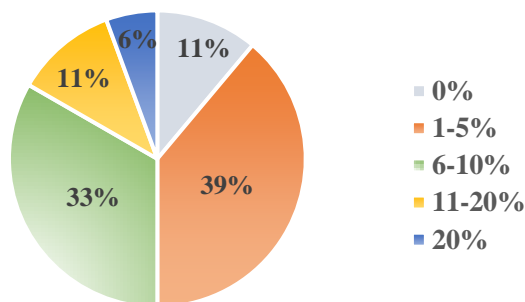
From the results collected from the survey, Figure 2 shows that 77,75% of Maltese university are currently giving priority to sustainability research and encourage consistent scholarships for sustainability awards. On the academic side, it is important to encourage students to get involved in sustainability-related projects and

conduct research in this area. In addition, university graduates and undergraduate students can link their thesis and senior design projects with sustainability issues and challenges. In this regard, the survey results show that 72,25% and 80,55% of Maltese university do encourage their students to conduct sustainability-related research projects and thesis/design projects, respectively, as compared to around 19,35% of university that do not offer such encouragement to their students. This situation is consistent with current practices within renowned international university.



**Figure 2 – Research and Scholarship at University of Malta**

As a tool for evolving sustainability culture in academia, university can allocate from their total research budget a special fund to support research projects integrating sustainability aspects. Figure 3 shows that nearly 40% of Maltese university allocate a small fund (1%–5% of the total research funding) to support sustainability research. The amount of sustainability research varies across the university; however, in general, there is low financial support, as evident from the figure below. In addition, 11.1% have no specific funding for sustainability-related projects.



**Figure 3 – University’s found used by faculties of University of Malta for sustainability projects**

This study was carried out to assess the sustainability practices on teaching and curriculum; research and scholarship; campus operations; management and community; as well as financial management via circulation of SAQ to public sector university in Malta. The key finding from the survey is that in terms of offering specific courses relating to sustainability, Malta is still at an early stage. Less than half of Maltese university have incorporated the issues and challenges of sustainability into their teaching. Regarding research and scholarship, the survey found that Maltese university’ adoption of sustainability practices in their research and scholarship programs is still insignificant. Most university still need to redirect their research towards sustainable practices. On the issue of campus operations, Maltese university have not succeeded very well in bringing efficiency and sustainability into their campus operations. It is believed that the time is now to introduce a National Scheme on Sustainability in Maltese university to help them rearrange their priorities to consider sustainability as a strategic priority in their teaching and curriculum, research and scholarship, and community and financial management. This is in conflict with the massive

spending to equip the university with excellent infrastructure and building new ones. Also, the survey reveals that sustainability-related projects do not link various departments and other stakeholders within campus communities and the larger society. To this end, the desired transformation of Maltese university into centre of excellence in sustainability will contribute in achieving the broader goals of environmental sustainability envisioned in Maltese Vision 2030.

All the positive sustainability on campus results can be improved further. Many Universities used to improve sustainability skills by introducing a better knowledge between students and adopting certifications as shows in table 1.

**Table 1 – Universities which adopted sustainability tools to improve their level of sustainability**

<b>TOOL</b>	<b>UNIVERSITY</b>
<b>ISO 9001</b>	<i>École de technologie supérieure – Jiliang University</i>
<b>STARTS</b>	<i>University of South Florida St.Petersburg - Emerson College - Grand Valley State University - Grand Valley State University -Grand Valley State University - Texas Tech University - Indiana University Bloomington - University of Central Florida</i>
<b>EMAS</b>	<i>The University of Gothenburg - University of Glamorgan - Leeds Metropolitan University</i>
<b>BREEAM</b>	<i>University of Oxford - University of Arts London - Swansea University - Swansea University - University of Edinburgh - University of Bradford - University of Hertfordshire - University of Bristol</i>
<b>LEED</b>	<i>MIT - Harvard and University of Texas</i>

So by an advanced level of information between students and staffs it would be possible to enhance a higher level of sustainability of campuses.

## References

Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (2010), AASHE Institutional and System Office Members, available at: [www.aashe.org/membership/members/institutional\\_members](http://www.aashe.org/membership/members/institutional_members) (accessed 5 July 2010).

EMAS, 2004, Environmental Management Systems in University Occasional Paper for the Environmental Association for University and Colleges.

Hadorn, G., H., Bradley, D., Pohl, C., Rist, S., Wiesmann, U., (2006), “Implications of transdisciplinarity for sustainability research”, *Ecological Economics*, 60, 119-128.

ISO, Teaching Standards Good practices for collaboration between National Standards Bodies and university, Geneva, Switzerland, 2014.

Marianne, D., Neumayer, E., (2001), " Overcoming Barriers to Campus Greening: A Survey among higher Educational Institutions in London”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2 (2), 2001, pp. 139-160.

Mosly, I., (2015), “Barriers to the Diffusion and Adoption of Green Buildings in Saudi Arabia”, *Journal of Management and Sustainability*, 5.

Owens, K.A., Halfacre-Hitchcock, A., (2006), “As green as we think? The case of the College of Charleston green building initiative”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 7 No. 2, pp. 114-28.

Richardson G., R., A., Lynes, J., K., (2007), “Institutional motivations and barriers to the construction of green buildings on campus: A case study of the University of Waterloo, Ontario”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8, 339-354.

STARS, 2017, <https://stars.aashe.org>

Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A., Taddei, J., (2006), “Sustainable University: What can be the matter?”, *J. Clean. Prod.*, 14, 810–819.

Wright, T.S., (2002), “Definitions and frameworks for environmental sustainability in higher education”, *High. Educ. Policy*, 15, 105–120.

## Stress climatico e contenuto polifenolico in piante di olivo Bianchera.

Calabretti A.<sup>1</sup>, Campisi B.<sup>2</sup>, Bogoni P.<sup>2</sup> Masotti P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, via Valerio 6, 34127 Trieste

E-mail: [antonella.calabretti@deams.units.it](mailto:antonella.calabretti@deams.units.it).

<sup>2</sup> Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche “Bruno de Finetti”, via Valerio 6, 34127 Trieste.

E-mail: [barbara.campisi@units.it](mailto:barbara.campisi@units.it) [paolo.bogoni@deams.units.it](mailto:paolo.bogoni@deams.units.it)

<sup>3</sup>Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Economia e Management, via Inama 5, 38122 Trento.

E-mail: [paola.masotti@unitn.it](mailto:paola.masotti@unitn.it)

### Abstract

As is well known in the literature, the olive plant as a whole provides a precious set of nutritional elements with a high healthy power. This work is part of a larger project on the valorisation of the leaves of the Bianchera cultivar (a typical cultivar of Friuli Venezia Giulia), with the aim of formulating a nutraceutical preparation. The ultimate aim of the project is twofold: *i*) to use parts of the plant that normally are not considered into the olive oil production cycles, and *ii*) to meet the demands of consumers more concerned with health and willing to pay a premium for functional foods. In particular, in this preliminary study, leaves and olives from plants located in two areas differently affected by climate stresses, mainly due to the Bora, a cold wind from the northeast with gusts exceeding 180 km/h, have been analyzed. The leaves and olives were compared on the basis of the total polyphenol content, antioxidant activity evaluation, total flavonoid content, and a quali-quantitative analysis of phenolic compounds by HPLC. Overall, the content of polyphenols and the antioxidant activity of olive leaf extracts appeared to be higher than the fruit. The best results - leaves significantly rich in total polyphenols, and especially of hydroxytyrosol and oleuropein – would seem to be associated with olive plants which, although located at low altitudes (practically at sea level), are more exposed to the Bora gusts.

### Introduzione

Come noto, la pianta dell'olivo fornisce al consumatore finale un ricco insieme di elementi nutrizionali a elevato potere salutistico. Negli ultimi anni, l'interesse degli studiosi si è rivolto non solo verso l'olio, ma anche verso altre parti della pianta dell'olivo, ad esempio le foglie. Esse, infatti, nonostante siano considerate un prodotto di scarto spesso utilizzato nella mangimistica animale, contengono le stesse molecole presenti nell'olio e responsabili delle attività salutari, ma in quantità decisamente maggiori (Ahmad-Qasem et al. 2014). Diversi lavori hanno messo in evidenza come l'estratto di foglie di olivo abbia ad esempio la capacità di abbassare la pressione sanguigna negli animali e aumentare il flusso sanguigno nelle arterie coronarie, nonché alleviare aritmie e prevenire spasmi muscolari intestinali (Benavente-García et al. 2000). Nel corso degli anni lo sviluppo di varie tecniche analitiche ha permesso di caratterizzare meglio i composti presenti all'interno di tali estratti e di valutarne l'attività farmacologica. Si è scoperto che oltre ad avere una notevole capacità antiossidante dovuta alla presenza di polifenoli, flavonoidi e oleuropeosidi in particolare, questi estratti possiedono anche una spiccata attività antibatterica, antivirale, chemioterapica, gastroprotettiva, ipolipidemizzante, antiinfiammatoria e cardioprotettiva (Sudjana et al. 2009, Elamin et al. 2013). L'utilizzo delle foglie di olivo come risorsa naturale ricca di composti polifenolici, prodotti in grandi volumi, può pertanto costituire un buon punto di partenza per l'allestimento di formulazioni nutraceutiche con elevato potere antiossidante. Basta qui ricordare come gli estratti di foglie di olivo abbiano infatti già trovato impiego quali integratori alimentari nel contrastare i danni cellulari causati da stress ossidativo.

Questo lavoro preliminare, nell'intento di comprendere meglio se le caratteristiche quali-quantitative delle foglie della Bianchera, *cultivar* tipica del Friuli Venezia Giulia ed in particolare del Carso triestino, siano idonee a tali tipi di formulazioni, si è focalizzato sulla caratterizzazione dei principali composti fenolici (e sulla determinazione della loro attività antiossidante) presenti appunto nelle foglie, nonché nelle olive di questa varietà. Sono stati analizzati campioni provenienti da due zone differentemente esposte agli stress climatici, dovuti principalmente al vento di Bora, con forti raffiche che possono superare anche i 180 km/h,

al fine di evidenziare un'eventuale differenza nel profilo polifenolico quali-quantitativo e, quindi, l'influenza dello stress climatico sul potere antiossidante. Specificatamente, i campioni provenivano da olivi presenti in località Caresana (45°36'21" N - 13°51'28" E, 105 m s.l.m.) che, pur essendo ad un'altitudine maggiore, è riparata rispetto al vento di Bora e in località Montedoro (45°36' N - 13°36' E 2m s.l.m.), zona particolarmente esposta alle raffiche di vento, per effetto del quale è possibile risentire di un calo termico di almeno 5°C.

## Materiali e metodi

### *Campionamento*

I campioni di foglie d'olivo, raccolti da più alberi di Bianchera provenienti dallo stesso appezzamento oggetto di indagine, sono stati riuniti e suddivisi in vari lotti, 5 per la zona di Caresana e 5 per la zona di Montedoro. La raccolta delle foglie è avvenuta ad ottobre, ad una temperatura di 16°C con vento ENE a 37 km/h. Una seconda raccolta di foglie è stata effettuata a gennaio, successivamente a un periodo di venti di Bora, in cui la temperatura registrata negli uliveti indagati è stata di 0.5°C con vento ENE a 148km/h. Analogamente sono state campionate le olive, ottenendo 14 lotti per ciascuna zona (forniti direttamente dall'azienda olivicola, in modo che fossero quanto più rappresentativi possibile dell'intera produzione) Per quanto concerne la località Montedoro, tra le olive raccolte in questo appezzamento sono stati ricavati 6 lotti di olive completamente chiare. Non è stato possibile campionare le olive in condizioni di vento forte, poiché la totale raccolta delle olive è comunque avvenuta prima del verificarsi delle avverse condizioni ambientali.

### *Preparazione dei campioni*

Prima di procedere con le analisi, ciascun lotto di foglie, separate dai rami, è stato disposto su una superficie piana ad essiccare all'aria per un periodo di 7 giorni. L'estrazione dei polifenoli dalle foglie di olivo è stata eseguita secondo tre diverse modalità, variando il tempo di estrazione (30 minuti, 72 h) ed il solvente (acqua e soluzione metanolica al 20%), allo scopo di evidenziare le migliori condizioni. Per quanto riguarda invece le olive, ciascun lotto è stato denocciolato e tritato, quindi un'aliquota di 10g è stata estratta con 30 ml di una soluzione di metanolo all'80%.

### *Analisi dei campioni*

I polifenoli totali presenti nelle foglie di olivo e nelle olive sono stati determinati mediante il metodo colorimetrico di Folin-Ciocalteu (Abderrahim et al. 2016). Per la determinazione dei flavonoidi è stato impiegato il metodo dell'alluminio cloruro con lettura spettrofotometrica a 510 nm (Smirmova and Pervykh 1998). Per la determinazione dell'attività antiossidante è stato invece utilizzato il metodo dell'ABTS [acido 2,2' azino - bis (3 - etilbenzotiazolin - 6 sulfonico)] con lettura spettrofotometrica a 734 nm (Re et al. 1999, Kuan et al.2016). Il potere antiradicalico (ARP) viene definito secondo la seguente relazione:  $ARP = 1/IC_{50}$ , dove il valore  $IC_{50}$  a sua volta definisce la concentrazione di componenti fenolici richiesta per inattivare il 50% del radicale cationico  $ABTS^+$  (e pertanto più alto sarà il valore dell' $IC_{50}$  minore risulterà essere l'azione antiossidante del campione esaminato). Per l'analisi del profilo fenolico mediante HPLC è stato impiegato un HPLC-DAD 1260 Infinity II (Agilent, CA, USA), con una colonna cromatografica InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 di Agilent Technologies, (4.6 x 150 mm, 4µm). È stata utilizzata una miscela ternaria costituita dai seguenti solventi: A=soluzione acquosa di acido ortofosforico 0,2%, B=acetone nitrile e C=metanolo. Le condizioni operative hanno richiesto un flusso di 1 ml/min, a una temperatura di 30°C con il gradiente qui di seguito riportato:

Tempo [ min ]	A [%]	B [%]	C[%]
0.00	96	2	2
40.00	50	25	25
45.00	40	30	30
60.00	0	50	50
70.00	0	50	50
72.00	96	2	2
82.00	96	2	2

## Risultati e discussione

### *Determinazione dei polifenoli totali nelle foglie di olivo*

Per ciascuna delle diverse aliquote di foglie, provenienti dalle due diverse località, sono stati ottenuti diversi estratti preparati con diverse modalità, come illustrato precedentemente.

Nella tabella 1 sono riportati i risultati relativi al contenuto in polifenoli totali (TPC) nelle foglie di olivo ottenuti rispettivamente mediante estrazione acquosa breve (30 min), lunga (72h) e con solvente (CH<sub>3</sub>OH/H<sub>2</sub>O).

**Tabella 1:** contenuto di TPC in funzione delle diverse modalità estrattive; i risultati sono espressi come valore medio di tre determinazioni (mg TPC/g foglie)

Modalità estrattiva	Media polifenoli (mg/g)	DS
30 min	30,0	0,15
72 h	46,3	1,06
solvente	52,5	2,74

Appare evidente come il prolungamento del tempo di estrazione abbia apportato un significativo incremento della concentrazione polifenolica (approssimativamente +60%). Ancora più performante, seppur di poco, si è rilevata l'estrazione con soluzione metanolica. Tuttavia, l'estrazione con solvente non può essere utilizzata ai fini commerciali, essendo l'obiettivo finale l'ottenimento di un estratto alimentare, per il quale il metanolo non è un solvente permesso (UE, 2011). Si è quindi deciso di condurre l'intera sperimentazione applicando la metodica estrattiva breve, avvalendosi però dell'idea di sviluppare a livello industriale l'estrazione a 72 ore. Per quanto concerne il contenuto di TPC nelle foglie di olivo, i campioni provenienti dalla località Montedoro, maggiormente esposta a stress climatico, hanno evidenziato valori più elevati rispetto a quelli della zona di Caresana, più protetta alle intemperie, con un incremento medio del 103%. Come evidente dalla bibliografia, tale incremento è compatibile con il fatto che, in seguito al danno dovuto al vento freddo e violento che la colpisce, nella pianta sia indotta una maggiore biosintesi di molecole fenoliche, allo scopo di proteggere i suoi componenti (Morelló et al. 2006, Cadot et al. 2011, Di Cesare et al. 2014).

Successivamente è stato analizzato il contenuto fenolico nelle foglie di olivo, provenienti dalle medesime aree, raccolte dopo un periodo di venti di bora molto forti (148km/h). E' stato interessante osservare come il fattore climatico abbia determinato effetti diversi sulle due tipologie di campioni. Infatti la quantità di polifenoli contenuti nelle foglie di olivo della zona di Caresana risultava aumentata; questo indica che le piante hanno reagito per affrontare la situazione avversa creando dei meccanismi di autoprotezione e aumentando la quantità delle sostanze fenoliche. L'incremento medio risulta essere del 47,7%. Diversamente a quanto ci si aspettava, le foglie prelevate nella zona di Montedoro hanno evidenziato un decremento di circa il 13,8%. Si ritiene che ciò possa accadere perché le piante, in quantolocate in una zona normalmente più esposta agli stress climatici, reagiscono in misura minore attivando in modo limitato le vie biosintetiche per la produzione dei polifenoli. Tale ipotesi sembra essere confermata da dati di letteratura inerenti componenti vegetali come le clorofille e i pigmenti che diminuiscono in piante costantemente esposte a bruschi abbassamenti termici (Morelló et al. 2006).

### *Determinazione dei polifenoli totali nelle olive*

Relativamente al valore del TPC nelle olive della cultivar Bianchera, ottenute dalle medesime zone, si osserva come le quantità siano significativamente diverse tra i tre gruppi considerati. Le olive raccolte in località Caresana presentavano un contenuto medio di 21,9 mg/g di olive  $\pm$  2,06, del tutto analogo a quanto riscontrato nelle foglie (25,7  $\pm$  5,15). Nelle olive raccolte nella zona di Montedoro, invece, il TPC aveva un valore medio di 14,9  $\pm$  4,59, nettamente inferiore rispetto a quello riscontrato per le foglie, 52,2  $\pm$  9,47. Anche in questo caso si può ipotizzare che l'esposizione climatica più avversa abbia l'effetto di potenziare la biosintesi fenolica maggiormente nelle foglie piuttosto che nelle olive, essendo per la pianta le foglie il componente principale da proteggere. Se andiamo a considerare la variabile "colore", sempre per la località Montedoro, le olive rimaste completamente bianche dopo la maturazione (ma caratteristiche per questo motivo della cultivar Bianchera) hanno mostrato un contenuto medio maggiore di polifenoli, 17,0  $\pm$  4,79, rispetto a quelle più scure, 13,9  $\pm$  4,3.

#### *Determinazione del contenuto di flavonoidi nelle foglie di olivo e nelle olive*

Il contenuto dei flavonoidi totali determinato nelle foglie di olivo non ha evidenziato differenze significative tra i campioni provenienti dalla due località, con una concentrazione di 13,4 mg/g per la zona di Caresana e di 13,9 mg/g per la località Montedoro. Per quanto concerne i flavonoidi presenti nelle foglie dopo esposizione ai venti di Bora, si è osservato invece un aumento del 46,6% nei campioni provenienti da Caresana, mentre non si è riscontrata alcuna variazione per le foglie raccolte in località Montedoro, se non del -1,8%, comunque nettamente inferiore a quanto evidenziato nel caso del TPC.

Per quanto riguarda il contenuto di flavonoidi nelle olive, invece, sono emerse differenze significative tra le due zone di raccolta, con i valori ottenuti per la località Montedoro superiori mediamente del 52,3%. Anche in questo caso è possibile ascrivere tale situazione al permanere delle piante in una situazione termica di stress più lunga. Non appaiono, invece, differenze significative tra olive chiare e olive scure, con valori rispettivamente di 11,0 mg/g e 12,5 mg/g.

#### *Determinazione dell'attività antiossidante nelle foglie di olivo*

Gli estratti con la migliore attività antiossidante sono risultati essere quelli relativi ai campioni di foglie proveniente dalla zona di Montedoro, con un valore medio di  $IC_{50}$  di 0,48 mg/g, rispetto all' $IC_{50}$  delle foglie della zona A, con un valore medio di 1,53 mg/g.

Di particolare interesse sono i dati emersi dalla determinazione dell'attività antiossidante misurata negli estratti ottenuti dalle foglie climaticamente stressate. I campioni provenienti dalla zona di Caresana hanno manifestato un incremento medio superiore al 100%, passando da 1,53 mg/g a 0,75 mg/g. In questo caso l'aumento del contenuto polifenolico complessivo ha prodotto un incremento non solo in termini assoluti dei polifenoli, ma nello specifico di quelli aventi principalmente attività antiossidante. Nei campioni della zona di Montedoro, invece, si è assistito a una riduzione dell'attività antiossidante, da 0,48 mg/g a 0,84 mg/g. Poiché le piante, in questo secondo caso, non hanno manifestato in generale un aumento del TPC in seguito allo stress climatico, sembra plausibile ipotizzare che i polifenoli protettivi siano stati consumati per proteggere la pianta.

#### *Determinazione dell'attività antiossidante nelle olive*

L'attività antiossidante delle olive si è rivelata molto variabile. Per quanto concerne le olive provenienti dalla zona più protetta, il valore medio riscontrato di  $IC_{50}$  è stato di 1,55 mg/g, inferiore dell'82,2% rispetto all'attività media delle olive provenienti dalla località Montedoro (0,85 mg/g).

Nell'ambito dei campioni provenienti da quest'ultima zona, è rilevante il fatto di come le olive dotate di maggior attività antiossidante siano state quelle scure, con un valore medio di 0,78 mg/g a fronte di quelle chiare (1,18 mg/g). In termini di TPC, le olive chiare presentavano valori più alti rispetto a quelle scure e dunque questi ultimi dati potrebbero indicare come la qualità dei polifenoli presenti nelle olive chiare non sia prevalentemente a carattere antiossidante.

#### *Analisi HPLC delle foglie di olivo*

L'analisi HPLC è stata eseguita sui campioni oggetti di indagine allo scopo di determinare il profilo qualitativo dei principali polifenoli caratterizzanti. In particolare, l'attenzione è stata rivolta a tre molecole significative (lettura a 280 nm): idrossitirosolo (5OH-Tyr), responsabile dell'attività antiossidante; tirosolo (Tyr), responsabile del gusto amaro e pungente dell'olio, delle olive e degli estratti acquosi e oleuropeina (OLE), che possiede attività antiossidante e conferisce gusto amaro e pungente. L'analisi cromatografica ha confermato quanto già rilevato, con la determinazione del TPC e dell'attività antiossidante. Innanzitutto si è evidenziato in tutti i campioni il netto prevalere dei fenoli antiossidanti (5OH-Tyr e OLE), in misura maggiore nelle foglie provenienti dalla zona di Montedoro. Nella Tabella 2 è riportato il contenuto dei tre principali polifenoli nelle diverse tipologie di campione indagato. Si osserva come nei campioni provenienti dalla zona di Caresana e sottoposti a stress climatico la componente antiossidante aumenti significativamente, ad ulteriore dimostrazione delle strategie difensive messe in atto dalla pianta per sostenere l'aggressione climatica. Nello specifico, si nota un incremento delle molecole antiossidanti principali quali il 5-OH-Tyr e l'oleuropeina, rispettivamente del 52,7% e del 79,1%. Il Tirosolo aumentato del 89,7%, ha prodotto un intenso sapore amaro all'estratto acquoso (test organolettico), tale intensità è tuttavia riconducibile anche al netto prevalere dell'oleuropeina. Nelle foglie provenienti dalla zona di Montedoro, invece, il contenuto di 5-OH-Tyr si riduceva del 15,9% e di Tyr del 25,8%, mentre l'OLE aumentava del 17,3%. La perdita del 5-OH-Tyr, pur se importante non sembra da sola giustificare la perdita di attività antiossidante evidenziata nelle foglie dopo la Bora (-56,7%).



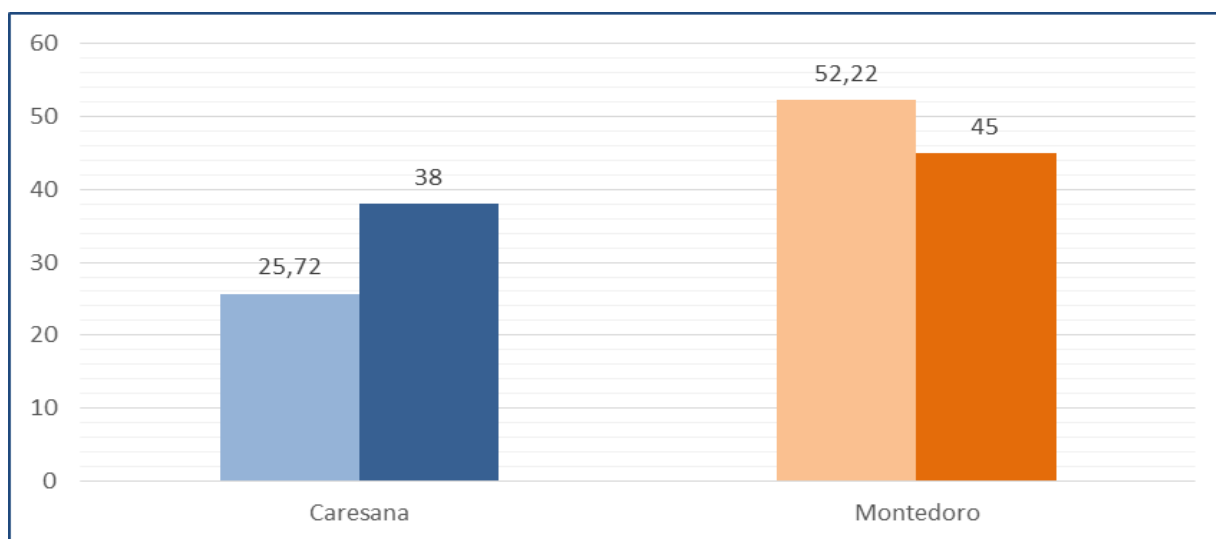
**Tabella 2:** Contenuto di idrossitirosolo, tirosolo e oleuropeina nelle diverse tipologie di campione.

Campione	5OH-Tyr ( $\mu\text{g/g}$ )	Tyr ( $\mu\text{g/g}$ )	OLE ( $\mu\text{g/g}$ )
Caresana	12,17 $\pm$ 0,12	4,97 $\pm$ 0,16	18,23 $\pm$ 1,35
Montedoro	26,28 $\pm$ 1,05	12,34 $\pm$ 0,55	44,43 $\pm$ 2,10
Caresana (Bora)	18,59 $\pm$ 1,17	9,43 $\pm$ 1,41	32,65 $\pm$ 1,27
Montedoro (Bora)	22,11 $\pm$ 1,28	9,16 $\pm$ 1,57	52,11 $\pm$ 2,03
Caresana (olive)	12,65 $\pm$ 2,43	8,61 $\pm$ 2,34	41,72 $\pm$ 3,76
Montedoro (olive)	21,77 $\pm$ 3,54	17,83 $\pm$ 1,85	55,33 $\pm$ 3,36

Al test organolettico gli estratti di Montedoro hanno evidenziato un intenso sapore amaro ma meno pungente di quelli ottenuti con le foglie provenienti dalla località Caresana. La pungenza è da attribuirsi, pertanto, prevalentemente all'OLE. Per quanto concerne le olive, quelle ottenute in zona Montedoro hanno mostrato un quantitativo maggiore di tutti e tre i polifenoli caratterizzanti, confermando quanto già riscontrato nella caratterizzazione del TPC.

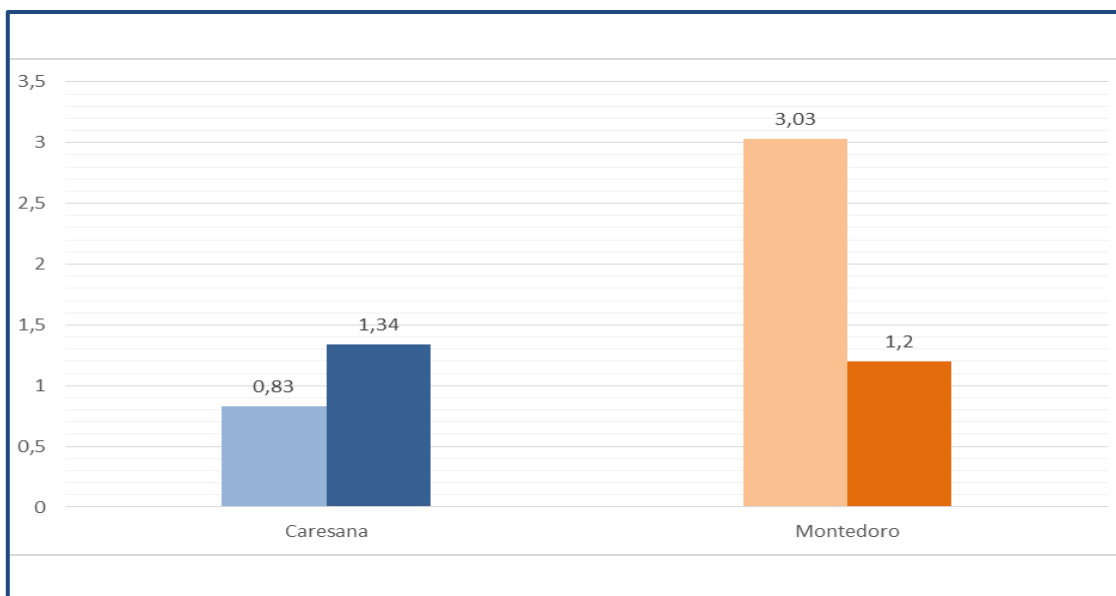
#### Conclusioni

Riassumendo, si può affermare che il decotto acquoso di foglie d'olivo raccolte nella zona di Montedoro ha evidenziato un contenuto fenolico più elevato, sia in presenza che in assenza di stress climatico (vedi Fig. 1).



**Figura 1:** Confronto tra le concentrazioni di polifenoli totali, espresse in mg/g, nei campioni di foglie di olivo provenienti dalla zona di Caresana e dalla zona di Montedoro, prima (colore chiaro) e dopo (colore scuro) lo stress climatico.

Risultati che sono stati confermati dalla determinazione dell'attività antiossidante (vedi Fig. 2). Analizzando i dati relativi alle concentrazioni di molecole polifenoliche sia negli estratti di foglie di olivo sia in quelli di olive si può infine notare come le foglie presentino valori più elevati, soprattutto se andiamo a considerare le foglie raccolte dopo che le piante sono state sottoposte a un intenso stress climatico. Sulla base di quanto riscontrato in questo studio preliminare, pertanto, nell'ipotesi di dover definire la messa a punto di una formulazione a base di foglie di olivo della varietà Bianchera, si ritiene che sia preferibile utilizzare principalmente le foglie provenienti dalla zona Montedoro, in quanto particolarmente ricche di polifenoli totali e in particolare di idrossitirosolo e oleuropeina.



**Figura 2:** Confronto tra l'attività antiossidante, espressa in ARP, nei campioni di foglie di olivo provenienti dalla zona di Caresana e dalla zona di Montedoro, prima (colore chiaro) e dopo (colore scuro) lo stress climatico.

### Bibliografia

Abderrahim M., Arribas S. M., Condezo-Hoyos L. (2016). A novel high- throughput image based rapid Folin-Ciocalteu assay for assesment of reducing capacity in foods, *Talanta*, 152, 82-89.

Ahmad-Qasem M.H., Cánovas J., Barrajón-Catalán E., Carreres J.E., Micol V., García-Pérez J.V. (2014). Influence of Olive Leaf Processing on the Bioaccessibility of Bioactive Polyphenols. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62, 6190-6198.

Benavente-García O., Castillo J., Lorente J., Ortuño A., Del Rio J.A. (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L.leaves. *Food Chemistry*, 68, 457-462.

Cadot Y., Chevalier M., Barbeau G. (2011). Evolution of the localisation and composition of phenolics in grape skin between veraison and maturity in relation to water availability and some climatic conditions. *Journal of Science and Food Agriculture*, 91, 1963–1976.

Di Cesare L.F., Migliori C.A, Leteo F., Campanelli G. (2014). Influence of climatic conditions on nutritional and nutraceutical profiles of organic-grown sweet red-peppers (*Capsicum annuum* L.). *Progress in Nutrition*, 16 (1), 52-56.

Elamin M.H., Daghestani M.H., Omer S.A., Elobeid, M.A., Virk P., Al-Olayan E.M., Hassan Z.K., Mohammed O.B. (2013). Olive oil oleuropein has anti-breast cancer properties with higher efficiency on ER-negative cells. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 53, 310-316.

Kuan L.Y., Thoo Y.Y., Siow L.F. (2016). Bioactive components, ABTS radical scavenging capacity and physical stability of orange, yellow and purple sweet potato (*Ipomoea batatas*) powder processed by convection- or vacuum-drying methods. *International Journal of Food & Science Technology*, 51, 700-701.

Morelló J.R., Paz Romero M., Motilva M.J. (2006). Influence of Seasonal Conditions on the Composition and Quality Parameters of Monovarietal Virgin Olive Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 83(8), 686-690.

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Journal of Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.

Smirnova L.,P., Pervykh L.N. (1998). Quantitative determination of the total content of flavonoids in the flowers of immortelle *Helichrysum arenarium*. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 32 (6), 35-38.

Sudjana A.N., D'Orazio C., Ryan V., Rasool N., Islam N.J., Riley T.V., Hammer K.A. (2009). Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33 (5), 461-463.

UE (2011), Regolamento n. 1130/2011 della Commissione dell'11 novembre 2011 che modifica l'allegato III del regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo agli additivi alimentari istituendo un elenco dell'Unione degli additivi alimentari autorizzati negli additivi alimentari, negli enzimi alimentari, negli aromi alimentari e nei nutrienti.

# SEAWATER CULTIVATED SPINACH: EFFECT OF BOILING AND STEAMING ON TOTAL PHENOLIC, SODIUM AND POTASSIUM CONTENT

Pandolfi C.<sup>1\*</sup>, Caparrotta S.<sup>1</sup>, Diamanti I.<sup>1</sup>, Azzarello E.<sup>1</sup>, Masi E.<sup>1</sup>, Mancuso S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA), Università di Firenze, viale delle Idee 30, 50019, Sesto F.no (FI)

Pandolfi C.: camilla.pandolfi@unifi.it (\*Corresponding Author)

Caparrotta S.: stefania.caparrotta@unifi.it

Diamanti Ismael: gimmyit@hotmail.it

AzzarelloE.: elisa.azzarello@unifi.it

Masi E.: elisa.masi@unifi.it

Mancuso S.: stefano.mancuso@unifi.it

## Riassunto

Le piante di spinacio sono state coltivate utilizzando un floating system dove parte dell'acqua era sostituita con acqua di mare (10 e 20%). Durante l'esperimento è stata monitorata la crescita, e, alla fine del ciclo, sono state raccolte le foglie, e analizzate nel loro contenuto in polifenoli, sodio e potassio sia come prodotto fresco

che processato con bollitura o cottura a vapore.  I risultati suggeriscono che l'uso di una certa quantità di acqua di mare è una pratica possibile per la coltivazione degli spinaci, da investigare al fine di migliorare la produzione senza influenzare i valori nutrizionali dei cibi trasformati (bollitura e cottura a vapore).

## Abstract

Plants of spinach were cultivated in a floating system where water was integrated with seawater at two concentrations (10 and 20%). Growth was monitored during the experiment, and, at the end of the life cycle, leaves were collected, and analyzed in their total phenolics, sodium and potassium content as unprocessed as well as boiled and steamed. Results suggest that the use of a certain level of seawater in the cultivation of spinach is a practical possibility to be explored in the direction of increasing crop production without affecting nutritional values of processed food (cooking and steaming).

## Introduction

Freshwater is not distributed evenly, and in many regions around the world, such as the Sub-Saharan region and the Sub-Indian continent, water is seriously scarce or heavily contaminated. Seawater farming addresses the severe lack of freshwater for agricultural activities in coastal regions, as agriculture is currently using the 70% of total freshwater.

Seawater use for growing crops has long been studied; while an agriculture based on pure seawater is currently impossible, seawater hydroponics may be viable, not aggravating salinization problems in soils.

This work aimed at assessing the total polyphenolic components and sodium and potassium content of spinach grown with 2 seawater and freshwater blends (i.e. 10%-20% of seawater), and how they varied upon different cooking processes (i.e. boiling and steaming).

## Materials and methods

Spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Emilia F1) was cultivated in a floating system in a cold glasshouse in Sesto Fiorentino (FI, Italy). The cultivation cycle was carried out in autumn (transplant on 20 November 2017). Plants were grown in three polystyrene 53.2x32.3x6 cm 60-alveoli trays (one plant per alveolus). Trays floated in polypropylene 36x56x29 cm tanks, lined with a black (inside)/white (outside) polyethylene sheet.

The tanks contained 21 l of solution obtained by mixing 0%, 10% and 20% of seawater with a nutrient solution made with NFT Aqua Supermix (Bio Nova) 3 ml/l of tap water. pH was corrected at 5.5 using a 10% solution of HNO<sub>3</sub> (65%).

During the 4 weeks cultivation cycle, the nutrient solution consumed by the plants was not changed, but only reintegrated with tap water once after 14 days of cultivation.

Mean values of pH and electrical conductivity (EC) of the three solutions are reported in Table 1 together with the same values for tap water and seawater used in the experiment.

Table 1. Mean values of pH and electrical conductivity (EC) of the three nutrient solutions

Nutrient solutions	EC (ms/cm)	pH
Control	2.22	5.7
Seawater 10%	8.55	5.7
Seawater 20%	14.83	5.7
Tap water	0.66	7.6
Seawater 100%	46.90	8.1

Twenty-one plants were placed in each tank in a matrix of 3x7 and empty alveoli were left in order to give enough space to the plants to grow.

Plant growth was monitored by collecting leaf and root fresh (FW) and dry weights (DW) at the beginning of the experiment, at 14 days after the transplant (DAT) and at 28 DAT (final harvest). Furthermore, at the final harvest the spinach leaves were separated and scanned at 600 dpi using an optical scanner and leaf area was determined using the open source image analysis program ImageJ 1.42 version (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA). Specific leaf weight (SLW) was calculated as the leaf dry mass divided by leaf area. Dry weight was obtained by oven-drying the samples at 70°C until was reached a constant weight (4 days). Total DW per unit of plant was used to determine the RGRs (expressed in  $\text{g g}^{-1} \text{day}^{-1}$ ) at 14 DAT (T0-T14) and at 28 DAT (T14-T28) according to Perez-Harguindeguy et al. (2013) using the formula:  $\text{RGR} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$ , where W is the total plant weight (g) and t, the time (in days) between the two reference periods.

#### *Boiling and steaming*

Boiling of spinach leaves was conducted using a domestic atmospheric cooker. Briefly, spinach leaves (~20g in fresh weight) were immersed in 300 mL of boiling water and cooked for 8 min. Steaming was performed on an atmospheric steam cooker. The spinach samples (~20g in fresh weight) were placed on a tray in the steam cooker covered with lid and steamed over 2 L of boiling water under the atmospheric pressure for 20 min. After the cooking processes, spinaches were cooled down and an amount was immediately sampled to determine the total phenolic content. The remaining plant material was then oven-dried in order to analyze the ionic content (Na and K).

#### *Analyses on unprocessed and processed spinach leaves*

Total phenolic content, and  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  content were analysed on fresh, steamed and boiled spinach leaves grown in Control, Seawater 10% and Seawater 20% conditions.

Total phenolic content was analyzed using the protocol described by Ainsworth and Gillespie (2007) with few modifications. In detail, fresh samples (~0.03g) were collected in a 2 ml round-bottom centrifugation tube, weighed, immediately frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C. A tungsten bead ( $\varnothing$  5 mm) was added in each tube and leaf tissue was mechanically disrupted using TissueLyser II system (QIAGEN, cat. no. 85300) for 30 s at 30 Hz. In each sample were added 1 ml of ice-cold MetOH (95%, vol/vol) and incubated at room temperature for 1h in the dark. Subsequently, the samples were centrifuged at 13000 g for 5 min and the supernatant was collected in a new 2 ml round-bottom tube. An aliquot (100  $\mu$ l) was added to 10% (vol/vol) Folin-Ciocalteu reagent and vortex thoroughly. Then, 800  $\mu$ l of a solution 700 mM of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  was added into each tube and incubate at room temperature for 90 min. Absorbance of samples and standard curve (0 - 100  $\mu$ g  $\text{ml}^{-1}$  of gallic acid) was measured at 765 nm with the microplate reader (Tecan, Infinite 200). The reported values represent the mean and deviation standard of three replicates expressed as  $\mu$ g/g, gallic acid equivalents.

The oven-dried plant material used to quantify the dry biomass at the final harvest (28 DAT) and after the cooking processes (boiling and steaming) was ground to a fine powder to achieve a homogenous representative sample for ion analyses and antioxidant activities.

Ion analyses were performed digesting the ground tissue samples in a solution 0.5 M HNO<sub>3</sub> for 48h under constant shaking in the dark. Sodium and potassium concentrations of diluted extracts were analyzed by a flame-photometer (Digiflame 2000, Lab Services sas, Rome, Italy) according to the methodology described in Bazihizina et al. (2015) and expressed as  $\mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$ .

## Results and discussion

For commercial purposes, the main component of interest in spinach are the leaves. The two seawater treatment didn't affect plant growth at the first harvest, while at the final harvest, leaf fresh weights of spinach with 10% and 20% of seawater were higher than controls (Fig. 1), showing that seawater had a positive effect on plant growth.

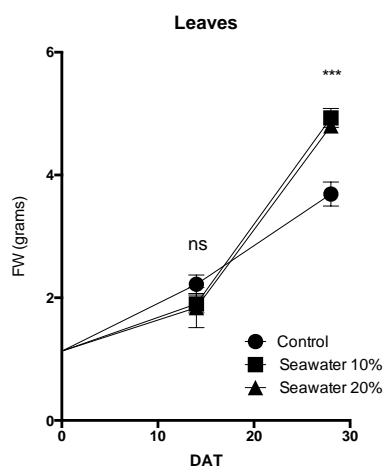


Figure 1. Leaf fresh weight in Control, Seawater 10% and 20% plants. Values reported are the mean  $\pm$  s.e. and letters indicate the significant differences according to Tukey's Test ( $P \leq 0.05$ ).

The same trend was observed in dry weights (data not shown) and in the relative growth rate (RGR) calculated between 14-28 DAT (Fig. 2).

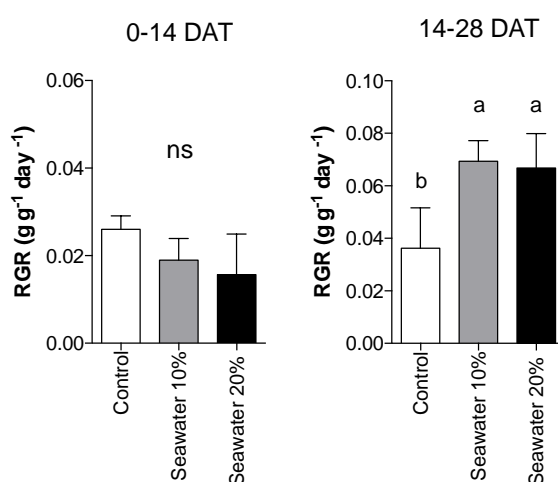


Figure 2. Relative growth rate (RGR) at 0-14 DAT and 14-28 DAT of Control, Seawater 10% and 20% plants. Values reported are the mean  $\pm$  s.e. and letters indicate the significant differences according to Tukey's Test ( $P \leq 0.05$ ).

Seawater affected leaf area of the 20% of seawater treatment, and, consequently an increase of the Specific Leaf Weight was reported (Fig. 3).

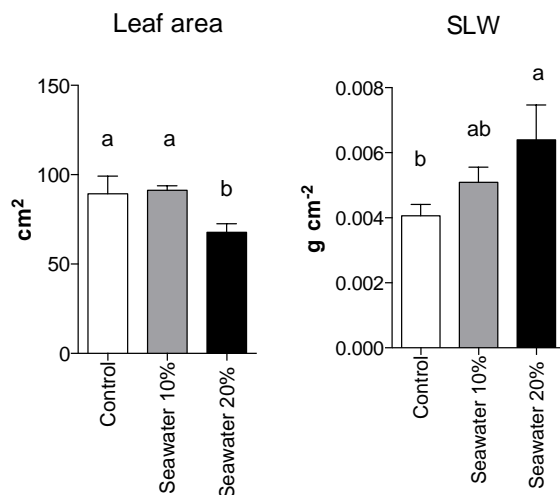


Figure 3. Total leaf area and specific leaf weight (SLW) at 28 DAT of Control, Seawater 10% and 20% plants. Values reported are the mean  $\pm$  s.e. and letters indicate the significant differences according to Tukey's Test ( $P \leq 0.05$ ).

In agreement with our findings some earlier studies showed that spinach had higher yield under moderate salinity conditions (Yousif et al. 2010). Furthermore Speer and Kaiser (1991) reported that spinach showed little growth impairment within a 17 day period after addition of 100 mM NaCl to hydroponic cultures and Tomemori et al. (1996) found that sea water diluted to 1.000 mg/l salt improved spinach growth in sandy soil.

Figures 4 and 5 reports sodium and potassium concentration in the leaves of the three treatments. The concentrations found in the control plants are consistent with data from Bhattacharjee et al. (1998) validating the cultivation method used in the experiment. As expected seawater increased sodium concentration in agreement with previous study (Bartha et al., 2015), while potassium concentration decreased only in 10% seawater-treated plants. Similarly, Unlukara et al. (2008) showed no significant differences in potassium accumulation between different salinity levels (up to 7.0 dS m<sup>-1</sup>) in lettuce leaves. Concerning the cooking treatments, both boiling and steaming reduced sodium and potassium contents in the tissues regardless the seawater treatment.

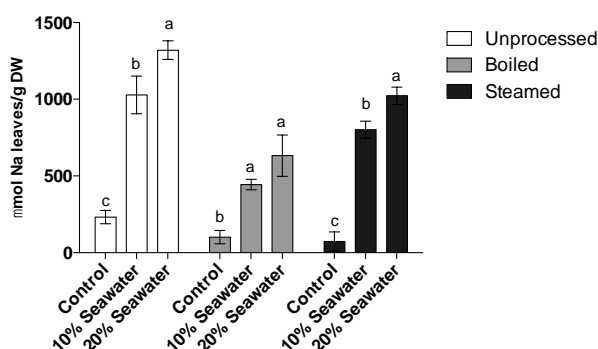


Figure 4. Sodium content in spinach leaves of Control, Seawater 10% and 20% plants. are mean  $\pm$ SE. A 2-way analysis of variance (ANOVA) (seawater treatment "sea" and cooking method "cmt" as factors) was performed.  $F_{sea} = 337.6$ , degrees of freedom (d.f.) = 2,  $P < 0.0001$ ;  $F_{cmt} = 103.3$ , d.f. = 2,  $P < 0.0001$ ;  $F_{seaxcmt} = 14.16$ , d.f. = 4,  $P < 0.0001$ . P-values above grouped bars indicate a significant difference in Seawater effect for those treatments (Fishers LSD test).

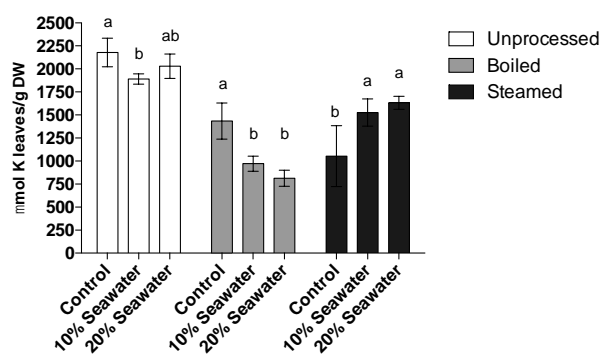


Figure 5. Potassium content in spinach leaves of Control, Seawater 10% and 20% plants. are mean  $\pm$ SE. A 2-way analysis of variance (ANOVA) (seawater treatment “sea” and cooking method “cmt” as factors) was performed.  $F_{sea} = 0.8$ , degrees of freedom (d.f.) = 2,  $P = 0.4369$ ;  $F_{cmt} = 99.44$ , d.f. = 2,  $P < 0.0001$ ;  $F_{seaxcmt} = 11.80$ , d.f. = 4,  $P < 0.0001$ . P-values above grouped bars indicate a significant difference in Seawater effect for those treatments (Fishers LSD test).

Results on total phenolic content, suggest that the phenolic compounds decrease with the seawater treatments (Fig. 6). In fact, salt stress often creates both ionic as well as osmotic stress in plants, resulting in accumulation or decrease of specific secondary metabolites (Mahajanand and Tuteja, 2005). At the same time cooking methods affected polyphenolic contents in all the treatments. Boiling had a stronger effect than steaming and no different between the seawater treatments was reported within each cooking method.

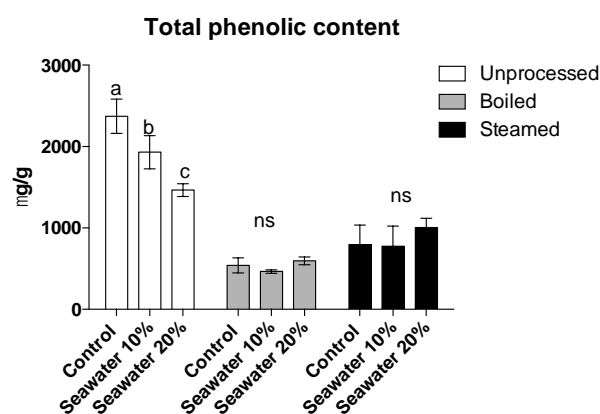


Figure 6. Total phenolic content in spinach leaves of Control, Seawater 10% and 20% plants. are mean  $\pm$ SE. A 2-way analysis of variance (ANOVA) (seawater treatment “sea” and cooking method “cmt” as factors) was performed.  $F_{sea} = 4.7$ , degrees of freedom (d.f.) = 2,  $P < 0.0208$ ;  $F_{cmt} = 205.9$ , d.f. = 2,  $P < 0.0001$ ;  $F_{seaxcmt} = 12.06$ , d.f. = 4,  $P < 0.0001$ . P-values above grouped bars indicate a significant difference in Seawater effect for those treatments (Fishers LSD test).

In conclusion, our results suggest that the use of a certain level of seawater in the cultivation of spinach is a practical possibility to be explored in the direction of increasing crop production without affecting nutritional values of processed food (cooking and steaming).

## References

- Bartha, C., Fodorpataki, L., Martinez-Ballesta, M.C., Popescu, O., Carvajal, M., 2015. Sodium accumulation contributes to salt stress tolerance in lettuce cultivars. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 88, 42–48.
- Bazihizina, N., Colzi, I., Giorni, E., Mancuso, S., Gonnelli, C., 2015. Photosynthesizing on metal excess: Copper differently induced changes in various photosynthetic parameters in copper tolerant and sensitive *Silene paradoxa* L. populations. *Plant Sci.*, 232, 67–76.
- Bhattacharjee et al. 1998, Mineral Element Composition of Spinach. *J Sci Food Agric* 1998, 77, 456-458
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444, 139–158, <http://dx.doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018> (PMID:16309626).
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M.S., Cornwell, W.K., Craine, J.M., Gurvich, D.E., Urcelay, C., Veneklaas, E.J., Reich, P.B., Poorter, L., Wright, I.J., Ray, P.,

- Enrico, L., Pausas, J.G., de Vos, A.C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, J.G., Thompson, K., Morgan, H.D., ter Steege, H., van der Heijden, M.G.A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M.V., Conti, G., Staver, A.C., Aquino, S., Cor, J.H.C., 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Aust. J. Bot.*, 61(3), 167–234.
- Speer M., Kaiser W.M., 1991. Ion relations of symplastic and apoplastic space in leaves from *Spinacia oleracea* L. and *Pisum sativum* L. under salinity. *Plant Physiol.* 97:990-997.
- Tomemori, H., Toyama, M., Takeuchi, Y., 1996. Effects of irrigation by diluted sea water on the cultivation of spinach. *Sand Dune Res.* 43, 15-18.
- Unlukara, A., Cemek, B., Karaman, S., Ersahin, S., 2008. Response of lettuce (*Lactucasativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci* 36,265–273.
- Yousif, B.S., Nguyen, N.T., Fukuda, Y., Hakata, H., Okamoto, Y., Masaoka, Y., Saneoka, H., 2010. Effects of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relations of two vegetable crops; New Zealand spinach (*Tetragoniata tragonioides*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Int. J. Agric. Biol.* 12,211–216.



**BARIL8:**  
**SISTEMA PER L'INTRODUZIONE DI MODELLI INNOVATIVI DI**  
**VITICOLTURA CIRCOLARE, PER PRODUZIONI DI QUALITÀ TRACCIATE,**  
**TERRITORIALI E SOSTENIBILI**

Beltramo R.<sup>7</sup>, Romani A.<sup>8</sup>, Cantore P.<sup>9</sup>

"Lo Scatol8 per la Sostenibilità srl" (in breve **Scatol8**), spin off dell'Università di Torino, presenta il **Progetto Baril8**, che ha superato la prima fase di selezione del bando della **Regione Piemonte PSR 2014-2020, Misura 16.1.1**, Azione 1 - Costituzione dei Gruppi Operativi del PEI e concretizzazione dell'idea progettuale in proposta progettuale - AGRICOLTURA E AREE RURALI. Il progetto si propone di realizzare un modello replicabile di "**Agricoltura circolare**", attraverso l'ideazione e la sperimentazione di tecnologie e sistemi gestionali propri della "Agricoltura di precisione", con requisiti di **modularità, accessibilità e sostenibilità ambientale ed economica**. Attualmente l'applicazione è prevista per il comparto viti-vinicolo, al fine di **mettere a punto modelli innovativi di viticoltura circolare per produzioni di qualità tracciate, territoriali e sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico**. L'obiettivo primario è quello di organizzare **una rete di imprese ed enti di ricerca per realizzare una filiera chiusa ed innovativa** nel settore vitivinicolo, allo scopo di valutare la qualità nel vigneto, monitorare parametri ambientali e gestionali volti a **produrre vini di qualità tracciata e utilizzare le uve anche per la produzione di alimenti funzionali** quali succhi, confetture, olio di vinacciolo e altri prodotti nutraceutici. Si prevede, inoltre, **la valorizzazione delle materie seconde e dei prodotti di scarto della produzione**, per l'ottenimento di frazioni naturali ad elevate attività biologiche, **utilizzabili nel settore alimentare, cosmetico, fitoterapico, agronomico, oltre che dei materiali innovativi**. Lo sfruttamento integrato permette di proporre, come fase finale, l'utilizzo delle materie esauste per la **produzione di energia sostenibile**. Allo sviluppo del progetto collaborano, con **Scatol8**, le **Aziende agricole Cantina Cooperativa Terre dei Santi e Savio Piero Luigi** di Castelnuovo Don Bosco, **Cà Mariuccia** di Albugnano, **Malino Felice** di Buttigliera d'Asti e la **Distilleria Beccaris** di Costigliole d'Asti. Come portatori di interesse, l'**Associazione Gente e Paesi O.N.L.U.S.** e l'**Associazione Produttori Bottega del Grignolino D'Asti** di Portacomaro. La Figura 1 riporta i flussi produttivi, le relazioni tra gli enti che collaborano ed i rispettivi ambiti di intervento.

Il sistema che ci si propone di realizzare, denominato **BARIL8**, è basato su hardware e software opensource. e segue il **Modello Scatol8** ([http://scatol8.net/?page\\_id=303](http://scatol8.net/?page_id=303)). Presenta ampi margini di personalizzazione, per rendere accessibile la lettura e l'impiego dei dati anche da parte degli agricoltori che operano in microimprese. Constatata la frammentarietà fondiaria e l'anzianità dei proprietari, è dedicata la dovuta attenzione alla messa a punto di tecnologie accessibili sia per quanto concerne l'installazione dei componenti della rete di telerilevamento sia per quanto concerne la fruibilità dei dati e dei relativi messaggi volti a raggiungere traguardi progressivamente migliori di sostenibilità ambientale.

Inoltre è garantita la replicabilità del modello e di conseguenza anche l'estensione dei benefici, la manutenzione e il miglioramento della qualità ambientale di un territorio lambito dalla Riserva MAB Unesco e dalle aree facenti parte dei Paesaggi Vitivinicoli di Langhe Roero e Monferrato.

Il Sistema Baril8 si articola in componenti HW e SW aventi funzionalità diverse, in relazione alla posizione occupata dai partner nella filiera ed agli obiettivi specifici.

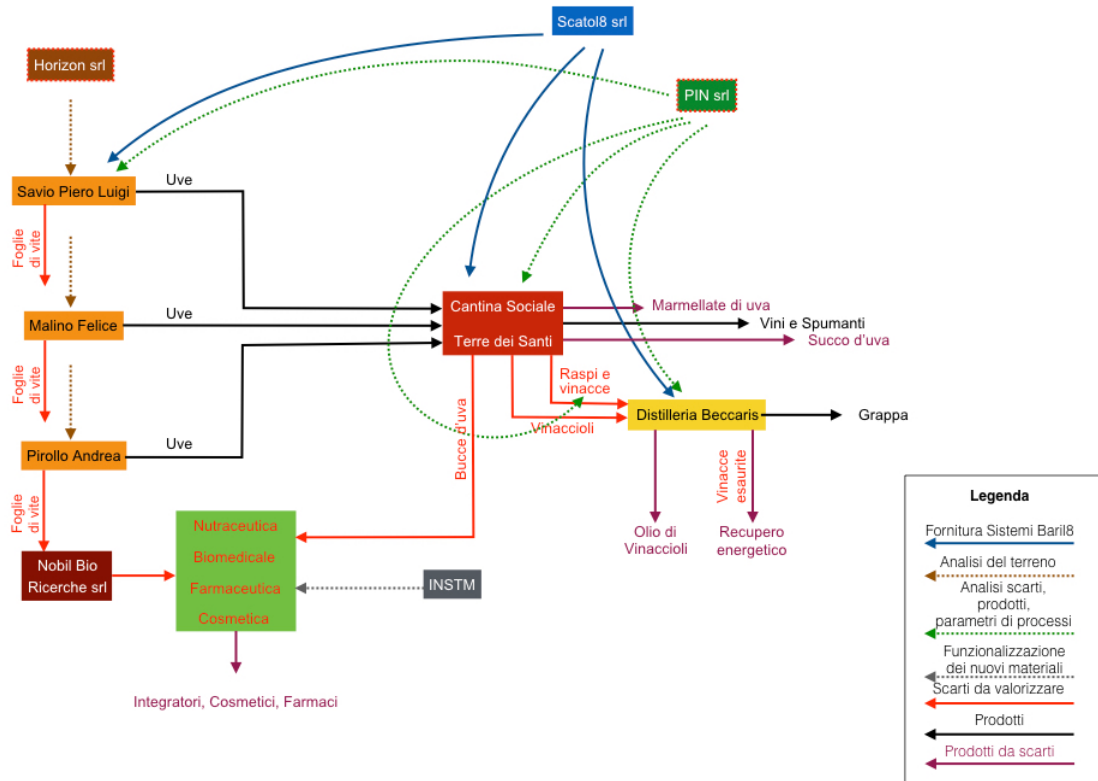
---

<sup>7</sup> Università di Torino, Lo Scatol8 per la Sostenibilità srl

<sup>8</sup> Università di Firenze, Laboratorio QuMAP-PIN scrl

<sup>9</sup> Università di Torino

**Baril8 - Sistema per l'introduzione di modelli innovativi di viticoltura circolare,  
per produzioni di qualità tracciate territoriali sostenibili**  
Lo schema progettuale



Si prevedono, pertanto, le seguenti configurazioni:

- Baril8 Vigna
- Baril8 Cantina
- Baril8 Distilleria

Il Baril8 Vigna si compone di due reti, denominate Baril8 Uva e Baril8 Agri, aventi le seguenti funzioni:

- Baril8 Uva, per il monitoraggio ambientale e dei parametri della vigna
- Baril8 Agri, per il monitoraggio delle pratiche agricole.

I dati rilevati da Baril8 Vigna permettono di redigere bilanci Input-Output, di sviluppare modelli previsionali che, in relazione all'intensità delle variabili meteo e dei parametri misurati sulla vite, determinino le probabilità di accadimento delle principali malattie e disfunzioni nella vite dovute a problemi ambientali, funghi ed insetti e, di conseguenza, inducano ad intervenire in modo appropriato e tempestivo.

- Baril8 Cantina, per il monitoraggio dei consumi energetici della cantina, delle quantità di Input ed Output e per l'invio di messaggi di allarme.
- Baril8 Distilleria, per il monitoraggio dei consumi energetici della distilleria, delle quantità di Input ed Output e per l'invio di messaggi di allarme.

La Figura 2 mette in evidenza la configurazione del sistema e la gerarchia dei nodi costituenti la WSN:

**Baril8 - Sistema per l'introduzione di modelli innovativi di viticoltura circolare, per produzioni di qualità tracciate, territoriali e sostenibili**

L'architettura del sistema

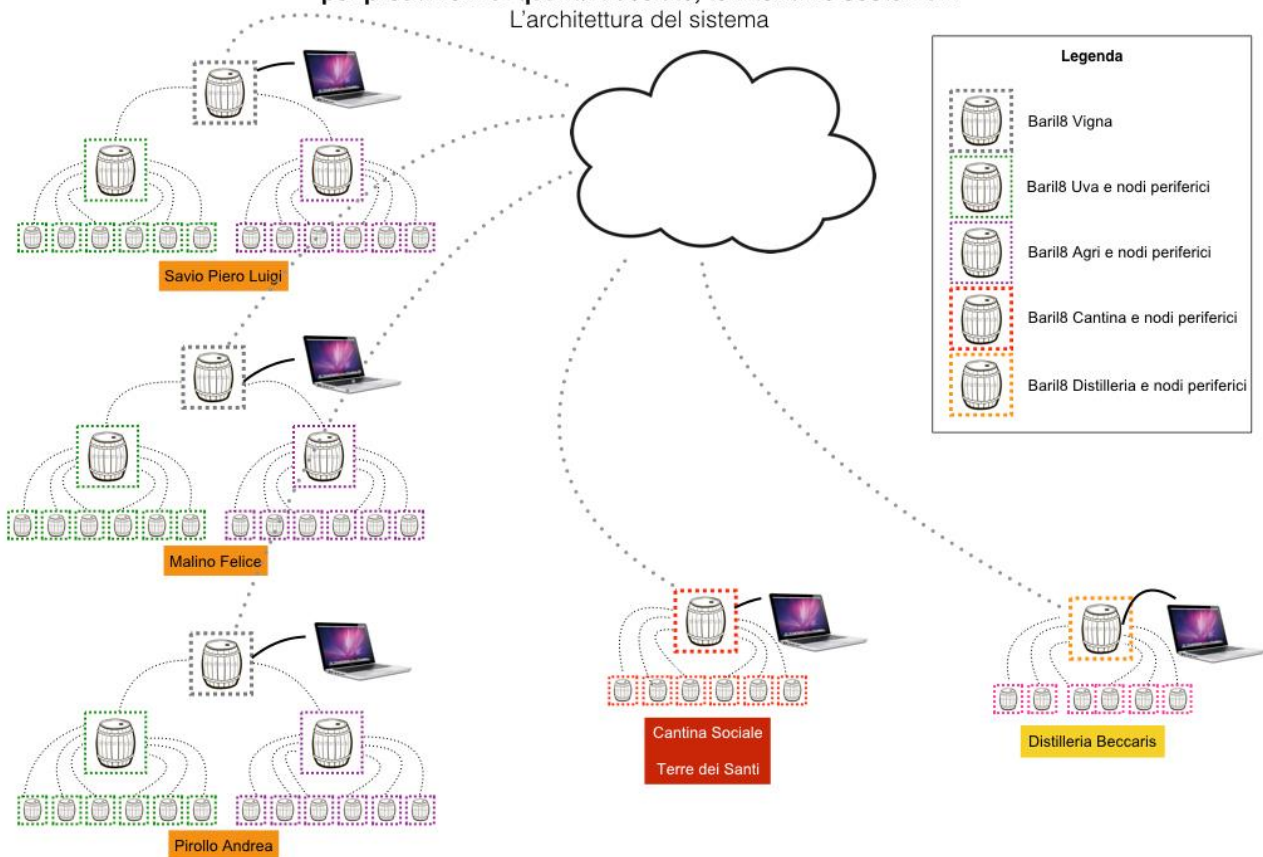


Figura 2: L'architettura del sistema Baril8

Le variabili che saranno tenute sotto controllo dal sistema in campo, Baril8 Uva, sono le seguenti:

- temperatura del suolo;
- umidità del suolo;
- temperatura dell'aria;
- umidità dell'aria;
- direzione e velocità del vento;
- livello delle precipitazioni;
- radiazioni solari;
- radiazioni ultraviolette;
- webcam;
- umidità fogliare;
- crescita diametrale dei fusti, dei tralci e dei frutti.
- qualità dell'aria (nella fase successiva di progettazione verranno definiti i gas da monitorare).

La gestione degli interventi in campo verrà monitorata attraverso Baril8 Agri, che misurerà:

- quantità di acqua impiegata per l'irrigazione;
- quantità di sostanze irrorate nelle colture;
- livello dei liquidi contenuti in cisterne;
- numerosità e durata degli interventi.

Inoltre, per migliorare le pratiche agricole sia in fase di rilevazione dei dati che in fase di svolgimento di pratiche appropriate, si metterà a punto un **Remote Control Vehicle**, in grado di effettuare interventi di precisione.

Il sistema sarà costituito da unità periferiche (in numerosità variabile in funzione dell'estensione, dell'esposizione, della morfologia, delle caratteristiche pedologiche delle aree a vigneto e delle tecniche agronomiche) preposte alla rilevazione ed alla trasmissione dei dati e da un nodo coordinatore che riceverà i segnali e li invierà ordinatamente ad archivi ai quali attingerà il SW gestionale per visualizzarli ed elaborarli, attraverso dispositivi quali Smartphone, ecc...

Per quanto concerne i sistemi di monitoraggio e di supporto alla gestione della Cantina Sociale e della Distilleria, si prevede di realizzare unità per rilevare i flussi di materiali e di energia. Il monitoraggio degli aspetti quantitativi permetterà di accertare il livello di efficienza delle trasformazioni e l'importanza relativa delle attività di valorizzazione degli scarti.

Ai vari livelli della filiera, disporre di dati pertinenti, precisi ed aggiornati significa poter comporre continuamente un quadro idoneo ad accertare le condizioni di efficienza e di efficacia della gestione, con un' enfasi sugli aspetti ambientali, per definire e programmare le opportune azioni correttive.

Inoltre, i dati possono costituire la base per attività di educazione ambientale che possono essere svolte presso le imprese che compongono il gruppo di ricerca. Anche il turismo d'impresa, fenomeno in crescita presso la nostra Regione, necessita di dati utili a rendere i turisti consapevoli delle dimensioni ambientali, sociali ed economiche delle attività produttive.

Per la analisi dei terreni, Scatol8 srl si avvarrà del supporto di Horizon srl, uno spin-off accademico dell'Università di Torino che si occupa di consulenze, indagini e monitoraggi ambientali, caratterizzazione delle matrici acqua, suolo, aria, vegetali e bonifiche siti contaminati. Rilascia marchi di Qualità del suolo.

Scatol8 s.r.l. si occuperà delle seguenti attività:

- Coordinamento dei lavori per la definizione dei requisiti del Sistema di Gestione Integrato.
- Progettazione, realizzazione e installazione della WSN; Monitoraggio del funzionamento ed interventi per messa a punto e manutenzione;
- Progettazione e Realizzazione del software per il rilevamento e la trasmissione dei dati;
- Realizzazione del software per la visualizzazione dei dati (Crusc8);
- Progettazione e Realizzazione del software gestionale ad hoc;
- Progettazione e Realizzazione del sito internet del progetto, con sezione riservata per l'accesso alle sezioni dedicate alle imprese partecipanti.

Per informazioni:

[info@scatol8.net](mailto:info@scatol8.net), <http://scatol8.net>

# **Qualità, Innovazione e Tecnologia**

## IL CLUSTER DELLA SALUTE LAZIALE

Sara Pisano, C.H.I.CO, Cluster of Health Innovation and Community,  
Consorzio Tecnopolo di Castel Romano

### **C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community**

Primo Cluster della Salute della Regione Lazio promosso da Unindustria, è un'organizzazione privata senza scopo di lucro dei settori Life Science e Sanità e nasce dal mondo delle imprese con funzione di facilitatore del trasferimento delle conoscenze e delle tecnologie dal settore della ricerca a quello dell'industria al fine di sviluppare progetti innovativi nel campo della salute e del benessere.

C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community, ha messo in rete in brevissimo tempo Aziende Sanitarie Pubbliche (Asl Territoriali di Latina, Civitavecchia, Frosinone, Viterbo, Rieti), Università (Sapienza, LUISS, Tuscia, Tor Vergata, Campus Bio-Medico, Università Degli Studi di Roma 3), Enti di Ricerca (PIN, Università di Firenze, Sapienza Innovazione, Istituto zooprofilattico, Bio Campus, Sportello Matematico per l'industria italiana, CNR, ENEA Centro Ricerche Casaccia), Ospedali e Aziende dei settori farmaceutico, biomedicale, chimico, sanitario, ITC, alimentazione funzionale e agroalimentare, raggiungendo attualmente un partenariato di oltre **130 soggetti**.

### **Mission e Obiettivi**

La mission del Cluster della Salute è quella di massimizzare la competitività globale dei membri attraverso lo sviluppo di relazioni, promuovendo la cooperazione per i progetti innovativi nel settore Life Science al fine di garantire una crescita economica sostenibile.

Il Cluster rappresenta gli interessi di tutti i suoi membri e il suo ruolo è quello di agevolare e sostenere lo sviluppo dei processi innovativi come maggiore fattore di competitività pianificando un'attività che possa contribuire a rafforzare la capacità di innovazione degli aderenti e, in questo modo, sostenere la crescita della produttività.

L'obiettivo principale, pertanto, è quello di creare delle linee guida per lo sviluppo del settore Life Science a livello nazionale e internazionale al fine di aumentare l'impatto dei progetti innovativi degli attori coinvolti sui players economici chiave dei mercati di riferimento.

### **Valore aggiunto della partecipazione al C.H.I.CO.**

- Le imprese specializzate, Aziende Sanitarie Pubbliche, Università, Enti di Ricerca, Ospedali possono cooperare a stretto contatto accrescendo il potenziale innovativo e creando nuovi posti di lavoro
- Facilità di trasferimento delle conoscenze e delle tecnologie dai dipartimenti di ricerca ai diversi settori industriali al fine di sviluppare progetti innovativi
- Promozione e ricerca di opportunità di business e partnership nazionali e internazionali nel campo del trasferimento tecnologico e della cooperazione industriale e commerciale
- Sviluppo di progetti industriali e di commercializzazione principalmente su tematiche prioritarie dei membri del cluster
- Stimolare interazioni a valore aggiunto tra i soci del Cluster per creare sinergie di complementarietà e per promuovere tutte le iniziative collettive rilevanti
- Creazione con tutti i partner regionali, nazionali e comunitari di un ambiente adeguato per lo sviluppo di progetti innovativi, soprattutto nel settore Life Science
- Definizione di importanti collaborazioni e partnership con Centri di Ricerca, Cluster regionali, Istituzioni e Fondazioni di livello nazionale ed internazionale (Cluster Tecnologico Nazionale sulle Tecnologie per le Smart Communities– FONDAZIONE TORINO WIRELESS, Cluster Nazionale ALISEI, Fondazione Toscana Life Sciences, Umbria Biomedical Cluster); convenzione con Unicredit; patrocinio ENPAM;
- Possibilità di partecipazione a programmi europei nel quadro della *Smart Specialisation Strategy* che riguardano i nuovi programmi operativi comunitari 2015-2020
- Pianificazione di programmi formativi incentrati sulle esigenze dei membri del C.H.I.CO.

### **Operatività**

C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community esprime la propria operatività attraverso la dialettica e le deliberazioni sviluppate all'interno dei Tavoli Tematici e di lavoro, composti dai relativi *Working Group* con lo scopo prioritario di approfondire i temi inerenti ai settori Life Science e Sanità, lavorando ad una efficace e coerente programmazione delle attività del Cluster.

I Tavoli Tematici costituiti sono attualmente:

1. Pharma-Food (alimenti funzionali, alimenti gluten-free, chimico-biologico)
2. Sanità (strutture sanitarie-ospedaliere, salute e benessere, telemedicina-medicina di precisione, scientific research and clinical trials)
3. Farmaceutica-Biomedicale (farmaceutica, biomedicale, medical devices)
4. ITC (information technology nel farmaceutico, big data, elettronica ed elettrotecnica, nanotecnologie)
5. Salvaguardia ambientale (prevenzione e sicurezza, risparmio energetico, gestione rifiuti)
6. Pharma logistics (logistica del farmaco, logistica specializzata)
7. Manufacturing e re-manufacturing
8. Reti di imprese - Servizi

### **Accordi Internazionali**

#### **RUSSIA:**

- Federal State Institution «State Institute of Drugs and Good Practices» - Ministry of Industry and Trade Russian Federation
- BPCN BioPharmCluster “Northern”, Moscow Region
- Pharmaceuticals Cluster of Kaluga region, Kaluga Region

#### **CINA**

- China Council for the Promotion of International Trade-Jiangsu Sub Council-Nanjing, China
- TusPark Nanjing, China
- China Medical City

#### **Attività**

- Sviluppo di progetti innovativi grazie a connessione tra aziende e ricercatori;
- Creazione di un tessuto economico
- Promozione della creazione di start up e spin off
- Fondi per la ricerca
- Sviluppo di accordi internazionali in ambito di condivisione di tecnologia, cooperazione commerciali e industriale

I progetti del C.H.I.CO si sviluppano su **tre assi strategici** tra loro sinergici:

- 1) **PharmaFood** (nutraceutica, cosmeceutica, alimentazione speciale) *Referente Prof.ssa Annalisa Romani*;
- 2) **Tecnologie per la Salute-Biotech** (medicina di precisione, telemedicina, advanced therapy);
- 3) **Contract Manufacturing Organization** (Pharma District, Pharma Innovazione).

#### **Lancio del C.H.I.CO. SYNERGY**

LA FORZA DEL CLUSTER IN UN CLUB VIRTUALE

**OBIETTIVO:** dotare C.H.I.CO. di uno strumento innovativo che faciliti l'incontro tra Investitori e Progetti da accelerare, ad esclusivo uso degli aderenti.

Grazie alla piattaforma, gli aderenti a C.H.I.CO. potranno presentare agli altri iscritti una loro offerta o richiesta, definita proposal, che può riguardare partnership finanziarie, commerciali o attività di R&S.

#### **LIFESEEDER**

Facilitare l'incontro tra imprese del Life Science con progetti altamente innovativi ed investitori specializzati o grandi aziende Essere la principale piattaforma di Equity Crowdfunding dove imprese del Life Science, con progetti altamente innovativi, incontrano investitori, grandi aziende e realtà istituzionali interessate a far crescere quei progetti.

## **CLUSTER OF HEALTH - LAZIO REGION (ITALY)**

C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community, the first Health Cluster of the Lazio Region

(Italy), is a private not-for-profit membership organisation for Life Science and Healthcare sectors. It was founded as facilitator for the transfer of knowledge and technologies from research to industry to developing innovative projects in the field of health and wellbeing.

The partners of the Cluster organisation are Health Authorities (municipalities of Latina, Civitavecchia, Frosinone, Viterbo, Rieti), Universities (Sapienza, LUISS, Tuscia, Tor Vergata, Università Degli Studi di Roma 3, Campus Bio-Medico), Research Institutions (PIN, Università di Firenze, Sapienza Innovazione, Istituto Zooprofilattico, Fondazione BioCampus, Sportello Matematico per l'Industria Italiana), Hospitals and pharmaceutical, biomedical, information technology, functional food, agribusiness companies.

Until now joined the Cluster of Health more than 130 partners.

### **Mission and Aims**

C.H.I.CO.'s mission is to maximize the global competitiveness of the Cluster members by developing relationships, promoting the cooperation for innovative projects for Life Science and Healthcare sectors to ensure a sustainable economic growth.

The Cluster represents the interests of all its members and the role of C.H.I.CO. is to facilitate and support them in their innovative processes development as a main factor of competitiveness by planning of effective activities that contribute to enhancing the capacity for innovation of the participating members.

Therefore, the main aim is to create guidelines for the development of the Life Science and Healthcare sectors at national and international level that would increase the impact of the innovative projects of the actors involved on key economic players.

### **Better together**

- Specialised Enterprises, Health Authorities, Universities, Research Institutions and Hospitals can cooperate closely together to be more innovative and to create more jobs.
- Easiness to transfer knowledge and technology from research departments to the various industrial sectors in order to develop innovative projects.
- Promotion and research for national and international business opportunities and partnerships in the field of technology transfer and industrial and commercial cooperation.
- Development of industrial and commercialization projects mainly on Cluster members' priority thematic.
- Stimulation of added value interactions among the shareholders of the Cluster organisation to create synergies complementarities and to promote all relevant collective initiatives.
- Creation with all regional, national and EU partners of an adequate environment for development of innovation projects, particularly for Life Science sector.
- Cooperation and partnership with Research Centers, Regional Clusters, Research Institutions and Foundations at national and international level (Cluster Tecnologico Nazionale sulle Tecnologie per le Smart Communities– FONDAZIONE TORINO WIRELESS, Cluster Nazionale ALISEI, Fondazione Toscana Life Sciences, Umbria Biomedical Cluster); agreement with Unicredit, patronage with Enpam;
- Possibility of participation to European programmes in the framework of the smart specialization strategy regarding the new operational EU programmes 2015-2020
- Planning of training programmes focused on the needs of C.H.I.CO.'s members

### **The main topics are:**

- Pharma-Food, Functional food, Nutraceutical, Gluten-free food (Ref. Prof.ssa Annalisa Romani)
- Health, Scientific Research, Clinical trials
- Pharmaceutical, Biomedical, Medical devices
- Information Technology and Communication
- Prevention and Environment care
- Pharma logistics
- Manufacturing e re-manufacturing



### **Main international activities**

- signature of cooperation agreement between C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community and Federal State Institution “State Institute of Drugs and Good Practices” of the Ministry of Industry and Trade Russian Federation to cooperate in realization of scientific and educational activity in the field of Good Manufacturing Practice (GMP).
- signature of the cooperation agreement between C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community and CCPIT Jiangsu Sub-Council - Jiangsu Global Sourcing Promotion Center (Jiangsu Province – China) to develop business opportunities and partnerships in the field of technology transfer and industrial cooperation.
- signature of cooperation agreement between C.H.I.CO. Cluster of Health, Innovation and Community and Pharmaceuticals Cluster of Kaluga region Russian Federation to strengthen the global competitiveness of the Clusters’ members.

### **CHICO SYNERGY**

Innovative platform that matches accelerator investors and projects, with exclusive use of the Cluster members. Adherents to C.H.I.CO. may submit to the other members an offer or request, recognized as “proposal”, which may involve financial, commercial or R & D partnerships.

### **LIFESEEDER**

#### **EQUITY CROWDFUNDING FOR LIFE SCIENCE**

Facilitate matching between Life Science Enterprises with highly innovative projects and specialized Investors or Big Companies.

Being the leading Equity Crowdfunding platform where Life Science companies, with highly innovative projects, meet investors, large corporations and institutional realities interested in making those projects grow.

# Consumer Attitudes in the Era of Additive Manufacturing: the Move to a Prosumer Society

Bravi L.<sup>a</sup> Murmura F.<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>*Department of Economics, Society, Politics, University of Urbino, Carlo Bo, Via A. Saffi 42, 61029, Urbino, Italy.* laura.bravi@uniurb.it; federica.murmura@uniurb.it.

\*Corresponding Author

The Additive Manufacturing technology can serve consumers as individuals in the same way craft customisation can, but with different forms of communication and interaction. The consumer is now becoming at the same time producer and consumer of what the individual need. The aim of this study is to investigate how much this new trend in consumer behaviour is influencing the Italian population of consumers. The research was carried out through a questionnaire proposed to 1203 individuals. Data have been collected from the 1<sup>st</sup> September to 15<sup>th</sup> November 2016. The results show that not all Italian consumers are aware of these manufacturing technologies yet, and those who know them, are still divided into four different categories: passive consumers, 3D prosumers, not influenced consumers and unfashionable ones. Therefore, in the Italian context, there is still ample room for growth in the use of Additive Manufacturing as innovative production tool of collaboration between companies and consumers

**Keywords:** 3d Printing, Additive Manufacturing, Consumer Behaviour, Quality, Prosumer.

## 1. Introduction

Recently, the production paradigm has changed and many industries have shifted from production-driven and market-driven approaches to consumer-driven ones (Labrecque, vor dem Esche, Mathwick, Novak, & Hofacker 2013; Tseng and Hu, 2014). In the pre-industrial era, craft customisation existed. People created products in a customised way, despite the limitations of technology at the very beginning of market trade. The desire to reduce production costs and time created strong influences in the increased use of Mass Production (MP) (Fralix, 2001). At some point, simplification of product variants was criticised, and consumers required industries to listen to their expectations of styles, sizes, needs or even schedules. This drove production away from pure MP, starting the era of Mass Customization (MC), that is a production system that enables customisation and personalisation or individualisation of products as well as services at a price comparable to MP (Bae and May-Plumlee, 2005; Hu, 2013). The literature have started to call the consumer of this period as “prosumer”. The term prosumer is generally attributed to Alvin Toffler (1980) who devoted considerable attention to it in *The Third Wave* (Ritzer and Jungerson, 2010). Toffler argued that resumption was predominant in pre-industrial societies; what he called the “first wave”. It was followed by a “second wave” of marketization that drove “a wedge into society, that separated these two functions, thereby giving birth to what we now call producers and consumers” (Toffler, 1980, p. 266). Thus, the primordial economic form is neither production nor consumption, but rather it is resumption. However, in Toffler’s view, contemporary society is moving away from the aberrant separation of production and consumption and towards a “third wave” that, in part, signals their reintegration in “the rise of the prosumer” (Toffler, 1980, p. 265). Additive Manufacturing (AM) technologies can serve consumers as individuals in the same way craft customisation can, but employing different forms of communication and interaction. In some ways, this shows similarity to the manufacturing conditions of the pre-industrialisation era (Ariadi et al., 2012; Berman, 2012). As suggested by Ariadi et al. (2012), the use of AM could be portrayed as a means of completing the circular pattern of production technologies, from craft customization, fragmented production, Mass Production to Mass Customization. Additive Manufacturing could close the circle that leads again to the new digital craft customization. Considering that, this research tries to investigate the attitudes of Italian consumers in relation to these new forms of consumer behaviour, their knowledge of AM, 3D printing technologies and Fabrication Laboratories (FabLabs), their perceptions about products made using 3D printers, and their propensity to use these technologies. Therefore, the research questions are: do Italian consumers have the propensity to become prosumers in the new era of digital craft customization? Will Italian consumers be able to act as a driving force for the development of the additive manufacturing technology in Italy? This study aims to start a line of research almost completely undeveloped, combining the behaviour analysis of the modern consumer figure, with the analysis of additive manufacturing techniques, to see

if the market demand side (consumer) can push the development of such digital production techniques in Italy.

### **3. Materials and method**

The research was carried out through a questionnaire proposed to 1203 individuals in paper or through the use of e-mail and Computer Assisted Web Interviewing (CAWI). Data have been collected from the 1<sup>st</sup> September to 15<sup>th</sup> November 2016. The questionnaire has been divided in 3 sections: the first section investigates socio-demographic features of the sample, the factors of importance in product choice and the respondents' life style. The second section provides information about consumer knowledge, perception and interest in 3D printing, trying to understand their propensity to become prosumers and evaluating if they believe that AM could represent the breakthrough that will allow the advent of a new industrial revolution. Finally, section 3 investigates consumer knowledge and relationships with FabLabs. Data were elaborated using SPSS 23.0 program, Statistical Package for Social Science. Descriptive analysis was performed to describe the sample profile of respondent companies, and Cronbach's alpha values were computed, in order to verify the reliability of the sample, taking into account only values greater than 0.60 as suggested by Nunnally and Bernstein (1994). A Principal Component Analysis (PCA) followed by Oblimin rotation (Jennrich & Sampson, 1966) was applied to factors influencing consumer purchase behaviour and perception of 3D printing. In the estimation data process, the variables with factor loadings less than 0.6 were dropped from further analysis, because these are not considered statistically significant. Finally a cluster analysis was performed using the k-mean algorithm (Johnson & Wichern, 2007).

### **4. Results and discussion**

#### ***4.1 Sample profile***

In the first part of the research the socio-demographic characteristics of the sample have been analyzed. The majority of respondents are female (60.3%), aged between 18 and 24 years, even if a relevant percentage of consumers are present in the bands between 25-34 (31.4%), and 35-44 years old (13.5%). Moreover 46.9% of respondents in the sample have a diploma (46.9%), followed by a bachelor (24.2%) or master degree (17.2%) and they live in the central regions of Italy (56.1%).

#### ***4.2 Consumer Choices and Life Style***

In this section, the factors which affect consumers' choices and their purchase and consumption behaviour have been analyzed. It was asked to the respondents to evaluate the importance of some elements (see Table 1) using a Likert scale from 1 (not important) to 5 (very important), when considering the purchase of a product, and the results showed that Quality of Materials (4.40) and Price (4.30) are the main relevant factors of choice. These are followed by Technology Innovation (3.90) and by Design (3.83) considered as peculiarity, beauty and modernity of the product. Brand (2.97) is the element less considered in the choice of purchasing. Afterwards, following the studies of Gerzema and D'Antonio (2010), the research wanted to investigate if this move from a Making and Do It Yourself (DIY) society is on the rise, also in the Italian society. In general, the results show that consumers are even more interest in learning new skills, in order to do more alone and be independent (4.60), they attempt to transform difficulties in new opportunities (3.87) and have the will to maintain faith and traditions, trying to improve the world around them (3.78). Among the items less mentioned, there is the belief that the crisis did not push so much people to work together to solve problems and create new opportunities (3.13). In order to evaluate Consumer Choices and Life Style a PCA was performed. As for the factors of importance in product choice, two main components were found (Table 1). The first one in terms of importance (49.1%) is called *Beauty and Innovation* and it is linked to the design of product, the image of the company and its features of innovation. The second component, with a cumulative variance of 33.9%, is called *Traditions and Quality* and it is linked to the traditions of Italian products which are made with quality of materials, they represent the Made in Italy and are sustainable.

Table 1. PCA on Factor of Importance in Product Choice (KMO = 0.73)

Pattern Matrix <sup>a</sup>		
	<i>Tradition &amp; Quality</i>	<i>Beauty &amp; Innovation</i>
Design (peculiarity, beauty and modernity of the product)	.072	<b>.369</b>
Quality of Materials	<b>.605</b>	.126
Sustainability (least possible waste of resources and possibility to recycle)	<b>.888</b>	-.211
Made In Italy	<b>.681</b>	.086
Customization	.452	.292
Technology Innovation	.270	.547
Brand	-.283	<b>.899</b>
Corporate Image	.155	<b>.674</b>
<b>Cumulative Variance</b>	<b>33.9</b>	<b>49.1</b>

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 11 iterations.

As for Consumer Life Style, the PCA showed the presence of three different type of consumers (Table 2): the first component (64.6%), is called *Self Made Consumer* and is composed of consumers who are interested in learning new skills to become real producers of what they need. The second component in terms of cumulative variance (52.0%) is called *Post-Crisis Consumer* and it consists of consumers who believe the crisis has led to radical changes in the way of living and thinking of the people; while there is also a minor percentage of consumers (35.3%) called *Bound to Traditions Consumer* who are still bound to traditions even if the crisis has led them to have a simpler life style.

Table 2. PCA on Consumer Life Style (KMO = 0.736)

Pattern Matrix <sup>a</sup>			
	<i>Bound to Traditions Consumer</i>	<i>Post-Crisis Consumer</i>	<i>Selfmade Consumer</i>
Independent spirit	0.116	-.086	<b>.777</b>
Self made	-0.087	.115	<b>.819</b>
Indestructible spirit	0.541	.007	.395
Retooling	<b>0.836</b>	-.071	.024
Liquid life	<b>0.688</b>	.132	-.058
Cooperative consumerism	0.257	<b>.724</b>	-.086
From materialism to the material	-0.132	<b>.880</b>	.102
<b>Cumulative Variance</b>	<b>35.3</b>	<b>52.0</b>	<b>64.6</b>

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 8 iterations.

#### 4.3 Consumer knowledge and interest in 3D printing

This section investigates how much Italian consumers know 3D printers and if they are interested in purchasing products made with them or purchase desktop 3D printers to make the products they need, independently. The 68.3% of the entire sample claim to know what a 3D printer is, 23.7% have heard only vaguely about it and 8% of them do not know this technological manufacturing tool. Among the main means of knowledge of 3D printing, there is the Internet (32.9%), TV (22.4%), Family and Friends (15.5%), Magazine and Newspapers (10.2%) and the Work Environment (9.7%). When asking consumers if they were interested in buying some types of products made with 3D printers, it can be seen that interest does not exceed much the indifference threshold (value 3 of Likert scale),

emphasizing they're not excessively confident in buying these products. Among the main types of products in which consumers are interested in, there are Accessories (3.82), furnishing accessories (3.79) and Toys (3.45). There is a lot of mistrust in the purchase of Food and Beverage (2.04), and Fashion (2.80) made with 3D printers, also possibly due to the fact that consumers do not know printers are able to create such products. As for consumer interest on 3D printing two main components arose (Table 3): the first component in terms of importance (83.1%) is called *Sustainable Consumer* and it represents those consumer interested in buying products made with 3D printers using the least amount of resources possible, and developing a product that can be recycled; this underlines the attention of the majority of the sample to the impact products can have in on the environment. The second component is made up of *Aesthetics and Quality Consumers* (69.5%), that are interested in buying Additive Manufacturing products of high design and quality.

Table 3. PCA on Consumer interest in buying 3D products (KMO = 0.807)

<b>Pattern Matrix<sup>a</sup></b>		
	<i>Aesthetics and Quality Features</i>	<i>Sustainable Features</i>
<b>Sustainable products</b>	-.007	<b>.980</b>
Customized products	.570	.395
<b>Quality and design products</b>	<b>.897</b>	.007
<b>Modern and trendy products</b>	<b>.941</b>	-.068
<b>Cumulative Variance</b>	<b>69.5</b>	<b>83.1</b>

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 5 iterations.

#### 4.4 3D Prosumer or Consumer?

Finally, it was attempted to figure out how much the Italian consumer is close to the prosumer described in the literature (Pralhad and Ramaswamy, 2004; Tapscott and Williams, 2006). The 40.9% of respondents say they would be interested in buying a 3D printer, 26.2% are not interested, while 32.9% do not have an opinion. Moreover it was revealed that 72.8% of consumers are willing to create different types of accessories with 3D printers, and more than half (61.1%) would like to create furniture and furnishing accessories. Consumers do not seem interested in creating their own Food and Beverage (6.2%); the reason could be that they are most likely unaware of the existence of printers that produce these items, and since they do not know its mechanism, they are hesitant in using them. As for consumer knowledge of digital fabrication laboratories, only 20.7% of Italian consumers knows what a FabLab is, the 8.0% know it vaguely but the majority (71.3%) does not know it. The Internet is the most used platform to gain knowledge (26.0%), followed by the Work environment (18.1%), the word of Family and Friends (17.25%) and TV (12.6%). Among the respondents that know FabLabs, only 5% said they had produced something in it, including shop signs, custom shirts, home furnishings, school supplies, jewellery, home accessories, and also very challenging prototypes such as a 3D human model heart scale 1:1 modelled from CT images.

#### 4.5 A market segmentation

A K-means clustering was performed, to investigate individuals' consumer behaviour. The clustering procedure strongly suggested the presence of four clusters and a profile was depicted by using a variety of demographic and behavioural characteristics of the respondents (Table 4).

Table 4. Cluster Analysis on 3D Consumers/Prosumers

	<i>Cluster 1: Passive Consumers n= 180 (15.0%)</i>	<i>Cluster 2: 3D Prosumers n= 360 (29.9%)</i>	<i>Cluster 3: Not Influenced Consumers n=363 (30.2%)</i>	<i>Cluster 4: Unfashionable Consumers n=300 (24.9%)</i>
<b><i>Factors of Importance in Product Choice</i></b>				
Design (peculiarity, beauty and modernity of the product)	-0.245	0.401	0.030	-0.371
Quality of Materials	<b>-0.682</b>	<b>0.600</b>	-0.057	-0.242
Sustainability (least possible waste of resources and possibility to recycle)	<b>-0.829</b>	<b>0.755</b>	-0.355	0.021
Made In Italy	-0.374	<b>0.663</b>	-0.225	-0.300
Price	-0.215	0.141	-0.109	0.092
Customization	<b>-0.695</b>	<b>0.675</b>	0.085	-0.495
Technology Innovation	-0.486	<b>0.632</b>	0.162	<b>-0.663</b>
Brand	0.124	0.246	0.269	<b>-0.695</b>
Corporate Image	-0.195	0.504	0.012	-0.503
<b><i>Consumer Life Style</i></b>				
Independent spirit	-1.147	0.345	0.068	0.192
Self made	<b>-0.975</b>	0.307	-0.242	0.508
Indestructible spirit	<b>-0.848</b>	<b>0.638</b>	-0.423	0.255
Retooling	<b>-0.691</b>	<b>0.664</b>	-0.381	0.079
Liquid life	-0.397	0.559	-0.519	0.195
Cooperative consumerism	-0.417	0.577	-0.442	0.092
From materialism to the material	-0.296	0.485	-0.385	0.062
<b><i>Consumer interest in buying 3D products</i></b>				
Sustainable products	<b>-1.024</b>	<b>0.621</b>	0.099	-0.249
Customized products	<b>-1.119</b>	<b>0.623</b>	0.366	-0.519
Quality and design products	<b>-0.788</b>	<b>0.643</b>	0.275	<b>-0.631</b>
Modern and trendy products	<b>-0.652</b>	<b>0.610</b>	0.289	<b>-0.691</b>
<b><i>Gender (%)</i></b>				
Male	38.3	36.7	42.1	41.0
Female	61.7	63.3	57.9	59.0
<b><i>Age (%)</i></b>				
18-24	43.3	31.7	39.7	46.0
25-34	30.0	27.5	34.7	33.0
35-44	10.0	16.7	12.4	13.0
45-54	11.7	11.7	9.1	7.0
55 and more	5.0	12.5	4.1	1.0
<b><i>Graduation</i></b>				
Primary School Diploma	1.7	0.8	0.0	0.0
Middle School Diploma	5.0	5.0	5.8	2.0
Diploma	40.0	47.5	47.1	50.0
Bachelor Degree	16.7	20.0	28.1	29.0
Master Degree	26.7	20.0	14.0	12.0
Ph.D.	10.0	6.7	5.0	7.0

The first cluster called *Passive Consumers*, is the smallest one (15% of respondents). Its members are driven by no particular values in consumptions. Considering their life style, they are not Bound to Traditions and they seem not to be Self Made consumers. They act as passive consumers, and seem to be driven by inertia in their purchases: this type of consumer is not interested in buying 3D printed products, because they do not perceive any possible advantages from the purchase of such products. This cluster is characterized by high presence of female respondents, mainly of very young age. The second cluster, *3D Prosumers*, makes up 29.9% of the sample. Its members are among the closest to the definition of prosumer in literature; they are interested in Traditions and Quality features of products, but also in innovative features and customization. The members of this cluster maintain their own traditions, trying to be proactive members of the society. They are open to change and to the purchase of innovative products made with AM technique so that they may be better in terms of

quality, sustainability, design and especially in meeting their taste and needs. This cluster has a high presence of female mature consumers. The third cluster (30.2%), is called *Not Influenced Consumers* since it represents the segment of consumers that are not particularly attached to any of the factors resulting from PCA. Even if the values of this cluster are not significant, the signs permit to state that it is similar to *Passive Consumers* as for the non importance given to Quality of materials, sustainability in products choice, and consumer Life Style, but they are similar to 3D Prosumers as for the need to customize products and for the propensity to buy 3D products. In this cluster, there is a relevant percentage of male consumers and 86.8% have less than 44 years old. Finally, the fourth cluster (24.9%) is called *Unfashionable Consumers*, since they do not care of Brands and Corporate Image, but they care about price and sustainability of products. They seem to have a proactive life style as *3D Prosumers* but they are not interested in buying 3D products with quality of materials and that are modern and trendy.

## Conclusions

This research investigated how much Italian consumers are near to the definition of the prosumer described in literature in this new era of digital craft customization. From PCA it can be seen that in Italy there are two main categories of consumers: those who pay attention to the typical Italian products that bear the quality mark of the Made in Italy, and that are made with the typical Italian care, and those consumers seeking in products beauty and technology. Furthermore, the majority of the sample appears to have a Self-Made Life Style; they are willing to learn new skills to be independent and create what they need. For this reason, through the use of the AM techniques, innovations could begin to be democratized (Von Hippel, 2005); in fact users of products and services, both firms and individual consumers, are increasingly able to innovate for themselves. Users that innovate can develop exactly what they want, rather than relying on manufacturers to act as their (often very imperfect) agents (Ree, 2011). Moreover, Thanks to AM individual users do not have to develop everything they need on their own: they can benefit from innovations developed and freely shared by others (Kuznetsov and Paulos, 2010). The research shows that the tendency of Do-it-Yourself (Kuznetsov and Paulos, 2010) is developing also in Italy; in fact, 40.9% of the sample is interested in buying a 3D printer for the personal creation of objects and the group of *3D Prosumers* (29.3%), is assumed to grow, since *Not Influenced Consumers* have very similar behavioural aspects. Looking at 3D printing this way, one may conclude that its future is more than “*personal expression in technology*” (Gershenfeld 2006), it is not only consuming personal fabrication as a commodity provided by a new branch of the entertainment industry in the form of e.g. Maker Faires; the main impact of making will be a social one. Consumer 3D printing would develop into social fabrication where the constituents of it are participation, collaboration and sharing, made possible by the networked society. Its goals are: self-realisation in a social context that is built on interdependence, and preserving one’s cultural identity in a multicultural world. Social fabrication is cosmopolitan. This is why 3D printing, as a social phenomenon, is truly an international development, connecting communities and transgressing borders (Troxler and van Woensel, 2015). In this panorama, it seems that Italian consumers have started to have the will and the digital technologies necessary to become future Prosumers.

## References

- Ariadi, Y., Campbell, R.I., Evans, M.A. & Graham, I.J. (2012). *Combining additive manufacturing with computer aided consumer design*. Proceedings of the Solid Freeform Fabrication Symposium, Austin, Texas, USA, pp. 238 - 249. URI: <https://dspace.lboro.ac.uk/2134/11198>
- Bae, J., & May-Plumlee, T. (2005). Customer focused textile and apparel manufacturing systems: toward an effective e-commerce model?. *Journal of Textile and Apparel. Technology and Management*. 4(4), 1-19. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/profile/Jihyun\\_Bae3/publication/237338355\\_Customer\\_focused\\_textile\\_and\\_apparel\\_manufacturing\\_systems\\_Toward\\_an\\_effective\\_ecommerce\\_model/links/550cc5e80cf2ac2905a4d379.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jihyun_Bae3/publication/237338355_Customer_focused_textile_and_apparel_manufacturing_systems_Toward_an_effective_ecommerce_model/links/550cc5e80cf2ac2905a4d379.pdf)
- Berman, B. (2012). 3-D printing: the new industrial revolution. *Business Horizons*, 55(2), 155–162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003>
- Fralix, M. (2001). From mass production to mass customisation. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 1(2), 1–7. Retrieved from: [http://faculty.mu.edu.sa/public/uploads/1426124735.8508fralix\\_full.pdf](http://faculty.mu.edu.sa/public/uploads/1426124735.8508fralix_full.pdf)
- Gershenfeld, N. (2006). Unleash your creativity in a Fab Lab. TED talk. 16’2”- 17’03”. Retrieved from: [http://www.ted.com/talks/neil\\_gershenfeld\\_on\\_fab\\_labs.html](http://www.ted.com/talks/neil_gershenfeld_on_fab_labs.html) (accessed 15 November 2016).

- Gerzema, J. & D'Antonio, M. (2010). *Spend shift: How the post-crisis values revolution is changing the way we buy, sell, and live*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Hu, S.J. (2013). Evolving paradigms of manufacturing: From mass production to mass customization and personalization. *Procedia CIRP*, 7, 3–8. Doi: 10.1016/j.procir.2013.05.002
- Jennrich, R.I., & Sampson, P.F. (1966). Rotation for simple loadings. *Psychometrika*, 31, 313–323. Doi: 10.1007/BF02289465
- Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Kuznetsov, S. & Paulos, E. (2010). *Rise of the expert amateur: DIY projects, communities and cultures*. NordiCHI '10 Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries, pp. 295-304.
- Labrecque, L.I., von dem Esche, J., Mathwick, C., Novak, T.P. & Hofacker, C.F. (2013). Consumer Power: Evolution in the Digital Age. *Journal of Interactive Marketing*, 27(4), 257–69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intmar.2013.09.002>
- Nunnally, J.C. & Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Prahalad, C.K. & Ramaswam, V. (2004). Co-Creation Experiences: The Next Practice in Value Creation. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), 5–14. <http://dx.doi.org/10.1002/dir.20015>
- Ree, R. (2011). *3D Printing: Convergences, Frictions, Fluidity*. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Information Faculty of Information University of Toronto. Retrived from: <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/31404>. URI: <http://hdl.handle.net/1807/31404>
- Ritzer, G. & Jungerson, N. (2010). The nature of capitalism in the age of the digital 'prosumer'. *Journal of Consumer Culture*, 10(1), 13–36 1469-5405. DOI: 10.1177/1469540509354673.
- Tapscott, D. & Williams, A.D. (2006). *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*. New York: Portfolio.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: William Morrow.
- Troxler, P. & van Woensel, C. (2015). How Will Society Adopt 3D Printing? *3D printing, Information Technology and Law Series*, 26, 183-212. Doi:10.1007/978-94-6265-096-1\_11
- Tseng, M.M. & Hu (2014). Mass customization. *Encyclopedia of Production Engineering CIRP*, 836-843. DOI 10.1007/978-3-642-20617-7\_16701.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.



# Shaping new consumer patterns through Edutainment and Gamification - An empirical analysis among Italian students -

Fabrizio D'Ascenzo<sup>1</sup>, Andrea Rocchi<sup>2</sup>, Francesca Rossetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi Sapienza di Roma – Dipartimento di Management

<sup>2</sup>Università degli Studi Sapienza di Roma – Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale

The research aims to take place actions in order to promote and exploit short supply chains and fishery products at zero food miles, increasing awareness and sustainability levels in this sector. The project is oriented towards future students, parents and teachers. Students are the protagonists of edutainment initiatives and will be leveraged towards parents who will in turn convey the notions to other adults through activities to be carried out together, with media relevance. The activities raise awareness of the sustainability of the fish supply chain, promote the spread of local products and activate short supply chain mechanisms, enabling them to be strengthened. The research questions addressed are: 1) Can students be aware of the sustainable fisheries supply chain by promoting the diffusion of local products? And, if yes, 2) Which are the best ways to train schoolchildren? Experimentation activities through the game are involved a sample of 650 students of secondary school. The article presents the comments and results deriving from the empirical investigation. Data analysis shows a widespread knowledge of the main fish species, but a lack of knowledge of the niche species that characterize our seas. The paper is divided into five sections. After the introduction, the second section offers a theoretical background of Edutainment and Gamification, the third section explains the research method, namely the game construction, while section four provides a description and discussion of the research findings. In the fifth section, final remarks research directions are addressed.

**Keywords:** Edutainment; Gamification; Sustainability; Technology; Collaboration.

## 1. Introduction

The paper is the conclusion of the project “Promotion at national level of fishery products at zero food miles and niche through the valorization of short supply chains, implemented through innovative means of training and communication” carried out by the IMPRESAPIENS Research Center of the Sapienza University of Rome on behalf of on behalf of Ministry of Agriculture and Forestry Policies, based on the Convention signed with the Department of Competitive Policies, Food Quality, Horse Racing and Fishing, Directorate-General for Maritime Fisheries and Aquaculture. The aim of the project is to promote short supply chains and fishery products at zero food miles, increasing awareness and sustainability levels in this sector. Short supply chains are focused on valorization aspects such as the quality, country of origin and sustainability of products, instead the traditional supply chains focus on productivity, standardization and industrial organization goals. Environmental and economic sustainability could be assured by the smaller presence of intermediaries between producers and consumers and the local dimension of production and transformation. Production and consumption profiles, minimizing transport, significantly contribute to pollution, promote the development of local economies, increase employment, and protect local traditions. Thus, the short supply chain identifies a particular form of fishery products marketing, improving the environment, maintaining biodiversity, respecting traditions and favoring local economies. The project is oriented towards future students, parents and teachers. The students are the protagonists of edutainment initiatives and will be leveraged towards parents who will in turn convey the notions to other adults through activities to be carried out together, with media relevance. The activities raise awareness of the sustainability of the fisheries supply chain, promote the spread of local products and activate short supply chain mechanisms, enabling them to be strengthened. Starting with young people and all involved parties, they will have a leverage effect and everyone’s decisions will affect market choices at every level. The project will provide the necessary tools to make sustainable and conscious choices across the entire supply chain: from purchase, to retail and wholesale, and above all to fisheries/livestock up to the level of “environmental and biodiversity protection”. The research questions addressed are: 1) Can students be

aware of the sustainable fisheries supply chain by promoting the diffusion of local products? And, if yes, 2) Which are the best ways to train schoolchildren? Experimentation activities through the game are involved a sample of 650 students of secondary school. Data analysis shows a widespread knowledge of the main fish species, but a lack of knowledge of the niche species that characterize our seas.

The paper is divided into five sections. After the introduction, the second section offers a theoretical background of Edutainment and Gamification, the third section explains the research method, namely the game construction, while section four provides a description and discussion of the research findings. In the fifth section, final remarks research directions are addressed.

## **2. Edutainment and Gamification**

As discussed, we have chosen to present the literature review following the strands of research under the denomination of Edutainment and Gamification, in order to answer to the research questions addressed: 1) Can students be aware of the sustainable fisheries supply chain by promoting the diffusion of local products? And, if yes, 2) Which are the best ways to train schoolchildren?

The “modern” education process is characterized by increasing information and rapid development of technologies facilitates new leisure activities (Anikina and Yakimenko, 2015). To date, the cognitive learning process does not develop into a formal environment, but into a healthy entertainment with the acquisition of simultaneous knowledge. The edutainment is the concept of education and entertainment. The “Educational fun” is used to identify new forms of educational teaching based on the game. Edutainment supports the process of intercultural education (Infante, 2000), within an educational project, subjects belonging to different cultures interact with each other in order to overcome “monoculturalism”, facilitating the empathy. Through the game, children discover the reality surrounding them, enabling experimentation of new skills. In the literature review, Addis (2005) was one of the first authors to define edutainment as a new form of interactive pedagogy that qualifies the learning process as a fun experience. Education in the computer environment is a subset of computer games with the price structure, and is part of the training experience in the games (Egenfeldt-Nielsen, 2007). Buckingham and Scanlon (2005) define edutainment as a “hybrid” based on visual material in the form of stories and/or games, less tied to the didactic style. The authors argue that edutainment is an interesting combination of traditional content and teaching methods in the context of new technologies. The purpose of education in the computing environment is to attract the learners’ attention by connecting their feelings to computer monitors with colorful animations (Aksakal, 2015). Tüzün et al., (2009) consider today’s teaching methods as more focused on students, emphasizing the role of students in the teaching methods. In addition, computer games can be used as effective tools in teaching complex topics, stimulating and increasing the motivation of students in the classroom. Okan (2003) states that the purpose of this education process is to attract and retain students' attention in order to balance their emotions and feelings through the use of an animated monitor that is rich in vibrant colors, in this way the learning process becoming interactive, exciting and entertaining. The instruments to applying and developing edutainment are the new technologies that translate into interactive multimedia systems, or virtual-based technologies based on real time interactive 3D graphics systems (Addis, 2005). Virtual reality is defined as an integrated IT system that allows users to create, display and interact with a simulated and reproduced world. It also allows users to feel immersed in the environment through stereographic and tactile interfaces (Cai et al., 2006). In particular, interactive technologies have two essential characteristics: interactivity and virtual concretization. Interactivity is defined as the ability to respond to user inputs by manifesting in the choice of topics of interest. The second concerns the ability to concretize the content of the message transmitted in a virtual environment. This is closely tied to the multimedia technology, integrating different communication media. Multimedia allows access to various information (data, text, video, images, animations, sounds) permitting an expression of the most powerful concepts over traditional tools. By applying new technologies to edutainment, the convergence between education and entertainment is strengthened, improving flexibility and achieving important results that affect the evolution of technology, such as speed, interconnection and graphic resolution. The developments related to the content of the message originate two effects: Education and Entertainment Content (Addis, 2005). Using multimedia with a new virtual environment construction, the educational

message content is realized, that it enhances the entertainment content. Thus the message is therefore recognizable by more individual senses, increasing multisensorship and the user has the opportunity to receive much higher knowledge (Cook and Grant-Davie, 2000). Shaping the message with multimedia and multisensoriality allows to recreate content that is part of a new virtual environment where interaction with the individual occurs, which can be defined as the Virtual Edutainment Environment. According to Addis (2005) the Virtual Edutainment Environment is the environment in which one or more individuals encounter the actualization of the message. In this context, the users can interact with each other, but it is essential that information is elaborated in a single and complex way, exploiting the multimedia of the technology tools to strike the individual's multisensorship. The need to use an *ex novo* definition to indicate this virtual education and entertainment environment, is justified by the specifics of the concept. The Virtual Edutainment Environment is translated as an engaging experience, and the user's relationship is defined as "edutainment experience immersion", an emotion experienced by the individual when he is actively participating. This characterizes the "learning immersion", a sense of interest that the individual experiences in a new knowledge acquisition situation. The "Learning immersion" is a concept that is part of the "edutainment experience immersion". However, there are considerable differences as "learning immersion" refers to the relationship between the user and the educational message, "edutainment experience immersion", instead is relevant to the whole situation. This is the Virtual Edutainment Environment. Okan (2003) argues that education concerns the development of cognitive structures and that technology is a means, not a pedagogy, useful in creating such learning environments. Although the convergence between education and entertainment is supported by the diffusion and creative use of technology, all this entails a risk, perhaps characterized by the vulnerability of the system itself. Researchers and industry experts raise questions and criticisms about this form of modern education. The widespread feeling that educators have no choice but to accept and use the new methodologies and technologies despite being not confident with them, the investments that the classes have to support to provide the classrooms of the right equipment, and finally a danger that children have a limited view of learning, with the risk of being perceived only as mere fun and entertainment. The use of available technology and instrument has influenced practice in educational systems. It is difficult to explain the current position of technology in education systems or it is increasingly difficult to predict what its integration will be in the future. However, education institutions continue to make educational reforms and invest in unpredictable technologies nowadays (National School Boards Association, 2017, Jonassen, Howland and Marra, 2012).

Does a relationship between theories and applications of Edutainment and Gamification exist? The connection could be expressed by a common element: game, a major variable during "modern" learning and education processes. Huizinga (1946) and Caillois (1981) studies a recreational component in the ordinary and extraordinary life of the individual. The authors, although in different historical moments, come to the same conclusion, the game is a primary need of individual and this is the natural assumption that led to the gamification. In the international literature, authors such as Deterding, Khaled, Nacke and Dixon (2011) define gamification as elements, dynamics and game mechanics in contexts other than game, highlights the need to improve engagement and the commitment of the individual to non-recreational activities. A necessary but not sufficient condition for the growth of gamification is the development of technology, telecommunications networks. Among the multiple and heterogeneous application fields, gamification is referred to contexts where it encourages and it promotes learning process. Several empirical investigations (Carsten et al., 2014) found the concentration capacity and learning outcomes are increased in the university and primary schools, highlighting a positive effects of gamification processes. The World Education Forum (2015) stipulated that the aim of the planet is to "improve all aspects of the education quality, by ensuring adequate excellence". In order to encourage students to study, the concept of Digital Game Based Learning (DGBL) was theorized, which is component of the Educational Game tools, as a variation in the use of games in educational environments, useful to promoting collaboration, cooperation and learning (Prensky 2012). In particular, the (DGBL) is characterized by three important conditions:

- Situated Learning
- Activity Theory
- Experiential Learning

In the Situated Learning the games provide information in a framework well-defined, where learning takes place through social interaction between individuals. In the Activity Theory the games allow the students to experiment solutions, in addition, through Experiential Learning, the students learn by doing. Game-based learning studies have analyzed the criticalities and cases in which the use of system has been successful and results have been better than the previous ones. Particularly, there have been effects on the increase in practical activities and support situations for pre-adolescent education. Several experiments carried out on elementary school children have shown the teachers adopt a "modern" educational didactics, using the combined game tools in the digital environment, the children received much more information, becoming flexible in learning of concepts totally different from each other. Therefore, the development of Game-Based Learning systems has enabled the knowledge and experimentation of new learning forms, achieving improved results in terms of effectiveness and efficiency.

### 3. Game Construction

In order to involve secondary school students, a first phase of experimentation was planned at the follow Institutes: "Via Ceneda", "Nelson Mandela", "Tullia Zevi" and "A. Manzoni (Via Lusitania)". Schools with a pool of heterogeneous users have been involved in order achieve a real validation of the city context. Experimentation activities through the game are involved a sample of 650 students of secondary school. The main purpose of the project is to disseminate local fishery products in the education field. The econometric criteria of information/communication are identified. The data collected refer to the implications of the game in terms of information, education and communication. The game has been structured to be captivating, educative, formative and inclusive. In particular, all the participants carried out activities in order to achieve the goals of continuous improvement, associating educational information with each choice. Players can make choices along by supply chain, through the storytelling principles. In general, the game is structured according to the following process:

- The child/player prepares dinner for his family. To do this has a budget in Euro and Lives.
- The player will begin his adventure along the supply chain will become the protagonist at every stage: buyer, fisherman, carrier agent, trader, chef.
- The player will have to choose which fish to fish and, depending on the option, the budget and the lives will change.
- The player will have to choose which fish and depending on the option the budget and the lives will change.
- Choosing the fish there is an activity to associate species to the right scientific name.
- The child starts his itinerary along the supply chain, becoming a fisherman.
- Among the fishing options the minimum dimension fish to caught is presented.
- After the fishing technique the player becomes a carrier agent, choosing storage conditions and the max distance of transportation.
- In the final phase, the player will be the protagonist of the transformation phase. Students will find themselves in the kitchen at home and can choose between the different recipes available and prepare the dish.
- In addition to curiosity, other learning notices (eg food waste, waste disposal, nutrition information) will be provided.
- Completing the game, the students/players will have maintained, enriched or impoverished the budget and the lives.

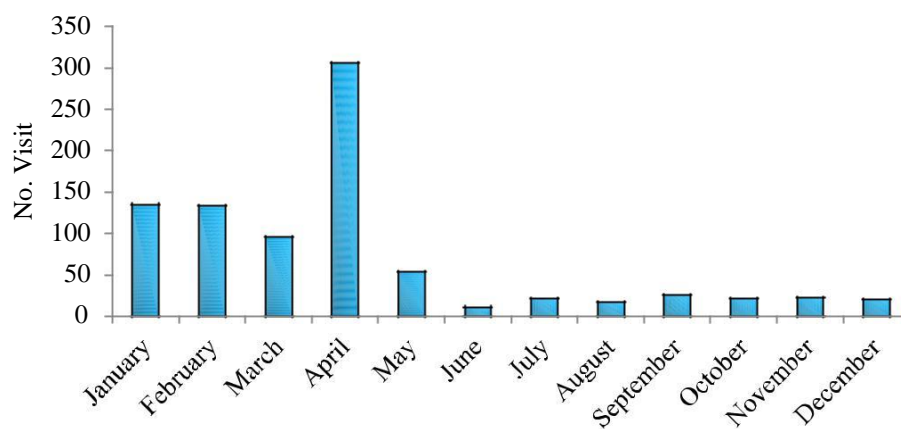
Questions have been associated with a degree of difficulty: from 1 (less difficult) to 3 (harder), in order to create different levels within the game. Response options have been catalogued based on their correctness, based on a importance system. To the answer always accurate the score is "+1"; the incorrect answer the score "-1" is corresponded; a response not correct but not wrong the score "0" is associated.

From a technical point of view, the software was developed with Microsoft Visual Basic 6 sp.6 and requires Windows XP, Vista, 7, 8 or 10 operating systems. The program sends the data on the progress

of the game using a secure connection ssh to the server hosting the website. The data contains the nickname of the player, his current score, the date of his first game, the number of games played and the number of times the game has been completed.

#### 4. Results and Discussion

A great student participation are highlighted. In order to monitor the trends and results of the portal, the first statistics and access statistics were also examined. The main results are given below taking into account the period 1/1/16 - 6/12/16. Access to the portal was higher in the months immediately after the end of the project, which took place at the end of November 2015 and focused on April 2016. From this evidence, it is possible to assume that coordinated action between teachers, parents and game They can direct the learners' interest in edu-entertaining tools such as the game of “Pesci in Rete”.



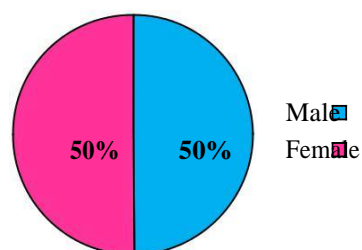
Interesting is the time related to the portal access time. Taking into account the schools involved, the main access time to the portal is after lunch between 3PM and 4PM.

To acquire knowledge about the students' knowledge, improving the game structure and the sessions training, exploratory questionnaires are administered. The survey is composed by eleven questions, two questions are open answer and nine with multiple choice. The questionnaire collects following information:

- gender
- number of family members
- fish food habits
- fish consumer behavior
- information related to the choice
- knowledge of fish various species
- learning opportunities

The survey used an ad hoc questionnaire developed as an investigative tool. A preliminary test was carried out on a small set of units in order to sharpen the questions. The survey involved a sample of 650 students. The questionnaire response took place outside of the classroom, often at home and for this reason some of the results may be affected by any stresses received at home.

### *Question 1 – Gender*



### *Question 2 - Number of family members*

Two	Three	Four	Five	> Five	No answer	Total
23	120	349	107	49	2	650
3.5%	18.5%	53.7%	16.5%	7.5%	0.3%	100,0%

Over 53% of households is composed by four people, it is presumed that this suggests that interviewing families are made up of two parents and two children.

### *Questions 3 - How many times do you eat fish in a week?*

The question aiming to identify the number of weekly opportunities for fish consumption. The sample considered involve students who did not use the school canteen service.

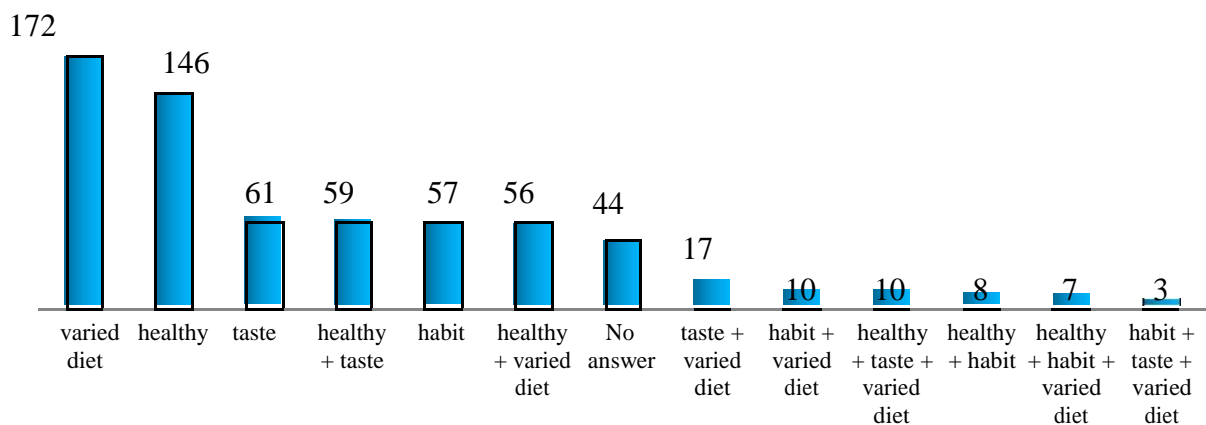
All the days	Once a week	Twice a week	No consumption	No answer	Total
2	359	240	44	5	650
0.3%	55.2%	36.9%	6.8%	0.8%	100.0%

Data shows how the consumer profile is geared toward a weekly occasion over 55%, while 36% twice a week. These consumption outcomes only concern household consumption.

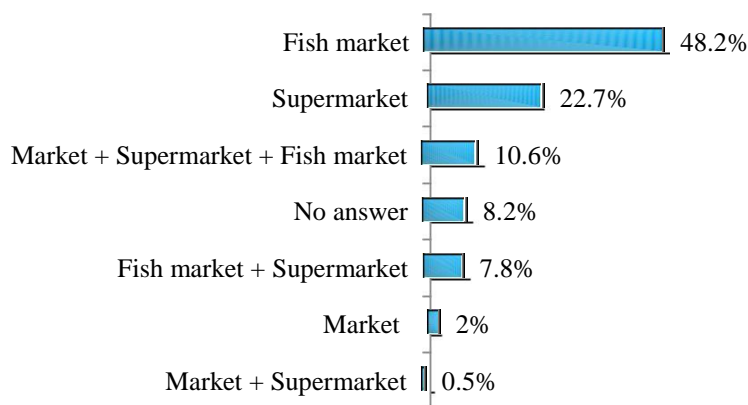
**Question 4 – Where do you eat fish?** Taking into account the mode of questionnaire administration and considering the failure to use school canteen service, the total number of respondents replies that the opportunity for consumption happens at home.

**Question 5 – Why do you eat fish?**

This question clarifies the motivations that drive students (and families) to the fish consumption. The students provided more than one answer.



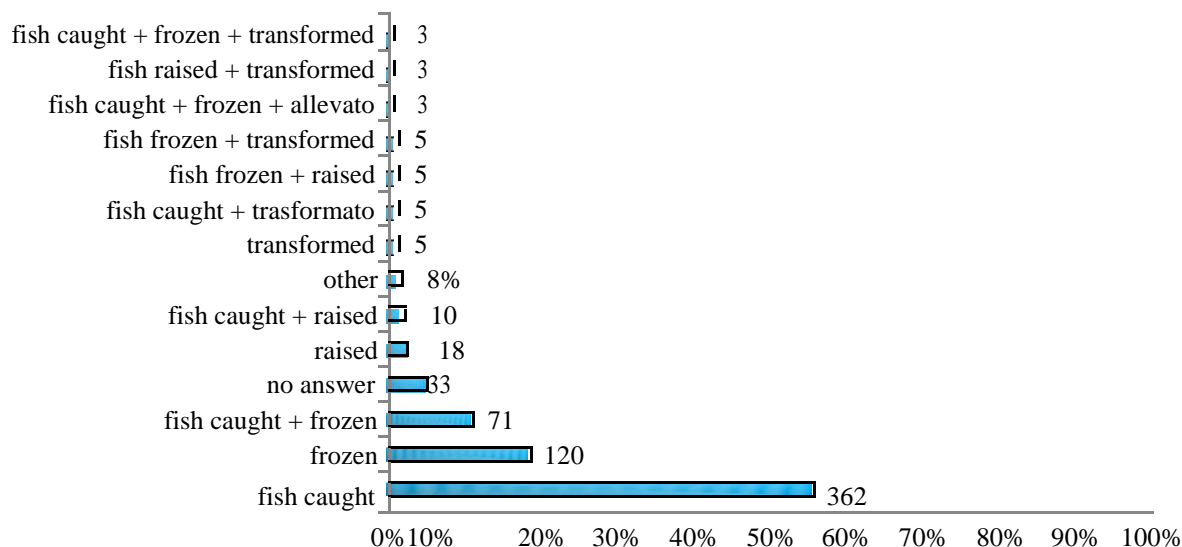
**Question 6 – Do you know where the fish is bought?**



More than 48% of respondents claim purchasing is done in a specialized stores, followed by supermarkets.

**Question 7 - What is purchased?**

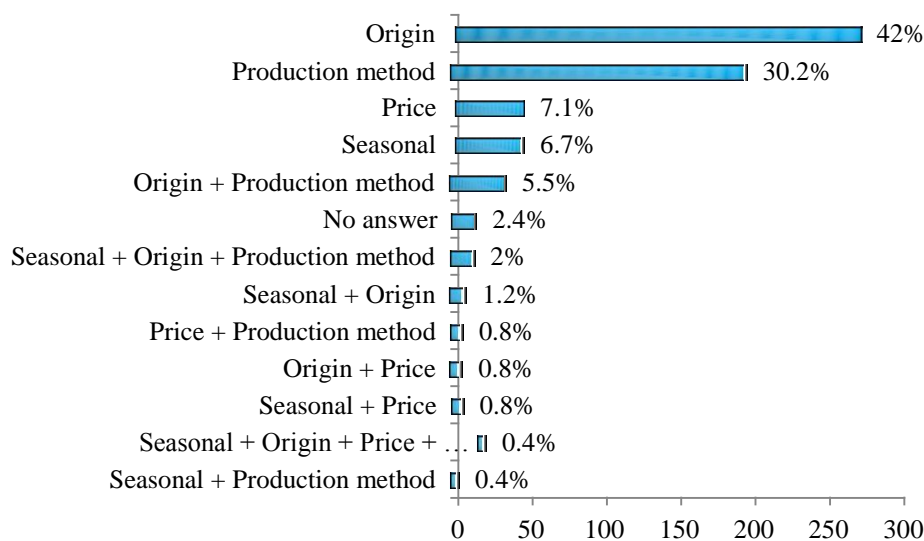
The question to clarify which product type was purchased by the respondents' families. Below the results.



Considering options of providing more than one answer, it has decided to deepen the distribution of the first answer to the questions. By data analysis emerged the purchase of fish caught, in this case any family stress needs to be taken into account.

**Question 8 - You would like to learn more about...**

The question intends to explore the potential issues of interest to be studied.

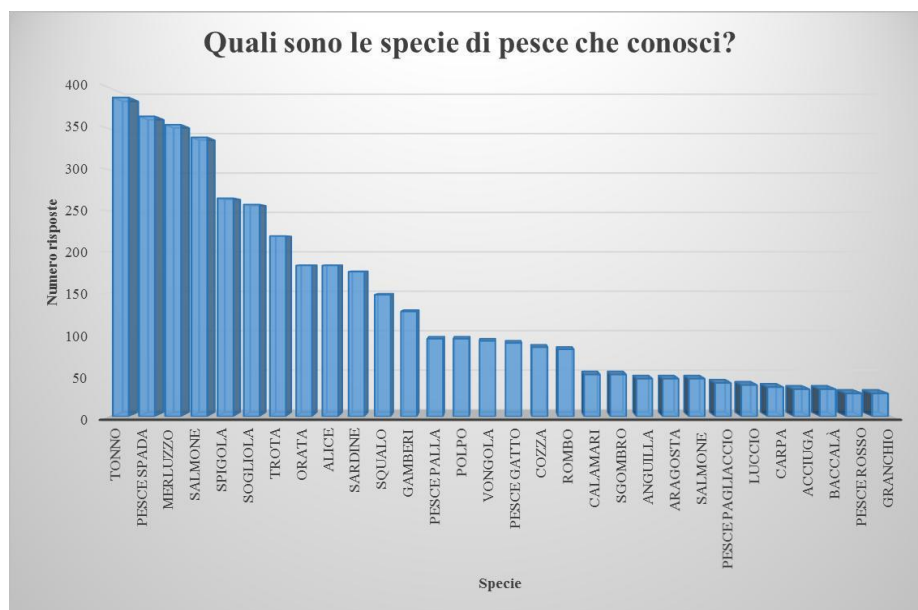


The topics of greatest interest are product origin (42%) and production method (30.2%). This data suggests that the actions introduced by the project find space because they consider sensitive topics for consumers of the future.



**Question 9 – Which are the various species known?**

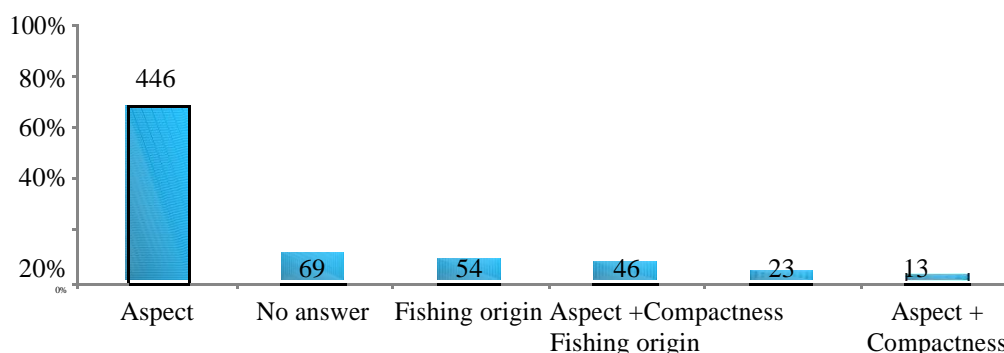
The question asks which are the fish various species known to kids. The answers are shown in the following chart.



From the analysis of the data it is possible to observe about 30 species known by the sample, the first 10 species represent over 55% of total answers. The qualitative data analysis highlights that among the most well-known species there are no niche species, typical of our territory. On the one hand, it highlights the inclusion of other species such as molluscs, mussels, crustaceans and other aquatic animals; on the other hand, knowledge of freshwater species such as the pike and the carp.

**Question 10 – Do you know how to recognize the fish freshness?**

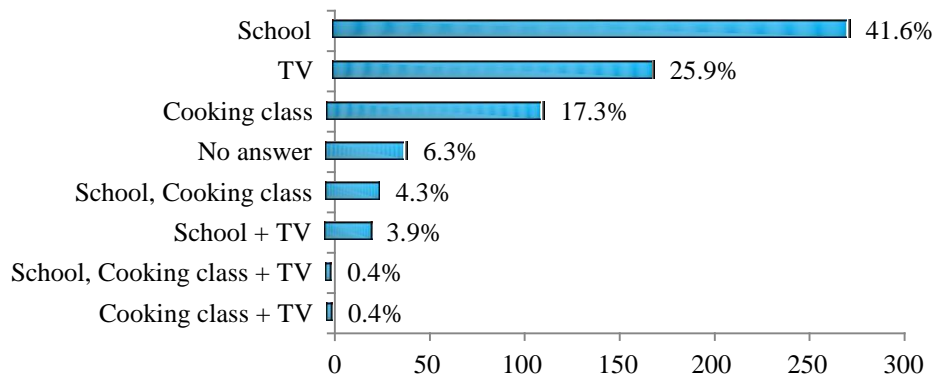
In order to investigate the ability of students, the question aiming to recognize the freshness characteristics of fish.



The results show how the aspect is the main characteristic considered for fish freshness with over 68% of responses.

**Question 11 - Where would you like to explore some of these issues with your parents?**

The question try to realize which edutainment opportunities could be developed in the future.



According to the findings, the students would like to deepen the issues related to fishing, sustainability and niche fishing at the school (41.6%) or television (25.9%) or through a cooking class (17.3%).

## 5. Conclusion

The study provides starting points for reflection and discussion about the promotion and exploitation of short supply chains and fishery products at zero food miles, increasing awareness and sustainability levels in this sector. The project is oriented towards future students, parents and teachers. The students are the protagonists of edutainment initiatives and will be leveraged towards parents who will in turn convey the notions to other adults through activities to be carried out together, with media relevance. These activities raise awareness of the sustainability of the fisheries supply chain, promote the spread of local products and activate short supply chain mechanisms, enabling them to be strengthened. Experimentation activities through the game are involved a sample of 650 students of secondary school. The article presents the comments and results deriving from the empirical investigation. Data collected demonstrates a widespread knowledge of the main fish species, but a lack of knowledge of the niche species that characterize our seas. In particular, data analysis show the gender equally distributed (50% male and 50% female). About 54% of families is composed by four component, over 55% of respondents eats fish once a week and the 50% eats fish for the reasons of healthy and varied diet. Over the 70% of respondents purchases the fish products in a fish market or supermarket, only 2% in a weekly market. Over the 70% of students declared that the fish product purchased is caught or frozen. The Origin (42%) and Production Method (about 30%) are the issues of increased interest during the fish purchasing assessment process. The findings highlight a widespread knowledge of the main fish species, but a lack of knowledge of the niche species that characterize our seas. Among the students there is a confusion of the name “fish”, which identifies only one category of shellfish and crustaceans, in addition to the fish. However tuna, swordfish, cod, salmon, sole and trout, are the most popular species of students who answered the questionnaire. Finally, about 70% of the respondents state that the “aspect” is the main item used to recognize the freshness of the fish. Therefore we attempt to answer our two research questions, declaring that the students are aware of the sustainability of the fisheries supply chain by promoting the diffusion of local products, shaping new consumer patterns through Edutainment and Gamification.

## References

- 2) Addis, M., (2005), "New technologies and cultural consumption – edutainment is born!", *European Journal of Marketing*, 39, 729-736.
- 3) Aksakal, N., (2015), "Theoretical View to The Approach of The Edutainment", *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 186, pag 1232-1239 .
- 4) Anikina V.O., Yakimenko V.E., (2015), "Edutainment as a modern technology of education", *Social and Behavioral Sciences*, 166, 475 – 479.
- 5) Buckingham, D. Scanlon, M., (2005), "Selling learning: towards a political economy of edutainment media", *Media, Culture and Society*, 27, 41-58.
- 6) Cai Y., Lu B., Fan Z., Indhumathi C., Lim K.T., Chan C.W., Jiang Y., Li L., (2006), "Bio-edutainment: Learning life science through X gaming", *Computers & Graphics*, 30, 3–9.
- 7) Callois R., (1981), "I giochi e gli uomini. La maschera e la vertigine", Bompiani.
- 8) Carlo Infante, *Imparare giocando. L'interattività tra teatro e ipermedia*, Bollati Boringhieri, 2000.
- 9) Carsten F., Steuer T., Noll K., Miede A., (2014), "Teaching the achiever, explorer, socialize, and killer – Gamification in university education", *Lecture Notes in Computer Science*, 8395, 92-99.
- 10) Cook K.,C., Grant-Davie, K., (2000), "Online Professional Communication: Pedagogy, Instructional Design, and Student Preference in Internet-Based Distance Education", *Business Communication Quarterly*, 63, 106-106.
- 11) Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L., (2011), "From game design elements to gamefulness: defining gamification", *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, Tampere, Finland, 20-30 September.
- 12) Egenfeldt-Nielsen, S., (2007), " Third generation educational use of computer games", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16, pag.263-281.
- 13) Huizinga J., (1946), "Homo Ludens", Einaudi.
- 14) Jonassen, Howland e Marra, *Meaningful Learning with Technology*, Pearson, 2012.
- 15) National School Boards Association (2017), <https://www.nsba.org/conference>.
- 16) Okan, Z., (2003), "Edutainment: is learning at risk?", *British Journal of Educational Technology*, 34, 255-264.
- 17) Presky M., (2012) "From digital natives to digital wisdom", *From Digital Natives to Digital Wisdom: Hopeful Essays for 21st Century Education*.
- 18) Tuzun, H., Yilmaz-Soylu, M., Karakus, T., Inal, Y., Kizilkaya, G., (2009), "The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning" *Computers and Education*, 52, pp. 68-77.
- 19) World Education Forum, (2015), "Final Report", United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002437/243724e.pdf>.

## The Corporate Social Responsibility in the Italian agri-food sector

Ornella Malandrino<sup>1</sup>, Stefania Supino<sup>2</sup>, Daniela Sica<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Business Sciences–Management & Innovation Systems (DISA-MIS), University of Salerno, Italy; e-mail: ornellam@unisa.it, dsica@unisa.it

<sup>2</sup> Department of Human Science and Promotion of the Quality of Life, San Raffaele University, Rome, Italy; e-mail: stefania.supino@unisanraffaele.gov.it

### ABSTRACT:

The considerable social, economic, legislative and political changes that have marked the agri-food sector over time have brought about new needs related to the ethical-social and environmental field. These requirements have imposed on organizations operating in the sector a change in their organizational and management models.

In this context, Corporate Social Responsibility (CSR) has assumed great importance in the context of the new managerial logic of agri-food companies, outlining a management model based on balancing the interests of all stakeholders, thanks to integration of traditional economic objectives with others environmental and social.

This paper aims to examine, in the first part, the path that has characterized the enlargement of the corporate vision and the related responsibilities, towards aspects related to the ethical, social and environmental dimension, in the Italian agri-food sector. Subsequently, the current approach to CSR was outlined through a review of the main tools implemented. This in order to evaluate the opportunities that may derive from a strategic orientation aimed at building the sustainability of organizations in its triple dimension: economic, environmental and social. Finally, the main critical elements that hinder the dissemination of CSR tools in agri-food organizations have been outlined.

**Key words:** Corporate Social Responsibility, value creation, socio-environmental tools

### LOGICAL FRAMEWORK

The agri-food sector is composed by an articulated range of interrelated activities that, through more or less complex processing processes, produce goods and services for the final consumer. At global level, the agri-food system is made up of about 570 million companies. Also in Italy, it represents an extremely important reality in terms of turnover, added value, number of employees and firms, contributing significantly to the image of Made in Italy in the world.

In 2016, the turnover of the agri-food industry reached 187 billion euros (€ 132 billion euros for the food industry and 55 billion estimated for the primary agro-zootechnical sector), equal to about 11% of GDP. The exports have exceeded 30 billion euros, reporting a trade surplus of over 10 billion euros (ITA, 2017).

Italy is the first country in Europe for the number of certified quality products (280 food and 253 wine), the world's leading wine producer, with 48.9 million hectoliters, and the second country in the world by number of restaurants with one or more Michelin stars (334) (CREA, 2017).

The Italian agri-food system is extremely heterogeneous and complex, characterized by different types of companies that have different dimensional classes (micro, small, medium and large) and various degrees of concentration (cooperatives, consortia, associations, etc.) as well as a plurality of areas of intervention (protected areas, urban and periurban areas, rural areas, highly specialized areas, productive districts, etc.).

It has always played a role of great importance both for the numerous and diversified sectors of which it is composed, and for the peculiarities that distinguish it, ranging from products from the agricultural sector having different quality characteristics, to products obtained from industrial transformations, characterized by a high added value.

The agri-food sector is of considerable social, cultural and economic importance, due to the implications deriving from the evolutions over time in the tastes and traditions and, more generally, in the patterns of life and consumption. Around this sector revolve a series of activities - legislative and commercial, scientific and industrial, medical and technological - whose effects manifest a plurality of dimensions that relate to the religious, political, ethical, to the extent of involving others concerning the quality of life and the psycho-physical well-being of individuals.

Food products, in fact, aim to satisfy not only physiological needs (water, energy, protein, vitamin and mineral salts), but also interact with more complex mechanisms, such as those related to psychological aspects, social relationships, traditions and to local customs.

By virtue of these factors, a crucial role in this sector has always been played by consumers who, with their consumption patterns, can improve the performance of the agri-food system.

Consumers in their decision-making processes are increasingly careful to choose foods that integrate their traditions with environmental and social aspects. In this way are able to sensitize the productive organizations to use natural resources more efficiently, reducing environmental impacts along the supply chain and embarking on paths based on greater attention to ethical and social aspects. Among the latter, assume a leading role not only the respect and protection of the environment, but also the guarantee of acceptable working conditions, the absence of discrimination and exploitation against the weakest sections of the population, the equitable distribution of the value produced along the entire supply chain, the enhancement of territorial specificities of character landscape, cultural and social. These are expectations whose non-execution is routinely rebuked by the generality of companies in the agri-food sector.

The agri-food system, in fact, exerts a strong pressure on the environment. The agricultural sector, in particular, uses natural resources (such as soil, water, energy sources, etc.) but also artificial fertilizers, pesticides, herbicides, and is responsible for environmental degradation, biodiversity loss, eutrophication, climate change and the increase of toxic emissions and waste.

For example, inadequate agricultural practices may involve soil degradation processes that reduce its main functions. These processes are represented by the reduction of organic matter present in the soil, by erosion, by desertification, by contamination (e.g. by heavy metals), by waterproofing, by alkalization, by soil acidification, and by salinization.

In addition to this, intensive agricultural exploitation, mechanization and monoculture have led to a structural homogenization of the landscape and a simplification of production orders.

Regarding the organization and quality of work, the agri-food system is the sector in Italy that has more critical issues linked to at least three key factors. The first is the high incidence of irregular work; the National Institute of Statistics (ISTAT) estimates that every 100 employees, 20 are completely black. The organization of work is affected by the seasonal nature of the agricultural activity, which affects the times and methods of use of human resources and the small size of the agricultural enterprise, where the main role is played by the owner of the business and his family members, who they have generally poor managerial skills in business management and a low propensity for innovation (INAIL, 2017).

The second is the high risk of the work carried out using dangerous machinery by workers, often improvised. In agriculture, in fact, 6.7% of accidents at work and 10% of fatal ones are concentrated. Lastly, the high incidence of immigrant workers, including many illegal immigrants, exponentially feeds the risk factors of both work irregularities and accidents (INEA, 2012).

Based on these considerations, there are many requests from different types of stakeholders, which together with the complex dynamism of the reference competitive scenario have led to a redefinition of competitive strategies, management approaches and organizational structures.

To guarantee their survival, the agri-food organizations have had to include social and environmental objectives in their own institutional aims.

The aim of this work is to investigate the methods and tools that the actors of the agri-food system can use to meet the new expectations of consumers and other stakeholders.

The information provided in the literature has been useful to highlight that in recent years, organizations in the agri-food sector consider social responsibility as an innovative and differentiating strategy. Innovative strategy as aiming at the recovery and strengthening of some elements of cohesion centered on economic, social and environmental sustainability in the reference territorial context through a path that guarantees a high social quality and stimulates companies to introduce sustainable models in their strategies and policies. Differentiation strategy as it is able to make the company unique in its sector.

In fact, there is a widespread belief that companies that obtain positive results in the environmental and social field also achieve better economic results, activating virtuous circuits in terms of productivity, competitiveness and image in the medium to long term.

Section 2 therefore describes the current orientation towards social responsibility of Italian agri-food companies. The work focuses on the main critical elements that hinder the dissemination of CSR in agri-food businesses and on the potential opportunities derived from the ability to combine competitiveness and social responsibility.

Companies more oriented towards improving their performance, not only economic, but also environmental and social, are particularly vital and resilient, able to understand and seize the opportunities

for success and pursue innovative business ideas that enable them to establish themselves on the market. The processes of interaction between the various social actors lead, in fact, to a general renewal of the practices, processes, technologies and management of activities linked to the agri-food sector.

Based on the analysis, the main challenges that the agri-food sector will face and the role it will play for the building of lasting sustainability were analysed.

Section 3 concludes the paper by highlighting the main findings and outcomes of the study.

## **THE SOCIO-ENVIRONMENTAL DIMENSION IN THE ITALIAN AGRIFOOD SECTOR**

The operational tools through which the social responsibility policies are implemented in the agri-food companies are many and range from ethical codes to social marketing, up to the different types of social-environmental reporting tools. Agri-food companies also move according to further strategic guidelines to certify their ethical and social commitment. They can achieve voluntary certifications of product, process or system attesting the ethical and environmental sustainability of the production process, respect for the traditions of the territory, the quality and safety of food products, but also the attention to health and safety on the workplace.

The implementation of the management systems and the relative certification, constitute, in particular, occasions for the improvement not only of the efficiency of internal processes, but also of relations with the socio-economic context in which the organizations operate.

In addition to the voluntary certification of management systems, in line with the standards ISO 9000, ISO 14000, SA 8000, OHSAS 18000 and common to all the sectors, the agri-food sector is characterized by wide affirmation of further types of certification, labels and quality standards that companies can adopt.

They range for example from Community trademarks of typicality, i.e. the Protected Designation of Origin (PDO), Protected Geographical Indication (PGI) and Traditional Specialities Guaranteed (TSG), to the organic production method, all governed by EU Regulations (Proto et al. 2010).

Also the large-scale retail trade, in view of the increasingly significant role which it plays in the agri-food sector, has introduced new standards to which the agricultural holdings and the processing can adhere, undergoing rigorous checks and verifications of compliance.

Among the numerous standard, there is the GlobalGap (formerly EurepGap), founded in 1997 by an initiative of the Euro Retailers produces Working Group (EUREP), the association of the major European distributors, which promotes the use of good agricultural practices (GAP) that producers can adhere to<sup>1</sup>.

Other important standards drawn up to facilitate the selection of suppliers by the large-scale retail trade are the BRC - British Retail Consortium and the IFS - International Food Standard<sup>2</sup>.

There are, moreover, standards that attest to the religious conformity of foods such as the *halāl* and kosher certifications.

The ISO has also published a standard, for voluntary adoption, aims to harmonize the different standards for the development and management of safety and food traceability: the standard 22000:2005 Food Safety Management Systems - Requirements for organizations throughout the food chain<sup>3</sup>.

It should be noted that most of the companies of the Italian agri-foods sector continues to slight the advantages offered by the ISO standard 22000 preferring especially use the BRC and IFS schemes whose recognition is essentially limited to the countries of origin.

The voluntary instruments for the dissemination of sustainability in the three dimensions (economic, environmental and social, according the Triple Bottom Line approach (Manetti, 2006), in the Italian agri-food sector are already largely consolidated, with the exception of ethical tools that require a different sensitivity of the companies (Table 1).

Table 1 – Certification of Management Systems registered in Italy in the agri-food sector

<sup>1</sup> The requirements included in this standard, exclusively directed to the agricultural sector, are referred to the various phases that characterize the work undertaken by the (selection and crop rotation, use of fertilizers and pesticides, irrigation systems, systems for the collection, handling and preservation of the product, safety of the operators, etc.).

<sup>2</sup> The first was drawn up by the BRC, the organization that represents the main operators in the large-scale distribution in Great Britain, while the IFS was developed jointly by organizations that represent the great German distribution and French. They are both directed to processing factories and are aimed at ensuring, with reasonable certainty, constancy and uniformity of the quality requirements of the products.

<sup>3</sup> This standard, contemplating the mandatory application of the HACCP system, it integrates the methodology by providing the identification and control of all the dangers inherent in the exercise of the activities of the organization and relating the healthiness and safety of the food, up to the moment of its consumption.

	2010					Organic	2016					Organic
	ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001	SA 8000	ISO 22000		ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001	SA.8000	ISO 22000	
Agricultural sector	310	60	1	1	26	38679	307	93	43	37	839	55567
Food sector	3360	735	52	59		5636	3.538	838	503	230		7944
Italy	75456	6748	1376	870		47663*	82471	11654	5106	997		72154*

\*Includes companies (3348 in 2010 and 8643 in 2016) operating in both the agricultural and food sectors

Source: Processing of data Accredia, 2017; Social Accountability Accreditation Services, 2017; SINAB, 2017.

However, it is necessary to highlight that the systemic approach to sustainable management systems in the Italian agri-food sector has pointed out the evolutionary dynamics different - spatially and temporally - by type of production chain, with considerable differences between agricultural and food sectors. The agricultural sector has encountered many difficulties in expressing its own operational interpretation of the philosophy of social responsibility, difficulty in part attributable to the known factors of inefficiency that characterizes the structure of this sector in Italy, among which should certainly be counted the uneven growth, fragmentation, the reduced dimensions, the spatial dispersion, as well as the rigidity of productive factors and the lack of vocational training.

Farms are also less organized from an administrative point of view, do not have accounting and reporting tools. Furthermore, the agricultural sector is characterised by a structural lack of managerial capacity.

However, as seen, CSR tools are not very widespread also in the food sector.

A careful analysis of national and international dynamics shows that the orientation of entrepreneurial organizations towards social responsibility reflects inevitably the company size. Indeed, the adoption of the relevant instruments is limit among SMEs while, on the contrary, represents a prerogative of larger organizations.

The actions, models and tools for CSR, infact, are essentially designed for large companies, often operating in several countries, and therefore more exposed to stakeholder pressures on environmental and social performance (Supino and Sica, 2011).

This set of tools is therefore result hardly adoptable at small and micro-enterprises SMEs, many of which are family run, which characterized the agri-food sector.

The reasons for this are due to a multitude of reasons, among which it is worth highlighting that agri-food SMEs, on the one hand, show little knowledge of the practices and tools that can be adopted and, on the other, consider the implementation of CSR tools to be overly complex and burdensome.

In fact, the proper implementation of social responsibility pathways requires specific skills and high organizational capacity, coupled with a strong focus on adequate and incisive communication policies: all these factors, generally absent in smaller organizations.

These factors must be flanked by other, including the limited availability of financial resources, which makes agri-food SMEs little inclined to make plans and investments with returns in the medium-long term (Molteni and Todisco, 2007).

The realization of correct and effective social responsibility strategies create value, consensus and reputation in the medium-long and require a structured and lasting involvement of the stakeholders.

However, although it is an aspect still little explored from a theoretical point of view, the investigations to the analysis of behavior and socio-environmental agri-food SMEs in Italy have highlighted a discreet attention in respect of aspects linked to CSR (INEA, 2012).

In fact, many companies have initiated activities, initiatives and experiences within them that, even if not explicitly labeled as CSR tools, reflect some typical characteristics.

Indeed, based on analysis founded on behavior towards the main stakeholders rather than the formal adoption of the instruments, it can be affirmed that the socio-environmental commitment is not a marginal element for agri-food SMEs and that they are often socially responsible.

This is because, in the face of known weaknesses, agri-food SMEs have strong points, consisting of true and own peculiarities able to facilitate the path oriented toward a Triple Bottom Line Approach (Proto and Supino, 2009).

Suffice to think of the strong and immediate recognition of the entrepreneur's figure and its central role in making decisions, flexibility and ease of adaptation to changes in the context of reference, interpersonal relationships characterized by broad involvement with strong emphasis on human values and of the person, due to the widespread ability to develop a plot of positive relationships according to informality typical of small contexts.

They are substantially constituted by a strong attention to the needs of employees and those of the territory, which often comes from the value system that drives the entrepreneur-owner, or the family of reference in the case of companies' family.

Moreover, the deep roots in the local socio-economic context of agri-food SMEs allows them a close link between enterprise and territory, recalling the *modus operandi* previous to the phenomenon of globalization, a link that feeds informal relationships and forms of mutual help. Productive Districts also often have a social value, which transforms them into areas of development of technical and commercial knowledge, entrepreneurial culture, educational and training structures, services to workers and their families.

## CONCLUSION

The findings of this paper highlight how there is still space to introduce best practises in a systematic way and to adopt the correct CSR instruments in agri-food SMEs.

The organizations of the sector are today in a complex system of relations with various stakeholders each of which specific pressures. A system in which new threats and opportunities open to businesses that cannot be ignored. The challenge consists in knowing how to combine competitiveness and social responsibility.

The study provides several useful insights. There is a growing awareness of the need to improve the economic, environmental and social performance of the sector at all stages of the supply chain in order to achieve sustainability.

The agri-food sector may be one of the biggest contributors to shaping the sustainable development.

It is thus necessary to delineate innovative approaches, designed for agri-food SMEs, wherein the CSR should be interpreted as Company Stakeholders Responsibility in order to avoid the diffusion of "standard practices" and to promote "corporate behaviors" capable of effectively combining responsibility and competitiveness.

They will have to provide information and awareness-raising, able to put in light of the potential and reflections on the competitive performance. This creates a stable, systematic and planned link between socio-environmental commitment, stakeholder engagement, and enhancement of communication.

Sometimes it is the low propensity to communicate, especially to the outside, which obscures social engagement in agri-food SMEs making them "operators silent" of CSR.

Greater dissemination, transparency and communication of good practices and socially responsible behaviors could represent an important multiplier, capable of generating a sort of "domino effect" in a context such as that of agri-food SMEs, where imitation and re-interpretation are important ways of managing and organizing innovation.

For agri-food SMEs to acquire competence and capacity in terms of CSR they should promote forms of collaboration and exchanges of experience, perhaps with large sized companies which have already established significant knowledge and know-how in the field of CSR.

Particularly fruitful could be the adoption of network-based approaches or forms of collaboration between groups of undertakings at sectoral level or of territorial area or district, suitable to grasp the economies of scale and identifying real priorities for local intervention. In fact, in the case of small and very small organizations, the socio-environmental impact of the single actor is often insignificant, but becomes very significant when considering the district as a whole.

In this scenario, although the benefits in terms of image would be less as shared among the enterprises involved, even costs - the realization, survey, monitoring, reporting - would become more sustainable, due to the distribution between the different actors concerned.



The results presented here highlight the necessity of a collaborative approach among also the business community, policy makers, and institutions in order to embrace the CSR as a business imperative, adopting models that create shared value and drive systemic change towards sustainability goals.

The Institutions can, in fact, promote the principles of social responsibility through a series of actions, ranging from the promotion of dialogue with and among the various stakeholders, from the use of economic incentives and / or rewards for socially responsible companies. Also through the preparation of guidelines for the ethical behavior of companies and the issues, they must face in order to be socially responsible.

Attention to socio-environmental aspects could become, for district businesses, an important lever of qualitative differentiation, capable of enhancing the wealth of intangible resources. Among them, the highest level of staff motivation, reputation among the social partners and, more generally, a renewed image of Made in Italy, where the social commitment represents a key factor in competitiveness and differentiation.

## REFERENCES

- Accredia. 2017. *Banche dati*. Available on line: <https://www.accredia.it/> (accessed on 23 October 2017).
- CREA – Centro Politiche e bioeconomia. 2017. *L'agricoltura italiana conta 2016*. Available on line: <https://www.crea.gov.it/wp-content/uploads/2017/03/Itaconta-2016-x-WEB.pdf> (accessed on 29 October 2017).
- INAIL – Istituto Nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro. 2017. *Dati e Statistiche*. Available on line: <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/dati-e-statistiche.html> (accessed on 29 October 2017).
- INEA - Istituto Nazionale di Economia Agraria. 2012. *La responsabilità sociale per le imprese del settore agricolo e agroalimentare*. A cura di Lucia Briamonte e Luciano Hinna. Edizioni Scientifiche Italiane. Napoli.
- ITA – Italian Trade Agency. 2017. *L'agroalimentare in Italia produzione ed export*. Available on line: [http://mefite.ice.it/settori/documenti/NOTA\\_AGROALIMENTARE\\_E\\_VINI\\_2017.pdf](http://mefite.ice.it/settori/documenti/NOTA_AGROALIMENTARE_E_VINI_2017.pdf) (accessed on 22 September 2017).
- Manetti, G. 2006. *Il triple bottom line. Dal coinvolgimento degli stakeholder alle verifiche esterne*. Milano: FrancoAngeli.
- Molteni, M., Todisco, A. 2007. Piccole e Medie Imprese e CSR. La CSR come leva di differenziazione. *CSR Manager Network Italia*.
- Proto, M., Supino, S. 2009. *Dal Management Ambientale alla Responsabilità Sociale delle Organizzazioni. Stato dell'arte e dinamiche evolutive*. Torino: Giappichelli Editore.
- Proto M, Malandrino O, Supino S. 2010. *Sistemi e Strumenti di gestione per la Qualità. Percorsi evolutivi e approcci manageriali*. Giappichelli Editore, Torino, 2010.
- SINAB – Sistema d'informazione nazionale sull'agricoltura biologica. 2017. *Bio-Statistiche*. Available on line: <http://www.sinab.it/> (accessed on 22 September 2017).
- Social Accountability Accreditation Services (SAAS). 2017 *SA8000 Certified Organisations 2016*. Available on line: <http://www.saasaccreditation.org/certifacilitieslist> (accessed on 23 October 2017).
- Supino, S., Sica, D. (2011). Nuovi paradigmi di rendicontazione d'impresa: il report integrato. *Esperienza d'Impresa*, 2, pp. 81-91.

## The perception of functional foods in Italian young

Liberatore L.<sup>a</sup>, Murmura F.<sup>b</sup>, Casolani N.<sup>a</sup>, Waguri E.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Department of Economic Studies, University of Chieti-Pescara “G. d’Annunzio”, Pescara, Italy.  
[l.liberatore@unich.it](mailto:l.liberatore@unich.it), [nicola.casolani@unich.it](mailto:nicola.casolani@unich.it)

<sup>b</sup>Department of Economics, Society, Politics, University of Urbino Carlo Bo, Urbino, Italy.  
[federica.murmura@uniurb.it](mailto:federica.murmura@uniurb.it)

<sup>c</sup>Department of Psychology, University of Roehampton, Erasmus House, Roehampton Ln, London, SW15 5PU. [wagurie@roehampton.ac.uk](mailto:wagurie@roehampton.ac.uk)

### Abstract

Since the early 21st century consumers are increasing their attention to health lifestyle and the healthiness of their diet. Similar changes occurred within the young segment too, in which the young ones are asking for additional food safety and health education; therefore, an increasing attention towards high quality, natural and sustainable food rapidly emerged. In this context, nutraceutical and functional food play a significant role.

This paper analyzes the perception of functional food in Italian young consumers. The research was carried out through a questionnaire proposed to 311 individuals aged between 18 and 35 years old in paper or through the use of Computer Assisted Web Interviewing (CAWI). Data have been collected from December 26th 2016 to 28th February 2017 and analyzed through SPSS 21.0 program, Statistical Package for Social Science.

The results show that 71% of the sample do not know the definition of functional foods but recognize them at the time they list them. The respondents buy functional foods in the supermarket and in discount stores; they prefer herbalist's shop to pharmacy.

The main motivations for using functional foods are related to their anti-inflammatory, antibacterial and antioxidant effects.

This study indicates that the Italian young have little knowledge regarding functional foods. This could be due to poor communication on the definition and effectiveness of functional foods by experts and the media. One possible solution is the realization of educational campaigns starting from nursery schools.

**Keyword:** functional foods, young people, eating habits, consumer behaviour.

### Introduction

Eating habits and food choice trends have evolved over the years. This is primarily due to the changes in economy (Drewnowski and Popkin, 1997), in terms of accessibility, availability, and abundance of food. However, such changes bring out new drawbacks to healthy eating, such as an increase in obesity, especially in young segment (Swinburn et al, 2011). People have become increasingly interested in foods they consume and the impact the foods have on their health (Franz and Nowak, 2010; Lalor et al.,2011) and they prefer to follow a healthy diet with the awareness of the problem of malnutrition (Margetts,1997; Szakály et al., 2012).

Some studies have found a number of variables affecting the consumption and purchasing habits of consumers. The most important are the degree of healthiness of their diet, the existence of special needs related to problems of health and nutrition information on the label (Urala et al., 2007; Sirò et al., 2008; Annunziata and Pascale, 2009; Vicentini et al., 2016).

Other studies have been conducted on whether healthy foods would be consumed more if such foods were more proximate and visible. The results, indeed, revealed that the intake of healthy foods increased. While, unhealthy foods are consumed less when they are distant (Maas et al., 2012; Privitera and Creary 2013).

Studies have also focused on children and adolescents' perceptions of healthy food. Croll et al's. (2001) study revealed that adolescents attending senior and junior high schools possess significant knowledge regarding healthy foods and what healthy eating encompasses. Regardless of this knowledge, they faced the difficulty of following the healthy eating recommendations and consume food they perceived as unhealthy.

Martinez-Gonzalez et al. (1998) and Paquette (2005) suggest that the disparity and lack of knowledge in healthy eating proposes the need to educate individuals in healthy eating.

Based on these considerations it is necessary that interventions are planned to promote healthy eating; among these programmatic interventions, the new approach of agrifood companies that have responded to this new trend developed a variety of new products with instructions and pictures related to health: Functional Foods (FF).

Food companies are investing in this sector, with new marketing and communication strategies and changing their food innovation process. The market for functional foods is dynamic and growing. Japan, the homeland of the FFs, is a leader in the field, followed by the United States and Europe (Bleil, 2010).

Functional foods must remain foods and they must demonstrate their effects in amounts that can normally be expected to be consumed in the diet: they are not pills or capsules, but part of a normal food pattern (Hawkes, 2004). In addition to the nutritional characteristics they have properties that affect positively on one or more physiological functions.

Functional foods play a central role in driving purchase decisions, and help consumers make more informed food choices, especially if the product is made of new ingredients or performs actions beneficial to health that are poorly understood (Annunziata and Vecchio, 2012).

Consumers' purchasing decisions about functional foods are influenced by many factors.

According to previous research (Urala and Lähteenmäki, 2007; Siro et al., 2008), women pay more attention to food and health issues than men, thus, they are the leading purchasers and consumers of functional foods.

People with academic degrees are more likely to buy and consume functional foods compared to people with low education (Menrad and Sparke, 2006). Also, in households with an ill family member, there is higher consumption of functional foods. Some studies have shown that life satisfaction and age influence the choice of functional foods (Bech-Larsen and Scholderer, 2007; Carrillo et al., 2013) and that younger people are more likely to accept new food products (Jezewska-Zychowicz, 2009), so it is interesting to explore how much they accept functional foods.

In Italy, although functional foods are becoming increasingly popular, with rosy forecasts of their future development and demand, there is still little understanding of how these foods are perceived by consumers and how the demand is segmented (Giudice et al., 2012). In order to increase the chances of success in this market, a food firm cannot afford to not broaden its knowledge on functional food consumer perception, the cultural, psychological and social motivations under which he/she behaves (Urala and Lähteenmäki, 2003).

This paper reports the results of a preliminary cognitive investigation of the dietary habits of Italian young consumers as well as their knowledge of functional foods in order to acquire information that companies can use for their marketing and development strategies.

## **Materials and methods**

The research was carried out through a questionnaire proposed to 311 individuals aged between 18 and 35 years old, in paper or through the use of Computer Assisted Web Interviewing (CAWI). Data have been collected from December 26th 2016 to 28th February 2017 and analyzed through SPSS 21.0 program, Statistical Package for Social Science.

The questionnaire has been divided in four sections:

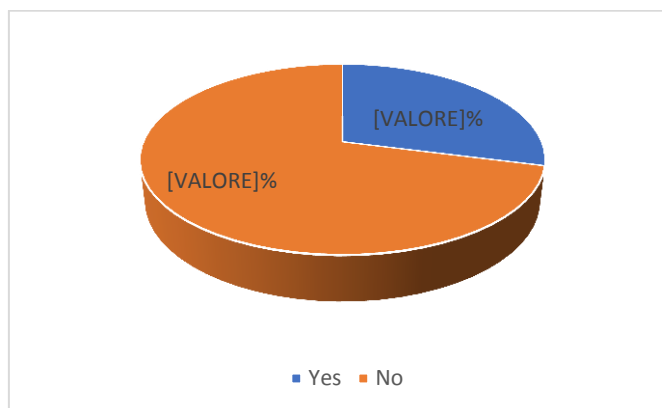
- the first section investigates socio-demographic characteristics of the sample;
- the second provides information about consumer food habits;
- the third section investigates consumer behaviour about lifestyle and physical activity;
- the fourth section is focus on consumer knowledge, perception and interest in functional foods.

## **Results and discussion**

In the first part of the research the socio-demographic characteristics of the sample have been analyzed. The majority of respondents are female (67%), and 80% are students and consume more than three meals a day, preferably at home in contrast to previous studies (Neumark-Sztainer et al., 1999; Nielsen et al., 2002). Moreover, they tend to follow the typical style of the Mediterranean Diet (Bach-Faig et al., 2011). However, the young people interviewed are not very likely to practice physical activity or do not practice it as they should.

Regarding functional foods, the results show that 71% of the sample do not know the definition but recognize them (Figure 1), according to Del Giudice and Pascucci, (2010) and Del Giudice et al. (2012).

Figure 1. “Do you know functional foods?”.



The respondents were asked to indicate the place where they buy functional foods using a Likert scale (1-5) in which : 1 = never, 2 = rarely, 3 = occasionally, 4 = often and 5 = always.

In line with previous research (Tomic et al., 2014), the results show that, the most common place is the supermarket, with an average of 3.58 followed by discount stores, with an average of 2.27 for both groups, and an Herbalist’s shop, with an average of 2.07 for the former and 2.08 for the latter (Table 1).

Table 1. Place of purchase functional foods.

	Mean	St. Dev.
Pharmacy	1,86	1,29
Herbalist's shop	2,07	1,27
Supermarket	3,58	1,36
Discount	2,27	1,45
Internet	1,71	1,3

Respondents were then asked why they bought the functional products, using a Likert scale (1-5) The rating scale provided to indicate 1 = not at all, 2 = little, 3 = indifferent, 4 = much and 5 = very much. Respondents are buying functional foods because they believe that those foods are Antioxidant and Anti-inflammatory (Table 2).

Table 2. Reasons to use functional foods.

	Mean	St. Dev.
Reduce Cholesterol / Reduce Hypertension	1,83	1,22
Analgesic	1,9	1,19
Anti-inflammatory	2,34	1,39
Antibacterial	2,33	1,4
Antioxidant	2,46	1,43
Emollient	2,06	1,24

Subsequently, the frequency of consumption of different functional foods was evaluated using a Likert scale (1-5) where 1 = never, 2 = rarely, 3 = occasionally, 4 = often and 5 = always). The highest frequency in consumption of foods with healthy properties was olive oil, which was consumed often (M=4.22), and the lowest were fermented red rice (M=1.48), aloe vera (M=1.78), and ginseng (M=1.89), which were reported to be never consumed. Other foods such as dark chocolate or cheese and derivatives were reported to be consumed occasionally (averaging at 3.22, and 3.15, respectively), while red meat (M=2.75) or grapes (M=2.66) were consumed rarely (Table 3).

Table 3. Frequency of consumption of different foods with healthy properties

	Mean	St. Dev.
Garlic	2,7	1,29
Aloe Vera	1,78	1,09
Red meat (carnitine)	2,75	1,09
Dark Chocolate (Polyphenols)	3,22	1,2
Curcuma (curcumin)	2,22	1,32
Cheese and derivatives (calcium)	3,15	1,18
Dried fruits and nuts (i.e. hazelnuts and almonds) (magnesium)	3,38	1,16
Ginseng	1,89	1,12
Olive oil (polyphenols)	4,22	1,02
Blue fish (omega-3)	3,03	1,19
Tomato (lycopene)	3,65	1,12
Ginger root	2,43	1,32
Fermented red rice	1,48	0,94
Spinach (magnesium and lutein)	3,09	1,11
Grapes (proanthocyanidines)	2,66	1,1

These results indicate that the Italian young have little knowledge regarding functional foods even if some of them are commonly consumed as they are part of the Mediterranean diet. This could be due to poor communication on the definition and effectiveness of functional foods by experts and the media.

## Conclusion

Increased attention to consumer's health, has given the scientific research and business; a stimulus to develop products with therapeutic features named functional foods, that go beyond the role played by traditional foods. Research in this field has given a strong contribution and made sure that the food market can evolve.

These products have had an immediate success in most of the industrialized countries and in the developing ones, therefore we can say that they can actually be an opportunity both for the industry in economic terms, and for the consumer in terms of health.

This study shows that young people have little knowledge of functional foods, although they regularly include in the diet foods with functional properties purchased mainly in the supermarket.

One possible solution could be to realize educational programmes starting from primary school.

Moreover experts should review their communication strategies, such as creating pages dedicated to nutraceuticals on the major social network, so that they can raise young people's curiosity and sharing on the subject. In addition, they should develop new distribution strategies, such as creating a functional foods corner in the supermarkets, in which every consumer can choose the foods he / she likes.

These suggestions can be a starting point for implementing the knowledge and dissemination of this new culture among young people since they will represent future consumers.

## References

- Annunziata A., Pascale P., (2009). Consumers' behaviors and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods. 113th EAAE Seminar "A resilient European food industry and food chain in a challenging world". Chania, Crete, Greece.
- Annunziata A., Vecchio R., (2012). Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. *Food Quality and Preference*, 28, 348-355.
- Bach-Faig A., Berry E.M., Lairon D., Reguant J., (2011). Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. Selected Conference Proceedings of the VIII Barcelona International Congress on the Mediterranean Diet, Barcelona, Spain, 24–25th March 2010, 14, 12, 2274-2284.
- Bech-Larsen T., Scholderer J., (2007). Functional foods in Europe: consumer research, market experiences and regulatory aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 4, 231-234.
- Bleiel J., (2010). Functional foods from the perspective of the consumer: How to make it a success? *International Dairy Journal*, 20, 4, 303-306.
- Carrillo E., Prado-Gascó V., Fiszman S., Varela P., (2013). Why buying functional foods? Understanding spending behavior through structural equation modelling. *Food Research International*, 50, 1, 361-368.
- Croll J.K., Neumark-Sztainer D., Story M., (2001). Healthy Eating: What does it mean to adolescents? *Journal of Nutrition Education*, 33, 4, 193-198.
- Del Giudice T., Pascucci S., (2010). The role of consumer acceptance in the food innovation process: young consumer perception of functional foods in Italy. *International Journal on Food System*, 1, 2, 111-122.
- Del Giudice T., Nebbia S., Pascucci S., (2012). The "Young" Consumer Perception of Functional Foods in Italy. *Journal of Food Products Marketing*, 18,3, 222-241.
- Drewnowski A., Popkin B.M., (1997). The nutrition transition: New trends in the global diet. *Nutrition Review*, 55, 2, 31-43.
- Franz A., Nowak B., (2010). Functional food consumption in Germany: A lifestyle segmentation study. Discussion Papers, No. 1003.
- Hawkes C., (2004). Nutrition labels and health claims. The global regulatory environment. World Health Organization.
- Jezewska-Zychowicz M., (2009). Impact of beliefs and attitudes on young consumers' willingness to use functional food. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59, 183–187.
- Khan R.S., Grigor J., Winger R., Win A., (2013). Functional food product development and opportunities and challenges for food manufacturers. *Trends in Food Science & Technology*, 30, 1, 27-37.
- Lalor F., Madden C., McKenzie K., Wall P. G., (2011). Health claims on foodstuffs: A focus group study of consumer attitudes. *Journal of Functional Foods*, 3, 56–59.
- Maas J., de Ridder D.T.D., de Vet E., de Wit J.B.F., (2012). Do distant foods decrease intake? The effect of food accessibility on consumption. *Psychology & Health*, 27, 59-73.
- Margetts B.M., Martinez J.A., Saba A., Holm L., Kearney M., (1997). Definitions of 'healthy' eating: a pan-EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 23-39.
- Martinez-Gonzalez M.A., Lopez-Azpiazu I., Kearney J., Kearney M., Gibney M., Martinez J.A., (1998). Definition of healthy eating in the Spanish adult population: a national sample in a pan-European survey. *Public Health*, 112, 2, 95-101.
- Menrad K., Sparke K., (2006). Consumers' attitudes and expectations concerning functional food. Working Paper, University of Applied Sciences of Weihenstephan.
- Neumark-Sztainer D., Hannan P.J., Story M., Croll J., Perry C., (2003). Family meal patterns: associations with sociodemographic characteristics and improved dietary intake among adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 103, 317-322.
- Nielsen S.J., Siega-Riz A.M., Barry D., Popkin M., (2002). Trends in Food Locations and Sources among Adolescents and Young Adult. *Preventive Medicine*, 35, 2, 107-113.
- Paquette M.C., (2005). Perceptions of healthy eating: State of knowledge and research gaps. *Canadian Journal of Public Health*, 96, 15-19.
- Privitera G. J., Creary H. E., (2013). Proximity and visibility of fruits and vegetables influence intake in a kitchen setting among college students. *Environment and Behavior*, 45,7, 876-886.
- Siró I., Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A., (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. A review. *Appetite*, 51, 456-467.
- Swinburn B.A., Sacks G., Hall K.D., McPherson K., Finegood D.T., Moodie M.L., Gortmaker S.L., (2011). The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *The Lancet*, 378, 804-814.
- Szakály Z., Sente V., Kövér G., Polereczki Z., Szigeti O., (2012). The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. *Appetite*, 58, 406-413.
- Tomić M., Cerjak M., Rupčić I., (2014). Functional Foods and the Young. *Journal of Food Products Marketing*, 20, 5, 441-451.
- Urala N., Lähteenmäki L., (2003). Reasons behind consumers' functional food choices. *Nutrition & Food Science*, 33,148–158.
- Urala N., Lahteenmaki L., (2007). Consumers changing attitudes towards functional foods. *Food Quality and Preference*, 18, 1-12.

Vicentini A., Liberatore L., Mastrocola D., (2016). Functional foods: trends and development of the global market. *Italian Journal of Food Science*, 28, 2, 338-351.

# PROBLEMATICHE CONNESSE ALL'USO DI SOSTANZE AGGIUNTIVE NEL PANE

**Stefania Massari, Stefano Pastore, Marcello Ruberti**

*Dipartimento di Scienze dell'Economia*

*Università del Salento*

*Via per Monteroni, 75 – 73100 Lecce (Italy)*

*stefania.massari@unisalento.it – stefano.pastore@unisalento.it – marcello.ruberti@unisalento.it*

## **Abstract**

Il comparto della panificazione è un settore complesso caratterizzato sia da produzioni connesse alla Grande Distribuzione Organizzata (GDO) che da piccole aziende locali. Alcune di tali produzioni sono legate alla tipicità del territorio e/o presentano specifiche etichette; l'Italia conta, infatti, più di 250 tipologie di pani tradizionali, ai quali si aggiungono, oltre ai pani comuni, quelli nuovi rispondenti alle tendenze della società contemporanea.

La qualità merceologica del prodotto “pane” risulta, ovviamente, influenzata dalla tipologia di sostanze aggiuntive e dalle caratteristiche delle farine utilizzate che, specie in questo periodo, sono prodotte utilizzando grani provenienti dal Canada, dall'Australia, dalla Grecia, dal Nord Africa e ultimamente in modo massiccio anche dall'Ucraina. Motivazioni legate alle peculiarità strutturali dei grani importati spingono, a detta delle aziende molitorie, a preferire grani extranazionali, anche se spesso vi sono ragioni di natura prettamente economica alla base di tale scelta.

A destare perplessità sono soprattutto le possibili ripercussioni di natura organolettica e nutrizionale dei prodotti messi in commercio e i rischi di disinformazione che ne derivano ai consumatori, nonostante la corposa legislazione esistente. Obiettivo del presente lavoro è di analizzare alcune problematiche connesse all'uso di sostanze aggiuntive nel comparto della panificazione in Italia, disciplinate in maniera non esaustiva.

*Keywords:* pane, miglioratori, additivi, problematiche nutrizionali.

## **Introduzione**

Il pane, alimento povero per definizione, secondo la legislazione italiana (L. 580/67, art.14; mod. DL 27.01.92 n. 109 e L. 146/94, art. 44), è “il prodotto ottenuto dalla cottura totale o parziale di una pasta convenientemente lievitata, preparata con sfarinati di grano, acqua e lievito, con o senza aggiunta di sale comune (cloruro di sodio)”. Proprio la legge n. 580/67 ne ha stabilito, a suo tempo, le caratteristiche e le denominazioni, individuando al contempo due tipologie di pane: il pane comune e quello speciale. Il primo si ottiene con una pasta base lievitata composta da farina di grano, lievito, acqua e/o sale. Quello speciale si caratterizza per la grande varietà di impasti costituiti dagli ingredienti basilari ai quali si aggiungono o si sostituiscono altri ingredienti, ovvero si mescolano alla farina di grano altre farine e additivi, lasciando libero sfogo all'inventiva del panificatore nel rispetto dei vincoli del dettato legislativo.

Nel pane comune, la farina dovrà essere necessariamente di grano tenero, bianco o integrale e, secondo la tipologia utilizzata, il prodotto assumerà la denominazione di pane “integrale”, “casereccio” o “rustico”. Nondimeno rientra nella tipologia di pane comune anche quello di semola ottenuto con un impasto a base di farina di grano duro, lievitato e dall'aspetto compatto. Il pane ottenuto dalla miscelazione di diversi tipi di sfarinati è denominato “pane al...”, seguito dal nome dello sfarinato caratterizzante utilizzato. I pani fatti con farine particolari, magari autoctone, o anche con farina di farro o di segale, oppure con metodi di lavorazione o di cottura caratteristici di determinate regioni sono considerati pani speciali e, talvolta, rientrando nelle tipicità alimentari del territorio, hanno ottenuto il riconoscimento di prodotti DOP e IGP dall'Unione Europea.

A completare e complicare il quadro d'insieme si aggiunge la considerazione che, attualmente, la disponibilità e varietà di preparati farinacei preconfezionati a disposizione dei panificatori è davvero considerevole, quasi senza limiti, grazie alle larghe maglie normative del DPR 187/2001, di disciplina delle principali tipologie e denominazioni di vendita degli sfarinati alimentari. Non è un caso che in Italia, secondo l'INSOR (Istituto Nazionale di Sociologia Rurale, 2000), si contano più di 200 tipi di pane, molti dei quali hanno valenza simbolica e rituale, e oltre 1500 varianti frutto della fantasia dei singoli panificatori. È un settore quindi complesso e vario per il quale, nonostante l'ampia legislazione esistente, permangono alcune



incongruenze connesse a possibili ripercussioni di natura organolettica e nutrizionale dei prodotti e fondate perplessità circa la non completa informazione che ne deriverebbe ai consumatori.

### **Contesto normativo di riferimento**

Il DPR 502/98 ha da tempo regolamentato il settore della lavorazione e del commercio del pane stabilendone le caratteristiche e le eventuali denominazioni; inoltre, agli art. 3 e 4, prevede la possibilità di aggiungere: farine di cereali maltati; estratti di malto; alfa e beta amilasi e altri enzimi naturalmente presenti negli sfarinati utilizzati; paste acide o “paste madri”, purché prodotte esclusivamente con gli ingredienti previsti dagli artt. 14 e 21 della L. 4 luglio 1967, n. 580; paste acide essiccate e/o liofilizzate usate solo per la preparazione del pane di cui al citato art. 21, al solo scopo organolettico, avendo oramai perso, in tutto o in parte, le capacità fermentative; farine pregelatinizzate di frumento; glutine; amidi alimentari; ulteriori zuccheri (non meno del 2% di zuccheri riduttori riferiti alla sostanza secca). Tali ingredienti, atti a migliorare il sapore, l'aspetto e il colore del pane, si utilizzano per migliorare farine di bassa qualità o a scarso contenuto di glutine, rendendole così maggiormente idonee nel processo di panificazione. Ovviamente, quando nella produzione del pane sono impiegati, oltre a quelli previsti dagli artt. 3 e 14, altri ingredienti alimentari, la denominazione di vendita deve essere completata dalla menzione dell'ingrediente utilizzato.

L'Unione Europea ha in seguito emanato, sentito il parere espresso dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), i Regolamenti (CE) n. 1331-1332-1333 -1334/2008 e il Regolamento (UE) n. 1129/2011 che modifica l'Allegato II del Regolamento (CE) n. 1333/2008, al fine di disciplinare i “miglioratori alimentari”, cioè additivi, enzimi, e aromi, a tutela della sicurezza alimentare e per consentire la libera circolazione dei prodotti tra i vari Paesi europei.

Secondo il Reg. (CE) n. 1333/2008, gli additivi alimentari sono sostanze che abitualmente non sono consumate come alimenti, ma sono intenzionalmente aggiunte ad alimenti per uno dei seguenti scopi tecnologici: conservare la qualità nutritiva dell'alimento, fornire ingredienti o costituenti necessari per alimenti destinati a target di clientela con particolari esigenze dietetiche, aumentare la conservabilità e la stabilità dell'alimento – migliorandone le caratteristiche organolettiche, senza, però, trarre in inganno il consumatore circa la natura o la qualità dell'alimento in questione – fornire un ausilio nelle fasi di vita dell'alimento, dalla produzione all'immagazzinamento, purché l'additivo non serva per nascondere gli effetti di materie prime difettose o prassi e tecniche, anche igieniche, non conformi a quelle regolamentate. Il Regolamento (UE) n. 1130/2011 ha disciplinato espressamente il ruolo, la quantità massima utilizzabile degli additivi alimentari, i prodotti in cui questi possono essere usati, e soprattutto se, e quando, possono essere considerati come coadiuvanti tecnologici e quindi essere esonerati dall'obbligo della dichiarazione in etichetta.

Il Regolamento (CE) N. 1332/2008 sancisce che per “enzima alimentare” s'intende una sostanza ottenuta da vegetali, animali o microrganismi o prodotti derivati nonché una sostanza derivante da un processo di fermentazione tramite microrganismi: i) contenente uno o più enzimi in grado di catalizzare una specifica reazione biochimica, e ii) aggiunto ad alimenti per uno scopo tecnologico in una qualsiasi fase di fabbricazione, trasformazione, preparazione, trattamento, imballaggio, trasporto o conservazione degli stessi”.

### **Alcune perplessità sui miglioratori ammessi**

Numerose sono le sostanze aggiuntive utilizzate in panificazione, anche se non sempre menzionate in etichetta, ad eccezione delle sostanze che si comportano da allergeni. Gli additivi ammessi svolgono varie funzioni: anti-agglomerante, riducente e sbiancante (tra cui: E920 o L-cisteina, E938 o argon, E939 o elio, E941 o azoto, E942 o protossido di azoto, E948 o ossigeno, E949 o idrogeno), emulsionante e stabilizzante (soprattutto per il pane condito: E322 o lecitine, E471 o mono e di-gliceridi degli acidi grassi, e i loro esteri o E472), anti-raffermamento e anti-muffa (E200 o acido sorbico, e i suoi sali, come l'E202 o potassio sorbato e l'E203 o calcio sorbato), acidificanti dell'impasto e miglioratori della lievitazione (acido acetico, E 260, e acido lattico, E 270) (Tateo e Bonomi, 2007).

L'acido L-ascorbico (E 300), noto antiossidante, a volte viene aggiunto nelle farine, per prolungarne la conservazione e migliorarne le caratteristiche reologiche. Anche se facilmente identificabile con semplici metodi analitici (es. tramite reattivo di Tauber), non è attualmente tra le sostanze oggetto di controllo da parte delle Autorità preposte. Essendo presente nella frutta, potrebbe anche essere estratto da varie fonti naturali, se non fosse per il fatto che i costi per ottenere acido L-ascorbico estratto e purificato a partire da frutta, verdura, ecc. sono molto elevati, per cui la via più economica risulta la sintesi chimica industriale a partire dal D-glucosio (Lauri, 2014).

Il punto cruciale è che le norme comunitarie risultano eccessivamente permissive, consentendo ai panificatori di non menzionare alcuni ingredienti in etichetta, in quanto, come “coadiuvanti tecnologici”, non permangono nel prodotto finito, neutralizzandosi con la cottura, e si ritiene siano non dannosi per la salute (Lauri, 2016a).

Una farina scadente o “debole”, con un “falling number”<sup>4</sup> superiore a 350 secondi (Belderok, Mesdag e Donner, 2013), può essere rinforzata o miscelandola con farine più “forti” o reintegrando l’insufficienza di alfa e beta amilasi della farina al fine di incrementare la saccarificazione dell’amido (Lauri, 2016b), ossia dividere i legami di amilosio e amilopectina, producendo glucosio e maltosio, utili per velocizzare e migliorare il processo di fermentazione e lievitazione, soprattutto per i prodotti a lievitazione naturale, che richiedono più tempo, accorciando i tempi di produzione, e di conseguenza abbattendone i costi. L’aggiunta di alfa o beta amilasi deve essere dichiarata in etichetta. Al contrario una farina troppo “forte”, ad alto contenuto di glutine, potrà essere indebolita tramite l’aggiunta di enzimi, come proteasi e cisteina che rendono l’impasto più estensibile e malleabile, migliorando le caratteristiche del prodotto finale che, altrimenti, sarebbero compromesse (Li e Lee, 1998).

Ulteriori zuccheri come sciroppo di glucosio e di malto possono essere aggiunti per conferire maggiore struttura all’impasto e sapore e aroma al pane. Il malto, disgregando l’amido contenuto nelle farine, fino a diventare glucosio, è utile al processo di lievitazione, migliorando la morbidezza, il volume, il profumo del pane e conferendo un bel colore alla crosta, a seguito della caramellizzazione degli zuccheri (Donegani, Menaggia e Pedrazzi, 2012).

Per sopperire alla scarsità di proteine di alcune produzioni è possibile aggiungere, in base al dettato del DPR 502/98, del glutine di frumento. Tale pratica è consentita sia ai mugnai che agli stessi panificatori; non è previsto però un limite di quantità; oltre al glutine secco vi è la possibilità di aggiungere glutine idrolizzato oppure altri enzimi, per migliorarne l’estensibilità. Al contrario di quanto avviene con l’uso degli enzimi, per l’aggiunta del glutine vige l’obbligo della menzione in etichetta, con la dicitura “con aggiunta di glutine”, proprio in virtù del fatto che il glutine è un potente allergene. Il basso contenuto di proteine e quindi di glutine può essere integrato anche aggiungendo la farina di fave che, pur essendo priva di glutine, è particolarmente ricca di proteine, rinforzando, in tal modo, e stabilizzando la farina e sbiancando la mollica. La menzione in etichetta non è obbligatoria, ma sarebbe, comunque, corretto indicarla, per permettere, per esempio, ad un eventuale consumatore affetto da favismo di scegliere in piena consapevolezza.

Il pre-trattamento della farina con il biossido di cloro (E 926) per lo sbiancamento non viene comunicato in etichetta, e probabilmente anche il panificatore ne è all’oscuro, ma purtroppo studi scientifici hanno dimostrato che quest’ultima sostanza ha effetto diabetogenico sull’uomo (Kakkar, Bhandari, 2013). In relazione a quest’ultimo aspetto, perplessità desta la produzione di pane con farina integrale che si ritiene possa offrire maggiori benefici per la salute (EUFIC, 2015). Orbene, in base al dettato del già citato DPR 187/2001, la “farina integrale di grano tenero è il prodotto che si ottiene direttamente dalla macinazione del grano tenero, liberato dalle sostanze estranee e dalle impurità”. Lo stesso stabilisce che “può essere considerata integrale una farina che abbia un contenuto in ceneri compreso tra 1,30 e 1,70 su cento parti di sostanza secca, e un contenuto minimo in proteine del 12%”. Ne deriva che il pane integrale possa essere prodotto sia con la sola farina integrale, sia partendo da farine raffinate di grano o di altri cereali, 0 e 00, con aggiunta di crusca rimacinata o cruschetto, noti scarti del processo di raffinazione, senza alcuna menzione in etichetta. Il legislatore, infatti, ha discutibilmente ritenuto che “non ha rilevanza alcuna, ai fini dell’informazione al consumatore, la messa in evidenza che si tratta di «farina integrale di grano tenero» proveniente dai molini con i parametri previsti dalla norma suddetta oppure di «farina di frumento integrale» sempre proveniente dai molini, ma con parametri diversi da quelli previsti dalla norma o, infine, di farina integrale ricostituita, all’interno dell’azienda utilizzatrice, con parametri uguali o diversi da quelli previsti dalla norma. I prodotti finiti sono tutti legali con caratteristiche organolettiche pressoché identiche” (Ministero delle Attività Produttive, 2003). È proprio quel “pressoché” che potrebbe fare la differenza sostanziale tra sfarinati considerati identici, ma che tali in effetti non sono.

Infine è opportuno porre l’attenzione sulla incongruenza di trattamento legislativo circa il divieto di utilizzo di carbone vegetale nel pane. Il Regolamento (UE) 1129/2011 parte B ribadisce e include l’E153 (carbone vegetale) nella categoria degli “additivi coloranti” (secondo il Reg. CE n. 1333/2008), mentre il Regolamento (UE) n. 432/2012 lo classifica come “integratore alimentare”, che può essere assunto in pillole per le sue proprietà assorbenti dei gas intestinali.

---

<sup>4</sup> Il Falling Number (FN) o indice di Hagberg permette di misurare l’attività delle amilasi da cui dipende la capacità di una farina di produrre zuccheri nell’impasto e, di conseguenza, la sua attività fermentativa e la qualità della mollica e della crosta.

In merito al settore della panificazione, la Tab. 2 dello stesso Regolamento sottolinea come non sia consentito l'utilizzo di nessun colorante per la categoria "pane e prodotti simili" e neanche per nessun ingrediente utilizzato per preparare il suddetto prodotto, vale a dire acqua, farina, sale, malto, zucchero, miele, burro e latte. L'E153 è consentito *quantum satis* solo ed esclusivamente nei prodotti da forno fini, siano essi dolci, quali le fette biscottate, o salati, quali i crackers; mentre non è consentito in prodotti da forno, tipo pane e panini ecc., come già previsto dalle precedenti normative, nemmeno come integratore. Il Ministero della Salute precisa che "il carbone vegetale non può essere utilizzato come ingrediente nel pane, in quanto non vi è tradizione di un uso consolidato e, per tale motivo, un pane che lo contenesse ricadrebbe nella disciplina dei *novel food* come da Regolamento (CE) 258/97 e necessiterebbe conseguentemente di specifica autorizzazione" (Ministero della Salute, 2015).

## Conclusioni

Nel comparto della panificazione, molto numerose e varie sono le sostanze aggiuntive legalmente utilizzate. Alcune di queste, impiegate come "coadiuvanti tecnologici" e di cui, dopo la cottura, non dovrebbe rimanere traccia nel prodotto finale, sono considerate dei "non ingredienti" per cui non soggetti a controllo da parte delle Autorità preposte e all'obbligo della menzione sull'etichetta, permettendo, in tal modo, al panificatore il possibile impiego di grani di bassa qualità reologica, per lo più d'importazione, all'insaputa del consumatore.

A ciò si aggiunge la considerazione che, per un gran numero di tali "miglioratori", la legge permette l'uso nelle quantità "quantum satis", cioè senza fornire indicazioni circa uno specifico limite. Per gli enzimi, in particolare per quelli facenti parte delle macro-famiglie delle ossidoriduttasi e idrolasi (proteasi, transglutaminasi, cellulasi, alfa e beta amilasi, xilanasi, pentosanasi, glucanasi, ecc.) che si usano in abbondanza nella panificazione, le leggi esistenti non fissano le relative concentrazioni massime, le nomenclature specifiche e la specificità d'azione, lasciando completamente libero e arbitrario il campo di operatività del singolo panificatore.

Altre perplessità permangono circa: la comunicazione in etichetta degli ingredienti, poiché la normativa esistente, seppur ampia e articolata, non è tuttora soddisfacente e ancor meno esaustiva, con il conseguente, grave nocimento, in termini di non completa informazione, per il consumatore e i possibili rischi di natura nutrizionale e, in alcuni casi, anche sanitaria che derivano dall'attuale complessa condizione di vuoto normativo in cui opera l'intero settore.

Infatti, l'unica arma a disposizione e a tutela dei diritti del consumatore è l'etichetta, che deve essere chiara, visibile e soprattutto veritiera, per dargli la possibilità di ponderare adeguatamente le sue scelte, valutando il giusto rapporto qualità-prezzo, in relazione ai *claims* nutrizionali riportati. Una maggiore informazione dovrebbe essere agevolata anche tramite interventi legislativi *ad hoc*, al fine di tutelare il consumatore ed i produttori nazionali schiacciati dalla concorrenza delle multinazionali. Risulta quanto mai necessario, visto l'aumento delle importazioni di grano e dello stesso pane dall'estero, che ci siano adeguate disposizioni normative sulla tracciabilità del grano e del pane e che favoriscano allo stesso tempo la filiera corta e la produzione nazionale e artigianale.

## Riferimenti bibliografici

- Belderok, B., H. Mesdag e D.A. Donner, 2013, "Bread-making quality of wheat: A century of breeding in Europe", *Springer Science & Business Media*, 17.4.2013, p. 71, ISBN 978-94-017-0950-7.
- Donegani G., G. Menaggia, W. Pedrazzi (Eds.), 2012, "Servizi e tecniche di enogastronomia", Franco Lucisano Editore, Milano.
- DPR 30 novembre 1998, n. 502, "Regolamento recante norme per la revisione della normativa in materia di lavorazione e di commercio del pane, a norma dell'art. 50 della legge 22 febbraio 1994, n. 146", GU n. 25 dell'1.2.1999.
- DPR 9 febbraio 2001, n. 187, "Regolamento per la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari, a norma dell'articolo 50 della legge 22 febbraio 1994, n. 146", GU n. 117 del 22.5.2001.
- EUFIC (European Food Information Council), 2015, "Whole grains", [www.eufic.org/en/whats-in-food/article/whole-grains-updated-2015](http://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/whole-grains-updated-2015) (consultato il 20.10.2017).
- Kakkar, R., M. Bhandari, 2013, "Theoretical investigation of the alloxan-dialuric acid redox cycle", *International Journal of Quantum Chemistry* n. 113, pp. 2060-2069. DOI: 10.1002/qua.24441.
- INSOR, 2000, "Il pane - Primo volume", Collana "Atlante dei Prodotti Tipici", coed. Agra e Rai Eri.
- Lauri, S., 2014, "Tecnologia: La funzione degli Additivi nelle Farine", in *Approfondimenti OTA Milano* 30.10.2014 Milano su [http://www.slauri.it/Joomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=22&Itemid=51](http://www.slauri.it/Joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=51) (consultato il 12.11.2017).
- Lauri, S., 2016a, "Semplicemente...farina", OTA Milano, *Quotidie Magazine* n. 11, novembre 2016.
- Lauri, S., 2016b, "La saccarificazione dell'amido", OTA Milano, *Quotidie Magazine* n. 10, ottobre 2016.

Legge 4 luglio 1967, n. 580, “Disciplina per la lavorazione e commercio dei cereali, degli sfarinati, del pane e delle paste alimentari”, GU n.189 del 29.7.1967.

Li, M., Lee, T.C., “Effect of Cysteine on the Molecular Weight Distribution and the Disulfide Cross-Link of Wheat Flour Proteins in Extrudates”, *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46 (3), pp. 846–853. DOI: 10.1021/jf9608251.

Ministero della Salute, Nota n. 47415 del 22/12/2015 alle Regioni e ai competenti assessorati, <https://www.molinispigadoro.com/magazine/news/nota-ministero-della-salute-n-47415> (consultato il 15.10.2017).

Ministero delle Attività Produttive, Circolare n. 168/2003 su “Etichettatura, presentazione e pubblicità dei prodotti alimentari”, GU n. 4 del 7.1.2004.

Regolamento (CE) n. 258/97 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 gennaio 1997 sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari, GUCE n. L43 del 14.2.1997.

Regolamento (UE) n. 1129/2011 della Commissione dell’11 novembre 2011 che modifica l’Allegato II del Regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio istituendo un elenco dell’Unione di additivi alimentari, GUCE n. L295/1 del 12.11.2011.

Regolamento (CE) n. 1331/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 che istituisce una procedura uniforme di autorizzazione per gli additivi, gli enzimi e gli aromi alimentari, GUCE n. L354/1 del 31.12.2008.

Regolamento (CE) n. 1332/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo agli enzimi alimentari e che modifica la direttiva 83/417/CEE del Consiglio, il Regolamento (CE) n. 1493/1999 del Consiglio, la Direttiva 2000/13/CE, la Direttiva 2001/112/CE del Consiglio e il Regolamento (CE) n. 258/97, GUCE n. L354/1 del 31.12.2008.

Regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo agli additivi alimentari, GUCE n. L354/1 del 31.12.2008.

Regolamento (CE) n. 1334/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo agli aromi e ad alcuni ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti destinati a essere utilizzati negli e sugli alimenti e che modifica il Regolamento (CEE) n. 1601/91 del Consiglio, i Regolamenti (CE) n. 2232/96 e (CE) n. 110/2008 e la Direttiva 2000/13/CE, GUCE n. L354/1 del 31.12.2008.

Regolamento (UE) n. 432/2012 della Commissione del 16 maggio 2012 relativo alla compilazione di un elenco di indicazioni sulla salute consentite sui prodotti alimentari, diverse da quelle facenti riferimento alla riduzione dei rischi di malattia e allo sviluppo e alla salute dei bambini, GUCE n. L136/1 del 25.5.2012.

Tateo, F., M. Bonomi, 20017, “Guida all’analisi chimica degli alimenti-Sfarinati”, Tabelle sugli additivi chimici consentiti nella preparazione e per la conservazione di sfarinati, prodotti da forno e dolciari, Cap. II, ARS Edizioni Informatiche.

## **Abstract**

The bakery sector is complex and constituted by productive activities which involve either large-scale retail trade or small local enterprises. Some bread products are connected to a specific territory and/or have got origin labels; in Italy, for example, there are more than 250 traditional bread types in addition to new types of bread which are able to respond to the new trends of the contemporary society.

The quality of bread products is influenced by the type of the added substances and the characteristics of the flours which are, especially in this period, produced using wheat coming from Canada, Australia, Greece, Nord Africa and lately also from Ukraine massively. The reason for preferring imported wheat, as reported by the milling enterprises, is due to the specific structural properties of those grains, even if there are often economic reasons at the basis of this choice. This generates some concern about the possible organoleptic and nutritional effects of the products on the market and some risks of misinformation to consumers, despite the rich existing legislation. The objective of this paper is to analyze some issues connected with the use of additional substances in the production of bread in Italy, which are not completely regulated by the current laws.

Nota: il lavoro è da attribuire in parti uguali agli autori.

# The B-Corp certification as a standard of the entrepreneurial pathway towards the circular economy perspective

Ruggieri A.<sup>1</sup>, Mosconi E.M.<sup>1</sup>, Poponi S.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Economia e Impresa (DEIm)

<sup>2</sup>Università degli Studi Niccolò Cusano, Facoltà di Economia [ruggieri@unitus.it](mailto:ruggieri@unitus.it), [enrico.mosconi@unitus.it](mailto:enrico.mosconi@unitus.it), [stefano.poponi@unicusano.it](mailto:stefano.poponi@unicusano.it)

## Abstract

The circular economy (CE) concept represents one of the last frontiers in the differentiation strategies of products. In particular, the first communication of the European Commission concerning the circular economy, in support of sustainable growth, clearly states that “circular economy systems keep the added value in products for as long as possible and eliminate waste” (European Commission, 2014).

The definition of circular economy, based on reuse, remanufacturing or recycling, is not so recent (Ellen MacArthur Foundation, 2014; Ellen MacArthur Foundation, 2015a, 2015b). What is new essentially consists of the increasing attention devoted to the issue worldwide as a way to overcome the current throughput production and consumption model based on the continuous growth and the increasing resource throughput (Ghisellini, Cialani and Ulgiati, 2016; Ruggieri *et al.*, 2016). In Europe, in particular, the perception of environmental policies aimed to the reuse of products, is perceived as implemented efficiency of the linear system and as a major cost (Uwe G Schulte, 2013). The literature agrees on focalizing the attention on studies related to topics proposing models of environmental efficiency (Greyson, 2007; Wang *et al.*, 2014; Kalmykova, Rosado and Patrício, 2015), because more appropriate for the production and, in general, for today’s economic activities, mostly for the maximization of the shareholder wealth (Zink, 2005); (Everett, 2013).

The pursuit of the entrepreneurial leverage is the key to the problem, where concepts such as “circular” and “consumption” present common elements for both the welfare and the economic growth. If on one hand this fact can be considered a limitation, on the other it can be seen as a market-space for the product and service differentiation. A clear example in the US economy is represented by the “Benefit Corporations”, a new type of corporate entity resulting from the combination of the sustainability and social principles with the competitive advantage levers of differentiation (Everett, 2013). The whole Benefit Corporation System could be the cross-cutting key to stimulate the entrepreneurial mainspring into the new constantly evolving market models (André, 2015).

As is well known, concerning the Social Responsibility and sustainability aspects, many standards guides and certifications are implemented to ensure requirements and expectations referred to their environmental impact. The B-Corporation certificate in the US is a standard requirement used by the non-profit organizations, such as B-Lab, based on “social and environmental performance, public transparency, and legal accountability, aspiring to use the power of markets to solve social and environmental” problems.

**Keywords:** Circular economy, B-Corp, Sustainability

## Introduction

The new development paradigm proposed by Circular Economy, based on the idea of the reuse of waste as a resource, on the potentials of recycling activities (for the exploitation of the waste as raw and secondary materials), and the need to rethink the life-cycle of goods ((Sakao, Panshef and Dörsam, 2009; Jung and Levrat, 2014), combines two different approaches to convey a change, using collaborative networks and support tools and a top-down model (Lieder and Rashid, 2015, 2016).

The European Community has a long-standing commitment towards sustainability, environmental, safety and health issues and has repeatedly attempted to convey, directly and indirectly, through its programs (European

Commission, 2015), the transition towards a new development model and able to start the competitive spiral of change.

Along with this new approach to economy supported by top-down models, new voluntary systems to reconcile the need to do business by means of a more ethical and environmental concerned approaches, have been created. This top down model involves c.d. Benefit corporations, profit oriented but also complying with more ethical values. These companies find their recognition in the B-Corp certifications, a voluntary system promoting business sensitivity towards environmental and customer satisfaction issues, involving all the actors of the process (workers, community, environment), also able to propose an alternative governance model (BCorporations, 2017).

In the light of the above considerations, main objective of the present paper is to identify and discuss the potential of Circular economy and B-Corp certifications. In particular, a compared multiple analysis of three case studies is offered and the contribution of B-Corp certification is presented as a key factor in the implementation of structural change in business.

The paper is structured as follows: section 2 provides some remarks on the research design and methodology, while section 3 discusses theoretical contribution regarding the application of CE, section 4 provides a description of benefit corporation and the B-Corp certification, a multiple comparative analysis is realized on three certified B-Corp enterprises where the results are discussed.

## **Research Design**

This paper considers some US companies that adopted, the B-Corp Certification System contributing to draw a new model of development based on circular economy.

The study proposes a multiple compared analysis of firms that adopted B Corp Certification. It represents therefore a first attempt to compare different strategy tools adopted by enterprises which should be completed with an “in the field” analysis of some selected case studies. The methodological approach is a qualitative research based on the study protocol of case-by-case basis defined by Yin (Yin, 1994, 2009; Wang *et al.*, 2009) The documents and information released by the B Corp certification system and related links have been taken into account in this study, including the documentation produced by the same companies. Official annual reports and the direct exploration, along with and offered services, have allowed to assess all business implications and the limitations in their progress towards the adoption of a circular economy approach.

## **Circular Economy**

Circular Economy results from a long awareness-raising process connected with problems concerning environmental protection and a more rational use of natural resources. This progress has enabled to switch from cd brown economy, based on the exploitation of resources and the economic capital, and the introduction of the tenets of sustainable development (Brundtland, 1987), to the introduction of new paradigms based on new levers for growth, such as green economy.

In this latter case, the development becomes sustainable because not merely related to the economic capital but also connected with environmental and social issues. Circular economy enables, in fact, the development of a brand new paradigm, where the concept of linear economy (from raw material to waste) (Zengwei, Jun and Yuichi, 2006) is overcome by the new model of circular economy (Mathews, 2011; Geng *et al.*, 2012). The latest Report Towards the Circular Economy has recently defined circular economy as “an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design” (Ellen Macarthur Foundation, 2014). This new approach identifies a new need, that is the duration of the activity, allowing the recycling of waste (presently too slow in comparison with the production processes and too loosely related to them). It also promotes the reuse of products, with a minimum impact of the manufacturing and changes that a product undergoes, so to be more quickly integrated into production processes. It is thereby possible to improve the efficiency of the recycling activities and avoid the disposal of part of the potential value (Liu, 2012; Uwe G. Schulte, 2013; Di Maio *et al.*, 2017).

Today both the reasons for the sustainability and the environmental impact suggest a radical switch to circular economy, and also the conditions that will lead to a full exploitation of the full potential of this new approach. Europe has long started a new path to support change and with its policies has taken specific

actions to implement sustainability. One example is to facilitate specialization within the regions (e.g. S3, (European Commission, 2017), or through programs for funding specific research and development activities (i.e.

Horizon2020). It has therefore pursued a model of top down approach so laying the foundations for the adoption of this new model.

Despite the efforts for the application of the CE, policy makers and practitioners have to face objective difficulties in promoting this new approach in the management of sustainability, on a larger scale.

According to Ruggieri (Ruggieri *et al.*, 2016) we consider the most significant key factors in literature enabling the application CE are: (1) Product redesign, (2) Process redesign, (3) Business model innovation, (4) Waste reduction or reuse, (5) Regulation, (6) Potential cooperation, (7) Fiscal and financial stimuli, (8) Consumer behavior (tab. 1).

Tab. 1- Factor affecting CE

Product redesign	Redesign the use of the product through PSS approach (Clark <i>et al.</i> , 2009; Sakao, Panshef and Dörsam, 2009; Tukker, 2013; Lung and Levrat, 2014). Developing new product concepts using the Eco design (Clark <i>et al.</i> , 2009; Behrisch, Ramirez and Giurco, 2011; Pigosso <i>et al.</i> , 2016).
Process redesign	Redesign but can be an inventive and iterative process where new ideas on how to meet needs are converted to products and services (Clark <i>et al.</i> , 2009).
Business model innovation	The new business models are consistent with the circular economy and create an advantage for the economy and the environment (Uwe G Schulte, 2013). “...Business model are a part of transition toward circular economy....they must be developed to support the transition”(Scheepens, Vogtländer and Brezet, 2015). "Adopting more circular business models would bring significant benefits, including improved innovation across the economy" (Ellen Macarthur Foundation, 2014), not delivered by conventional linear chains (Scheel, 2016).
Waste Reduction or reuse	By placing waste reduction and reuse at the top of the hierarchy, management strategies that prioritize conserving embedded energy and materials are shown to be favored (Park and Marian R. Chertow, 2014). (Sevigné-Itoiz <i>et al.</i> , 2014) highlight, for the achievement of the EC, the importance of a systemic change in the use and recovery of re-sources, and the adoption of different strategies to adapt the sector to different flows of materials (Matus, Xiao and Zimmerman, 2012) and quality, including the activities into account import and export. “Additional value can be generated through recycling and reuse of materials and products” R&D support the efficiency of materials (Winkler, 2011).
Regulation	(Riding <i>et al.</i> , 2015) emphasize the inadequacy of regulation, seen as a barrier and often inadequate to support the change, at the same way “laxity of enforcement of environmental regulations” (Matus, Xiao and Zimmerman, 2012). Need to adopt a holistic view of waste, and the need to adopt appropriate regulation (Park and Marian R Chertow, 2014). “The prior method on pushing circular economy development is to execute compulsory regulation” (Xue <i>et al.</i> , 2010). A different regulation at European level generates an uncertainty, also financial, for landfill operators (Scharff, 2014).
Potential cooperation	The cooperation is the basis for the successful strategies of circular economy (Zhu, Geng and Lai, 2010; Ying and Li-jun, 2012), or activate symbiosis industrial(Yang and Feng, 2008; Jiao and Boons, 2014; Wen and Meng, 2014; Kuznetsova, Zio and Farel, 2015; Yu, Han and Cui, 2015).
Consumer behavior	Changes and transitions to the circular economy are also conveyed by consumer behavior (Zhilei and Wei, 2011; Tukker, 2013), but the consumer’s awareness of the circular economy might not directly translate into willingness to pay for cleaner products (Liu and Bai, 2014).

## Benefit corporation

The dissemination of circular economy supposes the adoption of business models aimed to stimulate policymaking to support business development and new innovative business management, which will eventually enable environmental sustainability oriented behaviors (Uwe G. Schulte, 2013), a more efficient use of resources, the respect of ethical, social and environmental values. Benefit Corporations are companies pursuing these objectives with the twofold aim to reconcile business performances (economic and financial) with ethics. In these new business models the idea of social responsibility as a form of self-regulation is

strengthened (Wilburn and Wilburn, 2014; B-Corporations, 2017). Through a voluntary certification scheme, these companies aim, in fact, to rebalance their mission and business activities-affirming principles of social responsibility, so simultaneously getting both their profit and non-profit objectives.

This approach finds its full application in the management system within a new B-Corp certification frame, procured by B Lab, a non-profit entity conceived with the purpose to promote the inception of the Certified B Corps, support the creation of a community of companies interested in promoting social and environmental concerns, encourage the development of an adequate legal framework of for benefit business, and conceive an innovative evaluation standard, the GIIRS (Global Impact Investing Rating System). By means of indicators this standard measure the impact of benefit companies and the orientation towards value creation, using in its pre-certification stage, a tool of self-evaluation aimed to assess both social and environmental-related performances. This framework considers several areas: governance, workers, community, environment, customer and assesses the impact evaluation the Impact Business Models and Metrics.

The indicators system aims to clearly identify, through the “Governance” of the impact area the mission and traceability of environmental and social performances, the responsibility, the monitoring and involvement of the stakeholders. A code of conduct associated with financial internal controls aimed at preventing and managing complaints or corruption and transparent funding, and also the communication with clients and workers is also provided.

The area “Worker” considers the equity of the performances, and refers in particular to the adequacy of salaries and possible career progression within the company.

Key factors are the workers’ skills and the company’s ability to keep a high formation level of its staff, so ensuring the transferability of competences/knowledge, and the identification of the degree of participation of the workers. This latter aspect is also evaluated within the internal business decisional process. Moreover, to it are also associated other aspects such as sustainable working conditions, compatible with their life-style, and the respect of the values of working life and of work conditions in general. It also considers the workers’ degree of trust in the company and its managers, and the system of harmonized guarantees for the worker in case of occupational diseases.

In the “Community” Area are included all the stakeholder. It refers to the principle of integration of suppliers (central in the general approach to quality), and the constant monitoring of the satisfaction of expectations and the involvement of the local community.

The presence of codes of conduct aimed to ensure the safety of workers and of the working environment, and also the respect and support of the development of local economies is considered. The promotion of social wellbeing within the company, by the means of inclusion policies and social engagement, so that societal values are tailored to meet social needs, and the practices which could be transferred and promoted outside the company, also include services to the community, donations and charity activities. Such an area aims at monitoring how the company products are designed to meet social needs. The standard in this case also considers other aspects related to the access to basic services, such as health, education or equal opportunities, the arts and the increase of capitals invested in such activities.

The extension of the corporate policies to the “environment”, and also the commitment towards the enhancement of its environmental performances, represent a priority within the Environment Area. Two factors are considered here: in input (i.e. power, water and raw materials) with a need of constant and continuous assessment of the reduction of impact and consumption; in output, to consider the effects produced by emissions and the different types of waste produced, transportation and distribution. Also in this case such factors need constant monitoring aimed to improve the environmental-related performances (pursued by the many standards present in the system of certifications, e.g. ISO 14000; EMS) considering the efforts to reduce the impact on the environment. At a more general level it considers the policies and all the actions aimed to produce a positive effect on the reduction of the impact. In particular they consider the way products and services are designed to solve an environment-related issue, pushing towards renewability and conservation, reduction of waste and the promotion of the preservation of nature. They also consider aspects related to the environmental culture, and more precisely to promote environmental education.

Through the area “Customer”, the certification aims to assess the impact that policies adopted and actions taken by the company, have on their customers. In particular, in this section the company looks in more depth at the relationship with its community, evaluating the relations with suppliers, diversity and their involvement in the local community.

Finally, the ability to promote public benefit through the selling of their products or by means of a social services provision or if these products are designed to solve social problems.



## Discussion and conclusion

The compared multiple analysis was conducted on three companies certified according to the standard B-Copr located in Italy. F.lli Carli S.p.A., Alessi S.p.A. e Zordan srl. These three units of analysis present a high level of heterogeneity in respect of the 5 impact areas provided for in the standard list of certification. They were selected because belonging to different sector, with no connections nor interdependencies. The case studies were analyzed to identify the factors influencing the application of the circular economy approach. The data were provided by the study of the units of analysis, and based on the observation of secondary data, documents issued by the certifying body (annual reports), on the documentation available to companies and the consultation of the database Aida Bureau Van Dijk.

The analysis aims to make a multiple comparison so to identify the factors influencing the potential circularity offered by the certification system, based on value chains of several sectors.

The first unit of analysis is represented by the F.lli Carli S.p.A, a company operating in the transformation and commercialization of olive oil and a range of food products. The company underwent an important business reorganization which finally led to the adoption of a family-run management and a more complex corporationlike organization. In 2014 it gained B-Corp certification but this passage represented for the company the formalization of what previously done to meet the needs of customers and for the preservation of the environment and sustainable development.

The second unit of analysis, Alessi SpA, is a company of excellence active in the field of design and the realization of objects and different materials, wood and metal in particular. High concentration of craft and technological complexity characterize this business. The company's mission is to provide cultural and aesthetic sensitivity in manufacturing.

The third units of investigation is Zordan srl a company specialized in the field of luxury interior design. Established in 1965, it is an internationalized business retaining its values and artisanal manufacturing characteristics and devotes particular attention to the environmental impact and the local community.

**Tab. 2 – Factor affecting Circular**

	Unit 1	Unit 2	Unit 3
Governance	<p>The mission, vision and model of values are communicated by the company.</p> <p>Definition of the company's commitment in compliance with the principles of certification. Publication of the B-Corp scores.</p> <p>Governance that has undergone a process of transformation, from a family to a managerial administration.</p> <p>Staff involvement in business decisions</p> <p>Presence of figures specialized in the various business functions.</p>	<p>Communication of the mission and vision of the company and of the model of values adopted.</p> <p>Company commitment in social responsibility initiatives.</p> <p>Attention to the environment and safety by obtaining international certifications.</p> <p>Objectives definitions (not quantified).</p>	<p>Internationalization of the company.</p> <p>Luxury segment.</p> <p>Diversification of production lines and services.</p> <p>Environmental and social commitment defined in the Vision and clear environmental and social mission.</p> <p>Direct participation in other companies.</p> <p>Story teller of the company, to be purchased.</p> <p>No other data emerges regarding the commitment and impact of governance.</p> <p>Commitment in the circular economy compared to recycling of wood waste and purchase of certified material.</p>
Worker	<p>Evidence on jobs and created societies, and measurement of the economic impact of creators and their community. Improvement of social well-being and prevention and health. Continuous training for all the dependent on sustainability issues.</p> <p>Direct Investments on work.</p> <p>Equal opportunity gender</p>	<p>Commitment of workers in social activities.</p> <p>Respect of the basic principles of work.</p>	<p>Press statement to adopt a humanistic management approach (not advertised on the company's corporate website, nor supported by objective evidence).</p>
Community	<p>Promotion of social initiatives, and evidence on the results and commitment of the company.</p> <p>Promotion of events with the contribution of employees.</p>	<p>The lack of objective evidence supports the evaluation and the contribution of the community</p>	<p>The lack of objective evidence supports the evaluation and the contribution of the community, even if marginal support for associations emerges.</p>

<b>Environment</b>	Implementation of projects using eco-compatible products. Use of renewable energy. Commitment in reducing the emission of CO2. Use of recyclable materials for packaging and results achieved. Recognition through environmental activity awards. Reduction of the environmental impact and definition of the objectives for the future. Supply chain control for waste reduction Application of the circular economy model. Definition of a production code "olive tree code".	Company commitment in managing the end of life of products it is not supported by objective data.	Declarations on mass media with respect to the use of recycled products, energy from certified panels. Certified material.
<b>Customers</b>	Monitoring system for customer relations. Certified system for managing the security of company information. Customers become protagonists with their own stories. Results achieved with respect to distribution	Lack of objective evidence supports customer evaluation.	Lack of objective evidence supports customer evaluation.
	Total score B-Corp certification: 97	Total score B-Corp certification: 82	Total score B-Corp certification: 81

The analyzed units highlight the potential attitudes and criticalities deriving from the adoption of a new model based on circular economy. We identified five areas of the standard, the company's behavior in relation to (1) governance, (2) workers (3) community (4) environment (5) customers, providing for each the total score attributed for the provision of the certification.

The picture resulting from the analysis of the three companies exemplifies a substantial difference between the businesses using environment and sustainability as tools of business and those using the B-Corp certification as a mere tool to accredit their production.

The governance shows the commitment through the mission and the traceability of social and environmental results of the contribution given by the management of a business. In the considered case studies what clearly emerges is the willingness on the part of the managers to apply the most highest principles of environmental and social sustainability, but often this is irreconcilable with the need to demonstrate di result obtained when compared with circular or sustainable objectives.

The involvement of workers, at the basis of the certification policies, is applied incentivizing the participation to social activities and ensuring the their continuous training, but the principle of customer behavior in not considered, but for the case of F.lli Carli SpA, and a real contribution which could be given by new sustainable development policies.

The commitment towards environmental preservation represents in two cases a mere declaration which not really translates into real interventions on the product, the process nor towards the activation of industrial symbiosis. Different is instead the approach adopted by the first unity analyzed in this investigation showing a behavior oriented not only towards the growth of all the identified arear, but also the adoption of a circular approach that in this case is realized through the search for new solutions to better environmental performances, recycling of products and where the strong presence of the community pushes the business towards the definition of future and more ambitious objectives.

As demonstrated by the analyses of each areas (tab2), the total score shows the synthesis and synergy between the different factors of the B-Corp certification.

Furthermore, the balancing in terms of their weight in the total score expresses the intensity of correlation between the factors.

From a back reading, the final synthetic value (rank) offers an information on the quality level of each areas on the upstream.

The value of the total score, in the three cases, contributes to explain the effectiveness of the B-Corp certification and their limits. Moreover the score helps to explain the limits of effectiveness of the B-Corp certification, also for the individual areas.

In fact, the presence of a low total certification value (units 2 and 3) relates to low levels of individual factors that determine their eligibility.

This implies a low tendency to adopt a business model that reflects a circular approach in their production activity. More specifically, it is interesting to compare the correspondence of the synthetic value of Unit 1 with Units 2 and 3 with regarding the level of sustainability.

Specifically, Units 2 and 3 achieve a minimum sustainability rating, while the Unit 1 has structured a business model tending to the circular economy, but which still finds difficulty in its complete application.

This study does not take into consideration quantitative data concerning the exchange of resources, recycled waste or the level of symbiosis, but generally contributes to enrich the literature about circular economy. It

can finally increase the evaluation capacity of the potential of B-Corp certification in a circular economy perspective.

## References

- André, R. (2015) 'Benefit corporations at a crossroads: As lawyers weigh in, companies weigh their options', *Business Horizons*. Elsevier, 58(3), pp. 243–252.
- B-Corporations (2017) *Why B Corps Matter | B Corporation*. Available at: <https://www.bcorporation.net/what-are-bcorps/why-b-corps-matter> (Accessed: 18 July 2017).
- Behrisch, J., Ramirez, M. and Giurco, D. (2011) 'Representation of Ecodesign Practice: International Comparison of Industrial Design Consultancies', *Sustainability*, 3, pp. 1778–1791. doi: 10.3390/su3101778.
- Brundtland, G. H. (1987) 'Our Common Future', *Oxford paperbacks*, p. 400. doi: 10.2307/633499.
- Clark, G., Kosoris, J., Hong, L. N. and Crul, M. (2009) 'Design for sustainability: Current trends in sustainable product design and development', *Sustainability*, 1(3), pp. 409–424. doi: 10.3390/su1030409.
- Ellen Macarthur Foundation (2014) *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*, *World Economic Forum*.
- Ellen Macarthur Foundation (2015a) *DELIVERING THE CIRCULAR ECONOMY - A TOOLKIT FOR POLICYMAKERS*.
- Ellen Macarthur Foundation (2015b) *Growth within: a circular economy vision for a competitive europe*.
- European Commission (2015) *An EU action plan for the circular economy*, *European Commission*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- European Commission (2017) *Smart specialisation - European Commission*. Available at: <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/smart-specialisation> (Accessed: 20 December 2017).
- Everett, C. R. (2013) 'Measuring the social responsibility discount for the cost of equity capital: evidence from benefit corporations', *The Journal of Behavioral Finance & Economics*, 3(2), pp. 55–75.
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J. and Xue, B. (2012) *Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis*, *Journal of Cleaner Production*. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.07.005.
- Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) 'A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 114, pp. 11–32. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
- Greyson, J. (2007) 'An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability', *Journal of Cleaner Production*, 15(13–14), pp. 1382–1390. doi: 10.1016/j.jclepro.2006.07.019.
- Iung, B. and Levrat, E. (2014) 'Advanced Maintenance Services for Promoting Sustainability', *Procedia CIRP*, 22, pp. 15–22. doi: 10.1016/j.procir.2014.07.018.
- Jiao, W. and Boons, F. (2014) 'Toward a research agenda for policy intervention and facilitation to enhance industrial symbiosis based on a comprehensive literature review', *Journal of Cleaner Production*, 67, pp. 14–25. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.12.050.
- Kalmykova, Y., Rosado, L. and Patr'icio, J. (2015) 'Resource consumption drivers and pathways to reduction: economy, policy and lifestyle impact on material flows at the national and urban scale', *Journal of Cleaner Production*. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.02.027.
- Kuznetsova, E., Zio, E. and Farel, R. (2015) 'A methodological framework for Eco-Industrial Park design and optimization', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 126, pp. 308–324. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.03.025.
- Lieder, M. and Rashid, A. (2015) 'Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 115, pp. 36–51. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.12.042.
- Lieder, M. and Rashid, A. (2016) 'Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 115, pp. 36–51. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.12.042.
- Liu, J. Y.-S. (2012) 'Circular Economy and Environmental Efficiency—The Case of Traditional Hakka Living System', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 57, pp. 255–260. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.1183.
- Liu, Y. and Bai, Y. (2014) 'An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China', *Resources, Conservation and Recycling*, 87, pp. 145–152. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.04.002.
- Di Maio, F., Rem, P. C., Baldé, K. and Polder, M. (2017) 'Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach', *Resources, Conservation and Recycling*, 122, pp. 163–171. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.02.009.

- Mathews, J. A. (2011) 'Naturalizing capitalism: The next Great Transformation', *Futures*, 43(8), pp. 868–879. doi: 10.1016/j.futures.2011.06.011.
- Matus, K. J. M., Xiao, X. and Zimmerman, J. B. (2012) 'Green chemistry and green engineering in China: drivers, policies and barriers to innovation', *Journal of Cleaner Production*, 32, pp. 193–203. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.03.033.
- Park, J. Y. and Chertow, M. R. (2014) 'Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing wastes as resources', *Journal of Environmental Management*, 137, pp. 45–53. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.11.053.
- Park, J. Y. and Chertow, M. R. (2014) 'Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing wastes as resources.', *Journal of environmental management*, 137, pp. 45–53. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.11.053.
- Pigosso, D. C. A., Ferraz, M., Teixeira, C. E. and Rozenfeld, H. (2016) 'The deployment of product-related environmental legislation into product requirements', *Sustainability (Switzerland)*, 8(4), pp. 1–15. doi: 10.3390/su8040332.
- Riding, M. J., Herbert, B. M. J., Ricketts, L., Dodd, I., Ostle, N. and Semple, K. T. (2015) 'Harmonising conflicts between science, regulation, perception and environmental impact: the case of soil conditioners from bioenergy.', *Environment international*, 75, pp. 52–67. doi: 10.1016/j.envint.2014.10.025.
- Ruggieri, A., Braccini, A. M., Poponi, S. and Mosconi, E. M. (2016) 'A meta-model of inter-organisational cooperation for the transition to a circular economy', *Sustainability (Switzerland)*, 8(11). doi: 10.3390/su8111153.
- Sakao, T., Panshef, V. and Dörsam, E. (2009) 'Addressing uncertainty of PSS for value-chain oriented service development.', in *In T. Sakao & M. Lindahl (Eds.), Introduction to Product/Service-System Design*, pp. 137–157.
- Scharff, H. (2014) 'Landfill reduction experience in The Netherlands.', *Waste management (New York, N.Y.)*, 34(11), pp. 2218–24. doi: 10.1016/j.wasman.2014.05.019.
- Scheel, C. (2016) 'Beyond Sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 131(2016), pp. 376–386. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.05.018.
- Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G. and Brezet, J. C. (2015) 'Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable', *Journal of Cleaner Production*. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.075.
- Schulte, U. G. (2013) 'New business models for a radical change in resource efficiency', *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 9, pp. 43–47. doi: 10.1016/j.eist.2013.09.006.
- Schulte, U. G. (2013) 'New business models for a radical change in resource efficiency', *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 9, pp. 43–47. doi: 10.1016/j.eist.2013.09.006.
- Seigné-Itoiz, E., Gasol, C. M., Rieradevall, J. and Gabarrell, X. (2014) 'Environmental consequences of recycling aluminum old scrap in a global market', *Resources, Conservation and Recycling*, 89, pp. 94–103. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.05.002.
- Tukker, A. (2013) 'Product services for a resource-efficient and circular economy - a review', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 97, pp. 76–91. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.11.049.
- Wang, J., Jing, Y., Zhang, C. and Zhao, J. (2009) 'Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy', 13, pp. 2263–2278. doi: 10.1016/j.rser.2009.06.021.
- Wang, Y., Sun, M., Wang, R. and Lou, F. (2014) 'Promoting regional sustainability by eco-province construction in China: A critical assessment', *Ecological Indicators*. Elsevier Ltd, 51, pp. 127–138. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.07.003.
- Wen, Z. and Meng, X. (2014) 'Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District', *Journal of Cleaner Production*, 90, pp. 211–219. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.03.041.
- Wilburn, K. and Wilburn, R. (2014) 'The double bottom line: Profit and social benefit', *Business Horizons*, 57(1), pp. 11–20. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2013.10.001.
- Winkler, H. (2011) 'Closed-loop production systems-A sustainable supply chain approach', *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. CIRP, 4(3), pp. 243–246. doi: 10.1016/j.cirpj.2011.05.001.
- Xue, B., Chen, X. P., Geng, Y., Guo, X. J., Lu, C. P., Zhang, Z. L. and Lu, C. Y. (2010) 'Survey of officials' awareness on circular economy development in China: Based on municipal and county level', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 54(12), pp. 1296–1302. doi: 10.1016/j.resconrec.2010.05.010.
- Yang, S. and Feng, N. (2008) 'A case study of industrial symbiosis: Nanning Sugar Co., Ltd. in China', *Resources, Conservation and Recycling*, 52(5), pp. 813–820. doi: 10.1016/j.resconrec.2007.11.008.
- Yin, R. K. (1994) *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publishing, CA.
- Yin, R. K. (2009) *Case Study Research: Design and Methods*. Fourth Edi. Edited by S. Conneley. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Ying, J. and Li-jun, Z. (2012) 'Study on Green Supply Chain Management Based on Circular Economy', *Physics Procedia*, 25, pp. 1682–1688. doi: 10.1016/j.phpro.2012.03.295.
- Yu, F., Han, F. and Cui, Z. (2015) 'Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China', *Journal of Cleaner Production*, 87, pp. 339–347. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.10.058.

Zengwei, Y., Jun, B. and Yuichi, M. (2006) 'The circular economy: a new development strategy in China', *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), pp. 4–8.

Zhilei, Y. and Wei, W. (2011) 'The Research on Pricing Strategy for Perishable High-tech Products Based on Circular Economy', *Energy Procedia*, 5, pp. 1842–1846. doi: 10.1016/j.egypro.2011.03.314.

Zhu, Q., Geng, Y. and Lai, K. (2010) 'Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications.', *Journal of environmental management*, 91(6), pp. 1324–31. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.02.013.

Zink, K. J. (2005) 'Stakeholder orientation and corporate social responsibility as a precondition for sustainability', *Total Quality Management and Business Excellence*. Taylor & Francis, 16(8–9), pp. 1041–1052.

# La disponibilità a pagare per il Made in Italy . Una ricerca empirica su alcuni prodotti nel settore alimentare.

Cappelli L<sup>2.</sup>, D'Ascenzo F<sup>1.</sup>, Arezzo M.F.<sup>1.</sup>, Ruggieri R.<sup>1.</sup>, Rossetti F<sup>1.</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

<sup>2</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale

cappelli@unicas.it

fabrizio.dascenzo@uniroma1.it

mariafelice.arezzo@uniroma1.it

roberto.ruggieri@uniroma1.it

francesca.rossetti@uniroma1.it

## Abstract

Il presente contributo ha l'obiettivo di analizzare l'atteggiamento del consumatore nei confronti dei prodotti Made in Italy, con riferimento specifico ai sistemi valoriali che influenzano l'acquisto dei seguenti prodotti alimentari: olio extravergine di oliva, carne e pesce. Il paper, che è parte di un ampio progetto sul Made in Italy, analizza l'eventuale presenza di una disponibilità a pagare relativamente ai prodotti citati, mediante l'uso di un questionario e di un modello di regressione logistica che evidenzia le caratteristiche del campione associate alla preferenza per il Made in Italy. Come verrà esplicitato nel lavoro, i risultati ottenuti confermano la presenza di una disponibilità a pagare, che sembra principalmente legata all'elemento culturale/informativo dei rispondenti al questionario.

**Keywords:** *Made in Italy, Willingness to pay, Country of origin, Quality, Food choices.*

## 1. Introduzione

Il presente contributo si inquadra all'interno di un esteso lavoro sul Made in Italy, fondato sulle seguenti domande di ricerca: 1) Esiste una preferenza espressa in termini di consumo del prodotto Made in Italy rispetto ad un altro prodotto non Made in Italy ? E se sì, 2) Esiste una disponibilità a pagare, in termini quantitativi, un *premium price* per tali prodotti?

I principali risultati ottenuti finora (Cappelli et al. 2016, 2017) hanno chiaramente mostrato che il Made in Italy non soltanto rappresenta una ben definita categoria concettuale nella mente dei consumatori italiani, ma che esiste un *premium price* per i prodotti Made in Italy nei settori indagati (alimentare, arredamento, tessile/abbigliamento, automazione meccanica), di entità variabile a seconda del settore e sostanzialmente collocabile all'interno del range 10-30%. Il *premium price* è maggiore nel settore alimentare e per questa ragione il presente paper si è concentrato su alcuni specifici prodotti alimentari di largo consumo: olio extravergine di oliva, carne e pesce.

Il lavoro propone dapprima una breve rassegna sulla letteratura, soffermandosi in particolare sul filone scientifico riguardante la 'disponibilità a pagare', specificatamente per i prodotti olio d'oliva, carne e pesce Made in Italy. Successivamente vengono presentati i risultati originali derivanti dall'indagine empirica.

## 2. Analisi della letteratura

La letteratura è carente di riferimenti sufficienti per una piena comprensione del reale valore del Made in Italy in termini di disponibilità a pagare da parte dei consumatori italiani. Sono ancora pochi, infatti, gli studi che non soltanto confermano ma che soprattutto quantificano la *willingness to pay* dei consumatori verso i prodotti Made in Italy. Questo è vero sia in generale, sia specificatamente ai prodotti del settore alimentare qui presi in considerazione: olio extravergine d'oliva, carne e pesce.

Sintetizzando i risultati della ricerca nazionale sui temi oggetto di studio, è stata condotta una *narrative literature review*, considerando i contributi del periodo compreso tra il 2008 e il 2017. Si è ritenuto opportuno prendere in considerazione l'anno iniziale della crisi economico-finanziaria internazionale perché ha impattato direttamente e negativamente sui consumi dei prodotti presenti sulle tavole degli italiani

(Coldiretti, 2014). Dall'analisi di un totale di 40 articoli selezionati (14 per la carne, 14 per l'olio extravergine d'oliva, 12 per il pesce) emerge la rilevanza, nelle preferenze dei consumatori, soprattutto dei seguenti attributi del prodotto: certificazione di origine geografica, sicurezza alimentare, caratteristiche sensoriali, brand, prezzo.

Quasi tutti gli autori evidenziano una correlazione dei suddetti attributi con la disponibilità a pagare un *premium price*, ma soltanto alcuni ne propongono una stima quantitativa attraverso le loro investigazioni empiriche. Iniziando con i lavori che hanno per oggetto l'olio di oliva Made in Italy, la scelta individuale con *premium price* da parte dei consumatori sembra collegarsi in particolare ad elementi quali la zona di origine e le informazioni presenti in etichetta, nello specifico sulla quantità di concentrazione dei polifenoli (Cafarelli et al., 2017). Cavallo et al. (2017) mettono in luce l'importanza, oltre al paese di origine, anche dei processi produttivi sostenibili. Nello studio di Del Giudice et al. (2015) si evidenzia la presenza di una disponibilità a pagare un *premium price* di circa il 50% se sono presenti sull'etichetta l'indicazione geografica protetta e la denominazione di origine protetta. Sillani et al., (2014) mostrano che la disponibilità a pagare aumenta con la presenza e la specificazione che l'origine del prodotto è italiana. Le ricerche di Panico et al. (2014), Di Vita et al. (2013) e Bevilacqua et al. (2012) rilevano che, oltre al paese di origine, i consumatori sono maggiormente propensi ad acquistare con *premium price* un olio extra vergine di oliva in base alle caratteristiche organolettiche e ai processi produttivi avvenuti nel rispetto dell'ambiente. Tre gruppi di studiosi (Cicia et al., 2013; Piccolo et al., 2013; Finco et al., 2010) sostengono che i consumatori pagano un *premium price* se le olive sono Made in Italy, cioè se l'origine è italiana al 100% e se la produzione è locale/territoriale. Dai lavori di Marchini et al. (2011) e Pagliuca & Scarpato (2011) emerge come fondamentale la caratteristica della provenienza regionale dell'olio per poter avere un *premium price*. Del Giudice et al. (2012) cercano di quantificare la disponibilità a pagare e mostrano, attraverso una ampia ricerca empirica, che il *premium price* per l'olio Made in Italy è di + €3,76 se biologico. Infine, Finardi et al. (2009) stimano che la disponibilità a pagare un *premium price* per un olio Made in Italy è + € 4,00 e che suddetta decisione è motivata anche dalla presenza di indicazioni concernenti in particolare il livello di acidità dell'olio e in generale la salute.

La rassegna della letteratura inerente la disponibilità a pagare per la carne Made in Italy dimostra che sono meno numerosi i lavori inerenti la determinazione quantitativa della disponibilità a pagare un *premium price*. In generale, sembra dimostrato che l'attributo più importante in assoluto associato al *premium price* riguarda l'indicazione "*animal welfare*", ossia che le metodologie di allevamento bovino, suino, ovino rispettino il benessere degli animali. La ricerca di Di Pasquale et al. (2016, 2014) dimostra empiricamente che il *premium price* va dal 10% al 20% se nella carne Made in Italy è espressamente presente la dicitura "*animal friendly*" o "*animal welfare*". Gli studi di Scarpa et al. (2012), Zanolini et al. (2011) e Mascarello et al. (2015) a livello qualitativo confermano l'importanza della sostenibilità dei processi produttivi e dell'origine territoriale della carne. L'etichetta sembra essere un valido e importante specchio delle informazioni, nutritive e non, che determinano la disponibilità a pagare un *premium price* per tale prodotto (Napolitano et al. 2010, 2013; Stefani et al., 2008; Zanolini et al., 2011; Menozzi et al., 2010; Tranter et al., 2009; Cicia & Colantuoni 2010). Per quanto concerne la letteratura riguardante il settore ittico Made in Italy, si segnalano alcuni lavori che presentano delle stime quantitative sulla disponibilità a pagare un *premium price*.

Da questi studi emerge la rilevanza, nelle preferenze dei consumatori, soprattutto dei seguenti attributi del prodotto: certificazione di origine geografica, etichetta e produzione sostenibile. Il *premium price* stimato è di € +3,9/Kg (Mauracher et al., 2013) e di € +0,86/Kg (Disegna et al., 2009). Per alcuni autori la disponibilità a pagare aumenta se il consumatore trova tutte le informazioni chiare sull'etichetta (Tempesta et al., 2016), in particolare il *premium price* è stato stimato pari a € +1,24/1,25 al Kg (De Magistris et al., 2016; Disegna et al., 2009). Se l'etichetta del pesce Made in Italy è bio il *premium price* è di € +2,76/Kg (Stefani et al., 2012). Ancora, il report tecnico di un progetto commissionato dall'Unione Europea (Freucht et al., 2017), descrive come la disponibilità a pagare un *premium price* da parte dei consumatori italiani per il prodotto ittico etichettato Made in Italy sia compresa tra il 10% e il 15% in più se il prodotto risponde a requisiti in merito alla sostenibilità, organicità e produzione nel rispetto del benessere degli animali. Anche Cosmina et al., (2012) e Brécard et al., (2009) nelle loro ricerche evidenziano come il rapporto diretto tra sicurezza e sostenibilità impatti con le scelte del consumatore, ed aggiungono gli ulteriori elementi rappresentati dal paese di origine del prodotto ittico e dalla presenza o meno dell'etichetta ecolabel.

A livello qualitativo, uno degli studi più interessanti è quello di Carlucci et al. (2015), in cui viene presentata una rassegna sistematica della letteratura che esamina circa 50 articoli nazionali e internazionali al fine di valutare il comportamento d'acquisto dei consumatori nei confronti dei prodotti ittici.

### 3. Materiali e metodi: il modello di regressione logistica per la stima della probabilità di pagare un premium price per i prodotti Made in Italy

Dal punto di vista empirico, si è investigato mediante l'utilizzo di un questionario sull'esistenza e sulla tipologia di una relazione tra preferenza espressa dei prodotti Made in Italy e la disponibilità a pagare un *premium price* per tali prodotti. La rilevazione è avvenuta a Roma nel mese di Giugno 2017 in 6 supermercati di una nota catena della grande distribuzione alimentare. Il campione intervistato attraverso la somministrazione dei questionari all'uscita di ogni supermercato è di 408 rispondenti. Il questionario, diviso in più sezioni, ha preso in esame i seguenti aspetti: se nel carrello della spesa il consumatore ha acquistato olio extravergine d'oliva, carne e pesce Made in Italy oppure no; l'atteggiamento verso il consumo e verso il Made in Italy (in scala Likert da molto d'accordo a per niente d'accordo); la disponibilità a pagare *premium price* per il prodotto Made in Italy; la conoscenza riguardante la qualità della filiera produttiva dei prodotti acquistati; la fonte principale di conoscenza/informazione; il profilo personale (genere, età, titolo di studio, professione e residenza nel quartiere). Le risposte al questionario sono state analizzate con un modello di regressione logistica multivariata (appendice 1), al fine di prevedere la presenza o l'assenza di una determinata caratteristica (nel nostro caso la disponibilità a pagare un *premium price*, ovvero la variabile dipendente) in base ad una serie di variabili-stimatori (o covariate o predittori), cioè in base alle variabili indipendenti individuate.

### 4. Risultati e Discussione

La tabella 1 riporta le stime dei coefficienti del modello di regressione logistica.

Il modello testa l'ipotesi della presenza di una disponibilità a pagare superiore al 10% sulla base delle risposte al questionario. Ricordiamo che se "P" (P-value) è maggiore di 0,05 la variabile non è significativa. La positività del coefficiente incrementa la probabilità che si verifichi l'evento (cioè l'acquisto del bene Made in Italy con una disponibilità a pagare maggiore del 10%).

In base al modello, soffermandosi unicamente sulle variabili in tabella il cui effetto sulla disponibilità a pagare è significativo, è possibile proporre le seguenti principali considerazioni.

D1. La decisione di acquisto con disponibilità a pagare superiore al 10% non sembra preceduta da una attività di confronto fra i prezzi. Questo suggerisce che gli acquirenti del Made in Italy con disponibilità a pagare sono meno sensibili al fattore prezzo nel processo di acquisto dei beni.

D3. L'esperienza di consumo positiva non sembra fondamentale nell'incrementare la probabilità di acquisto del prodotto Made in Italy con disponibilità a pagare superiore al 10%. Ciò suggerisce che la probabilità di acquisto dei prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare un *premium price* non è legata all'esperienza pregressa di consumo ma ad altri fattori.

D5. Il territorio di provenienza sembra giocare un ruolo nell'incrementare la probabilità di acquisto di prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare. Questo è coerente con l'aspettativa che il luogo di origine del prodotto abbia un impatto sulle decisioni di acquisto da parte dei consumatori.

D7. La preferenza per il prodotto Made in Italy è decisamente correlata alla probabilità di acquisto con disponibilità a pagare un *premium price*. Ciò è perfettamente in linea con le attese.

D10. La probabilità di acquisto di un prodotto Made in Italy con disponibilità a pagare aumenta in base al fatto di considerare giustificato un prezzo maggiore per un prodotto Made in Italy rispetto a un prodotto non Made in Italy. Questo risultato è particolarmente interessante in quanto sembra suggerire che un prezzo più alto per i prodotti Made in Italy non sia solo esclusivamente "assunto come tale" e "sopportato" dai consumatori, ma venga ritenuto un qualcosa di "legittimo" e "corretto".

D15. In un contesto di scarsa significatività dell'elemento legato all'età, la fascia più giovane (18-24) mostra una più bassa probabilità all'acquisto del prodotto Made in Italy con disponibilità a pagare. Questo risultato si presta a una duplice chiave di lettura: da una parte si può interpretare il dato in termini di minore disponibilità economica e quindi di capacità di spesa da parte della fascia di età considerata. Dall'altra, l'analisi delle risposte alle successive domande, dove si dimostra una forte relazione fra titolo di studio più elevato e probabilità di acquisto del prodotto Made in Italy con disponibilità a pagare, lascia sostanzialmente fuori dal requisito suddetto la fascia di età in esame.



Tabella 1

Logistic regression						
		Number of obs =		408		
		Wald chi2(3) =		.		
		Prob > chi2 =		.		
Log pseudolikelihood = -209.36815		Pseudo R2 =		0.2534		
(Std. Err. adjusted for 5 clusters in zonadirilevazione)						
d11aggr2	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf Interval]	
<b>D1: Prima di acquistare un prodotto confronto i prezzi e acquisto il meno caro (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	0,674	0,214	3,15	0,002	0,255	1,092
Poco d'accordo	1,433	0,153	9,36	0,000	1,133	1,733
Per niente d'accordo	0,915	0,521	1,76	0,079	-0,106	1,936
<b>D2: Acquisto i prodotti di una marca specifica di cui mi fido (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,019	0,418	-0,04	0,965	-0,838	0,801
Poco d'accordo	-0,185	0,420	-0,44	0,660	-1,009	0,639
Per niente d'accordo	-0,198	0,538	-0,37	0,713	-1,253	0,857
<b>D3: Acquisto i prodotti la cui esperienza di consumo è positiva (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,127	0,198	-0,65	0,519	-0,515	0,260
Poco d'accordo	-0,406	0,655	-0,62	0,536	-1,690	0,878
Per niente d'accordo	2,717	1,160	2,34	0,019	0,444	4,990
<b>D4: Acquisto i prodotti sulla base delle informazioni presenti nell'etichetta (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	0,386	0,323	1,2	0,231	-0,246	1,019
Poco d'accordo	0,242	0,256	0,94	0,345	-0,261	0,744
Per niente d'accordo	-0,480	0,623	-0,77	0,441	-1,701	0,741
<b>D5: Acquisto i prodotti in base al territorio di provenienza (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	0,209	0,267	0,78	0,435	-0,315	0,733
Poco d'accordo	-0,613	0,333	-1,84	0,066	-1,266	0,041
Per niente d'accordo	-0,267	0,840	-0,32	0,750	-1,914	1,379
<b>D6: Acquisto più volentieri i prodotti "Made in Italy" (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	0,167	0,276	0,6	0,546	-0,375	0,708
Poco d'accordo	0,603	0,824	0,73	0,465	-1,013	2,218
Per niente d'accordo	0,401	0,745	0,54	0,590	-1,059	1,861
<b>D7: Preferisco il prodotto "Made in Italy" anche se costa di più (ref: molto d'accordo)</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,972	0,242	-4,01	0,000	-1,446	-0,497
Poco d'accordo	-1,215	0,481	-2,53	0,012	-2,158	-0,273
Per niente d'accordo	-1,290	0,843	-1,53	0,126	-2,943	0,362
<b>D8: Acquisto il prodotto "Made in Italy" per abitudini consolidate</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,018	0,279	-0,07	0,948	-0,564	0,528
Poco d'accordo	-0,447	0,313	-1,43	0,153	-1,061	0,166
Per niente d'accordo	-0,652	0,750	-0,87	0,384	-2,122	0,817
<b>D9: Acquisto il prodotto "Made in Italy" perché è sinonimo di qualità</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,682	0,169	-4,03	0,000	-1,014	-0,350
Poco d'accordo	-0,577	0,605	-0,95	0,340	-1,764	0,609
Per niente d'accordo	0,163	0,655	0,25	0,804	-1,121	1,447
<b>D10: Trovo giustificato che il prodotto "Made in Italy" costi di più rispetto ad un prodotto no "Made in Italy"</b>						
Abbastanza d'accordo	-0,352	0,366	-0,96	0,337	-1,070	0,366
Poco d'accordo	-1,248	0,272	-4,58	0,000	-1,782	-0,715
Per niente d'accordo	-1,837	0,387	-4,74	0,000	-2,596	-1,078
sexso	-0,443	0,243	-1,82	0,069	-0,920	0,034
<b>D15aggr: Età (ref: 18-24)</b>						
25-30	-1,116	0,493	-2,26	0,024	-2,081	-0,150
31-40	-0,895	0,793	-1,13	0,259	-2,450	0,659
41-50	-0,805	1,058	-0,76	0,447	-2,879	1,269
51-60	-1,550	0,803	-1,93	0,053	-3,124	0,023
61 e più	-1,610	1,132	-1,42	0,155	-3,828	0,608
<b>d16aggr: Titolo di studio (ref: Al massimo diplomato)</b>						
Laurea e post (Master/Dottorato)	0,504	0,116	4,34	0,000	0,277	0,731
vivequart	0,464	0,269	1,72	0,085	-0,064	0,992
<b>d18aggr: Professione (ref: studente/non occupato)</b>						
Casalanga	0,539	0,589	0,92	0,360	-0,616	1,695
Operaio	0,721	0,429	1,68	0,093	-0,119	1,561
Libero professionista	0,185	0,724	0,26	0,798	-1,235	1,605
Pensionato	-0,110	0,984	-0,11	0,911	-2,038	1,818
_cons	1,154	0,635	1,82	0,069	-0,091	2,399

D16-D18. Il possesso del titolo di studio di laurea o post laurea incrementa la probabilità di acquisto di prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare. Il tipo di professione non sembra influenzare la probabilità di acquisto di prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare.

L'analisi delle risposte alle due domande precedenti rappresenta probabilmente l'aspetto più interessante che emerge dai risultati del modello. Si evince infatti che l'elemento istruzione/educazione influisce fortemente sulla probabilità di acquisto di prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare un *premium price*, mentre la professione e la conseguente maggiore o minore disponibilità economica non mostra un pari effetto.

La presente indagine suggerisce quindi come il fattore "cultura" rappresenti l'elemento che principalmente caratterizza il consumatore tipo nel processo di acquisto dei prodotti Made in Italy con disponibilità a pagare un *premium price* superiore al 10%. Si tratta di una conclusione particolarmente interessante, da approfondire in successivi lavori.

## References

1. Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E., Marchetti, B. Development and test of a new fuzzy-QFD approach for characterizing customers rating of extra virgin olive oil. *Food Quality and Preference*, 2012, 24, pp.75–84.
2. Brécard, D., Hlaimi, B., Lucas, S., Perraudeau, Y., Salladarré, F. Determinants of demand for green products: An application to eco-label demand for fish in Europe. *Ecological Economics*, 2009, 69, pp. 115–125.
3. Cafarelli, B., La Sala, P., Pellegrini, G., Fiore, M. Consumers' preferences investigation for extra virgin olive oil basing on conjoint analysis. *Rivista di studi sulla sostenibilità*, 2017, 1, pp. 203-218 .
4. Cappelli, L., D'Ascenzo, F., Natale, L., Rossetti, F., Ruggieri, R., Vistocco, D., Are Consumers Willing to Pay More for a "Made in" Product? An Empirical Investigation on "Made in Italy" , *Sustainability*, April 2017, pp.1-17.
5. Cappelli, L., D'Ascenzo, F., Natale, L., Rossetti, F., Ruggieri, R., Vistocco D., Consumer attitude towards the products "Made in Italy". An empirical investigation., 19th QMOD-ICQSS International Conference on Quality and Service Sciences. Building a Culture for Quality, Innovation and Sustainability, Rome 2016, pp.1835-1838.
6. Carlucci, D., Nocella, G., De Devitiis, B., Viscecchia, R., Bimbo, F., Nardone, G. Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. *Appetite*, 2015, 84, pp. 212–227.
7. Castellini, A., Disegna, M., Mauracher, C., Procidano, I., Consumers' Willingness to Pay for Quality and Safety in Clams. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 2014, 26, pp. 189–208.
8. Cavallo, C., Caracciolo, F., Cicia, G., Del Giudice, T. Extra-virgin olive oil: are consumers provided with the sensory quality they want? A hedonic price model with sensory attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 1, pp-2-8.
9. Cicia, G., Caracciolo, F., Cavallo, C., Del Giudice, T., Sannino, G., Verneau, F. The Role of Sensory Profile in the Extra-Virgin Olive Oil Consumers Choice. *Proceedings in Food System Dynamics*, 2013, pp.110-126.
10. Cicia, G., Colantuoni F. Willingness to Pay for Traceable Meat Attributes: A Meta-analysis. *International Journal Food System Dynamics*, 2010, 3, pp. 252-263.
11. Cosimina, M., Demartini, E., Gaviglio, A., Mauracher, C., Prestamburgo, S., Trevisan, G. Italian consumers' attitudes towards small pelagic fish. *NEW MEDIT*, 2012, 1, pp. 52-57.
12. De Blasi, G., Acciani, C., De Boni, A., Roma, R. A multifunctional subsidy in aquaculture: an empirical application and its effects on the market, *NEW MEDIT*, 2009, 3, pp. 11-16.
13. De Magistris, T., Del Giudice, T., Verneau, F., The Effect of Information on Willingness to Pay for Canned Tuna Fish with Different Corporate Social Responsibility (CSR) Certification: A Pilot Study. *The Journal of Consumer Affairs*, 2015, 49, pp. 457-471.
14. Del Giudice, T. Panico, T., Caracciolo, F., Cicia, G. Le preferenze dei consumatori italiani nei confronti dell'attributo biologico nell'olio extra-vergine di oliva alla luce della nuova normativa sull'etichettatura. Workshop GRAB-IT, "Agricoltura biologica: modello sostenibile per un Mediterraneo in transizione", Ancona, 10-11 maggio 2012, pp. 40-45.
15. Del Giudice, T., Cavallo, C., Caracciolo, F., Cicia, G. What attributes of extra virgin olive oil are really important for consumers: a meta-analysis of consumers' stated preferences. *Agricultural and Food Economics*, 2015, 3, 20. pp. 1-15.
16. Di Pasquale, J., Nannoni, E., Adinolfi, F., Del Duca, I., Capitanio, F., Sardi, L., Vitali, M., Martelli, G. A case-study on profiling Italian consumers of animal-friendly foods. *Italian Journal of Animal Science*, 2016, 15, pp. 294–302.
17. Di Pasquale, J., Nannoni, E., Del Duca, I., Adinolfi, F., Capitanio, F., Sardi, L., Vitali, M., Martelli, G. What Foods are Identified as Animal Friendly by Italian Consumers? *Italian Journal of Animal Science*, 2014, 13, pp. 782-789.

18. Di Vita, G., D'Amico, M., La Via, G., Caniglia, E., Quality Perception of PDO extra-virgin Olive Oil: Which attributes most influence Italian consumers? *Agricultural Economics Review*, 2013, Vol 14, pp. 46-58.
19. Disegna, M., Mauracher, C., Procidano, I., Trevisan G. Characteristics of production and consumption of organic trout in Italy. *NEW MEDIT*, 2009, 3, pp. 17-26.
20. Feucht, Y., Le Gallic, B., Pirrone, C., Galinou-Mitsoudi, S. Results on consumer preferences for sustainable seafood products from Europe. Technical Report of the European project: Strategic Use of Competitiveness towards Consolidating the Economic Sustainability of the European Seafood sector, 2017, pp.1-70.
21. Finardi, C., Giacomini, C., Menozzi, D., Mora, C., Consumer preferences for country-of-origin and health claim labelling of extra-virgin olive-oil. 113th EAAE Seminar "A resilient European food industry and food chain in a challenging world", Chania, Crete, Greece, September 3 - 6, 2009.
22. Finco, A., Padella, M., Sargentoni, T. Disponibilità a pagare per la qualità di un olio extravergine locale. *Economia Agro-Alimentare*, 2010, 1, pp. 77-99.
23. Marchini, A., Diotallevi, F., Fioriti, L., Pampanini, R. A quantitative analysis of olive oil market in the North-West Italy, 2011, SSRN Elsevier, pp.1-21.
24. Mascarello, G., Pinto, A., Parise, N., Crovato, S., Ravarotto, L. The perception of food quality. Profiling Italian consumers. *Appetite*, 2015, 89, pp. 175-182.
25. Mauracher, C., Tempesta, T., Vecchiato, D. Consumer preferences regarding the introduction of new organic products. The case of the Mediterranean sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in Italy. *Appetite*, 2013, 63, pp.84-91.
26. Menozzi, D., Mora, C., Chrysochoidis, G., Kehagia, O. Rintracciabilità, qualità e sicurezza alimentare nella percezione dei consumatori. *Economia Agro-Alimentare*, 2010, 1, pp. 137-158.
27. Napolitano, F., Braghieri, A., Piasentier, E., Favotto, S., Naspetti, S., Zano, R. Effect of information about organic production on beef liking and consumer willingness to pay. *Food Quality and Preference*, 2010, 21, pp. 207-212.
28. Napolitano, F., Castellini, C., Naspetti, S., Piasentier, E., Girolami, A., Braghieri, A. Consumer preference for chicken breast may be more affected by information on organic production than by product sensory properties. *Poultry Science*, 2013, 92, pp. 820-826.
29. Pagliuca, M.M., Scarpatò, D. Food quality, consumer perception and preferences: an analysis on olive oil. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 2011, 4, pp. 215-226.
30. Panico, T., Del Giudice, T., Caracciolo, F. Quality dimensions and consumer preferences: A choice experiment in the Italian extra-virgin olive oil market. *Agricultural Economics Review*, 2014, 15, pp. 100-112.
31. Piccolo, D., Capecchi, S., Iannario, M., Corduas, M. Modelling consumer preferences for extra virgin olive oil: the Italian case, *Politica Agricola Internazionale - International Agricultural Policy*, 2013, 3, pp. 25-37.
32. Scarpa, R., Zanolì, R., Bruschi, V., Naspetti, S. Inferred and stated attribute non-attendance in food choice experiments, *American Journal of Agricultural Economics*, 2012, 95, pp. 165-180.
33. Sillani, S., Esposito, A., Del Giudice, T., Caracciolo, F. Le preferenze dei consumatori della provincia di Trieste per l'olio extra vergine di oliva d'alta gamma. *Economia agro-alimentare*, 2014, 1, pp. 139-155.
34. Stefani, G., Cavicchi, A., Romano, D., Lobb, A.E. Determinants of Intention to Purchase Chicken in Italy: The Role of Consumer Risk Perception and Trust in Different Information Sources, *Agribusiness*, 2008, 24, pp. 523-537.
35. Stefani, G., Scarpa, R., Cavicchi, A. Exploring consumer's preferences for farmed sea bream. *Aquaculture International*, 2012, 20, pp. 673-691.
36. Tempesta, T., Vecchiato, D., Marangon, F., Troiano, S. Consumers' willingness to pay for safer fish: preliminary results from a survey about mercury contaminated fish in Friuli Venezia Giulia Region. *Rivista di Economia Agraria*, 2016, 1, pp. 305-312.
37. Tranter, R.B., Bennett, R.M., Costa, L., Cowan, C., Holt, C.G., Jones, P.J., Miele, M., Sottomayor, M., Vestergaard, J. Consumers' willingness-to-pay for organic conversion-grade food: Evidence from five EU countries. *Food Policy*, 2009, 34, pp. 287-294.
38. Zanolì, R., Scarpa, R., Napolitano, F., Piasentier, E., Naspetti, S., Bruschi, V. Organic label as an identifier of environmentally related quality: A consumer choice experiment on beef in Italy. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2012, 28, pp. 70-79.

## Appendice 1.

Il modello di regressione logistica si basa sul presupposto dell'esistenza di una variabile continua non osservabile (che è possibile indicare con  $Z$ ) interpretabile come la tendenza alla realizzazione dell'evento di interesse (nel presente caso il fatto che ci sia un *premium price* per olio, carne e pesce "Made in Italy"). Se si definisce con  $Z$  la propensione a pagare un prezzo "premio" per i prodotti alimentari "Made in Italy", valori elevati di  $Z$  indicheranno che la probabilità che la disponibilità a pagare il *premium price* è elevata, mentre valori più bassi indicheranno che tale probabilità è bassa. La relazione tra la probabilità dell'evento di interesse (indicata in generale con  $\pi_i$ ) e la variabile non osservabile  $Z$  può essere espressa come di seguito:

$$\pi_i = \frac{\exp(z_i)}{1 + \exp(z_i)} = \frac{1}{1 + \exp(-z_i)}$$

Nella formula appena scritta  $i$  indica l' $i$ -esimo caso considerato e, quindi, con  $z_i$  si indica il valore della variabile non osservabile per l'operazione  $i$ -esima e con  $\pi_i$  si indica la probabilità che tale operazione sia un default. Dalla formula indicata si nota che è possibile risalire al valore non osservabile della variabile  $Z$  sulla operazione  $i$ -esima, come indicato nel seguito:

$$z_i = \log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right)$$

Il modello di regressione logistica considera inoltre la variabile  $Z$  esprimibile come combinazione lineare dei valori delle variabili indipendenti considerate significative. Il valore della variabile  $Z$  per l'operazione  $i$ -esima potrà quindi essere espressa come indicato nel seguito:

$$z_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$$

Dove  $\beta_j$  è il parametro relativo al valore osservato  $x_{ij}$  della variabile  $j$  sull'operazione  $i$ . Nel modello sono quindi presenti i valori osservati delle variabili esplicative  $x$  e i parametri che sono quantità incognite. Tenuto conto di quanto detto si capisce come l'analisi di regressione logistica sia finalizzata, una volta identificate le variabili indipendenti significative, alla stima dei coefficienti del modello. Infatti, una volta stimati i parametri  $\beta_j$  otteniamo la stima della variabile non osservabile  $Z$  nel modo seguente:

$$\hat{z}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik}$$

Il simbolo  $\hat{\phantom{x}}$  utilizzato, indica che una quantità ignota è stata stimata ed assume, pertanto, un valore numerico<sup>5</sup>. E' chiaro che una volta stimata la variabile  $Z$  è possibile ottenere la stima della probabilità che la disponibilità a pagare il premium price nel modo seguente:

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp(\hat{z}_i)}{1 + \exp(\hat{z}_i)} = \frac{1}{1 + \exp(-\hat{z}_i)}$$

Il valore di  $\hat{\pi}_i$  ottenuto in seguito alla applicazione del modello ad un caso specifico porta a classificare la disponibilità a pagare un premium price se si verifica la condizione  $\hat{\pi}_i \geq \pi^*$ . In caso contrario la disponibilità a pagare un premium price è classificata come non verificata. La determinazione del valore soglia  $\pi^*$  avviene controllando la performance classificatoria del modello in corrispondenza a diversi valori soglia.

---

<sup>5</sup> Il software SPSS usato per l'elaborazione indica i valori stimati con il simbolo B e non  $\hat{\beta}$ .

# **Etichettatura ecologica negli stabilimenti balneari: identificazione della dimensione ambientale del servizio e caratterizzazione delle percezioni dei clienti con l'Analisi Importance-Performance**

**Acampora A.<sup>1</sup>, Preziosi M.<sup>1</sup>, Merli R.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Roma Tre University, Department of Business Studies, Via Silvio D'Amico, 77 – 00145, Roma, Italy*

## **Abstract**

Il turismo ha un impatto rilevante sull'ambiente e, al tempo stesso, è una dei settori più vulnerabili al degrado ambientale e al cambiamento climatico. Considerando il turismo marittimo e costiero, il suo successo nel lungo periodo è strettamente legato alla capacità di gestire i problemi di sostenibilità ambientale. Negli ultimi anni, in questo settore, sono stati sviluppati un ampio numero di strumenti volontari atti a ridurre la pressione ambientale e ad aumentare la competitività. Questa svolta è anche dovuta ad un aumento della consapevolezza e sensibilità dei consumatori verso la sostenibilità. L'articolo presenta i risultati di un'indagine rivolta ai clienti di uno stabilimento balneare situato nel Lazio e certificato con l'etichetta ambientale Legambiente Turismo. Il questionario è stato strutturato per svolgere l'Importance-Performance Analysis (IPA).

Lo studio valuta la percezione dei clienti verso le pratiche ambientali attuate dallo stabilimento balneare confrontandole con gli altri attributi di qualità del servizio.

In primo luogo, è stata sviluppata un'Analisi in Componenti Principali (ACP) che mira ad individuare le dimensioni latenti del servizio, a partire dall'importanza attribuita dai clienti a queste ultime. Le dimensioni individuate sono state successivamente utilizzate per analizzare i dati con l'IPA. I risultati della ACP mostrano come le pratiche ambientali costituiscano, insieme ad altre cinque variabili latenti, una dimensione specifica della qualità del servizio. I risultati dell'IPA suggeriscono, inoltre, che il margine di miglioramento è presente per tutte le componenti del servizio. Nello specifico, gli attributi ambientali relativi alla gestione dei rifiuti, dell'acqua e dell'energia sono positivamente riconosciuti, mentre quelli relativi alla comunicazione ambientale sono considerati poco significativi. Nel complesso, i risultati suggeriscono che i clienti dello stabilimento balneare riconoscono la sostenibilità ambientale come un elemento rilevante nella valutazione della qualità del servizio. Pertanto, l'ottenimento di un marchio di qualità ecologica rappresenta un modo efficace per dimostrare l'impegno verso l'ambiente e ottenere un vantaggio competitivo sul mercato.

## **Introduzione**

Una specificità del contesto italiano, è rappresentata dagli stabilimenti balneari, che hanno un ruolo importante nella gestione delle aree turistiche costiere (Aguiló et al., 2005; Roca and Villares, 2008). Nel contesto nazionale, esistono diverse esperienze di stabilimenti balneari che hanno deciso di investire in strumenti per la sostenibilità ambientale. A questo scopo Legambiente Turismo ha creato l'etichetta ecologica "Turismo Bellezza Natura" con la quale si identificano gli "esercizi consigliati per l'impegno in difesa dell'ambiente", sviluppando disciplinari dedicati a diverse strutture ricettive tra cui anche gli stabilimenti balneari. Attualmente circa 20 stabilimenti hanno ottenuto questo marchio di qualità ecologica, che prevede il soddisfacimento di specifici criteri di gestione ambientale (Cesab - Centro Ricerche in Scienze Ambientali e Biotecnologie, 2017; Legambiente, 2017).

Vista la specificità dello strumento, attualmente sono ancora scarsi i lavori che indagano l'impatto di tali pratiche sulla percezione dei consumatori. In collaborazione con Legambiente, l'articolo presenta i risultati di un'indagine svolta sui clienti di uno stabilimento balneare certificato. Lo scopo principale è verificare il rapporto esistente tra le pratiche ambientali e gli altri aspetti del servizio, così come il rapporto tra l'importanza che i clienti attribuiscono alle pratiche di sostenibilità e le performance dello stabilimento. L'articolo è così strutturato. Dopo questa introduzione, sono presentati materiali e metodi utilizzati per l'indagine. Successivamente sono descritti i risultati delle analisi condotte attraverso l'Analisi in Componenti Principali e l'Importance-Performance Analysis. Nell'ultima Sezione è presentata la discussione e vengono esaminati i potenziali sviluppi futuri dell'indagine.

## **Materiali e metodi**

Gli item presentati nel questionario sono stati selezionati mediante una procedura suddivisa in 3 fasi. Nella prima attraverso una selezione della letteratura e delle indagini esistenti sul tema sono state identificate le scale di misura. Successivamente, gli item ottenuti sono stati vagliati tramite un'intervista semi-strutturata con il manager dello stabilimento balneare certificato Legambiente Turismo. Tale intervista ha reso possibile

l'eliminazione degli item ridondanti. Una volta determinati gli item validi, è stata realizzata una prima versione del questionario con cui è stato possibile effettuare un pre-test presso la struttura presa in esame, da cui si è ottenuta la versione definitiva. L'indagine è stata svolta presso lo stabilimento balneare la "Grotta dei Delfini", nel comune di Sperlonga (LT), in modalità "face to face" nel mese di giugno 2017. Sono stati distribuiti e raccolti 180 questionari, di cui 150 validi ai fini della ricerca.

Per l'elaborazione dei dati in primo luogo è stata eseguita un'Analisi per Componenti Principali (ACP) al fine di verificare la validità e la coerenza dei costrutti del questionario e quindi per testare se gli item relativi all'importanza dei fattori potessero essere raggruppati in diverse dimensioni del servizio (Deng, 2007; Lai and Hitchcock, 2015; Wilkins, 2010). Tale tipo di analisi è stata ampiamente utilizzata nelle indagini IPA per determinare le dimensioni della qualità del servizio (Lai and Hitchcock, 2015). Successivamente, le dimensioni individuate tramite l'ACP sono state utilizzate per condurre un'analisi Importance-Performance (IPA) (Azzopardi and Nash, 2013). Per diverse combinazioni di importanza e performance, l'ottimizzazione classica (Eskildsen and Kristensen, 2006) individua per ciascun quadrante un risultato specifico e un risultato strategico: Q1 "Continuare il buon lavoro", Q2 "Potenziale overkill", Q3 "Low priority" Q4 "Concentrati qui" (Azzopardi and Nash, 2013) (Fig. X). L'IPA è, infatti, utilizzata per assistere i manager nella valutazione di strategie aziendale, nell'individuazione delle priorità in termini di miglioramento relativamente agli attributi del servizio indagato e, soprattutto, per sviluppare nuove strategie efficaci di marketing (Martilla and James, 1977). Finora sono stati sviluppati approcci diversi all'IPA, modificati e migliorati negli anni. In questa analisi abbiamo deciso di utilizzare un approccio tradizionale di tipo "data centered".

## 2 Risultati / discussione

Punto di partenza dell'analisi è stato rappresentato dall'esame delle percezioni dei consumatori in merito alla sostenibilità ambientale nella gestione delle attività di turismo costiero e marittimo, nonché la soddisfazione generale relativa ai servizi offerti dallo stabilimento e la fedeltà verso lo stabilimento e verso gli stabilimenti che adottano pratiche "verdi". Il tema della sostenibilità ambientale, definito tramite due item nel questionario (tabella 1), ha ottenuto nella considerazione degli ospiti un punteggio superiore a 6 (Scala Likert 1-7). Per la dimensione "Soddisfazione generale", invece, il punteggio medio più elevato, pari a 5,61, è relativo all'item sulla soddisfazione generale dell'esperienza nello stabilimento. Allo stesso modo, è stata analizzata la dimensione comprendente gli item relativi alla "Fedeltà" degli ospiti dello stabilimento selezionato, successivamente estesa anche a livello generico alle strutture balneari che attuano buone pratiche ambientali.

A conferma di quanto emerso per la precedente dimensione, le medie dei quesiti rilevano un punteggio superiore a 5. Risultano elevati anche il coinvolgimento e l'attenzione della clientela riguardo le buone pratiche ambientali attuate dalle strutture balneari.

Tabella 1. Sostenibilità ambientale, soddisfazione e lealtà verso lo stabilimento balneare.

	Item	Media
<b>Sostenibilità ambientale</b>	La sostenibilità ambientale è uno dei principali problemi da affrontare per la società attuale	6,43
	La sostenibilità ambientale è un aspetto fondamentale nella gestione delle attività di turismo costiero e marittimo	6,37
<b>Soddisfazione</b>	Sono soddisfatto dell'esperienza in questo stabilimento	5,61
	Le mie aspettative rispetto allo stabilimento sono state soddisfatte	5,35
	I prezzi sono adeguati alla qualità dei servizi offerti dallo stabilimento	5,26
<b>Fedeltà</b>	Tornerei in questo stabilimento balneare	5,54
	Raccomanderei questo stabilimento balneare	5,12
	Tornerei in uno stabilimento che attua buone pratiche di sostenibilità ambientale	6,11
	Raccomanderei uno stabilimento che attua buone pratiche di sostenibilità ambientale	5,92

### Identificazione degli attributi delle dimensioni dello stabilimento

Per l'individuazione dei fattori latenti che definiscono l'importanza attribuita alle pratiche ambientali dagli ospiti è stata utilizzata l'analisi per componenti principali (ACP), mentre il metodo "Oblimin" è stato scelto per la rotazione dei fattori (Jennrich and Sampson, 1966). Nell'analisi dei pesi fattoriali abbiamo seguito le linee guida di Stevens (2012), che suggeriscono di considerare solo valori superiori a 0,4. Nella nostra analisi

tutte le variabili soddisfano i requisiti per l'analisi fattoriale. La varianza cumulata estratta e spiegata dal modello è del 68%, e può quindi essere considerata valida nell'ambito delle scienze sociali (Hair et al., 2014). Per testare l'adeguatezza dei dati raccolti è stato eseguito il test Kaiser-Meyer-Olkin's (KMO), che misura la forza delle correlazioni osservate tra le variabili, in relazione alle correlazioni parziali (Hair et al., 2014; Kaiser, 1974). Successivamente è stato applicato il Test di Sfericità di Bartlett che indica l'adeguatezza dell'analisi fattoriale (Tab. 2). Le "Communalities" mostrano, invece, la quantità di varianza spiegata dai fattori per ogni variabile. Le communalities nella nostra analisi variano da 0,46 a 0,9, suggerendo che la varianza dei valori originali risulta ampiamente spiegata dai fattori comuni (Chu and Choi, 2000). Infine, per verificare l'affidabilità della coerenza interna è stato calcolato il valore Cronbach alfa per ogni dimensione (Chu and Choi, 2000; Cronbach, 1951; Deng, 2007; Lai and Hitchcock, 2015; Tavakol and Dennick, 2011). Nell'analisi tutti i fattori hanno un Cronbach alfa superiore a 0,5, valore che viene considerato la soglia minima per considerare l'analisi affidabile (Chu and Choi, 2000; Nunnally, 1967). La tabella 2 mostra i risultati dell'analisi ACP.

Tabella 2. Analisi ACP e analisi IPA

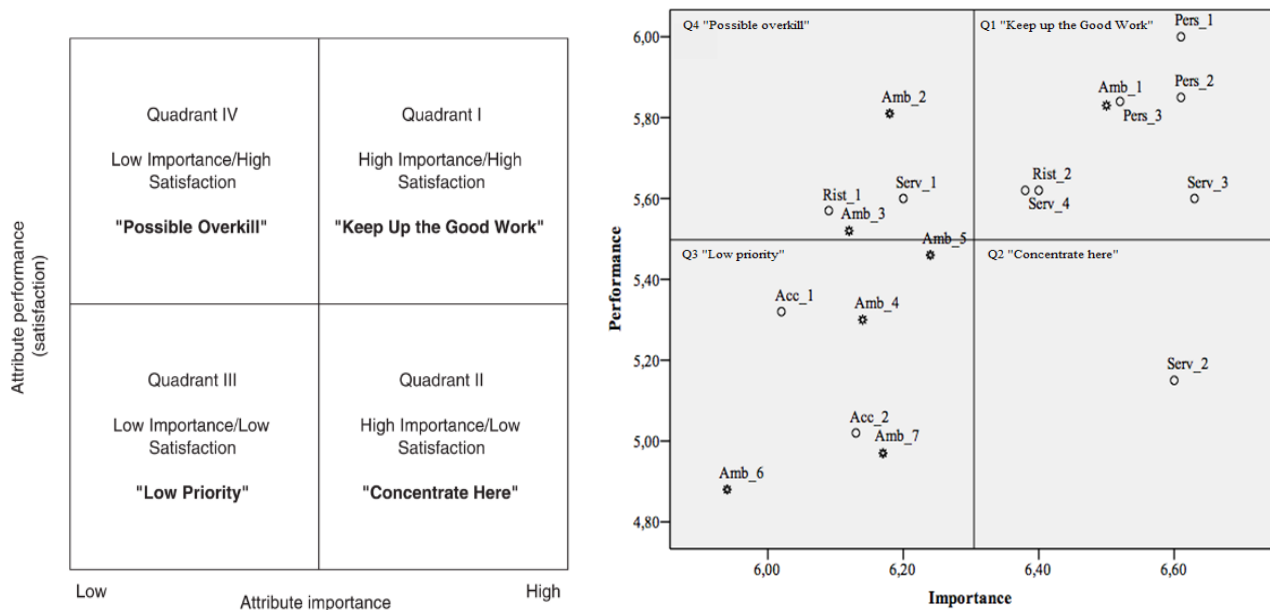
Item	Analisi ACP				Analisi IPA		
	FL	EV	% Var.	Comm.	Media Imp.	Media Perf.	Gap
<b>Fattore 1 - Accesso (N=2) (<math>\alpha=0,901</math>)</b>		5,32	29,56				
Il parcheggio è nelle immediate vicinanze dello stabilimento e facile da raggiungere	0,93			0,88	6,02	5,32	0,70
Il parcheggio è ampio e proporzionato alla struttura	0,95			0,90	6,13	5,02	1,12
<b>Fattore 2 - Personale (N=3) (<math>\alpha=0,866</math>)</b>		2,12	11,81				
Il personale è cortese e gentile	-0,84			0,73	6,61	6,00	0,61
Il personale è chiaro e disponibile nel fornire informazioni	-0,88			0,84	6,61	5,85	0,77
Il personale è adeguatamente formato e preparato	-0,80			0,73	6,52	5,84	0,68
<b>Fattore 3 - Servizi (N=4)(<math>\alpha=0,701</math>)</b>		1,97	10,94				
Il servizio di assistenza alla balneazione è efficiente (postazione di salvataggio, assistenti bagnanti qualificati)	0,54			0,56	6,20	5,60	0,60
La spiaggia è pulita	0,75			0,67	6,60	5,15	1,45
Le docce, i servizi igienici e gli spogliatoi sono decorosi e puliti	0,84			0,75	6,63	5,60	1,02
Tutto ciò che viene noleggiato al cliente è in buono stato e fornito dal personale addetto	0,65			0,46	6,38	5,62	0,76
<b>Fattore 4 - Area ristoro (N=2)(<math>\alpha=0,788</math>)</b>		1,45	8,04				
L'area ristoro offre una adeguata varietà di cibo e bevande	0,91			0,84	6,09	5,57	0,52
La qualità del cibo offerto è adeguata	0,87			0,81	6,40	5,62	0,78
<b>Fattore 5 - Pratiche di sostenibilità ambientale (N=7)(<math>\alpha=0,850</math>)</b>		1,38	7,65				
Lo stabilimento si impegna alla riduzione e alla corretta gestione dei rifiuti (raccolta differenziata, rifiuti sulla spiaggia)	0,61			0,54	6,50	5,83	0,67
Lo stabilimento adotta pratiche di risparmio idrico (es. dispositivi di temporizzazione nelle docce)	0,61			0,61	6,18	5,81	0,37
Lo stabilimento adotta pratiche di risparmio energetico (es. spegnimento automatico illuminazione, lampade a LED)	0,62			0,55	6,12	5,52	0,60
Lo stabilimento si impegna a contenere i rumori nelle aree di pertinenza	0,78			0,57	6,14	5,30	0,84
Lo stabilimento è attento alla salvaguardia dell'ambiente naturale circostante (ecosistemi marini e costieri, flora, spiaggia)	0,81			0,64	6,24	5,46	0,78
Lo stabilimento informa i clienti sulle buone pratiche di sostenibilità ambientale che attua (es. espone e/o distribuisce materiale di riferimento per informare la clientela)	0,73			0,54	5,94	4,88	1,06

Lo stabilimento informa i clienti su come possono contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale della loro permanenza (es. raccolta differenziata, controllare i rumori)	0,72			0,64	6,17	4,97	1,21
68,00% varianza cumulata spiegata dal modello							
FL: Factor loadings - EV: Eigenvalue - $\alpha$ : Cronbach's alpha Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0,756; Bartlett's Test of Sphericity Significatività 0,000							

### L'analisi Importance-Performance

La tabella 2 presenta i risultati dell'analisi IPA, illustrando la media delle importance e delle performance delle 5 dimensioni individuate grazie all'analisi ACP. L'ultima colonna mostra, invece, il gap tra importance e performance. L'andamento generale delle valutazioni medie relative alle variabili oggetto dell'indagine descrive una preponderanza di livelli di importanza superiori a quelli delle performance per ogni attributo del servizio. Questo aspetto mette in luce le criticità del servizio e gli ampi margini di miglioramento per la struttura. Nella figura 1 i dati sono rappresentati nel grafico IPA, con i punteggi delle medie relative a performance e importance per ogni item (Chu and Choi, 2000).

Figura 1. griglia IPA (Matzler et al., 2004) (Sinistra) e Analisi IPA (Destra)



Il primo quadrante, in alto a destra, indica un giudizio positivo sia sulle performance che sulle importance. L'indicazione proposta in questa situazione è di proseguire sulla strada intrapresa (*keep up the good work*). In questa posizione troviamo i seguenti attributi: (Pers\_1) personale cortese e gentile, (Pers\_2) chiarezza e disponibilità del personale, (Pers\_3) formazione adeguata del personale, (Serv\_4) efficienza dell'assistenza alla balneazione, (Serv\_3) pulizia e decoro docce e servizi igienici, (Rist\_1) adeguata qualità del cibo, (Amb\_1) riduzione e corretta gestione rifiuti. Nel secondo quadrante, in basso a destra, sono disposti gli aspetti del servizio su cui si deve concentrare il massimo sforzo d'azione (*concentrate here*), in quanto vengono giudicati in media importanti dal campione d'indagine, ma non risultano avere una media sufficiente nelle performance, nel caso in esame si tratta della pulizia della spiaggia (Serv\_2). Il terzo quadrante, in basso a sinistra, identifica gli attributi che ottengono valutazioni più basse sia in termini di importanza, che di performance. Non essendo delle priorità per i clienti, non rappresentano una priorità d'azione (*low priority*). Le risorse destinate a tali aspetti potrebbero essere implementate nel potenziamento degli interventi a supporto di quelle deficitarie del secondo quadrante. Gli item identificati dal terzo quadrante sono: parcheggio vicino e facile da raggiungere (Acc\_1); parcheggio proporzionato alla struttura (Acc\_2); contenimento rumori nelle aree di pertinenza (Amb\_4); attenzione alla salvaguardia dell'ambiente circostante (Amb\_5); informare la clientela riguardo le buone pratiche ambientali adottate (Amb\_6); informare la clientela sui modi per ridurre l'impatto ambientale della loro permanenza (Amb\_7). Il quarto ed ultimo quadrante, in alto a sinistra, individua gli attributi del servizio con bassa priorità, anche se la



valutazione media delle performance è positiva (*Potenziale overkill*). Per questi l'azienda può ipotizzare di ridurre le risorse, per spostarle sugli aspetti del servizio che si trovano nel secondo quadrante. Disposti in quest'area troviamo gli item: efficienza dell'assistenza alla balneazione (Serv\_1); adeguata offerta di cibi e bevande (Rist\_1); adozione pratiche di risparmio idrico (Amb\_2); adozione pratiche di risparmio energetico (Amb\_3).

## Discussione e Conclusioni

Lo studio presentato ha come principale obiettivo quello di valutare le percezioni dei clienti degli stabilimenti balneari sulla qualità del servizio offerto. Essendo la struttura in possesso dell'etichetta ambientale Legambiente Turismo, l'indagine si è concentrata sulla valutazione delle pratiche ambientali previste dal disciplinare. In generale, i risultati hanno mostrato un elevato grado apprezzamento per le performance dello stabilimento. L'ACP ha evidenziato che i clienti riconoscono le pratiche ambientali come una dimensione specifica del servizio offerto. Avvalendosi dell'IPA, costruita a partire dai fattori latenti individuati con l'ACP, è sviluppata la GAP Analysis e costruita la griglia IPA tradizionale. L'analisi IPA ha evidenziato che un solo aspetto del servizio è da migliorare (Pulizia della spiaggia). Con l'eccezione della Gestione dei rifiuti, tutte le altre pratiche ambientali hanno per i clienti un'importanza inferiore alla media. Per questo, nella griglia IPA sono posizionate nei quadranti *Possible Overkill* e *Low Priority*. Seguendo la tradizionale interpretazione dell'IPA, i risultati indicano che le risorse impiegate per il miglioramento dello stabilimento potrebbero essere meglio allocate in altre dimensioni del servizio.

Analizzando la dimensione più dettagliatamente, emerge che gli aspetti ambientali con un posizionamento più basso riguardano la capacità dello stabilimento di comunicare le azioni di sostenibilità intraprese e il coinvolgimento degli ospiti nella sostenibilità. Di conseguenza è lecito ipotizzare che questa mancata comunicazione abbia influenzato la valutazione degli ospiti riguardo le buone pratiche di sostenibilità attuate. Inoltre, il fatto che la pratica ambientale più facile da notare da parte degli ospiti (la gestione dei rifiuti) sia la più apprezzata dai clienti rafforza questa tesi.

Quanto emerge porta a ipotizzare che un maggiore sforzo comunicativo possa incrementare la sensibilità della clientela riguardo all'importanza attribuita alle pratiche ambientali. Lo stabilimento, mediante una ridotta allocazione di risorse nella comunicazione, potrebbe quindi valorizzare gli investimenti già effettuati per il soddisfacimento dei requisiti della certificazione. Questo suggerisce che l'interpretazione dell'analisi IPA debba necessariamente essere integrata con una attenta analisi del contesto. Nello studio, l'IPA ha fornito un'utile panoramica del rapporto tra le dimensioni ambientali e gli altri aspetti del servizio. Tuttavia l'IPA non è in grado di cogliere degli importanti aspetti come l'impegno del management per la sostenibilità, gli investimenti già effettuati, gli scenari e gli obiettivi di lungo periodo. Questa mancanza emerge in maniera più evidente considerando le variabili ambientali che non sono considerate come aspetti basilari del servizio, ma possono evolvere come fattori di competitività nel lungo periodo.

Anche se le buone pratiche ambientali hanno per i clienti una importanza relativa bassa, studi nell'ambito del turismo hanno mostrato come esse possano rappresentare per i clienti dei fattori di "excitement", poiché la loro inaspettata presenza contribuisce a influenzare positivamente la soddisfazione per il servizio (Robinot and Giannelloni, 2010; Slevitch et al., 2013). Visto che l'IPA non coglie appieno questo aspetto, uno degli sviluppi futuri dell'analisi è analizzare i dati utilizzando come riferimento la *Three Factor Theory*, che ipotizza l'esistenza di una relazione asimmetrica tra importanza attribuita agli aspetti del servizio e la soddisfazione del cliente (Feng et al., 2014; Matzler et al., 2003).

## Riferimenti

- Aguiló, E., Alegre, J., Sard, M., 2005. The persistence of the sun and sand tourism model. *Tour. Manag.* 26, 219–231. doi:10.1016/j.tourman.2003.11.004
- Azzopardi, E., Nash, R., 2013. A critical evaluation of importance - performance analysis. *Tourism Management. Tour. Manag.* 35, 222–233. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2012.07.007
- Cesab - Centro Ricerche in Scienze Ambientali e Biotecnologie, 2017. Progetto di ricerca Lidisostenibili: Rapporto finale 2016. Roma.
- Chen, C.L., Bau, Y.P., 2016. Establishing a multi-criteria evaluation structure for tourist beaches in Taiwan: A foundation for sustainable beach tourism. *Ocean Coast. Manag.* 121, 88–96. doi:10.1016/j.ocecoaman.2015.12.013
- Chen, C.L., Teng, N., 2016. Management priorities and carrying capacity at a high-use beach from tourists' perspectives: A way towards sustainable beach tourism. *Mar. Policy* 74, 213–219. doi:10.1016/j.marpol.2016.09.030
- Chu, R.K.S., Choi, T., 2000. An importance-performance analysis of hotel selection factors in the Hong Kong hotel

- industry: a comparison of business and leisure travellers. *Tour. Manag.* 21, 363–377. doi:10.1016/S0261-5177(99)00070-9
- Cronbach, L.J., 1951. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika* 16, 297–334.
- Deng, W., 2007. Using a revised importance-performance analysis approach: The case of Taiwanese hot springs tourism. *Tour. Manag.* 28, 1274–1284. doi:10.1016/j.tourman.2006.07.010
- Eskildsen, J.K., Kristensen, K., 2006. Enhancing importance-performance analysis. *Int. J. Product. Perform. Manag.* 55, 40–60. doi:10.1108/17410400610635499
- Feng, M., Mangan, J., Wong, C., Xu, M., Lalwani, C., 2014. Investigating the different approaches to importance–performance analysis. *Serv. Ind. J.* 34, 1021–1041. doi:10.1080/02642069.2014.915949
- Gossling, S., Peeters, P., 2015. Assessing tourism’s global environmental impact 1900–2050. *J. Sustain. Tour.* 23, 639–659. doi:10.1080/09669582.2015.1008500
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., 2014. *Multivariate Data Analysis*, 7th ed. Pearson Education Limited, Edinburgh Gate.
- Hall, C.M., 2001. Trends in ocean and coastal tourism: The end of the last frontier? *Ocean Coast. Manag.* 44, 601–618. doi:10.1016/S0964-5691(01)00071-0
- Jennrich, R.I., Sampson, P.F., 1966. Rotation for simple loadings. *Psychometrika* 31, 313–323. doi:10.1007/BF02289465
- Kaiser, H.F., 1974. An Index of Factor Simplicity. *Psychometrika* 39, 31–36.
- Lai, I.K.W., Hitchcock, M., 2015. Importance-performance analysis in tourism: A framework for researchers. *Tour. Manag.* 48, 242–267. doi:10.1016/j.tourman.2014.11.008
- Legambiente, 2017. Legambiente Turismo Eco-label [WWW Document]. URL <http://legambienteturismo.it/> (accessed 4.13.17).
- Luo, Y., Deng, J., 2008. The New Environmental Paradigm and Nature-Based Tourism Motivation. *J. Travel Res.* 46, 392–402. doi:10.1177/0047287507308331
- Marin, V., Palmisani, F., Ivaldi, R., Dursi, R., Fabiano, M., 2009. Users’ perception analysis for sustainable beach management in Italy. *Ocean Coast. Manag.* 52, 268–277. doi:10.1016/j.ocecoaman.2009.02.001
- Martilla, J., James, J.C., 1977. Importance-performance analysis. *J. Mark.* 41, 77–79.
- Matzler, K., Bailom, F., Hinterhuber, H.H., Renzl, B., Pichler, J., 2004. The asymmetric relationship between attribute-level performance and overall customer satisfaction: A reconsideration of the importance-performance analysis. *Ind. Mark. Manag.* 33, 271–277. doi:10.1016/S0019-8501(03)00055-5
- Matzler, K., Sauerwein, E., Heischmidt, K. a, 2003. Importance-Performance Analysis Revisited: The Role of the Factor Structure of Customer Satisfaction. *Serv. Ind. J.* 23, 112–129. doi:10.1080/02642060412331300912
- Nunnally, J.C., 1967. *Psychometric theory*. McGraw-Hill Ser. Psychol. 4, xiii, 640 .
- Phillips, M.R., House, C., 2009. An evaluation of priorities for beach tourism: Case studies from South Wales, UK. *Tour. Manag.* 30, 176–183. doi:10.1016/j.tourman.2008.05.012
- Robinot, E., Giannelloni, J.-L., 2010. Do hotels’ “green” attributes contribute to customer satisfaction? *J. Serv. Mark.* 24, 157–169. doi:10.1108/08876041011031127
- Roca, E., Villares, M., 2008. Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments. *Ocean Coast. Manag.* 51, 314–329. doi:10.1016/j.ocecoaman.2007.09.001
- Slevitch, L., Mathe, K., Karpova, E., Scott-Halsell, S., 2013. “Green” attributes and customer satisfaction: Optimization of resource allocation and performance. *Int. J. Contemp. Hosp. Manag.* 25, 802–822. doi:10.1108/IJCHM-07-2012-0111
- Smith, K., 1990. Tourism and climate change. *Land use policy* 7, 176–180.
- Stevens, J.P., 2012. *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Routledge. Taylor and Francis Group, New York.
- Tavakol, M., Dennick, R., 2011. Making sense of Cronbach’s alpha. *Int. J. Med. Educ.* 2, 53–55. doi:10.5116/ijme.4dfb.8dfd
- United Nations Environment Programme, 2009. Sustainable coastal tourism: An integrated planning and management approach, *Environment*. doi:10.1177/1938965511433293
- Wilkins, H., 2010. Using Importance-Performance Analysis to Appreciate Satisfaction in Hotels. *J. Hosp. Mark. Manag.* 19, 866–888. doi:10.1080/19368623.2010.514554

# EU-Ecolabel in the tourism hospitality industry: an empirical analysis on guest perceptions

Preziosi M.<sup>1</sup>, Balata G.<sup>2</sup>, Merli R.<sup>1</sup>, Tola A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Università Roma Tre, Dipartimento di Studi Aziendali, Via Silvio D'Amico, 77 – 00145, Roma*

<sup>2</sup> *Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali, Via Roma, 51 – 07100, Sassari*

E-mail: [michele.preziosi@uniroma3.it](mailto:michele.preziosi@uniroma3.it); [g.balata@uniss.it](mailto:g.balata@uniss.it); [roberto.merli@uniroma3.it](mailto:roberto.merli@uniroma3.it); [tola@uniss.it](mailto:tola@uniss.it)

## Abstract

Environmental labels are useful tools for hotel facilities, as they support the management in meeting specific environmental sustainability criteria and help increase the business success of the hotel, thanks to the positive effects they have on the green image of the facility. Created in 1992, the European Ecolabel is a certification scheme applicable to various products and services, including those related to the tourism accommodation sector. This paper deals with the results of a research on a hotel located in Sardinia, which was awarded with the EU Ecolabel in 2014. The paper presents the results of a survey conducted through questionnaires administered to the hotel customers, with the aim of measuring both the importance of the different service attributes and the performance provided by the hotel for each of them, with a particular emphasis on the attributes of environmental sustainability. The questionnaire included 26 items, divided into six strategic areas related to environmental performance, quality of the structure, breakfast, staff, value for money etc. The aim of the investigation is to better understand how guests perceive actions implemented by the hotel in order to reduce its environmental impact and comparing them with the other hotel service attributes. Firstly, results were analyzed in the light of the traditional Importance-Performance framework. This approach allowed to identify on which service attributes the hotel should focus its attention to improve its performance. Additionally, to investigate how service attributes related to customer satisfaction, results are analyzed through the Three-factor theory of customer satisfaction. The results show that all the service dimensions are rated very positively. The IPA revealed that most of ecolabel practices are not considered as very important by guests. It indicates that except from a better communication of environmental-related activities, the hotel should not allocate additional resources on this part of the service. The Vavra Importance Grid showed that ecolabel-related attributes do fall into a specific category, but have different impacts of customers. However, practices aiming at preventing the use of disposable or single-dose products, at separating waste collection and at communicating the hotel commitment toward environmental sustainability are considered excitement attributes. On the other hand, the use of eco-labeled products and the availability of bicycles for rent are considered as basic attributes. Main conclusion is that eco-label related attributes are not recognized as particularly important respect to the “traditional” service attributes, but some specific practices may play a role in enhancing satisfaction and delighting guests, contributing to increase the hotel competitiveness and attractiveness.

## 1. Introduction

Tourism has a key role in global economy, as they directly contribute to 3.5% of GDP in 2016, and the industry is forecasted to grow by 4% per year in the next decade (World Travel & Tourism Council, 2017). The industry is also a significant contributor to environmental degradation and to climate change, emitting between 3.9% and 6.0% of global greenhouse gases (GHG) emissions. Concurrently, tourism is one of the most vulnerable industries to the degradation. The hospitality industry is responsible for roughly 30% of tourism-related emissions. Over the last years the industry has started to implement voluntary instruments to manage environmental sustainability of its operations (World Tourism Organization and United Nations Environment Program, 2008). Among these instruments, Eco-labels ensure compliance with specific environmental performance criteria and a better way to communicate this achievement to consumers. As per today, over 140 labels for tourism facilities exists worldwide, while the EU-Ecolabel is the official eco-label issued by the European Union (Ayuso, 2007). Hospitality facilities may introduce this tool in order to reduce their environmental impact, to obtain economic savings and to respond to the growing attention of consumers towards sustainability (Dodds and Holmes, 2016). Therefore, going green is becoming a critical strategy to gain competitiveness (Han et al., 2009), as consumers have a positive attitude toward companies implementing these practices (Xu and Gursoy, 2014). In the light of this aspect, the paper presents the results of a survey targeted to the guests of an Italian hotel awarded with the EU-Ecolabel. The main goal is to better understand how do they perceive green practices implemented by the hotel that are specific requirements to obtain this certification. Additionally, the research aims at investigating how the EU-

Ecolabel related practices are evaluated with respect to the “traditional” hotel service quality attributes. Results were observed through two different managerial tools. The first is the traditional Importance-Performance Analysis, which allows to map where the hotel should allocate resources to improve service quality. The second is the Vavra Importance Grid, which maps results in the baseline of the Three-Factor Theory of customer satisfaction (Albayrak et al., 2016; Matzler and Sauerwein, 2002; Smith and Deppa, 2009).

The paper is structured as follows: after this introduction, Section 2 describes how material was collected and methods employed to analyze data; Section 3 presents the results; Section 4 provides a brief discussion and the main conclusions of the study.

## **2. Material and methods**

The research was carried out through a survey, by the means of a questionnaire. The questionnaire was built with a three-step procedure. In the first, the measurement scales were identified through a literature review. Next, the list of items obtained was skimmed with a semi-structured interview with a panel of 10 managers of hotels awarded with the Legambiente Turismo eco-label and with the EU-Ecolabel. This step allowed to drop redundant items, to reduce the number of items, and improve the semantic comprehensibility and clarity. Then, a first version of the questionnaire was pre-tested on a sample of hotel guests to assess its suitability as an instrument of measurement. Finally, the questionnaire was reviewed and finalized.

The first section, aimed at measuring guests’ perceptions on hotel service attributes, is composed of 26 items, which were produced following previous studies investigating service quality and sustainability practices in the hotel industry. The environmental attributes were integrated also with specific requirements that the hotel must satisfy to obtain the EU-Ecolabel, if such items were not identified in previous scholars’ published studies. Guests’ evaluation of hotel environmental attributes was measured on a scale ranging from 1 (poor performance) to 7 (excellent performance). The second section measured the overall satisfaction. The survey was conducted in August 2016 in an Italian 4 stars hotel awarded with the EU-Ecolabel. After checking the questionnaires about their completeness, 120 questionnaires were considered usable and employed for the subsequent analysis.

The questionnaire was structured in order to perform IPA, a decision tool whose main goal is to allow a simple prioritization of improvements in order to increase service quality (Azzopardi and Nash, 2013). Importance of service attributes is plotted on the horizontal axis and performance on the vertical axis. Crosshairs divide this plot into four quadrants with different managerial implications (Chen, 2014). For each combination of importance and performance scores the classical optimization (Eskildsen and Kristensen, 2006) identifies a specific result and strategic outcome: Q1 - High performance & high importance “Keep up the good work”, Q2- High performance & low importance “Potential overkill”, Q3- Low importance & low performance “Low priority”, Q4 - High Importance & low performance “Concentrate here” (Azzopardi and Nash, 2013). Results are plotted with a data-centered approach, in which the cross point reflects the average score obtained for importance and performance. This approach is generally called the “data-centered quadrant approach” (Lai and Hitchcock, 2015; Oh, 2001).

Next, results were analyzed to be evaluated in the light of the Three-factor theory of customer satisfaction, which differentiates attributes considering how their performance influences consumers’ satisfaction or disaffection. The assumption is that customer satisfaction is a multi-dimensional concept and that the relationship between attributes’ performance and overall satisfaction is not always symmetrical (Albayrak and Caber, 2015). According to this approach attributes fall and can be plotted into four categories: basic factors, low and high performance factors and excitement factors, identifying the three-factor theory (Feng et al., 2014; Matzler and Sauerwein, 2002). Thanks to this approach, which requires the indirect measurement of importance it is possible to take into account how the performance level influences overall satisfaction (Albayrak et al., 2016). In this study the measurement of indirect importance was made through non-competitive measures (Smith and Deppa, 2009), with the Pearson correlation between attribute performance and overall satisfaction. Results were mapped through the Vavra Importance Grid (Vavra, 1997).

## **3. Results**

Table 1 summarizes the results, indicating the hotel attributes, the explicit importance, performance, gap between explicit importance and performance, and the implicit importance. The minimum score for Importance is 5,59 (Tang4), while the maximum level is 6,09 (Staff3 and Service3). Considering Performance, the minimum score is 5,91 (Env\_Comm3), while the maximum level is 6,33 (Staff2).

Therefore, data show that hotel guests gave a very positive evaluation of the hotel services, both considering “traditional” service attributes and green-related practices.

Analyzing the “Gap” column of Table 1, and following the IPA diagonal line model proposed by (Bacon, 2003), it emerges that, except for Service3 and Env\_Comm3, Performance scored better than Importance in all cases. Thus, almost all gaps are negative, showing that in some ways the hotel is over-performing respect to the importance attributed to the attributes investigated. The diagonal line in Table 1 shows that only for “The check-in/check-out procedures are efficient” and “The hotel provides its guests with information on the environmental and cultural activities available in the area” there are significant margins to improve hotel service quality.

Even if hotel rating is very positive, the traditional IPA matrix gives opportunities to better allocate hotel resources. Bearing in mind this consideration, 6 attributes fall into the “Concentrate here category”. Two refer to evaluation of the hotel with respect to its category (stars) and to a clear communication on prices, one to the quality of food, while two relate to environmental communication. Specifically, hotel might allocate resources on a better communication to guests on cultural and the environmental activities available in the area, and on public transport. Considering the other eco-label related service quality aspects, except from the availability of eco-labeled products, all the others have an importance lower than the average. Of these, the avoidance of disposable or single-dose products and separated waste collection fall into the Potential overkill quadrant. Finally, eco-label practices falling into the Low priority quadrant are related to the hotel’s ability to communicate its efforts toward environmental sustainability and in engaging guests in green practices, and to measures to reduce energy/water usage and to the availability of bicycles for rent (Table 1 and Figure 1).

*Table1. Hotel attributes, the explicit importance, performance, gap between explicit importance and performance, and the implicit importance (Spearman correlation).*

Item	Item	Explicit Imp	Perf	Gap	Implicit Imp
<b>The room is comfortable, adequately furnished and fitted</b>	Tang1	5,85	6,03	-0,18	0,161
<b>The room is clean</b>	Tang2	6,01	6,25	-0,24	0,353*
<b>The room is quiet</b>	Tang3	5,86	6,03	-0,17	0,297**
<b>In-room and hotel technologies (Wifi, TV, telephone, wake-up call) are adequate and functional</b>	Tang4	5,59	5,97	-0,38	0,107
<b>The hotel is in a good position</b>	Tang5	6,06	6,26	-0,2	0,246**
<b>The communal facilities are comfortable and in good conditions</b>	Tang6	5,67	5,93	-0,26	0,305*
<b>Service during breakfast is accurate and efficient</b>	Service1	5,93	6,16	-0,23	0,231**
<b>The quality of the food offered for breakfast is adequate</b>	Food1	5,98	6	-0,02	0,290**
<b>The choice of food &amp; beverages for breakfast is adequate</b>	Food2	6,01	6,03	-0,03	0,279**
<b>Organic or seasonal food are available for breakfast</b>	Food3	5,85	5,9	-0,05	0,268**
<b>The hotel staff is well-trained and prepared</b>	Staff1	6,1	6,31	-0,21	0,293**
<b>The hotel staff is kind, careful and polite</b>	Staff2	6,09	6,33	-0,24	0,329*
<b>The hotel staff is always available when needed</b>	Staff3	6,03	6,22	-0,19	0,237**
<b>The hotel’s reservation system is reliable and efficient</b>	Service2	6,03	6,09	-0,06	0,289**
<b>The check-in/check-out procedures are efficient</b>	Service3	6,09	6,08	0,01	0,282**
<b>The quality of hotel service corresponds to the number of stars</b>	ValueMoney1	5,94	6,03	-0,08	0,423*
<b>The hotel provides clear information on services’ prices</b>	ValueMoney2	6,02	6,04	-0,02	0,286**
<b>The hotel adopts measures to reduce energy and water usage (e.g. encourages guests to ask for new linen only when necessary)</b>	GreenPract2	5,9	6,06	-0,16	0,390
<b>The hotel tries to avoid disposable or single-dose products</b>	GreenPract3	5,91	6,21	-0,3	0,350**
<b>In the hotel separated waste collection is available</b>	GreenPract4	5,87	6,12	-0,24	0,385**
<b>The hotel informs the guests about the good environmental practices implemented</b>	Env_Comm	5,81	6,02	-0,21	0,361*

The hotel provides its guests with information on how they can contribute to reduce the hotel's environmental impact	Env_Comm2	5,91	5,97	-0,06	0,251*
The hotel provides its guests with information on the environmental and cultural activities available in the area	Env_Comm3	6,01	5,91	0,09	0,206*
The hotel provides information on public transportation	Env_Comm4	5,96	5,99	-0,03	0,248*
The hotel provides its guests bicycles for free or for rent	Green_Pract5	5,77	6,06	-0,28	0,246**
The hotel uses environmental certified or green labeled products (toiletry products, paper)	Green_Pract6	5,99	6,13	-0,14	0,220*
*,**Significance level: p-value < 0.01, p-value < 0.05					

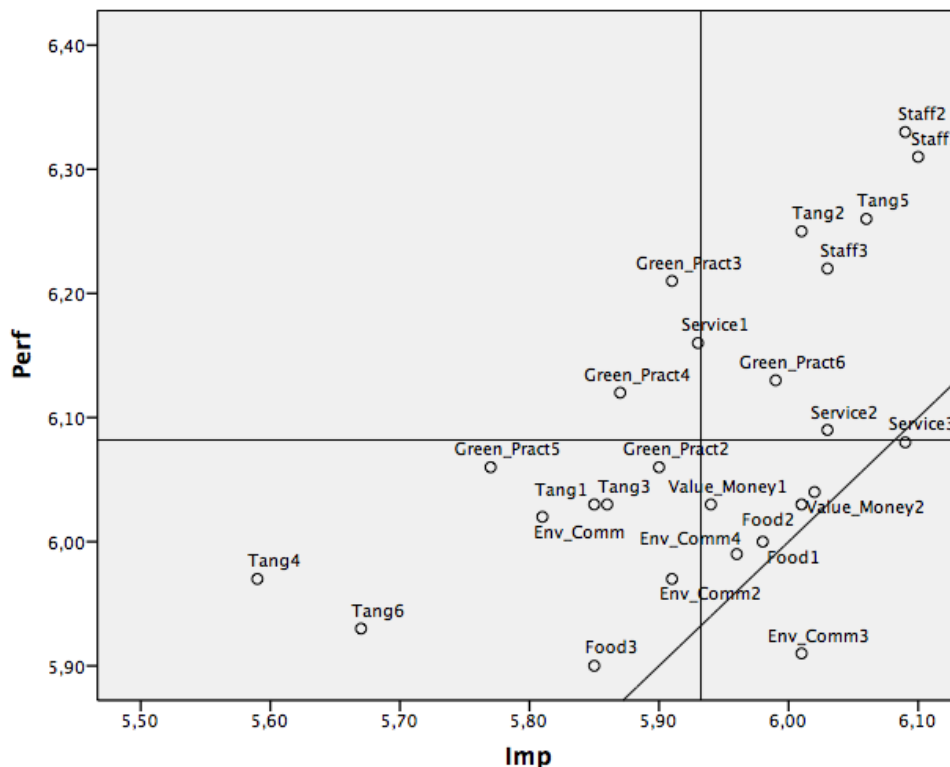


Figure 1. IPA matrix of hotel service quality attributes.

Figure 2 reports the Importance Grid of hotel service quality attributes that are grouped in the four quadrants through crosshairs with the grand mean of explicit and implicit importance. Explicit importance is reported on the horizontal axis, while implicit importance is on the vertical axis. The 7 “basic” attributes are in the southeast quadrant, the 6 “high-performance” attributes are in the northwest quadrant, the 5 “low-performance” attributes are in the southwest quadrant and the 6 “excitement” attributes are in the northwest quadrant. As reported in Table 1, two attributes are not plotted as the correlation between performance and overall satisfaction was not significant (Tang4 and Gree\_pract2).

Basic attributes, which are considered as a minimum requirement, are those causing disaffection with a low score, but do not influence satisfaction with high scores. Results show that hotel geographical location, availability of staff and efficient check in/out procedures, and the choice of food fall in this category. Considering eco-label specific aspects, guests consider the usage of eco-labeled products and the availability of information on public transport and on environmental and cultural activities available in the area as basic aspects of this type of hotel. Excitement factors, which increase customer satisfaction if delivered, but do not lead to disaffection if not fulfilled (Feng et al., 2014; Matzler et al., 2003), are those relating to quality of the hotel, the quietness of the room and the good conditions of communal facilities. Also, three eco label-related aspects fall into this category: the avoidance of disposable or single-dose products, separated waste collection and an efficient information to guest on environmental practices carried out by the hotel. Eventually considering those attributes with a symmetric relationship with satisfaction (Albayrak and Caber,

2015), eco-label related practices fall only in low-performance quadrant (“The hotel provides its guests bicycles for free or for rent” and “The hotel provides its guests with information on how they can contribute to reduce the hotel’s environmental impact”) as they are not explicitly considered important and portray a low correlation with satisfaction. On the other hand, high performance attributes are those related to room cleanness, staff and food quality and clear prices policy (Figure 2).

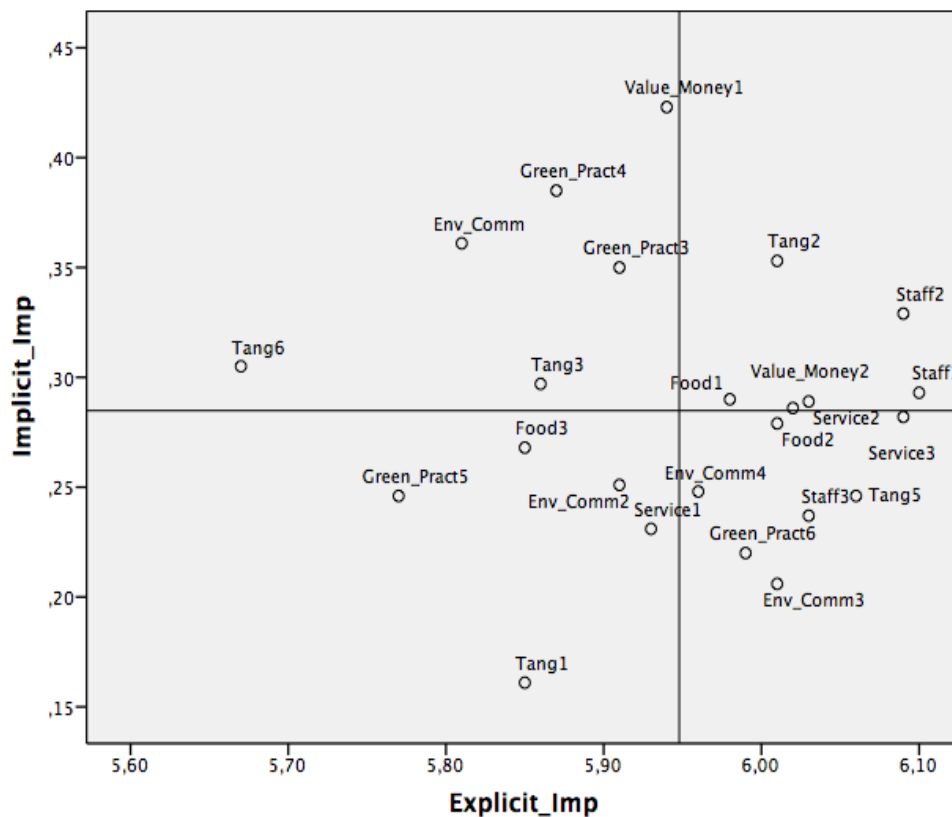


Figure 2. Vavra Importance grid of hotel service quality attributes.

#### 4. Discussion and conclusion

The research provided results of a survey targeted to the guest of an Italian hotel awarded with the EC-Ecolabel. The main goal was to understand how guest perceive ecolabel-related practices and compare them with the “traditional” hotel service quality attributes. Results showed that guests attributed very good scores to the hotel and, in almost all cases, the performance was evaluated as exceeding the importance of the service attributes. This finding suggests that overall the facility is providing a high-level service also considering the green practices employed. Bearing in mind this consideration, the IPA revealed that most of ecolabel practices are not considered as very important by guests. It indicates that except from a better communication of environmental-related activities, the hotel should not allocate additional resources on this part of the service. Considering the analysis performed to distinguish service attributes in relation to their potential asymmetrical relationship with customer satisfaction, the analysis showed that ecolabel-related attributes does fall into a specific a category, but have different impacts of customers. However, practices aiming at preventing the use of disposable or single-dose products, separating waste collection and communicating the hotel commitment toward environmental sustainability are considered excitement attributes. On the other hand, the use of eco-labeled products and bicycles for rent are considered as basic attributes. We argue that the clients may find these kinds of requirements easier to detect and to appreciate compared with the more technical ones. Results do not confirm or disconfirm previous scholars’ findings that in some cases suggested that green practices are excitement attributes (Slevitch et al., 2013) and in other cases basic attributes (Robinot and Giannelloni, 2010). In conclusion, the research suggests that, while ecolabel related attributes are not recognized as particularly important, some specific practices may play a role in enhancing satisfaction and delighting guests, contributing to increase the hotel competitiveness and attractiveness. Further research is needed to investigate customers’ perceptions of green practices implemented by the hospitality industries.

## Bibliography

- Albayrak, T., Caber, M., 2015. Prioritisation of the hotel attributes according to their influence on satisfaction: A comparison of two techniques. *Tour. Manag.* 46, 43–50. doi:10.1016/j.tourman.2014.06.009
- Albayrak, T., Caber, M., Bideci, M., 2016. Identification of hotel attributes for senior tourists by using Vavra's importance grid. *J. Hosp. Tour. Manag.* 29, 17–23. doi:10.1016/j.jhtm.2016.05.004
- Ayuso, S., 2007. Comparing Voluntary Policy Instruments for Sustainable Tourism: The Experience of the Spanish Hotel Sector. *J. Sustain. Tour.* 15, 144–159. doi:10.2167/jost617.0
- Azzopardi, E., Nash, R., 2013. A critical evaluation of importance - performance analysis. *Tourism Management. Tour. Manag.* 35, 222–233. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2012.07.007
- Bacon, D.R., 2003. A comparison of approaches to Importance-Performance Analysis. *Int. J. Mark. Res.* 45, 55–72.
- Chen, K.Y., 2014. Improving importance-performance analysis: The role of the zone of tolerance and competitor performance. The case of Taiwan's hot spring hotels. *Tour. Manag.* 40, 260–272. doi:10.1016/j.tourman.2013.06.009
- Dodds, R., Holmes, M., 2016. Hotel & Business Management Is there a Benefit from being Green ? Assessing Benefits from Marketing Sustainability by North American Hotels. *J. Hotel Bus. Manag.* 5, 1–9. doi:10.4172/2169-0286.1000145
- Eskildsen, J.K., Kristensen, K., 2006. Enhancing importance-performance analysis. *Int. J. Product. Perform. Manag.* 55, 40–60. doi:10.1108/17410400610635499
- Feng, M., Mangan, J., Wong, C., Xu, M., Lalwani, C., 2014. Investigating the different approaches to importance–performance analysis. *Serv. Ind. J.* 34, 1021–1041. doi:10.1080/02642069.2014.915949
- Han, H., Hsu, L.T. (Jane), Lee, J.S., 2009. Empirical investigation of the roles of attitudes toward green behaviors, overall image, gender, and age in hotel customers' eco-friendly decision-making process. *Int. J. Hosp. Manag.* 28, 519–528. doi:10.1016/j.ijhm.2009.02.004
- Lai, I.K.W., Hitchcock, M., 2015. Importance-performance analysis in tourism: A framework for researchers. *Tour. Manag.* 48, 242–267. doi:10.1016/j.tourman.2014.11.008
- Matzler, K., Sauerwein, E., 2002. The factor structure of customer satisfaction. *Int. J. Serv. Ind. Manag.* 13, 314–332. doi:10.1108/09564230210445078
- Matzler, K., Sauerwein, E., Heischmidt, K. a, 2003. Importance-Performance Analysis Revisited: The Role of the Factor Structure of Customer Satisfaction. *Serv. Ind. J.* 23, 112–129. doi:10.1080/02642060412331300912
- Oh, H., 2001. Revisiting importance – performance analysis. *Tour. Manag.* 22, 617–627. doi:10.1016/S0261-5177(01)00036-X
- Robinot, E., Giannelloni, J.-L., 2010. Do hotels' "green" attributes contribute to customer satisfaction? *J. Serv. Mark.* 24, 157–169. doi:10.1108/08876041011031127
- Slevitch, L., Mathe, K., Karpova, E., Scott-Halsell, S., 2013. "Green" attributes and customer satisfaction: Optimization of resource allocation and performance. *Int. J. Contemp. Hosp. Manag.* 25, 802–822. doi:10.1108/IJCHM-07-2012-0111
- Smith, R., Deppa, B., 2009. Two dimensions of attribute importance. *J. Consum. Mark.* 26, 28–38. doi:10.1108/07363760910927028
- Vavra, T.G., 1997. Improving your measurement of customer satisfaction: A guide to creating, conducting, analyzing, and reporting customer satisfaction measurement programs. White Plains, New York, NY.
- World Tourism Organization and United Nations Environment Program, 2008. Climate Change and Tourism Responding to Global Challenges. World Tourism Organization and the United Nations Environment Programme, Madrid, Spain.
- World Travel & Tourism Council, 2017. Travel & Tourism. Global Economic Impact & Issues. London.
- Xu, X., Gursoy, D., 2014. A Conceptual Framework of Sustainable Hospitality Supply Chain Management. *J. Hosp. Mark. Manag.* 1–31. doi:10.1080/19368623.2014.909691



## Conservazione ecosostenibile delle derrate: utilizzo dell'atmosfera controllata di azoto contro insetti infestanti e funghi micotossigeni dei cereali

Moncini L.<sup>a\*</sup>, Sarrocco S.<sup>b</sup>, Pachetti G.<sup>a</sup>, Moretti A.<sup>c</sup>, Haidukowski M.<sup>c</sup>, Vannacci G.<sup>b</sup>

a - Centro Ricerche Strumenti Biotecnici nel settore Agricolo-forestale (CRISBA), c/o ISIS "Leopoldo II di Lorena" Cittadella dello Studente, 58100 – Grosseto, Italia.

b - Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto 80 – 56124- Pisa, Italia.

c - Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA-CNR), Via Amendola, 122/O, 70126 Bari, Italia

\*autore corrispondente. E-mail: moncini@crisba.eu

### Abstract

Durante lo stoccaggio molti fattori biotici e abiotici possono compromettere la qualità e la salubrità delle derrate alimentari; i cereali in particolare risultano soggetti all'attacco di insetti infestanti e di funghi micotossigeni. Il presente lavoro ha avuto l'obiettivo di testare il contenimento di tali avversità mediante l'utilizzo di un sistema brevettato da Eurosider sas per la conservazione dei cereali in atmosfera controllata di azoto, conducendo due esperimenti paralleli su scala di laboratorio. Con un primo test è stato verificato l'effetto di un'atmosfera al 99% di azoto sulla crescita *in vitro* e la produzione di micotossine su mais da parte di *Fusarium verticillioides* e *Aspergillus flavus* (rispettivamente produttori di fumonisine e aflatossine) e, su grano, di *Fusarium langsethiae* (produttore di tossine T2 e HT2) e *Fusarium graminearum* (produttore di deossinivalenolo). È stata rilevata l'efficacia dell'atmosfera di azoto nel limitare la crescita e la sporulazione dei funghi testati nonché, per *A. flavus*, una significativa riduzione nella produzione di aflatossina B1 e B2. Un secondo esperimento è stato invece effettuato per verificare l'efficacia di atmosfere a diverse concentrazioni di azoto (dal 90% al 98,5%) nel contenimento di insetti infestanti dei cereali in post-raccolta: *Sitophilus* sp. su mais e *Tribolium* sp. su farina di grano. Atmosfere con il 95% o il 98,5% di azoto hanno determinato, rispetto al controllo, una completa e significativa mortalità degli adulti di *Sitophilus* sp., dopo pochi giorni di stoccaggio. Per *Tribolium* sp. è stata riscontrata invece una maggiore sopravvivenza con concentrazioni di azoto al di sotto del 97%, soglia sopra la quale è stata invece rilevata una rapida e significativa mortalità dell'insetto. Il sistema testato, applicabile anche su larga scala, rappresenta quindi un efficace metodo ecosostenibile per lo stoccaggio dei cereali, che consente di evitare l'impiego di disinfestanti chimici, prevenendo al contempo il rischio di contaminazione da funghi micotossigeni. Questi risultati rientrano in un più ampio programma volto a individuare strumenti a basso impatto ambientale per la conservazione delle derrate alimentari, cui si inserisce, sempre su cereali, la sperimentazione di conce delle cariossidi con estratti naturali (tannini da castagno) come deterrenti di insetti infestanti, così come la sperimentazione del sistema di atmosfera controllata qui descritto per la difesa delle pesche dall'attacco di *Monilinia* spp., patogeni del post-raccolta.

### Introduzione

Negli ultimi anni le maggiori conoscenze sui rischi associati al consumo di alimenti contaminati da micotossine prodotte da funghi fitopatogeni così come la diffusione dei principi dell'agricoltura biologica e, più in generale, della eco-sostenibilità, sono stati da stimolo per la ridefinizione dei processi produttivi nel settore agrario. Prevenire le contaminazioni da un lato e ridurre gli input chimici dall'altro, hanno assunto un ruolo centrale per la sicurezza alimentare e ambientale delle filiere, fra cui la cerealicola, più soggetta di altre ai rischi associati alle contaminazioni da micotossine. Seguendo questi principi sono state cercate, anche per la delicata fase dello stoccaggio, soluzioni eco-compatibili utili a contrastare la perdita di qualità delle granaglie, dovuta soprattutto all'attacco di funghi micotossigeni e insetti infestanti del post-raccolta. Contro questi ultimi si interviene principalmente utilizzando le fosfine (PH<sub>3</sub>), fumiganti chimici che, tuttavia, sono pericolosi per la salute dei lavoratori esposti, lasciano residui nelle produzioni, hanno un consistente impatto ambientale, innescano fenomeni di resistenza negli organismi bersaglio nonché risultano scarsamente efficaci proprio per il contrasto dei funghi micotossigeni. Queste preoccupazioni hanno rinnovato l'attenzione per l'utilizzo delle atmosfere controllate, nelle quali l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) o l'azoto (N<sub>2</sub>) sostituiscono l'ossigeno nella conservazione delle granaglie. A riguardo è stata ben documentata per i cereali la validità delle atmosfere controllate sia nel contenimento degli insetti infestanti (Navarro, 1978, 2006; Jay,

1984; Banks and Annis, 1990; Fleurat-Lessard, 1990; Adler et al., 2000; Riudavets et al., 2009, 2010; Bell, 2014) che dei funghi patogeni e del rischio di contaminazione da micotossine (Magan and Lacey, 1988; Dixon and Kell, 1989; Ellis et al., 1993; Suhr and Nielsen, 2005; Giorni et al. 2008; Samapundo et al., 2007). L'efficienza varia in funzione del gas utilizzato, del suo tenore percentuale nell'atmosfera di stoccaggio e di co-fattori come la temperatura e l'attività dell'acqua (*aw*). In questi articoli vengono evidenziate le differenze in termini d'efficacia fra anidride carbonica e azoto, sottolineando come la prima abbia degli effetti d'inibizione diretta, mentre l'azoto agisca unicamente per deprivazione di ossigeno (Hocking, 1989; Adler 1993, 1994a, b). Nonostante ciò l'impiego dell'azoto offre numerosi vantaggi, come il fatto che non lascia residui nelle produzioni né interagisce con i materiali costitutivi dell'impiantistica, che è facile da reperire (nell'aria è presente al 78%) e non necessita di registrazione d'uso; a questi si aggiungono benefici che lo distinguono in positivo anche della stessa anidride carbonica, quali la peculiarità di non rappresentare un "gas-serra" né prevedere limiti di esposizione professionale negli ambienti di lavoro. Nonostante tali caratteristiche positive le atmosfere controllate di azoto non sono state adottate su vasta scala nella conservazione dei cereali, principalmente per gli alti costi dell'azoto liquido o dei generatori on-site sinora utilizzati (liberamente tratto da Ren, 2012). L'insieme di queste premesse sono state alla base del lavoro qui presentato, finalizzato a testare un sistema innovativo, brevettato dalla Eurosider sas, per la conservazione dei cereali in silos con un sistema di atmosfera controllata di azoto basato sulla separazione *on-site* del gas dall'aria per permeazione selettiva, che abbatte i costi d'esercizio della tecnologia. Gli esperimenti sono stati effettuati su scala di laboratorio su granella di mais e farina di grano, per valutare l'efficacia di atmosfere a diverse concentrazioni di azoto ottenute con il sistema, nel contenimento sia di insetti infestanti che di funghi micotossigeni.

## Materiali e metodi

Il sistema per la conservazione in atmosfera controllata di azoto utilizzato nelle sperimentazioni è stato brevettato dalla Eurosider sas di Ottavio Milli (n. brevetto 0001352891). Il metodo prevede la separazione dell'azoto dall'aria atmosferica mediante un sistema di membrane che ne operano il frazionamento per permeazione selettiva; l'azoto viene poi erogato all'interno di silos a tenuta nei quali rimane in leggera sovrappressione. I parametri ambientali di conservazione, registrati da apposite sonde, sono visualizzati su monitor, da cui viene impostata anche la percentuale di azoto che si desidera mantenere automaticamente all'interno dei silos. Dopo una prima fase "di carico" ad inizio stoccaggio, l'erogazione dell'azoto avviene perciò in discontinuo, con dei rapidi reintegri all'occorrenza che sono alla base del contenimento dei costi d'esercizio. L'impiantistica è applicabile a silos di varia dimensione, con volumi stoccati che possono variare dai pochi metri cubi dei minisilos d'uso aziendale alle migliaia, tipiche dei silos utilizzati nei centri di stoccaggio (Moncini, 2016). Per la sperimentazione sono stati utilizzati due prototipi su scala di laboratorio, di seguito descritti. Per le prove volte a valutare l'effetto dell'azoto sulla crescita degli insetti è stato utilizzato un prototipo costituito da 6 minisilos contenenti ciascuno 50 kg di granella di mais non trattata con disinfestanti, tre a tenuta ermetica con il sistema di atmosfera controllata di azoto (Azoto) e tre privi della chiusura ermetica, a simulazione dello stoccaggio tradizionale (Controllo). Per le prove condotte sui funghi micotossigeni è stato utilizzato un prototipo più piccolo, costituito da 2 minisilos, uno a tenuta ermetica con il sistema di atmosfera controllata di azoto (Azoto) e uno a chiusura non ermetica, a simulazione dello stoccaggio tradizionale (Controllo).

### Contenimento di insetti infestanti

In questo esperimento è stata saggiata l'efficacia di atmosfere a diverse concentrazioni di azoto (dal 90% al 98,5%) nel contenimento di insetti infestanti dei cereali in post-raccolta: *Sitophilus* sp. su mais e *Tribolium* sp. su farina di grano.

#### a. *Sitophilus* sp.

Gli insetti adulti utilizzati nella sperimentazione provenivano da orzo infestato mantenuto in termostato a 25°C al buio. Con la prova è stata confrontata la sopravvivenza degli insetti in tre diverse atmosfere controllate di azoto (90%, 95% e 98,5%) rispetto al Controllo, per un totale di 4 tesi sperimentali in triplicato (repliche). Per ogni replica 20 insetti adulti sono stati posti in contenitore di plastica per analisi di fluidi

organici da 100 ml privo di tappo (Pic SterilBox, Artsana S.p.A.), chiuso con nylon microforato (fori Ø 350 µm) e riempito con 70 g di mais. I contenitori così allestiti sono stati posti all'interno della massa di mais in stoccaggio nei diversi silos, utilizzando un silo per il Controllo e un silo per ciascuna delle atmosfere controllate di azoto testate. Quotidianamente il sistema ha registrato automaticamente la temperatura media, l'umidità e la percentuale di azoto all'interno di ogni silos; nei silos con atmosfera controllata il sistema ha provveduto, ogni 6 ore, a verificare il tenore di azoto presente reintegrando all'occorrenza il gas per ristabilire la soglia impostata. Ogni tre giorni, previa setacciatura della granella (fori di Ø 2 mm), è stato contato il numero di insetti morti in ogni replica; dopo ciascun conteggio gli insetti sono stati reintrodotti nei contenitori con la granella procedendo con la prova di stoccaggio in silo, gli insetti morti sono stati mantenuti alcune ore a 25°C in termostato per escludere eventuali "falsi positivi". I dati registrati hanno permesso di definire, per ciascuna tesi, le curve di morte dell'insetto e la relativa LT95 (*Lethal Time to kill 95% of adults*) e sono stati infine sottoposti ad analisi statistica (analisi della varianza della regressione) tramite il programma Graph Pad, assunto  $P \leq 0.05$  come limite di significatività.

#### **b. *Tribolium* sp.**

Gli insetti adulti impiegati nella prova sperimentale sono stati forniti dal Dipartimento di Scienze Agrarie – Entomologia dell'Università di Bologna, mantenuti in termostato su farina di grano a 25°C al buio. Anche in questo caso in una prima prova è stata confrontata la sopravvivenza degli insetti alle medesime atmosfere controllate di azoto della prova precedente (90%, 95% e 98,5%) rispetto al Controllo, per un totale di 4 tesi sperimentali in triplicato (repliche). In una seconda prova sono state saggiate rispetto al Controllo, tre ulteriori atmosfere di azoto (96%, 97% e 98%). Per ogni prova sperimentale la replica è stata rappresentata da 20 insetti adulti posti in contenitore di plastica per analisi di fluidi organici da 100 ml privo di tappo (Pic SterilBox, Artsana S.p.A.), chiuso con nylon microforato (fori Ø 350 µm) e riempito con 10 g di farina di frumento. Ogni contenitore è stato posto all'interno della massa di mais in stoccaggio nei diversi silos, utilizzando un silo per il Controllo e un silo per ciascuna delle atmosfere controllate di azoto testate. Analogamente ai test con *Sitophilus* il sistema ha registrato automaticamente la temperatura media, l'umidità e la percentuale di azoto all'interno di ogni silos e nei silos con atmosfera controllata il sistema ha provveduto, ogni 6 ore, a verificare il tenore di azoto presente reintegrando all'occorrenza il gas per ristabilire la soglia impostata. I rilievi effettuati per rilevare gli insetti morti sono stati svolti ogni tre giorni, previa setacciatura della farina (fori Ø 350 µm); dopo ciascun conteggio gli insetti sono stati reintrodotti nei contenitori con la farina procedendo con la prova di stoccaggio in silo, gli insetti morti sono stati mantenuti alcune ore a 25°C in termostato per escludere eventuali "falsi positivi". I dati registrati nelle due prove sono stati unificati, definendo per ciascuna tesi le curve di morte dell'insetto e la relativa LT95 (*Lethal Time to kill 95% of adults*); sono stati quindi sottoposti ad analisi statistica (analisi della varianza della regressione) tramite il programma Graph Pad, assumendo  $P \leq 0.05$  come limite di significatività.

#### **Contenimento di funghi micotossigeni**

Sono stati condotti, a condizioni di temperatura e umidità ambientali, due esperimenti paralleli su scala di laboratorio. Con un primo test è stato verificato l'effetto di un'atmosfera al 99% di azoto sulla crescita *in vitro* di *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium langsethiae* e *Fusarium graminearum* (rispettivamente produttori di fumonisine, aflatossine, tossine T2 e HT2 e deossinivalenolo). In un secondo test è stato valutato l'effetto dell'azoto (99%) sulla capacità di produrre micotossine di *Fusarium verticillioide* e *Aspergillus flavus* su granella di mais e di *Fusarium langsethiae* e *Fusarium graminearum* su granella di frumento. I dati di crescita fungina e i valori delle micotossine, misurati mediante analisi HPLC, sono stati sottoposti ad analisi della varianza ANOVA mediante il programma Systat, assunto  $P < 0.05$  come limite di significatività.

#### **Risultati e discussione**

In tutte le prove sperimentali effettuate è stata rilevata l'omogeneità della temperatura media all'interno dei silos (scostamento medio di appena  $\pm 0,05^\circ\text{C}$ ) e lievi differenze circa l'umidità relativa interna che, per effetto del flusso discontinuo di azoto nei silos con atmosfera controllata, è risultata mediamente più bassa del controllo (-1,2%).

## **Contenimento di insetti infestanti**

### **a. *Sitophilus* sp.**

L'atmosfera al 90% di azoto ha determinato una curva di mortalità degli insetti del tutto sovrapponibile a quella del Controllo, risultando inefficace. Al contrario nelle altre due atmosfere controllate è stata registrata una significativa mortalità degli insetti rispetto al Controllo, con una mortalità progressiva nel tempo nell'atmosfera al 95% di azoto, che arriva alla LT90 ed alla LT95 in meno di due settimane di stoccaggio. Ancor più rapida è risultata la mortalità degli insetti nell'atmosfera al 98,5% di azoto, in cui si raggiunge la LT95 in meno di una settimana di conservazione.

### **b. *Tribolium* sp.**

Dalla prima prova di conservazione effettuata con *Tribolium* sp. è stata evidenziata la maggiore resistenza dell'insetto a tenori bassi di azoto nell'atmosfera controllata: il 90% di azoto ha determinato, analogamente al Controllo, la sopravvivenza di tutti gli insetti mentre l'atmosfera al 95% ne ha comportato la morte di una quota ridotta e non significativa (meno del 10% a fine prova, 15 giorni di conservazione). Al contrario è stata riscontrata una drastica morte degli adulti sottoposti all'atmosfera contenente il 98,5% di azoto, arrivando alla LT95 in meno di una settimana di stoccaggio. Questo ampio scarto nella risposta di *Tribolium* sp. quando sottoposto a tenori di azoto del 95% o del 98,5% è stata alla base di un secondo test, effettuato per esaminare l'effetto di concentrazioni intermedie del gas nell'atmosfera di conservazione. Ciò ha permesso di constatare, come atteso, che la mortalità dell'insetto aumenta all'aumentare della percentuale di azoto nell'atmosfera di conservazione. Tuttavia né il 96% né il 97% di azoto ha consentito di raggiungere la LT95 a fine prova; al contrario anche l'atmosfera al 98% di azoto ha permesso di raggiungere la LT95 in meno di una settimana di conservazione.

Dai risultati ottenuti sul controllo degli adulti dei due insetti infestanti testati, si mette in luce quindi come i primi effetti sulla mortalità si registrino con atmosfere al 95% di azoto e, sebbene *Tribolium* sp. sia risultato più resistente di *Sitophilus* sp., la mortalità in atmosfera controllata è diventata comunque consistente al di sopra del 97% di azoto. Queste evidenze sono in linea con quanto riportato da Mitcham et al., (2006) che rilevano infatti come il 5% di ossigeno residuo nell'atmosfera rappresenti un "punto critico di concentrazione" a partire dal quale si hanno dei cambiamenti nel metabolismo energetico negli insetti, che raggiunge la totale anaerobiosi a partire dal 3% di ossigeno residuo ("punto di compensazione anaerobica"); un livello quest'ultimo che anche altri autori hanno constatato essere un tenore di ossigeno sotto al quale le atmosfere controllate sono efficaci (Banks e Annis, 1990; Carpenter e Potter, 1994; Mitcham et al., 2001). Dagli studi effettuati nel presente lavoro emerge inoltre come per entrambi gli insetti una più rapida mortalità degli adulti è associata, come atteso, all'aumentare del tenore di azoto nell'atmosfera di conservazione e che, sebbene i due infestanti rispondano in maniera leggermente diversa, l'atmosfera con il livello massimo di azoto utilizzato nei test (98,5%) consente in entrambi i casi di raggiungere la LT95 in pochi giorni, con risultati comparabili a quelli riportati in altri lavori (fra cui: Jay e Cuff, 1981; Adler 1994b; Ren et al., 2012; Azab et al., 2013; Aulicky et al., 2017). Per una valutazione completa nel contenimento degli insetti infestanti dei cereali, gli esperimenti dovranno essere ripetuti prendendo in considerazione anche i parametri ambientali di conservazione e gli stadi giovanili di sviluppo degli insetti. Fra i parametri ambientali è noto infatti come soprattutto la temperatura sia in grado di influenzare l'efficacia delle atmosfere controllate: generalmente il tempo letale di esposizione diminuisce all'aumentare della temperatura (Adler et al., 2000). Al contempo è noto come gli stadi giovanili dei *Coleoptera* siano più tolleranti rispetto agli stadi adulti (Adler et al., 2000).

## **Contenimento di funghi micotossigeni**

Quando sottoposti ad analisi della varianza, i dati relativi alla crescita dei quattro funghi patogeni micotossigeni saggiati hanno mostrato delle differenze significative. In particolare l'esposizione ad un'atmosfera ad elevate concentrazioni di azoto ha permesso di ottenere una riduzione significativa nella crescita dei quattro funghi ed una alterazione della morfologia della colonia, riconducibile soprattutto ad una mancata sporulazione delle stesse. Relativamente al contenuto di micotossine su granella, i risultati più interessanti sono stati ottenuti nel binomio *A. flavus*/granella di mais dove si è registrata una riduzione

significativa nel contenuto di aflatoxina B1 (AB1) e aflatoxina B2 (AB2), ottenendo valori confrontabili a quelli misurati nella granella non inoculata e lasciata a condizioni atmosferiche standard. Uno dei principali problemi associati alla sicurezza alimentare che può colpire i cereali è il rischio di contaminazione da micotossine, che interessa fino al 25% delle produzioni alimentari (FAO 2003; Moretti e Sarrocco, 2015). Le micotossine sono metaboliti secondari, a basso peso molecolare e di natura non proteica, prodotti da alcuni funghi appartenenti principalmente ai generi *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* (Desjardins, 2006). Questi generi includono numerose specie patogene per le piante, e in alcuni casi anche per l'uomo, che generalmente infettano e colonizzano gli ospiti vegetali in pieno campo durante la coltivazione ma sono in grado di produrre la maggior parte delle micotossine soprattutto in post raccolta, specialmente in fase di stoccaggio. I funghi utilizzati nel presente lavoro, sebbene colonizzino l'ospite vegetale in pieno campo, sono responsabili dell'accumulo di micotossine che contaminano non solo la granella di frumento e mais in fase di conservazione, nei silos, ma, a causa della loro resistenza ai trattamenti termici e alle difficoltà di detossificare e decontaminare le derrate, possono persistere lungo l'intera filiera alimentare, arrivando a contaminare anche i prodotti finali (Bryden et al. 2012; Battilani et al. 2009). Alla luce dei risultati ottenuti, piuttosto incoraggianti, in termini di crescita di funghi fitopatogeni e di produzione di micotossine, la disponibilità di un sistema di produzione di atmosfera controllata rappresenta un valido strumento per un stoccaggio ecocompatibile e a basso impatto ambientale della granella di cereali. Il lavoro qui presentato fornisce delle indicazioni promettenti circa l'applicabilità del metodo per la conservazione dei cereali in ottica ecosostenibile, tale da consentire, anche su larga scala, di evitare l'impiego di disinfestanti chimici nel contrasto agli insetti infestanti, prevenendo al contempo il rischio di contaminazione da funghi micotossigeni. Questo lavoro rientra in un più ampio programma volto a individuare strumenti a basso impatto ambientale per la conservazione delle derrate alimentari, cui si annovera, sempre su cereali, la sperimentazione di concce delle cariossidi con estratti naturali (tannini da castagno) come deterrenti di insetti infestanti, così come la sperimentazione del sistema di atmosfera controllata qui descritto per la difesa delle pesche dall'attacco di *Monilinia* spp., patogeni del post-raccolta.

## Riferimenti

- Adler, C. 1993. Zur Wirkung modifizierter Atmosphären auf Vorratsschädlinge in Getreide am Beispiel des Kornkäfers *Sitophilus granarius* (L.) (Col. Curculionidae). (Effects of modified atmospheres on stored product pests in grain as represented by the granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Col.: Curculionidae)). PhD Dissertation, Fachbereich Biologie, Freie Universität Berlin, Shaker Verlag, Aachen, 146 pp.
- Adler, C. 1994a. Carbon dioxide-more rapidly impairing the glycolytic energy production than nitrogen?, pp. 7–10. In E. Highley, E. J. Wright, H. J. Banks, and B. R. Champ [eds.], Proc. 6th Intl. Working Conf. Stored-Prod. Prot., CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Adler, C. 1994b. A comparison of the efficacy of CO<sub>2</sub>-rich and N<sub>2</sub>-rich atmospheres against the granary weevil *Sitophilus granarius*, pp.11–15. In E. Highley, E. J. Wright, H. J. Banks, and B. R. Champ [eds.], Proc. 6th Intl. Working Conf. Stored-Prod. Prot., CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Adler, C., Corinth, H.G., Reichmuth, C., 2000. Modified atmospheres. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM. Kluwer Academic Publishers, MA, USA, pp. 105-146.
- Aulicky, R., Kolar, V., Plachy, J., & Stejskal, V. (2017). Field Efficacy of Brief Exposure of Adults of Six Storage Pests to Nitrogen-Controlled Atmospheres. *Plant Protection Science*, 53(3).
- Azab, M., Darwish, A., Mohamed, R., & Sanad, M. (2013). Comparative efficacy of controlled atmospheres against two stored product insects. *Journal of Crop Protection*, 2(3), 343-353.
- Banks, H. J., & Annis, P. C. (1990). Comparative advantages of high CO<sub>2</sub> and low O<sub>2</sub> types of controlled atmospheres for grain storage. *Food preservation by modified atmospheres*, 93-122.
- Battilani P, Costa LG, Dossena A et al (2009) Scientific information on mycotoxins and natural plant toxins. Scientific/Technical report submitted to EFSA.
- Bell, C. H. (2014). A review of insect responses to variations encountered in the managed storage environment. *Journal of stored products research*, 59, 260-274.
- Bryden WL (2012) Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security. *Anim Feed Sc Technol* 173:134–158.
- Carpenter, A. & Potter, M. (1994). Controlled atmospheres. pp. 171–198 in Sharp, J.L. & Hallman, G.J. (Eds) Quarantine treatments for pests of food plants. Boulder, Colorado, Westview Press.

- Desjardins AE (2006) *Fusarium* mycotoxins: chemistry, genetics and biology. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp. 260.
- Dixon, N. M., & Kell, D. B. (1989). The inhibition by CO<sub>2</sub> of the growth and metabolism of micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 67(2), 109-136.
- Ellis, W. O., Smith, J. P., Simpson, B. K., Khanizadeh, S., & Oldham, J. H. (1993). Control of growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* under modified atmosphere packaging (MAP) conditions. *Food microbiology*, 10(1), 9-21.
- Fleurat-Lessard, F. (1990). Effect of modified atmospheres on insects and mites infesting stored products. *Food preservation by modified atmospheres*, 21-38.
- FAO (2003) Mycotoxin regulations in 2003 and current developments. <http://www.fao.org/docrep/007/y5499e/y5499e07.htm>
- Giorni, P., Battilani, P., Pietri, A., & Magan, N. (2008). Effect of a w and CO<sub>2</sub> level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moisture maize post-harvest. *International Journal of Food Microbiology*, 122(1), 109-113.
- Hocking, A. D. (1989). Responses of fungi to modified atmospheres. In *Fumigation and Controlled Atmosphere Storage of Grain, Proceedings of an International Conference Held at Singapore* (pp. 14-18).
- Jay, E. (1984). Recent advanced in the use of modified atmospheres for the control of stored-product insects.
- Jay, E. G., & Cuff, W. (1981). Weight loss and mortality of three life stages of *Tribolium castaneum* (Herbst) when exposed to four modified atmospheres. *Journal of Stored Products Research*, 17(3), 117-124.
- Magan, N., & Lacey, J. (1988). Ecological determinants of mould growth in stored grain. *International Journal of Food Microbiology*, 7(3), 245-256.
- Mitcham, E., Martin, T., & Zhou, S. (2006). The mode of action of insecticidal controlled atmospheres. *Bulletin of entomological research*, 96(3), 213-222.
- Mitcham, E.J., Martin, T.A., Zhou, S. & Kader, A.A. (2001). Potential of CA for postharvest arthropod control in fresh horticultural perishables: an update of summary tables compiled by Ke and Kader, 1992. *Postharvest Horticulture Series No. 22, Postharvest Technology Research and Information Center, University of California, Davis*.
- Moncini L., Pachetti G., Sarrocco S. e Vannacci G. (2016). La conservazione ecosostenibile dei cereali. *Molini d'Italia n.7/8*, pp 60-64, tot. pag 5.
- Moretti A, Sarrocco S (2015) Fungi. In: *The Encyclopedia of Food and Health*, vol. 3 (Caballero B, Finglas P, Toldrá F, ed.), Oxford: Academic Press, pp. 162-168.
- Navarro, S. (1978). The effects of low oxygen tensions on three stored-product insect pests. *Phytoparasitica*, 6(2), 51-58.
- Navarro, S. (2006). Modified atmospheres for the control of stored product insects and mites. In: Heaps, J.W. (Ed.), *Insect Management for Food Storage and Processing*. AACC International, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 105-145.
- Ren, Y., Yang, C., Newman, J., Agarwal, M., Kostas, E., & Cheng, H. (2012). Nitrogen application offers for both control of insect and grain quality.
- Riudavets, J., Castañé, C., Alomar, O., Pons, M. J., & Gabarra, R. (2009). Modified atmosphere packaging (MAP) as an alternative measure for controlling ten pests that attack processed food products. *Journal of stored products research*, 45(2), 91-96.
- Riudavets, J., Castañé, C., Alomar, O., Pons, M. J., & Gabarra, R. (2010). The use of carbon dioxide at high pressure to control nine stored-product pests. *Journal of stored products research*, 46(4), 228-233.
- Samapundo, S., De Meulenaer, B., Atukwase, A., Debevere, J., & Devlieghere, F. (2007). The influence of modified atmospheres and their interaction with water activity on the radial growth and fumonisin B<sub>1</sub> production of *Fusarium verticillioides* and *F. proliferatum* on corn. Part I: The effect of initial headspace carbon dioxide concentration. *International journal of food microbiology*, 114(2), 160-167.
- Suhr, K. I., & Nielsen, P. V. (2005). Inhibition of fungal growth on wheat and rye bread by modified atmosphere packaging and active packaging using volatile mustard essential oil. *Journal of food science*, 70(1).

## POLYAMINE CONTENT IN OVINE AND CAPRINE MILK PRODUCED IN SARDINIA

Manca G., Ru A., Cordeddu F.

DiSEA- Commodity Sciences, Technology and Quality Laboratory, University of Sassari, Via Muroni 25 - 07100 Sassari. [gmanca@uniss.it](mailto:gmanca@uniss.it), [antoru@uniss.it](mailto:antoru@uniss.it), [f.cordeddu@tim.it](mailto:f.cordeddu@tim.it).

### Abstract

Polyamines are low molecular weight nitrogenous compounds with different biological activities. Recently, the importance has been highlighted of these compounds in the diet to prevent a wide variety of age-related diseases. The objective of this study was to characterise Sarda sheep's milk and Maltese and Sarda goat's milk produced in Sardinia, evaluating the basic composition (milk yield, fat and protein content) and the content of the polyamines putrescine, spermidine and spermine. Significant interspecies and interbreed differences were observed for most of the compounds analysed, and the data evaluated using univariate statistical analysis (ANOVA and Tukey's HSD test).

Key words: polyamines, sheep's milk, goat's milk, bioactive compounds

### Introduction

The constant, rapid increase in life expectancy in western countries is associated with greater ageing of our populations. In these conditions, the risk of chronic diseases, especially cardiovascular, neurodegenerative, gastrointestinal and inflammatory disorders is expected to rise. These diseases pose enormous challenges for both individuals and societies in terms of life quality and economic burden, thereby creating an urgent need for ageing societies to address these health concerns (Lenoir-Wijnkoop et al., 2011). Much of the illness, disability and death associated with chronic disease could be avoided if known prevention measures were more widespread. Scientific studies have emphasised the role of food components in the prevention of ageing-associated chronic diseases. Different bioactive compounds appear to be active in the prevention of these diseases, and among them the polyamines putrescine, spermidine and spermine have attracted the interest of researchers (Soda K., 2015; Soda K. et al., 2009).

Polyamines are present in all types of mammalian cells and their essential roles in cell proliferation, regeneration, differentiation and ageing is well-known (Tabor & Tabor, 1984). They contribute to the protection of cells against oxidative stress and are essential factors for the growth, maintenance and function of normal cells, being able to interact with negatively charged macromolecules such as DNA, RNA and proteins (Kalac, 2014). Given their function, intracellular polyamine levels are under careful regulation, achieved through the combination of synthesis, catabolism and transport processes precisely regulated by several enzymes. The enzymes involved are ornithine decarboxylase (ODC), which catalyzes the rate-limiting biosynthetic step, spermidine/spermine-N<sup>1</sup>-acetyl transferase (SSAT), N<sup>1</sup>-acetyl polyamine oxidase (APAO) and spermine oxidase (SMO) that are responsible for two alternative pathways of polyamine degradation. Polyamine metabolism disruption, as a consequence of the inhibition or induction of these enzymes, leads to alteration of the polyamine pool that may be beneficial or harmful, depending on the specific polyamine and disease. Many diseases are associated with inflammation, and polyamines have been involved in inflammatory responses, but whether they are pro- or anti-inflammatory is still unclear (Merentie et al., 2007; Minoi et al., 2011; Cervelli, 2014). Considering that diet is an important source of polyamines for mammals, several studies involved the determination of these bioactive compounds in foods (Ali et al., 2011). These nitrogenous compounds were also revealed in the milk of various mammal species (Galitsopoulou et al., 2015; Atyia et al., 2014; Ploszaj et al., 1997).

Goat's and sheep's milk are richer in polyamines than cow's milk and for this reason Galitsopoulou (2005) suggested they be used for developing dairy formulation or as supplemental packages and functional food for the elderly or for the treatment of injuries and inflammation.

In this study the polyamine content in the milk of Sarda sheep and Maltese and Sarda goats reared in Sardinia was determined, with the aim to evaluate the possibility of using them to produce milk or milk by-products intended for specific population groups.

## Materials and method

### *Milk sampling*

The study was carried out on a group of 15 Sarda ewes and 15 goats of both the Sarda and Maltese breeds. The samples were collected from flocks located in the north of Sardinia (Italy) in the month of March. The ruminants were fed mainly on natural or cultivated pasture, integrated with concentrate. The animals were hand-milked and the individual milk samples collected from one udder half.

### *Milk analysis*

The yield was determined by weighing the milk of one udder half of each animal at the time of sampling. The samples were immediately transferred in an icebox to the laboratory to be analysed. The fat and protein content was determined by the Milkoscan FT (FOSS, Hillerød, Denmark).

### *Method for extracting polyamines from milk*

The polyamines were extracted from the milk samples by Ploszaj's (1997) method with some modifications. Milk samples were firstly centrifuged at 10.000 xg for 20 min at 4°C to remove fat, then treated with trichloroacetic acid (12% w/v) for 1h. The resulting precipitate was removed by centrifugation (ALC PK131R, MI, Italy) at 10.000 xg for 20 min at 4°C (12). 1 ml of the aqueous layer was treated with 30 µl of NaOH 5M. This extract was subjected to the derivatization procedure.

### *Derivatization procedure*

To prepare the dansyl derivatives of polyamines, 30 µl of saturated sodium carbonate solution at 25°C and 430 µl of dansyl chloride solution (1% in acetone) were added to 500 µl of standard solutions or sample extracts. The vial containing the reaction mixture was capped, vortexed, then incubated at 60°C for 30 min under stirring in a SH 2000-DX Thermo mixer (Finepcr, Seoul, Korea). In order to eliminate the excess of dansyl chloride the mixture was treated with 20 µl of NaOH 5M. Subsequently 20 µl of glacial acetic acid was added to remove the excess of carbonate and the tube kept open for about 4 min to eliminate the CO<sub>2</sub> formed. The solution was filtered through a 0.22 µm PVDF syringe filter (Millipore, Bedford, MA, USA) then 10 µl were injected in HPLC.

### *Chromatographic conditions*

The determination of polyamines was performed by high-performance liquid chromatography (HPLC). The solvents used for separation were eluent A: 100% acetonitrile (ACN) and eluent B: 20 mM ammonium acetate buffer (pH 5.9) containing 3% 2-propanol.

A gradient programme was implemented as follows: time = 0, A:B (50:50), flow = 1.0 ml/min; time = 7.0 min, A:B (90:10), flow = 1.0 ml/min; time = 15.0 min, A:B (95:5), flow = 1.0 ml/min; time = 6.0 min. An equilibration time of 10 min was applied to achieve mobile phase stabilization.

### *Statistical analysis*

Statistical analyses of the data were performed using the software package SPSS 14 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Analysis of variance (ANOVA) was used to determine significant differences between data. Tukey's HSD test was used to compare means when the effects were found to be significant ( $P < 0.05$ ).

## Results and discussion

Considering the basic nutrient composition of the milk samples (table 1), ANOVA showed significant differences ( $p < 0.000$ ) for the variables milk yield, fat and protein.

The most productive goat breed was the Maltese, with 898 g/die of milk; its milk yield was almost twice that of the Sarda goat breed. The latter's productivity was similar to that of Sarda sheep. For the mean content of



fat and protein Tukey's test showed significant interspecies and interbreed differences. The content of fat and protein was higher in the Sarda sheep samples (6.86 and 5.79 g/100 ml respectively). These values were higher than those found by Nudda (2003) and Bianchi (2004), who measured fat levels of 6.61 and 6.52 g/100 ml in Sarda sheep's milk and protein levels of 5.36 and 5.66 g/100 respectively, in spite of the same level of yield production. The differences between the mean values of fat and protein in the milk of the two goat breeds were also significant. In Maltese goat's milk, basically due to the effects of dilution (considered the highest average value of yield production), the mean content of fat was 4.42 g/100 ml and of protein 3.21 g/100 ml, significantly lower than the results for Sarda goat's milk.

Table 1. Basic composition of nutrients in milk from Sarda sheep and Maltese and Sarda goats

Milk type		Mean	Std. dev.	Min.	Max.
Milk yield (gr./die)	Maltese goat	898 <sup>a</sup>	149	151	671
	Sarda goat	572 <sup>b</sup>	92	152	454
	Sarda sheep	474 <sup>b</sup>	82	149	440
Fat (g/100 ml)	Maltese goat	4.42 <sup>a</sup>	0.77	3.09	5.45
	Sarda goat	5.67 <sup>b</sup>	1.26	3.78	8.27
	Sarda sheep	6.86 <sup>c</sup>	1.02	4.57	8.90
Protein (g/100 ml)	Maltese goat	3.21 <sup>a</sup>	0.25	2.72	3.58
	Sarda goat	3.77 <sup>b</sup>	0.73	2.99	5.30
	Sarda sheep	5.79 <sup>c</sup>	0.43	5.05	6.48

<sup>a-b</sup> Tukey's test: mean values within rows with a different letter are significantly different ( P=0.05)

The mean, standard deviation, and minimum and maximum polyamines measured in ewe's and goat's milk and the results of Tukey's HSD test are shown in Table 2.

Considering the content of the individual polyamines, great variability was found in both species, as already observed in other goat and sheep breeds (Galitsopoulou et al., 2015; Ploszaj et al., 1997). This variability was explained by taking into account the numerous factors that affect polyamine content, such as individual animal to animal variations, age, offspring number, milking time and differences in hormone levels. The amounts of these compounds were of the same order of magnitude as those found by Galitsopoulou (2015) in Chios sheep and the Eghoria breed of goat, but lower than those measured by Ploszaj (1997) in Polish white and German Brown goat breeds. As previously observed in small ruminant milk (Galitsopoulou et al., 2015; Ploszaj et al., 1997) and human milk (Perez et al., 2017), the polyamine putrescine was present in the lowest content, while spermidine was the prevalent polyamine. Tukey's HSD test (p=0.05) revealed interspecies but not interbreed differences, in fact the polyamine content in Sarda and Maltese goat's milk are similar. Species had a significant effect on putrescine and spermine but not on spermidine (p= 0.987). These results are partially in agreement with those found in the milk of Chios sheep and Eghoria goats by Galitsopoulou (2015), where significance was observed in the mean values of putrescine and spermidine, but not of spermine.

In sheep's milk putrescine was present in 53% of the samples, while it was always absent in goat's milk, with the exception of one Maltese breed sample. The other two polyamines were present in all the sheep and goat's milk samples.

The mean content of polyamines in Sarda sheep's milk was similar to that found in the mature milk of Chios sheep. With respect to this breed, a slightly higher mean value of spermidine should be noted (2.05 vs 2.33  $\mu\text{mol/L}$ ), but a slightly lower mean value of spermine (1.78 vs 2.05  $\mu\text{mol/L}$ ). In accordance with Galitsopoulou's findings (2015), in Maltese and Sarda goat's milk putrescine was almost always absent. The two types of goat's milk considered in our experiment presented a mean content of spermidine (2.29 and 2.30  $\mu\text{mol/L}$  respectively) and spermine (1.25 and 1.21  $\mu\text{mol/L}$  respectively), higher than that found in mature goat's milk of the Eghoria breed (Galitsopoulou et al., 2015), where the content of spermidine and

spermine was 1.04 and 0.81  $\mu\text{mol/L}$  respectively. In comparison with Ploszaj's findings (1997) in German Brown and Polish White goats, polyamine content, for the two breeds considered in our study, was considerably lower.

Table 2 Polyamine content in Maltese and Sarda goat's milk and in Sarda sheep's milk

Polyamine ( $\mu\text{mol/L}$ )	Milk type	Mean	Std. dev	Min.	Max.
Putrescine	Maltese goat	0.04 <sup>a</sup>	0.17	0.00	0.65
	Sarda goat	0.00 <sup>a</sup>	0.00	0.00	0.00
	Sarda sheep	0.41 <sup>b</sup>	0.41	0.00	1.20
Spermidine	Maltese goat	2.29 <sup>a</sup>	0.76	1.21	3.74
	Sarda goat	2.30 <sup>a</sup>	0.79	0.99	3.74
	Sarda sheep	2.33 <sup>a</sup>	0.80	1.60	4.60
Spermine	Maltese goat	1.25 <sup>a</sup>	0.49	0.50	2.39
	Sarda goat	1.21 <sup>a</sup>	0.38	0.25	1.74
	Sarda sheep	1.78 <sup>b</sup>	0.65	1.20	3.20

<sup>a-b</sup> Tukey's test: mean values within rows with a different letter are significantly different ( $P=0.05$ )

## Conclusions

The study carried out to characterise the milk of Sarda sheep and Maltese and Sarda goats produced in Sardinia highlighted interspecies and interbreed differences in yield production, in the basic nutrient composition. Considering fat and protein content, sheep's milk is richer than that of goats, and between the two goat breeds Sarda goats have a higher level of these compounds. In Sarda sheep's milk also, polyamine content, in particular that of putrescine and spermine, is higher than in Maltese and Sarda goat's milk. In the case of caprine milk, the interbreed differences for the polyamines analysed are not significant. Bearing in mind the important functional role played by polyamines in cells, there is positive support for the idea that ovine and caprine milk or milk by-products could be used in clinical nutrition or for the nutritional needs of particular population groups, such as the elderly.

## References

- 1) Ali A. M., Poortvliet E., Stromberg R., Yngve A. (2011). Polyamines in foods: development of a food database. *Food & Nutrition Research* 2011, 55: 5572.
- 2) Atyia Ali M., Strandvik B., Sabel K-G., Palme Kilander C., Stromberg R., Yngve A. (2014). Polyamine levels in breast milk are associated with mothers' dietary intake and are higher in preterm than full-term human milk and formulas. *J. Hum. Nutr. Diet.* 27, 459-467.
- 3) Bianchi L., Casoli C., Pauselli M., Budelli E., Caroli A., Bolla A., Duranti E. (2004). Effect of somatic cell count and lactation stage on sheep's milk quality. *Italian Journal of Animal Science* 3:2, 147-156.
- 4) Cervelli M. (2014). Inflammation, carcinogenesis and neurodegeneration studies in transgenic animal models for polyamine research. *Amino Acids* 46, 521-530.
- 5) Galitsopoulou A., Michaelidou A.M., Menexes G., Alichanidis E. (2015). Polyamine profile in ovine and caprine colostrum and milk. *Food Chemistry* 173 (2015) 80–85.
- 6) Kalac P. (2014). Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. *Food Chemistry* 161, 27–39.

- 7) Lenoir-Wijnkoop I., Dapoigny M., Dubois D., van Ganse E., Gutierrez-Ibarluzea I., Hutton J., Jones P., Mittendorf T., Poley M.J., Salminen S., Nuijten M.J.C. (2011). Nutrition economics – characterising the economic and health impact of nutrition. *British Journal of Nutrition* 105, 157–16.
- 8) Merentie M., Uimari A., Pietilä M., Sinervirta R., Keinänen T.A., Vepsäläinen J., Khomutov A., Grigorenk N., Herzig K.-H., Jänne J., Alhonen L. (2007). Oxidative stress and inflammation in the pathogenesis of activated polyamine catabolism-induced acute pancreatitis. *Amino Acids* 33: 323–330.
- 9) Minoi N., Carmona-Gutierrez D., Madeo F. (2011). Polyamines in aging and disease. *Aging*, 3, 8 , 716-732.
- 10) Nudda A., Feligini M., Battacone G., Macciotta N.P.P., Pulina G. (2003). Effects of lactation stage, parity,  $\beta$ -lactoglobulin genotype and milk SCC on whey protein composition in Sarda dairy ewes, *Italian Journal of Animal Science* 2:1, 29-39.
- 11) Perez M., Ladero V., Redruello B., Del Rio B., Fernandez L., Rodriguez J.M., Martin M.C., Fernandez M., Alvarez M.A., (2017). Mastitis modifies the biogenic amines profile in human milk, with significant changes in the presence of histamine, putrescine and spermine. *PLoS ONE* 11 (9): 1.10.
- 12) Ploszaj T., Ryniewicz Z., Motyl T. (1997). Polyamines in goat's colostrum and milk. *Comp. Biochem. Physiol.* 1, 45-52.
- 13) Soda K., Dobashi Y., Kano Y., Tsujinaka S., Konishi F. (2009). Polyamine-rich food decreases age-associated pathology and mortality in aged mice. *Experimental Gerontology* 44, 727–732.
- 14) Soda K. (2015). Biological effects of polyamines on the prevention of aging-associated diseases and on lifespan extension. *Food Science and Technology Research* 21, 2, 145-157.
- 15) Tabor C.W. & Tabor H. (1984). Polyamines. *Annual Review of Biochemistry* 53, 749–790.

## Gluten-Friendly™: a new paradigm in the dietary treatment of celiac disease and more

Lamacchia, C., Petruzzi, L., Tricarico, M., Decina, I., Musaico, D., Landriscina, L., Decillis, A., Tarricone, R.

New Gluten World, Viale della Palma s.n., 70033, Corato (BA)

E-Mails: carmen.lamacchia@newglutenworld.com; leonardo.petruzzi@newglutenworld.com;

michele.tricarico@newglutenworld.com; ivana.decina@newglutenworld.com; daniela.musaico@unifg.it;

loretta.landriscina@newglutenworld.com; angelo.decillis@newglutenworld.com; rosa.tarricone@newglutenworld.com

### Abstract

Gluten Friendly™ is a patent protected in 105 countries worldwide. The technological solution has its own peculiarity: rather than removing the gluten from the flour, it only allows to eliminate the toxic component by means of a low-cost chemical-physical process.

In this study the application of Gluten Friendly™ technology ensure the detoxification of different grain samples (in terms of cultivar, protein, gluten and moisture content). R5 ELISA analysis indicate a decrease of cross-reactivity of about 90%, whilst gluten content was not detectable and gluten index decrease to zero in all treatments; this reduction, as confirmed by SDS-PAGE results, is not due to a protein denaturation caused by temperature used but from changes of the chemical-physical properties of gluten proteins.

Therefore, with Gluten Friendly™ innovation, gluten proteins are able to form dough, preserve most of the plastic characteristics of the gluten, allowing the leavening and production of bread.

### Introduction

Gluten contains hundreds of proteins, which are present either as monomers or as oligomers/polymers, linked by inter-chain disulphide bonds (Shewry and Halford, 2002; Wieser, 2007) and characterized by high levels of glutamine and proline (namely prolamin) residues, clustered in either polyglutamine sequences or in repeating glutamine/proline sequences. Gluten's unique physico-chemical properties make wheat suitable for preparing a wide range of food products, including breads, noodles, pastas and biscuits.

Although gluten is used extensively in food products, it has been associated with coeliac disease (CD) in some individuals. Coeliac disease is a chronic immune-mediated enteropathy triggered by the ingestion of gluten in HLA-DQ2- or HLA-DQ8-positive subjects, mainly resulting in small-intestinal mucosal injury and nutrient malabsorption in susceptible individuals (Rossi and Schwartz, 2010). Approximately 30% of the general population carry the HLA-DQ2/8 coeliac disease susceptibility genes; however, only 2-5% of these individuals will go on to develop coeliac disease, suggesting that additional environmental factors contribute to disease development (Rossi and Schwartz, 2010). The only effective treatment available for CD patients is strict exclusion of gluten from their diet. The detrimental consequences of consuming gluten and/or analogous proteins (present in rye, barley and oats) are well-documented, showing that noncompliance with a gluten-free diet is associated with increased risk of anaemia, infertility, osteoporosis and intestinal lymphoma (Mäki and Collin, 1997).

An alternative way to exclude gluten is to detoxify it. Recently, we have developed a new and innovative detoxification method of gluten proteins from cereal grains named "Gluten Friendly™" (Landriscina et al., 2017). Gluten Friendly™ is a patented technology (Italian patented method n°: 0001414717, also filed under the Patent Cooperation Treaty, application no. PCT/IB2013/000797 and published in Europe as EP 2903453 A1 and titled "Detoxification method of gluten proteins from cereal grains") that allows to obtain gluten detoxified flours suitable for the preparation of bakery products and pasta made from wheat. The Gluten Friendly™ technology has been further improved (Italian priority patent n° 102015000084813, filed on 17th December 2015) and implies the application of microwave energy for a few seconds to hydrated wheat kernels before milling to reach a high temperature for a short amount of time aiming to combine the nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for coeliac sufferers and other gluten-sensitive subjects (Bevilacqua et al., 2016; Lamacchia et al., 2016; Landriscina et al., 2017).

### Material and Methods

#### Grains

Different wheat grain mixtures, with different protein and gluten content and different level of moisture were used (Table 1). Wheat grains were supplied by Casillo Group S.p.A.

#### Gluten Friendly™ technology

Specifically, 400 g of cleaned wheat grains were dampened to 15-19% moisture; moisture was evaluated using a Halogen Moisture Analyzer (Mettler Toledo HB43-S, Switzerland). The seeds were heated with microwaves (Panasonic, Italy, for about 1 min), followed by a phase of slow evaporation of the water content. Rapid heating was performed with a wattage included between 1000 and 1600. Rapid heating and slow evaporation was repeated up to a final temperature of 80-90 °, as measured with a thermal camera (FLUKE i 20, Italy), and a moisture level of 13-13.5%. After microwave treatment, the wheat kernels were cooled and dried at room temperature (24 °C) for 12-24 h. Seeds were left at room temperature until use. Grains before treatment were considered control grains (CG), as well as samples treated with Gluten Friendly™ technology were called Gluten-Friendly Grains (GFG).

#### *SDS-PAGE (sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis) analyses*

Total proteins from the samples (1 g) were extracted using 10 ml of an extraction buffer containing 0.0625 M Tris-HCl, pH 6.8, 2% SDS, 10% glycerol (v/v), and 5% dithiothreitol (DTT) (w/v). Samples were incubated in the extraction buffer for 2 h and were then centrifuged at 9500 rpm for 15 min at 10 °C. The supernatants containing proteins were carefully removed and stored at 20 °C until used. Gliadins and glutenins from flours (1 g) were extracted, using the Osborne sequential extraction method (Osborne, 1924). To separate the extracted proteins, SDS-PAGE was performed on a 12.5% gel under reducing and non-reducing conditions, using a vertical electrophoresis system, Hoefer SE 600 (GE Healthcare, Milan, Italy). SDS-PAGE analysis was performed at 25 mA for 3 h at room temperature. The gels were stained with 0.25% w/v Coomassie Brilliant Blue (CBB) overnight. Gel images were taken, using a Chemi-Doc imager (Chemidoc MP, Bio-Rad Laboratories). Quantification of the bands was carried out, using image analysis software (Phoretix Total Lab, Phoretix International).

#### *Gluten antigenicity assessment*

An R5-sandwich ELISA analysis (Valdés et al., 2003) of the samples was performed with the Ridascreen Gliadin ELISA kit (R-Biopharm; Darmstadt, Germany; No. R7001) and in accordance with the protocol provided by the manufacturer. This kit is a sandwich enzyme immunoassay for the quantitative analysis of contaminations by prolamins from wheat (gliadin), rye (secalin), and barley (hordein) in raw products, such as flours (buckwheat, rice, corn, oats, teff) and spices, as well as in processed food and heat-processed wheat- and barley-based products. The assay's detection limit was 1.5 ng gliadins/ml (1.56 ppm gliadins, 3.2 ppm gluten). The antigenicity was calculated from the standard curve, by using the Ridasoftwin software (R-Biopharm), as equivalent mg of gluten/kg of sample.

#### *Protein content, Gluten content, Gluten index and baking process*

Protein and gluten content were determined according to AACCI Method 46-10.01 and AACCI Method 38-10.01. The gluten index was determined according to the ICC procedure 137/1. Bread was baked as "Ciabatta" or "Buns". Dough was prepared by mixing all ingredients in a dough mixer as follows: 1.5 kg of flour, 5% sourdough, 57% water and 1.8% salt. The doughs were leavened for approximately 20 min (at 28/30 °C and 70% humidity) and then shaped into either "Ciabatta" or "Buns" and leavened again for 40 min. The leavened bread was placed on Teflon perforated trays and baked in an oven at 220 °C for 20 min.

## **Results / Discussion**

As it is possible to observe from Table 1, the application of Gluten Friendly™ technology ensure detoxification of different grain samples (in terms of cultivar, protein, and gluten and moisture content). R5 ELISA analysis indicate a decrease of cross-reactivity of about 90%, whilst gluten content was not detectable and gluten index decrease to zero in all treatments.

Figure 1 shows an SDS-PAGE of the gliadin protein fraction for each of the phases compared with the control. From this figure is possible to infer that the application of Gluten Friendly™ technology allow proteins not to be denatured or react with other component present in the wheat endosperm. Therefore, with this approach, gluten proteins are able to form dough, preserves most of the plastic characteristics of the gluten, allowing the leavening and production of bread as shown in Figure 2. Furthermore, from these results, it is possible to underlie that the reduction of gluten content and gluten index shown in Table 1 is due only to changes of the chemical-physical properties of gluten proteins. This is well supported by the fact that the availability of antigenic fragments in gluten depends on the secondary and tertiary structure of the protein as well as on the disulphide bonds that stabilize particular conformations of epitopes to bind with the antibody (Waga, 2004).

In summary, recipients of Gluten Friendly™ innovation are: 1) celiac and gluten sensitive patients. These people will have the possibility to use, in the near future, “gluten friendly” foods with production costs in line with those for not-treated cereals, as well as with the same nutritional and organoleptic characteristics of foods eaten by the consumer prior to the development of the disease; ii) the general population at large, especially those with a genetic predisposition to celiac disease, in order to reduce the onset of the disease in the future, thanks to the consumption of products “gluten friendly” with reduced immunogenicity and immunotoxicity.

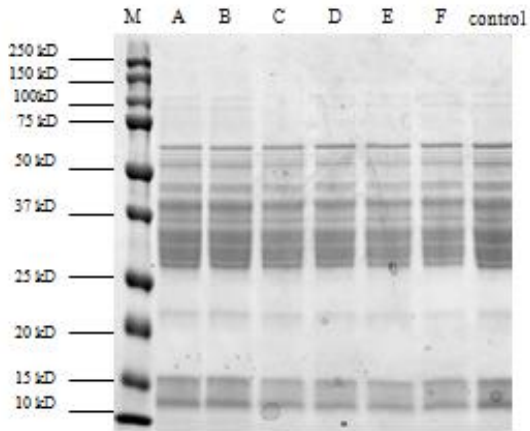
**Table 1:** Characteristics of the samples treated with “Gluten Friendly™” technology

Samples	Blends (%)	Moisture (%)	Temperature of final phase (° C)	Cross-reactivity with R5 Antibody Reduction (%)	Protein content (%)		Gluten content (%)		Gluten Index (%)	
					Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
576 Bread wheat	Croatian (75) Moldovan (25)	16	85-80	90	11.40	11.40	6.90	ND*	95	0
576 Bread wheat	Croatian (75) Moldovan (25)	17	80-75	90	11.40	11.40	6.90	ND	95	0
576 Bread wheat	Croatian (75) Moldovan (25)	18	75-70	90	11.40	11.40	6.90	ND	95	0
578 Bread wheat	Croatian (40) Russian (20) Romanian (10) Moldovan (30)	16	85-80	90	12.20	12.20	7.00	ND	95	0
578 Bread wheat	Croatian (40) Russian (20) Romanian (10) Moldovan (30)	17	80-75	90	12.20	12.20	7.00	ND	95	0
578 Bread wheat	Croatian (40) Russian (20) Romanian (10) Moldovan (30)	18	75-70	90	12.20	12.20	7.00	ND	95	0
4 Bread wheat	Russian (50) Moldovan (50)	16	85-80	90	14.60	14.60	10.00	ND	95	0
4 Bread wheat	Russian (50) Moldovan (50)	17	80-75	90	14.60	14.60	10.00	ND	95	0
4 Bread wheat	Russian (50) Moldovan (50)	18	75-70	90	14.60	14.60	10.00	ND	95	0
1002 Pasta wheat	Argentina (15) Italian (50) USA (35)	16	85-80	90	12.60	12.60	6.60	ND	95	0
1002 Pasta wheat	Argentina (15) Italian (50) USA (35)	17	80-75	90	12.60	12.60	6.60	ND	95	0
1002 Pasta wheat	Argentina (15) Italian (50)	18	75-70	90	12.60	12.60	6.60	ND	95	0

	USA (35)									
1003 Pasta wheat	Canadian (20) French (10) Italian (45) USA (25)	16	85-80	90	13.80	13.80	7.00	ND	95	0
1003 Pasta wheat	Canadian (20) French (10) Italian (45) USA (25)	17	80-75	90	13.80	13.80	7.00	ND	95	0
1003 Pasta wheat	Canadian (20) French (10) Italian (45) USA (25)	18	75-70	90	13.80	13.80	7.00	ND	95	0
1004 Pasta wheat	Italian (100)	16	85-80	90	15.00	15.00	10.23	ND	95	0
1004 Pasta wheat	Italian (100)	17	80-75	90	15.00	15.00	10.23	ND	95	0
1004 Pasta wheat	Italian (100)	18	75-70	90	15.00	15.00	10.23	ND	95	0

\*ND: not detected





**Figure 1:** SDS PAGE of the protein extracted from seeds in each of the phases of the "Gluten Friendly" technology



**Figure 2:** a) "Gluten Friendly™" dough; b) Leavened "Gluten Friendly™" dough; c) Little "Gluten Friendly™" buns; d) "Gluten Friendly™" bread

## Acknowledgement

This work was performed with the financial support of the Casillo Group S.p.a. (Corato, Italy). This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 732640. Disclaimer: This publication reflects only the author's view and the Agency is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## References

1. AACCI Method 46-10.01 and AACCI Method 38-10.01. In: Approved Methods of Analysis - Eleventh Edition. AACC International, Minneapolis, USA.
2. Bevilacqua, A., Costabile, A., Bergillos-Meca, T., Gonzalez, I., Landriscina, L., Ciuffreda, E., D'Agnello, P., Corbo, MR., Sinigaglia, M., Lamacchia, C. (2016). Impact of gluten-friendly bread on the metabolism and function of in vitro gut microbiota in healthy human and coeliac subjects. *PLoS ONE*, 11(9).
3. ICC procedure 137/1. In: ICC - International Association for Cereal Science and Technology (2001). ICC Standards, Vienna, Austria.
4. Lamacchia, C., Landriscina, L., D'Agnello, P. (2016). Changes in wheat kernels proteins induced by microwave treatment. *Food Chemistry*, 197, 634-640.
5. Landriscina, L., D'Agnello, P., Bevilacqua, A., Corbo, MR., Sinigaglia, M., Lamacchia, C. (2017). Impact of gluten-friendly™ technology on wheat kernel endosperm and gluten protein structure in seeds by light and electron microscopy. *Food Chemistry*, 221, 1258-1268.
6. Mäki, M., Collin, P. (1997). Coeliac Disease. *Lancet* 349:1755-1759.
7. Osborne, TB. (1924). The vegetable proteins. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 43, 440
8. Rossi M., Schwartz, KB. (2010). Editorial: Celiac disease and intestinal bacteria: not only gluten? *Journal of Leukocyte Biology*, 87, 749-751.
9. Shewry, PR., Halford, NG. (2002). Cereal seed storage proteins: Structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53, 947-958.
10. Valdés, I., García, E., Llorente, M., Méndez, E. (2003). Innovative approach to low level gluten determination in foods using a novel sandwich enzyme-linked immunosorbent assay protocol. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 15, 465-474.
11. Waga, J. (2004). Structure and allergenicity of wheat gluten proteins - A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13, 327-338.
12. Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24, 115-119.

# THE DIGITAL GENDER GAP

Carelli A.<sup>1\*</sup>, Papetti P.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>University of Cassino and Southern Lazio, Department Economics and Law

\*Via Sant'Angelo – Campus Folcara 03043 Cassino (FR), Italy, 0776399755, a.carelli@unicas.it

<sup>2</sup>University of Cassino and Southern Lazio, Department of Economics and Law

\*Via Sant'Angelo – Campus Folcara 03043 Cassino (FR), Italy, 0776399757, ppapetti@unicas.it

## Abstract

This article discusses the digital gender gap and the action plans to be implemented to overcome the phenomenon. The digital gender gap is a global phenomenon characterized by differences in access and use of new technologies between male and female genres. In the field of access to and use of digital technologies, gender plays a key role, and in the ICT sector, with a strong male prevalence, gender disparity is even more pronounced than in other contexts, both formative and professional.

Specifically, after investigating the global phenomenon, we look at the current situation in Europe and Italy and identify the perspectives for resolving the problem.

**Key words:** digital gender gap, women and ICT, gender gap, women and STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

## Introduction

This article discusses the digital gender gap and the action plans to be implemented to overcome the phenomenon. The digital gender gap is a global phenomenon characterized by differences in access and use of new technologies between male gender and female. In the field of access to and use of digital technologies, gender plays a key role, and in the ICT sector, with a strong male prevalence, gender disparity is even more pronounced than other forms of education and training. After analyzing the Digital Divide in its most general form (definition, evolution, classification, and data analysis), the gender differential in ICT is examined, by conducting a quantitative and phenomenological analysis of the world, European and Italian situation, and finally the causes of the gender differential and the lines of action to achieve gender equality in ICTs are identified. The research methodology used the following tools: analysis of conventional scientific literature in the subject; most recent sitography analysis; thematic identification of official documentation (UN, EU, ISTAT); in-depth analysis of political planning declared by European and Italian public institutions.

## 1. Digital Divide: definition, origins and evolution

### 1.1. Definition: from access to use

The concept of the Digital Divide was born in the 1990s with regard to inequalities in access to the Internet, differences that create a new social reality characterized by the division between those who have access to information and those who do not have it. This interpretation is based solely on the categories of “haves” and “have-nots”, according to which, in July 1999, the term is formally used for the first time by the National Telecommunications and Information Administration (NTIA)[1], has certainly facilitated the initial framing of the Digital Divide phenomenon, but has implicated the underestimation of the problem and the emergence of simplistic interpretations of reality. The criticisms for this "generalist" use of the concept are [2]:

1. Binary structure. All individuals are divided into “have” or “have nots”, but there are intermediate positions, as there are many ways to access and there are many ways to stay out of the network [3];
2. Technological determinism. The main risk is to reduce the problem only to access to technology and to overlook all other aspects related to it, which are the cause of inequality and social exclusion [4];
3. Static. The Digital Divide is a problem that needs to be constantly revised in the light of technological changes that require both the use of new equipment and the development of new capabilities. With reference to this speed, the Digital Divide is defined as a moving target[5]. These assumptions have emerged over the years with new definitions in an attempt to make the best of the idea of a complex and multifaceted phenomenon, which is

not only identified with the possessing technology and access to the Internet and that is changing over time. To this end, by considering the multiple dimension, the expression "digital inequalities" is considered to be more complete [6].

### ***1.2. Evolution: the hypotheses***

The distinction between access and use is based on two different hypotheses on the evolution of the Digital Divide:

1. the hypothesis of normalization, of deterministic type. [7]. Internet diffusion is according to an S-curve, along which the groups of individuals who adopt technology at different moments are distributed. The Digital Divide is not a problem that is stable and worrying but only natural and temporary and destined to disappear with the spread of technology and the reduction of its cost: once demand drops because it will have touched the saturation point, even those who are left behind because slower, for economic, social or cultural reasons, they can adopt technology and access the Internet. According to this hypothesis, this is a question of market [8].
2. the hypothesis of stratification. The Internet is a new source of inequality that intersects with existing ones. S curves are multiple, one for each social group. The starting point is to consider a multitude of gaps that move at different speeds, examining differences in network usage as a new form of inequality, both globally and socially, which adds to others already existing, reinforcing them. Digital Divide is a constantly evolving phenomenon that requires a continuous process of revision because there is no single gap, but a constellation of social, economic and technological differences that are labeled as Digital Divide [9]. Digital Divide was defined by scholars as a "mobile target" as it is a very difficult phenomenon to study because it is constantly evolving. Therefore, the definition, based solely on those who have access to ICT and those who do not have it, has been exceeded. Instead, it has to be analyzed as a gradation, a *continuum* of different levels of access that varies between the two hypothetical poles of total lack of access and proper and effective use of technologies [10].

Empirical research has supported both the normalization hypothesis [11] and that of stratification [12]. At present, empirical data give more credit to the second hypothesis, even just considering the variability between large territorial areas and within a single country [13]. The phenomenon of the Digital Divide is very complex and one must therefore overcome the simple distinction between access yes/ access no [14]. Exclusion grounds include several variables: economic conditions, educational level, infrastructure quality, age or gender differences, membership of different ethnic groups, geographical origin.

### ***1.3. Data analysis***

According to 2016 data from the International Telecommunication Union (UIT) [15], more than half of the world's population still does not access the Internet. Despite the drop in prices for ICT services, there are now 3.9 billion people who are cut off from the vast resources available on the Internet. Developing countries now account for the vast majority of Internet users, with 2.5 billion users compared to a billion in developed countries; but Internet penetration rates tell a different story, with 81% of users in developed countries, compared to 40% in developing countries and 15% in less developed countries. In 2016, almost one billion households worldwide have access to the Internet (230 million in China, 60 million in India and 20 million in 48 least developed countries in the world), data on household access reveals the whole of Digital Divide, with 84% of households in Europe against 15.4% of Africa.

## **2. Digital gender gap**

### ***2.1. Definition and evolution***

The digital gender gap is a phenomenon characterized by differences in access and use of existing information technologies between the male and female gender (technological gap), even in the same degree of education, age or social status. With reference to the birth of "computer" technology, there is a real disparity in women's ability to take part in the dynamics that require the use of computer and telecommunications equipment rather than a difference in attitudes or behavior towards the computer. Thus, the dynamics that arose at that particular moment

and which had led to the almost total exclusion of women from the world of new technologies, were almost pedissequely re-presented, with all the baggage of prejudices and stereotypes that had accompanied them in the mode of use of the technologies themselves. The problem at the bottom was not [16]: "In the fear of women using computers, but simply because they lacked enough interesting programs for them. I mean, after all, when the computer culture began, it was from the very beginning a culture and machines elaborated by men for men, by engineers for engineers". The relationship between gender and technology and, above all, between women and new technologies is a topic that has been discussed in the last decades. Fundamental to the disparity of access to computer technology based on gender belonging is the position of cyberfemminism, whose place of action is the cyberspace seeking to use new technologies for women [17]. The starting point of the analysis of the phenomenon is the parallel between the social construction of new technologies and the social construction of gender: technologies are produced, transported and consumed within a complex network of historical-social relationships that are influenced by gender relations. According to Donna Haraway, theoretician of cyberfemminism, new technologies involve the dissolution of "sex" and "gender" structures: the development of technologies allows to overcome the historical position of women in the home, market, work environment and institutions, by modifying all the resulting social relationships. In the 1990s, characterized by recession, cyberfemminism's goal became women active in the new digital society by making them master the new technologies by acquiring technological skills: disappearing the liberating potential associated with web-based technologies.

## 2.2. Quantitative analysis

### 2.2.1. The Global Gender Report

In recent years, in industrialized countries, the issue of gender gap, the gap between men and women in the workplace (recruitment in important roles, wage difference) is increasing.

Italy, in the ranking that measures gender disparity, the Global Gender Gap Report, edited annually by the World Economic Forum in Geneva [18], falls out in 2016 to 50th place against 77th in 2006 but against 41th in 2015. What is emerging is the increase in the gender gap in relation to economic participation and opportunity: Italy stands at 117th place as gender equality on a world-wide index of 142 countries. Women's employment rates in Italy are very low, wage differentials exist (127th position, far below the world average) and are objective. The wage gap is 7.3% (Eurostat data) with 25% points amongst professionals and managers, and the percentage of managers remains at 15.1% of the total against 25% in Europe. In addition, the phenomena of horizontal segregation (few women in technical professions) and the vertical one (few women in managerial positions) are quantifiable. The global gender gap among Internet users grew from 11% in 2013 to 12% in 2016. Internet penetration rates are higher for men than for women in all regions of the world. The gap of the largest gender is what the ITU records in Africa, at a rate of 21.9%. In Europe, the penetration rate of the Internet is 76% for women, compared with 82% for men. [19] UnWomen estimates that the gap on Internet use is women at -250 million. And there are 1.7 billion women who do not have the cell phone. And again: the gap is particularly evident in the top positions in companies [20].

### 2.2.2. The Italian situation

Italy, according to the ISTAT report [21], survey conducted on a sample of about 24,000 households, for a total of almost 15,000 inhabitants, is positioned only in the antepenult position of the international ranking, with a value of 56% and 67.6% of men use the Internet, compared to 59.0% of women.

**Tab. 1. People 6 years and older who used the Internet according to gender (years 2010-2016)**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Males	54,6	56,6	58,3	60,2	62,3	65,0	67,6
Females	43,6	46,7	47,1	49,7	52,8	55,8	59,0
Total	48,9	51,5	52,5	54,8	57,5	60,2	63,2

Fonte: ISTAT(a), 2016, p.6

The Digital Divide is therefore still significant from the point of view of computer literacy. In addition, the gap must be read alongside other factors of difference: data show that the digital gender gap is intersected with age, and so, while the gender gap is very small up to 34 years old, they are accentuated after 35 years to reach the peak among people aged 60-64. In addition to that, a further economic-social, cultural, disability-related difference is added, leading to lower rates and increasing the existing gap. There is also diversity in computer skills where the percentage of men is always higher than that of women.

There are also differences in the use of the network (Tab.2) [22]: most males than females use Internet as a tool to read newspapers, newsletters, magazines (56.4 compared to 53.9%), to listen to radio (21.7% of males versus 17.4% of females) , to watch streaming TV or on demand (30.6 of males versus 25.1% of females), to participate in professional networks (13.6% of males versus 9.7% of females), to use archiving services on the Internet (31.2% of males compared to 26.5% of females), but females use the web more to participate in social networks (59.7% of females compared to 56.1% of males).

**Tab. 2. People 6 years and older who have used the Internet over the last 3 months by type of communication and gender - Year 2016**

(for 100 people aged 6 and over of the same gender who used the Internet over the last 3 months)

Gender	Enjoyment of cultural content (a)				Social interaction (a)	Professional networks	Cloud
	Read newspapers, newsletters, magazines	Listen to the radio	Watch video content from sharing services	Watch streaming TV or on demand	Participate in social networks	Participate in professional networks (B)	Use archive services. on the Internet (b)
Males	56,4	21,7	70,8	30,6	56,1	13,6	31,2
Females	53,9	17,4	66,8	25,1	59,7	9,7	26,5
Males and females	55,2	19,6	68,9	28,0	57,8	11,7	29,0
(a) Possible multiple responses							
(b) For 100 people aged 15 and over the same gender and age class who have used the Internet over the last 3 months.							

Fonte: ISTAT(b), 2016, Tav.3.1.

From the data presented emerges the differentiation of Internet users with respect to the activities carried out on the network, by detecting for males a cultural and professional use and for women a relational use more oriented to social interaction activities. Indeed, for a proper analysis of the phenomenon can not be ignored by the social construction of gender and technology concepts, in the sense that the relationship between women and technology depends on the contexts in which gender and gender interaction practices are developed: "inequalities born with the Internet add up to those already existing, reinforcing themselves into a vicious circle" [23]. The conditions that determine a women's technological gap, especially for housewives, can be found in low schooling, lack of a computer, lack of time to learn to use it (familiarizing with technology takes time and the family cultural model generally does not provide an equitable sharing of family commitments with the partner), and finally in the exclusion from a network of social relationships that can encourage the approach to technology [24]. The different approaches to approaching the personal computer of women (or rather, of some women) seem to derive not so much by "genetic" specifics, but by factors related to the socio-cultural context of reference [25].

#### 2.2.4. The problem of the stereotypes

The phenomenon has to be considered as a process of wider cultural development, with the overcoming of stereotypes, which see women as less "fit" to occupy work positions in techno-scientific areas or less in science. In addition, in working environments with a purely male composition, reconciling career and personal sphere may seem impossible. Gender stereotypes discourage girls since the early school years [26]: since they are little girls, women tend more than men to associate intelligence with the other gender, and to avoid, more than their peers, the activities for which it is required to be "really smart", conditioning paths and even careers future.

Numerous scholars [27] have pointed out, in relation to the assessment of the use of technology, a phenomenon of overestimating their abilities by males, against an opposite phenomenon of underestimation by females.

#### *2.2.5. Women and ICT*

According to a European Commission report, almost half of the EU population (47%) is not digitally skilled, but in the near future, 90% of jobs will require a certain level of digital skills. Vacancies by 2020 for ICT are 825,000 [28]. So many digital skills are needed in Europe and the EU launches the Digital Skills and Jobs Coalition. Member States together with Ong will work to support the emergence of talents and new businesses [29]. ICT for Europe accounts for 6-8% of the GDP. Women in ICT represent only 30% of the workforce on 7 million people working in the industry. With 50% women, the European GDP would increase by about 9 billion euros a year [30]. Only 19.2% of ICT sector employees have a women leader, compared to 45.2% in other sectors. Only 7% have reached significant places and the percentage has declined even more in the last year. Yet with respect to colleagues from other economic sectors, ICT workers earn almost 9% more and enjoy greater flexibility in carrying out their work. If, up to 34 years of age, gender differences - relative to Digital Divide - are very small and accentuate from the cluster 45-54 years, they reach a peak of almost 15% in the age group of 60-64 years [31].

According to the results of a NetConsulting Cube survey for CA Technologies [32] on a sample of Human Resource Managers and Information Systems Directors of 60 Italian companies, no women are among the Italian Data Scientists. And there are scarce female figures among Big Data Engineers and cyber security and Iot experts. The gap also covers wages: in Italy men earn a third more than women.

But the gap that emerges from the "Getting to Equal" study, presented by Accenture[33], could close in 2049, 42 years ahead of current estimates, leveraging digital fluency, career strategies and technological skills. Interesting opportunities open on the e-commerce front: an eBay-Ipsos survey claims that over 3 million Italian women consider online shopping an appropriate tool to start a business [34].

#### *2.2.6. Women and STEM*

The problem of women's low involvement in ICT is due to the low numbers of women who choose study paths in the STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) areas, which are intended to create more employment. According to the OECD [35], in Italy, only 18% of the population have a degree, considering age ranging from 25 to 64 years (the OECD average is 36%), with a prevalence of graduates in humanistic disciplines. In the year 2015, 39% of Italians have a 1<sup>st</sup> cycle (university) degree in the field of fine arts and humanistic disciplines, social sciences, journalism and information, while the average OECD stands at around 23%; the 24% has graduated in a technical-scientific discipline, and only 14% have a degree in economics, management and case law compared to the OECD average of 23%. Most of the degrees in humanistic disciplines are obtained by women, with 93% of female graduates in the education sector. And women are getting the most degree in humanistic disciplines, with 93% of female graduates in the education sector. Therefore, to overcome the gender gap in ICT, it is necessary to enhance women's "STEM" skills. In this regard, the projects "Informatica Sarà Lei" [36] of Ca 'Foscari and the Digital Girls of EWMD and UniMORE [37] have been formulated, and European initiatives such as "EQUAL-IST Gender Equality in Information Science and Technologies"[38].

### **3. Intervention lines**

With particular reference to the ICT sector, the inclusion of those citizens who have no access to the benefits of the information society has become one of the cornerstones of the Digital Agenda for Europe, and hence of the Italian Digital Agenda. The main obstacles to women's inclusion in the ICT sector according to the European Commission are [39]: cultural traditions, stereotypes affecting the role of women, along with socio-psychological factors such as lack of self-confidence, little negotiating capacity, risk aversion and poor predisposition to competition; joined to external barriers as an environment with a strong male dominance; and still the difficulties in reconciling private life and working life and the lack of clear reference models in the industry. The main guidelines suggested to increase the gender dimension of the digital agenda are to point to key actions to attract girls to ICT studies and careers, to increase women's digital skills and to enhance the talent

of professionals already occupied in order to keep them in the industry. At the same time, however, there are some cross-cutting aspects that have to do with the gender dimension of the entire R & D cycle in ICT. The issue has also been incorporated in the new multistakeholder initiative "Grand Coalition for Digital Jobs", which aims to counter negative stereotypes on ICT professions, to improve the training offer for advancing digital skills through shared standards, and encourage the emergence of new start ups. Also in our country, the issue of 'women' was reported by ADI within the e-skills section, proposing [40]:

- provide examples and positive models for women who want to enter the digital technology sector and / or undertake a startup career;
- promote the role of women as active users, creators and technology makers and innovation protagonists.

In summary, the main policy areas for inclusive innovation policies are the following three [41]:

1. Digital education. The girls enrolled in computer science degrees represent only 20% of the total number of registered students in the same disciplines, whereas their presence exceeds 60% in health, social and humanities. School and University together with civil society and with the support of ICT companies can do a lot to encourage young people to consider ICT professions as interesting and stimulating for their future. Retraining of adult women through e-skills can also be a strategic area for enhancing female employability.

2. Startup and digital ecosystems. It is known that even among digital entrepreneurs in Europe women are a small minority of only 19% of the total [42], in Italy only 11% [43]: cloud computing, Internet of things , mobile applications are areas that revolutionize the way of life of the present and of the future and within which entrepreneurial initiative and creativity can find fertile spaces of application. But startupper women still face barriers in these areas, due to the widespread presence of stereotypes that identify them as unsuitable for leadership and the world of technologies, and for a still limited activation and awareness of digital ecosystems that offer startup support

3. Intelligent Cities and Communities. Smart cities inclusive of diversity, gender and more, are the convergence point where public services, sustainable mobility, public space management and planning and energy consumption models integrate and leverage participation, civic engagement and social innovation from the bottom to use new technologies to increase the quality of life and address the demographic challenges and climate change that characterize the new millennium. It is important to act at these levels through research, change of governance models, sharing and opening up data and co-designing new technologies, starting from clustering as a leader, taking into account the differences across citizenship. European networks such as Cluster on Citizen Focus within the framework of the European Innovation Partnership for Smart Cities and Communities are active in this direction.

## Conclusions

The problem of overcoming, or at least controlling, the phenomenon of the digital genre gap must be tackled with multiple operational proposals. It certainly emerges as a *conditio sine qua non* the need to bridge the Digital Divide with concrete actions of computer literacy, capable of providing the necessary skills and computer skills; updated "literacy" to the current context and the rapid evolution of technologies, think of web 2.0 tools and the use of mobile devices. But computer literacy alone is not enough and must be associated with the creation of a digital culture. In fact, the analysis of data is linked to the role of woman in the traditional (still persistent) model of our society as a subject to which it is entrusted the care of the home and the family [44].

The factors that prevent women from being the real protagonists of digital are:

- Cultural traditions and stereotypes about the role of women
- Internal barriers and socio-psychological factors (lack of self-confidence, poor negotiation skills, risk aversion, and negative attitudes towards competition)
- External barriers: a highly male-dominated environment, difficulty in reconciling private life and working life
- Lack of reference models in the industry.

The main lines of intervention to increase the gender dimension are:

- Making the sector more attractive to women and society as a whole, highlighting the most exciting aspects (stimulating, non-monotonous, useful, etc.)



- Give more space to women, for example by promoting, in collaboration with the business world, educational programs, harmonized at European level, capable of encouraging clear and linear professional paths in the ICT sector
- Fostering female entrepreneurship in the digital sector, for example by facilitating access to venture capital and risk
- Improve working conditions in the sector, for example by highlighting the best performance obtained by women's entrepreneurs.

## References

- [1]NTIA (National Telecommunications and Information Administration) – U.S.Department of Commerce, 1999. *Falling through the net: defining the digital divide*. Available from <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/digitaldivide> .
- [2] Bracciale, R. , 2011. *Donne nella rete. Disuguaglianze digitali di genere*. Milano: F. Angeli.
- [3]van Dijk, J. A.G. M., 2006. *Digital Divide research , achievements an shortcomings*, Poetics , vol 34, n.4-5, pp 221-235 <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6461579> ; Bentivegna, S., 2009, *Disuguaglianze digitali: le nuove forme di esclusione nella società dell'informazion.*, Bari: Laterza, p.8.
- [4]van Dijk, J A.G.M., 2005. *The Deepening Divide : Inequality in the Information Society*. Thousand Oask:, Sage Publications.
- [5] Compaine, B. (edited by), 2001. *The Digital Divide: Facing a Crisis or Creating Myth?*, Cambridge, Massachusetts: The Mit Press, p.13.
- [6]van Dijk , J A.G.M.,2005. *The Deepening Divide : Inequality in the Information Society*, Thousand Oask:Sage Publications; Warschauer, M.,2004. *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. Massachusetts: The Mit Press,p.199.
- [7]Rogers , E.M., 2003. *Diffusion of innovations*, New York: New York Press, pp. 147-148.
- [8]Norris, P., 2001. *Digital divide: civic engagement, information poverty, and the Internet worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press , 2001, p.30.
- [9]Gunkel, D., 2004. *Second thoughts: toward a critique of the Digital Divide*. *New Media & Society*. 5, 4, p.504
- [10]Sartori, L., 2006. *Il Digital Divide. Internet e le nuove disuguaglianze sociali*, Bologna:Il Mulino, p.39.
- [11]Moschella, D. & Atkinson R.D.,1998. *The Internet and Society: Universal Access,Not Universal Service*. Washington D.C : Progressive Policy Institute (Ppi) , [www.ppionline.org](http://www.ppionline.org).
- [12]Norris, P., 2001. *Digital divide: civic engagement, information poverty,and the Internet worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press , pp.87-91.
- [13] Sartori L., 2006. *Il Digital Divide. Internet e le nuove disuguaglianze sociali*. Bologna: Il Mulino. pp. 31-32.
- [14]Warschauer, M., 2002. *Reconceptualizing the Digital Divide*. *First Monday*. 7 (7). Retrieved May 10, 2005 from [http://firstmonday.org/issues/issue7\\_7/warschauer/index.html](http://firstmonday.org/issues/issue7_7/warschauer/index.html); Warschauer M.,2003, *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*, Cambridge – Londra:The MIT Press.
- [15]ITU (International Telecommunication Union)), 2016, *ICT Facts and Figures 2016*. Available from <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>.
- [16]Turkle, S.1999. *Il computer-linguaggio discrimina le donne*. *La Repubblica.it*. 31 maggio 1999. Available from <http://www.repubblica.it/online/internet/mediamente/turkle/turkle.it>.
- [17]Braidotti, R., 2005.*Madri, mostri e macchine*. Roma: Manifestolibri
- [18]WEFORUM ORG, 2016.*Global Gender Gap Report 2016*. Available from [http://www3.weforum.org/docs/GGGR16/WEF\\_Global\\_Gender\\_Gap\\_Report\\_2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GGGR16/WEF_Global_Gender_Gap_Report_2016.pdf)
- [19]Bogdan-Martin, D., 2016. *We must bridge the digital gender divide*. *ITU News Magazine*, n.4, pp.5-10
- [20]UnWomen (United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women),2016. *ITU and UNWomen announce 'EQUALS': The Global Partnership for Gender Equality in the Digital Age*. Available from <http://www.unwomen.org/en/news/stories/2016/9/press-release-itu-and-un-women-announce-global-partnership-for-gender-equality-in-the-digital-age>.
- [21]ISTAT(a), 2016. *Report 2016. Cittadini, imprese e ICT*. Roma: ISTAT. Available from <https://www.istat.it/it/files/2016/12/Cittadini-Imprese-e-nuove-tecnologie.pdf>, p.6.
- [22]ISTAT(b), 2016. *Cittadini, imprese e ICT , Tavole*, Roma: ISTAT. Available from <https://www.istat.it/it/archivio/194611> . Tav.3.1.
- [23] Sartori, L., 2006. *Il Digital Divide. Internet e le nuove disuguaglianze sociali*. Bologna: Il Mulino.p. 31
- [24]Guerra,I L. & Zanetti, F., 2009. *Digital Divide: analisi del fenomeno e prospettive di superamento*. p.136. <https://trapanimarco.files.wordpress.com/2009/11/tomasini-digital-divide-analisi-del-fenomeno-e-prospettive-di-superamento.pdf>

- [25] Bracciale, R., 2011. *Donne nella rete. Disuguaglianze digitali di genere*. Milano: Franco Angeli ed.
- [26] Bian, L., Leslie, S.J., Cimpian, A., 2017. *Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests*, Science .Vol. 355. Issue 6323, pp. 389-391. Available from <http://science.sciencemag.org/content/355/6323/389>.
- [27] Hargittai, E. & Shafer, S., 2006. *Differences in Actual and Perceived Online Skills: The Role of Gender*. Social Science Quarterly, Volume 87, Number 2, Available from <http://www.eszter.com/research/pubs/hargittai-shafer-ssq06.pdf>; Liff S. & Shepherd, A., 2004. *An evolving gender digital divide?*. Oxford Internet Institute. Internet Issue Brief n.2. Available from <https://www.oii.ox.ac.uk/archive/downloads/publications/IB2all.pdf>.
- [28] Hüsing, T., Korte, W.B. & Dashja, E., 2015. *Competenze digitali per PMI le competenze e le abilità di leadership e-2020*. Available from [eskills-lead.eu/fileadmin/lead/brochure-lead/eleadership\\_digital\\_skills\\_v1\\_it.pdf](http://eskills-lead.eu/fileadmin/lead/brochure-lead/eleadership_digital_skills_v1_it.pdf)
- [29] EUROPEAN COMMISSION, 2014. *The digital Skills and Jobs Coalition*, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/grand-coalition-digital-jobs>.
- [30] EUROPEAN COMMISSION, 2013. *Women active in the ICT sector*. Available from <http://bookshop.europa.eu/it/women-active-in-the-ict-sector-pbKK0113432/>.
- [31] Pietrafesa, E., 2014. *Più donne nell'Ict, così la Ue cresce*, Available from [http://www.corrierecomunicazioni.it/punti-di-vista/28742\\_piu-donne-nell-ict-cosi-la-ue-cresce.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/punti-di-vista/28742_piu-donne-nell-ict-cosi-la-ue-cresce.htm).
- [32] NETCONSULTING CUBE, 2017. *Digital gender gap: valorizzare il talento femminile nel settore tecnologico*. Available from [http://www.educational.rai.it/materiali/pdf\\_articoli/33063.PDF](http://www.educational.rai.it/materiali/pdf_articoli/33063.PDF).
- [33] Accenture, 2017. *Getting to Equal*, pp.3-5, in [https://www.accenture.com/t20170801T100511Z\\_w/\\_ch-en/acnmedia/Careers/PDF-9/Accenture-Women-study-2017-Transcript.pdf](https://www.accenture.com/t20170801T100511Z_w/_ch-en/acnmedia/Careers/PDF-9/Accenture-Women-study-2017-Transcript.pdf).
- [34] Meta F., 2017. *E-commerce, per le italiane si aprono chance di business*. Available from [http://www.corrierecomunicazioni.it/digital/46213\\_e-commerce-per-le-italiane-si-aprono-chance-di-business.htm](http://www.corrierecomunicazioni.it/digital/46213_e-commerce-per-le-italiane-si-aprono-chance-di-business.htm)
- [35] OCSE, 2017. *Uno Sguardo sull'Istruzione - Education at a Glance – 2017*, <http://www.oecd.org/edu/education-at-a-glance-19991487.htm>.
- [36] Università Ca' Foscari Venezia, 2016. *Informatica sarà lei*. Available from <http://informaticasaraiei.github.io/index.html>.
- [37] Università di Modena e Reggio Emilia e European Women Development Management (EWMD) di Reggio Emilia, *Il progetto Ragazze digitali*. Available from <http://www.ragazzedigitali.it/il-progetto>
- [38] ViLabs, Ca' Foscari University of Venice, University of Muenster, University of Liechtenstein, University of Turku, Kaunas University of Technology, University of Modena and Reggio Emilia, University of Minho, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Objectives, Available from <https://equal-ist.eu/objectives/>.
- [39] EUROPEAN COMMISSION, 2013. *Women active in the ICT" sector*. Available from <http://bookshop.europa.eu/it/women-active-in-the-ict-sector-pbKK0113432/>
- [40] Punto di contatto Nazionale Italiano ECWT (European Centre for Women and Technology), Università Ca' Foscari/CISRE Formazione Avanzata, 2012. *Raccomandazioni alla Cabina di Regia ADI*, Atti del *Convegno Inclusione: e-Skills, formazione, lavoro*. Università Ca' Foscari, Venezia, 6 Giugno 2012. Available from [http://www.univirtual.it/European-Centre-for-Women-and-Technology/convegno-inclusione-workshop-gender-report\\_def.pdf](http://www.univirtual.it/European-Centre-for-Women-and-Technology/convegno-inclusione-workshop-gender-report_def.pdf).
- [41] Sanguiliano, M., 2016. *Informatica sarà Lei! Innovare superando le disuguaglianze di genere*. Available from <http://www.forumpa.it/smart-city/informatica-sara-lei-innovare-superando-le-disuguaglianze-a-partire-da-quella-di-genere>
- [42] EUROPEAN COMMISSION, 2013. *Study on women active in the ICT sector*. Luxembourg. <http://doi.org/10.2759/27822>.
- [43] Mind the Bridge, 2012. *Start ups in Italy. Facts and Trends*. Available from [http://mindthebridge.com/wp-content/uploads/2015/11/Mind-the-Bridge-Survey\\_2012\\_ENG.pdf](http://mindthebridge.com/wp-content/uploads/2015/11/Mind-the-Bridge-Survey_2012_ENG.pdf)
- [44] Faini, F., 2013. *Donne e tecnologie: inclusione e partecipazione*, published in the dossier *Intelligenza in genere – la rubrica delle WISTER di Saperi – Forum PA*. Available from <http://saperi.forumpa.it/story/70068/donne-e-tecnologie-inclusione-e-partecipazione>.

## **I sistemi di gestione integrati: uno strumento per il perseguimento della sostenibilità aziendale, alla luce della prossima pubblicazione della norma ISO 45001.**

**Ghi A.:** Dip. Management - Sapienza Università di Roma - [alessandra.ghi@uniroma1.it](mailto:alessandra.ghi@uniroma1.it)  
**Jirillo R.:** DEIM - Università della Tuscia – Viterbo - [rjirillo@unitus.it](mailto:rjirillo@unitus.it)

**Parole chiave:** Sistemi di Gestione Integrati, Sostenibilità, Certificazione, ISO 45001.

### **Abstract**

La certificazione volontaria dei sistemi di gestione di Qualità, Ambiente e Sicurezza costituisce uno degli strumenti a disposizione delle organizzazioni in ogni ambito produttivo, in ogni Paese, in ogni mercato, per contribuire a superare una competizione troppo spesso ancora basata sulla compressione del costo dei fattori di produzione e, per tale motivo, spesso a detrimento dei diritti e della dignità delle persone e a danno della natura e dell'ambiente. In particolare, per quanto attiene alla sicurezza sul lavoro, le ultime stime fornite dall'ILO indicano che ogni giorno, nel mondo, oltre 6300 persone muoiono a causa di incidenti sul lavoro o per malattia professionale. Ogni anno, nel mondo accadono circa 317 milioni di incidenti sul lavoro e tale fenomeno produce conseguenze gravissime sulla vita umana e nella società, ma anche un danno economico complessivo stimato intorno al 4% del PIL globale annuale (ILO, 2016).

Lo scopo del presente lavoro è quello di offrire un contributo alla letteratura accademica esistente sull'analisi del ruolo svolto dai sistemi integrati di gestione di qualità, ambiente e sicurezza, nel perseguimento della sostenibilità delle attività aziendali, alla luce della prossima pubblicazione della norma ISO 45001, in sostituzione della norma OHSAS 18001, per la certificazione del sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro.

La norma ISO 45001, attualmente in Draft International Standard (DIS) ed in fase di un secondo *enquiry stage*, è stata redatta in conformità agli attuali standards internazionali esistenti ed operanti, quali: la norma OHSAS 18001, le Linee Guida ILO-OSH dell'International Labour Organization, e gli standards e le convenzioni internazionali dell'ILO. Per essa, la pubblicazione è attesa per febbraio 2018.

Dopo aver analizzato, sulla base dei dati ISO ed UNI disponibili, la struttura e le caratteristiche della nuova norma ISO 45001, anche effettuando un confronto con la norma OHSAS 18001, ed una volta considerate ed esaminate le migliorate possibilità di integrazione della nuova ISO 45001 con le norme ISO 9001 e ISO 14001, si procede all'analisi della letteratura esistente sul legame tra i sistemi integrati di gestione ed il concetto di sostenibilità aziendale. Attraverso l'analisi effettuata, il presente elaborato vuole porre in risalto la rilevanza del ruolo che la norma ISO 45001, strutturata in modo da rendere più agevole il cammino verso l'integrazione dei sistemi di gestione QAS, potrà assumere nel perseguimento degli obiettivi di sostenibilità aziendale da parte delle imprese, anche di piccole e medie dimensioni.

### **Introduzione**

Nell'ambito dell'Unione Europea, in considerazione dei risultati confortanti relativi al complessivo calo degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali, registrato a seguito dell'adozione della Strategia comunitaria 2007-2012 per la salute e la sicurezza sul lavoro, la Commissione Europea ha deciso di proseguire la sua politica di tutela dei lavoratori, approntando il nuovo Quadro strategico 2014-2020 in cui definisce sette obiettivi prioritari, tra i quali spicca quello di fornire ai lavoratori ed alle aziende tutti gli strumenti utili alla comprensione della legislazione, in modo da agevolare l'adempimento degli obblighi legali in materia di salute e sicurezza sul lavoro. Per la realizzazione di tali obiettivi, il nuovo Quadro strategico punta sulla collaborazione tra i Paesi membri e tutti i soggetti interessati e prevede un particolare coinvolgimento delle Pmi, in quanto esse maggiormente necessitano di strumenti utili alla semplificazione, così come all'individuazione di buone pratiche (European Commission, 2014).

In Italia, la norma OHSAS 18001, per la certificazione volontaria dei sistemi di gestione della sicurezza sul lavoro, ha svolto fino ad oggi un ruolo importante nella diffusione della cultura della sicurezza e nella prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro tra gli operatori nei diversi settori produttivi.

Secondo i dati forniti dalla Relazione Annuale 2016 ACCREDIA, prosegue, infatti, il trend positivo già registrato nel 2015, per i sistemi di gestione per la salute e sicurezza del lavoro certificati OHSAS 18001 che, proprio nel 2016, crescono per numero di siti certificati del 9%, rispetto al precedente anno. I siti certificati OHSAS 18001, in Italia, sono passati infatti dai 12.900 circa del 2014, ai 14.900 del 2016. Tale trend positivo dimostra una sensibilità crescente degli operatori alle esigenze di tutela della sicurezza dei lavoratori.

Dall'analisi dei dati ACCREDIA relativi al numero di siti certificati OHSAS 18001 dal 2008 al 2016, si può affermare che un vero e proprio aumento del numero delle certificazioni OHSAS 18001 lo si è avuto proprio a partire dal 2010, in quanto sino al 2007 la norma di riferimento per poter richiedere la certificazione era la versione BS OHSAS 18001:1999, la quale difficilmente si armonizzava con le altre norme di certificazione.

Il grado di compatibilità della norma OHSAS 18001 con gli altri standard di certificazione, ed in particolare con le norme ISO 9001 ed ISO 14001 costituisce, infatti, un elemento importante ai fini della diffusione dell'applicazione della norma di certificazione di un sistema di gestione per la sicurezza sul lavoro nelle organizzazioni (D'Ascenzo, Ghi, 2014).

La Relazione Annuale INAIL 2016 (pubblicata a luglio 2017) ha evidenziato, inoltre, che le denunce di infortuni accaduti nel 2016 in Italia siano state circa il 14% in meno rispetto al 2012, così come le denunce di infortunio mortale siano state circa il 25% in meno rispetto a quelle del 2012.

Questa diminuzione si rileva ancora più accentuata fra le aziende che si sono dotate di un sistema di gestione di salute e sicurezza sul lavoro (SGSSL) certificato OHSAS 18001 da Organismi accreditati (così come indicato nell'ultimo Report Accredia 2012, condotto in collaborazione con INAIL).

I dati raccolti supportano la validità della certificazione dei SGSSL, sia in termini di valore assoluto, sia in termini di confronto con altre certificazioni disponibili per le imprese.

La diminuzione del numero degli infortuni sul lavoro e la conseguente riduzione dei costi della non sicurezza costituisce, dunque, un motivo trainante per l'adozione di tale metodologia gestionale.

Da quanto esposto sopra, emerge l'intuizione che i sistemi di gestione tenderanno in misura sempre maggiore verso l'armonizzazione e l'integrazione dei rispettivi standard. Tale intuizione viene confortata anche da studi che evidenziano che, mettendo in relazione tra loro i sistemi di gestione di qualità, ambiente, sicurezza, efficienza energetica e gestione dei servizi informatici, questi siano tutti dotati di requisiti che possano prevedere una gestione contemporanea come, ad esempio, la gestione documentale, sia fasi operative comuni, tra cui la pianificazione e la programmazione delle attività (Jirillo et al, 2013). Queste considerazioni si aprono ad una più ampia prospettiva in considerazione della futura pubblicazione della norma ISO 45001, per la certificazione del sistema di gestione della sicurezza sul lavoro, in sostituzione dell'attuale norma OHSAS 18001:2007. Come verrà ripreso in seguito, la norma ISO 45001 prevede, tra gli obiettivi principali, la facilitazione dell'integrazione con le norme ISO 14001:2015 e ISO 9001:2015. Tale intuizione viene confermata inoltre da alcuni studi (Salomone, 2008) secondo cui, a motivo delle crescenti necessità riferite in sede ISO, da parte delle aziende e delle parti interessate, il ricorso all'integrazione di più sistemi di gestione in un unico sistema di gestione integrato (IMS), può costituire una scelta che risulti realmente effettiva ed efficiente per le organizzazioni.

## **Materiali e metodi**

Sulla base di analisi di dati ACCREDIA ed INAIL, svolte dagli autori in precedenti studi sulla validità e sul ruolo delle certificazioni OHSAS 18001 e dopo aver esaminato la struttura e le caratteristiche del draft della norma ISO 45001, sulla base dei dati ISO ed UNI disponibili, anche effettuando un confronto con la norma OHSAS 18001:2007, si procede all'analisi della letteratura esistente ed, in modo specifico, ad una estesa analisi della letteratura pubblicata e degli studi rilevanti sul legame tra i sistemi integrati di gestione e la sostenibilità aziendale.

## **Discussione**

La proposta di sviluppare una specifica norma ISO relativa ai sistemi di gestione di salute e sicurezza sul lavoro venne effettuata in sede ISO da parte del BSI, al fine di creare un riferimento normativo a livello internazionale per tutte le organizzazioni che avessero voluto implementare un approccio sistemico anche per la gestione della sicurezza sul lavoro. In un primo momento tale proposta venne rigettata per molteplici ragioni ma, essenzialmente per il fatto che gli aspetti di salute e di sicurezza sul lavoro, essendo già disciplinati dalla normativa cogente nella stragrande maggioranza dei Paesi, non necessitassero anche di uno standard ISO che

avrebbe potuto creare problemi legati alla sovrapposizione ed al potenziale conflitto tra requisiti cogenti e requisiti volontari. Occorre sottolineare che il processo di definizione di uno standard relativo al SGSSL si è sviluppato, fino ad oggi, in modo autonomo in diversi Paesi del mondo, portando alla pubblicazione di numerose norme volontarie. Ad esempio di ciò, possono essere citate le norme GB/T28001 pubblicate in Cina nel 2001, le norme AS/NZ 4801 pubblicate in Australia e Nuova Zelanda nel 2001, e le norme ANSI Z10, pubblicate nel 2005 negli Stati Uniti. Per quanto riguarda l'Italia, particolare rilievo hanno assunto le Linee Guida UNI – INAL, pubblicate nel 2001. Soltanto nel giugno 2013, in sede ISO, si venne a delineare l'importanza di ottenere uno standard internazionale che facesse chiarezza rispetto ai vari standard nazionali sviluppati nel corso degli anni e, di conseguenza, si approvò un nuovo progetto di normazione, attraverso la creazione di un comitato tecnico di progetto denominato ISO/PC 238. In sede progettuale, venne stabilito anzitutto che la struttura della futura norma fosse in coerenza con quanto previsto dallo standard Annex SL, ossia la “High Level Structure” (HLS), struttura normativa di alto livello caratterizzata da elementi costituenti comuni che predispongano all'adozione di sistemi di gestione integrati ed inoltre venne stabilita la pregiudizialità delle esigenze delle Pmi in cui il fenomeno infortunistico e tecnopatico è particolarmente presente e di difficile controllo.

In sintesi, la declinazione dei requisiti effettivamente flessibili ed adattabili con modalità diverse a piccole e grandi aziende e l'esigenza di favorire la gestione della sicurezza e salute sul lavoro, ma senza che ciò implichi la ridondanza documentale e la necessità di impiego di risorse aggiuntive, costituiscono i punti di partenza dei lavori della Commissione ISO per la stesura della nuova ISO 45001.

Peraltro, è importante ricordare che, ad oggi, non esistendo ancora una specifica norma ISO, la certificazione OHSAS 18001 può essere effettuata sia da Organismi di certificazione accreditati da parte di ACCREDIA, quindi nel rispetto del regolamento tecnico RT12 del Sincert, sia da altri Organismi di certificazione che tali non sono. Tale dicotomia ha creato una discreta confusione nel mondo produttivo, portando sul mercato aziende certificate OHSAS 18001 con o senza accreditamento, con conseguenti differenze in termini di valore legale (si pensi alle gare d'appalto), durata ed approfondimento degli audit di certificazione e dei costi relativi. La pubblicazione della norma ISO 45001, norma di rango superiore allo standard britannico OHSAS 18001, consentirà di superare tale dicotomia.

Passando ad una breve analisi della norma ISO 45001, è possibile affermare che, così come per tutte le norme del futuro di matrice ISO, consta di un'unica struttura di base di livello superiore, costituita da dieci requisiti fondamentali aventi lo stesso testo, nonché termini e definizioni comuni. In tal modo, mentre la struttura di base resta invariata in tutte le norme, vengono inserite sottoclausole e testi specifici per ogni disciplina, con tangibili vantaggi in termini di: semplificazione, agevolazione della standardizzazione, facilitazione relativa all'integrazione dei sistemi di gestione.

La *high level structure* rende infatti la norma ISO 45001 perfettamente sovrapponibile alla norma ISO 9001:2015 ed ISO 14001:2015 e tale facilità di integrazione rende agevole il passaggio ad un unico sistema di gestione integrato (Kleinová, et al., 2014).

Dall'esame del draft della norma ISO 45001 si evidenziano alcuni requisiti principali, tra cui vi è il ruolo centrale assegnato al Top management che garantisce la propria leadership, integrando nei processi di lavoro la protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori, senza delegare tale compito.

Il contesto dell'organizzazione è l'altro dei requisiti fondamentali della norma in esame: nella centralità del suo ruolo, l'organizzazione è chiamata ad identificare e descrivere chiaramente le opportunità di miglioramento della salute e della sicurezza sul lavoro in un processo che risulti a sé stante, in considerazione delle condizioni di lavoro lungo tutta la catena del valore.

Una ulteriore caratteristica che contraddistingue la norma in oggetto consiste nella sua fruibilità per le Pmi, attraverso la semplificazione documentale, che favorisce la gestione del complessivo sistema di salute e sicurezza sul lavoro, evitando il ricorso a risorse aggiuntive dedicate.

In sintesi, partendo dal prerequisito che gli aspetti di salute e sicurezza sul lavoro costituiscono parte integrante del complessivo sistema di gestione aziendale (Bird, 2014), lo spirito della norma ISO 45001 appare orientato verso il contesto globale in cui l'organizzazione opera, ampliato ora a tutta la catena di fornitura del prodotto/servizio, agli stakeholder, al risparmio delle risorse, alla fruibilità per le Pmi ed alla facilità d'integrazione con gli altri sistemi di gestione, nel perseguimento di un unico sistema di gestione integrato.

Nell'ambito delle politiche di management aziendale, il sistema integrato di gestione può essere considerato uno strumento utile al perseguimento della sostenibilità aziendale.

Secondo un approccio teorico, il concetto di sostenibilità d'azienda e il concetto di sistema integrato di gestione non sembrano essere, ad un primo sguardo, connessi. In realtà, la relazione esistente tra questi due concetti è da tempo oggetto di studio e recenti ricerche hanno evidenziato le connessioni tra di essi esistenti (Asif et al., 2011). Diversi ricercatori non soltanto hanno studiato il legame esistente tra questi due concetti, ma hanno proposto dei modelli specifici per diffondere il principio della sostenibilità nell'ambito delle attività di business, proprio attraverso l'integrazione dei sistemi di gestione, anche attraverso l'analisi di esperienze di imprese caratterizzate da produzioni ecosostenibili

Secondo alcuni autori (Asif, 2011), l'integrazione dei sistemi di gestione e le determinazioni aziendali di sostenibilità sono guidate dalle pressioni e dalle richieste degli stakeholders. Una caratteristica essenziale di entrambi è quella di progettare i processi aziendali in modo tale da generare valore per gli stakeholders ed adeguare tali processi alla visione organizzativa, agli obiettivi, alle strategie ed alle risorse disponibili.

Secondo altri recenti studi, nel momento in cui un sistema integrato di gestione viene implementato, esso deve essere valutato e costantemente migliorato, sia a livello di singolo sistema, sia in funzione dell'integrazione con altri sistemi, con l'obiettivo finale di un costante coinvolgimento degli stakeholders (Karapetrovic, 2003; Rebelo, et al., 2014).

Alcuni autori (Rocha et al., 2007) propongono un modello di sistema integrato di gestione tale da potenziare e migliorare i già esistenti sistemi di gestione di qualità, ambiente, sicurezza e CSR, considerando l'integrazione a livello micro e macroeconomico, al fine di assicurarne l'efficacia, nel perseguimento dello sviluppo sostenibile.

Secondo Oskarsson e Malborg (2005) l'integrazione dei sistemi di gestione costituisce un percorso necessario per raggiungere lo sviluppo sostenibile. Gli autori inoltre discutono sulle modalità con cui i sistemi di gestione integrati possano supportare le aziende nella gestione della sostenibilità.

Mezinska et al. (2015) considerano il sistema integrato di gestione come uno strumento per implementare a livello organizzativo lo sviluppo sostenibile; essi analizzano in che modo un sistema di gestione integrato possa essere progettato in modo da essere utilizzato per costituire un'organizzazione socialmente responsabile e che contribuisca al perseguimento dello sviluppo sostenibile.

Nella tabella seguente, gli autori hanno elaborato una accurata rassegna della letteratura esistente sul legame tra sistemi integrati di gestione e sostenibilità.

KEYWORDS	AUTORI
<i>The future of IMS rests with the extension of its minimalistic requirements towards a set of comprehensive criteria able to steer the delivery of excellence to all stakeholders.</i>	Karapetrovic (2003)
<i>Analyse and discuss, from a theoretical point of view with focus on subjects as well as methods of management, whether the IMS in use can support the companies in their management of sustainability.</i>	Oskarsson and Malmborg (2005)
<i>Integration of MSs could provide a framework for integrating corporate sustainable development into business processes. Sustainable development cannot be viewed as a disconnected initiative and implementation requires integration with existing business infrastructure at micro level and macro level..</i>	Rocha et al. (2007)
<i>The integration of MSs and corporate sustainability decisions are driven by stakeholder pressure and requirements. An IMS approach can be used to structure the entire process of managing, measuring, and assessing progress towards corporate sustainability.</i>	Asif et al. (2011)
<i>Analyse how IMS should be designed so that it can be used for building a socially responsible organisation that contributes to sustainable development.</i>	Mezinska, et al. (2015)

## Conclusioni

Nel presente lavoro si è cercato di offrire un contributo alla letteratura accademica esistente sull'analisi del ruolo svolto dai sistemi integrati di gestione di qualità, ambiente e sicurezza, nel perseguimento della sostenibilità delle attività aziendali, anche alla luce della prossima pubblicazione della norma ISO 45001, in sostituzione della norma OHSAS 18001, per la certificazione del sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro.

L'analisi del draft della norma ISO 45001 per la gestione della salute e sicurezza sul lavoro rivela che essa può costituire un importante contributo alla soluzione delle questioni relative all'integrazione dei sistemi di gestione nelle organizzazioni, in unione con gli standards ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. La *high level structure* unificata e la disposizione strutturata degli elementi chiave del nuovo standard per la gestione della sicurezza sul lavoro, così come per il sistema di gestione della qualità, secondo la norma ISO 9001:2015 ed il sistema di gestione ambientale, secondo la ISO 14001:2015, crea i prerequisiti necessari per l'implementazione e la gestione standardizzata dei sistemi integrati di gestione nelle organizzazioni di differenti tipologie e dimensioni (Kleinova et al., 2014).

L'analisi estesa della letteratura esistente e degli studi rilevanti pubblicati sul legame tra i sistemi integrati di gestione e la sostenibilità aziendale, vuole offrire un contributo ai precedenti studi in merito alla giustificazione teorica di tale legame.

Dall'analisi della letteratura esistente si possono riassumere alcuni importanti elementi che collegano i concetti di sostenibilità aziendale e di sistema di gestione integrato. Specificamente, tali punti sono: l'approccio olistico organizzativo, la filosofia del miglioramento continuo, la necessità del forte coinvolgimento del Top management, ed il coinvolgimento e la soddisfazione degli stakeholders. Peraltro, attraverso l'analisi dei modelli che forniscono la connessione tra sistemi integrati di gestione e sostenibilità aziendale, emerge un doppio legame tra questi due concetti. Da un lato, i sistemi integrati di gestione possono costituire lo step necessario per conseguire la sostenibilità delle attività aziendali (Asif, 2011), dall'altro, la sostenibilità aziendale viene considerata un concetto che può essere incluso in preesistenti sistemi di gestione (Rocha et al., 2007). In entrambi i casi, appare evidente che l'integrazione dei sistemi di gestione costituisce l'impalcatura gestionale adatta all'incorporazione della sostenibilità nei processi di business delle aziende.

Il presente elaborato ha voluto porre, dunque, in risalto la rilevanza del ruolo che la norma ISO 45001, strutturata in modo da rendere più agevole il cammino verso l'integrazione dei sistemi di gestione, potrà assumere nel perseguimento degli obiettivi di sostenibilità aziendale da parte delle imprese, anche di piccole e medie dimensioni.

Ulteriori ricerche potranno essere utili a verificare se, a seguito della pubblicazione della norma ISO 45001, le aziende che redigono il bilancio di sostenibilità e che sono già certificate OHSAS18001:2007 potranno essere ulteriormente incoraggiate ad adottare un sistema di gestione integrato, e quali potrebbero essere gli svantaggi.

## Riferimenti

ACCREDIA, Osservatorio su salute e sicurezza sul lavoro, 2012.

ACCREDIA, Relazione Annuale, 2016.

Asif M., Searcy C., Zutshi A., Ahmad N., (2011), An integrated management systems approach to corporate sustainability, *European business review*, vol. 23, no. 4, Special Issue: Sustainable Business Models, pp. 353-367

Bird, K. (2014). First draft of ISO's occupational health and safety standard. available at: <http://www.iso.org/>

D'Ascenzo, F., Ghi, A., Uno studio sulla diffusione e sul ruolo della certificazione OHSAS 18001, come strumento volontario a tutela della sicurezza in alcuni comparti del sistema produttivo italiano, AISME 2014

European Commission, EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020, available at: <http://ec.europa.eu/>

Kleinová R., Szaryszová P., (2014), The new health and safety standard iso 45001:2016 and its planned changes. *International journal of interdisciplinarity in theory and practice*, ITPB – nr.: 3, pgg 43-47

ILO, (2015), Review of the implementation of ILO-ISO agreements. available at: <http://www.ilo.org/>

ILO, (2016), World Employment and Social Outlook: Trends 2016, available at: <http://www.ilo.org/>

Jirillo R Amendola C Serra G. (2013) Tecnologie ecocompatibili e sistemi di certificazione – Strumenti del rapporto impresa-ambiente. CEDAM, Padova.

Rocha, M., Searcy, C., Karapetrovic, S., (2007), *Integrating Sustainable Development into Existing Management Systems, on Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 18, 83-92

Salomone, R. (2008) Integrated Management Systems: Experiences in Italian Organizations. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1786-1806. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.003>



## **Nuovi processi di innovazione e di riorganizzazione per una pubblica amministrazione trasparente ed efficiente. Una analisi della situazione europea ed italiana.**

Autori

Rocchi A., Sapienza University of Rome, [andrea.rocchi@uniroma1.it](mailto:andrea.rocchi@uniroma1.it)  
Martucci O., University of Rome3, [olimpia.martucci@uniroma3.it](mailto:olimpia.martucci@uniroma3.it)

### **Abstract**

In una società moderna, trasparente ed economicamente efficiente il sistema pubblico ed in particolare la pubblica amministrazione ricopre un ruolo essenziale e senza dubbio di primo piano.

Partendo dalla disamina della situazione della pubblica amministrazione a livello europeo, mediante il UN index, si indaga il sistema italiano mediante alcuni indicatori di dettaglio.

Uno dei principali progetti italiani nel settore avviato nel 2011, denominato Open Coesione, sebbene abbia avuto diverse battute di arresto ha fornito una buona base di lancio per una pubblica amministrazione innovativa e trasparente, orientata alla utenza ed al cittadino.

L'obiettivo di questa ricerca riguarda principalmente il voler dimostrare che mediante processi di riorganizzazione e di innovazione, con nuovi ed innovativi sistemi e piattaforme ICT, la pubblica amministrazione italiana diventa più efficiente, trasparente ed user friendly.

Pertanto da un processo innovativo di e-government la sfida riguarda il raggiungimento di un sistema aperto verso l'open government, dove tutti i dati e le informazioni pubbliche sono sempre e comunque disponibili a tutti.

Keywords: ICT, Pubblica amministrazione, Open government

## **New processes of innovation and reorganization for a transparent and efficient public administration. An analysis of the European and Italian situation.**

### **Abstract**

In a modern, transparent and economically efficient society the public system and in particular the public administration plays an essential and undoubtedly prime role.

Starting from the review of the public administration at European level, through the UN index, the Italian system is investigated with some detail indicators.

One of the main Italian projects in the area started in 2011, called Open cohesion, although he had several setbacks has provided a good basis for an innovative and transparent public administration, user-oriented and citizen.

The aim of this research is to demonstrate that, through reorganization and innovation processes, with new and innovative systems and ICT platforms, the Italian public administration becomes more efficient, transparent and user friendly.

Therefore, an innovative process of e-government challenges the achievement of an open system towards the open government, where all public information and information is always available to everyone.

Keywords: ICT, Public Administration, Open government

### **Introduction**

New regulation for innovative open government

The eIDAS Regulations (Electronic Identification Authentication and Signature) or EU Regulation n. 910/2014 digital identity, aims to provide an Open Government system and a Community-level regulatory basis for fiduciary services and electronic means of identification in Member States. This Regulation aims to strengthen confidence in interaction and transactions in the European Union, providing a common regulatory basis for

secure electronic interactions between citizens, businesses and public administrations. It also aims to increase the safety and efficiency of electronic services, as well as e-business transactions and electronic commerce in the European Union.

Regulation, in order to ensure the proper functioning of the internal market while pursuing an adequate level of security of electronic identification resources and trust services:

- lays down the conditions under which Member States shall recognize the electronic identification of natural and legal persons falling under a notified electronic identification scheme of another Member State,
- It lays down rules relating to trust services, in particular for electronic transactions;
- establishes a legal framework for electronic signatures, electronic seals, electronic time validation, electronic documents, electronic delivery services and certificate services relating to website authentication certificates.

Compared to electronic identification systems, in fact, the regulation stipulates that each Member State can notify the electronic identification systems provided to citizens and companies for the purpose of mutual recognition. In this context, particular significance is given to full interoperability at Community level of certain types of electronic signatures and time stamping systems known in Italy respectively as digital signature and time stamp. It underlines the obligation of all public authorities set out in the Regulation with Article 25 paragraph 3 of which stipulates: "An electronic signature based on a qualified certificate issued in one Member State is recognized as a qualified electronic signature in all other Member States."

Formats these qualified electronic signatures must meet are defined in the Implementing Decision (EU) 2015/1506 of the Commission of 8 September 2015: among these, including PDF format. In order to verify the validity of qualified digital signatures based on certificates issued by all authorized parties in Europe, the European Commission has made available an open source application made available by AGID for online use.

In conclusion, with the Community-wide implementation of eIDAS regulation in all areas, there will be a gradual trend towards creating a digital single market which:

- Simplifies access to open public administrations;
- Promotes the digital transformation of organizations and businesses;
- Stimulates the development of innovative and secure services;
- Will help to streamline and simplify administrative and bureaucratic requirements;
- The best digital experience for users and stimulates the supply of new and innovative services.

The eIDAS regulation which was issued July 23, 2014 and which has full effect from 1st July 2016, has thus started to take effect.

### **Benefits of eIDAS**

Strengthening national legislation on electronic identification, the eIDAS Regulation aims to facilitate the cross-border use of electronic means of identification for individual Member States. In particular - through the principle of mutual recognition and mutual acceptance of interoperable electronic identification schemes (e-ID), via the Service Trust Services (Trust Service Providers - TSP) - eIDAS aims at simplifying the use of the channels of electronic authentication in the case of public administrations, both by companies and private citizens. The Regulation aims to create a level playing field for providers of fiduciary services currently operating in a context in which the differences between the national legislations of the various Member States are a source of legal uncertainty and additional burden.

#### **Benefits for companies**

The mutual acceptance obligations by Member States in the use of qualified trust services, will encourage companies to extend their activities across borders, without incurring obstacles in interactions with public authorities. A company, for example, will be able to electronically participate in a public tender launched by the administration of another Member State without risking the block of their electronic signature because of specific national requirements and / or interoperability issues. Similarly, a firm can digitally sign contracts with the counterparty in another Member State, without having to worry about possible different interpretations of legal standards for trust services such as electronic seals, electronic documents or time stamping.

#### **Benefits for citizens**

Thanks to the adoption of the regulation, citizens will be able to file their return online income in another Member State, as well as, in the field of training, students may enroll electronically in a foreign university. In

health care, patients will be able to access their online medical records and doctors will be able to access related clinical information.

### **SPID based on eIDAS**

SPID - the Public System for digital identity management, was designed pursuant to the eIDAS Regulation, and represents one of the cross-cutting initiatives of the Strategy for Digital Growth 2014-2020. SPID is an open system through which public and private entities - subject to accreditation by the Agenzia per l'Italia Digitale (Italian Digital agency) - may offer electronic identification services to citizens and businesses. Providers of these services have a responsibility to ensure the proper recording and availability of credentials and network access tools for citizens and businesses.

The techniques and protocols upon which SPID is based have already been tested in Europe and adopted by the experimental projects Stork and Stork II (Secure Identity Across Borders Linked). To secure the mutual recognition of electronic identification resources adopted between Member States, the work of the Italian Digital Agency is oriented towards preparing the necessary notification to the European Commission of the SPID system, as per article 9 of the Regulations and subsequent EU Executive decision 2015/1984 of 3 November 2015 defining the circumstances, formats and notification procedures.

### **Material and methods**

In 2016 is when SPID officially came into force, the new authentication system that will allow Italian citizens and companies to log in on the government sites and those managed by companies embracing the new mechanism.

The objective is to eliminate the need to use different authentication credentials for each public administration website: SPID will be the only tool to login with. First of all, we should say that SPID (acronym for Sistema Pubblico di Identita Digitale [Public Digital Identity System] note the similarity with the English word "speed") is certainly not the invention of the century.

International shared authentication systems already exist and have been adopted such OAuth, OpenID, OpenID Connect and Facebook Connect. These are tools that allow you to log onto websites that support such mechanisms without ever typing a user name and password. The website or web application used can use to access some user information (in clear) but will never read other people's authentication data. User authentication is carried out by means of specific APIs that allow you to send the application making the request only the data authorized by you.

Some national providers (for the Italian Post Office now, TIM and Infocert), also called identity provider or IdP, engage in managing the credentials for user access and to provide them if requested. After you obtain your credentials to log on SPID compatible sites, the user only has to click on the appropriate graph button "Sign in using SPID". Officially presented a few days ago (SPID, the unique PIN for the government, for now SPID allows access to 10 public administration sites and, overall, about 300 services.

SPID allows access to web sites using three different levels of security:

- 1) First level: the access is guaranteed simply by using an ID and password.
- 2) Second level: to access the service, ID, password and a one-time-password are requested (valid so for once) sent to the user, for example on a mobile or smartphone.
- 3) Third level: the SPID service requires additional tools / authorizations, for example, access via smartcards and passwords.

The required level of protection is defined by the operator of the website, based on the nature and confidentiality of data to be processed. To get your own SPID, you can refer to the websites of the three identity providers identified so far:

- Italian Post (PosteID)
- TIM Trust Technologies (TIM-id)
- InfoCert (Infocert ID)

The three providers have SPID as part of other services (PosteID, TIM-id and Infocert ID): the various names affirm how the system is designed not only for access to government services, but to be used by other subjects.

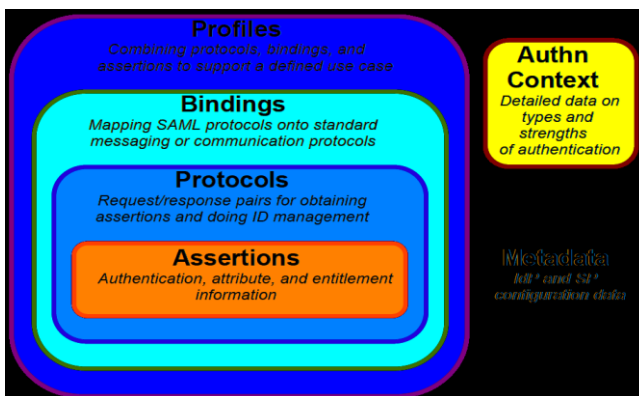
AIIP<sup>6</sup> and Assoprovider have accused the government of having deliberately excluded any small and medium sized companies from the supply activities of the PEC and SPID services. Only companies with a registered capital of 5 million to 10 million euro and able to present insurance covers up to 15 million EUR may in fact become official managers. However to date only three operators have been accredited by the AGID (Digital Italy Agency) for the supply of SPID credentials.

To request your own SPID digital identity, you need to refer to definite data or provide tools proving your identity. TIM, for example, which for now does not instantly provide the TIM-id service requires access with the national service charter (CNS TS) or provides SPID digital identity only to holders of a digital signature. For the moment, the Italian Post Office appears the best equipped because the request is handled immediately and obtaining the SPID digital identity is immediate for the company's customers (for example if the phone number is associated with a contract in force, for owners of a Bancoposta reader) or digital signature holders or to those who have a regularly activated national service charter (CNS TS) and a smartcard reader.

SPID is based on the SAML protocol<sup>7</sup> (Security Assertion Markup Language) which is a standard for exchanging authentication and authorization data (Assertions) between distinct security domains (IDP, SP)

format based on XML

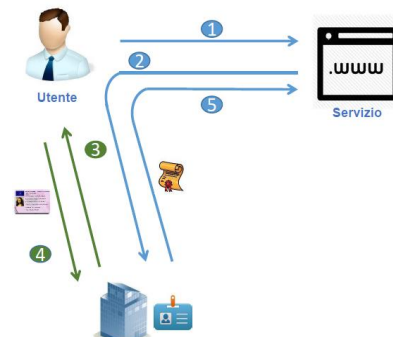
The main problem that SAML resolve is that of the SSO (Single Sign On)<sup>8</sup>



The working model of the SPID is structured according to the following seven-step set so:

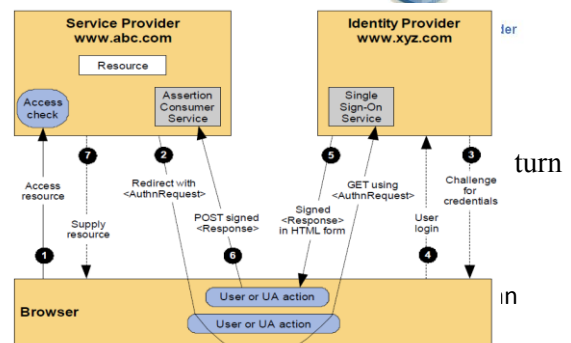
5. Redirection to the server provider with statement of authentication
6. Attribute request
7. Positive response attribute certification

1. Service request
2. Forwarding to Identity Provider
3. Credentials request
4. Check Credentials



The Identity Provider mode, are thus those provided by SAML v2 for the profile "Web Browser SSO", "SP-Initiated" "Redirect / POST binding" and "POST / POST binding".

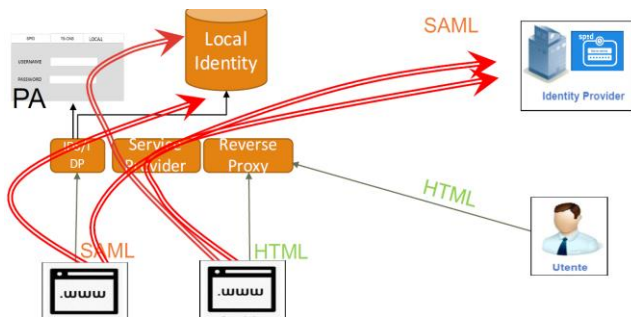
In this mode, the authentication mechanism is triggered by user-submitted request (UA) to a Service Provider provider, who in turns to the suitable Identity in "pull" mode.



6 AIIP is the Italian association of Internet providers and listens internet providers

7 Security Assertion Markup Language (SAML) is an information technology standard for exchanging authentication and authorization data (such statements) between distinct security domains, typically an identity provider (entity that provides identity information) and a service provider (entity that provides services ). The format of the SAML assertion is based on XML. SAML is maintained by the OASIS Security Services Technical Committee.

8 The main problem that SAML tries to solve is that of the Web Single Sign-On (SSO) between entities belonging to distinct security organizations and domains. SAML requires the user (called "principal") to be registered with at least one identity provider. The identity provider must proceed to to authenticate the user. At this point the service provider relies on the Identity Provider to identify the principal. At the request of the principal identity provider, an SAML assertion is transmitted to the service provider on the basis of which the latter decides whether to allow or deny access to their services from the principal.



In order to adopt SPID serves therefore:

- Infrastructure that enables interactions between IdP and SP
- Implements SAML
- via the TS-CNS authentication (if necessary)
- conservation pursuant to the assertions log
- Infrastructure (if necessary)
- Changing or creating new applications to incorporate SAML
- Attributes today conferred according to the single

application logic should be re-evaluated in a centralized scenario of Attribute Authority

### Problems still to be solved

In requesting the SPID digital identity, any citizen is attracted by the more simple mode, using the system which should be the most direct and immediate or using a CNS TS regularly activated and issued by their local Region. Besides the possibility of resorting to the CNS for authentication, Poste ID (Italian Post Office), allows you to use alternative resources which, however, assume you are already a client of the company. Also both Poste ID and TIM ID, allow for the use of a digital signature which you already need to possess. In our case, despite already owning a digital signature, we decided to opt for authentication with CNS TS. Poste ID did not allow us to continue displaying the error message "The details of your identification documents are not complete, we ask you to go to the Post Office to integrate and validate them." In other words, the CNS TS we have, regularly activated, is not sufficient to continue the process of requesting a digital identity.

TIM ID, however, correctly recognized the CNS TS by ensuring authentication. An insurmountable problem for some people, however, could show up at the time of the TIM ID contract is signed. Although this is not explicitly specified, the contract in PDF format taken from the TIM ID server must be digitally signed by the user. In other words, you need the user to apply their advanced electronic signature on the contract, as is known this is possible using special software. The problem is that some CNS TS issued by some regions cannot be used to affix the advanced electronic signature. The Tuscany Region, for example, has not yet allowed CNS TS to be used to sign documents. If you try to sign the contract downloaded from TIM ID and resend it, the system responds correctly (in English) indicating that the signature is invalid. And it is right because the CNS from the Tuscany Region used for the test does not allow you to use a digital certificate issued by a valid and recognised certificate authority. As an example, the CNS issued by Lombardia Region, on the other hand, can be used to sign the documents and there is software that can be used to sign documents with the advanced electronic signature. Tuscany Region itself writes: "the Health Card of Tuscany Region that can be used to authenticate and access to the service cannot be used for signing, it is not a digital signature device." Tuscany Region, contacted, confirmed that the CNS issued by the same body is not yet used to affix the electronic signature (only those used by employees allow it). They say it should be available shortly. Before you join a service for obtaining SPID digital identity, then, if you wanted to use authentication by CNS TS, you should verify that your card allows you to affix an advanced electronic signature, contacting the issuing authority.

### Conclusions

The spread of the SPID (Public System of Digital Identity) among Italian citizens is proceeding in careful fashion. The "single login" which - in the objectives of the proponents - should allow immediate access to any website of public administration (as well as private individuals who choose to adopt the same system) has still not got off the ground.

According to data from the Digital Italy Agency (10/2016), only a little more than 86,000 Italians have already successfully obtained their SPID digital identity. A very small number even if you think that the Government had planned for 3 million activations by the end of 2016. The lack of interest was due to an activation procedure

that, at least initially, seemed rather cumbersome but, more importantly, the lack of services compatible with SPID. Not all the tools provided by the member administrations can be managed, for example, gaining access with SPID: most of the functions, therefore, remain the prerogative of those who log in using the traditional fashion.

In short it seems, however, all old accounts owned by users should be converted from "traditional" to SPID. We currently have not identified the technical details on how the operation will be performed. One wonders, though, how the user will be informed of the "transformation" since today, typically, multiple different accounts are used for access to the services of each public administration body. Not to mention those users (few) who use card services and smartcard reader for authentication.

At the end of 2016, however, we must be said to support the validity of the entire process that SPID "won" the support of 99 chambers of commerce. University of Turin and the Sapienza - University of Rome, then decided to get on the "SPID" train allowing students and employees to access academic services using this system. Difficult start but certainly auspicious for a new open government.

## References

1. F. Buccafurri, L. Fotia, and G. Lax. Allowing continuous evaluation of citizen opinions through social networks. *Advancing Democracy, Government and Governance - Joint International Conference on Electronic Government and the Information Systems Perspective, and Electronic Democracy (EGOVIS/EDem 2012)*, pages 242–253, 2012.
2. F. Buccafurri, L. Fotia, and G. Lax. Privacy-preserving resource evaluation in social networks. In *Proceedings of the 2012 Tenth Annual International Conference on Privacy, Security and Trust (PST 2012)*, pages 51–58. IEEE Computer Society, 2012.
3. N. Buchmann, C. Rathgeb, H. Baier, and C. Busch. Towards electronic identification and trusted services for biometric authenticated transactions in the Single Euro Payments Area. In *Privacy Technologies and Policy*, pages 172–190. Springer, 2014.
4. C. Cuijpers and J. Schroers. eIDAS as guideline for the development of a pan European eID framework in FutureID. *Open Identity Summit 2014*, 237:23–38, 2014.
5. J. Dumortier and N. Vandezande. Critical Observations on the Proposed Regulation for Electronic Identification and Trust Services for Electronic Transactions in the Internal Market. *ICRI Research Paper*, 9, 2012.
6. D. Huhnlein. Towards eIDAS as a Service. In *ISSE 2014 Securing Electronic Business Processes*, pages 241–248. Springer, 2014.
7. F. Jordan, H. Pujol, and D. Ruana. Achieving the eIDAS Vision Through the Mobile, Social and Cloud Triad. In *ISSE 2014 Securing Electronic Business Processes*, pages 81–93. Springer, 2014.
8. F. Massacci and O. Gadyatskaya. How to get better EID and Trust Services by leveraging eIDAS legislation on EU funded research results. 2013.
9. V. A. Navarro, J. Gumbau, P. Santapau, and A. Marzal. Stork project results: Pan-european eID interoperability demonstrated. 2011. 21. B. Wessels. Identification and the practices of identity and privacy in everyday digital communication. *New Media & Society*, pages 1251–1268, 2012.
10. Rocchi A., D'Ascenzo F. , *Social Networking*, Cedam-Volters Kluver, 2013

## **Riconoscere e certificare le competenze: l'Ontology-based Model nell'ambito della Responsabilità Sociale d'Impresa**

Ornella Malandrino\*, Stefania Supino\*\*, Maria Rosaria Sessa\*

\*Dipartimento di Scienze Aziendali – Management & Innovation Systems (DISA-MIS), Università degli Studi di Salerno

*ornellam@unisa.it, masessa@unisa.it*

\*\*Dipartimento di Scienze Umane e Promozione della Qualità della Vita, Università San Raffaele, Roma  
*stefania.supino@unisanraffaele.gov.it*

### **ABSTRACT**

*Gli attuali cambiamenti del mondo esterno, quali la globalizzazione dei mercati, le innovazioni tecnologiche, l'interdipendenza tra sfera della formazione e mercato occupazionale e la ricerca di una combinazione di efficienza e garanzia della qualità, hanno portato alla nascita di nuove forme di organizzazione della produzione che contemplino anche le abilità, conoscenze e competenze dei lavoratori.*

*Pertanto, nel presente lavoro si propone un approccio che, attraverso l'utilizzo delle ontologie, favorisca lo sviluppo di standard volti alla certificazione delle competenze del capitale umano nell'ambito della Corporate Social Responsibility (CSR), al fine di soddisfare i principi del Triple Botto Line.*

**Keywords:** *Competence, Corporate Social Responsibility, Ontology-based Model, Capitale Umano*

### **INTRODUZIONE**

I continui cambiamenti dello scenario socio-economico, dovuti ad una molteplicità di fattori, i quali assumono una crescente importanza sia in ambito internazionale, per la dimensione globale di alcuni fenomeni, sia in ambito regionale e locale, per l'urgenza di individuare modelli di produzione e di consumo in grado di conciliare sviluppo economico e tutela dell'ambiente naturale e sociale all'interno dei differenti contesti socio-culturali e istituzionali, hanno imposto un ripensamento delle strategie aziendali, in un'ottica di crescente sostenibilità (Proto e Supino, 2009).

È proprio in tale contesto che si colloca il concetto di CSR il quale assume oggi una grande rilevanza nell'ambito delle logiche manageriali dell'organizzazioni, che sono chiamate a rispondere alle esigenze di una molteplicità di *stakeholder*, attraverso il superamento dell'approccio economico tradizionale basato sulla massimizzazione del benessere economico, al fine di includere ulteriori obiettivi volti alla tutela ambientale, alla valorizzazione delle risorse naturali nonché all'equità, alla solidarietà e alla coesione sociale.

L'affermazione della CSR definisce, dunque, un ruolo più impegnativo per il mondo imprenditoriale, da cui deriva un ripensamento in merito alle stesse finalità che le imprese sono chiamate a perseguire (Sciarelli, 2007).

Nonostante tale tema costituisca oggetto di articolati dibattiti sia in ambito economico che socio-politico, sia nell'ambito accademico che imprenditoriale, sia a livello nazionale che comunitario e internazionale, ancora non si è giunti ad una definizione di CSR universalmente condivisa.

Tale eterogeneità definitoria è, probabilmente, dovuta al fatto che «la CSR appare come una linea di confine che separa due oceani: quello della razionalità economica delle imprese, orientate alla produzione di valore per gli azionisti e per gli *stakeholder*; quello dell'utilità sociale realizzata per mezzo dell'agire imprenditoriale» (Nigro e Petracca, 2016:152).

Le dinamiche evolutive del concetto di Responsabilità Sociale, ben evidenziano i limiti delle riflessioni associate a tale tematica, tra cui la difficoltà di rappresentare in maniera razionale i comportamenti umani, i quali, se adeguatamente riconosciuti, valutati, 'standardizzati' e certificati, contribuiscono ad un maggiore vantaggio competitivo delle organizzazioni orientate alla CSR.

A tal proposito, risulta estremamente pertinente il *Competence Model* (Miranda et al., 2017), basato sulle ontologie, in quanto rappresenta uno strumento di notevole utilità per ciò che riguarda la gestione delle competenze, anche intangibili, delle risorse umane. Infatti, il *Competence Model* volto alla sistemazione,

rappresentazione e gestione delle competenze professionali, rappresenta il supporto necessario per la risoluzione, almeno in parte, dei limiti in cui incorre un'organizzazione responsabile socialmente.

Obiettivo del presente lavoro è quello di definire un approccio che, attraverso l'utilizzo delle ontologie, sviluppi standard volti a favorire le organizzazioni socialmente responsabili nella realizzazione congiunta di valore economico, sociale e ambientale e nell'individuare, rappresentare e certificare le competenze trasversali dei propri lavoratori, alla luce della acquisita consapevolezza dell'importanza del patrimonio di risorse intangibili ai fini della capacità di competere.

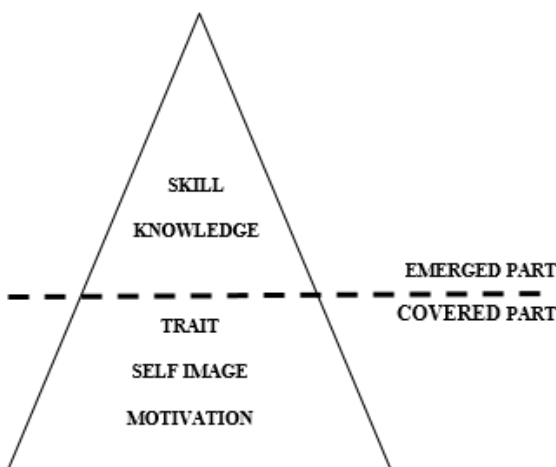
## IL FRAMEWORK DI RIFERIMENTO

Il capitale umano rappresenta, al pari ed in sinergia con altri fattori - fra i quali tecnologia, innovazione, efficienza, reputazione, immagine - un elemento cruciale per il miglioramento delle *performance* delle organizzazioni: gestione delle conoscenze, abilità ed attitudini delle risorse umane risultano essere una leva strategica fondamentale per lo sviluppo e la competitività delle imprese.

Il modello 'iceberg' delle competenze di Spencer e Spencer (1993), rappresenta l'utile sfondo teorico-concettuale di riferimento da cui partire, in risposta all'obiettivo sopra presentato.

La *competency* definita dagli autori, attraverso l'immagine dell'iceberg (Figura 1) permette di distinguere le abilità e la conoscenza come le caratteristiche più facilmente osservabili e misurabili, in quanto 'parte emersa' dell'iceberg; mentre immagine di sé, tratti e motivazioni sono 'sommersi' nella personalità di un individuo e quindi più difficili da osservare e da sviluppare.

Figura 1 – Modello 'iceberg'



Fonte: elaborazione propria su Spencer e Spencer, 1993.

Ciò implica che nell'ambito della selezione di personale, sembra più facile e meno oneroso per l'organizzazione effettuare la selezione a livello di conoscenze e *skill* dell'individuo selezionato ma, allo stesso tempo, si presenta anche come il sistema meno in grado di fornire delle misure predittive di *performance* superiori. Al contrario le motivazioni, i tratti e l'immagine di sé, seppure sono caratteristiche facili da acquisire attraverso il processo di selezione ma su cui è più difficile intervenire, predicono proprio le *skill* di comportamento e azione che, a loro volta, sono predittive dei risultati della *performance* nella mansione che l'individuo è chiamato a svolgere. Quindi, probabilmente, sarà più efficace per una organizzazione, in termini di costi, selezionare il personale in base alle caratteristiche 'sommersi' dell'individuo e, successivamente, insegnare le conoscenze e le *skill* necessarie per svolgere mansioni specifiche.

Il concetto di competenza così inteso, può trovare collocazione nell'approccio *Triple Bottom Line* proposto da Elkington (1997), alla base della CSR, secondo cui è impossibile separare gli effetti economici di un'azione imprenditoriale da quelli sociali ed ambientali. In particolar modo presso le organizzazioni i cui schemi manageriali sono improntati alla Responsabilità Sociale d'Impresa.



Infatti, la progressiva e rapida evoluzione del concetto di *Corporate Social Responsibility*, nel corso degli ultimi anni, ha provocato un ripensamento delle stesse finalità che le imprese sono chiamate a perseguire, ovvero affiancare alla tradizionale funzione di produzione, che rappresenta l'elemento costitutivo del loro essere ed operare, i principi della sostenibilità, in un'ottica capace di valorizzare anche il capitale naturale ed umano. Ciò rappresenta la risposta delle organizzazioni ai continui cambiamenti del mondo esterno, per cui migliori servizi o beni offerti non influiscono più solo sull'immagine aziendale, ma anche in termini di orientamento al risparmio energetico, alla riduzione dei costi di distribuzione, al rispetto dell'ambiente e alla maggiore tutela dei lavoratori (Maignan e Ralston, 2002).

Le organizzazioni, che decidono di adottare tale modello, orientano le proprie azioni al fine di creare valore per elementi quali, *People, Planet e Profit* (Cornelissen, 2004:65). I fattori *People e Planet* sono alla base di comportamenti responsabili socialmente ma, allo stesso tempo, il fattore *Profit* rappresenta un aspetto fondamentale per le organizzazioni e per la stessa società. Infatti, seppure un'impresa esercita la RSI ma è incapace di conciliare tale logica con l'attività economica-finanziaria, sarà tendenzialmente incapace di produrre ricchezza sociale.

Dunque, le aziende possono contribuire proattivamente allo sviluppo sostenibile attraverso una gestione orientata alla crescita economica e al rafforzamento della competitività, tutelando l'ambiente ed esercitando la responsabilità sociale, senza trascurare gli interessi degli *stakeholder*.

Si tratta di un obiettivo complesso ed articolato da raggiungere, ma di portata strategica, in quanto dalla considerazione delle relazioni intergenerazionali, dall'equa distribuzione delle risorse e dalla corretta allocazione delle risorse dipende la sopravvivenza non solo delle imprese, ma anche di intere popolazioni (Manetti, 2006).

Infine, il *Competence Model*, proposto da Miranda et al. (2017), rappresenta lo strumento che, nell'ambito della CSR e, dunque della valorizzazione del capitale umano, potrebbe consentire di organizzare, rappresentare e 'standardizzare' le competenze, così come definite da Spencer e Spencer, al fine di governare i diversi fattori che incidono sul percorso volto alla *CSR Management*.

I principi seguiti nella modellazione del *Competence Model* fanno riferimento all'*ontology engineering* che si occupa dello studio dei principi, metodi e strumenti volti alla progettazione, sviluppo e mantenimento delle ontologie. Pertanto, le metodologie<sup>9</sup>, presenti in tale ambito di studio, risultano particolarmente utili nella gestione della conoscenza, per ciò che riguarda l'*Human Resource Management*. Tale sfondo metodologico ha permesso agli autori di muovere i primi passi verso la definizione del loro modello ontologico, precisando che, all'atto dell'utilizzo, durante la fase di progettazione, è necessario isolare tutti i termini rilevanti che dovranno essere rappresentati all'interno dell'ontologia. Il concetto costituente il fulcro all'interno del dominio d'interesse è proprio 'competenza', che è oggetto di una certa confusione terminologica in letteratura. Infatti, è possibile distinguere il termine *competence* da quello di *competency*, i quali anche in questo ambito assumono significati divergenti.

Nonostante tali divergenze terminologiche, entrambi i concetti di competenza sono legati a quello di *context*, il quale esprime il dominio applicativo all'interno del quale la competenza viene utilizzata o richiesta e risulta di fondamentale importanza nella fase di *assessment* delle competenze.

Un'ulteriore precisazione, relativamente a tale modello, riguarda la necessità di prendere in considerazione la suddivisione in *Knowledge, Skill ed Attitude* (KSA) della competenza, poiché ne rappresentano le sue caratteristiche assolute.

Inoltre, è necessario considerare la presenza di una fase di *assessment*, nel modello, attraverso cui è possibile associare ad una data competenza un livello di possesso (*level*) da parte di un individuo, espressa rispetto ad una data scala (*scale*) (Figura 2).

Alla luce di tali sintetiche precisazioni, è possibile affermare che il *Competence Model* permette di associare ad una competenza il contesto in cui la stessa viene utilizzata, nonché di rappresentare le *competence* attraverso sotto elementi del tipo *Knowledge, Skill e Attitude*. Ciò consente l'utilizzo del modello sia nei casi in cui è sufficiente assegnare un livello di possesso alla competenza, sia nei casi più particolari in cui si vuole associare un livello ad alcuni o tutti gli elementi che compongono la competenza, al fine di ottenere una rappresentazione più completa della stessa competenza. Altresì, permette di implementare processi di valutazione e certificazione,

---

<sup>9</sup> Per un approfondimento si rimanda al progetto SIRET (2013), *Recruiting and Training Integrated System* (PON 01\_03024 approved by D.D. 721/Ric 2011, October 14 and started in 2011, November 1).

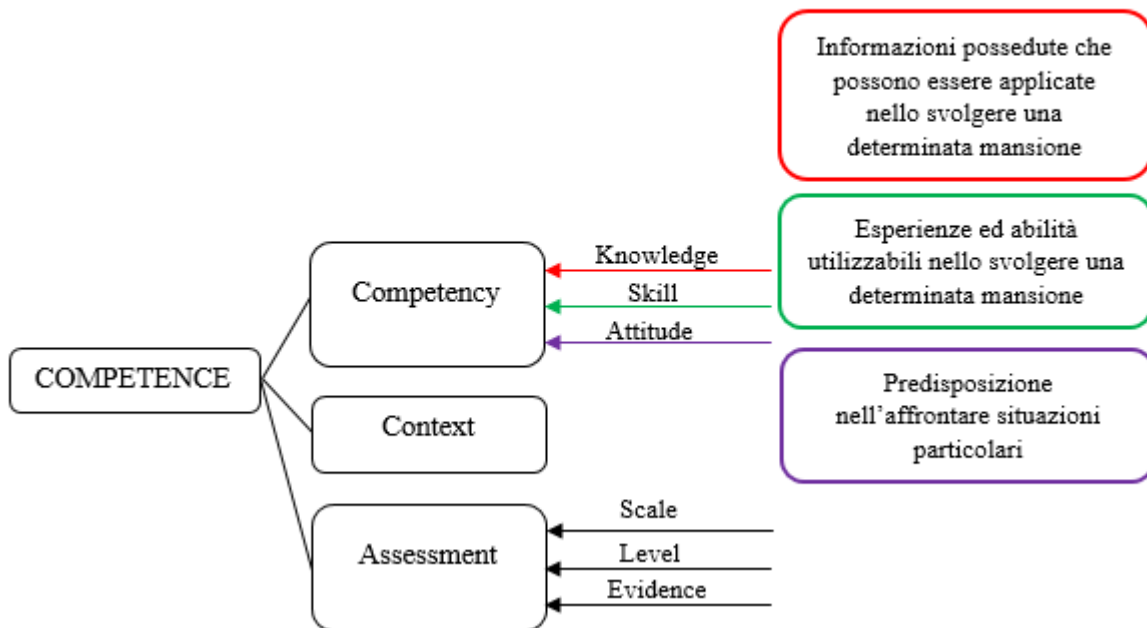
in quanto vengono gestiti anche gli aspetti relativi all'assessment, evidence, level e scale e, può essere utilizzato come supporto a favore della sistematizzazione e classificazione delle competenze acquisite nel tempo, al fine di una eventuale, successiva certificazione.

Inoltre, la modellazione delle competenze così come sostenuta nel *Competence Model*, risulta essere in linea con quanto stabilito, a livello nazionale ed europeo, circa la necessità di adottare strumenti volti alla certificazione delle competenze, formali, non formali ed informali, al fine di uniformarsi alle azioni legislative relative alla riforma del lavoro e alle raccomandazioni riguardanti il *lifelong learning*.

Dunque, il modello si basa sull'idea che sia possibile implementare un approccio in grado di identificare, valutare e certificare le competenze nelle organizzazioni sfruttando le ontologie ovvero, attraverso la capacità di descrivere la conoscenza all'interno di un dominio specifico, abilitando al tempo stesso l'elaborazione automatica da parte dei computer della conoscenza così rappresentata (Miranda et al., 2017).

Tali caratteristiche permettono di utilizzare il modello in differenti ambiti e in contesti particolari, nonché di essere facilmente integrabile con altri sistemi volti alla gestione delle risorse umane.

Figura 2 – Overview Competence Model



Fonte: elaborazione propria.

Infatti, il modello concepito originariamente per favorire l'occupabilità e, dunque, per rappresentare le competenze professionali, si ritiene possa essere impiegato anche per la gestione delle risorse intangibili del personale, all'interno di ogni tipo di organizzazione, in particolar modo in quelle che orientano le proprie attività alla CSR.

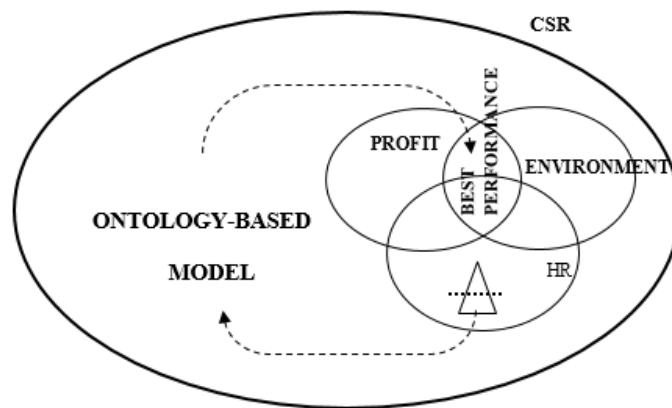
La proposta di un approccio metodologico volto alla rappresentazione e gestione delle competenze tacite (Nonaka e Takeuchi, 1995), attraverso l'integrazione dei modelli sopra considerati, rappresenta la possibilità di rintracciare quelle caratteristiche individuali che provocano prestazioni lavorative efficaci o superiori. Più precisamente, significa identificare con maggiore accuratezza, quali sono le competenze che, posizionate in differenti livelli di profondità, producono *performance* superiori e in che misura sono possedute o mancanti negli individui, per poter realizzare una mirata gestione delle risorse umane ed una efficace progettazione delle attività formative nonché, più in generale, di perseguire migliori *performance* economiche, ambientali e sociali, al fine di soddisfare i principi della Responsabilità Sociale d'Impresa, o ancor più i principi di *SustainAbility*.

## L'ONTOLOGY-BASED MODEL NELL'AMBITO DELLA CSR: L'APPROCCIO PROPOSTO

La proposta di utilizzare un modello basato sulle ontologie, in particolar modo il *Competence Model* definito da Miranda et al. (2017), per riconoscere, valutare e certificare le competenze degli individui acquisite in diversi ambiti di apprendimento, in particolare non formale ed informale, si basa sull'idea che sia possibile valorizzare le abilità, conoscenze e competenze del capitale umano, al fine di incrementare il vantaggio competitivo delle organizzazioni interessate al modello gestionale della CSR, in quanto considerato una leva gestionale, seppure intangibile, altrettanto importante rispetto ai fattori tradizionalmente utilizzati a tale scopo.

L'approccio proposto viene illustrato nella figura (Figura 3) che segue:

Figura 3 – The proposed approach



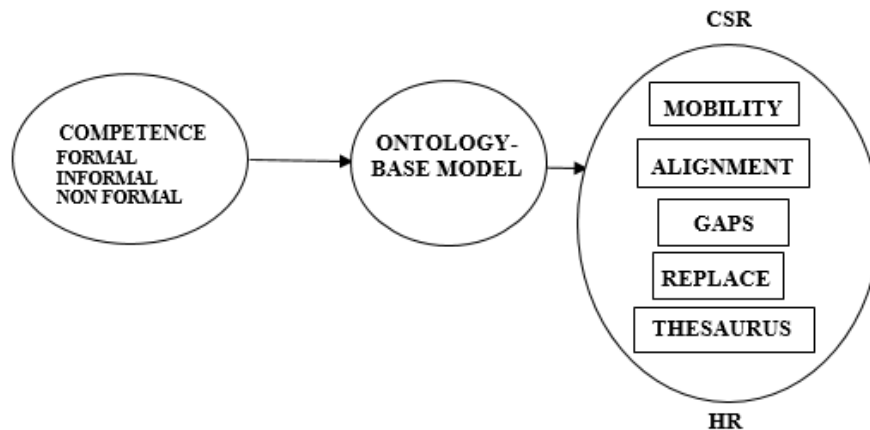
Fonte: elaborazione propria.

L'internalizzazione delle CSR negli schemi manageriali può essere alimentata da processi di valorizzazione delle risorse umane, attuati anche per mezzo della certificazione delle loro competenze. A tal proposito, è necessario servirsi di un modello (quello basato sulle ontologie) al fine di creare standard condivisi da governi, istituzioni, imprese, gruppi di ricerca ed iniziative internazionali per la definizione e l'implementazione di sistemi di *competence management* che, insieme agli altri fattori di crescita contemplati dalle organizzazioni responsabili socialmente, favoriscano *best performance* aziendali.

Dunque, l'approccio proposto consentirebbe di (Figura 4):

- creare un thesaurus di definizioni in merito alle conoscenze, abilità ed attitudini per ogni tipo di competenza acquisita (formale, non formale ed informale);
- identificare e rappresentare l'offerta di lavoro rispetto alle richieste delle domanda di lavoro, al fine di garantire un miglior allineamento tra domanda ed offerta;
- verificare la corrispondenza tra le competenze fornite dall'offerta e quelle richieste dalla domanda di lavoro, al fine di agire sulla propria formazione per colmare le lacune di competenza;
- riorganizzare le risorse umane all'interno di un'organizzazione, al fine di accostare il lavoratore alla mansione più idonea per lui, rispetto alle competenze individuate;
- valutare allo stesso modo le competenze dei lavoratori, nelle organizzazioni del medesimo settore, al fine di favorire la mobilità professionale a livello nazionale, europeo ed internazionale.

Figura 4 – Benefits approach



Fonte : elaborazione propria.

Pertanto, i principali vantaggi dell’approccio proposto, nel mercato occupazionale, saranno la capacità di ridurre il gap tra domanda ed offerta di competenze, diminuire i costi in termini di selezione, formazione e gestione delle risorse umane e di facilitare la spendibilità e la trasferibilità delle competenze nel contesto della mobilità professionale.

## CONCLUSIONI

In una società sempre più globalizzata ed interconnessa, interessata da profonde trasformazioni e da continue crisi socio-economiche e politiche, i processi di riconoscimento, validazione e certificazione delle competenze assumono un ruolo centrale nell’ambito delle sempre più interdipendenti sfere dell’educazione scolastica, della formazione professionale e della gestione delle risorse umane. Ciò in quanto essi rappresentano uno strumento in grado di valorizzare il patrimonio culturale e professionale di ogni individuo, in termini di spendibilità delle conoscenze, attitudini e abilità che lo connotano, riconducibili all’integrazione di molteplici forme di apprendimento di natura formale, non formale e informale. La nozione di competenza ha assunto negli ultimi decenni una importanza crescente in settori disciplinari diversi, per cui sono state prodotte una molteplicità di riflessioni, assunti, interpretazioni ed approcci tra loro molto differenziati che non hanno permesso ancora di arrivare ad una sua definizione univoca e, dunque, a processi di riconoscimento, validazione e certificazione omogenei e universalmente accettati. In particolare, nell’ambito delle discipline economiche e manageriali, tali assunti hanno arricchito il dibattito sul valore e il patrimonio aziendale, enfatizzando il ruolo delle risorse intangibili del capitale umano e del *management* delle competenze, al fine di migliorare le *performance* e favorire il vantaggio competitivo delle organizzazioni.

In tale prospettiva, il concetto di competenza assume crescente rilievo in quanto considerato un ‘polo d’attrazione’ per ragioni riconducibili alla capacità, nella *knowledge economy*, di considerare la competenza come una fonte di valore aggiunto, creatrice di vantaggi competitivi per le organizzazioni e una componente importante dello sviluppo personale e del *self-management* individuale, nonché alla capacità dei lavoratori di adattarsi più adeguatamente all’ambito lavorativo di riferimento.

Pertanto, l’approccio proposto rappresenta l’input per successivi lavori in cui verranno osservati, attraverso un maggiore supporto di dati empirici, i benefici della sua reale implementazione nelle organizzazioni orientate alla CSR e volte anche alla gestione delle competenze trasversali del capitale umano, al fine di una crescente sostenibilità delle *performance* aziendali perché convinte del ruolo fondamentale che quest’ultime ricoprono nella realizzazione della Responsabilità Sociale d’Impresa.

## RIFERIMENTI

- Becker G.S. (1964), *Human Capital*, Columbia University Press, New York, 3rd ed. 1993.  
 Cornelissen, J. (2004), *Corporate Communication. Theory and Practice*, Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

- Elkington J. (1997), *Cannibals with Forks. The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone Publishing Ltd., Oxford.
- Maignan I. and Ralston D.A. (2002), "Corporate Social Responsibility in Europe and the U.S.: Insights from Businesses' Self-presentations", in *Journal of International Business Studies*, (3)33, 497- 514.
- Malandrino O, Supino S., Sessa M.R., Testa M. (2017), "La certificazione delle competenze quale strumento di integrazione tra filiere formative e mercato del lavoro?", in *Scuola Democratica*, 1, 2017, ISSN 1129-731X.
- Malandrino O, Supino S., Sessa M.R., Sica D. (2016), "Toward the building of a competencies certification system: a critical analysis", Atti del XXVII Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche *Qualità & innovazione per una economia circolare ed un futuro sostenibile*, 2-4 marzo 2016, Viterbo, 590-600.
- Manetti G. (2006), *Il Triple Bottom Line. Dal coinvolgimento degli stakeholder alle verifiche esterne*, FrancoAngeli, Milano.
- Miranda S., Orciuoli F., Loia V., Sampson D. (2017), "An ontology-based model for competence management", in *Data and Knowledge Engineering*, 107, 2017, 51-66, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.datak.2016.12.001>.
- Nigro C., Petracca M. (2016), *La CSR dalle origini all'approccio neo-istituzionalista. Focus sui processi di isomorfismo e di decoupling*, Giappichelli Editore, Torino.
- Nonaka I., Takeuchi K. (1995), *The Knowledge Creating Company*, New York, Oxford University Press.
- Proto M., Supino S. (2009), *Dal Management ambientale alla Responsabilità Sociale delle organizzazioni. Stato dell'arte e dinamiche evolutive*, Giappichelli Editore, Torino.
- Sciarelli S. (2007), *Etica e responsabilità sociale nell'impresa*, Giuffrè Editore, Milano.
- SIRET (2013), Recruiting and Training Integrated System (PON 01\_03024 approved by D.D. 721/Ric 2011, October 14 and started in 2011, November 1).
- Spencer L.M., Spencer S.M. (1993), *Competence at Work: Models for Superior Performance*, Wiley& Sons., New York.

## **Il miglioramento come fattore propulsivo della qualità nella realtà organizzativa di produzione. Una review degli strumenti strategici e delle metodologie.**

Anna Tacente, Giuseppe Tassielli, Bruno Notarnicola, Pietro A. Renzulli  
Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture"  
Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Duomo 259, Taranto – 74123, Italia  
E-mail: [anna.tacente@uniba.it](mailto:anna.tacente@uniba.it)

### **Abstract**

La qualità è un fattore strategico di gestione globale dell'impresa a supporto della competitività del sistema imprenditoriale. Per elevare la qualità delle organizzazioni uno dei percorsi più efficaci è quello del miglioramento. Il miglioramento è una metodologia di gestione del cambiamento per l'attuazione della qualità. In questa ottica il miglioramento continuo, come modalità per organizzare azioni o risorse per raggiungere obiettivi, è una leva strategica e uno strumento di management.

A partire dalla centralità della cultura del miglioramento, si intende analizzare metodologie e strumenti strategici attualmente utilizzati dalle organizzazioni produttive a supporto della realizzazione operativa del miglioramento della qualità. La pressione competitiva impone, infatti, la ricerca di nuove strategie e applicazioni del miglioramento per modelli d'impresa creativi e innovativi capaci di gestire i cambiamenti.

L'esame delle principali pubblicazioni scientifiche nazionali ed internazionali conferma che non esiste un modello unico di miglioramento per tutte le esigenze di una organizzazione, ma esso va interpretato e applicato, in forme e logiche diverse, alla specificità dell'organizzazione. Le diverse metodologie e strumenti sono analizzati nello specifico contesto economico, storico e culturale, per verificare la loro efficacia in una realtà in continua evoluzione e competizione e pervenire ad una loro classificazione, con riferimento alle applicazioni esistenti nei casi studio.

### **Introduzione**

Il presente studio fornisce una descrizione dei principali strumenti e delle metodologie utilizzate per il miglioramento della qualità che costituisce uno dei pilastri del Total Quality Management (T.Q.M.) e può essere definito come un processo continuo mirato alla riduzione di errori e sprechi e alla crescita delle performance (Cappelli e Renzi, 2010).

Il miglioramento continuo della qualità richiede l'applicazione di metodi, di tecniche e di strumenti, che utilizzati in maniera sistematica nelle varie fasi del processo di miglioramento, permettono l'efficace raggiungimento degli obiettivi con un efficiente impiego di risorse. (Ligonzo et al., 2004). Le tecniche e gli approcci vanno da quelli più antichi con applicazione della statistica, sviluppati negli Stati Uniti, a quelli introdotti da Deming (2000), e da Ishikawa (1991) che individuò 7 strumenti per il miglioramento a quelli di più recente sviluppo del problem solving (PDCA: plan, do, check, act). Di seguito verranno analizzati i principali strumenti sia statistici che manageriali per il miglioramento col fine di effettuare una loro classificazione in merito agli obiettivi, alle modalità di impiego e alle competenze richieste per una corretta implementazione.

### **Materiali e metodi**

Gli strumenti statistici per la qualità permettono di avere una visione oggettiva per monitorare e valutare i processi aziendali. Il fine dell'utilizzo delle tecniche statistiche è dotare l'impresa di strumenti adeguati per migliorare il livello dei prodotti/servizi offerti/erogati attraverso l'eliminazione di errori, difformità che causano ripetizioni di lavoro, controlli inutili e quindi rallentamenti nei cicli di lavorazione.

Il presente studio è basato sulla revisione delle principali fonti bibliografiche (nazionali e internazionali) sull'oggetto specifico "miglioramento organizzativo". I riferimenti bibliografici sono stati, in una prima fase, suddivisi in due macro classi: letteratura basata su strumenti tradizionali già consolidati e letteratura più recente, caratterizzata da strumenti e metodologie più complesse. In una seconda fase dello studio ci si è focalizzati sul confronto tra gli strumenti e i metodi individuati, al fine di avere una overview degli stessi, valutandone i

vantaggi e i punti deboli. Sono state, infine, individuati e classificati i casi studio aziendali in cui erano presenti applicazioni degli strumenti analizzati al fine di verificarne l'applicabilità.

### Risultati e discussione

Gli strumenti statistici proposti da Ishikawa (1982) per il miglioramento sono: Foglio raccolta dati, Istogramma, Diagramma di correlazione, Carta di controllo, Analisi di Pareto, Diagramma Causa –Effetto, Analisi per stratificazione. Nella Tab. 1 vengono sintetizzati gli strumenti rispetto alla finalità di utilizzo.

Strumenti statistici	Obiettivi
-Foglio raccolta dati; -Istogramma.	Raccogliere e interpretare dati
Diagramma causa –effetto	Studiare le correlazioni causa effetto
Analisi di Pareto	Stabilire le priorità
Analisi di stratificazione	Stratificare i dati
Diagramma di correlazione	Individuare le correlazioni
Carta di controllo	Stabilire se un processo è sotto controllo

Tab. 1: Obiettivi degli strumenti statistici per il miglioramento

La Tab.2 rappresenta una sintesi delle caratteristiche degli strumenti e delle tecniche di miglioramento analizzati; in essa è possibile identificare l'obiettivo di utilizzo, le informazioni necessarie per implementare lo strumento, le fasi operativa in cui lo strumento si applica, la tempistica di applicazione lungo il processo, gli strumenti di supporto richiesti. (Mirandola, R.,2004).

Strumenti statistici e tecniche di miglioramento	Obiettivo: a cosa serve, dove si applica, che problema risolve	Quali informazioni richiede	Quali metodi di lavoro richiede	Quando si applica	Quali strumentazioni, misurazioni richiede
<b>Foglio raccolta dati</b>	Inquadra il fenomeno, basandosi su dati oggettivi	Raccolta organica e finalizzata dei dati	Identificazione dati da raccogliere, scopo, metodo e tempi della registrazione	All'avvio di un progetto e alla fine del progetto per verificarne i risultati	Strumenti per analisi dati, raccolta dati, predisposizione moduli, dei risultati dell'osservazione
<b>Istogramma</b>	Tecnica di rappresentazione grafica dei dati che consente di capire struttura statistica dei dati raccolti e interpretarne il significato	Raccolta finalizzata dei dati	Regole basate sia su principi statistici che pratiche	Dopo la raccolta dati	Programmi di grafica gestionale
<b>Diagramma di correlazione</b>	Conoscere l'esistenza e l'intensità di interdipendenza tra una caratteristica ed un'altra	Rappresentazione dei dati tramite costruzione di diagrammi	Analisi qualitative (individuazione relazione) e quantitative con tecniche analitiche	Dopo la raccolta di almeno 30 coppie di dati (al fine di ridurre l'incertezza statistica sui risultati)	Programmi di grafica gestionale Strumento complesso
<b>Carta di controllo</b>	Studia l'andamento dinamico di un fenomeno al fine di determinare il grado di controllo di un processo, predire gli scarti, valutare le prestazioni.	Strumento grafico che misura le caratteristiche del prodotto su campioni prelevati dai lotti di produzione	Supporto del sistema informativo, permette di sapere fino a che punto l'attività aziendale è sotto controllo	Durante lo svolgimento delle attività aziendali	Programmi di grafica gestionale, applicazione leggi statistiche
<b>Analisi di Pareto</b>	Individua i problemi più importanti, aiuta a prendere decisioni, consente verifica dell'efficacia dei tentativi di miglioramento.	Strumento grafico (o numerico) che serve ad evidenziare le priorità	Rappresentazione grafica della priorità dati permette visualizzazione dei progressi compiuti	In tutti gli stadi e processi del miglioramento	Rappresentazione grafica con la realizzazione di istogrammi

<b>Diagramma causa effetto</b>	Visione completa delle cause di un fenomeno	Indagini conoscitive per conoscere le cause	Stabilire l'evento su cui si vuole operare	Per pianificare azioni preventive	Software
<b>Stratificazione</b>	Effettua analisi approfondite attraverso una suddivisione delle informazioni per aree omogenee	Individua problema e acquisisce dati per la sua valutazione	Esame del fenomeno sottoposto ad indagine al fine di prendere decisioni	Dopo aver selezionato il problema e aver ottenuto i dati per la sua valutazione	Rappresentazione grafica

**Tab. 2: Analisi degli strumenti statistici per il miglioramento**

Nella tabella 3 sono riportati invece gli strumenti manageriali e le ulteriori tecniche di miglioramento proposte nel tempo; la tabella mostra una sintesi delle caratteristiche degli strumenti manageriali e delle tecniche di miglioramento utilizzando gli stessi criteri già adottanti per gli strumenti statistici in Tab.2.

Strumenti manageriali e tecniche di miglioramento	Obiettivo: a cosa serve, dove si applica, che problema risolve	Quali informazioni richiede	Quali metodi di lavoro richiede	Quando si applica	Quali strumentazioni, misurazioni richiede
<b>Brainstorming</b>	Stimolare la creatività	Descrizione chiara dell'oggetto in discussione	Metodo di gruppo: ogni partecipante esprime la propria idea in poche parole	Nella fase di identificazione dei problemi	Strumenti per raccogliere le idee
<b>Diagramma di flusso</b>	Comprensione dettagliata del reale funzionamento del processo	Conoscenza dei processi nel dettaglio	Individuazione dei punti deboli o opportunità di miglioramento	Fase iniziale	Raccolta dati e informazioni
<b>Diagramma delle affinità</b>	Organizzazione di elementi diversi in funzione delle relazioni esistenti	Sintesi di diverse espressioni in una sequenza organica	Metodo di gruppo: analisi del processo e individuazione del problema	Durante una riunione di brainstorming	Raccolta dati grafici
<b>Diagramma ad albero</b>	Definire le misure per la risoluzione del problema	Conoscenza delle fasi di un processo	Disaggregazione di un argomento negli elementi che lo compongono mettendo in luce i legami logici consequenziali	Pianificazione	Raccolta dati Grafici
<b>Diagramma polare</b>	Comprendere un problema	Parametri per individuare le anomalie	Metodo deduttivo	Pianificazione	Raccolta dati Grafici
<b>Intervista</b>	Raccolta dati e informazioni	Informazioni qualitative e/o quantitative	Intervista guidata da un questionario o checklist, intervista in profondità	In qualsiasi fase	Raccolta dati
<b>Tecniche di voto</b>	Selezionare un problema tra quelli emersi	Presenza di un numero elevato di casi tra i quali occorre operare una scelta	Lavori di gruppo	Dopo una riunione di brainstorming	Raccolta dati
<b>Matrice multicriteri</b>	Individuazione delle soluzioni da attuare tra quelle proposte dal gruppo di lavoro	Presenza di un numero elevato di soluzioni proposte	Lavori di gruppo	Dopo una riunione di brainstorming	Raccolta dati grafici
<b>Box plot o diagramma a scatole</b>	Paragonare vari elementi (misurabili su una medesima scala) al fine di individuare le azioni	Visualizzazione delle caratteristiche relative a ciascun elemento	Lavori di gruppo	Dopo una riunione di brainstorming	Grafici

**Tab.3: Analisi degli strumenti manageriali per il miglioramento**

Dopo l'analisi degli strumenti statistici e manageriali, lo studio si è soffermato sulle metodologie da applicare per la pianificazione e implementazione del miglioramento all'interno del processo aziendale. L'applicazione di alcune metodologie è ormai consolidata, altre invece sono di più recente elaborazione e sono state applicate in via sperimentale e autonomamente dalle imprese. Nel dettaglio, le metodologie esaminate sono le seguenti: Benchmarking, Quality Function Deployment, Sei sigma, Lean production, Lean six sigma, Gemba Kaizen,



Gambel. Per ciascuna sono stati individuati: obiettivi, metodologie, vantaggi, punti deboli. Infine, per ogni metodo sono stati evidenziati esempi di applicazioni aziendali presenti nelle analisi dei casi studio in letteratura.

Il *benchmarking* rappresenta il processo continuo di misurazione di processi, prodotti e/o servizi attraverso il confronto con un punto di riferimento riconosciuto come leader di mercato. È uno strumento che stimola il miglioramento contribuendo al posizionamento strategico dell'organizzazione. Il suo obiettivo consiste nell'identificazione delle prassi migliori mutuabili e adattabili all'organizzazione per migliorarne la performance finalizzate al conseguimento di risultati competitivi superiori (Watson et al., 2004). Il Benchmarking produce una superiore soddisfazione del cliente, riduzione dei costi, incremento del vantaggio competitivo. Il punto debole consiste nella impossibilità di definire le pratiche migliori in assoluto. Alla fine degli anni '70 fu applicato per la prima volta alla Xerox, negli anni '80 fu utilizzato proficuamente dalla Ford; negli anni '90 dalla Compaq Computer corporation, successivamente ha avuto una ampia applicazione. Il processo di benchmarking si fonda su quattro passi: pianificare, raccogliere, analizzare, migliorare, che ricalcano il ciclo P.D.C.A. ideato da Deming.

Il *Quality Function Deployment* (Q.F.D.) è una metodologia che porta i desiderata del cliente all'interno dell'azienda fin dalle prime fasi della progettazione. Trasferisce e trasforma le richieste del cliente espresse nella forma di caratteristiche qualitative in requisiti interni per l'azienda. (Sartor, Marson, et al., 2014).

I vantaggi possono essere ricondotti all'aumento della quota del mercato, maggiori profitti, riduzione del numero di modifiche dei disegni, più veloci cicli di progettazione, minori costi di start-up, minori reclami, migliore qualità dei prodotti, aumento della soddisfazione del cliente. I punti deboli risiedono in rischi nella compilazione di moduli, tabelle eccessivamente estese, confusione nella definizione dei requisiti del cliente, rischio di confondere le esigenze del cliente con le caratteristiche di prodotto, di perdersi in dettagli, tempi lunghi per l'elaborazione, raccolta dati (Franceschini et al., 2015).

Nel 2001 Illy Caffè adotta il Q.F.D. Esso è particolarmente indicato per i prodotti che risultano dall'assemblaggio di parti meccaniche ma si può applicare per altri tipi di prodotti e servizi nei vari segmenti merceologici. Può essere utilizzato con il diagramma delle affinità per definire le aggregazioni dei requisiti per tipo di funzione svolta.

Il *Sei sigma* è una metodologia strutturata finalizzata ad aumentare la qualità riducendo le imperfezioni, permettendo all'azienda di migliorare le proprie performance. Il Sei Sigma è una metrica, un Benchmark di riferimento universale per individuare e misurare la qualità dei processi aziendali e confrontarla con i valori attesi dal mercato. (Galgano et al, 2004). Rappresenta la capacità di un processo, valutata nel lungo periodo, tale da permettere di avere 3,4 difetti per milione di opportunità (Aggogeri et al, 2017)

I vantaggi consistono nella riduzione dei costi, miglioramento delle performance e del valore dell'azienda, riduzione degli scarti, aumento della soddisfazione dei clienti, miglioramento della relazione con i clienti, ottimizzazione dell'efficienza dei processi produttivi. I punti deboli invece sono identificabili in: difficoltà di disporre di personale qualificato e motivato sull'approccio adottato, minore economicità e velocità al processo, scarso legame tra qualità e velocità del processo, minore fluidità nella pianificazione e programmazione della produzione.

I programmi sei sigma, opportunamente adattati, possono essere applicati indipendentemente dalla dimensione e natura dell'azienda: Motorola (1987) fu la prima società ad implementare l'approccio six sigma alla quale seguirono Whirlpool (1997), Polaroid (1997), Sony (1997), General Electric, Luxottica. Altre esperienze documentate in letteratura di applicazione del six sigma riguardano Fiat, Ferrari, Toyota, Nokia. Secondo gli studiosi il sei sigma ricalca e amplia la logica P.D.C.A. (Womack, 2010).

L'approccio *Lean Production* è una filosofia gestionale che ha lo scopo di ridurre gli sprechi fino ad eliminarli e l'obiettivo di creare valore e soddisfazione per il cliente. Persegue due obiettivi: interni, diretti alla eliminazione degli sprechi alla riduzione dei costi ed esterni diretti al miglioramento della soddisfazione del cliente, recuperando risorse e competitività; valorizza il lavoro di gruppo, l'intero processo produttivo è sincronizzato con la domanda, e presenta flessibilità e facile riconversione dei macchinari (Guglielmetti M. e Semprini, 2012). Questo approccio permette la riduzione degli errori e degli sprechi, dei costi, dei tempi di produzione e delle scorte, del time to market dei nuovi prodotti, il miglioramento della produttività del lavoro, della qualità e varietà dell'offerta. In merito ai limiti applicativi si può affermare che l'approccio non fornisce la cultura di base e le infra strutture necessarie per supportare i risultati, porta al miglioramento di alcune aree aziendali senza

affrontare un'analisi statistica della variabilità del processo. L'approccio Lean, diffusosi inizialmente nel settore manifatturiero, oggi si applica anche ai servizi (Aggogeri et al, 2017).

L'ingegnere Ohno lo introdusse per la prima volta nella Toyota Production System, agli inizi negli '90 fu applicato alla Black & Decker (Sartor et al, 2014).

Vi è attualmente la tendenza di integrare le migliori prassi e gli strumenti proposti dalla Lean e dal TQM. Alcuni autori propongono il QFD come strumento operativo a supporto della logica Lean che permette di raccogliere informazioni sui requisiti del cliente.

La metodologia *Lean six sigma* nasce dalla sinergia del six sigma e della lean production. Può condurre ad un ulteriore miglioramento della qualità di prodotto e della velocità del processo produttivo finalizzato alla customer satisfaction. L'azione combinata porta a costi più bassi, ad un incremento della redditività, riduce i difetti, presenta maggiore velocità di qualunque processo (Aggogeri et al., 2017).

I principi e la metodologia del Lean Six Sigma sono stati applicati soprattutto nelle grandi aziende come, ad esempio, in Telecom Italia. Esso si applica anche con l'ausilio di strumenti come: il Q.F.D., il diagramma causa/effetto, il foglio raccolta dati.

La metodologia *Gemba Kaizen* nasce dalla filosofia Kaizen di origine giapponese che significa "miglioramento lento e continuo". Esso si basa sulla convinzione che tutti gli aspetti della vita possano essere costantemente migliorati. (Galgano, al., 2012). Il fine ultimo della strategia Kaizen è il miglioramento attraverso tre obiettivi: Qualità, Costo e Delivery (QCD). Il metodo Kaizen è graduale, procede per piccoli passi, utilizza un know-how tradizionale e molto buon senso. Comporta l'impiego di attività impennate sulle risorse umane (Minoru et al., 2016). I vantaggi principali possono essere identificati in crescita della produttività, azzeramento delle difettosità, diminuzione delle scorte, sviluppo di nuovi prodotti e servizi aumento della competitività e ampliamento su nuovi mercati. Si può applicare in aziende di produzione e di servizi multinazionali e medie imprese (Masaaki, et al. 2015).

Le sue prime applicazioni si sono avute in Giappone nella Nissan Motor Company per poi svilupparsi nel resto del mondo in aziende come Achmea (compagnia di assicurazione), Tork Ledervin (azienda tessile Brasiliana), Embraco (attività manifatturiera), Densho engineering (fabbrica schermi in vetro per cellulari), Finsa (mobili e componenti per cucine), Leyland Trucks (produttore britannico di autoveicoli), Sunclipse (produzione imballaggi industriali in California), Tres Cruces (Azienda argentina di insaccati alimentari).

In Italia è stata applicata nelle aziende di produzione dell'Acqua minerale San Benedetto nel 2008 (produzione di bottiglie leggere), Alf Uno (2009 Treviso), Comer Industries (arredamento internazionale Reggio Emilia 2014), Esmach (assemblaggio di componenti meccanici), Rossimoda (progettazione, costruzione di rettificatrici Riviera del Brenta), Syncro Corner calzaturificio (Corpigiani, 2013).

Infine il *metodo Gambel* è un modello logico di valutazione dell'efficienza aziendale che consente di analizzare sia gli elementi quantitativi che qualitativi della totalità dei fenomeni d'interesse (Gambel, 2004). Il Gambel System è un contenitore o una piattaforma sulla quale operare e si adatta alle più varie applicazioni sia settoriali che imprenditoriali.

Il metodo Gambel identifica nell'azienda vincente quell'impresa che raggiunge l'obiettivo della certificazione e la realizzazione della cultura del miglioramento continuo. Per raggiungere congiuntamente tali obiettivi, il metodo proposto fa uso di strumenti presi dalla letteratura classica: a) analisi degli argomenti sui quali indagare, valutando punti di forza e debolezza; b) Analisi di Pareto che consente di concentrarsi sugli aspetti di maggiore importanza c) Diagramma di Ishikawa che ricerca le cause degli elementi rilevati e permette di correggerli.

Si può applicare a qualsiasi tipo d'impresa, alle pubbliche amministrazioni, agli Istituti di credito. È stato applicato da Acqua Vera, dalla Cicrespi s.p.a nel settore delle macchine per contare e selezionare denaro (Gambel et al., 2004).

## Conclusioni

Dall'analisi delle diverse metodologie è emerso da un lato che strumenti molto semplici da adottare possono portare a miglioramenti rilevanti nelle organizzazioni, dall'altro che il successo dell'applicazione pratica di questi strumenti è questione di disciplina e di determinazione estese alla totalità dell'organizzazione.

Le nuove metodologie applicate dai diversi autori in una realtà in continua evoluzione, riportano seppure in modi differenti alle logiche tradizionali quale la logica P.D.C.A. (Plan, Do, Check, Act) e T. Q. M. (Total Quality

Management) che hanno come principio fondamentale il miglioramento continuo dei processi, dei prodotti/servizi e delle performance organizzative. Tale miglioramento si basa, sostanzialmente, su strumenti di vario genere che si riportano a quelli tradizionali a disposizione del management e di tutti i livelli dell'organizzazione.

L'evoluzione delle metodologie e degli strumenti della qualità viste nei paragrafi precedenti evidenzia che esse si sono nel tempo articolate in numerose tecniche specifiche rivolte alla soluzione di specifici problemi; le tecniche proposte successivamente offrono invece l'adozione congiunta di una combinazione di strumenti classici e/o manageriali volta a risolvere contemporaneamente più problematiche emerse, anziché singoli problemi. C'è il rischio che le nuove tecniche e metodologie del miglioramento possano risultare solo applicazioni temporanee se non sono accompagnate da una crescita culturale e da un'istituzionalizzazione del miglioramento. (Mattana et al. 2004)

Il miglioramento è fonte di vantaggio competitivo per la sua possibilità di essere interpretato e applicato dal management in forme logiche diverse, solo se basato su un corpus unitario di metodi e concetti.

Non sarà tanto l'applicazione di tecniche e di strumenti che consentirà alle organizzazioni di accrescere la qualità dei prodotti e dei servizi e migliorarne l'efficienza, ma la capacità culturale di utilizzare in modo ottimale tali tecniche e strumenti, adeguatamente alimentati e gestiti e che siano identificate le opportunità di miglioramento.

### Riferimenti

- Aggogeri, F., Gentili, E., (2006). Lean six sigma: La nuova frontiera della qualità, ed. F. Angeli.
- Cappelli, L., Renzi, M.F., (2010). Management della qualità, ed. Cedam.
- Deming E.W. ( 2010 ). Out of the crisis, ed. Mit Pr
- Franceschi, F., (2015). Qualità per competere. Approcci, Modelli e misure per il successo durevole delle organizzazioni e per facilitare la transizione alla Iso 9001.2015, ed. F. Angeli.
- Franceschini, F., (2004). Il Quality Function Deployment in Manuale della qualità di Conti, T./ De Risi, P., ed Il sole 24 ore.
- Galgano, A. (2004). L'approccio Sei Sigma. In manuale della Qualità di Conti /Risi, ed. Il sole 24 ore.
- Galgano, A., (2012). Qualità Totale. Il metodo scientifico nella Gestione aziendale, ed. Gruppo Galgano.
- Gambel, E. (2004), Qualità totale: il metodo Gambel per raggiungere il miglioramento e la certificazione, ed F. Angeli.
- Guglielmotti Muggion, R., Semprini, M., (2012). La gestione Lean. Logica, metodologie, strumenti, esperienze, ed. Mc. Graw-Hill.
- Ligonzo, F., (2004) Il sistema di gestione della qualità. in Manuale della Qualità di Conti, T./ De Risi, P., ed Il sole 24 ore.
- Mattana G. 2006, Qualità, affidabilità, certificazione, e .ed.F., Angeli
- Masaaki, I., (2015), Gemba Kaizen. Un approccio operativo alle strategie del miglioramento continuo. Con le storie delle aziende italiane che ce l'hanno fatta ed. F Angeli.
- Minoru, T., (2016), Il Segreto del Kaizen: Guida operativa per il successo nel miglioramento aziendale, ed. F. Angeli.
- Mirandola, R., (2004) Tecniche e strumenti di miglioramento. In manuale della Qualità di T.Conti / De Risi, P., ed Il sole 24 ore.
- Sartor M., (2014). Qualità La gestione, gli strumenti, i metodi e le migliori esperienze 2014 Gruppo sole 24 ore.
- Sartor, M., Marson, E. (2014). Il Quality Function Deployment in "Guida del sole 24 ore alla qualità", ed. Gruppo 24 ore.
- Watson Gregory H. (2004). Il benchmarking in Manuale della Qualità di Conti, T./ De Risi, P., ed Il sole 24 ore.
- Ishikawa, K. (1991). Guide to quality control (No. TS156. I3713 1994.).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Simon and Schuster.

# **CORPORATE CITIZENSHIP IN PRATO TEXTILE ORGANISATIONS: DESIGN AND EXPERIMENTATION OF THE “RESPONSIBLE BUSINESS TEXTILE” LABEL**

**Borsacchi L<sup>1</sup>, Biggeri M<sup>2</sup> and Ferrannini A<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *ARCO (Action Research for CO-development) - PIN Srl - University of Florence, Piazza Giovanni Ciardi 25, 59100, Prato, Italy.*

*leonardo.borsacchi@pin.unifi.it; andrea.ferrannini@arcolab.org*

<sup>2</sup> *Department of Economics and Management, University of Florence - Via delle Pandette 9, 50127 Florence, Italy. mario.biggeri@unifi.it*

## **Abstract**

In Prato textile area, a territory with high incidence of ethnic entrepreneurship, and still faced a crisis in terms of sales and competitiveness on the international markets, it has been required to promote innovative and integrated management solutions to introduce new tools with the aim of distinguishing companies that adopt virtuous behaviours in a perspective of responsible business. In this regard, the concept of corporate citizenship combines socially responsible practices with the extent to which businesses meet legal, ethical and economic responsibilities, thus contributing to quality of life for the communities that surround them and still maintaining profitability for stakeholders.

This paper highlights the results of an action-research project, financed by Tuscany Region and promoted by the Chamber of Commerce of Prato together with the main trade associations, on the design and the application of a new integrated certification standard on both mandatory compliance of production processes and ethical requirements. The “Responsible Business Textile – RB TEX” label have been originally designed to be applied in the textile / sector but it will be adaptable in the future for the certification of other firms in different chains. A pilot experimentation involved a sample of 6 companies in the textile / clothing sector within Prato industrial area, which have voluntarily undergone the assessment of their compliance with the standard requirements.

A certifiable standard would have the potential to contribute in promoting the sharing of ethical and productive rules within the area, as a positive factor for local development and the sustainability of productive chains. This is crucial today to boost the image of Prato as an industrial cluster based on corporate citizenship.

**Keywords:** corporate citizenship, local development, ethic, certification, sustainable supply chains.

Nel distretto tessile di Prato, un area con alta incidenza di imprenditoria etnica, e che sta tuttora affrontando una crisi in termini di vendite e di competitività sui mercati internazionali, si rende necessario promuovere soluzioni innovative e integrate con lo scopo di introdurre nuovi strumenti con lo scopo di distinguere quelle aziende che adottano comportamenti virtuosi in una prospettiva di responsabilità sociale. A questo riguardo, il concetto di cittadinanza d’impresa mette insieme pratiche socialmente responsabili con quelle pratiche che le aziende già seguono dal punto di vista legale, etico ed economico, contribuendo ad un innalzamento della qualità della vita per le comunità dove queste si inseriscono e garantendo la soddisfazione degli stakeholder.

Questo lavoro riporta i risultati di un progetto di ricerca-azione, finanziato dalla Regione Toscana e promosso dalla Camera di Commercio di Prato insieme alle principali associazioni di categoria, sulla creazione e la sperimentazione di un nuovo standard integrato certificabile basato su requisiti obbligatori dei processi di produzione e su requisiti etici. Il marchio “Responsible Business Textile – RB TEX” è stato inizialmente pensato

per essere applicato nel settore del tessile e abbigliamento ma in futuro potrebbe essere adattato per la certificazione di aziende di altri settori. La sperimentazione pilota ha incluso 6 aziende del tessile / abbigliamento del distretto pratese, che si sono sottoposte volontariamente alla valutazione del rispetto dei requisiti del marchio.

Uno standard certificabile può avere il potenziale di contribuire alla condivisione di regole etiche e produttive nell'area, come fattore positivo per lo sviluppo locale e la sostenibilità delle filiere produttive. Questo oggi è cruciale per rendere migliore l'immagine di Prato come distretto industriale basato sulla cittadinanza d'impresa.

**Parole chiave:** cittadinanza d'impresa, sviluppo locale, etica, certificazione, sostenibilità delle filiere produttive.

## **Introduction**

Prato's traditional textile district system has been heavily influenced, over the last two decades, by processes of globalization and by the growing scale of the phenomenon of immigration to Prato. Many Chinese immigrants started entrepreneurial activities mainly in the clothing sector, which is characterized by very low barriers to entry (Dei Ottati 2014). If, at first, this system of businesses run by immigrants has maintained links with the clothing manufacturing companies already present in the area, in recent years Chinese entrepreneurs boosted their own supply chain, mainly working with external subcontractors. Today Prato counts more than 190,000 inhabitants, and among them there are 34,000 foreigners, of which 16,000 Chinese. Nearly 3,800 manufacturing firms in the textile / clothing are run by Chinese (IRPET 2015) and there is a strong perception that the value added of these companies (characterized by low technological processes and no significant entrepreneurs' associations or trade union membership) has a high share of unpaid taxes and a substantial illegal money transfer to China. Overall, the recurrent irregularities increase social conflict, with negative repercussions on the quality of life of citizens, both Italians and foreigners, living in Prato. Finally, it should be noted that since 2014 there has been a strong intensification of the inspections carried out by the Regional health authorities on safety issues to all Chinese enterprises working in the provinces of Florence, Prato and Pistoia.

Since 2013, we have been experimenting and promoting, together with local authorities and entrepreneurs' associations, an innovative model in the industrial district of Prato. The "ASCI" model includes: 1) the application of a newly designed check-list tool to detect firms' non-compliances with mandatory legislation; 2) the provision of tailored technical assistance to entrepreneurs by "technical mediators" of different nationalities, who have been purposively trained to support the management systems of productive processes by ethnic enterprises, also eliminating language and cultural barriers, in order to suggest actions to improve compliance and upgrading. All in all, the "ASCI" model allows to fully assess the compliance with mandatory requirements and define upgrading processes in ethnics companies, also establishing relationship based on transparency and trust (Borsacchi et al. 2015).

This paper highlights the results of an action-research project, financed by Tuscany Region and promoted by the Chamber of Commerce of Prato together with the main trade associations, on the design and the application of a new integrated certification standard on both mandatory compliance of production processes and ethical requirements. This standard, based to both legal and voluntary requirements, in order to obtain a certification, is certifiable and would have the potential to contribute in promoting the sharing of ethical and productive rules within the industrial district, as a crucial factor for local development and the sustainability of productive chains.

## **Materials and methods**

The action-research took place within the project "*Progetto integrato per lo sviluppo dell'area pratese*", implemented by the Chamber of Commerce of Prato and funded by Tuscany Region. The main objective of the

project is the launch of a new designed certifiable standard with the aim to contribute in promoting the sharing of ethical and productive rules within the area, as a positive factor for local development and the sustainability of textile production chains within the district. The activities of the project are structured into three main groups:

- a) Design of the standard, including qualifying requirements;
- b) Definition of the terms and rules of audits and of the release of the certification;
- b) Pilot experimentation involving a sample of companies in the textile / clothing sector within Prato industrial area;
- c) Launch of the standard.

In order to achieve the objectives, this action-research has adopted a robust methodology based on the active involvement of the project stakeholders. In particular, the following activities were conducted during the two years long of the project:

- Desk-based analysis of existing certifiable standards as well as environmental labels (e.g. *Cardato Rigenerato*) and international certifications schemes.
- Adaptation of the existing “ASCI check-list”, that allows to fully assess the compliance with mandatory requirements (Borsacchi et al., 2016).
- Meetings with representatives of the Chamber of Commerce of Prato together with delegates of the main trade associations.
- On-site audits in 6 sample organisations involved in the experimentation and conduction of semi-structured interviews with the entrepreneurs of that firms. Audits have been conducted according UNI EN ISO 19011:2012 and ISO/IEC 17021-1:2015 standard.
- Continuous team brainstorming and discussions with project’s partners.

This harmonic range of different methods has undoubtedly allowed diversifying the sources of information, digging deeper in all relevant topics and cross-checking findings and results, in order to obtain a consistent result.

## **Results and discussion**

The “Responsible Business Textile – RB TEX” includes a total of 83 requirements, in 8 different areas of application. All requirements are meant to be applicable to organizations belonging to the field of application regardless of their type and size. The aim of the label is the promotion of ethical and productive rules within the industrial district, as a crucial factor for local development and the sustainability of productive chains.

The defined requirements can be classified as follows (see table 1 for complete list of areas of application and requirements):

- Applicable mandatory requirements, in other words requirements based on legal restrictions;
- Qualifying requirements, in other words requirements that provide evidence of the organization following particular procedures beyond legal restriction.

The access to this voluntary certification scheme is permitted to all organizations operating along the textile/clothing supply chain in the area of the Province of Prato, including those who produce fabric, yarn, ready-to-wear-fashion and knitwear. Those organizations have to prove their attitude and provide objective evidences at the adoption of good practices beyond mandatory law requirements, as well as principals of transparency to a range of requirements.

The third part audit, conducted according international standard, guarantees independency of assessment. The audit, firstly, addresses to verify regulatory compliance whether the company is following European, state or local laws applicable to its type of business. At this stage, for each requirement full compliance is requested, without possibility of a partial compliance or to have the chance to solve the non-conformity through a corrective action. Secondly, auditor assess the compliance to qualifying requirements by a semi-structured interview with the entrepreneurs. The assessment is based both on quality entries and quantity evidences (e.g. energy saving in

euros, total amount of donations for social purposes). After the audit, a full report is filled by the auditors, containing all the references of the viewed documents and the description of the engagement of the organisation in relation of the qualifying requirements.

*Table 1. Requirements of RB TEX*

	Area of Application	Number of Requirements	Requirements
<b>Applicable mandatory requirements</b>	A. Workplace safety	37	Safety risk assessment; Supervisor of workplace safety; Workers' representative for safety; Medical doctor for workplace safety; Conformity of electrical system; Conformity of grounding system; Safety of the equipment and machinery; Individual protection devices; Data sheets for chemicals; Fire risk protection; First aid; Boiler used in production
	B.Environmental management	14	Environmental authorisations; Air emissions; Industrial water pollution; Waste management and accounting
	C. Taxation	21	Balance sheet; VAT; Taxes model declarations
	D. Training	7	Compulsory training: Supervisor of workplace safety, Workers' representative for safety, Hygiene and Safety training for workers; Workers first aid training; Workers fire training; Forklift operator; Boiler operator
<b>Qualifying Requirements</b>	E. Employees welfare	1	Over the past 12 months, the organization has been promoting at least one action aiming at increasing the welfare of the workers and their families by providing services and benefits beyond those mandatory by law through specific policies, that is by developing positive experiences of negotiated welfare
	F. Corporate citizenship	1	Over the past 12 months, the organization has implemented one or more social, cultural or sports activities or, in other words, for local regeneration to the benefit of the local community
	G. Environmental awareness	1	Over the past 12 months, the organization has introduced habits and good practice aiming at reducing the environmental impact of its production procedures, that is aiming at demonstrating responsible behaviour with regard to the environment
	H. Traceability	1	Over the past 12 months, the organization has introduced one or more measures of transparency through the application of an appropriate traceability system by documenting relevant evidence

Source: Authors' elaboration

In this paper, we also outline the results of the experimentation of RB TEX on a sample of 6 organizations located within Prato industrial district, operating in the production or treatments or warping of yarns, the dyeing of fabrics, laundry and dry-cleaning and in womenswear manufacturing. These firms have voluntarily undergone the audit.

Table 2. Main findings of the pilot experimentation

	Org. #1	Org. #2	Org. #3	Org. #4	Org. #5	Org. #6
Activity	Production of fancy yarns	Treatments on all types of yarn	Warping yarns and filaments	Fabrics dyeing	Industrial laundry and dry-cleaning	Womenswear manufacturing
Since	1970	1979	2009	1973	2011	1987
# of employees	18	28	19	35	11	23
<i>Applicable mandatory requirements (verified during the audit)</i>						
A. Workplace safety	35	36	36	37	36	36
B.Environmental management	5	11	5	14	14	5
C. Taxation	16	19	17	21	18	19
D. Training	4	7	5	6	7	5
<i>Qualifying requirements</i>						
E. Employees welfare	Favourable wage conditions; policy of incentives	Agreements of internal reward agreed with trade unions	Tax advice at an affordable price	Improving the microclimate within the working spaces	Provision of annual vouchers to all employees	Awards for its employees based on the achievement of certain production results
F. Corporate citizenship	Donations and initiatives for social and cultural purposes	Donations and initiatives for social and cultural purposes	Donations and initiatives for social and cultural purposes	Available to host students for training activities	Support of local sports clubs, aimed at social initiatives.	Available to host students for training activities
G. Environmental awareness	Introduction of LED lighting; asbestos remove from the roof	Policy aimed at energy saving and minimizing impacts	Introduction of LED lighting; purchase of a new compressot	Use of recycled water in the process	Co-generator and production of steam to reenter the production	Introduction of LED lighting with variable luminous intensity



H. Traceability	TF - Traceability & Fashion voluntary certification	Internal system with barcodes	TF - Traceability & Fashion voluntary certification	Internal documentary traceability system	Documented internal traceability system	Feasibility study concerning the integration of RFID technology
-----------------	---	-------------------------------	---	--	---	---

Source: Authors' elaboration

All the 6 pilot organisations met the RB TEX's requirements, both mandatory and qualifying (as listed in table 2), and they have obtained a positive opinion for the release of the certification by the Chamber of Commerce.

## Conclusions

The harmonious and sustainable development of a territory does not happen by chance, but rather it is – or it should be – pursued by actors and stakeholders of the territory itself (Biggeri et al., 2015a). Since 2013, we have been experimenting and promoting, together with local authorities and entrepreneurs' associations, the “ASCI” model in the industrial district of Prato. The model includes: 1) the application of a newly designed checklist tool to detect firms' non-compliances with mandatory legislation; 2) the provision of tailored technical assistance to entrepreneurs by “technical mediators” in order to suggest actions to improve compliance and upgrading. All in all, the “ASCI” model allows to define upgrading processes also establishing relationship based on transparency and trust, especially in ethnics companies. (Borsacchi et al., 2016).

Since 2015, with the design and experimentation of RB TEX certification, Prato textile district has a new tool allowing companies that adopt virtuous behaviours in a perspective of responsible business to distinguish. Indeed, while RB TEX have been originally designed to be applied in the textile sector it could be adaptable in the future for the certification of other firms in different chains.

This standard would really have the potential to contribute in promoting the sharing of ethical productions within the area, as a positive factor for local development. In this regard, the concept of corporate citizenship combines socially responsible practices, thus contributing to quality of life for the communities that surround them and still maintaining profitability for stakeholders.

## References

1. BORSACCHI, L., BIGGERI M. and FERRANNINI A. (2016). *Application and review of an integrated check-list to promote legal compliance and socially responsible behaviors among ethnic enterprises*. In: 20th IGWT Symposium Commodity Science in a changing world. Proceedings scientific works. p. 733-740, Varna:Publishing house „Science and Economics“ University of Economics, Varna, ISBN: 978-954-21-0904-4, Varna, Bulgaria, September 12th-16th 2016
2. BORSACCHI, L., BIGGERI M. and FERRANNINI A. (2016). *Needs and compliance of production processes by Chinese companies in Prato industrial district: an innovative assessment model*. D.E.Im. Atti del Congresso AISME 2016. p. 64-70. Cintest
3. BIGGERI, M., BORSACCHI, L. and FERRANNINI, A. (2015a) *Emersione, sviluppo ed integrazione nel territorio pratese. Professionalità e strumenti di facilitazione*. Pacini Editore

4. BIGGERI, M., BORSACCHI, L. and FERRANNINI, A. (2015b) *Emersione, Sviluppo ed integrazione nel territorio pratese. Un modello di sensibilizzazione e accompagnamento*. Pacini Editore
5. BORSACCHI, L., BIGGERI, M., and FERRANNINI, A. (2014) Fostering the compliance of production processes in areas with high incidence of ethnic entrepreneurship: The creation of a check-up tool in Prato industrial district" in *Commodity Science in Research and Practice – Towards Quality - Management Systems and Solutions*. edited by T. Sikora e J. Dziadkowiec, 31-41. Cracow: Polish Society of Commodity Science
6. DEI OTTATI, G. (2014) A transnational fast fashion industrial district: An analysis of the Chinese Businesses in Prato" in *Cambridge Journal of Economics*, 38(5), 1247-1274. Oxford University Press
7. IRPET. (2015) *Relazioni locali e transnazionali delle imprese cinesi di Prato e loro contributo all'economia della provincia*. Press service

# NEW TRENDS IN THE COFFEE CONSUMPTION ASSESSMENT: ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND CHEMICAL ANALYSIS EVALUATED THROUGH A CHOICE EXPERIMENT

Pinelli P., Nikiforova N.D., and Berni R.

*Department of Statistics, Computer Science, Applications “G. Parenti”, University of Florence, Italy*

[patrizia.pinelli@unifi.it](mailto:patrizia.pinelli@unifi.it)

## Abstract

*The consumers’ preferences for the coffee consumption are analyzed with an innovative approach, which integrates a choice experiment with consumer sensory tests and chemical analyses (caffeine and antioxidants by HPLC). Through a choice experiment and modeling, consumers’ preferences are analyzed with respect to the attributes of price, type of coffee (blend Arabica-Robusta and 100% Arabica), packaging, indication of origin and certifications related to the product sustainability. Actually, the same choice experiment has been administered in two consecutive time occasions, e.g. before and after the sensory test, in order to analyze the role of tasting in the determination of the consumers’ preferences. All these elements, e.g. the attributes involved in the choice experiment, the scores obtained for each coffee from the sensory test and the HPLC analyses, are involved in the modeling step to better evaluate the consumers’ behavior relating to the coffee consumption.*

**Key words:** choice experiment, coffee tasting, Random Utility Models-RUM, HPLC analysis

## 1. Introduction

In this work, consumers’ preferences for the coffee consumption are analyzed with an innovative approach, which integrates a choice experiment with consumer sensory tests and chemical analyses. Firstly, two different types of coffee ground for moka, e.g. 100% Arabica, and a blending of Arabica and Robusta varieties were chosen by the market. Through the choice experiment and modeling, the consumers’ preferences are analyzed with respect to the attributes of price, type of coffee, packaging, indication of origin and certifications related to the product sustainability (as fair trade, organic label and so on). An optimal experimental design is applied for the choice experiment. In addition, a consumer sensory test is planned in order to analyze the role of the taste in the consumers’ preferences; for this purpose, a scoring card is developed, where tasters have to give a score to the organoleptic descriptors of coffee, and this scoring card is administered jointly with the choice experiment. Moreover, the analytical data relating to the coffee quali-quantitative composition (caffeine, antioxidants), which were acquired by using a High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method and specific calibration curves, are involved in the modeling step. More precisely, the same choice experiment is administered in two consecutive time occasions (Lombardi et al., 2017), e.g. before and after the sensory test, in order to analyze the role of tasting in the determination of the consumers’ preferences. All these elements, e.g. the attributes involved in the choice experiment, the scores obtained for each coffee from the sensory test and the HPLC analyses, are jointly evaluated in the modeling step to better understand the consumers’ behavior relating to the coffee consumption and to verify if the tasting session produced a modification in consumer’s attitude.

## 2. Materials and Method

In this Section the choice experiment is described and the theory of Random Utility Models (RUM) is briefly explained.

### 2.1 Choice experiment, questionnaire and data collection.

As previously said, a background questionnaire about the respondent (age, gender, cultural skill) was administered at the beginning, and then, a choice experiment reporting two different scenarios about price, type of coffee, packaging, indication of origin and certifications, was supplied before and after the coffee tasting. For the tasting, a scorecard was developed, where the consumer/taster assigned a different mark (ranging from 1 to

7) for colour, smell (aroma), taste (aroma and sensory attributes) and tactile sensation (body). For the evaluation of the taste, the sensory attributes of bitterness, acidity, sweetness and aroma were chosen. Furthermore, the taster was requested to indicate, if possible, the perception of pleasant odors or off-flavours, as those indicated in Table 1.

<i>Pleasant odors</i>	<i>Off-flavors</i>
fruity, nuts, toasted bread, caramel, tobacco, chocolate	earthy, mold, herbaceous, rancid, smell of medicine

**Table 1.** Descriptors of pleasant odors and off-flavors indicated in the scoring card administered in the tasting of the two selected types of coffee ground for Moka.

Moreover, the descriptive sensorial evaluation included aftertaste and general equilibrium. For the aftertaste, the mark should represent the synthesis of intensity, delicacy and complexity of perceptions. With the general equilibrium descriptor, the completeness and balance of coffee was judged. This last, is a total judgment that must take into account all the previous seven descriptors (olfactory sensations, bitterness, acidity, sweetness, aroma, body and aftertaste).

## 2.2 Choice modeling

Once data were collected, the following step was the analysis of the expressed consumers' preferences by applying multinomial discrete choice models. Moreover, these expressed preferences were analyzed jointly with the additional data and baseline variables collected through the supplied background questionnaire.

As an initial step, the class of Random Utility Models (RUM) is defined. In general, every alternative is indicated by  $j$ , so that the choice-set is formed by  $J$  alternatives  $(1, \dots, j, \dots, J)$ , while  $i$  denotes the respondent ( $i = 1, \dots, I$ ). The respondent is asked to give his/her preference within each choice-set, formed by two or more alternatives; in what follows we describe the multinomial logit model and the Heteroscedastic Extreme Value model by considering to have binary choice-sets, as applied in our case-study. In the Random Utility class of models, the individual  $I$  who chooses the alternative  $j$  has a random utility  $U_{ij}$  that may be generally expressed as in formula (1). Furthermore, it is assumed that the respondent  $i$  maximises his/her utility by choosing the alternative  $j$ , belonging to the choice-set  $C_i$  so that  $U_{ij}$  is the highest of all the utilities  $U_{ik}, k = 1, \dots, J$ .

Thus, the following expression is characterized by a stochastic utility index  $U_{ij}$ , which may be expressed, for each unit  $i$ , as a linear function of the attributes for the alternative  $j$ , as:

$$U_{ij} = V_{ij} + \epsilon_{ij} \tag{1}$$

$$V_{ij} = x'_{ij}\beta$$

where  $V_{ij}$  is the deterministic part of the utility and is defined here in relation to a vector  $x_{ij}$ , containing the characteristics of respondent  $i$  and alternative  $j$ ,  $\beta$  is the vector of unknown coefficients and  $\epsilon_{ij}, j = 1, \dots, J$  is the random component. The random component is generally supposed to be independent and also Gumbel or type I extreme value distributed.

It must be noted that each alternative will be characterized by a vector of characteristics (attributes), while the response (dependent) variable is the binary variable related to the expressed preference for each choice-set.

### 2.2.1 Multinomial Logit Model

The Multinomial Logit Model (MNL) is the simpler model belonging to the RUM class. In fact, for this statistical model, the Independence of the Irrelevant Alternatives (IIA) property is assumed, and this means that the choice probability in one choice-set is independent from the presence of other attribute values or any other

alternative; on the other hand, we may say that IIA derives from the hypothesis of independence and homoscedasticity of the error terms. Thus, the relaxation of this assumption (Train, 1998), performed, in our case-study, through the following applied HEV model, makes it possible to highlight the real impact of each attribute on the respondent's preference. The term "conditional" shows that the unit  $i$  chooses the alternative  $j$ , which belongs to a set of alternatives called choice-set  $C_i$  and then the applied model is called Conditional MNL logit. Consequently, the probability of the unit  $i$  to choose the alternative  $j$  is defined as:

$$P(y_i = j) = P_{ij} = \frac{\exp(x'_{ij}\beta)}{\sum_{k \in C_i} \exp(x'_{ik}\beta)} \quad (2)$$

where  $x_{ij}$  denotes the vector of attributes for the alternative  $j$  presented to the unit  $i$  and it corresponds to the deterministic term of formula (1). It must be noted that the subscript  $i$  for the choice-set  $C_i$  in formula (2) denotes each specific choice-set supplied to the respondent  $i$ . In this case, the error term is supposedly distributed as a Gumbel distribution; therefore, in this case the evaluation of the error alternatives is not included, i.e. this model assumes equal variances on random components of utility for all the alternatives.

By considering formula (2), it is easy to observe the practical limit of the Independence of Irrelevant Alternatives (IIA) property. In fact, if we compare two alternatives,  $j$  and  $k$ , we can see how the ratio is only expressed on the attribute values included in these two alternatives, without evaluating any other alternatives, as shown in the following formula:

$$\frac{P_{ij}}{P_{ik}} = \frac{\exp(x'_{ij}\beta)}{\exp(x'_{ik}\beta)} = \exp(x'_{ij}\beta - x'_{ik}\beta) \quad (3)$$

When considering the class of RUM, which aims to achieve the utility maximization for the respondent, we enlarges the characteristics of Logit model where the IIA is hypothesized. The relaxation of this assumption is undoubtedly a very substantial improvement because the IIA means that the choosing probability in one choice-set is independent of the presence of other attribute values or any other alternative; on the other hand, we may say that IIA derives from the hypothesis of independence and homoscedasticity of the error terms. Furthermore, these models cannot take account of a different behavior of the consumer; i.e. each respondent, with different baseline characteristics, is treated in a similar way (the same estimate values of attributes) according only to their judgment, exclusively. In the literature, a first contribution to improving these issues is in Train (1998), where a Random Parameter Logit (RPL) model is introduced. At present, this model is more precisely called Mixed Multinomial Logit (MMNL), McFadden and Train (2000). In fact, this RUM model allows to evaluate the respondents' heterogeneity or, better, the consumer/user's variability by considering the attributes as random variables and not fixed variables, i.e. as random variables across respondents. A further issue is related to the presence of the heteroscedasticity, e.g. variability across alternatives, which may be taking into account through the Heteroscedastic Extreme Value (HEV) model, which makes it possible to highlight the real impact of each attribute on the respondent's preference.

### 2.2.2 The Heteroscedastic extreme value model

The Heteroscedastic Extreme Value (HEV) model (Bhat, 1995; Hensher, 1999) also belongs to the RUM class, formula (1). The main feature of this model concerns the modified assumptions on the random component, which is supposedly distributed as a type I extreme value distribution, independently but not identically distributed. It must be noted that this different hypothesis on the random component makes it possible to treat the relaxation on the IIA differently with respect to the MMNL model. This relaxation is fundamental and strengthens improvement with respect to the basic logit model. Furthermore, in the HEV model, different scale parameters between alternatives are estimated. Moreover, the presence of large variances for the error terms influences the effects of changing the systematic utility for the generic alternative  $j$ . The main evident advantage is that the scale parameters may be defined as the weights in order to measure the uncertainty relating to the

alternatives and the attributes involved. Therefore, the probability that a respondent  $i$  chooses the alternative  $j$  from a choice-set  $C_i$  is:

$$P_{ij} = \int_e \prod_{k \in C_i; k \neq j} \Lambda \left\{ \frac{x_{ij}\beta - x_{ik}\beta + e_{ik}}{\theta_k} \right\} + \frac{1}{\theta_j} \lambda \left( \frac{e_{ij}}{\theta_j} \right) d e_{ij} \quad (4)$$

with the error term distributed as follows:

$$f(\epsilon_{ij}; \theta_j) = \lambda \left( \frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j} \right) = \exp \left( -\frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j} \right) \exp \left\{ - \left[ \exp \left( -\frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j} \right) \right] \right\} \quad (5)$$

In formula (4),  $\theta_j$  is the scale parameter for the  $j$  alternative and  $\lambda(\bullet)$  is the probability density function of the Gumbel distribution, as detailed in formula (5), while  $\Lambda(\bullet)$  in formula (4) is the corresponding cumulative distribution function evaluated by considering two distinct choices for the  $i$  respondent. In fact, the term  $x_{ij}\beta$  denotes the deterministic part of utility of formula (1) related to alternative  $j$  and alternative  $k$ , respectively. Note that the integral function is defined on the domain  $[-\infty, +\infty]$  of the random component  $e$ , related to the unit  $i$  and the alternative  $j$ . In this case, preferences of respondent  $i$  are evaluated by considering a scaling term (scale parameter)  $\theta_j$  for the alternative  $j$  in the choice-set  $C_i$  i.e., the heteroscedasticity of the error term. In the case-study, two alternatives are included in each choice-set and therefore only one scale-parameter is estimated. With respect to the conditional logit model, the HEV model and the Mixed MNL logit model could be considered as competitive models for identifying and measuring the presence of an over-dispersion when modelling the respondent preferences.

### 2.3 HPLC analysis

Two different types of coffee ground for moka (100% Arabica, and a blending of Arabica and Robusta varieties) chosen by the market were brewed and, then, diluted 1:10 with water and, finally, analyzed by HPLC after centrifugation. The HPLC/DAD analyses were performed with an HP 1100L liquid chromatograph equipped with HP DAD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA). In detail, the analytical column used was a Luna C18, 250×4.60 mm, 5µm (Phenomenex). The eluents were H<sub>2</sub>O adjusted to pH 3.2 by HCOOH (solvent A) and CH<sub>3</sub>CN (solvent B). The gradient and the quali-quantitative analysis of caffeine and antioxidants (chlorogenic acid and other mono-caffeoyl-quinic acids, di-caffeoyl-quinic acids) is already reported in the work Borsacchi and Pinelli “Coffee cup quality: correlation between taste and certification in Italian brands for a more sustainable commodity” (presented in AISME 2018).

### 3. Results and Discussion

The selected coffees were analyzed for their content in polyphenolic antioxidants (chlorogenic acid and other caffeoyl-quinic derivatives) and caffeine by a HPLC/DAD method. Figure 1 reports the mean values of chlorogenic acid, the sum of the other caffeoyl-quinic antioxidants and caffeine content present in coffee 100% Arabica and in the blending of Arabica/Robusta, respectively. As expected, the blending has a higher content of caffeine with respect the coffee of 100% Arabica.

Table 2 shows the parameters of the choice experiment: price 1 (as reference level, 4.50 €), price 2 (6.00 €) and price 3 (7.50 €); coffee type (with two levels, “-1” for blending Arabica and Robusta, and “+1” for 100% Arabica); packaging (with two levels, “-1” for soft bag with modified atmosphere, and “+1” for jar with modified atmosphere); lab-ind stands for label indication (with two levels, “-1” for the presence of an indication of origin, and “+1” for a certification about the product sustainability). Two general descriptors for the taste are indicated in Table 2, i.e. SV (soft and velvety) typical of a 100% Arabica coffee and IA (intense and aromatic) typical of a coffee obtained using a blending Arabica/Robusta. In order to include Caffeine in the modeling step, we proceed to standardize it through the standard formula:  $(X_{\text{value}} - X_{\text{mean}})/\sigma$ .

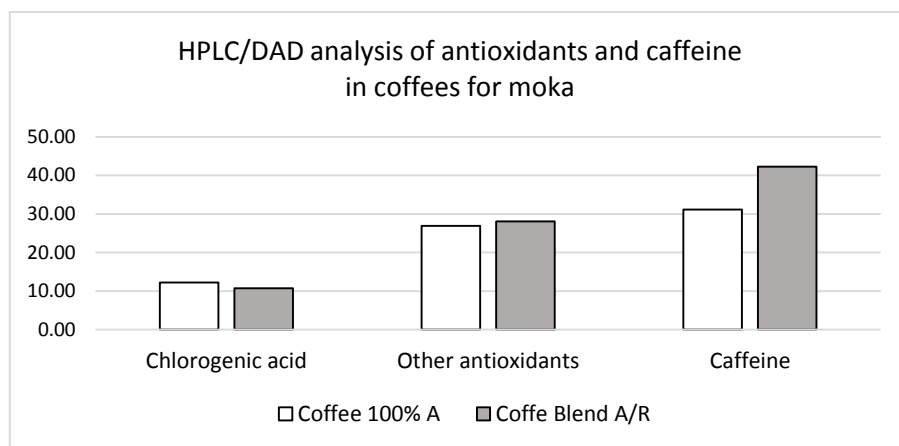


Figure 1. HPLC/DAD profile of chlorogenic acid, the sum of the other caffeoyl-quinic antioxidants and caffeine (3). Data are the mean values of three sampling and are expressed as mg of compound per cup (considering a cup volume of 25 mL).

HEV MODEL CHOICE 1 before coffee tasting						HEV MODEL CHOICE 2 after coffee tasting				
Variable	df	Estimate	St.Err.	t-value	p-value	df	Estimate	St.Err.	t-value	p-value
CONST	1	0.4932	0.5176	0.95	0.3407	1	-0.0955	0.4959	-0.19	0.8473
Price 2	1	-0.0400	0.0245	-1.63	0.1029	1	0.0263	0.0228	1.16	0.2471
Price 3	1	-0.0961	0.0256	-3.76	0.0002	1	-0.0235	0.0201	-1.17	0.2432
Coffee type	1	-0.3151	0.0987	-3.19	0.0014	1	0.0875	0.0747	1.17	0.2414
Packaging	1	0.0896	0.0681	1.32	0.1883	1	-0.1138	0.0645	-1.77	0.0775
SV	1	0.1450	0.0646	2.25	0.0248	1	0.2034	0.0827	2.46	0.0139
Lab-ind	1	0.1557	0.0628	2.48	0.0132	1	0.1008	0.0628	1.60	0.1087
IA	1	0.1189	0.0768	1.55	0.1218	1	-0.0573	0.0714	-0.80	0.4222
Tastescore	-	-	-	-	-	1	0.4362	0.3325	1.31	0.1896
Caffeine	1	0.2770	0.2255	1.23	0.2192	1	0.4499	0.2411	1.87	0.0620
Taste*SV	-	-	-	-	-	1	-0.7203	0.3827	-1.88	0.0598
SCALE 1	1	1.5290	0.5277	2.90	0.0038	1	1.4101	0.4990	2.83	0.0047

**Table 2.** Heteroscedastic extreme value model (HEV) estimated coefficients before tasting (Choice 1) and after tasting (Choice 2). CONST is a constant value set up on the lower levels of attributes. Model variables: price 2 (6.00 €) and price 3 (7.50 €); coffee type (with two levels, “-1” for blending Arabica and Robusta, and “+1” for 100% Arabica); packaging (with two levels, “-1” for soft bag with modified atmosphere, and “+1” for jar with modified atmosphere); lab-ind or label indication (low level “-1” for the presence of an indication of origin, and high level “+1” for a certification about the product sustainability). SV = taste soft and velvety (with two levels, “-1” fairly present, and high level “+1” Highly present); IA = taste intense and aromatic (with two levels, “-1” fairly present, and high level “+1” Highly present); Caffeine standardized as  $(X_{\text{value}} - X_{\text{mean}})/\sigma$ .

In what follows, the results of HEV Model of Choice1 (before the tasting) and Choice2 (after the tasting) are discussed. Firstly, in the Material and Method section (Section 2) details on the theory are reported; moreover, the constant (CONST) is defined with all the attributes settled at lower level, and therefore a positive value of the constant confirms the respondents’ preference base versus lower level of the attributes.

That been said, we can observe in the results for Choice 1 the negative coefficient of the coffee type, which indicate a preference toward a 100% Arabica coffee (higher level, or +1), and the positive coefficient of the packaging related to preference toward the lower level (soft bag or -1).

It is worth of noting from the data reported in Table 2 for Choice 1 that the negative values of the price coefficients mean the consumers are less willing to pay with higher prices, as expected; nevertheless, after the tasting session they show a light increasing versus a more willingness-to-pay (the intermediate level of price shows a positive coefficient).

Concerning the taste, SV and IA are both positives and, then, the lower level (fairly present) is chosen. The positive value of the coefficient Lab-ind indicate the preference of the consumers toward the indication of the geographical origin with respect the presence of other certifications. The attribute Caffeine is not significant but relevant, and, in this context, it means the level of caffeine basically preferred by the respondents (the lower this value, the lower the level of caffeine in coffee preferred by the respondents, in a standardized scale, where the level of caffeine ranges from 0 to +1).

Analyzing the data of Table 2 about the Choice 2, the results show a notable change with respect to the Choice 1.

Firstly the constant (CONST) is negative and, then, the respondents' preference base goes toward the highest levels of the attributes, and this could be interpreted as a general tendency to 100% Arabica. The positive value of coffee type indicates a preference toward the blending Arabica/Robusta, in disagreement with what has been previously said about CONST, but it is worth of noting that in the Choice 1 the result is highly significant, whereas it is less relevant in the second choice, probably due to the influence of other specific variables that become of higher importance. The variable Lab-ind confirms the preference toward a label indication the geographical origin of the coffee.

Concerning the taste, SV has been increased to a higher level (highly present) and, conversely, IA has been decreased to a lower level (fairly present). Both these results are consistent with a preference toward a 100% Arabica coffee by the respondents, and confirm a positive and relevant Tastescore (see data related to Choice 2 in Table 2). Furthermore, these results confirm the tendency versus the 100% Arabica, as just observed through the Constant. Curiously, the estimated coefficient for the caffeine increases and this means a consumers' preference for coffees with a more "strong" taste, being in accordance with the "coffee type" result, and also in agreement with the interaction "tastescore and SV". In fact, this interaction is negative and significantly directed to a blending Arabica/Robusta, since the attribute of taste SV decreases to fairly present, typical of such blend.

Moreover, the price is positive for the intermediate price, indicating that the respondents are slightly more willing to pay, after the tasting.

Nevertheless, it must be noted the changings in relevance of the variables passing from Choice 1 to Choice 2. In fact, the constant still remains not significant (negligible), the price's coefficients are not more significant, the coffetype is not significant, while caffeine and SV increase their importance through almost significant or highly significant p-values, by showing a stronger tendency versus Arabica/Robusta. Finally, a highly significant scale coefficient relating to the measurement of the heteroscedasticity effect, slightly decreasing between Choice 1 and Choice 2. It implies that the supplied alternatives are not irrelevant for the respondents, when they made their choices.

## 5. References

- Bhat C.R., 1995. A heteroscedastic extreme value model of intercity travel mode choice. *Transportation Research Part B-Methodological* 29, 471-483.
- Hensher D. A., 1999. HEV choice models as a search engine for the specification of nested logit tree structures. *Marketing Letters*, 10, 339-349.
- Lombardi G.V., Berni R., Rocchi B., 2017. Environmental friendly food. Choice Experiment to assess consumer's attitude toward climate neutral milk: the role of communication, *Journal of Cleaner Production*, 142, 257-262.
- McFadden D., Train K., 2000. Mixed MNL for discrete response. *Journal of Applied Econometrics*, 15, 447-450.
- Train K.E., 1998. Recreation demand models with taste differences over people. *Land Economics*, 74, 230-239.



## **Il social commerce: strumento innovativo del consumatore moderno**

Amendola C., Di Lorenzo A.

Dipartimento di Management

Sapienza Università di Roma, Via del Castro Laurenziano, 9, 00161, ROMA

[carlo.amendola@uniroma1.it](mailto:carlo.amendola@uniroma1.it), [antonio.dilorenzo@uniroma1.it](mailto:antonio.dilorenzo@uniroma1.it)

### **Abstract**

Il Web 2.0 ha cambiato le relazioni tra azienda e consumatore, oggi, tramite internet, gli utenti si trasformano in veri e propri operatori di marketing, scambiandosi informazioni su brand e prodotti. Uno dei maggiori trend in via di sviluppo dell'e-commerce è rappresentato dal social commerce, ovvero l'utilizzo sia dei social media, che sostengono le interazioni sociali, sia del contributo degli utenti per assistere la vendita e l'acquisto online di prodotti e servizi. Questo fenomeno, nonostante si sia manifestato solo recentemente, manifesta un potenziale tutto ancora da scoprire e analizzare.

Social media come Facebook, Twitter, Youtube, Instagram, Pinterest e le moltissime altre piattaforme sociali in rapida crescita in questi ultimi anni, permettono ai business di elaborare una vera e propria strategia social per sfruttare l'enorme potenzialità fornita da questi canali (Laurita, Venturini, 2014). In un periodo forte crisi, molti settori produttivi, vedi ad esempio il settore moda e abbigliamento tradizionale, hanno fatto registrare pesanti contrazioni, altri settori invece, vedi il settore del fashion e dell'abbigliamento online fanno registrare alti tassi di crescita per quanto riguarda le vendite e-commerce. Scopo del presente lavoro è capire il vero valore del social commerce e la sua concreta influenza sul consumatore moderno. Per analizzare il fenomeno è stata condotta un'indagine indirizzata agli utenti dei social network con l'obiettivo, da un lato, di conoscere meglio l'utenza internet e in particolare dei social come piattaforme di e-commerce, e dall'altro, individuare eventuali criticità al fine di individuare le strategie per superarle.

**Parole Chiave:** e-commerce, social network, consumatore

### **Introduzione**

Il social commerce può essere definito come una nuova forma di e-commerce mediata dalle tecnologie e dalle infrastrutture del Web 2.0 e dai social media. Oggi le aziende utilizzano il marketing dei social media per creare valore e interesse per marchi, prodotti, persone, eventi e attività. I social media combinati con gli strumenti di vendita e analisi integrati possono avere un forte effetto sul potenziamento dei lead e sulla crescita delle vendite (Oracle Marketing Cloud, 2015).

Uno dei maggiori trend in via di sviluppo dell'e-commerce è rappresentato proprio dal social commerce, ovvero un nuovo paradigma di consumo che permette lo studio dei propri utenti in modo da capire tendenze e preferenze che porteranno all'acquisto. Infatti i social media, essendo per definizione "social", basano la loro attività sulle interazioni tra le persone diventando oggi nuovi luoghi per le relazioni. Inoltre permettono alle aziende di elaborare una vera e propria strategia social per sfruttare l'enorme potenzialità fornita da questi canali (Hajli, Sims, 2015).

### **Materiali e metodi**

Il social commerce è uno strumento ancora agli inizi, soprattutto in Italia. Tuttavia si tratta di un mercato che ha un grosso potenziale sia secondo chi dirige i social, sia secondo chi invece si occupa di stimare la percentuale di guadagno che questa tipologia di servizio potrà generare nel corso dei prossimi anni (Di Fraia, 2015). L'applicazione delle tecnologie e delle infrastrutture del Web 2.0, dell'e-commerce e la crescente espansione dell'offerta di servizi e applicazioni online hanno radicalmente trasformato le esigenze dei consumatori, influenzando sensibilmente il loro processo decisionale e di acquisto online (Huang, Benyoucef, 2014). Per meglio analizzare l'utilizzo di questo strumento in Italia è stata condotta un'indagine indirizzata ai diversi utenti che utilizzano diversi social network.

La ricerca è stata svolta tramite lo strumento del questionario, con domande chiuse a risposta multipla. Il questionario è stato somministrato via web, ad oltre 300 utenti, che fanno uso di tali strumenti, nel periodo

gennaio – giugno 2017. L’obiettivo del questionario era quello di ottenere più informazioni possibili sull’utente e sul suo utilizzo di internet per effettuare acquisti/vendite on-line.

L’analisi ha quindi permesso, da un lato, di conoscere meglio l’utenza di internet e in particolare dei social come piattaforme di e-commerce e, dall’altro, di verificare l’esistenza di attitudini e pattern di comportamento differenti con l’intento di individuare eventuali criticità incontrate nei processi di acquisto. In sintesi, il questionario, composto da circa 20 domande, è stato strutturato in tre sezioni:

- una sezione costituita da un gruppo di domande utili a delineare il profilo dei rispondenti;
- una sezione generica attinente alla frequenza e agli scopi di utilizzo di internet e dei social;
- una sezione dedicata a capire le motivazioni e l’utilità dei social con riferimento ad alcuni aspetti specifici e, infine, si è chiesto un suggerimento volto a migliorare e aumentare le vendite in futuro.

Occorre precisare che i risultati ottenuti dall’analisi dei dati, risultano validi per l’insieme del campione considerato, ma possono essere anche estesi all’intera popolazione di utenti che utilizzano tali strumenti.

### Risultati e discussioni

La prima sezione di domande aveva lo scopo di definire il profilo dell’utente; dai dati è emerso che, su un campione di circa 300 intervistati il 76% appartiene al sesso femminile, mentre solo il 24% a quello maschile. Se si considera anche l’età degli intervistati; risultano essere rappresentate quasi tutte le fasce di età. Tuttavia la fascia più numerosa è quella che va dai 18 ai 30 anni, con il 90% del campione, seguono coloro che hanno più di 30 anni (8%) e con il 2% troviamo chi ha meno di 18 anni.

In merito alla loro posizione lavorativa, il 56% degli intervistati ha dichiarato di essere uno studente, il 20% un dipendente privato, l’11% disoccupato, il 6% un libero professionista, a seguire abbiamo le categorie dell’imprenditore e del dipendente pubblico con il 3%, ed infine le casalinghe con l’1% (fig. 1).

Alla domanda relativa alla fascia di reddito annuale/familiare (fig. 2) il 30% del campione appartiene ad una fascia di reddito fino a 10.000 euro, il 31% appartenere ad una fascia di reddito compreso tra 10.000 e 20.000 euro, il 23% ad una fascia tra 20.000 e 30.000 euro e il 16% ad una fascia superiore ai 30.000 euro.

Figura 1 – Occupazione del campione (in %)

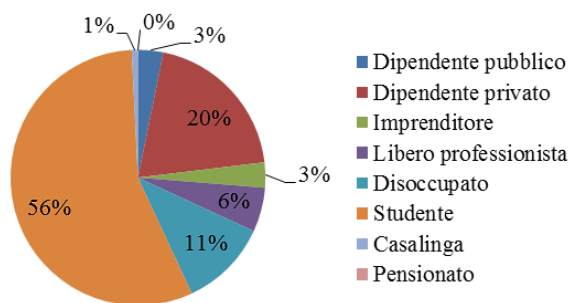
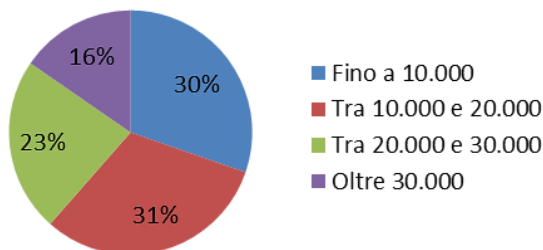


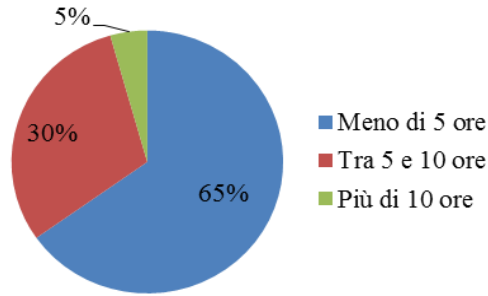
Figura 2 – Fascia di reddito annuale/familiare (in €)



Fonte: n/s elaborazione

La seconda sezione del questionario era volta a conoscere gli scopi e la frequenza di utilizzo di internet e dei social. In merito all’utilizzo degli strumenti per connettersi ad internet, emerge che lo strumento più utilizzato è lo smartphone con l’89%, seguono con il 10% il computer e solo l’1% utilizza un tablet. Andando invece ad analizzare quante ore si resta collegati ad internet, risulta che il 27% del campione resta collegato dalle 2 alle 4 ore al giorno, un altro 27% dalle 4 alle 6 ore, il 25% più di 6 ore, il 19% si connette tra 1-2 ore e il 2% meno di un’ora al giorno. Un dato interessante riguarda, invece, il tempo dedicato alla navigazione sui social network; dei circa 300 intervistati il 65% passa meno di 5 ore al giorno sui social, il 30% tra le 5 e le 10 ore al giorno e il 5% invece passa più di 10 ore al giorno (fig. 3).

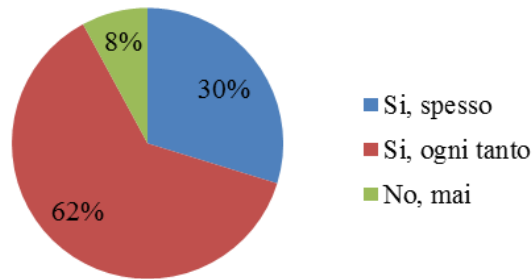
Figura 3 –Frequenza d’uso dei social network al giorno (valori %)



Fonte: n/s elaborazione

In merito alla frequenza di acquisto on-line risulta che solo il 30% del campione usa spesso internet per fare acquisti on line, il 62% fa acquisti ogni tanto e l'8% non usa mai internet per effettuare acquisti (fig. 4).

Figura 4 – Frequenza di acquisti on-line (in %)

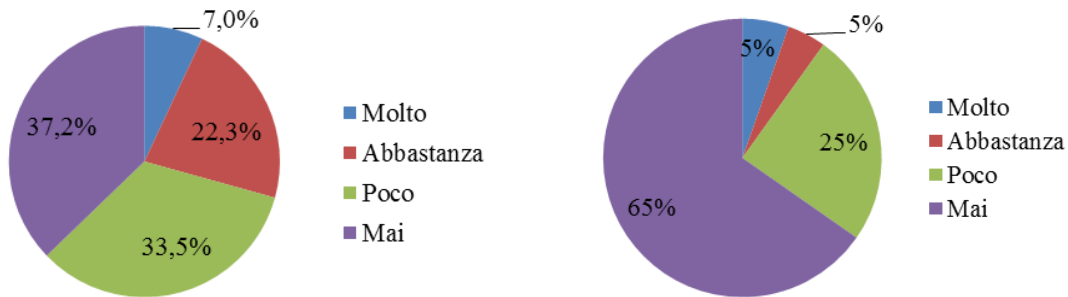


Fonte: n/s elaborazione

Inoltre, tra tutti coloro che usano internet, il 34% acquista poco attraverso i social network, il 22% acquista abbastanza e il 7% molto, mentre il 37% che non ha mai acquistato attraverso i social (fig. 5 ).

Dal lato degli acquisti risulta che, mediamente, il 61% del campione effettua meno di 10 acquisti in un anno, il 35% tra 10 e 50 acquisti e solo il 4% oltre i 50 acquisti in un anno. Viceversa, dal lato delle vendite, il 65% di coloro che usa internet, non ha mai venduto attraverso i social, il 25% poco, il 6% abbastanza e solo il 5% ha venduto molto (fig. 6).

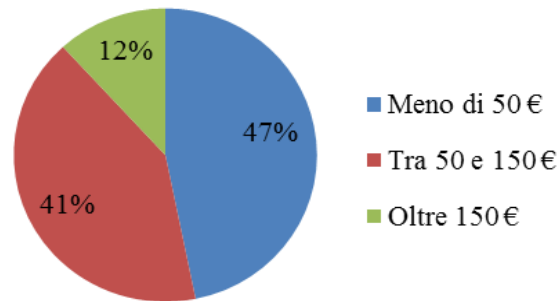
Figura 5 – Acquisti attraverso i social network (in %)      Figura 6 – Vendita attraverso i social (in %)



Fonte: n/s elaborazione

Alla domanda a quanto ammontasse la spesa media per gli acquisti on-line (fig. 7), è emerso che il 47% degli intervistati spende per gli acquisti on line meno di 50 euro, il 41% tra 50 e 150 euro e il 12% spende oltre i 150 euro.

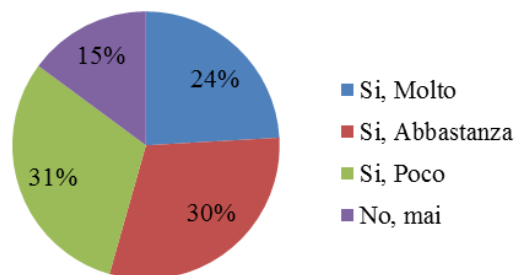
Figura 7 – Spesa media per gli acquisti on line (valori %)



Fonte: n/s elaborazione

E' stato, inoltre, chiesto agli intervistati quali fossero le principali tipologie di acquisti on-line ed è emerso che tra i principali acquisti rientra la categoria merceologica abbigliamento e/o accessori. Relativamente a questa tipologia di acquisti il 31% ha dichiarato di aver acquistato poco abbigliamento/accessori on-line, il 30% abbastanza e il 24% molto, solo un 15% non ha mai acquistato abbigliamento/accessori on-line (fig. 8).

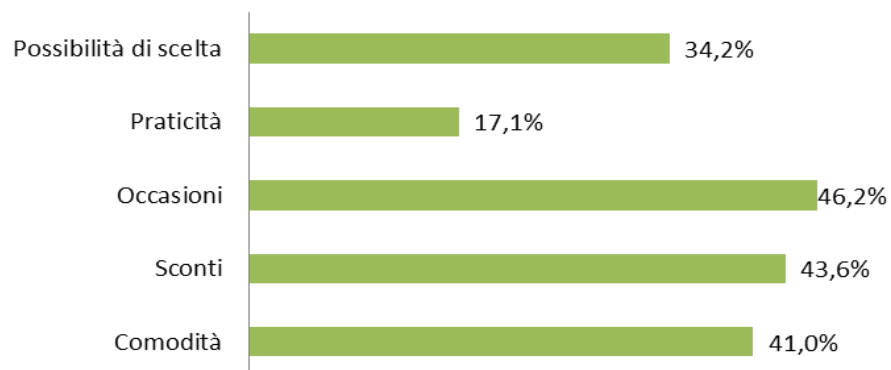
Figura 8 - Acquisto abbigliamento/accessori (valori %)



Fonte: n/s elaborazione

Nell'ultima sezione si è cercato di capire le motivazioni che spingono gli utenti ad utilizzare o meno internet per effettuare acquisti on-line. Dall'analisi della figura 9 risulta che il 46,2% degli intervistati è motivato ad acquistare on-line in quanto trova delle occasioni, il 43,6% acquista online per gli sconti offerti, il 41% è spinto dalla comodità, il 34,2% dalla possibilità di scelta, il 17,1% dalla praticità.

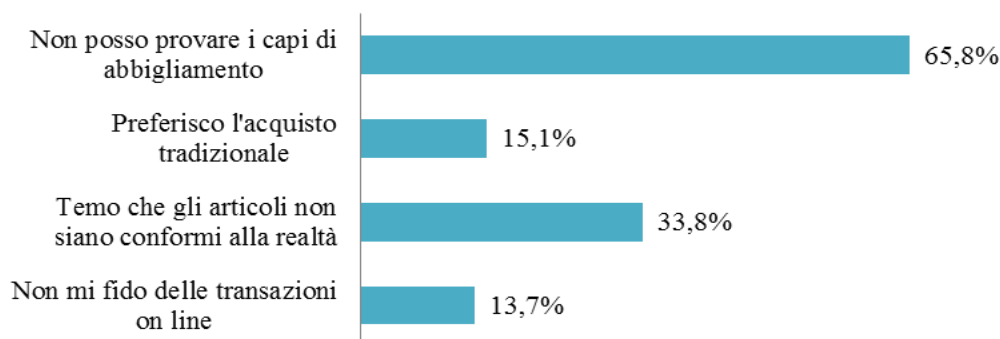
Figura 9 – Motivazioni che spingono all'acquisto online (valori %)



Fonte: n/s elaborazione

Viceversa, dalla figura 10, emerge che una buona parte degli intervistati (65,8%) dichiara di non acquistare online perché non può provare i capi di abbigliamento, il 33,8% teme che gli articoli non siano conformi alla realtà, il 15,1% preferisce l'acquisto tradizionale e il 13,7% non si fida delle transazioni on line.

Figura 10 – Motivazioni che spingono a non acquistare online (valori %)



Fonte: n/s elaborazione

Si è indagato, inoltre, sulla percezione dell'utilità della pubblicità dei siti di e-commerce sui social network (fig. 11) ed è risultato che il 48% dei rispondenti ritiene che la pubblicità sia abbastanza utile, il 23% la ritiene molto utile e il 25% poco utile. Solo il 5% ritiene che non sia per niente utile. E' stato quindi chiesto agli intervistati se i social fossero o meno influenti nelle loro scelte d'acquisto (fig. 12) ed è emerso che per il 43% del campione i social sono abbastanza utili nella scelta dei loro acquisti, per il 30% è poco utile, per il 19% è molto utile e solo per l'8% invece non è per niente utile.

Figura 11 – Utilità della pubblicità dei siti di e-commerce sui social network (in %)

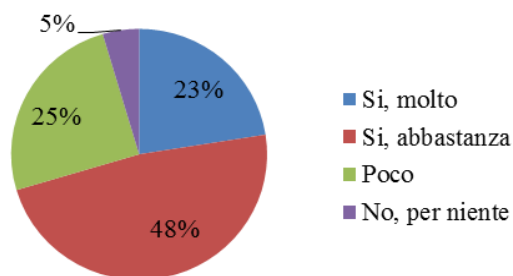
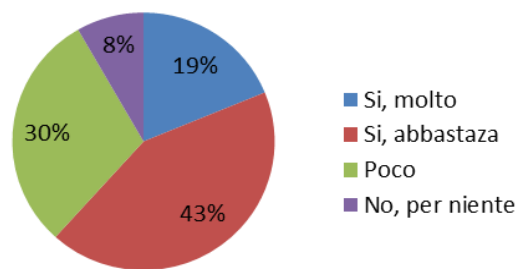


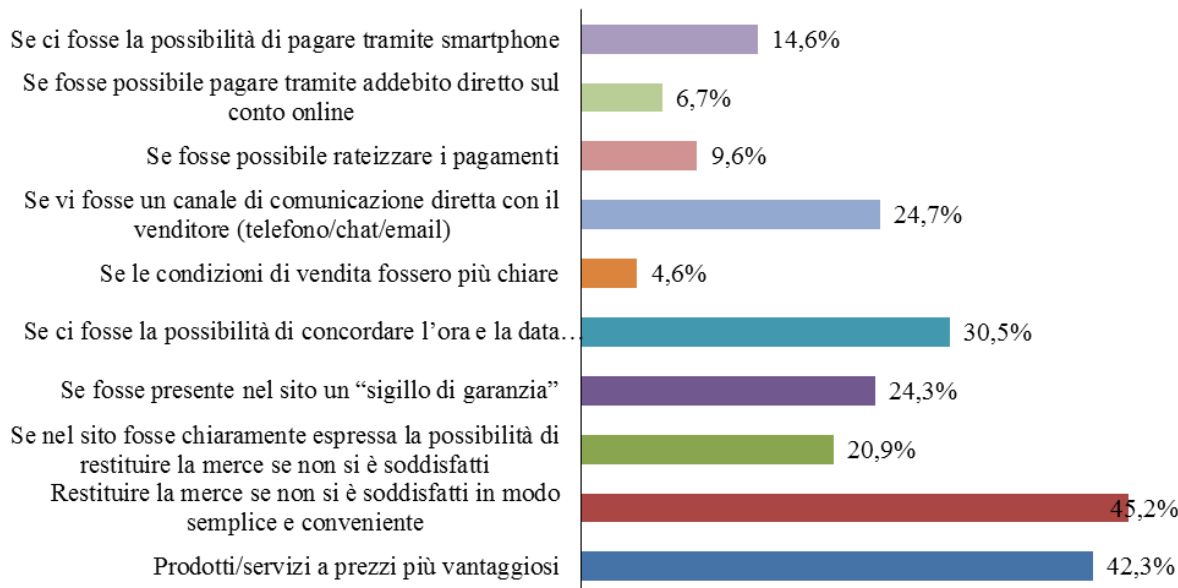
Figura 12 – Utilità dei social nella scelta degli acquisti (in %)



Fonte: n/s elaborazione

A conclusione della sezione si chiedeva agli intervistati di formulare dei suggerimenti utili per incentivare le vendite future sui social (fig. 13). Il 45,2% ha dichiarato di voler restituire la merce in modo semplice e conveniente, il 42,3% ha chiesto prodotti/servizi a prezzi più vantaggiosi. Il 30,5% vorrebbe concordare l'ora e la data di consegna, il 24,7% ha chiesto un canale di comunicazione diretta con il venditore (telefono, chat, e-mail), il 24,3% vorrebbe nel sito la presenza di un "sigillo di garanzia" e il 20,9% che fosse chiaramente espressa la possibilità di restituire la merce se non si è soddisfatti. Il 14,6% ha chiesto la possibilità di pagare tramite smartphone. Seguono, con percentuali minori, poter rateizzare i pagamenti (9,6%), pagare tramite addebito diretto sul conto online (6,7%) e condizioni di vendita più chiare (4,6%).

Figura 13 – Suggerimenti per aumentare le vendite future (in %)



Fonte: n/s elaborazione

## Conclusioni

Due sono i principali fenomeni che spingono i consumatori all'acquisto online: da una parte la crescente diffusione di dispositivi mobile tra la popolazione, che aumenta le connessioni ed il tempo dedicato ad internet, dall'altra la ricerca online di prodotti a prezzi convenienti. Attraverso questa indagine emerge che una buona parte degli utenti intervistati usa internet per effettuare acquisti online e che i social network risultano influenti sui loro comportamenti d'acquisto. Internet e i social media hanno cambiato il comportamento d'acquisto del consumatore ed il modo di interfacciarsi con l'azienda.

Nonostante i consumatori social sembrano fidarsi ancora di più dei media tradizionali, almeno quando si tratta di informarsi sugli acquisti, in quanto considerano poco credibili le informazioni che circolano sui social, blog e simili, quando, invece, si tratta di fare acquisti veri e propri, grazie alla pratica delle recensioni e del peer review, gli ambienti 2.0 sembrano avere un importante ruolo di orientamento delle opinioni.

Dal lato aziende, le piattaforme social possono essere molto utili per seguire le tendenze del proprio settore di appartenenza, basti pensare a tutti i benefici che un'azienda può raggiungere grazie all'utilizzo dei social:

- analizzare il mercato,
- monitorare i competitor e tenersi aggiornati sulle ultime novità chiave in ottica di sviluppare strategie efficaci per fare la differenza,
- aumentare la visibilità agli occhi dei consumatori e quindi più possibilità di aumentare le proprie vendite,
- incrementare il numero di accessi e di visite alle pagine istituzionali dell'azienda o del prodotto,
- creare community di fan e clienti attorno all'interesse comune generato dall'azienda o dal prodotto,
- ecc..

Pertanto le aziende che implementano sistemi di social media marketing dovranno essere sempre più attente ad integrare gli investimenti nelle forme convenzionali di marketing online con gli investimenti destinati ai social. Il social media marketing porta benefici anche alle altre forme di advertising (Boasso, Saracino, 2016).

Nonostante l'Italia sia in ritardo rispetto al trend mondiale, il social media marketing è un approccio che va seguito non perché è una moda, ma perché i consumatori iniziano a richiederlo e a pretenderlo sempre più. Vogliono essere ascoltati e vogliono un'offerta di prodotti e servizi a cui essere realmente interessati e questo approccio prenderà sempre più piede sino a quando non si giungerà a una sorta di selezione naturale di aziende meritevoli e non, operata dagli stessi utenti/consumatori.

## Bibliografia e Sitografia

- Boasso N., Saracino M., Social media marketing. Guida professionale al marketing in rete, Apogeo, 2016
- Di Fraia G., Social media marketing. Strategie e tecniche per aziende B2B e B2C, Hoepli, 2015
- Hajli, N. M., & Sims, J. (2015). Social commerce: The transfer of power from sellers to buyers. *Technological Forecasting and Social Change*, 94, 350–358. doi:10.1016/j.techfore.2015.01.012, 2015
- Huang Z., Benyoucef, M., User preferences of social features on social commerce websites: An empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 95, 57–72. doi:10.1016/j.techfore.2014.03.005, 2014
- Laurita G., Venturini R., Strategia digitale. Il manuale per comunicare in modo efficace su internet e i social media, Hoepli, 2014
- Oracle Marketing Cloud, Modern Marketing Essentials Guide: Social Marketing, A Prescriptive Guide Fortified to Build Stronger Marketing, 2015
- <https://archimedia.it/quali-sono-i-social-network-italiani-pi%C3%B9-famosi-perch%C3%A9-usarli>
- <http://bluleadz.com/blog/social-media-marketing-vs.-content-marketing>
- <https://community.atg.com/community/business/blog/2010/02/11/defining-social-commerce-first-post-in-a-social-commerce-series>)
- <http://consulenzasocialmedia.it/social-commerce-vantaggi-la-vendita-dei-prodotti-sui-social-media-2/>
- <https://izea.com/services/influencer-marketing/>
- <http://note.it/2016/05/27/social-commerce/>
- <http://pinguinomag.it/social-commerce-cose-e-come-funziona/>
- <https://social-shopping-social-commerce-esempi/>
- <http://webhouseit.com/come-i-social-media-influenzano-social-commerce/>

# CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP) VERSO LA GRID PARITY: ANALISI E PREVISIONI AL 2050

Campana P.

Dipartimento di Management, Facoltà di Economia, Sapienza Università di Roma,  
Sede di Latina, paola.campana@uniroma1.it

## Abstract

Il Concentrated Solar Power (CSP) anche definito solare termodinamico o solare a concentrazione, utilizza una fonte rinnovabile, il sole, disponibile illimitatamente sulla terra, per produrre calore ad alta temperatura che può essere usato in vari processi industriali (es. desalinizzazione dell'acqua di mare, produzione d'idrogeno da processi termochimici ecc.), o per la produzione di energia elettrica, riducendo in questo modo il consumo di combustibili ed eliminando le emissioni di inquinanti nell'atmosfera.

Dopo una fase pionieristica con esperienze positive, a cui è seguito un lungo periodo di stasi, dal 2007 il solare termodinamico (CSP) è entrato in una fase di sviluppo commerciale. Indicativo è stato l'anno 2012 che ha registrato 811,5 MW installati nei dodici mesi dell'anno, che se confrontati con i 752,5 MW dell'anno precedente, confermano la fiducia a livello globale di questa tecnologia. Tuttavia la strada del solare termodinamico è ancora lunga, dal raggiungimento della Grid parity. Per diventare competitivo sono indispensabili ingenti sforzi di ricerca e sviluppo, e una diffusione che consenta di sfruttare l'effetto delle economie di scala nella produzione dei componenti.

Nel 2025 secondo le previsioni di ESTELA (European Electricity Thermal Association) le tecnologie del solare termodinamico (CSP), si diffonderanno ulteriormente; quest'obiettivo dovrebbe essere raggiunto attraverso 3 fasi:

1. La fase attuale iniziata nel 2007 che è proseguita fino al 2015, caratterizzata da una potenza complessiva installata fino a 12 GW, con taglie unitarie di impianto da 50 a 100 MW;
2. Una fase successiva fino al 2020, che dovrebbe portare la potenza complessiva fino a 30 GW, con impianti di potenza unitaria da 100 a 250 MW;
3. Una fase finale, fino al 2050 con potenza complessiva installata fino a 100 GW, con impianti di grandi dimensioni fino ad oltre 250 MW.

Secondo queste stime dopo il 2025, le tecnologie del solare termodinamico (CSP) dovrebbero essere in grado di diffondersi rapidamente e, i limiti di applicazione dipenderanno solo dalle condizioni d'insolazione e dalla disponibilità delle superfici.

Le proiezioni IEA (International Energy Agency) indicano infine una progressiva penetrazione di questi sistemi, che dovrebbero raggiungere il 5% della produzione elettrica mondiale al 2030 e, il 10% al 2050.

Per l'Italia è difficile immaginare un futuro in cui saranno i grandi impianti a dominare il mercato. E' molto probabile che il mercato si svilupperà attorno agli impianti di piccola potenza, definiti Mini-CSP, con dimensioni di circa 1 MW, e con temperature non superiori a 350 gradi centigradi. (cfr. Estela 2009, IEA, 2010)

## Stato d'arte della "nuova" tecnologia

Il solare termodinamico o solare a concentrazione (CSP concentrated solar power) sfrutta la radiazione diretta del sole per concentrarla su un punto o su una linea, per ottenere calore ad alta temperatura, in modo analogo all'impiego dei combustibili fossili utilizzati nelle centrali termiche convenzionali.

Le tecnologie esistenti possono essere distinte sulla base dello sfruttamento della radiazione solare in due distinte categorie:

- Impianti senza concentrazione (vasche solari, torre ad effetto camino);
- Impianti a concentrazione CSP (concentrated solar power).

Lo sfruttamento dell'energia solare ad alta temperatura si fa risalire al 1866 quando Archimede utilizzò degli specchi ustori per concentrare la radiazione solare verso le flotte navali romane cercando di respingerle da Siracusa.

Tuttavia la storia moderna del solare termodinamico, inizia con le prime attività di ricerca nel 1970. L'uso commerciale risale poi al 1984, con la sperimentazione dei primi impianti a collettori parabolici negli USA. Il primo impianto, tuttavia, è stato commissionato solo nel 2007.



Oggi la maggior parte degli impianti esistenti è a concentrazione solare.

Gli impianti CSP possono essere suddivisi in quattro tipologie tecnologiche:

- Collettori Parabolici (Parabolic trough)
- Collettori lineari o (Fresnel)
- Torre solari (Solar tower)
- Sistemi (Dish stirling) o solar dish

La tecnologia degli impianti CSP (Parabolic trough) è quella più diffusa, ed è quella che ha avuto il maggior sviluppo.

#### **Collettori parabolici (Parabolic trough)**

Nei collettori parabolici il concentratore ha un profilo parabolico lineare, con superfici riflettenti che inseguono il sole, attraverso un meccanismo di rotazione su un solo asse per focalizzare, la radiazione solare su un tubo ricevitore, posizionato lungo il fuoco della parabola. (cfr. fig. 1.1.)

Gli impianti da un punto di vista tecnologico sono costituiti da due zone:

*Un'isola di potenza (turbina)*, il cui funzionamento è basato su un ciclo Rankine a vapore convenzionale, il fluido termovettore che scorre nei tubi ricevitori è utilizzato per scaldare acqua, e produrre vapore;

*Un campo solare*, che è un sistema a specchi cilindrico-parabolico che raccoglie la radiazione solare diretta, concentrandola su un ricevitore lineare dove scorre, un fluido termovettore che tipicamente è olio diatermico. Il fluido in uscita può raggiungere alte temperature, che solitamente, si aggirano intorno ai 390 C°.

Inoltre un impianto può comprendere anche un:

*sistema di accumulo termico*: che sostanzialmente è composto da una miscela di sali fusi stoccati in un serbatoio, con il vantaggio di avere un “accumulo termico” e, la possibilità di produrre energia elettrica anche quando il sole è tramontato e, nelle giornate di pioggia.

La capacità d stoccaggio è solitamente misurata in ore di funzionamento dell'impianto, che la miscela di sali fusi può garantire senza insolazione; i valori si aggirano dalle 4 alle 15 ore.

Tecnologicamente esistono due sistemi di accumulo:

- **sistema indiretto**, con utilizzo di una scambiatore tra il fluido termovettore olio diatermico e, il fluido di accumulo miscela di sali fusi;

- **sistema diretto**, nel caso il cui il fluido termovettore e il fluido d'accumulo sono gli stessi.

Oggi il mercato vede una diffusione d'impianti che afferiscono al sistema di accumulo diretto.

In considerazione di un incremento dell'efficienza degli impianti, infatti, il sistema diretto evitando uno scambio di calore, e in grado di raggiungere dei risultati maggiori.

Il problema di un aumento dell'efficienza energetica, risiede quindi, nell'utilizzo dei sali fusi come fluido termovettore; a tale problema sta lavorando l'azienda italiana Archimede Solar Energy, è opportuno rilevare che in commercio non si trovano ancora impianti sperimentali con questa tecnologia, quelli in sede di laboratorio, non hanno portato i risultati sperati.

Negli impianti esistenti si riscontrano soltanto sistemi a doppio serbatoio diretti (impianto di Archimede di Priolo Gargallo) o impianti indiretti.

Nel caso in cui la possibile variante nella fase di vapore al posto dell'olio diatermico come fluido termovettore, è l'acqua, la tecnologia è chiamata “generazione diretta di vapore” (direct steam generation), essa è a tutt'oggi ancora in uno stato di sviluppo. (cfr Campana P. 2013)

Figura 1.1. **Collettori parabolici (parabolic trough)**

Fonte Enea, 2012



## **Analisi economiche e previsioni future**

### ***I costi del CSP***

Gli impianti CSP richiedono un'abbondante radiazione solare diretta per raggiungere alte temperature e permettere di generare elettricità.

Per rendere economicamente sostenibile un impianto CSP, è molto importante la correlazione tra DNI (direct Normal Irradiance) e LEC (Levelized Energy Cost).

Un impianto CSP richiede un livello di radiazione solare diretta (DNI) di 2000 kwh/m<sup>2</sup> all'anno, valori al di sotto non sarebbero sostenibili.

Numerose sono nel mondo le regioni con un'eccellente radiazione solare, tra queste possiamo citare Nord Africa, Medio Oriente, Sud Africa, Australia, Stati Uniti Occidentali e Sud America.

Il LEC, rappresenta un indicatore piuttosto completo, perché considera tutto il ciclo di vita di un impianto, esso mette in relazione la producibilità dell'impianto durante la sua vita utile con tutti i costi sostenuti; dall'ideazione del progetto alla sua obsolescenza considerando anche gli oneri di operation & maintenance.

L'analisi dei costi diventa di fondamentale importanza per un confronto tra le diverse tecnologie del CSP, disponibili sul mercato.

I Parabolic trough sono gli impianti più diffusi commercialmente, ma non si può affermare che siano una tecnologia matura, indicativi miglioramenti nelle performance e nelle riduzioni dei costi, sono attesi in un immediato futuro. Un crescente interesse è registrato dalla tecnologia Solar towers; questi impianti appaiono come la tecnologia più promettente per il futuro, perché hanno minor costi di stoccaggio dell'energia e maggior efficienza del ciclo vapore.

### ***Analisi di mercato e prospettive di sviluppo***

Di estrema importanza è esaminare l'evoluzione del mercato da un punto di vista tecnologico.

Il 2012 ha registrato come protagonista assoluto la tecnologia Parabolic trough. La quota che si riferisce ai collettori parabolici è cresciuta in un anno dal 90,9% al 94,3%, con una potenza indicativa di 1583 MW nel 2011 rispetto ai 2383 MW del 2012.

Al secondo posto troviamo i Solar tower con il 3,9% della potenza installata. Si tratta di una tecnologia che trova difficoltà a diffondersi, attualmente gli impianti più importanti si trovano in Spagna, dove la Società Torresol ha realizzato (per esempio) l'impianto "Gemasol" 20MW"; tuttavia il più grande impianto del mondo per la tecnologia del Solar tower si trova negli USA. Altri piccoli impianti con questa tecnologia sono anche presenti in Cina, India, Israele e Australia.

Per la tecnologia a collettori lineari o Fresnel, non si registrano variazioni in aumento. Dei cinque impianti attualmente attivi, solo uno può essere considerato non sperimentale, ed è quello di "Puerto Errado 2" realizzato dalla società Novatec in Spagna.

Nessun segnale si è registrato anche per i sistemi Dish stirling o solar dish. Questa tecnologia presenta forti limiti; essa è valida per casi particolari, come la generazione di piccole potenze per utenze domestiche isolate che non possono allacciarsi alla rete elettrica (villaggi nel deserto, piccole isole ecc.).

Il quadro tecnologico del mercato, con riferimento allo scenario del 2020, sarà sicuramente diverso; i Parabolic trough subiranno una contrazione, la quota di mercato passerà dal 94,3% al 50%; i Solar tower potranno accrescere la loro quota dal 3,9% al 46%. Una crescita rapida che li metterebbe in condizioni di concorrenza in termini di leadership mondiale con i Parabolic trough.

Sotto il profilo economico, il mercato mondiale del solare termodinamico è in continuo aumento, l'aumento delle quote di mercato come si evince dalla (cfr. tab. 1.2.), dimostra che la tecnologia del Csp si sta diffondendo in tutto il mondo.

In Italia, nel 2010, il mercato è stato caratterizzato dall'entrata in funzione dell'impianto Archimede di Priolo Gargallo, con una potenza di circa 5 MW, la presenza di tale impianto ha inserito l'Italia tra gli utilizzatori commerciali del termodinamico.

La quota di mercato, tuttavia, rimane marginale; il solare termodinamico rappresenta principalmente una tecnologia da esportare, anche se si stanno determinando importanti spazi nel settore del "mini Csp"<sup>10</sup> e delle soluzioni integrate.<sup>11</sup>(cfr Campana P. 2013)

In Italia, le prospettive di sviluppo e di applicazione delle tecnologie solari termodinamiche in impianti di grossa taglia, per la produzione di energia elettrica, sono modeste; le condizioni ottimali di applicabilità si riscontrano solo in una parte limitata del territorio nazionale, in particolare in Sicilia, nel sud della Puglia, e in alcune parti della Sardegna. Tuttavia anche in queste regioni, la presenza di vaste aree pianeggianti ben servite dalle infrastrutture delle reti elettriche, si scontra, con l'esigenza di voler destinare tale area a impieghi alternativi nel settore turistico o agricolo. Restano da considerare ottimali, solo le aree industriali dismesse e le discariche esaurite, dove la presenza d'impianti termodinamici potrebbe contribuire a riqualificare l'ambiente, oltre che produrre energia elettrica.

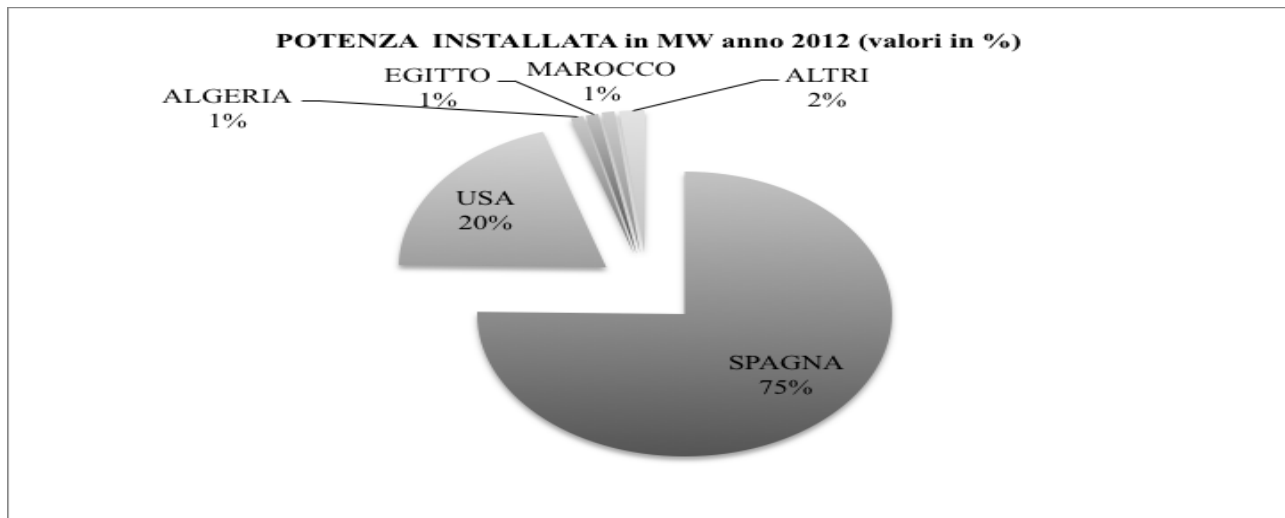
Per il 2020 come si evince dalla (cfr. tab. 1.3), si assisterà ad una contrazione delle installazioni in Spagna, accompagnata dalla rapida ascesa degli altri paesi. In primis gli USA che hanno lanciato un programma d'investimenti che potrebbero portare nuove installazioni fino a superare i 4,5 GW di potenza accumulata diventando il primo paese al mondo, con il 35% del mercato. Una crescita che sarà sempre più affiancata dagli altri paesi protagonisti del mercato; tra questi la Tunisia, che con un progetto di circa 2000 MW potrebbe diventare il terzo produttore mondiale.

#### **Tabella 1.2. POTENZA INSTALLATA CUMULATA NEL MONDO**

---

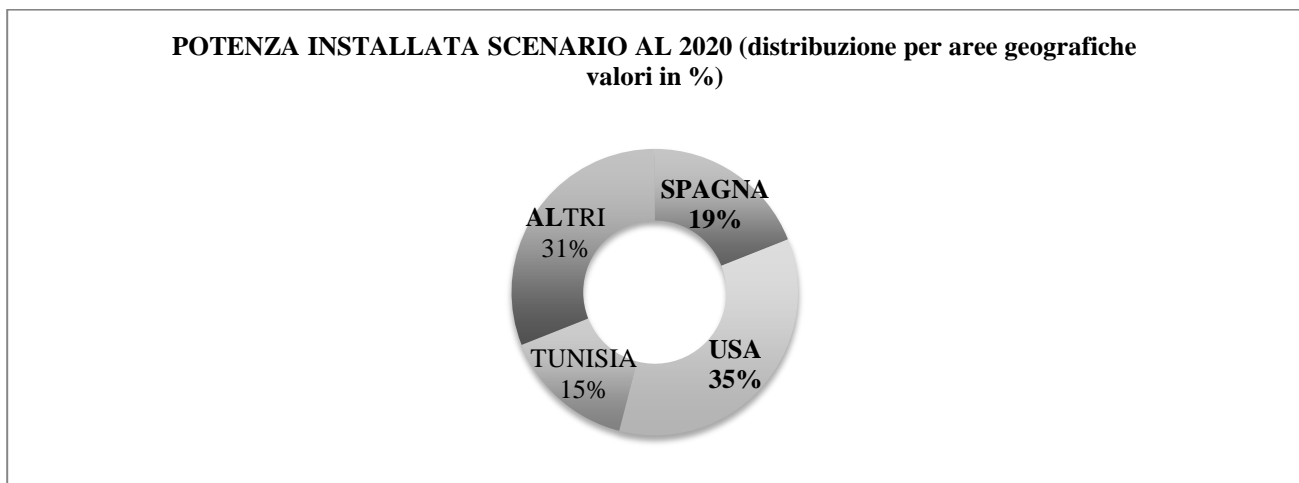
<sup>10</sup> Con il termine di "mini Csp", s'intende l'utilizzazione delle tecnologie solari termodinamiche in applicazione termiche o cogenerative di piccole dimensioni (circa 1 MW), con collettori di dimensioni ridotte e minore temperatura del fluido termovettore (non oltre i 350°) e la possibilità di installazione sopra le coperture di edifici e stabilimenti industriali. Questi sistemi trovano conveniente applicazione, in campo industriale per la produzione di calore o per la climatizzazione degli edifici.

<sup>11</sup> Le "soluzioni integrate" consistono in impianti solari termodinamici appositamente configurati in modo ottimale ed integrato con le altre fonti energetiche rinnovabili, in particolare biomasse, per produrre energia elettrica e calore.



Fonte Enea, 2012

**Tabella 1.3. POTENZA CUMULATA INSTALLATA NEL MONDO PROIEZIONI AL 2020**



Fonte Enea, 2012

### ***I principali progetti di ricerca***

Le principali organizzazioni di ricerca impegnate nel solare termodinamico a livello internazionale sono:

- CIEMAT<sup>12</sup>, CENER, CTAER, Plataforma Solar de Almeria, Universidad de Sevilla in Spagna;
- NRel<sup>13</sup>, Sandia in USA,

<sup>12</sup> **CIEMAT** (*Centro de investigaciones energeticas, medioambientales y tecnologicas*)

Is a Spanish Public Research Institution dependent on the Ministry of Economy and Competitiveness ([www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)). Since its formation in 1951, it has developed and led R&D projects in the fields of Energy, Environment and Technology, placing the institution at the forefront of science and technology. As a technological research centre, CIEMAT fosters links between academia and industry.

**CENER** (*National Renewable Energy Centre*)- Navarr (Spagna)

**CTAER** (*Centro Tecnológico Avanzado de Energias Renovables*) (Spagna)

- DLR<sup>14</sup>, Fraunhofer Institute in Germania,
- ENEA<sup>15</sup> in Italia.

La ricerca tecnologica per i Parabolic trough, è prevalentemente di tipo industriale. Essa riguarda il processo di miglioramento delle prestazioni e l'ottimizzazione del processo di fabbricazione dei componenti chiave (*collettori, tubo ricevitore, pannelli riflettenti ecc...*).

La ricerca di base riguarda in modo particolare i fluidi termovettori, per ampliare maggiormente il campo delle temperature di lavoro, il sistema di accumulo termico con lo studio di soluzioni ad unico serbatoio, l'utilizzo di materiali inerti, e lo sviluppo di materiali speciali.

L'Enea, ha un impegno rilevante sulle diverse tematiche, sia per quanto riguarda il supporto alla ricerca industriale, sia per quanto riguarda le attività di base. Tale impegno è sancito da rilevanti progetti sia nazionali che europei. Per i Solar tower l'attività di ricerca è condotta soprattutto da Università e centri di ricerca su scala industriale. La tecnologia del Solar dish è ancora su scala sperimentale, come anche la tecnologia dei collettori a lente di Fresnel.

La principale sfida tra gli operatori di settore, è rappresentata dalla capacità d'internazionalizzazione, in altre parole dalla capacità di stringere relazioni e cogliere le opportunità in altri Paesi. Tra le società d'ingegneria europee impegnate nel solare termodinamico, hanno un ruolo di rilievo le spagnole Combra, Acciona e Abengoa Solar, la tedesca Solar Millennium, le italiane Tecnimont ed Enel. Tra i maggiori produttori di collettori parabolici lineari (Parabolic trough), a livello europeo ci sono: Flgso (Germania), Consorzio Solare XXI (Italia), Abengoa Solar, Albiase Solar e Novatec Biosol (Spagna), Solargenix Energy (USA).

Tra le società di progettazione che hanno sede in Italia risultano molto attive:

- Tecnimont, che attraverso la controllata KT partecipa al progetto MATS;
- Techint che partecipa al consorzio Solare XXI per la produzione di collettori solari e ha sviluppato un impianto di dissalazione da energia solare concentrata, per la Libia;
- FERA, che è impegnata sulla tecnologia Linear Fresnel attraverso il consorzio FREeSUN.

In generale possiamo affermare che gli operatori italiani continuano a scommettere nello sviluppo del "Made in Italy" in questo settore; a tal riguardo hanno costituito un'associazione di categoria (ANEST) e continuano a dare indicativi segnali nella componistica e nella tecnica degli impianti in termini d'investimenti del personale addetto.

### ***Verso la GRID parity***

Le tecnologie del solare termodinamico (CSP), sono deputate a sostituire almeno in parte, l'uso dei combustibili fossili nella produzione di energia elettrica; l'obiettivo è il raggiungimento nel medio e lungo termine della GRID parity.<sup>16</sup>

La convenienza economica degli impianti CSP è legata principalmente all'entità degli investimenti richiesti per la loro realizzazione. Attualmente la diffusione degli impianti CSP su scala mondiale sta determinando un calo significativo dei costi di installazione; per esempio con riferimento all'anno 2011, per un impianto da 50 MW con accumulo di 8 ore, si può assumere un investimento dell'ordine di 5 milioni di Euro per MW.

<sup>13</sup> NREL (*The National Renewable Energy Laboratory*), located in [Golden, Colorado](#), specializes in [renewable energy](#) and [energy efficiency research and development](#). NREL is a government-owned, contractor-operated facility, and is funded through the [United States Department of Energy](#). (Wikipedia)

<sup>14</sup> DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.*) è l'agenzia spaziale tedesca e si occupa delle ricerche nazionali nei settori dell'aviazione e del volo spaziale, attiva anche nel settore dell'energia.

<sup>15</sup> ENEA (*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile*) è un [ente pubblico di ricerca](#) italiano che opera nei settori dell'[energia](#), dell'[ambiente](#) e delle nuove [tecnologie](#) a supporto delle politiche di [competitività](#) e di [sviluppo sostenibile](#), vigilato dal [Ministero dello sviluppo economico](#). (Wikipedia)

<sup>16</sup> **GRID parity**, il termine fa riferimento alla "parità" fra il costo di produzione dell'energia da fonte rinnovabile e il costo di acquisto dell'energia dalla rete, che invece si basa per la quasi totalità sulla produzione elettrica da fonti fossili. La Grid parity si raggiunge quando l'investimento di un impianto ad energia rinnovabile in particolare ad energia solare, sarà conveniente, in termini di rendimento dell'investimento, anche in assenza di incentivi (il sole 24 Hore)

Il costo dell'energia elettrica prodotta con gli impianti CSP dipende dall'investimento iniziale, dalla produzione annuale e dai costi di esercizio e manutenzione. La tendenza è di una diminuzione dei costi in conseguenza del miglioramento tecnologico.

Si stima inoltre, con l'evoluzione tecnologica, con la riduzione dei costi d'impianto, e con l'aumento dell'efficienza per effetto delle economie di scala, il raggiungimento della GRID parity entro il 2050. (cfr ENEA, 2011)

### **Considerazioni finali**

Il solare termodinamico si avvia a diventare una tecnologia commerciale con rilevanti contributi all'approvvigionamento energetico mondiale.

La tecnologia del CSP presenta caratteristiche interessanti come, la possibilità di modulare la produzione di energia elettrica in funzione della necessità delle utenze, oppure la possibilità d'integrazione con impianti termoelettrici esistenti, e infine, consente la valorizzazione di terreni non altrimenti utilizzabili, come le aree desertiche, le aree industriali dismesse o le discariche esaurite. I suoi limiti risiedono nell'applicabilità, richiede elevati valori d'insolazione (2000 kwh/m<sup>2</sup> anno come radiazione normale diretta) e, disponibilità di ampi terreni pianeggianti a basso costo.

In Italia è quindi difficile prevedere una forte diffusione, tranne che per il settore del "mini-Csp".

L'interesse dell'Italia è di tipo industriale, come opportunità di esportazione della tecnologia, e in prospettiva come possibilità di realizzare impianti nella fascia del Nord Africa, e di scambiare tecnologia con energia, in previsione della realizzazione di linee elettriche ad alta capacità nell'area del Mediterraneo (Progetto Desertec).

Su questo fronte sono impegnati anche altri Paesi, in particolare la Germania, che sta investendo molto sulle tecnologie solari termodinamiche e sul progetto desertec.

Per il futuro, le aziende italiane che hanno sviluppato tecnologie innovative e stanno continuando la ricerca per entrare nel mercato, vanno sostenute attraverso progetti dimostrativi e opportune politiche di sostegno ai finanziamenti e di supporto all'esportazione.

### **Riferimenti bibliografici**

Campana P. (2013), *Il sistema energetico delle fonti rinnovabili tra innovazione e produzione*, Edizione CEDAM, Padova

CSP today, (2013), *CSP projects & prospects guide USA 2013*

ENEA (2011), *Il quaderno solare Termodinamico*, Luglio

ESTELA (2009), *Solar Power*

IEA (2010), (International Energy Agency), *Concentrated solar power, technology road map*.

GRID parity (2016), *il sole 24 Hore*, febbraio

Soldavini P. (2016), (a cura di), *Rinnovabili sempre più convenienti*, IL SOLE 24 HORE, Febbraio

Veronelli E. (2015), (a cura di), *Rinnovabili vicino alla GRID parity*, Nòva - IL SOLE 24 HORE, Marzo

## **Il ruolo delle Istituzioni per la diffusione di una cultura della mobilità sostenibile: le iniziative dell'Università RomaTRE**

Martucci O.\*, Arcese G.\*\* ,Montauti C.\*

\*Università degli Studi Roma Tre

\*\* Università degli Studi di Bari

*olimpia.martucci@uniroma3.it*

*gabriellarcese@gmail.com*

*chiara.montauti@uniroma3.it*

### **Abstract**

Negli ultimi anni si è assistito ad una costante crescita del fenomeno della *sharing economy* e del consumo condiviso, grazie anche al contributo delle ICT fondamentali per una gestione snella ed efficace; tra le motivazioni che hanno rivestono ovviamente un ruolo fondamentale la sempre maggiore sensibilità verso le tematiche ambientali. Scopo del presente lavoro è analizzare le modalità con cui si sono evolute le dinamiche di *consumo condiviso* in particolar modo in relazione alla mobilità sostenibile e quale sia il ruolo che istituzioni ed organizzazioni possono svolgere per una sempre crescente diffusione di una cultura della mobilità sostenibile. In particolare, dopo una panoramica sulle diverse tipologie di mobilità condivisa, verranno analizzate le iniziative assunte in tal senso dall'Università RomaTRE e dei principali altri Atenei romani.

### **Introduzione**

Il fenomeno della *sharing economy* viene definito come “*the peer-to-peer-based activity of obtaining, giving, or sharing the access to goods and services, coordinated through community-based online services*”, ovvero un'attività basata su servizi online che permette alla comunità di accedere e condividere beni e servizi.

La sua ascesa è da imputarsi a diversi fattori, tra cui, in particolare, al ruolo sempre più importante assunto dalle tecnologie di informazione e comunicazione (ICT).

In quest'ambito un ruolo significativo è svolto dalla *Sharing mobility* e si concretizza nella progressiva diffusione (accanto al servizio di trasporto pubblico) di un'estesa ed ampia offerta di servizi di trasporto condiviso, influenzando positivamente le abitudini di spostamento degli individui, soprattutto nelle grandi città, a favore di stili di vita maggiormente sostenibili ed efficienti.

Di seguito verranno, in via preliminare, messi in evidenza gli impatti principali causati da un uso eccessivo del trasporto privato che comporta un peggioramento della qualità di vita degli individui anche dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.

Sono stati messi in evidenza i principali interventi politici a livello comunitario e nazionale che promuovono ed incentivano la mobilità sostenibile.

Quindi, dopo aver definito ed analizzato le principali forme di *sharing mobility*, verrà sottolineato il ruolo chiave che possono assumere le istituzioni nel favorire tale fenomeno anche per quanto concerne la formazione di una maggiore coscienza ambientale, anche nelle nuove generazioni. Quindi verranno esaminate le diverse azioni poste in essere dall'Università Roma Tre nell'ambito della così detta “*terza missione*”. Verranno descritte le principali iniziative e i numerosi progetti di mobilità sostenibile, soprattutto *bike sharing*, *car pooling* e *car sharing*, promosse da Roma Tre che verranno infine confrontate con le proposte degli altri atenei romani.

### **Materiali e Metodi**

#### **Principali impatti**

La crescita disorganizzata dei centri urbani ha comportato un aumento nell'utilizzo dei mezzi di trasporto privato da parte dei cittadini. L'intensificarsi di questa tendenza ha accresciuto il fenomeno dell'“*urban sprawl*”, ovvero della dispersione abitativa che si sviluppa principalmente ai confini della città. Per molti cittadini è necessario disporre di

un'auto privata anche per svolgere normali azioni quotidiane che risultano più difficili a causa dell'ampia dispersione dei principali luoghi di interesse (scuole, uffici, ospedali, etc.).

Come ampiamente dimostrato in letteratura l'incremento incontrollato del traffico, e del trasporto su gomma in generale, produce impatti sia ambientali, come l'aumento del livello delle emissioni di inquinanti di CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, e di polveri sottili, che sociali (ad esempio l'aumento del numero di incidenti stradali), con un conseguente incremento dei relativi costi sia a livello individuale che sociale. Per questo motivo, iniziative basate sulla mobilità condivisa portano ad una notevole riduzione di tutte queste tipologie di impatto, generando significativi miglioramenti sulla qualità di vita nei centri urbani.

### **Iniziative e caratteristiche della mobilità sostenibile**

L'Unione Europea promuove e sostiene numerose politiche per la mobilità sostenibile al fine di realizzare sistemi di trasporto più sicuri, efficienti e sostenibili nel rispetto dei target ambientali ed energetici da sempre considerati come prioritari (congestione, dipendenza dal petrolio, abbattimento delle emissioni di gas serra, miglioramento delle infrastrutture). Uno dei pacchetti di misure recentemente proposti è volto ad incentivare l'adozione dei veicoli a basse e a zero emissioni, anche attraverso la diffusione della mobilità pulita negli appalti pubblici e l'offerta di alternative valide all'uso dei mezzi privati.

In Italia, il concetto di mobilità sostenibile è stato introdotto per la prima volta con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 27 Marzo 1998: nel decreto sono contenuti i concetti di car sharing ("*servizio di uso collettivo ottimale delle autovetture*") e di car pooling ("*forme di multiproprietà delle autovetture destinate all'utilizzo di più persone*"). A partire perciò dagli anni 2000, si è assistito ad un forte sostegno da parte delle istituzioni per consolidare il fenomeno della mobilità sostenibile, soprattutto attraverso le forme del *car sharing*, del *car pooling* e del *bike sharing*. Ultimamente, il governo italiano è intervenuto sul tema della mobilità sostenibile con il collegato ambientale alla legge 28 dicembre 2015, n. 221, in cui è previsto lo stanziamento di investimenti, per la realizzazione di un programma sperimentale nazionale casa-scuola e casa-lavoro, ed il potenziamento dei già citati servizi di *car pooling* e *car sharing* oltre che di altri come *piedibus*, *bike pooling* e *bike sharing*. Tra le ulteriori disposizioni è prevista l'assegnazione di fondi alla regione Emilia-Romagna per il recupero e la riqualificazione ad uso ciclo-pedonale del tracciato dismesso dell'asse ferroviario Bologna-Verona, oltre che l'indennizzo dell'infortunio c.d. in itinere nel percorso casa-lavoro, anche nel caso in cui lo spostamento viene effettuato in bicicletta. Innovativa è inoltre l'emanazione di linee guida per l'istituzione, del *mobility manager*, a cui saranno assegnati compiti di organizzazione e di coordinamento degli spostamenti di docenti ed alunni, la gestione dei collegamenti con le agenzie di trasporto, attraverso la promozione dell'uso della bicicletta e dei servizi di noleggio di veicoli elettrici o a basso impatto ambientale.

Attualmente, oltre alle sopracitate forme del *car sharing*, del *car pooling* e del *bike sharing*, si sono affermate anche altre tipologie di servizi che migliorano la sostenibilità dei trasporti come lo *scooter sharing*, i servizi a domanda o on-demand ride service (*Ridesourcing/TNC*, *Ridesplitting/Taxi* collettivi, Ehail), shuttles/navette e microtransit ed infine aggregatori/trip o *journey planner* e *parksharing*.

Ognuna delle suddette forme di "*sharing mobility*" ha delle caratteristiche essenziali che le accomunano. La prima è la condivisione di un servizio di mobilità requisito che deve essere soddisfatto per qualsiasi forma di trasporto chiamato collettivo, in comune o pubblico, e che non prevede l'utilizzo del mezzo privato.

La mobilità condivisa (o *shared-use mobility*) è definita come quei "*servizi di mobilità che sono condivisi tra gli utenti*" dalla *Reference guide* dello *Shared Use Mobility Center (SUMC)*, organizzazione statunitense non profit che lavora a sostegno della mobilità condivisa

Attraverso la promozione con le imprese di trasporto pubblico, le città e le amministrazioni locali statunitensi. Dal 2013 il SUMC organizza il *National Shared Mobility Summit*, la conferenza nazionale americana dedicata alla sostenibilità dei trasporti.

Dalla definizione data dal SUMC si distinguono due differenti modalità di condivisione tra utenti: quella di tipo "contemporaneo" (ad esempio quando più persone viaggiano all'interno dello stesso vagone della metropolitana) e quella di tipo "in successione" (ad esempio qualsiasi servizio di *car sharing*).

La seconda delle caratteristiche riguarda l'utilizzo delle piattaforme digitali, che permettono di ricondurre la mobilità sostenibile all'economia collaborativa. L'uso della tecnologia per sviluppare le applicazioni per *smartphone* e *tablet* è necessaria in un modello di consumo collaborativo di un servizio e consente un notevole abbattimento dei costi di transazione.



La terza caratteristica che un servizio di mobilità sostenibile deve possedere è la flessibilità. Le opzioni di trasporto devono poter assecondare le diverse esigenze di spostamento degli utenti come ad esempio la possibilità di poter scegliere se usufruire di una city car elettrica, uno scooter. L'interazione degli utenti in tempo reale e la possibilità di fornire *feedbacks* aumentano la flessibilità del servizio offerto e permettono inoltre un monitoraggio continuo del livello di soddisfazione degli utenti stessi.

La quarta caratteristica della *sharing mobility* discende proprio da uno di questi ultimi aspetti appena descritti e riguarda l'interattività e la collaborazione che viene ad instaurarsi tra gli utenti, che costituiscono una vera e propria "community".

In particolare, le piattaforme digitali e/o i canali di comunicazione messi a disposizione degli utenti, fanno sì che questi assumano il ruolo di "prosumer" in quanto non solo diventano dei veri e propri consumatori consapevoli, ma anche i produttori del servizio di cui stanno usufruendo. In base a questo tipo di approccio, è evidente che colui che offre il servizio non possiede più solo il ruolo di erogatore dello stesso, ma deve anche attivare la *community* in modo da mettere e mantenere in contatto gli utilizzatori.

SERVIZI	SISTEMI	<u>Caratteristica 1</u> Condivisione servizio mobilità	<u>Caratteristica 2</u> Uso piattaforme digitali	<u>Caratteristica 3</u> Flessibilità di utilizzo	<u>Caratteristica 4</u> Interattività, community e collaborazione
<b>Bike sharing</b>	Low-tech	XXX	X	XXX	
	IT Dock-based	XXX	XXX	XXX	XX
	GPS-based	XXX	XXX	XXX	XX
<b>Car sharing</b>	Peer to peer	XXX	XXX	XXX	XXX
	Station based	XXX	XX	XX	XX
	Free floating	XXX	XXX	XXX	XX
<b>Scooter sharing ride sharing/ carpooling</b>	Peer to peer	XXX	XXX	XXX	XXX
	Carsharing di nicchia	XXX	XX	XXX	XX
	Free floating	XXX	XXX	XXX	XX
<b>Servizi di trasporto a domanda</b>	Dynamic ridesharing	XXX	XXX	XXX	XXX
	Taxi	XXX		XX	X
	Noleggio con conducente NCC	XXX		XX	X
	Ridesourcing/TNC	XXX	XXX	XXX	X
	ridesplitting/taxi collettivi	XXX	XXX	XXX	XXX
	e-hail	XXX	XX	XX	
<b>Servizi di trasporto alternativo</b>	Navette/Shuttles	XXX	XX	XX	XX
	Microtransit	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>Servizi di trasporto pubblico</b>	Trasporto pubblico di linea su gomma	XXX			
	Trasporto pubblico su ferro	XXX			

Alto: XXX; Medio: XX; Basso: X

I diversi servizi di mobilità condivisa e i fattori caratterizzanti della sharing economy (Rielaborazione dal 1° rapporto nazionale 2016 *La sharing mobility in Italia*)

## **Il car sharing**

Il *car sharing* è un servizio di noleggio di automobili per breve tempo che, tranne che per le forme di noleggio *peer-to-peer* illustrate di seguito, non necessita di alcun tipo di assistenza da parte di personale tecnico.

I servizi di *car sharing* che sono ad oggi maggiormente diffusi sono di quattro tipologie differenti:

1. *Station based*: i veicoli sono parcheggiati in apposite aree formando una stazione dal quale possono essere prelevati. L'utente attraverso l'iscrizione al servizio, prenota e noleggia il veicolo attraverso un'App per *smartphone* o *tablet* oppure da sito web. Al termine dell'utilizzo del servizio è possibile riconsegnare il veicolo nella medesima stazione del prelievo (servizio di tipo round) oppure in una stazione differente da quella di prelievo (servizio one-way).
2. *Free floating*: sono i servizi così detti a flusso libero e si differenziano da quelli *station based* non sono previste delle stazioni e per questo motivo i veicoli possono essere prelevate e depositate all'interno di un'area predefinita. Ciascuna delle vetture è dotata di un sistema di GPS permettendo all'utente di individuare l'auto localizzata più vicina a sé grazie all'utilizzo di un'App.
3. *Peer-to-peer*: ovvero il servizio di noleggio tra privati che consente al proprietario di un veicolo di affittare ad altri utenti il proprio mezzo. L'iscrizione alla stessa piattaforma di condivisione, facilita l'incontro tra chi affitta il proprio mezzo e chi lo prede a noleggio. In questo caso proprietario ed utente stabiliscono di comune accordo data e luogo di prelievo e di riconsegna del mezzo. La tipologia del *peer-to-peer* è leggermente più complessa rispetto alle forme precedentemente descritte in quanto è necessaria la presenza di un operatore che curi, tramite un portale informatico, la relazione tra proprietario e cliente e che l'azienda fornitrice del servizio si occupi delle pratiche relative all'affitto del mezzo e della relativa copertura assicurativa.
4. *Car sharing di nicchia o sistemi di car sharing a rete chiusa*: vengono forniti a specifiche comunità, come complessi residenziali, università o aziende.

## **L'Università Roma tre e la mobilità sostenibile**

L'Università di Roma Tre ha sempre svolto un ruolo proattivo nella realizzazione dei propri obiettivi di "terza missione" ed in particolare di quelli inerenti al tema della sostenibilità.

Recentemente infatti si è classificata a metà del "*GreenMetric Ranking of World Universities 2016*", un "*contest-ranking*" che, tramite adesione volontaria, valuta gli atenei in base ad efficienza energetica, edilizia, didattica e mobilità, comprendendo i loro sforzi sulla sostenibilità ambientale della loro gestione.

Per quanto riguarda il tema della mobilità sostenibile Roma Tre ha istituito il "Mobility Manager" il cui principale compito riguarda il coordinamento della gestione del trasporto privato di dipendenti e studenti per la riduzione dell'uso delle auto private a favore di modelli di trasporto maggiormente sostenibili, per ridurre gli impatti derivanti dal traffico attraverso un cambiamento delle abitudini di mobilità. Sull'apposito sito web dedicato, vengono elencate le principali iniziative ed attività nate dalla collaborazione tra l'ateneo e le istituzioni o aziende di riferimento. Ai docenti e agli studenti dell'ateneo vengono proposte varie iniziative di mobilità come ad esempio le convenzioni per l'acquisto di biglietti ferroviari con Trenitalia ed Italo Treno. Nel sito sono riportati anche altri servizi e progetti sempre inerenti alla mobilità sostenibile come ad esempio, "ELEbici" un progetto pilota realizzato in collaborazione con Enel Greenpower, la Rete ciclabile d'Ateneo, un percorso ciclabile di circa 50 Km di collegamento delle sedi universitarie.

È inoltre attivo il "coordinamento nazionale Mobility Manager Università e Ricerca" un gruppo di lavoro composto dai *mobility manager* degli Atenei italiani, con lo scopo di condividere le esperienze messe in pratica nell'ambito della mobilità sostenibile. I principali servizi di *sharing mobility* messi in atto dall'Università sono quelli di *bike sharing*, *car pooling* e *car sharing*.

## **Il bike sharing Roma Tre**

Attraverso questa iniziativa, l'università mette a disposizione per studenti e dipendenti una flotta di biciclette a prelievo automatizzato che sono dislocate presso 12 sedi dell'ateneo con l'obiettivo di favorire gli spostamenti tra le diverse sedi eliminando l'utilizzo dei mezzi privati. Per aderire al servizio è necessario iscriversi presentando il

modulo d'iscrizione agli uffici preposti, e successivamente, dopo l'accettazione del regolamento, versare la cauzione del valore di 10€. Gli iscritti possono ritirare la chiave codificata, necessaria per prelevare le biciclette, presso l'Ufficio del Mobility Manager, e nel momento in cui decidono di accedere al servizio questa resterà a loro abbinata e provvederà a registrarli all'interno di un database fino al momento in cui la chiave non verrà riconsegnata. Il prelievo di una delle 60 biciclette localizzate nelle diverse rastrelliere presso le sedi preposte dell'Ateneo avviene tramite la suddetta chiave: inserendola all'interno del dispositivo della rastrelliera il quale provvede a sganciare la bicicletta, trattenendo la chiave, che rimane bloccata sul pannello. Dopo l'utilizzo la bicicletta dovrà essere ricollocata dall'utente nella medesima postazione dalla quale è stata prelevata: in quel momento sarà possibile estrarre la chiave che era stata trattenuta fino a quel momento. Agli utenti del servizio viene inoltre fornito un cavetto antifurto che deve essere utilizzato nei periodi di sosta quando il mezzo rimane incustodito.

### **Il car pooling Roma Tre**

Nel 2011, dalla collaborazione con Moovit, è stato attivato in via sperimentale un servizio on-line di *car pooling* rivolto agli studenti. L'iscrizione, che deve essere effettuata tramite app per *smartphone o tablet*, mette in contatto gli studenti che provengono dalla stessa zona della città in modo tale da poter usufruire di un unico mezzo privato per raggiungere la medesima sede universitaria, creando un vero e proprio equipaggio di due o più persone. Per gli aderenti al servizio è garantito il massimo rispetto della privacy, in quanto non vi è alcun tipo di scambio di dati personali ma il sistema provvede solo a mettere in contatto gli utenti attraverso la mail istituzionale, lasciando agli studenti stessi la definizione delle modalità degli accordi.

### **Il car sharing Roma Tre**

Le maggiori proposte inerenti alla mobilità sostenibile riguardano soprattutto i servizi di *car sharing* che l'Università ha attivato per docenti, studenti e personale amministrativo. Dalla collaborazione con Car2Go, servizio di *car sharing* urbano a flusso libero, è stata stipulata una convenzione permettendo agli utenti di accedere al servizio attraverso l'iscrizione gratuita e con tariffe agevolate. La più recente delle iniziative promosse da Roma Tre è "*E-go Car Sharing*", il servizio di *car sharing* elettrico nato dalla partnership tra l'Università ed Enel Energia.

Gli utenti a cui il servizio è rivolto (studenti, docenti e dipendenti) hanno la possibilità di scegliere tra due modelli delle 30 auto elettriche di Renault (10 Zoe e 20 TWIZY) che possono prelevare presso le stazioni localizzate nei parcheggi della facoltà di economia, giurisprudenza, ingegneria o lettere dove sono collocate anche le apposite colonne elettriche per la ricarica dei mezzi.

Dopo una fase di test iniziale, in cui sono stati selezionati da Roma Tre cento utenti per provare il servizio diventando testimonial e promotori dell'iniziativa, *E-go Car sharing* ha registrato un soddisfacente livello d'interesse, soprattutto grazie alla sua convenienza per le tariffe agevolate, la possibilità di accesso alle zone della città a traffico limitato e per la disponibilità di parcheggio gratuito entro le strisce blu.

Gli utenti rimangono costantemente informati sul servizio e sulle varie iniziative o promozioni messe in atto, attraverso gli aggiornamenti della pagina *Facebook* dedicata, che si presta ad essere anche un ottimo canale di interazione diretta con i gestori tramite il rilascio di feedback e di suggerimenti di miglioramento.

Il progetto ha previsto anche la creazione di un *think tank* dedicato alla mobilità sostenibile ed interamente composto da studenti che, oltre a svolgere attività promozionali esegue anche l'analisi scientifica dei dati relativi all'utilizzo del servizio. Gli studenti in questo modo contribuiscono a creare e sviluppare idee innovative e vengono inseriti in un percorso formativo sulle tematiche della mobilità sostenibile e sulla *sharing economy*, partecipando a *talk* con i manager Enel ed altre personalità del mondo imprenditoriale, accademico ed istituzionale.

### **Progetti di Mobilità sostenibile degli altri atenei romani**

Rispetto alle proposte di Roma Tre, osservando i siti web delle altre principali Università romane, è emerso che l'offerta di iniziative a favore della mobilità sostenibile, ma soprattutto dei servizi di *car sharing*, messi a disposizione di studenti, docenti e dipendenti è molto poco sviluppata.

L'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" ha attivato come unica iniziativa, per i propri studenti, una collaborazione con Moovit un'App per il trasporto pubblico che fornisce informazioni su tutti i mezzi pubblici (comprese le navette universitarie) e passaggi *carpool* di altri studenti. In particolare gli studenti Sapienza hanno la possibilità di usufruire di un buono dal valore di 10€ per le corse in *carpool*.

Più attive nella fornitura di servizi di *car sharing* sono la LUISS (Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli") e l'Università di Roma LUMSA (Libera Università Maria Santissima Assunta). Infatti anche la LUISS, come Roma Tre, ha attivato un servizio di car sharing elettrico il "*LUISS Green Mobility*" offerto da Electric Drive Italia e dedicato a studenti, docenti e personale amministrativo. Nella pagina del sito, dedicata al servizio vengono elencati i veicoli che possono essere presi a noleggio, le fasi, le procedure ed i costi di attivazione. La LUMSA ha invece attivato promozioni e convenzioni sempre per dipendenti, studenti e docenti LUMSA e per gli iscritti dell'associazione ALUMNI LUMSA con: Car2go, eCooltra (applicazione che mette a disposizione una flotta di scooter elettrici in *sharing* a flusso libero con più di 1.000 scooter disponibili), SHAR'NGO (*car sharing* elettrico), ZIG ZAG SCOOTER SHARING: (permette di usufruire di una flotta di scooter a tre ruote). L'Università degli Studi di "Tor Vergata" non presenta invece nessuna iniziativa a sostegno della mobilità sostenibile tramite servizio di *car sharing*.

### Risultati e Discussione

Dal lavoro svolto emerge che le iniziative di mobilità sostenibile, ed in particolare quelle promosse dall'università Roma Tre sono state accolte con favore da parte di studenti e personale docente ed amministrativo. Tuttavia risulta comunque evidente che alcuni aspetti possono essere oggetto di miglioramento. Infatti, attraverso la somministrazione di questionari agli utenti di tali servizi, è intenzione degli autori di misurare il livello di soddisfazione dei servizi di mobilità sostenibile dell'Università Roma Tre e di individuare eventuali esigenze non ancora perfettamente soddisfatte. In particolare è interessante approfondire come gli sviluppi tecnologici possono essere impiegati nel cambiamento delle abitudini di trasporto, attraverso lo sviluppo di software sempre più intuitivi, in grado di facilitare agli utenti il loro accesso al servizio e la fruizione delle informazioni relative alla collocazione delle auto e delle postazioni di parcheggio, alle modalità di fatturazione, di accesso ai dati ed altre funzioni utili.

### Bibliografia

- Anon, 2006, Greenhouse gas emissions from the US transportation sector 1990–2003. <http://www.epa.gov/otaq/climate/420r06003.pdf>
- Burlando C., Mastretta M., 2007, Il Car Sharing: un'analisi economica e organizzativa del settore, Franco Angeli Editore
- Caragliu A., Del Bo C., and Nijkamp P., 2011, Smart cities in Europe, Journal of Urban Technology, Vol. 18, No. 2, April 2011, 65–82
- Clawson M. (1962) "Urban Sprawl and Speculation in Suburban Land", Land economics, 38(2),99-111
- Costi sociali dell'incidentalità stradale, 2011, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti dipartimento per i trasporti, la navigazione ed i sistemi informativi e statistici, Direzione Generale per la Sicurezza Stradale
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile 1^ Rapporto nazionale 2016 la sharing mobility in italia: numeri, fatti e potenzialità
- Hamari, Juho, Mimmi Sjöklint, and Antti Ukkonen. 2015. 'The Sharing Economy: Why People Participate in Collaborative Consumption.' Journal Of The Association For Information Science And Technology: 2–13. doi:10.1002/asi.23552.
- Oecd/Iea, 2014, Co2 emissions from fuel combustion highlights, International Energy Agency statistics
- Krzyzanowski M., Kuna-Dibbert B., Schneider J., 2005, Health effects of transport-related air pollution, World Health Organization
- Sartoretti, Irene, "Lo sprawl urbano", rivista di informazione Micron dell'agenzia regionale per la protezione ambientale–arpa.umbria.it
- Urbanizing the Developing World G Potter - Vital Signs, 2013 – Springer
- [https://europa.eu/european-union/topics/transport\\_it](https://europa.eu/european-union/topics/transport_it)
- [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-17-4242\\_it.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-4242_it.htm)
- <http://greenmetric.ui.ac.id>
- <http://host.uniroma3.it/uffici/mobilitymanager/>
- <http://sharedusemobilitycenter.org/>
- <http://site.sharengo.it/>
- <http://sostenibile.uniroma3.it/>
- <https://web.uniroma2.it/>
- [http://www.camera.it/leg17/522?tema=collegato\\_ambientale](http://www.camera.it/leg17/522?tema=collegato_ambientale)
- [http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza\\_valutazione\\_merito/dm\\_13\\_02\\_2014\\_74\\_responsabil\\_e\\_mobilita\\_aziendale.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/dm_13_02_2014_74_responsabil_e_mobilita_aziendale.pdf)
- <https://www.uniroma1.it/it/>
- <http://www.uniroma3.it/>

## **Sistema di Gestione Qualità e Performance Organizzative: dalla teoria alla pratica**

Di Pietro L., Guglielmetti Mugion R., Renzi M.F, Toni M.; Pasca M.G.  
Università degli Studi Roma Tre

*laura.dipietro@uniroma3.it*  
*roberta.guglielmetti@uniroma3.it*  
*mariafrancesca.renzi@uniroma3.it*  
*martina.toni@uniroma3.it*

### **Abstract**

Nel panorama internazionale, la connessione tra sistemi di gestione e performance organizzativa risente di una vischiosità ontologica. L'ampia accettazione di ISO 9000 ha portato a un notevole interesse per la ricerca nella letteratura (Boiral, 2003; Briscoe et al, 2005; Gingele et al, 2002).

Tuttavia, la relazione tra gli effetti della certificazione ISO 9000 e le pratiche che portano alla realizzazione del suo successo, risultano ancora non esaustivamente esplorate (Batchelor, 1992; Allan, 1993; Brown, 1994) e in letteratura i contributi si dividono in due correnti principali. Da una parte diversi studi hanno dimostrato che l'implementazione della norma ISO 9001 non sembra aver portato ad una migliore performance finanziaria delle organizzazioni (Aarts e Vos, 2001; Carr et al, 1997; Lima et al, 2000; Rahman, 2001) e in particolare, Terziowski et al. (1997) hanno affermato che la certificazione ISO 9000 non ha contribuito in modo significativamente positivo rispetto alle prestazioni organizzative sia in presenza che in assenza di un ambiente TQM. Al contrario, Highlands (1995) e Elmuti (1996) hanno dimostrato un miglioramento della produttività, della qualità del prodotto e della qualità della vita lavorativa a seguito della certificazione ISO 9000. A tal proposito si rileva che dal contributo di Corbett et al. (2005) emerge chiaramente una relazione tra la certificazione ISO e il miglioramento delle performance finanziarie.

Il presente articolo propone un caso di studio svolto attraverso il coinvolgimento di un'azienda multinazionale operante in Italia finalizzata a comprendere le percezioni del management in tema di sistemi di gestione, performance organizzative esterne e innovazione. Lo studio ha previsto una fase preliminare di indagine qualitativa esplorativa e una indagine quantitativa che ha coinvolto manager e auditor interni. Dall'analisi dei risultati emerge che l'impegno della leadership risulta essere un elemento chiave, confermando studi precedenti, e aprendo d'altro canto nuovi orizzonti attraverso l'individuazione di ulteriori elementi che contribuiscono a favorire il processo di innovazione e miglioramento delle organizzazioni.

### **Introduzione**

L'implementazione e la certificazione dei sistemi di gestione della qualità, dell'ambiente, della salute e sicurezza sul lavoro sono diventate una priorità per molte organizzazioni diventando parte integrante del portfolio gestionale dell'organizzazione (Stamou, 2003; Patience, 2008; Poulida, 2010; Matias, 2002; Asif, 2009). La letteratura internazionale propone diverse definizioni di Sistema di Gestione (SG), che viene visto come un insieme di elementi a carattere decisionale, organizzativo, informativo e motivazionale, grazie al quale l'organizzazione porta avanti la gestione dei propri processi e relazioni (Asif, 2009; Wilkinson, 2001; Anastasiu, 2009; Jorgensen, 2004). Nell'ambito dei SG, lo standard ISO 9000 è quello che suscita maggior interesse in letteratura (Boiral, 2003; Briscoe et al, 2005; Gingele et al, 2002), poiché emergono risultati contrastanti rispetto agli effetti della certificazione ISO 9000 e alle pratiche che portano alla realizzazione del suo successo. Come osservato da Adalia (2016), un'azienda certificata ISO 9001 presenta benefici aggiuntivi in termini di performance aziendali riassumibili in: migliori pratiche di gestione, migliori risultati per le organizzazioni, maggiore differenziazione dei prodotti/servizi, maggiore vantaggio competitivo sul mercato, miglioramento delle prestazioni e, infine, come conseguenza, aumento dei profitti. Nonostante ciò, diversi autori evidenziano come la mancanza di impegno da parte di dipendenti e manager rappresenti il problema più frequentemente riscontrato da piccole e medie imprese (Brown e van derWiele, 1998; Quazi e Padibjo, 1997; Weston, 1995). In virtù di ciò,

Brown e van derWiele (1998) sottolineano come la formazione di dipendenti e manager debba essere considerato come uno dei principali metodi per superare questi limiti, fino al punto di trasformarli in un fattore chiave per lo sviluppo e l'implementazione di un SGQ all'interno di un'organizzazione. Per mezzo di una formazione completa, basata su una pianificazione strategica di lungo periodo, è possibile fornire alle risorse umane le competenze necessarie per attuare in modo efficace iniziative di miglioramento dei livelli di qualità di prodotti/servizi e delle performance dell'azienda (Briscoe et al, 2005; McTeer e Dale, 1994).

Batchelor (1992) sostiene che il principale vantaggio della certificazione è legato al miglioramento del tasso di efficienza ed errori derivante dalle procedure, che però non incidono invece sull'aumento della quota di mercato, della motivazione del personale, o dei costi". Alcuni autori sostengono che i manager diventano più propositivi a seguito della certificazione ISO 9000 (Allan, 1993; Brown 1994), mentre altri studi hanno messo in discussione il ruolo del top management e l'utilità del processo stesso di certificazione (Larson, 1977). D'altra parte, Highlands (1995) e Elmuti (1996) hanno affermato che la produttività, la qualità del prodotto, e la qualità della vita lavorativa è migliorata grazie alla certificazione ISO 9000. Corbett et al. (2005) ha evidenziato una relazione positiva tra la certificazione ISO e una migliore performance finanziaria. Invece diversi altri studi hanno dimostrato che l'implementazione della norma ISO 9001 non sembra aver portato ad una migliore performance finanziaria delle organizzazioni (Aarts e Vos, 2001; Carr et al, 1997;. Lima et al, 2000, Rahman, 2001). Ad esempio, Terziovski et al. (1997) hanno trovato che la certificazione ISO 9000 non ha un rapporto significativamente positivo con prestazioni organizzative sia in presenza che in assenza di un ambiente TQM. Tuttavia, la certificazione ISO 9000 può contribuire al miglioramento delle performance organizzative solo qualora si crei un clima di cambiamento. Dove la certificazione ISO 9000 è implementata in modo efficace, si può agire come una base su cui costruire una cultura della qualità.

Dunque in letteratura vi è convergenza sul fatto che il perseguimento dell'efficacia ed efficienza nel lungo termine si basa sul modo in cui gli standard vengono adattati e implementati nei processi interni dalle singole aziende e sul grado di impegno della leadership verso la cultura del miglioramento.

È possibile individuare due differenti tipologie di performance: performance produttive e di mercato. La prima si riferisce al miglioramento della qualità dei processi interni, una maggiore consapevolezza della "qualità" dei dipendenti, riduzione dei costi di produzione con un conseguente aumento di produttività. Per quanto riguarda le performance di mercato ci si riferisce ad una migliore qualità del prodotto e a una maggiore soddisfazione del cliente. Inoltre, dagli studi emerge come le organizzazioni certificate ricevano meno reclami dai clienti e che questi ultimi abbiano un livello di fidelizzazione più alto rispetto alle aziende non certificate. Dunque si può concludere che anche le performance di mercato siano connesse all'implementazione della certificazione ISO 9001.

Alcuni ulteriori studi sostengono che ISO 9001 abbia un impatto positivo sull'innovazione (Pekovic e Galia, 2008). Tuttavia, altri studi affermano che l'ISO 9001 ha un impatto negativo e che ostacola l'innovazione a causa dell'eccessivo livello di burocrazia (Benner e Tushman, 2002). Alcuni studi esaminano l'impatto della ISO 9001 sull'innovazione, evidenziando come alcuni fattori possono influenzare questa relazione: le motivazioni che spingono un'azienda a certificarsi, la regione e il settore in cui opera, la dimensione aziendale e la versione dello standard. Nella letteratura, molteplici studi si sono soffermati sulla percezione dei manager e dei clienti nei confronti della certificazione ISO 9001, ma spesso non ci si concentra su come i dipendenti assimilino le nuove versioni del Sistema di Gestione Qualità.

Nonostante la ricchezza di contributi esistenti, la relazione tra ISO 9000, performance organizzative e miglioramento e innovazione presentano ancora dei gap conoscitivi che meritano ulteriori approfondimenti, che verranno affrontati nel presente studio.

## **Materiali e metodi**

Il presente lavoro propone un caso di studio svolto attraverso il coinvolgimento di un'azienda multinazionale operante in Italia ed è finalizzato a comprendere le percezioni del management in tema di sistemi di gestione, performance organizzative esterne e innovazione. Lo studio ha previsto una fase preliminare di indagine qualitativa esplorativa e una indagine quantitativa che ha coinvolto manager e auditor interni.

L'analisi qualitativa ha previsto la realizzazione di due focus group e alcune interviste in profondità che hanno coinvolto i manager della società. Da un punto di vista quantitativo è stata invece realizzata un'indagine con un questionario, con scala Likert (1-7), che ha proposto domande chiuse e aperte basate su quanto emerso dalla fase qualitativa e sulla letteratura esistente. Per l'analisi dei dati è stato utilizzato il software Minitab. Si propone di seguito la struttura del questionario.

<b>DIMENSIONE</b>	<b>ITEM</b>	<b>AUTORI/risultati focus</b>
<b>Leadership</b>	La cultura dell'azienda Q8 si basa su una continua attenzione al cliente	Dahlgaard et al. 2011
	Q8 è caratterizzata da una cultura di innovazione e qualità	Focus Group
	Il top management comunica sistematicamente strategie ed obiettivi a tutto il personale.	Dahlgaard et al. 2011
	La struttura organizzativa è gestita in modo efficace.	Dahlgaard et al. 2011; Focus Group
	Q8 riconosce la necessità di formalizzare i sistemi di gestione per migliorare la competitività.	Terziovski,Power,Sohal; Focus Group
	Lo scopo del top Management è il perseguimento del processo di miglioramento continuo.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
<b>Risultati</b>	La soddisfazione dei clienti Q8 è migliorata negli ultimi 3 anni.	Focus Group; Dahlgaard et al. 2001
	Q8 ha una forte cultura organizzativa in cui i valori comuni sono attivamente condivisi e vissuti sul lavoro.	Focus Group; Dahlgaard et al. 2001
	I dipendenti sono regolarmente coinvolti in progetti per l'innovazione.	Dahlgaard et al. 2001
	I dipendenti sono attivamente coinvolti in progetti per il miglioramento di processi, prodotti e servizi.	Focus Group;Terziovski,Power,Sohal
<b>Sistema di Gestione ISO 9001</b>	La documentazione del sistema di gestione ISO 9001 è adeguata.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
	Le procedure del sistema di gestione sono snelle.	Focus Group
	Il SGQ ISO 9001 è utile per lo svolgimento della mia attività	Focus Group
<b>ISO 9001 e prestazioni operative</b>	Il SGQ ISO 9001 favorisce la riduzione dei costi aziendali.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 incrementa la produttività aziendale	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 favorisce il miglioramento continuo.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 migliora la soddisfazione del cliente.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 migliora la comunicazione interna	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il top management sostiene l'implementazione di un sistema di gestione certificato.	Focus Group; Gotzamani,Tsiotras
	Il top Management ha tra gli obiettivi il perseguimento di una cultura della qualità	Focus Group
<b>ISO 9001 e prestazioni di business</b>	Il SGQ ISO 9001 ha un impatto sull'aumento della quota di mercato.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 contribuisce al miglioramento dell'immagine aziendale.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 consente di ottenere un vantaggio competitivo.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 favorisce un maggiore accesso ai mercati globali.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
	Il SGQ ISO 9001 favorisce l'aumento dei profitti delle organizzazioni.	Mei Feng, Milè Terziovski,Danny Samson 2006
<b>Consapevolezza della qualità</b>	Il senior management utilizza le buone pratiche di gestione qualità.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
	Il middle management utilizza le buone pratiche di gestione della qualità.	Hair,Anderson et al.,1998
	Il personale di front-line utilizza le buone pratiche di gestione della qualità.	Hair,Anderson et al.,1998
	Il personale utilizza le buone pratiche di gestione della qualità.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
	L'audit esterno per la certificazione è un momento di crescita per il management.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group

	Tutti i membri dell'organizzazione si sentono responsabili della qualità erogata.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
	I sistemi di gestione della qualità sono chiaramente recepiti da tutti i livelli dell'organizzazione.	Hair,Anderson et al.,1998; Focus Group
<b>Overall</b>	Sono complessivamente soddisfatto del SGQ ISO 9001 implementato da Q8.	Focus Group
	Mi piacerebbe migliorare il SGQ in Q8.	Focus Group
	Sono soddisfatto della formazione in tema qualità che ho ricevuto fino ad oggi in Q8.	Focus Group
	Mi piacerebbe utilizzare metodi e modelli del Total Quality Management	Focus Group

## Risultati e discussione

Il campione è composto da 37 manager e 30 auditor. Del campione in esame il 22% opera nel settore compliance, il 32% nell'area commerciale e il 46% come supporto/staff.

L'analisi quantitativa dei dati è stata svolta tramite una fattoriale esplorativa e una regressione, la prima per ridurre le variabili di interesse, la seconda per comprendere e indagare le relazioni tra i fattori.

L'analisi fattoriale esplorativa è stata condotta su 36 variabili e sono emersi 6 fattori, che riassumono gli item sottoposti al campione, attraverso l'utilizzo dell'approccio delle componenti principali e con una rotazione varimax. La varianza cumulata spiegata dai 6 fattori identificati è pari al 78%. I 6 fattori sono i seguenti: "l'utilità e il vantaggio competitivo del sistema di gestione della qualità", "l'utilizzo di buone pratiche", "la documentazione presente nell'azienda inerente il sistema di gestione", "la leadership e la cultura della qualità" ed infine i fattori che indagano la "percezione della customer satisfaction aziendale" e "il miglioramento e innovazione". I 6 fattori hanno costituito l'input della regressione che è volta a esaminare la relazione tra i fattori individuati, con l'obiettivo di colmare i gap presenti nella letteratura e, quindi di individuare relazioni significative. In particolare, ci si è proposti di indagare l'impatto dei fattori "utilità e vantaggio competitivo", "utilizzo di buone pratiche nella gestione qualità", "documentazione del sistema di gestione della qualità", "leadership e cultura aziendale" rispettivamente sui fattori "percezione customer satisfaction aziendale" e "miglioramento e l'innovazione".

Di seguito è riportato l'output della regressione svolta con variabile dipendente il fattore "percezione customer satisfaction aziendale e":

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	45,759	11,4396	53,86	0,000
UTILITÀ E VANTAGGIO COMPETITIVO	1	26,417	26,4172	124,38	0,000
LEADERSHIP E CULTURA DELLA QUAL	1	2,509	2,5085	11,81	0,001
UTILIZZO BUONE PRATICHE GESTION	1	2,839	2,8386	13,37	0,001
DOCUMENTAZIONE SGQ	1	10,753	10,7533	50,63	0,000
Error	62	13,168	0,2124		
Total	66	58,927			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,460859	77,65%	76,21%	71,90%

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	-0,0000	0,0563	-0,00	1,000		
UTILITÀ E VANTAGGIO COMPETITIVO	0,6535	0,0586	11,15	0,000	1,00	
LEADERSHIP E CULTURA DELLA QUAL	0,2098	0,0610	3,44	0,001	1,01	
UTILIZZO BUONE PRATICHE GESTION	0,2244	0,0614	3,66	0,001	1,01	
DOCUMENTAZIONE SGQ	0,4471	0,0628	7,12	0,000	1,01	

Regression Equation	
CS	= -0,0000 + 0,6535 UTILITÀ E VANTAGGIO COMPETITIVO
	+ 0,2098 LEADERSHIP E CULTURA DELLA QUAL + 0,2244 UTILIZZO BUONE PRATICHE GESTION
	+ 0,4471 DOCUMENTAZIONE SGQ



Dall'analisi dei dati emerge che tutti i 5 fattori identificati incidono significativamente sul miglioramento e sull'innovazione (p-value <0.05). Emerge una relazione tra utilità percepita del SGQ e il relativo vantaggio competitivo, il ruolo della leadership e gli effetti generati dalla certificazione ISO 9000 e le pratiche messe in atto all'interno di una impresa che portano alla realizzazione del suo successo, nonché la documentazione del SGQ.

Di seguito è riportato l'output della regressione svolta con variabile dipendente il fattore "miglioramento e innovazione":

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	30,3304	7,5826	16,14	0,000
LEADERSHIP E CULTURA QUALITA'	1	23,9290	23,9290	50,93	0,000
UTILITA' E VANTAGGIO COMPETITIVO	1	1,8856	1,8856	4,01	0,050
UTILIZZO BUONE PRATICHE G.QUALITA'	1	2,9083	2,9083	6,19	0,016
DOCUMENTAZIONE SGQ	1	0,1156	0,1156	0,25	0,622
Error	62	29,1300	0,4698		
Total	66	59,4604			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0,685448	51,01%	47,85%	40,09%		
Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0,0000	0,0837	0,00	1,000	
LEADERSHIP E CULTURA DELLA QUALITA'	0,6480	0,0908	7,14	0,000	1,01
UTILITA' E VANTAGGIO COMPETITIVO	-0,1746	0,0872	-2,00	0,050	1,00
UTILIZZO BUONE PRATICHE G.QUALITA'	0,2272	0,0913	2,49	0,016	1,01
DOCUMENTAZIONE SGQ	0,0464	0,0935	0,50	0,622	1,01
Regression Equation					
MIGLIORAMENTO E INNOVAZIONE = 0,0000 + 0,6480 LEADERSHIP E CULTURA QUALITA'					
- 0,1746 UTILITA' E VANTAGGIO COMPETITIVO					
+ 0,2272 UTILIZZO BUONE PRATICHE G.QUALITA'					
+ 0,0464 DOCUMENTAZIONE SGQ					

Dall'analisi dei dati emerge che tutti i 4 fattori identificati incidono significativamente sul miglioramento e sull'innovazione (p-value <0.05). Emerge una relazione tra il ruolo della leadership e gli effetti generati dalla certificazione ISO 9000 e le pratiche messe in atto all'interno di una impresa che portano alla realizzazione del suo successo, nonché al miglioramento delle performance aziendali.

Dall'analisi della letteratura esistente è emerso che secondo alcuni correnti, l'implementazione della norma ISO 9001 non sembra portare ad un miglioramento della performance finanziaria delle organizzazioni (Aarts e Vos, 2001; Carr et al, 1997; Lima et al, 2000; Rahman, 2001). Al contrario, Highlands (1995) e Elmuti (1996) hanno dimostrato un miglioramento della produttività, della qualità del prodotto e della qualità della vita lavorativa a seguito della certificazione ISO 9000 e, dalla presente analisi, si rafforza ulteriormente l'idea che l'implementazione della norma ISO 9000, tramite l'impegno della leadership e la diffusione di una cultura della qualità, indirizza le organizzazioni verso il miglioramento e all'innovazione. Il top management, per implementare un sistema di gestione in modo efficace, deve gestire la struttura organizzativa comunicando e condividendo gli obiettivi con tutto il personale, investendo nella loro formazione ed incoraggiandoli a contribuire al miglioramento dei processi con proposte e suggerimenti. Una chiave cruciale per il successo dell'implementazione della norma ISO e la conoscenza del sistema di gestione della qualità è, infatti, l'impegno della leadership che deve diffondere e promuovere la cultura organizzativa, con valori comuni da condividere e formando adeguatamente tutto il personale.

L'impegno della leadership, durante l'implemetazione del Sistema di gestione della qualità, incide sulla soddisfazione dei clienti e dei dipendenti che investono in progetti per l'innovazione e il miglioramento di processo, prodotto e servizi.

## Riferimenti bibliografici

- Aarts, F.M. and Vos, E.,2001. "The impact of ISO registration on New Zealand firms' performance: a financial perspective", *The TQM Magazine*, Vol. 13 No. 3, pp. 180-91.
- Adalia M., 2016. *ISO 9001 Impact on Operational Performance*, Oman College of Management & Technology.
- Allan, M.J., 1993, *Implementation of ISO 9001/2 in large Australian manufacturers*, Unpublished research project (Melbourne Business School, University of Melbourne).
- Anastasiu, L.,2009, *How the Changing of Technology Can Become a Motivating Factor in Human Resources Management*, Proceedings on the 5th International Seminar Quality Management in Higher Education, Alexandroupolis, Greece.
- Asif, M., de Bruijn, E. J., Fisscher, O. A., Searcy, C., & Steenhuis, H. J. ,2009. Process embedded design of integrated management systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(3), 261-282.
- Batchelor, C., 1992, *Badge of quality*, *Financial Times*, I, 16-17.
- Benner, M. J., & Tushman, M.,2002. Process management and technological innovation: A longitudinal study of the photography and paint industries. *Administrative science quarterly*, 47(4), 676-707.
- Boiral, O.,2003, "ISO 9000: outside the iron cage", *Organization Science*, Vol. 14 No. 6, pp. 720-37.
- Briscoe, J.A., Fawcett, S.E. and Todd, R.H. 2005, "The implementation and impact of ISO 9000 among small manufacturing enterprises", *Journal of Small Business Management*, Vol. 43 No. 3, pp. 309-30.
- Brown, A., 1994, *The Quality Management Research Unit Industry experience with ISO 9000*, Paper presented at the Second National Research Conference on Quality Management, Monash Mt Eliza Business School, February.
- Carr, S., Mak, Y.T. and Needham, J.E., 1997. "Differences in strategy, quality management practices and performance reporting systems between ISO accredited and non-ISO accredited companies", *Management Accounting Research*, Vol. 8, pp. 383-403.
- Corbett, C.J., Montes-Sancho, M.J. and Kirsch, D.A. 2005, "The financial impact of ISO 9000 certification in the United States: an empirical analysis", *Management Science*, Vol. 51 No. 7, pp. 1046-59.
- Elmuti, D. 1996, "World class standards for global competitiveness: an overview of ISO 9000", *Industrial Management*, September/October, pp. 5-9.
- Gingele, J., Childe, S.J. and Miles, M.E. 2002, "A modelling technique for re-engineering business processes controlled by ISO 9001", *Computers in Industry*, Vol. 49 No. 3, pp. 235-51.
- Highlands, R. 1995. "ISO 9000 grows-but is it useful", *Electric Business Buyer*, Vol. 21, p. 20.
- Hoyle D., 2015. *ISO 9000 Quality Systems Handbook-Updated for the ISO 9001: 2015 Standard*, Taylor & Francis.
- Jorgensen, H., Mellado, M., Remmen, A., 2004, *Integrated management systems*, Working Paper 7; Technology, Environment and Society, Department of Development and Planning, Aalborg University.
- Larson, M. S. 1977. *The Rise of professionalism: A sociological analysis*. University of California Press: Los Angeles, CA.
- Lima, M.A.M., Rewende, M. and Hasenclever, L.,2000, "Quality certification and performance of Brazilian firms: an empirical study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 66, pp. 143-7.
- Matias, J.C.D.O., Coelho, D.A.,2002. The integration of the standards systems of quality management, environmental management and occupational health and safety management, *International Journal of Production Research*, Vol. 40, part 15, pp.3857-3866.
- McTeer, M. M., & Dale, B. G. ,1994. Are the ISO 9000 series of quality management system standards of value to small companies?. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 1(4), 227-235.
- Patience, A.,2008. *Integrated Management Systems - A qualitative study of the levels of integration of three Danish Companies*, Thesis submitted for the degree of Master of Science in Engineering in Environmental management.
- Pekovic, S., & Galia, F., 2009. From quality to innovation: Evidence from two French Employer Surveys. *Technovation*, 29(12), 829-842.
- Poulida, O., Constantinou, L.,2010. *Development of an Integrated Management System in a Small and Medium-size oil Industry: Safety, Energy and Environment*.

- Quazi, H. A., & Padibjo, S. R.,1997. A journey towards total quality management through ISO 9000 certification-a Singapore experience. *The TQM Magazine*, 9(5), 364-371.
- Rahman, S.,2001. "A comparative study of TQM practice and organisational performance with and without ISO 9000 certification", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18 No. 1, pp. 35-49.
- Stamou, T.,2003, *Integrated Management Systems in Small Medium-Sized Enterprises: Theory and Practice*
- Terziovski, M., Samson, D. and Dow, D.,1997, "The business value of quality management systems certification – evidence from Australia and New Zealand", *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 1-18.
- Weston Jr, F. C.,1995. What do managers really think of the ISO 9000 registration process?. *Quality progress*, 28(10), 67.
- Wiele, T. V. D., & Brown, A.,1998. Venturing Down the TOM Path for SME's. *International Small Business Journal*, 16(2), 50-68.
- Wilkinson, G., & Dale, B. G.,2002. An examination of the ISO 9001: 2000 standard and its influence on the integration of management systems. *Production planning & control*, 13(3), 284-297.

## **Agricoltura di Precisione e Industria 4.0: possibili integrazioni e sviluppi tecnologici**

Autori:

Leonello Trivelli, Dipartimento di Economia e Management, Università di Pisa

Filippo Chiarello, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni,  
Università di Pisa

Andrea Apicella, Dipartimento di Economia e Management, Università di Pisa

Gualtiero Fantoni, Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale, Università di Pisa

Angela Tarabella, Dipartimento di Economia e Management, Università di Pisa

### **Abstract**

Il settore agricolo sta vivendo negli ultimi anni un grande processo di cambiamento per far fronte a una serie di circostanze che hanno su di esso un impatto non trascurabile sia a livello di sostenibilità ambientale, correlata all'incremento della popolazione e la diminuzione delle superfici coltivabili, sia a livello di domanda di mercato dei prodotti agricoli con consumatori sono sempre più esigenti ed informati sulle tecniche di coltivazione e allevamento.

Si rendono sempre più necessari innovazioni tecnologiche in grado di fronteggiare queste criticità e l'Agricoltura di Precisione ne è l'esempio più eclatante. Infatti, se l'Industria 4.0 è considerata come la *quarta rivoluzione industriale*, l'Agricoltura di Precisione rappresenta di fatto la rivoluzione agricola del XXI Secolo.

Sebbene le fondamenta di queste due rivoluzioni appaiono basate su concetti distanti tra loro, è possibile individuare delle affinità riguardo agli effetti che queste determinano sui processi aziendali sullo sviluppo delle innovazioni e delle applicazioni tecnologiche.

Partendo da questa riflessione, il presente lavoro cerca di comprendere quanto i due domini di Industria 4.0 e Agricoltura di Precisione siano collegati tra loro analizzando le tecnologie più utilizzate in questi ambiti ed evidenziando modelli e pattern comuni che siano in grado di rappresentare le sovrapposizioni tra i due settori di attività.

L'intersezione tra le tecnologie di Industria 4.0 e l'Agricoltura di Precisione costituisce un riferimento importante per individuare le tecnologie più diffuse e maggiormente redditizie per il settore agricolo nonché utili per il miglioramento qualitativo e quantitativo dei prodotti agricoli.

### **Introduzione**

L'Agricoltura di Precisione (detta anche Precision Agriculture o Precision Farming) si sviluppa a partire dalla fine del XX secolo con lo scopo di favorire una gestione agricola che, basata principalmente sulle tecnologie digitali, permette di migliorare i processi di produzione e aumentarne la redditività, minimizzando i danni ambientali e preservando gli standard qualitativi dei prodotti agricoli. Sono proprio le tecnologie digitali ad aprire le porte alla possibilità di rendere *precisi* i processi di produzione agricola tenendo in considerazione le effettive esigenze colturali e le caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo.

Esistono diverse definizioni del concetto di Agricoltura di Precisione. Una descrizione particolarmente efficace è fornita da Pierce e Nowak (1999) i quali definiscono il concetto come "*l'applicazione di tecnologie e principi per la gestione della variabilità dello spazio e del tempo associabili agli aspetti legati alla produzione agricola con l'obiettivo di migliorare le performance in termini di raccolto e di qualità ambientale.*"

Nel tempo si sono succedute varie definizioni che hanno via via consentito di ampliare gli ambiti di applicazione delle fondamenta dell'Agricoltura di Precisione fino ad intercettare, tra gli altri, i processi di *decision making* ed i concetti della sostenibilità economica ed ambientale.

In Tabella 1 sono riportate le principali definizioni sulla base di una accurata selezione della letteratura esistente. Le origini dell'agricoltura di precisione risalgono agli anni 90 anche se, superato l'entusiasmo iniziale, le applicazioni pratiche risultano ad oggi abbastanza limitate e caratterizzate da un percorso di sviluppo irregolare sia dal punto di vista geografico che temporale (Swinton et al., 2001).

Tabella 1. Review della letteratura, definizioni e tecnologie dell'Agricoltura di Precisione

<b><u>AUTORE</u></b>	<b><u>DEFINIZIONE</u></b>	<b><u>TITOLO E JOURNAL</u></b>	<b><u>ANNO</u></b>	<b><u>COMPONENTI</u></b>
F.J.Pierce, P. Nowak	Precision agriculture is the application of technologies and principles to manage spatial and temporal variability associated with all aspects of agricultural production for the purpose of improving crop performance and environmental quality. Precision agriculture is technology enabled.	Aspects of Precision Agriculture- Advances in Agronomy vol. 67, pp. 1-85	1999	Tecnologie Benefici generati
H. Kirchmann, G. Thorvaldsson	Precision agriculture is a discipline that aims to increase efficiency in the management of agriculture. It is the development of new technologies, modification of old ones and integration of monitoring and computing at farm level to achieve a particular goal.	Challenging targets for future agriculture - European Journal of Agronomy 12, pp. 145-161	2000	Tecnologie Benefici generati Sostenibilità
J. V. Stafford	Precision Agriculture is “information intense” and could not be realized without the enormous advances in networking and computer processing power. Precision Agriculture, as a crop management concept, can meet much of the increasing environmental, economic, market and public pressures on arable agriculture.	Implementing Precision Agriculture in the 21st Century- Jagric. Engng Res 76, pp. 267-275	2000	Tecnologie
N. Zhang, M.Wang, N.Wang	PA is conceptualized by a system approach to re-organize the total system of agriculture towards a low-input, high-efficiency, sustainable agriculture.	Precision Agriculture-a worldwide overview- Computer and Electronics in agriculture, 36, pp. 13-132	2002	Tecnologie Benefici generati
R. Bongiovanni, J. Lowenberg-Deboer	Precision Agriculture (PA) can help in managing crop production inputs in an environmentally friendly way. By using site-specific knowledge, PA can target rates of fertilizer, seed and chemicals for soil and other conditions.	Precision Agriculture and Sustainability Precision Agriculture, Vol.5, pp.359-387,	2004	Benefici generati
A. McBratney, B. Whelan, T. Ancev	One generic definition could be “that kind of agriculture that increases the number of (correct) decisions per unit area of land per unit time with associated net benefits”.	Future directions of Precision Agriculture - Precision Agriculture, 6, pp. 7-23 Springer Science+Business Medis Inc.	2005	Benefici generati
Y. S. Tey, M. Brindal	Precision agriculture is a production system that involves crop management according to field variability and site-specific conditions. Precision agricultural technologies are those technologies which, either used singly or in combination, as the means to realize precision agriculture.	Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications, Precision Agriculture, Vol.13, pp 713-730	2012	Applicazioni Tecnologie
E. Pierpaoli, G. Carli, E. Pignatti, M. Canavari	Precision Agriculture is a fairly new concept of farm management developed in mid-1980s. PA bases its applicability on the use of technologies to detect and decide what is “right”.	Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review , Procedia Technology, Vol.8, pp.61-69	2013	Tecnologie
R. Schrijver, K.Poppe, C. Daheim	Precision agriculture (PA) or precision farming, is a modern farming management concept using digital techniques to monitor and optimise agricultural production processes.	Precision Agriculture and the future of farming in Europe- Scientific Foresight Study	2016	Applicazioni Tecnologie

Anche se non vi sono informazioni precise sul grado ed il livello di diffusione dell'Agricoltura di Precisione nelle diverse aree nel mondo per le difficoltà legate alla ricerca di informazioni su produttori e rivenditori, ciò che appare evidente è lo sviluppo prioritario di alcuni paesi ritenuti pionieri come Stati Uniti, Canada e Australia, seguiti in Europa da Regno Unito e Francia.

In Italia, la diffusione dell'Agricoltura di Precisione rimane molto limitata rispetto alla situazione internazionale, infatti solo l'1% della superficie agricola coltivata vede l'impiego di mezzi e tecnologie di agricoltura di precisione (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, 2016).

Pur con qualche difficoltà di implementazione legata agli elevati investimenti iniziali ed alla mancanza di competenze idonee tra gli agricoltori (Robert, 2002), l'Agricoltura di Precisione sta diventando un concetto sempre più pervasivo all'interno del settore primario e, la costante evoluzione delle tecnologie ad essa collegate sembra aprire scenari sempre più sfidanti per le imprese del settore.

Alla costruzione di tale contesto contribuisce in modo considerevole il rapido sviluppo dei concetti e delle tecnologie legati all'Industria 4.0 (Fantoni et al., 2017). Infatti, le componenti del nuovo paradigma industriale rappresentano un punto di partenza per lo sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche in grado di monitorare e gestire i processi aziendali, anche all'interno del settore primario come, ad esempio, i Cyber-Physical System (Rad et al., 2015). Al fine di investigare il contributo delle declinazioni tecnologiche tra l'Industria 4.0 e l'Agricoltura di Precisione, il presente lavoro analizza le tecnologie che trovano applicazione nei due contesti al fine di individuare la presenza o meno di connessioni tra le tecnologie e di cluster tecnologici omogenei.

## **Metodologia**

Nel presente lavoro si è posti l'obiettivo della creazione di un dizionario volti ad identificare le tecnologie più innovative che trovano applicazione nell'Agricoltura di Precisione successivamente arricchito con le tecnologie di Industria 4.0 al fine di identificare i cluster più rilevanti e le connessioni tra essi.

Il dizionario nasce dalla volontà di comprendere quali siano le tecnologie afferenti al dominio della Precision Agriculture e quelle legate al continuo sviluppo del paradigma di Industria 4.0. Concretamente, il dizionario si presenta come una lista di tecnologie associate al concetto di Precision Agriculture individuate con l'utilizzo di paper individuati sulla banca dati internazionale SCOPUS.

Il diagramma a blocchi in Figura 1 illustra le diverse fasi che sono state seguite per la realizzazione del dizionario.

Innanzitutto sono stati individuati e selezionati venticinque paper scientifici, relativi al periodo 2002-2017. I paper scientifici sono stati individuati e selezionati utilizzando come parola chiave "precision agriculture". In secondo luogo è stata condotta un'analisi dei paper per identificare le tecnologie citate e appartenenti al dominio dell'Agricoltura di Precisione. La lista di tecnologie identificate con l'analisi dei paper non era da ritenersi esaustiva a causa del ridotto numero di fonti analizzate, le quali però hanno fornito le informazioni di base per costruire il contesto di analisi. Per far fronte a tale limitazione, e vista la vicinanza dei concetti fondanti di Industria 4.0 e Agricoltura di Precisione, è stato utilizzato il Tecnimetro<sup>®</sup> al fine di ampliare la lista di tecnologie presenti nel dizionario. Il Tecnimetro<sup>®</sup> (Chiarello et al., 2018) è un dizionario che contiene oltre 1500 tecnologie appartenenti al paradigma di Industria 4.0 ed è stato creato selezionando le tecnologie di Industria 4.0 contenute all'interno di manuali, documenti tecnici e pubblicazioni scientifiche presenti su Scopus. Le relazioni tra le tecnologie selezionate sono state studiate attraverso un'attività di text mining. L'idea di fondo è stata quindi quella di comprendere se il Tecnimetro<sup>®</sup> contenesse altre tecnologie della Precision Agriculture che non erano state identificate con l'analisi dei paper.

Per rispondere a questa domanda i testi di tutti gli abstract, i titoli e le keyword delle pubblicazioni (dal 2002 al 2017) trovate su Scopus con la query "precision agriculture" sono stati analizzati utilizzando il software "R". In questo modo sono state individuate le tecnologie 4.0 comprese nel Tecnimetro<sup>®</sup> che venivano citate nelle pubblicazioni sulla Precision Agriculture. Al fine di eliminare eventuali termini non pertinenti, le tecnologie estratte attraverso il Tecnimetro<sup>®</sup> sono state analizzate e i termini fuori contesto sono stati eliminati manualmente.

L'eliminazione delle tecnologie è stata fatta con l'ausilio di gruppi di controllo.

Infine, la nuova lista di tecnologie ottenuta, è stata confrontata con la lista delle tecnologie individuate all'inizio con l'analisi dei venticinque paper e, da quest'ultima scrematura, abbiamo ottenuto il dizionario.

Tale analisi consentiva di confermare la relazione tra l'Industria 4.0 e la Precision Agriculture da un lato, e dall'altro ha permesso di ottenere una lista di oltre 1000 tecnologie riferibili al dominio della Precision Agriculture, ampliando la lista generata dall'analisi dei paper eseguita manualmente.

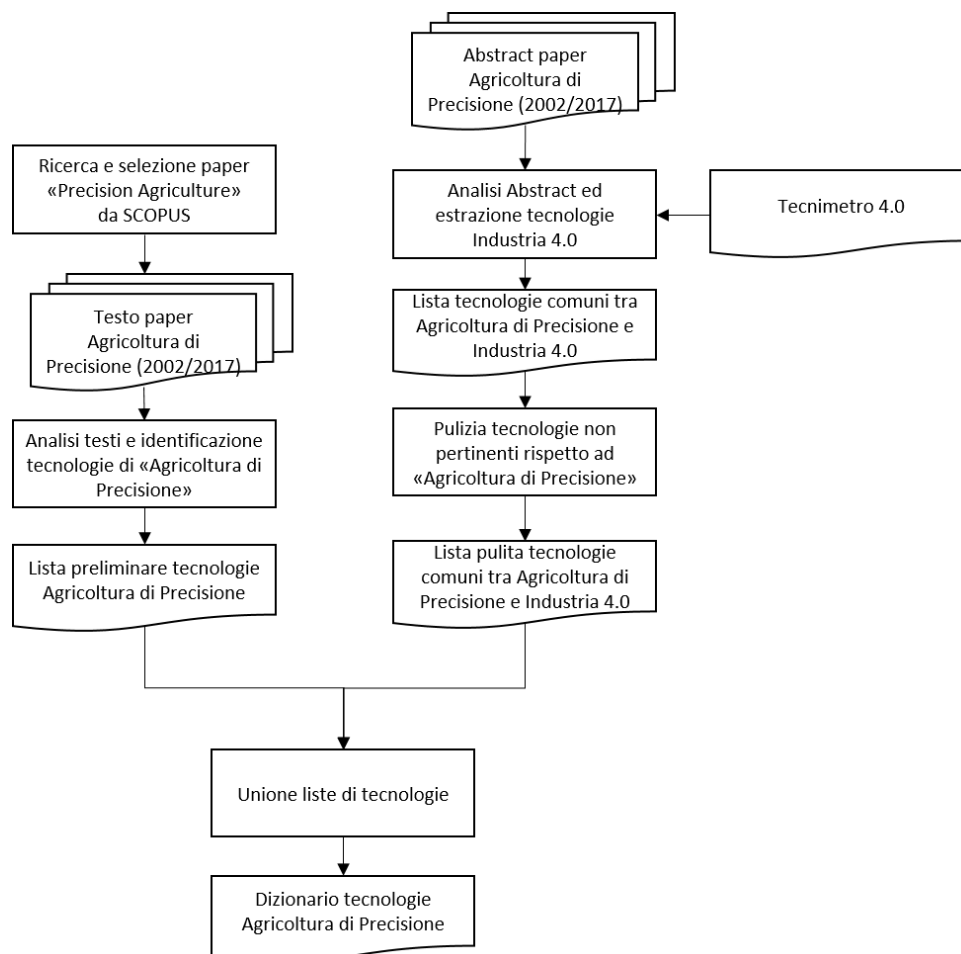


Figura 1. Processo di creazione del dizionario sulle tecnologie dell'Agricoltura di Precisione

Tale analisi mostra come l'intersezione tra l'insieme delle tecnologie dell'Industria 4.0 e quello delle tecnologie della Precision Agriculture è molto ampia e rende i due concetti molto vicini da un punto di vista tecnologico.

Al fine di comprenderne meglio la struttura ed identificare la presenza di possibili cluster tecnologici, il dizionario è stato realizzato un approfondimento di text mining sugli abstract dei paper afferenti al dominio della "Precision Agriculture" pubblicati su SCOPUS dal 2002 al 2017 per un numero complessivo di 4320 paper.

## Risultati

Il dizionario di tecnologie dell'Agricoltura di Precisione creato con il presente lavoro conta 324 termini le relazioni tra i quali lasciano intravedere, come da Tabella 2, la presenza di almeno 6 cluster di tecnologie.

Il grafo in Figura 2 mostra la struttura del dizionario contenente le tecnologie legate all'Agricoltura di Precisione e le relazioni tra le tecnologie che lo compongono. Questa raffigurazione consente di analizzare e comprendere le connessioni presenti tra i diversi cluster e conseguentemente tra le diverse tecnologie. Le connessioni sono rappresentate dalle linee che nel grafico uniscono i diversi nodi i quali rappresentano le singole tecnologie identificate. La dimensione dei nodi varia proporzionalmente al numero di paper in cui queste vengono citate, mentre la loro posizione dipende dal numero di connessioni tra le diverse tecnologie: quelle maggiormente connesse acquisiscono una posizione più centrale all'interno del grafo e viceversa.

Tabella 2. Cluster del dizionario sull'Agricoltura di Precisione

CLUSTER	TECNOLOGIE
Monitoring	GPS, GIS, Data processing, GSM, Satellite, Ultrasound, Lidar, Broadband, Cellular, ...
IoT	Wireless sensor network, Internet of things, RFID, Bluetooth, Zigbee, Wi-fi, Microcontroller, Arduino, ...
Automation	Autonomous vehicle, Mobile Robot, Unmanned aerial vehicle, Agricultural robot, Computer vision, Data management, ...
Decision	Artificial intelligence, Data mining, Expert systems, Forecasting, Machine learning, Semantic web, Smart grid, ...
Hardware	Embedded system, Cyber-physical system, Manure spreader, Raspberry pi, CMOS, FPGA, ...
Laser	Laser, Laser transmitter, Laser receiver, Laser surveying, Optical fiber, Photonic sensor, ...

Osservando le connessioni tra i nodi è possibile comprendere quali sono le tecnologie che vengono utilizzate in modo congiunto o che possono essere collegate tra loro nell'ambito di un'applicazione specifica. Inoltre, analizzando le relazioni, è possibile visualizzare ed ipotizzare percorsi di sviluppo nell'adozione congiunta di diverse tecnologie.

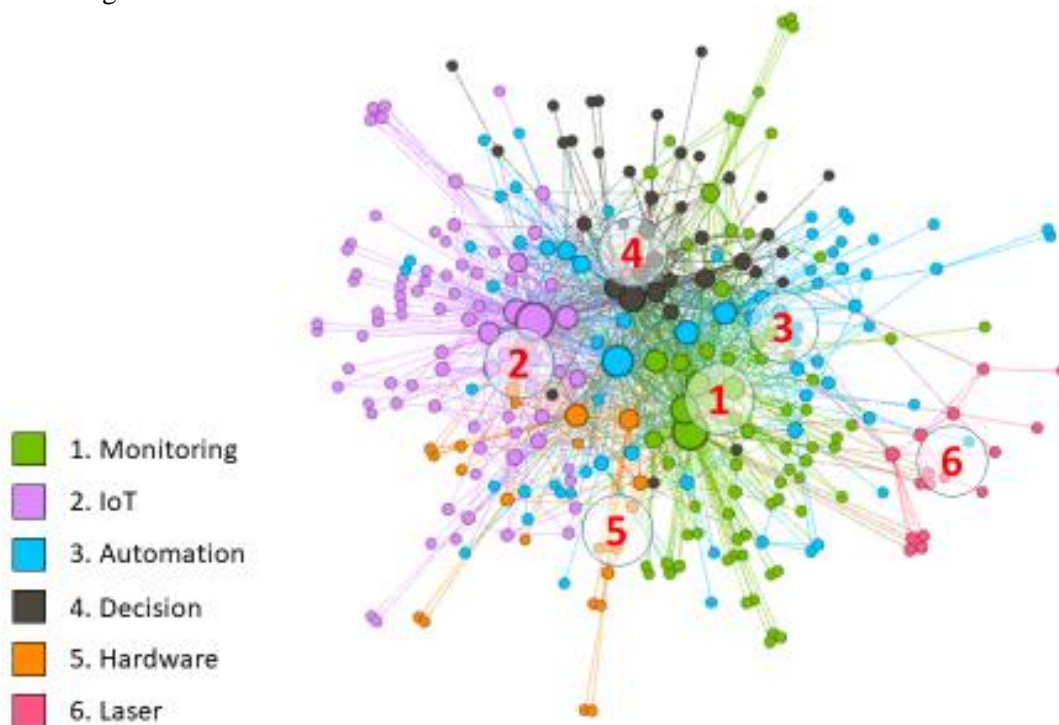


Figura 2. Figura 2 Rappresentazione del dizionario per l'Agricoltura di Precisione

## Conclusioni

La capacità del dizionario di individuare le relazioni esistenti tra le tecnologie lo rende uno strumento che può avere diversi tipi di impatto sia a livello teorico che pratico. Infatti, oltre a consentire l'approfondimento sul tema dell'Agricoltura di Precisione, attualmente un tema in pieno sviluppo, dal punto di vista della struttura del concetto e delle sue componenti, il dizionario può supportare le aziende e i policy maker nell'indirizzare attività strategiche e operative che possono incidere grandemente sullo sviluppo del settore agricolo. In particolare, le possibili applicazioni del dizionario afferiscono da un lato può essere utilizzato per analizzare i business plan, le richieste di accesso a fondi erogati da enti pubblici, i brevetti ed altri testi tecnici alle attività di business intelligence con cui le aziende possono analizzare i prodotti e i servizi messi in campo dai competitor e dall'altro generare un circolo virtuoso propulsivo per lo sviluppo di pratiche agricole più innovative e maggiormente produttive nonché rispettose dai criteri di sostenibilità, dall'altro il dizionario.



I limiti della presente ricerca sono legati al limitato numero di paper presi a riferimento per la costruzione di una prima lista di tecnologie dell'Agricoltura di Precisione. Tuttavia data la recente diffusione non omogenea del fenomeno la collaborazione con studiosi e professionisti del settore Agricolo potrebbe favorire l'individuazione di nuove fonti da analizzare e faciliterebbe l'interpretazione dei risultati. È auspicabile che la formazione del dizionario faciliti da un lato l'erogazione di finanziamenti a favore delle innovazioni tecnologiche più adeguate nel settore dell'agricoltura di precisione e dall'altro favorisca il recupero della competitività del settore agricolo grazie al miglioramento qualitativo e quantitativo dei prodotti e all'applicazione dei principi di sostenibilità.

## **Bibliografia**

- Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeBoer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision agriculture*, 5(4), 359-387.
- Cervelli, G., Fantoni G., Pira S., Trivelli, L. et al., (2017). *“Industria 4.0 Senza Slogan”*. Towel Publishing s.r.l.s. ISBN: 9788894901061
- Chiarello, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., Fantoni, G., (2018). *“Development of an enriched dictionary for semantic analysis of documents in the Industry 4.0 domain.”* Computers in Industry. (Sumbitted)
- Cox, S. (2002). Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. *Computers and electronics in agriculture*, 36(2-3), 93-111.
- Dobermann, A., Blackmore, S., Cook, S. E., & Adamchuk, V. I. (2004, September). Precision farming: challenges and future directions. In *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress* (Vol. 26).
- FAO (2014) *The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and Challenges*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. FAO, Rome.
- Kirchmann, H., & Thorvaldsson, G. (2000). Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy*, 12(3-4), 145-161.
- McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T., & Bouma, J. (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision agriculture*, 6(1), 7-23.
- Ministero dello Sviluppo Economico, (2017) “Piano Nazionale Industria 4.0”;
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, (2015) “Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia”;
- Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., & Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: A literature review. *Procedia Technology*, 8, 61-69.
- European Parliament. 2016. “Precision agriculture and the future of farming in Europe Scientific Foresight Study.” EPRS European Parliamentary Research Service. Scientific Foresight Unit (STOA) PE 581.892
- Stafford, J. V. (2000). Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(3), 267-275.
- Swinton, S. M., & Lowenberg-Deboer, J. (2001, June). Global adoption of precision agriculture technologies: Who, when and why. In *Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture* (pp. 557-562). Citeseer.
- Tey, Y. S., & Brindal, M. (2012). Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture*, 13(6), 713-730.
- Zarco-Tejada, P., Hubbard, N., & Loudjani, P. (2014). *Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014-2020*. Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*, 36(2-3), 113-132.

## Elaborazione di un protocollo di caseificazione con caglio vegetale per la produzione di formaggi di bufala caseificati in verde e arricchiti di antiossidanti naturali

<sup>1</sup>Zottola T., <sup>1</sup>Campagna M.C., <sup>2</sup>Scardigli A., <sup>3</sup>Vita C., <sup>2</sup>Romani A.

<sup>1</sup>Lab. Alimenti -IZSLT, sez. di Latina, Strada Congiunte Destre snc - loc. Chiesuola, 04100 Latina

<sup>2</sup>Phytolab-DiSIA Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019 Sesto F.no (Firenze)

<sup>3</sup>QuMAP-PIN Polo Universitario Città di Prato, Piazza G. Ciardi 25, 59100 Prato

### Introduzione

IL Lazio meridionale si caratterizza per numerose produzioni agroalimentari di alto valore nutrizionale presenti nella Dieta Mediterranea inclusa dall'UNESCO nel 2010 nella Lista dei Patrimoni Culturali Immateriali dell'Umanità. I cambiamenti di stile alimentare che prediligono l'utilizzo di ingredienti di origine vegetale predispongono i produttori a cimentarsi anche nella produzione di alimenti funzionali. Numerosi studi sono disponibili sulla produzione di formaggi a base di latte bufalino con l'impiego di caglio di origine animale, il cui uso è previsto anche dal Disciplinare di produzione della Mozzarella di Bufala Campana DOP (Reg. CE 1107/1996 e succ. mod.). La produzione di formaggi di origine bufalina è rappresentata per il 98% da formaggi a pasta filata. La mozzarella costituisce il 90% della produzione mentre il restante 10% è rappresentato da provola, scamorza e caciocavallo. In letteratura non sono riportati dati o notizie relative allo studio di formaggi a base di latte bufalino addizionati con molecole antiossidanti studiate per la prevenzione delle patologie invecchiamento correlate (dislipidemie, diabete ed ipertensione). Sono invece riportati studi sulle attività antimicrobica, biologica, antiossidante ed antiradicalica di estratti vegetali provenienti da piante quali il Cardo selvatico (*Cynara cardunculus* L.), il Carciofo (*Cynara scolymus* L.) ed il Cardo borriquero (*Cynara humilis*) (Scardigli *et al.* 2012- Romani *et al.* 2010 –Valentao *et al.* 2002). Il progetto intende valorizzare le produzioni locali di formaggi a base di latte di bufala studiandone le caratteristiche organolettiche, funzionali e nutrizionali. Si prefigge di acquisire nuove conoscenze circa le possibilità che tali formaggi, caseificati in verde, a media e a lunga stagionatura, possano arricchirsi di proprietà funzionali mediante la coagulazione del latte con caglio vegetale e l'aggiunta, durante la preparazione, di sostanze nutraceutiche di natura polifenolica derivanti dall'estrazione dei principi attivi da specie botaniche officinali. Nelle banche bibliografiche sono presenti studi sulla resa del latte bufalino nella trasformazione in formaggi e sui processi biochimici che intervengono nelle fasi di maturazione e di stagionatura. Sono state condotte ricerche sulle attività proteolitiche e lipolitiche e sui requisiti sanitari del caglio di origine animale valutandone la tecnica di preparazione e gli effetti sulle caratteristiche del formaggio. Non sono invece presenti lavori scientifici sulla sanità e sulla sicurezza alimentare e sull'igiene di produzione di formaggi a base di latte di bufala ottenuti con caglio vegetale. Il progetto si articola nella valutazione dell'igiene di produzione, della sicurezza alimentare, del valore nutrizionale e delle proprietà funzionali di formaggi ottenuti da latte di bufala, caseificati in verde mediante caglio vegetale "formaggi green" ed arricchiti con estratti e/o tessuti vegetali di vite (*Vitis vinifera* L.), olivo (*Olea europaea* L.) e zafferano (*Crocus sativus* L.). Queste sostanze hanno un elevato contenuto di metaboliti secondari di origine polifenolica che potrebbero conferire al prodotto, oltre a peculiarità organolettiche, anche specifiche proprietà antiossidanti ed antiradicaliche.

Il caglio vegetale si ottiene mediante estrazione acquosa degli enzimi presenti nei pistilli dei fiori di piante del genere *Cynara*. L'estratto acquoso è termostabile, contiene elevate quantità di antociani, flavonoidi, esteri degli acidi fenolici, tutte sostanze nutraceutiche ad attività antiossidante ed epatoprotettiva. La composizione enzimatica del caglio vegetale è anche considerata elemento importante ai fini delle caratterizzazioni organolettiche dei prodotti finali e svolge anche un ruolo importante durante il processo di stagionatura dei formaggi. Esso presenta una elevata attività proteolitica, superiore a quella del caglio convenzionale di vitello; tuttavia tale caratteristica può comportare riduzioni nella resa casearia e difetti legati al gusto (amaro) e alla tessitura del prodotto. È stato sperimentato che con questo tipo di coagulante vegetale si ottengono risultati migliori col latte di pecora rispetto a quello di vacca e di capra.

Per la produzione dei formaggi oggetto di questo studio, viene utilizzato un estratto proteolitico di cardo selvatico *Cynara cardunculus* L., pianta della famiglia delle Asteraceae, una varietà spinosa di cardo simile al carciofo che produce infiorescenze di colore violaceo durante la stagione estiva. Questa pianta cresce spontanea e abbondante nell'area centrale del Mediterraneo.

L'estratto fresco di cardo contiene un sistema proteasico complesso. Le proteasi nei pistilli del fiore, appartengono alla classe delle proteasi aspartiche (enzimi proteolitici, ricavati dall'estratto della pianta essiccata, che hanno l'acido aspartico nel sito attivo) e probabilmente sono presenti sotto forma di zimogeni (per questo l'attività coagulante dell'estratto cresce dopo l'estrazione). Gli estratti attivi mostrano comunque solo due proteinasi, anche se recentemente è stato messo a punto un processo attraverso il quale l'estratto grezzo di cardo viene trattato con  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  a diverse percentuali, tali da permettere il recupero di tre proteinasi, consentendo in tal modo di accrescere il potere coagulante del caglio e nello stesso tempo di diminuirne l'attività proteolitica. I principali enzimi proteolitici sono: la cardosina A e la cardosina B. Da studi precedentemente condotti risulta che la cardosina A ha un'azione molto simile alla chimosina in termini di specificità, infatti rompe il legame amminoacidico 105-106 della k-caseina, mentre la cardosina B è simile alla pepsina in termini di comportamento cinetico ed è noto che non possiede una specifica attività proteolitica (Sofia V. Silva *et al.*, 2005). Da altre ricerche è emerso che le proteasi da *Cynara cardunculus* sono in grado di rompere ben 9 legami nella  $\alpha$ -caseina e nella  $\beta$ -caseina bovina, a differenza della chimosina del caglio animale che ne rompe solo uno (Tejada e Fernandez-Salguero, 2002).

### Materiali e metodi

La materia prima per la preparazione del caglio vegetale è stata raccolta nel mese di maggio 2017 in terreni incolti dell'Agro Pontino da piante nate spontaneamente della specie *Cynara cardunculus* L.. Le infiorescenze sono state raccolte a mano, provvedendo a staccare il capolino dallo stelo. Successivamente sono state distribuite su un telo per tolezzarle da eventuali corpi estranei ed insetti. Si è proceduto all'essiccazione in termostato a T. tra 37°C e 42 °C per 3 giorni. I fiori essiccati sono stati conservati in parte in scatole di cartone al buio ed in parte confezionati sottovuoto.



a) Coltivazione



b) Infiorescenza



c) Raccolta manuale dei fiori



d) Tolezzatura dei fiori da corpi estranei ed insetti



e) Essiccazione dei fiori in termostato



Sono state inoltre, selezionate, raccolte, essiccate e ridotte in taglio tisana foglie di vite e olivo e stigmi, stami e petali di zafferano presenti nel territorio sia laziale che toscano dalle quali sono stati estratti i componenti bioattivi funzionalizzanti. Sono stati sviluppati metodi specifici di estrazione e caratterizzazione HPLC/DAD/MS dei metaboliti secondari di interesse alimentare, ad attività antiossidante ed antiradicalica, valutata mediante metodi spettrofotometrici (Folin-Ciocalteu e DPPH), allo scopo di ottenere il profilo qualitativo delle diverse specie e poter valutare anche le relative caratteristiche biologiche e funzionali.

### Metodi di estrazione

Caglio vegetale da fiori essiccati di cardo: è stata seguita la metodica riportata nella scheda tecnica di produzione del formaggio Caciofiore, prodotto tipico e tradizionale del Lazio presente nella Guida ai Prodotti Tipici e Tradizionali del Lazio (scheda tecnica n.142) ARSIAL. Dai fiori essiccati sono stati sfilati manualmente gli stami e messi a macerare in acqua per 24 ore (60 g di stami in 500 ml di acqua) . Dopo filtrazione, l'estratto si aggiunge al latte.

Foglie essiccate di vite e di olivo: 500 mg di ciascun campione sono stati sottoposti ad estrazione idroalcolica in 20 ml (EtOH:H<sub>2</sub>O 70:30, pH 3.2 per HCOOH) sotto agitazione meccanica, per una notte.

Zafferano : stigmi e stami 10 mg di ciascun campione sono stati sottoposti ad estrazione idroalcolica in 10 ml (EtOH:H<sub>2</sub>O 70:30, pH 2.6 per HCOOH) sotto agitazione meccanica, per una notte.; petali 100 mg sono stati sottoposti ad estrazione idroalcolica in 5 ml (EtOH:H<sub>2</sub>O 70:30, pH 2.6 per HCOOH) sotto agitazione meccanica, per una notte. Infine tutti i campioni sono stati filtrati e sottoposti ad analisi cromatografiche.

### **Analisi cromatografiche**

**Analisi qualitativa HPLC/DAD:** le analisi sono state eseguite utilizzando un cromatografo liquido HP 1100L modulare munito di autocampionatore e di un rivelatore a fotiododi (DAD) (Agilent Technology, Palo Alto, CA, USA). L'identificazione dei composti presenti è stata effettuata mediante l'uso di standard, composti isolati o sintetizzati, confrontando i tempi di ritenzione nelle stesse condizioni di eluizione del campione e gli spettri UV/visibile ottenuti con lo strumento. Per l'analisi degli estratti da foglie di *Vitis vinifera* L. e *Olea europaea* L.. è stata utilizzata una colonna cromatografica in fase inversa Lichrosorb, Lichrocart (dimensioni colonna: 4.6x250 mm; dimensioni particelle: 5 µm). Fase mobile: H<sub>2</sub>O (pH 3,2 per HCOOH) e CH<sub>3</sub>CN in gradiente lineare a multi-step (da 100% H<sub>2</sub>O fino al 100% CH<sub>3</sub>CN in 117 min.), flusso 0,8 mL/min e ad una T° di 25 °C. Gli spettri UV sono stati acquisiti fra 190 e 600 nm e i cromatogrammi registrati a 240, 280, 330, 350 nm. Per l'analisi degli estratti da fiori di *Cynara cardunculus* L. e *Crocus sativus* L. è stata utilizzata una colonna Luna C18 250 x 4.6 mm i.d. 5mm (Phenomenex). Fase mobile: H<sub>2</sub>O (pH 3,2 per HCOOH) e CH<sub>3</sub>CN in gradiente lineare (da 90% H<sub>2</sub>O fino al 100% CH<sub>3</sub>CN in 40 min.), flusso 0,8 mL/min. Gli spettri UV sono stati acquisiti fra 190 e 500 nm, ed i cromatogrammi registrati a 440, 350, 330, 308 e 250 nm.

**Analisi quantitativa:** allo scopo di poter calibrare con metodo HPLC/DAD i singoli polifenoli presenti negli estratti, sono state ottenute curve di calibrazione, utilizzando standard puri e/o composti isolati. Per gli estratti di vite ed olivo, i caffeico derivati sono stati calcolati a 330 nm, usando l'acido caffeico come sostanza di riferimento. I flavonoidi (quercetina e kaempferolo derivati) sono stati calibrati a 350 nm utilizzando lo standard kaempferolo 3-O-glucoside. L'idrossitirosolo è stato calibrato a 280 nm utilizzando il tirosolo come standard, mentre l'oleuropeina e i derivati dell'acido elenolico sono stati calibrati a 280 e 240 nm, rispettivamente utilizzando l'oleuropeina come standard di riferimento. Nel caso dell'estratto di carciofo i derivati idrossicinnamici sono stati calibrati a 330 nm come acido clorogenico e i derivati flavonoidici sono stati calibrati a 350 nm utilizzando come standard di riferimento il Keampferolo3-O-glucoside. Per gli estratti di zafferano i derivati della crocina sono stati calibrati a 440 nm utilizzando la curcumina come standard di riferimento. I flavonoli sono stati calibrati a 350 nm usando la quercitrina, il safranale a 308 nm usando lo stesso safranale come riferimento e la picrocrocina a 250 nm utilizzando l'acido p-oh benzoico come standard di riferimento. In tutti i casi le concentrazioni dei derivati sono state calcolate applicando, dove possibile, le correzioni dei pesi molecolari. In caso di mancanza della molecola specifica, la calibrazione è stata effettuata con composti aventi cromoforo simile, applicando la correzione del peso molecolare: conoscendo il peso molecolare di ciascun composto (PM<sub>x</sub>), la sua concentrazione è stata ottenuta applicando il fattore moltiplicativo PM<sub>x</sub>/PM<sub>y</sub>, dove PM<sub>y</sub> è il peso molecolare dello standard di riferimento specifico. Le rette di calibrazione sono state calcolate in modo che la concentrazione dei diversi campioni analizzati risultasse nell'intervallo di linearità delle stesse.

### **Protocollo di caseificazione**

Per la messa a punto del protocollo di caseificazione sono state effettuate in tempi differenti 3 prove di caseificazione utilizzando 3 lotti di latte bufalino proveniente da 3 aziende con condizioni gestionali diverse. Durante la produzione dei formaggi sono state osservate tutte le fasi produttive e sono stati effettuati campionamenti di diverse matrici per condurre esami microbiologici e fisico chimici. Lo studio di queste tre lavorazioni, considerando anche le caratteristiche organolettiche e microbiologiche delle caciotte ottenute, ci ha permesso di elaborare il seguente protocollo di caseificazione in verde che verrà seguito per la produzione dei formaggi green con aggiunta degli estratti vegetali funzionalizzanti. Prima di procedere alle lavorazioni è stata effettuata anche una valutazione dell'efficacia del caglio vegetale prodotto sull'attività coagulante della caseina del latte di bufala mediante prove di coagulazione utilizzando lo strumento Termograph determinando tempo di coagulazione (r), velocità di formazione del coagulo (K<sub>20</sub>), e consistenza del coagulo (a<sub>30</sub>) con risultati soddisfacenti.

#### **Fasi del Protocollo operativo**

- Arrivo del latte in caseificio e stoccaggio a T. di + 4°C
- Pastorizzazione lenta in caldaia a T. di 71.0 °C per 5 minuti
- Raffreddamento del latte fino a T. di 37°C

- Maturazione del latte con innesto di fermenti lattici termofili. Durata: 30 minuti circa, T. 37°C; acidità: °SH 5/50 (valori medi ottenuti)
- Coagulazione del latte mediante aggiunta del caglio Galium titolo 1/ 6.000. Dose di caglio 65 ml per 50 litri di latte. Tempo di presa e di rassodamento: circa 20 minuti
- Taglio della cagliata con la spada. Acidità siero: °SH 2,4/50 ml; pH 8,15; T. 26 - 28°C (valori medi ottenuti)
- Rottura della cagliata con spino metallico fino ad ottenere granuli delle dimensioni di una noce. Acidità siero °SH 2,4/50 ml; pH 8,15; T. 26 °C (valori medi ottenuti)
- Sosta della cagliata sotto siero. Durata 30 minuti; acidità siero °SH 2,9/50 ml (valori medi ottenuti)
- Estrazione del siero mediante aspirazione con pompa
- Formatura manuale in stampi rotondi di plastica da 1,5 kg
- Spurgo del siero nelle forme. Durata 15 minuti con I° rivoltamento delle forme
- Asciugatura in stufa a T. di 60°C per 30 minuti
- II° rivoltamento delle forme in stufa
- Asciugatura in stufa a T. di 50°C per ulteriori 30 minuti
- III° rivoltamento delle forme in stufa
- Raffreddamento a temperatura ambiente in stufa con coperchio aperto over night
- Immersione in salamoia al 22% di NaCl per 4 ore
- Stagionatura in cella a T. 7°C e 8,5 °C; hr tra 65% e 80%

Durante le fasi di lavorazione sono stati prelevati campioni di latte crudo, latte pasteurizzato, cagliata dopo la rottura con lo spino e siero per l'esecuzione di indagini microbiologiche e chimico fisiche. Il prodotto finito, per ogni lotto di produzione, al tempo zero e a cadenza mensile è stato sottoposto alle medesime indagini e all' esame ispettivo dell'aspetto esterno (crosta e colore) e dell'aspetto interno (aspetto della pasta al taglio, unghia, colore, occhiatura, consistenza al tatto).



**a)** Pasteurizzazione lenta    **b)** Aggiunta del caglio vegetale    **c)** Rottura della cagliata con la spada



**d)** Rottura della cagliata con lo spino



**e)** Affioramento del siero dopo la rottura della cagliata lo spino



**f)** Asciugatura in stufa



**g)** Prodotto finito dopo la salatura



**h)** Aspetto interno della caciotta a TO di produzione



**i)** Stagionatura in cella dei tre lotti di produzione



**l)** Aspetto al taglio dopo 2 mesi di stagionatura

## Risultati e discussione

Obiettivo di questo lavoro, è la messa a punto di una nuova linea territoriale di formaggi di bufala ottenuti con caglio vegetale aromatizzati o addizionati con tessuti vegetali di specie officinali ad elevato potere antiossidante. Si riportano di seguito le analisi quali-quantitative effettuate sul materiale vegetale di partenza.

<b>Cardo</b>	<b>Fiori (mg/g)</b>
Derivati Idrossicinnamici	0.07
Derivati Flavonoidici	9.03
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>9.1</b>

**Tabella 1.** Analisi quali-quantitativa estratto acquoso di fiori essiccati di

	<b>Foglie vite (mg/g)</b>
<b>Caffeico derivati</b>	
caffeoil tartarico	11.89
p cumaroil tartarico	1.23
caffeici derivati	0.39
<b>Totale</b>	<b>13.51</b>
<b>flavonoidi</b>	
Q derivati	2.24
Q 3 glucuronide	21.77
k derivati	2.13
<b>Totale</b>	<b>26.14</b>
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>39.65</b>

**Tabella 2.** Analisi quali-quantitativa estratto idroalcolico foglie essiccate vite.

	<b>Foglie olivo (mg/g)</b>
<b>Caffeico derivati</b>	
verbascoide	2.83
<b>Flavonoidi</b>	
flavonoide	0.06
flavonoide	0.16
rutina	0.67
luteolina 7 glucoside	3.16
flavonoide	0.14
apigenina	0.53
apigenina	0.36
flavonoide	0.60
flavonoide	1.10
flavonoide	0.44
<b>Derivato ac elenico</b>	2.43
<b>Derivato ac elenico</b>	1.56
<b>Idrossitirosole</b>	1.53
<b>Oleuropeina</b>	17.96
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>33.53</b>

**Tabella 3.** Analisi quali-quantitativa estratto idroalcolico foglie essiccate olivo.

<b>Zafferano</b>	<b>Stigmi (mg/g)</b>	<b>Stami (mg/g)</b>	<b>Petali (mg/g)</b>
Crocine	617.14	n.d	-
Safranale	0.48	n.d	-
Picrocrocina	112.62	n.d	-
Flavonoidi	11.99	8.03	20.55
Antociani	-	-	5.92
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>742.23</b>	<b>8.03</b>	<b>26.47</b>

**Tabella 4.** Analisi quali-quantitativa estratto idroalcolico stigmi, stami e petali di zafferano.

Dai risultati sopra riportati, l'estratto acquoso ottenuto dai fiori essiccati di cardo, mostra un buon contenuto di componenti bioattivi ad attività antiradicalica ed antiossidante.

La sua capacità caseificante è stata comparata con un caglio vegetale ottenuto da specie del genere *Galium*, precedentemente ottimizzato per la produzione di prodotti a base di latte di pecora e caseificati in verde (Progetto L.O.C.I.V., Gal Start - Misura 124 del PSR 2007-2013 - Asse 4 LEADER). La capacità caseificante di caglio ottenuto da cardo è risultata essere circa 1/3 rispetto a quello di *Galium*, pertanto si è pensato all'utilizzazione di una miscela dei due coagulanti.

Allo scopo di comparare le caratteristiche di formaggi ottenuti da latte di bufala con quelli ottenuti precedentemente da latte di pecora, i campioni di latte di bufala, come sopra riportato, sono stati caseificati con l'estratto di questa miscela. La consistenza della pasta, il colore e la compattezza sono risultati gradevoli, sono in corso le comparazioni organolettiche e la valutazione del profilo aromatico mediante tecniche cromatografiche.

Per quanto riguarda gli estratti di zafferano di evidenzia il contenuto di composti pigmentanti ed aromatici (crocine, picrocrocina e safranale) presenti solo negli stigmi, mentre il contenuto in flavonoidi è maggiore nei petali rispetto agli stigmi e agli stami. I pigmenti rossi a carattere antocianosidico sono presenti solo nei petali. Sono in corso attività mirate, come già effettuato nel progetto L.O.C.I.V., alla produzione di referenze con la presenza di foglie di vite e di olivo e di stigmi direttamente all'interno della pasta caseificata allo scopo di ottenere produzioni casearie ad elevata funzionalità antiossidante ed antiradicalica.

## Conclusioni

I risultati della ricerca hanno permesso di caratterizzare estratti e tessuti vegetali da specie officinali, a contenuto standardizzato in composti polifenolici utilizzabili per la progettazione innovativa di prodotti lattiero caseari ottenuti da latte di bufala. Il lavoro considera anche le valutazioni igienico sanitaria e nutrizionale e le caratteristiche funzionali di formaggi stagionati a base di latte di bufala caseificati in verde mediante caglio vegetale "*formaggi green*", con lo scopo di diversificare le produzioni vista anche l'aumentata richiesta da parte dei consumatori, di formaggi destinati all'alimentazione vegetariana con specifiche caratteristiche nutrizionali e funzionali. La possibilità di utilizzare per la caseificazione caglio di origine vegetale e l'aggiunta durante la lavorazione di altri estratti vegetali può costituire un'importante nicchia commerciale in grado di conferire un valore aggiunto, tipico e caratteristico, alle produzioni agroalimentari del sud del Lazio in considerazione della coltivazione, in provincia di Latina, nei territori dei Comuni di Sezze, Priverno, Sermoneta e Pontinia, del Carciofo Romanesco del Lazio IGP (*Cynara scolymus* L.), di zafferano (*Crocus sativus*) nel Comune di Cori e di olivo (*Olea europaea*) e di vite (*Vitis vinifera*) di cui il territorio vanta produzioni DOP (Olio Colline Pontine), DOGC e DOP (vini). La caratterizzazione di tali prodotti provenienti dal territorio e la stesura di protocolli tecnici di produzione potranno costituire una base di documentazione per l'ottenimento anche di marchi territoriali, ambientali, di tutela o marchi di prodotto.

## Bibliografia

- ARSIAL – Guida ai prodotti tipici e tradizionali del Lazio volume I (2016).
- Brand-Williams W, Cuvelier ME. Use of a free radical method to evaluate the antioxidant activity. *Lebens.- Wiss. Technol.* 1995; 28: 25.
- Menti L., Lomolino G., Utilizzo dei coagulanti vegetali nella produzione di formaggi tipici, Università degli studi di Padova, (2010) Progetto L.O.C.I.V., Gal Start - Misura 124 del PSR 2007-2013 - Asse 4 LEADER
- Romani A., Scardigli A., Ieri F., Banelli L., Pinelli P., \*Franconi F. "Phenolea R, new biophenolic fractions from different tissues of *Olea europaea* L." International Conference of Polyphenols, Montpellier 23-27 agosto 2010. ISBN 978-2-7380-1282-1, Volume 2/T4.75. 2010.
- Singleton VL, R Orthofer, RM Lamuela-Raventos Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299: 152.
- Scardigli A., Vignolini P., Pinelli P., Romani A. "Cynara ActiveR nutraceutical standardized extracts from *Cynara scolymus* L." XXVI International Conference on Polyphenols, Polyphenols Communication 2012, Vol. I, pp. 267-268.
- Sofia V. Silva, F. Xavier Malcata, Studies pertaining to coagulant and proteolytic activities of plant proteases from *Cynara cardunculus*, *Food Chemistry* n° 89, pag. 19-26, (2005)
- Slow Food - Disciplina di produzione del Caciofiore Romano
- Tejada, Abellan, Cayuela, Martinez-Cacha e Fernández-Salguero, Proteolysis in goats milk cheese made with calf rennet and plant coagulant, *International Dairy Journal* n° 18, pag. 93-98, (2005)
- Valentao P., Fernandes Eduarda, Carvalho F., Andrade P. B., Seabra R. M., Bastos M. L., (2002) "Antioxidative properties of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) infusion against superoxide radical, hydroxyl radical, and hypochlorous ", *J. Agric. Food Chem.*, 50, pp 4989-4993.

# **Materie Prime e caratterizzazione delle Merci**



# CARATTERIZZAZIONE DI LIQUOR E CIOCCOLATO OTTENUTI DA FAVE DI CACAO CRUDO E TOSTATO

Sergio G.<sup>1,\*</sup>, Urciuoli S.<sup>2</sup>, Belcaro, M.F.<sup>2</sup>, Romani A.<sup>2</sup>

\* Relatore

<sup>1</sup> Meraviglia Srl (Sommacampagna, Verona)

<sup>2</sup> Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

Sergio G.: giorgio.sergio@vivoo.it (\*Corresponding Author)

Urciuoli S.: silvia.urciuoli@gmail.com

Belcaro, M.F.: mfbelcaro@gmail.com

Romani A.: annalisa.romani@unifi.it

## Abstract

Il cacao contiene composti minori polari sia xantinici (teobromina, caffeina) che polifenolici (flavanoli quali catechina, epicatechina e proantocianidine). La componente polifenolica risulta essere la principale responsabile delle caratteristiche antiossidanti e antiradicaliche di tale matrice. Tuttavia studi recenti hanno dimostrato che durante le diverse fasi della lavorazione del cioccolato quali principalmente il roasting delle fave, il contenuto in metaboliti secondari, in particolare di natura polifenolica, può essere modificato sensibilmente. A tal proposito, allo scopo di mantenere inalterata la composizione in polifenoli e quindi l'attività biologica, negli ultimi anni si sta facendo strada nel mercato la commercializzazione di un tipo di cioccolato le cui fave non vengono sottoposte a tostatura ad elevate temperature. Questo prodotto viene definito Cioccolato crudo o Raw Chocolate, Nel presente studio è stato valutato il contenuto di metaboliti secondari a carattere polifenolico e non, e di composti volatili, su cioccolato crudo al 100%. Ulteriore indagine è stata effettuata comparando i risultati ottenuti per il liquor da cioccolato crudo con quelli relativi alla composizione di cioccolati commerciali della grande distribuzione ottenuti da fave tostate: in particolare un cioccolato di fascia media di mercato italiano ed europeo, uno di fascia alta, prodotto in Italia, presente sul mercato internazionale con particolare riguardo al mercato americano e un cioccolato artigianale toscano. Sono stati messi a confronto i composti volatili responsabili dell'aroma del cioccolato: trimetil- e tetrametil-pirazina, 3-metil butanale, fenilettil alcool, acido acetico, composti azotati e chetoni; i liquor e il cioccolato ottenuti da fave di cacao non tostate mostrano un contenuto maggiore in polifenoli, procianidine in particolare, rispetto ai cioccolati da cacao tostato. Il campione più ricco in procianidine risulta essere il liquor da fave peruviane non tostate (Perù 10/2017, 2.150 mg/g). Per lo stesso campione il rapporto epicatechina/catechina, utilizzato come ulteriore parametro legato all'attività antiossidante *in vivo*, è sensibilmente maggiore. Considerando il diverso contenuto percentuale in cacao dei diversi campioni, il contenuto totale più elevato risulta essere nel campione di cioccolato da fave peruviane non tostate (Vivoo raw\_100) e nel campione di cioccolato artigianale toscano (contenuto normalizzato al 70%: rispettivamente 10.904 e 11.236 mg/g). Per ciò che concerne il contenuto in composti polifenolici normalizzato, con particolare riferimento alle procianidine, i campioni di liquor Perù 10/2017 e il campione commerciale Vivoo raw risultano essere le referenze a maggior contenuto, mostrando anche una elevata attività sia antiossidante che antiradicalica.

## Introduzione

Il cioccolato è un prodotto alimentare tipicamente dolce, ottenuto dai semi della pianta di *Theobroma Cacao*. Viene prodotto e commercializzato in forma liquida, cremosa o solida, oppure utilizzato come ingrediente per la preparazione di altri alimenti. Le prime evidenze che mostrano un consumo di cacao risalgono a circa tre millenni fa, nelle zone dell'America centrale quali Messico e Guatemala, dove veniva consumato come bevanda dalle popolazioni maya e azteche, ed era considerata la bevanda dei guerrieri e dei nobili. I semi dell'albero di cacao hanno un sapore amaro, e devono essere fermentati per sviluppare il loro flavour caratteristico. Dopo la fermentazione, le fave di cacao vengono asciugate, pulite e tostate. Viene poi rimosso il guscio e il prodotto viene tritato fino ad ottenere la massa di cacao, cioè cioccolato puro in forma grezza. Per la produzione del cioccolato tradizionale vengono impiegate elevate temperature (110-130°C) ottenendo così un prodotto intermedio chiamato liquor. Il cacao contiene molti composti minori polari quali

teobromina, caffeina e polifenoli, soprattutto flavanoli tra cui catechine, epicatechine e proantocianidine. Questi composti risultano estremamente interessanti per la loro attività biologica, avendo caratteristiche antiossidanti e antiradicaliche per la salute dell'uomo. Tuttavia, molti studi hanno dimostrato che gli step produttivi legati al processo di tostatura (110°C-130°C) attualmente messi in atto per la produzione del cioccolato tradizionale comportano una modificazione del contenuto polifenolico. A tal proposito, negli ultimi anni si sta facendo strada nel mercato la commercializzazione di un tipo di cioccolato le cui fave non vengono sottoposte a tostatura ad elevate temperature. Questo prodotto viene definito Cioccolato crudo o Raw Chocolate, e il rationale dietro a questa produzione è proprio quello di mantenere più inalterata possibile la composizione polifenolica originale delle fave di cacao, al fine di preservare l'attività antiossidante del prodotto finale. Solitamente gli ingredienti utilizzati sono vegetali e biologici, in modo tale da rendere il consumo dei prodotti a base di cioccolato crudo adatto anche a consumatori vegetariani e vegani, prevedendo la totale esclusione di ingredienti quali lattosio, lecitina e derivati animali.

Nel presente studio è stato valutato il contenuto di metaboliti secondari a carattere polifenolico e non, e composti volatili su cioccolato crudo al 100%. Ulteriore indagine è stata effettuata comparando il liquor ottenuto dal cioccolato crudo con cioccolati commerciali della grande distribuzione ottenuti da fave tostate: in particolare con un cioccolato di fascia media di mercato italiano ed europeo, uno di fascia alta, prodotto in Italia, presente sul mercato internazionale con particolare riguardo al mercato americano e un cioccolato artigianale toscano.

I risultati portano alla comparazione delle caratteristiche del contenuto in composti polifenolici e non, tra cui catechine, flavonoli e teobromina, che possono essere degradati dal processo di tostatura.

### **Materiali e Metodi**

*Campioni analizzati:* i campioni analizzati sono un cioccolato 100% crudo e due liquor ottenuti da fave di cacao crudo, comparati con tre cioccolati commerciali (Lindt 75%, Amedei 70% e Vestri 71%). Il processo di produzione dei liquor e del cioccolato crudo, forniti dall'azienda Meraviglia Srl (Sommacampagna, Verona), prevede le seguenti fasi: le fave di cacao crudo vengono fatte fermentare dai 3 ai 6 giorni a temperatura ambiente, mantenendole in casse piccole di cedro, areate opportunamente, adagiate in basso spessore. La temperatura di fermentazione viene tenuta sotto i 42 gradi, con picchi accidentali/spontanei che possono raggiungere i 45°. La fase di essiccazione avviene in maniera naturale mediante luce solare ed è associata ad una fase finale in forno rotativo a 42 gradi sino a rendere friabile la fava e avviare l'eliminazione della pellicola essiccata. L'eliminazione totale della pellicola avviene con procedura manuale. La successiva fase di macinazione avviene senza superare i 42 gradi con utilizzo di macina a pietra e la pasta viene mantenuta sotto vuoto sino alla successiva fase di miscelazione. La miscelazione viene condotta come una successiva fase di macinazione, sino a raggiungere la pezzatura di 16 micron senza mai superare le temperature di 45 gradi centigradi. La fase finale di concaggio lento avviene a 40 gradi controllati almeno per 3 giorni allo scopo di eliminare gli off-flavor e raggiungere le opportune caratteristiche organolettiche.

*Analisi GC/MS:* i test sono stati eseguiti con una fibra SPME, pesando 1 g di cioccolato. È stato aggiunto a ciascun campione uno standard interno (IS) in quantità adatta (IS: etilacetato-D8; 1-Butanolo-D10; etile esanoato- D11; 5-metil-esanolo; acido acetico-D3; acido esanoico-D11; 3, 4-dimetilfenolo). Lo standard interno è stato utilizzato per normalizzare le risposte di ciascun composto volatile sull'area dell'IS, per minimizzare l'errore strumentale durante il tempo di analisi.

*Condizioni SPME:* il profilo di composti organici volatili (VOCs) è stato determinato mediante assorbimento a 60 °C (per 10 min) su una fibra trivalente Carboxen PDMS DVB 1 cm, seguito da desorbimento a 280 °C e analisi mediante GC/MS. L'identificazione dei composti è stata eseguita confrontando lo spettro di massa di ciascun picco con quelli presenti nel Database (NIST Mass Spectral Library).

*Preparazione dei campioni per l'analisi HPLC/DAD/FLD:* circa 1g di campione è stato pesato esattamente e fuso in bagno ad acqua a 40°C per 20'. Il prodotto fuso è stato defattato aggiungendo 10 mL di esano e sonicando a rt per 15'. Centrifugato e recuperato il solido. Il defatting è stato eseguito 3 volte.

Il solido defattato è stato quindi essiccato sotto flusso di N<sub>2</sub> per 15', quindi la polvere defattata estratta sonicando per 15' con 12.5 mL di soluzione EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 (pH 3.2 per HCOOH), quindi l'estratto è stato separato dal solido per centrifugazione ed estratto una seconda volta con la stessa procedura. Primo e secondo estratto sono stati riuniti e riportati ad un volume esatto di 25.0 mL.

*Analisi HPLC/DAD/MS e HPLC/DAD/FLD:* per l'analisi HPLC/DAD/MS è stato utilizzato un cromatografo liquido HP-1100 collegato con un detector DAD e uno spettrometro MSD API Electrospray (Agilent Technologies) usato in modalità di ionizzazione sia in negativo che in positivo. Temperatura del gas 350°C; flusso 10.0 L min<sup>-1</sup>; pressione di nebulizzazione 30 psi; temperatura del quadrupolo 30°C; voltaggio capillare

3500V; fragmentor 120 eV. Per l'analisi HPLC/DAD/FLD è stato usato un cromatografo liquido HP-1200 collegato con un detector DAD e un detector a fluorescenza. La separazione dei composti, in entrambi i casi, è stata fatta applicando un gradiente multi-step lineare partendo da 100% H<sub>2</sub>O (pH 3.2 per HCOOH) fino a 100% CH<sub>3</sub>CN ad un flusso di 0.8 mL min<sup>-1</sup> in 63 minuti. La colonna utilizzata è una Luna C18 250x4.60 mm, 5µ (Phenomenex) termostata a 27°C. L'identificazione dei singoli composti è stata effettuata in base ai rispettivi tempi di ritenzione e ai dati spettroscopici. Per la quantificazione sono state utilizzate curve di calibrazione a 5 punti ( $r^2 > 0.9998$ ) costruite con gli standard esterni specifici; la calibrazione è stata eseguita alle lunghezze d'onda di massimo assorbimento UV-Vis o di massima emissione in fluorescenza per ogni classe di composti, applicando la correzione dei pesi molecolari. In particolare, la concentrazione di xantine è stata calcolata a 280nm UV-Vis utilizzando teobromina come standard; i derivati idrossicinnamici sono stati quantificati a 330 nm UV-Vis utilizzando acido caffeico; i flavonoli sono stati quantificati a 350 nm UV-Vis utilizzando quercetina 3-O-glucoside; catechina, epicatechina e procianidine sono state quantificate in fluorescenza (ex 280 nm; em 315 nm) usando catechina come standard (Shumow *et al.*, 2011).

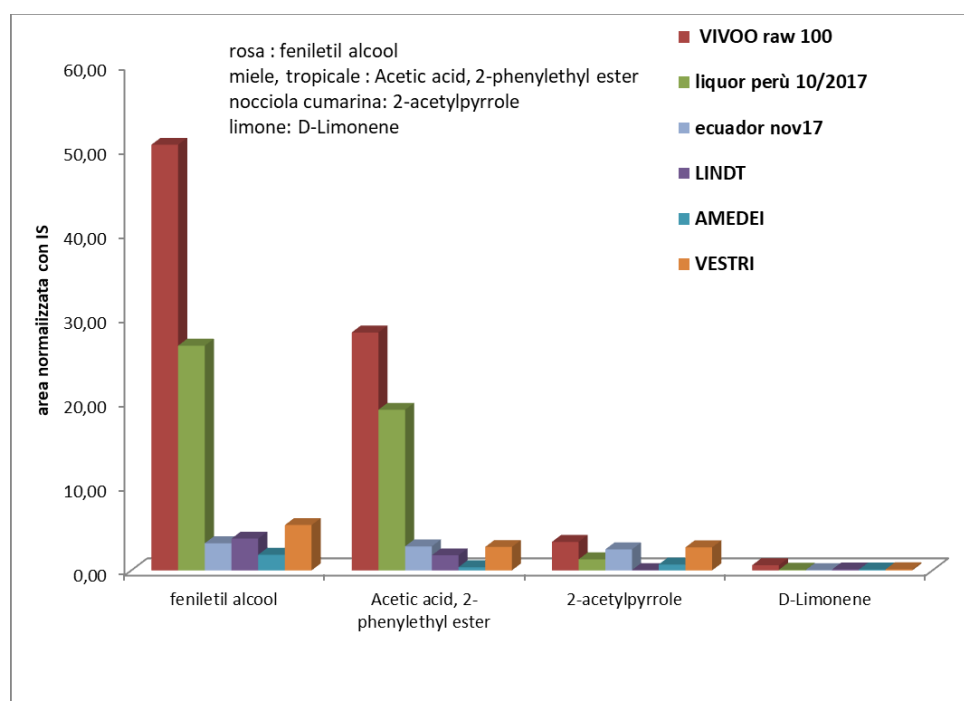
**Valutazione dell'attività antiradicalica in vitro:** l'attività antiradicalica è stata valutata in vitro mediante il test con radicale stabile DPPH· (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Il test è stato eseguito secondo la procedura descritta in precedenza (Heimler *et al.*, 2006) con i necessari adattamenti. In particolare, i campioni sono stati opportunamente diluiti ed aggiunti, in proporzione 1:1, ad una soluzione etanolica di DPPH· (0.025 mg/mL). Le cinetiche sono state monitorate leggendo l'assorbanza della soluzione a 517 nm con uno spettrofotometro DAD 8453 (Agilent Technologies) al tempo zero e ogni 2 minuti per i successivi 20 minuti. AR% per ogni singola diluizione è stata calcolata usando la seguente relazione:  $[AR\% = 100 \times (A_0 - A_{20})/A_0]$ , dove A<sub>0</sub> e A<sub>20</sub> sono le assorbanze misurate rispettivamente al tempo zero e 20 minuti dopo l'aggiunta dell'estratto diluito alla soluzione di DPPH·.

## Risultati e discussione

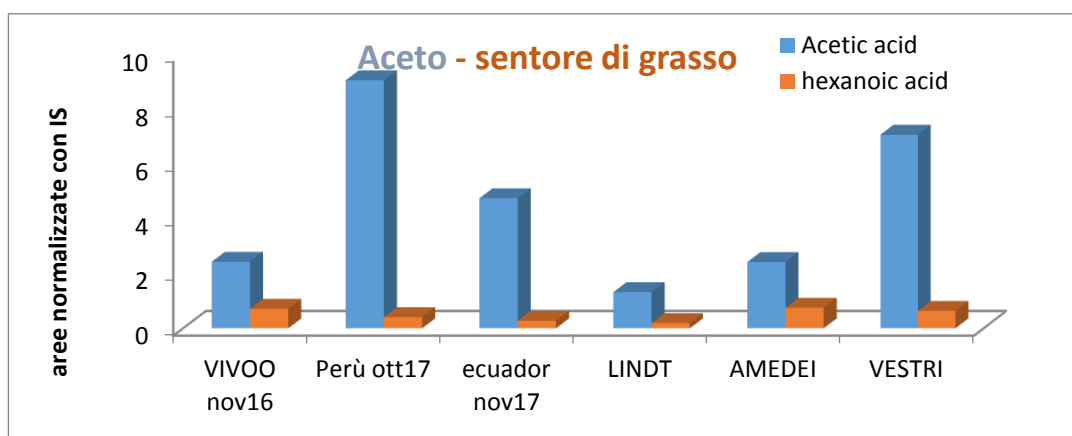
### Analisi GC/MS:

I composti volatili individuati nei cioccolati analizzati appartengono alla classe delle pirazine, in particolare è presente la Pyrazine, trimethyl- e la Pyrazine, tetramethyl-, associate all'aroma di nocciola e tostato, alla classe delle aldeidi, come la Butanal, 3-methyl- associata al sentore di cioccolato, degli alcoli, come il fenilettil alcol il classico aroma di rosa, degli esteri correlati agli aromi di frutta, degli acidi, caratterizzati soprattutto da acido acetico col caratteristico aroma di aceto, dei composti azotati e dei chetoni.

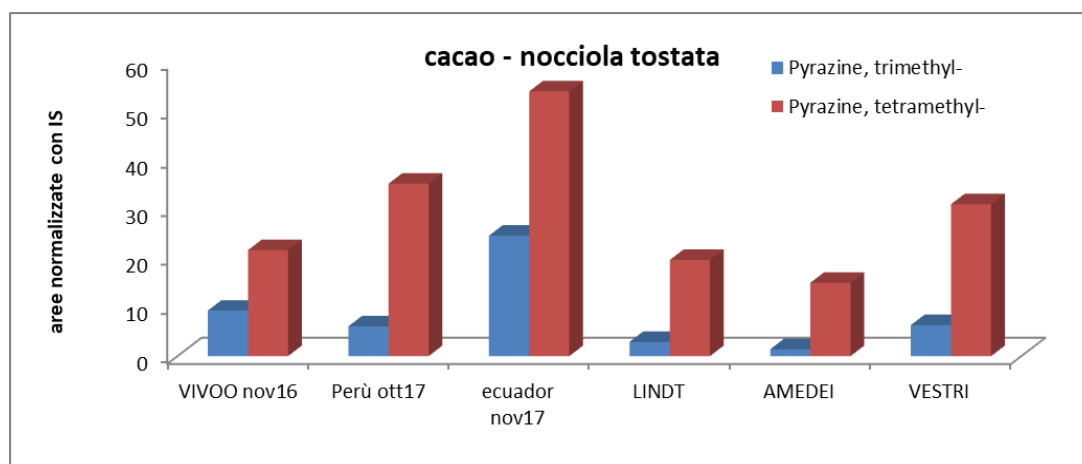
I tre liquor, di novembre 2016 (VIVOO), ottobre 2017 (Perù) e novembre 2017 (Ecuador) sono stati confrontati nel profilo semi-quantitativo dei composti volatili con cioccolati della grande distribuzione e liquor di qualità ottenuti da fave tostate. Di seguito (**Figure 1-3**) sono riportati istogrammi contenenti i principali VOCs di interesse normalizzando l'area di ciascun composto con l'opportuno IS aggiunto al campione.



**Figura 1.** Confronto dei VOCs associati ai caratteri aromatici floreali e fruttati.



**Figura 2.** Confronto dei VOCs principali di natura acida.



**Figura 3.** Confronto dei principali VOCs associati al sentore di tostato e nocciola.

*Analisi HPLC/DAD/MS e HPLC/DAD/FLD e valutazione dell'attività antiradicalica:* l'analisi del contenuto in xantine e polifenoli (**Tabella 1**) evidenzia per tutti i campioni una netta predominanza delle prime e in particolare di teobromina, alcaloide caratteristico della matrice cacao la cui presenza e abbondanza nei semi sono ampiamente documentate. La componente antiossidante ed antiradicalica, dovuta essenzialmente al contenuto del prodotto in polifenoli, è rappresentata in particolare da catechina, epicatechina e dalle rispettive forme polimeriche (procianidine), riconducibili alla classe dei tannini condensati. I campioni di liquor ottenuti da fave non tostate mostrano un contenuto in polifenoli totali maggiore rispetto ai cioccolati commerciali usati come confronto. La maggior abbondanza relativa di procianidine fa sì che le proprietà biologiche dei campioni analizzati possano essere approssimativamente ricondotte alla presenza di tali derivati, che risultano particolarmente abbondanti nel campione di liquor ottenuto da fave di cacao crude peruviane (ottobre 2017), e in generale nei liquor ottenuti da fave crude più che nei campioni commerciali di cioccolato. Per ognuno dei campioni in oggetto è stato valutato anche il rapporto tra epicatechina e catechina quale ulteriore indice di qualità e dell'attività antiossidante del cioccolato. L'epicatechina risulta infatti maggiormente biodisponibile e quindi più attiva *in vivo* rispetto all'epimero catechina, ma l'abbondanza di tali composti nel prodotto finale risulta condizionata dal processo di lavorazione che può favorire una reazione di isomerizzazione da epicatechina a catechina con perdite anche consistenti della prima (Kothe *et al.*, 2013, Payne *et al.*, 2010).

**Tabella 1.** Analisi quali-quantitativa del contenuto in xantine e polifenoli nei campioni di liquor oggetto di studio. Confronto con tre cioccolati della grande distribuzione (Lindt 75%, Amedei 70%, Vestri 71%). Valori espressi in mg di singoli composti per grammo di campione; contenuto in procianidine espresso in catechina equivalenti.

	<b>VIVOO raw_100</b>	<b>Peru 10/2017</b>	<b>Ecuador nov17</b>	<b>Lindt</b>	<b>Amedei</b>	<b>Vestri</b>
teobromina	11.818	9.804	9.833	10.013	7.923	7.603
caffeina	1.921	0.667	1.728	1.137	1.301	1.089
catechina	0.168	0.066	0.161	0.107	0.146	0.075
epicatechina	0.408	0.487	0.275	0.228	0.417	0.299
procianidine	0.923	2.150	0.671	0.231	0.503	0.454
quercetina esoside	0.040	0.020	0.016	0.020	0.020	0.021
quercetina arabinoside	0.035	0.024	0.015	0.023	0.027	0.027
acido caffeoil-aspartico	0.264	0.238	0.169	0.070	0.073	0.095
acido caffeico derivato	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
<b>totale</b>	<b>15.577</b>	<b>13.457</b>	<b>12.888</b>	<b>11.828</b>	<b>10.409</b>	<b>9.663</b>
<b>polifenoli totali</b>	<b>1.837</b>	<b>2.985</b>	<b>1.327</b>	<b>0.678</b>	<b>1.186</b>	<b>0.971</b>
<b>rapporto epicatechina/catechina</b>	<b>2.4</b>	<b>7.4</b>	<b>1.7</b>	<b>2.1</b>	<b>2.8</b>	<b>4.0</b>

Dai risultati sopra riportati, sia il contenuto in metaboliti secondari attivi che il contenuto in composti polifenolici a carattere antiossidante risultano essere più elevati nei campioni di cioccolato raw e nei liquor da cacao crudo. Occorre comunque considerare che, in relazione alla presenza percentuale di cacao nei diversi campioni analizzati, considerando il 70% come livello di normalizzazione, il contenuto totale più elevato risulta essere nel campione Vivoo raw e nel campione di cioccolato Amedei (monorigine Trinidad), contenuto che risulta essere rispettivamente pari a 10.904 e 11.236 mg/g. Per ciò che concerne il contenuto in composti polifenolici, con particolare riferimento alle procianidine, i campioni di liquor raw Perù e il campione commerciale Vivoo raw risultano essere le referenze a maggior contenuto, mostrando anche una elevata attività sia antiossidante che antiradicalica. Entrambi i campioni, valutati mediante il test DPPH mostrano AA% superiore all'85% per entrambi.

Ulteriore attività ancora in corso in questo lavoro è relativa allo studio su barrette a base di cioccolato crudo e di ingredienti in polvere ad elevate proprietà antiossidanti e antiradicaliche quali polveri di rosa canina e kiwi. I campioni di barrette sono stati caratterizzati per ciò che concerne il contenuto di polifenoli totali, la capacità antiossidante totale e le proprietà antiradicaliche e sono state formulate anche come possibili integratori alimentari o alimenti fortificati ad uso sport benessere.

### Riferimenti

Shumow L. and Bodor A. (2011). An industry consensus study on an HPLC fluorescence method for the determination of ( $\pm$ )-catechin and ( $\pm$ )-epicatechin in cocoa and chocolate products. *Chemistry Central Journal* 5, 39.

Kothe, L., Zimmermann, B.F., Galensa. R. (2013). Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting. *Food Chem.* 141, 3656-3663.

Payne, M.J., Hurst, W.J., Miller, K.B., Rank, C., Stuart, D.A. (2010). Impact of fermentation, drying, roasting, and dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *J. Agric. Food Chem.* 58, 10518-10527.

Heimler D., Vignolini P., Dini M.G., Vincieri F.F., Romani A. (2006). Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chem.* 2006, 99, 464-469

## RECUPERO DI SCARTI DI VINIFICAZIONE PER L'ESTRAZIONE E VEICOLAZIONE DI COMPOSTI BIOATTIVI DA UTILIZZARE COME INGREDIENTI ALIMENTARI

Fiore F.<sup>1</sup>, Spizzirri U.G.<sup>1</sup>, Aiello F.<sup>1</sup>, Carullo<sup>1</sup> G., Cione E.<sup>1</sup>, Loizzo M.R.<sup>1</sup>, Pellicanò T.M.<sup>2</sup>, Restuccia D.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione, Università della Calabria, Rende (CS), Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Salita Melissari, Reggio Calabria (RC), Italia

e-mail: Aiello F.: [francesca.aiello@unical.it](mailto:francesca.aiello@unical.it); Carullo G.: [gabriele.carullo@unical.it](mailto:gabriele.carullo@unical.it); Cione E.: [erika.cione@unical.it](mailto:erika.cione@unical.it); Fiore F.: [fraciore93@hotmail.it](mailto:fraciore93@hotmail.it); Loizzo M.R.: [monica.rosa.loizzo@unical.it](mailto:monica.rosa.loizzo@unical.it); Pellicanò T.M.: [teresa.pellicano@unirc.it](mailto:teresa.pellicano@unirc.it); Restuccia D.: [donatella.restuccia@unical.it](mailto:donatella.restuccia@unical.it) (\*Corresponding Author); Spizzirri U.G.: [spizzirri@unical.it](mailto:spizzirri@unical.it)

### Abstract

Lo studio ha riguardato il recupero di composti dall'alto valore aggiunto da scarti di vinificazione (vinacce) derivanti dal ciclo produttivo di cultivar Sangiovese. Le molecole biologicamente attive (antiossidanti) sono state ottenute tramite opportune tecniche di estrazione eco-compatibili assistite da ultrasuoni in miscele idroalcoliche, e caratterizzate quali-quantitativamente, mediante LC-DAD e test antiossidanti *in vitro*. La sintesi mediante grafting del coniugato pectina-estratto ha condotto alla funzionalizzazione del polimero con buone performances antiossidanti. La successiva applicazione degli estratti e del coniugato polimerico durante la preparazione del kefir ha portato all'ottenimento di un latte fermentato funzionalizzato dalle notevoli potenzialità salutistiche.

**Parole Chiave:** Sangiovese cv, Composti fenolici, Pectina, Test antiossidanti, Sostenibilità.

### Introduzione

Quando ci si riferisce alla filiera vitivinicola normalmente si comprende la produzione di uva, la sua trasformazione enologica, il confezionamento e la commercializzazione dei vini prodotti. In realtà la filiera è ben più lunga, perché include anche i processi di distillazione (secondo il DM n. 5396/2008, in attuazione dei Regolamenti (CE) n. 479/2008 e (CE) n. 555/2008) e di trasformazione dei sottoprodotti e degli scarti per l'ottenimento di altre merci e/o di energia (come previsto dal DM 7407/2010). Dato il volume e i costi di smaltimento dei rifiuti che rappresentano più o meno il 20% in sostanza secca della produzione di uva, negli ultimi anni è sorta la necessità di ridurre l'impatto delle produzioni vitivinicole attraverso processi maggiormente sostenibili ed economici. Una possibile strategia è rappresentata dalla valorizzazione dello scarto della vinificazione per trasformarlo in una risorsa estremamente ricca e utilizzabile in ambito agro-alimentare e cosmetico al fine di ottenere nuovi prodotti di qualità e dall'alto valore aggiunto. I residui di vinificazione infatti, costituiscono una fonte considerevole di sostanza organica, polifenoli, azoto, macro e microelementi. In particolare, i composti fenolici sono antiossidanti naturali dalle spiccatissime proprietà salutistiche.

In questo contesto, la ricerca ha riguardato il recupero di scarti di vinificazione (vinacce) derivanti dal ciclo produttivo della cultivar Sangiovese. Le molecole biologicamente attive, ottenute tramite opportune tecniche di estrazione, sono state caratterizzate mediante tecniche cromatografiche e test antiossidanti. Per la veicolazione dei composti bioattivi è stata successivamente valutata la coniugazione di tali molecole su un'opportuna matrice polimerica (pectina). Il polimero è stato funzionalizzato attraverso la metodica green del grafting molecolare e caratterizzato a sua volta in termini di proprietà antiossidanti. Infine è stata valutata una applicazione alimentare per la produzione di un latte fermentato funzionale.

### Materiali e Metodi

#### Reagenti

Pectina esterificata da agrumi con grado di metossilazione del 55-70%, quercetina anidra, acido gallico, (+)-catechina idrata, perossido di idrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 120v), radicale 2,2-difenil-1-picrilidrazile (DPPH), acido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonico) (ABTS), reagente di Folin-Ciocalteu, molibdato di ammonio tetraidrato ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), persolfato di potassio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), fosfato di sodio (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

96% p/p), carta da filtro Whatman No.3 ed etanolo (96% p/p) sono stati acquistati da Sigma Aldrich (Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA).

#### **Strumentazione**

Gli spettri di assorbimento sono stati ottenuti mediante spettrometro UV-vis Jasco V-530 (Jasco Inc., Easton, MD, USA). Il processo di liofilizzazione è stato effettuato mediante Micro Modulyo, Edwards. Le analisi HPLC degli acidi organici sono state effettuate utilizzando un sistema Knauer (Advanced Scientific Instruments, Berlin, Germany) equipaggiato con una pompa Smartline Pump 1000, un iniettore Rheodyne (20 µL), un detector fotodiodo-array UV/Vis equipaggiato con una semi-microcella. I composti antiossidanti sono stati separati utilizzando una colonna TSK gel ODS-100 V (Tosoh Bioscience, Griesheim, Germany) (250mm x 3.0 I.D.; 3µm) alla temperatura di 30°C.

#### **Estrazione della frazione polifenolica dalle vinacce**

Gli scarti della vinificazione sono stati forniti dall'azienda Le Moire srl (ctr Strivillati Motta Santa Lucia – Catanzaro) del Dr. Paolo Chirillo (Latitudine: 39°05'28" N - Longitudine: 16°17'35" E - Altitudine: 527 m). Le uve Sangiovese sono state raccolte a metà ottobre 2016 e vinificate immediatamente. Le vinacce sono state quindi conservate sotto vuoto a -18°C. Bucce (**B**) e vinaccioli-semi (**S**) sono stati successivamente separati a mano e sono state eseguite le estrazioni. In particolare sono state eseguite estrazioni “classiche” (**C**) con miscele idroalcoliche in proporzioni e condizioni di lavoro diverse per le bucce e per i semi:

- per le bucce (50g) si usa etanolo assoluto / acqua (80:20) a 60°C per 1 ora; successivamente le bucce sono state lavate con etanolo al 96% (125 ml) (Katalinić, et al., 2010).
- per i semi (20g) è stata usata una miscela idroalcolica al 50% (200 ml) per un'ora; successivamente i semi filtrati vengono riestratti per due volte con etanolo al 95% (150 ml) (Nawaz et al., 2006).

Inoltre sono state effettuate delle estrazioni mediante sonicazione (**S**) a 30°C (10 cicli al secondo) per 15 minuti seguendo la stessa procedura per bucce e semi: 30g di materiale sono stati aggiunti di 200 ml di una miscela idroalcolica al 50% (pH=2). La soluzione è stata quindi filtrata ed evaporata (Carrera et al., 2012).

#### **Determinazione del contenuto totale di polifenoli degli estratti delle vinacce**

Per la valutazione dei gruppi fenolici disponibili è stato adoperato il Folin-Cicalteu assay (Spizzirri et al., 2009). La quantità dei gruppi fenolici disponibili è stata espressa in milli-equivalenti di acido gallico per grammo (meq AG/g) di estratto.

#### **Determinazione della capacità degli estratti di inibire il radicale DPPH**

La proprietà scavenging in ambiente organico delle matrici analizzate può essere valutata utilizzando una procedura riportata in letteratura che prevede la riduzione del radicale 2,2-difenil-1-picrilidrazile (DPPH•) (Shalaby & Shanab, 2013). La riduzione percentuale dell'assorbanza del radicale DPPH è stata calcolata secondo la seguente equazione:

$$\text{inibizione(\%)} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100\%$$

dove  $A_0$  è l'assorbanza del controllo e  $A_1$  è l'assorbanza di ciascun campione valutato. L'attività scavenging del sistema analizzato è stata espressa in termini di  $IC_{50}$ .

#### **Determinazione della capacità degli estratti di inibire il radicale ABTS**

L'attività scavenging in fase acquosa può essere determinata misurando spettrofotometricamente il decremento della specie radicalica ABTS (Shalaby & Shanab, 2013). L'assorbanza è stata valutata a 734 nm dopo 6 minuti di incubazione a 25°C e la percentuale di inibizione è stata calcolata secondo l'equazione:

$$\text{inibizione(\%)} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100\%$$

dove  $A_0$  è l'assorbanza del controllo  $A_1$  è l'assorbanza di ciascun campione valutato. L'attività scavenging in ambiente acquoso è stata espressa come  $IC_{50}$ .

#### **Determinazione dell'attività antiossidante totale degli estratti delle vinacce**

L'attività antiossidante totale degli estratti è stata valutata seguendo il metodo riportato in letteratura (Prieto et al., 1999). L'attività antiossidante totale è stata espressa in termini di milli-equivalenti di (+) - catechina idrata per grammo (meq CT/g) di estratto dopo aver realizzato la relativa retta di taratura.

#### **Analisi LC/DAD di acidi fenolici e flavonoidi degli estratti**

I livelli degli acidi fenolici e dei flavonoidi negli estratti sono stati valutati tramite LC-DAD. I composti antiossidanti sono stati separati tramite una colonna TSK gel ODS-100 V (250mm x 3,0 I.D.; 3µm). La temperatura della colonna è stata di 30°C e la velocità di flusso pari a 0,5 mL min<sup>-1</sup>. La fase mobile è costituita da acqua/acido formico (99,9/0,1 v/v; solvente A) e acetonitrile/acido formico (99,9/0,1 v/v; solvente B) e il gradiente di separazione utilizzato è stato il seguente: 0,01-20,00 minuti, 5% B isocratica; 20,01-50,00 minuti, 5-40% B; 50,01-55,00 minuti, 40-95% B; 55,01-60,00 minuti, 95% B isocratica. Una

soluzione standard delle differenti classi di composti fenolici è stata preparata solubilizzando in una miscela acqua/metanolo (80/20 v/v) circa 100 mg di ogni composto in un matraccio da 100 mL. L'identificazione e la quantificazione, basata sui tempi di ritenzione dei singoli composti, è stata effettuata impostando il rivelatore a 280, 254, 330 e 305nm.

#### ***Sintesi dei coniugati antiossidanti della pectina mediante grafting***

La sintesi dei polimeri è stata condotta secondo le modalità riportate in letteratura (Spizzirri et al., 2010) con qualche modifica. In un pallone di reazione sono stati solubilizzati 500mg di pectina (grado di metossilazione del 55-70%) in 37,5 mL di acqua distillata; a completa solubilizzazione della pectina sono stati aggiunti 12,5 mL di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (120v) e 0,4 g di acido ascorbico nell'ordine riportato. La soluzione è stata mantenuta in agitazione e dopo 2h è stato introdotto nel pallone di reazione un quantitativo di estratto equivalente a 0,150g di acido gallico, calcolato a partire dal valore di gruppi fenolici disponibili (espresso come meq AG per grammo di estratto) dell'estratto in questione ottenuto tramite saggio di Folin-Ciocalteu. La soluzione del polimero è stata poi purificata tramite dialisi (MWCO: 12-14000 Dalton) in una miscela idroalcolica al 50% a 25°C per 72h. Le soluzioni risultanti sono state successivamente congelate a -18°C ed essiccate mediante liofilizzatore ottenendo solidi vaporosi. Come controllo è stata preparato un campione di pectina nelle condizioni descritte in precedenza ma in assenza di estratto. Sui polimeri così ottenuti si è provveduto a valutare il contenuto di polifenoli totali (Folin-Ciocalteu assay) e l'attività antiossidante (DPPH e ABTS assays) secondo i saggi colorimetrici descritti in precedenza per gli estratti.

#### ***Preparazione del Kefir***

I campioni di kefir sono stati preparati pesando 5 gr di grani di kefir (Kefiralia) e riponendoli in un contenitore di vetro, in cui vengono versati 25 ml di latte (freddo o a temperatura ambiente). Il contenitore è chiuso non ermeticamente (la fermentazione produce CO<sub>2</sub>) e risposto al buio in un agitatore basculante alla velocità di 30 giri al minuto (MOD. 722 ASAL S.R.L.). Il pool batterico del kefir è così mantenuto per 24 ore in presenza di estratto vinacce sia tal quale che come coniugato polimerico. Dopo 24 ore, i campioni sono stati filtrati tramite setaccio non metallico (porosità 250 mm) per l'analisi dei parametri biochimici e di accrescimento.

### **Risultati e Discussione**

#### ***Valutazione del profilo fenolico e dell'attività antiossidante degli estratti delle vinacce***

L'estrazione dei polifenoli dai campioni di vinacce è stata effettuata attraverso due distinte metodiche precedentemente ottimizzate ed entrambe eco-friendly. La prima, definita "classica", prevede l'estrazione dei polifenoli dai semi e dalle bucce mediante un processo condotto a reflusso sfruttando una miscela idroalcolica al 50% di etanolo e al 50% di acqua per i primi, ed una miscela acqua/etanolo nel rapporto 80/20 per le seconde (Nawaz et al., 2006). La seconda metodica, definita "per sonicazione", prevede l'utilizzo degli ultrasuoni, di una miscela acqua/etanolo 50/50 (v/v) sia per semi che per bucce, e di un ambiente di reazione spiccatamente acido per acido cloridrico (pH= 2,0) (Carrera et al., 2012). L'estrazione assistita mediante ultrasuoni (UAE) rappresenta una tecnica innovativa per via della sua estrema semplicità di realizzazione e il basso costo dell'apparecchiatura necessaria. Inoltre è una valida alternativa alla macerazione classica per l'estrazione dei composti fenolici in quanto consente non solo di ridurre i tempi estrattivi ed il consumo di solventi ma anche di incrementare le rese e la qualità degli estratti (Wang & Weller, 2006).

Successivamente, una prima caratterizzazione degli estratti ottenuti, è stata condotta determinando il contenuto totale di polifenoli (TPC). Tale analisi, valutando il contenuto fenolico disponibile in un campione, è in grado di fornire una misura delle potenziali proprietà antiossidanti (Tabella 1.)

Tabella 1. Contenuto totale di polifenoli e attività antiossidante degli estratti.

	Gruppi fenolici disponibili (meq AG/ g estratto)	Attività totale (meq CT/g estratto)	IC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )	
			Radicale DPPH	Radicale ABTS
<b>BSC</b>	0.489±0.015	0.517±0.012	0.115±0.009	0.020±0.002
<b>BSS</b>	0.549±0.019	0.859±0.018	0.060±0.005	0.085±0.005
<b>SSC</b>	1.620±0.058	0.866±0.015	0.023±0.002	0.0045±0.0001
<b>SSS</b>	1.620±0.054	0.520±0.014	0.012±0.001	0.0042±0.0001

BSC = Bucce Sangiovese Classica; BSS = Bucce Sangiovese Sonicazione; SSC = Semi Sangiovese Classica; SSS = Semi Sangiovese Sonicazione; AG = Acido Gallico; CT = Catechina.



Il confronto dei valori delle quantità di gruppi fenolici disponibili registrati per i diversi estratti mostra risultati decisamente superiori per i campioni di semi indipendentemente dalla tecnica estrattiva impiegata. Nel caso delle bucce, la differenza in termini di contenuto fenolico generato dalle due tecniche estrattive è risultata minima seppur leggermente a favore dell'estrazione assistita da ultrasuoni. In generale, dalle bucce sono state ottenute quantità inferiori di composti fenolici (max 0.549 meq AG/g di estratto, per BSS) rispetto ai semi, i quali si sono dimostrati eccellente fonte di polifenoli estraibili.

L'analisi della capacità antiossidante (AOC) degli estratti è stata effettuata per valutare l'esistenza di una relazione lineare tra i gruppi fenolici disponibili registrati tramite saggio di Folin-Ciocalteu, e l'attività antiossidante. Dall'analisi dei dati in tabella 3 si evince che un contenuto in fenoli maggiori, non sempre comporta un valore più elevato di AOC. Secondo Giovanelli & Brenna (2007), la capacità antiossidante non dipenderebbe esclusivamente dal contenuto fenolico totale ma anche dalla tipologia di molecole fenoliche presenti nella matrice in esame. Una probabile spiegazione della mancata relazione lineare tra i gruppi fenolici disponibili e la capacità antiossidante potrebbe dunque risiedere nella differenza qualitativa dei composti fenolici presenti nei campioni: una maggiore responsività al saggio di Folin-Ciocalteu può essere, infatti, imputata alla presenza di composti fenolici non rilevanti per l'attività antiossidante testata mediante l'impiego del composto a base di molibdeno. Considerando il radicale DPPH, da un rapido confronto dei valori di IC<sub>50</sub> emerge come sia per le bucce che per i semi il processo estrattivo assistito da ultrasuoni porta a migliori risultati rispetto alla metodica condotta in assenza di sonicazione, Al contrario, nel caso del radicale ABTS, i valori di IC<sub>50</sub> indicano per le bucce una preferenza per la metodica classica e una sostanziale equivalenza nel caso dei semi. Da sottolineare comunque che, indipendentemente dal campione e dalla tecnica estrattiva utilizzata, i semi presentano sempre caratteristiche antiossidanti superiori rispetto alle bucce. Per quanto riguarda le bucce invece, l'esame dei risultati dei saggi eseguiti ha mostrato in maniera univoca una ridotta attività antiossidante rispetto ai semi, probabilmente riconducibile ad un esiguo profilo

	<i>acido gallico</i>	<i>(+)-catechina</i>	<i>Acido caffeico</i>	<i>(-)-epicatechina</i>	<i>rutina</i>	<i>trans-resveratrolo</i>	<i>quercetina</i>
<b>BSC</b>	1,64±0,05	105±1,9	3,48±0,06	126±1,02	9,11±0,07	14,66±0,11	210±1,30
<b>SSC</b>	88,20±1,16	122±1,12	2,43±0,06	232±1,12	2,41±0,05	<i>n.d.</i>	1,66±1,24
<b>SSS</b>	104±1,08	124±1,17	5,87±0,07	364±1,17	2,17±0,09	<i>n.d.</i>	3,35±1,37
<b>BSS</b>	2,18±1,04	147±1,15	4,27±0,07	76±1,15	13,12±0,14	21,44±0,18	247±1,39

fenolico sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo (Tabella 2).

Tabella 2. Analisi LC-DAD quantitativa (mg L<sup>-1</sup>) degli estratti.

BSC = Bucce Sangiovese Classica; BSS = Bucce Sangiovese Sonicazione; SSC = Semi Sangiovese Classica; SSS = Semi Sangiovese Sonicazione

Gli estratti delle vinacce hanno mostrato capacità antiossidanti differenti a seconda del saggio utilizzato. In generale, i livelli dei singoli antiossidanti non necessariamente riflettono la capacità scavenging totale della matrice alimentare in quanto essa dipende fortemente dai fenomeni di sinergismo ed antagonismo che si verificano tra antiossidanti diversi (Pellegrini et al., 2003) e la mancanza di informazioni in letteratura circa l'attività antiossidante degli estratti delle cultivar indagate rende ancor più problematica la valutazione dei dati ottenuti. Come evidenziato da Floegel et al. (2011), dato che le matrici alimentari trovano applicazione principalmente in ambiente idrofilo, l'ABTS assay risulta il saggio più attendibile nella valutazione dell'attività antiossidante degli estratti poiché in grado di rilevare accuratamente la risposta generata dai composti idrofili.

Dai risultati in Tabella 2 si può notare come gli estratti di semi rappresentino una fonte ragguardevole di acido gallico e di epicatechina, mentre le bucce contengono quantità importanti di quercetina, rutina e *trans-resveratrolo*, quest'ultimo del tutto assente nei semi. Quantità simili di catechina, acido caffeico ed epicatechina si riscontrano sia nei campioni di semi che in quelli di bucce.

#### ***Sintesi del coniugato polimerico e valutazione delle sue caratteristiche antiossidanti***

Vista la facilità con cui le molecole antiossidanti tendono a degradarsi, una volta valutati i profili e le concentrazioni polifenolici dei diversi estratti, si è proceduto alla coniugazione dei composti bioattivi con un opportuno carrier polimerico. L'ancoraggio è stato possibile applicando una metodica sintetica completamente ecosostenibile (grafting molecolare) e utilizzando come polimero la pectina, già ampiamente impiegata in campo alimentare. La coniugazione dei composti fenolici degli estratti nel biopolimero pectina si è rivelata una strategia funzionale per sviluppare un prodotto in grado di rispettare gli elevati standard qualitativi ed organolettici richiesti dal consumatore. La pectina, essendo parte integrante della dieta

giornaliera in quanto costituente della frutta e della verdura, è naturalmente adatta a fungere da *carrier* nella veicolazione di composti bioattivi per cui offre l'approccio eco-sostenibile necessario a giustificare il riutilizzo dei rifiuti della vinificazione anche dal punto di vista applicativo.

Con l'obiettivo di sintetizzare il coniugato polisaccaridico ad attività antiossidante, le specie reattive presenti negli estratti più performanti da un punto di vista di proprietà scavenging (SSS), sono state covalentemente legate alle catene di pectina, impiegando come sistema iniziatore una coppia redox solubile in acqua e biocompatibile (Spizzirri et al., 2010).

Considerato che in letteratura non è riportato di alcuna indagine che possa accertare l'avvenuto *grafting* polimerico, attraverso la caratterizzazione del profilo fenolico e delle proprietà antiossidanti del polimero (PSSS) è stato possibile constatare l'inclusione degli estratti nella struttura tridimensionale della pectina attraverso il confronto delle risposte generate da PSSS e dalla pectina blank, come pure verificare se le condizioni di reazione impiegate avessero potuto influire negativamente sulle caratteristiche dei composti biologicamente attivi presenti negli estratti. I dati relativi a PSSS riguardanti i risultati dei test *in vitro* già applicati agli estratti sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3. Contenuto totale di polifenoli e attività antiossidante del polimero PSSS.

	Gruppi fenolici disponibili (meq AG/g estratto)	Attività totale (meq CT/g estratto)	IC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )	
			Radicale DPPH	Radicale ABTS
PSSS	0.125±0.005	0.124±0.009	0.241±0.013	0.224±0.015
PB	-	-	-	-

PSSS = Polimero Sangiovese Bucce Sonicata; PB = Polimero Bianco; AG= Acido Gallico; CT = Catechina.

A differenza di quanto emerge per il coniugato, PB non ha dimostrato alcuna interferenza in quanto ha dato esito negativo ai saggi impiegati: si può dunque attestare l'avvenuto incorporamento degli estratti nella matrice polimerica con buoni valori ottenuti in tutti i test effettuati.

#### Preparazione del Kefir funzionalizzato

I grani di Kefir, hanno una composizione complessa di specie microbiche con predominanza di batteri fermentanti. Il kefir è quindi una comunità di batteri e lieviti che convivono in simbiosi (oltre 500 microrganismi diversi), in particolare *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, batteri lattici e lieviti (Nalbantoglu et al., 2014). Le proprietà salutistiche del Kefir sono ben note ed oggi c'è un trend positivo per il consumo di cibi sani da parte di molti segmenti della popolazione che cercano sempre più il piacere del mangiare combinato con benefici per la salute e qualità della vita. Di conseguenza, sono stati sviluppati vari prodotti caseari con attività probiotica, in particolare prodotti fermentati arricchiti o meno di molecole ad attività antiossidante (Mohammadi & Mortazavian, 2011).

In tabella 4, sono riportati i parametri biochimici (pH, densità e crescita in peso) dei grani di kefir dopo 24 ore.

Tabella 4. Parametri biochimici e chimico fisici dei campioni di latte fermentato.

p.i. batteri (g)	tempo (h)	estratto	pH	latte (ml)	p. l. (g)	p.l.f. (g)	p. f. batteri (g)	% crescita	d latte (g/cm <sup>3</sup> )	d kefir (g/cm <sup>3</sup> )
5	24	Coniug	4	50	52,5	60,2	5,5	10	1,05	1,204
2,5	24	Coniug	4	25	26,3	31	2,7	8	1,052	1,24
2,5	24	Coniug	4	25	26,3	30,5	2,7	8	1,052	1,22
5	24	Tq	4	50	52,5	60,5	6	20	1,05	1,21
2,5	24	Tq	4	25	26,3	31,2	3	20	1,052	1,248
2,5	24	Tq	4	25	26,3	30,3	3	20	1,052	1,212
5	24	Ctrl	3	50	52,2	61,6	5,5	10	1,044	1,232
5	24	Ctrl	3	25	26,1	31,6	5,5	10	1,052	1,264

Coniug = coniugato polimerico; Tq = estratto tal quale; Ctrl = Controllo; p.i.= peso iniziale; p.f. = peso finale; p.l. = peso latte; p.l.f. = peso latte fermentato

Il pH, in presenza sia dell'estratto tal quale che del coniugato polimerico risulta superiore di una unità rispetto al valore del controllo mentre di poco è variata la densità. Una crescita pari al 10 percento in più è evidenziata per i grani tenuti per 24 ore in estratto di vinacce, mentre tale parametro risulta invariato per uno dei coniugati polimerici testati.

I grani ottenuti con l'estratto tal quale hanno inoltre incorporato gli estratti colorandosi di rosa come si evince dalla figura 1.



Figura 1: grani di kefir con estratto di vinacce Sangiovese (sn) e relativo controllo (dx).

### **Conclusioni**

Lo studio ha riguardato la possibile reintroduzione di uno scarto viti-vinicolo dall'elevato impatto ambientale all'interno di un nuovo ciclo produttivo al fine di produrre un nuovo alimento dall'alto valore aggiunto. Le vinacce della cultivar Sangiovese, infatti, si sono dimostrate ricche in composti antiossidanti che, tal quali o opportunamente veicolati, hanno permesso di ottenere un latte fermentato con spiccate proprietà salutistiche rispetto agli analoghi prodotti tradizionali. In particolare, analogamente al kefir tenuto in melassa, è possibile concludere che i grani di kefir rosa possono essere considerati una nuova fonte per produrre latte fermentato funzionale. D'altro canto, il coniugato polimerico arricchito in gruppi fenolici permette di incrementare la concentrazione totale di polifenoli nell'alimento, preservandone allo stesso tempo la stabilità nel tempo, sebbene non incrementi la crescita batterica rispetto al controllo. In tal senso, ulteriori studi saranno necessari per migliorare le performances dei coniugati polimerici per la produzione di kefir, come pure per implementare la loro applicazione a cicli produttivi di altri alimenti funzionalizzati (nutraceutici).

### **Bibliografia**

- Carrera, C., Ruiz-Rodriguez, A., Palma, M., Barroso, C.G. Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from grapes, 2012. *Analytica Chimica Acta*, 732, 100-104.
- D. M. 27-11-2008, n.5396/2008. Disposizioni di attuazione dei regolamenti (CE) n.479/2008 e n.555/2008. G.U. n.301 del 27 Dicembre 2008.
- D. M. 4-8-2010, n.7407/2010, Modifiche all'articolo 5 del DM 27-11-2008, G.U. n.212 del 10 Settembre 2010.
- Floegel, A., Kim, D.O., Chung, S.J., Koo, S.I., Chun, O.K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods, 2011. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 1043-1048.
- Giovanelli, G., & Brenna, O.V. Evolution of some phenolic components, carotenoids and chlorophylls during ripening of three Italian grape varieties, 2007. *European Food Research and Technology*, 225, 145-150.
- Katalinić, V., Možina, S.S., Skroza, D., Generalić, I., Abramović, H., Miloš, M., Ljubenković, I., Piskernik, S., Terpinč, P., Boban, M. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia), 2010. *Food Chemistry*, 119, 715-723.
- Mohammadi, R., & Mortazavian, A. M. Review article: technological aspects of prebiotics in probiotic fermented milks, 2011. *Food Reviews International*, 27,192-212.
- Nalbantoglu, U., Cakar, A., Dogan, H., Abaci, N., Ustek, D., Sayood, K., et al. Metagenomic analysis of the microbial community in kefir grains, 2014. *Food Microbiology* 41, 42–51.
- Nawaz, H., Shi, J., Mittal, G.S., Kakudac, Y. Extraction of polyphenols from grape seeds and concentration by ultrafiltration, 2006. *Separation and Purification Technology*, 48, 176-181.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F. Capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays, 2003. *Journal of Nutrition*, 133(9), 2812-2819.

- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E, 1999. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-41.
- Shalaby, E.A., & Shanab, S.M.M. Comparison of DPPH and ABTS assays for determining antioxidant potential of water and methanol extracts of *Spirulina platensis*, 2013. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 42(5), 556-564.
- Spizzirri, U.G., Iemma, F., Puoci, F., Cirillo, G., Curcio, M., Parisi, O.I., Picci, N. Synthesis of antioxidant polymers by grafting of gallic acid and catechin on gelatin, 2009. *Biomacromolecules*, 10, 1923-193.
- Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Iemma, F., Cirillo, G., Puoci, F., Curcio, M., Picci, N. Antioxidant-polysaccharide conjugates for food application by eco-friendly grafting procedure, 2010. *Carbohydrate Polymers*, 79, 333-340.
- Wang, L., & Weller, C.L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, 2006. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 300-312.

# Characterization of *craft beer* through flavour component analysis by GC-MS and multivariate statistical tools

Giannetti V., Boccacci Mariani M., Torrelli P.

Sapienza, University of Rome, Department of Management - Via del Castro Laurenziano 9, 00161  
[vanessa.giannetti@uniroma1.it](mailto:vanessa.giannetti@uniroma1.it); [maurizio.boccaccimariani@uniroma1.it](mailto:maurizio.boccaccimariani@uniroma1.it); [paola.torrelli@uniroma1.it](mailto:paola.torrelli@uniroma1.it)

## ABSTRACT

Beer is a rather popular drink and represents the most widely consumed alcoholic beverage in the world. The present research aims at characterizing the flavour profile of lager pilsner, the category of low fermentation beers most common in Europe. The largest portion of the global market is dominated by a few multinational companies, but in the last years the number of independent craft breweries has increased very rapidly also in countries where there weren't an established craft brewing tradition. According to the Italian Brewers Association, in Italy there are eight brewing companies which operate 14 industrial breweries, which in the years have standardized the product to increase their slice of market. The craft-beer sector represents a niche market, about 3% of total production (1% in 2011) [EU Report, 2016]. Italy has a relatively young craft brewing tradition, but the data together with the new ways of consumption, can be considered promising for the sector development. In 2016, the "craft beer" has been defined for the first time in Italy with DDL 1328-B (art.35). Legislation does not consider the quality of the raw materials, but only the manufacturing processes: the artisanal beer-making is a beer obtained without microfiltration and pasteurization steps, unlike industrial products. In this contest, the aim of the study was to characterize the beers (all lager style) purchased on the market through the analysis of the aromatic profile of samples produced under different processes (*craft methods or industrial processes*). In fact, in addition to smaller production scale and independent, the main characteristic of craft beer is to put the emphasis on flavour and brewing techniques. Flavour, consisting of a large number of volatile compounds, has a great influence on consumer acceptability and, when safety and nutritional value are guaranteed, sensory parameters become the discriminating factor in the product quality assessment which determines the differentiation on the market. The identification of specific compounds, which confer a particular aroma, suitable to be used as potential quality/process markers in order to discriminate beer samples according to their production method. A headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS) was performed to evaluate the beer samples fingerprint. Multivariate statistical methods were then applied to the collected profiles to built model which could allow differentiating craft beers from all the others. Hence, the proposed method may represent an interesting tool to authenticate craft beer by verification of the compliance with their label description which, at the same time, can entail brand protection.

## INTRODUCTION

Brewing industry is a huge global business and one of the most important sectors in the food and beverage industry. After water and tea, beer is considered the most popular drink being consumed all over the world, accounting for the 78.2% of the alcoholic beverages share [Gómez-Corona, C., 2016]. During the years, the global expansion of beer market has necessarily led to the industrialization of production methods and the standardization of the products, and so the industrial beers gradually replaced the craft beers. Only in the 1970's, the standardization of beer consumption, typical of industrial automation, was no longer considered a successful model and the brass sector has returned to craft beer production, considered a higher quality product. According to the Italian law n. 1354 of 1962 [Law 1354/1962], beer is "*a product obtained from alcoholic fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* or *Saccharomyces carlsbergensis* strains of a must prepared with barley malt (also roasted), or wheat or their mixtures, and water, with the addition of hops, or its derivatives, or both*". The denomination is attributed to the products with Plato grade higher than 10.5 and alcoholic strength (%<sub>v/v</sub>) more than 3.5%. Legislation regarding raw materials and sugar content of the must, but does not consider any restriction concerning the production process, which includes different steps. However, end product characteristics are related also to manufacturing conditions; indeed, throughout the transformation process several factors can affect the nutritional and organoleptic properties of the final product. In recent years, Italy has been focusing on beer production made from selected raw materials, following the artisan production methods, that positively contribute to the end product quality

(*craft beer*). In 2014, Italy was the third European country for handicraft microbreweries, after the UK and Germany and, from 2009 to 2014, Italian microbreweries rose by 141.74% [The Brewers of Europe, 2016]. However, the absence of a definition to identify a craft beer has generated numerous discontents in the years among both producers and consumers. On July 2016 [DDL 1328-B/2016], for the first time in Italy, the craft beer was defined as: “*beer produced by small independent breweries, and not subjected, during the production phase, to pasteurization and microfiltration processes ..... small brewery is legally and economically independent of any other brewery that uses plants physically distinct from those of any other brewery that does not operate under a license for the use of immaterial property and whose annual production does not exceed 200,000 hectoliters ... ..*”. Pasteurization and microfiltration conditions could influence several characteristics of the end product; therefore, the production technologies play an essential role on the chemical composition and aroma profile of beer. As a matter of fact, the new Italian legislation aims to restoring a qualitative approach to production and consumption of beer product. Apparently beer is a simple product, made exclusively with malt, water, yeast and hops [Hindy, S., 2014]. Malt are germinated cereal grains obtained with a process aimed at reducing the grains’ starch into sugars readily available for brewing. Beer is brewed principally from malted barley, but in some countries other cereals, such as maize, rice, sorghum and unmalted wheat, are often used as additions. Water represents the main ingredient of beer, accounting 85-93% of its weight, and its level of dissolved minerals does influence beer’s finished taste. The presence of yeast allows the alcoholic fermentation process with the production of ethanol and carbon dioxide. In addition, it is responsible of character and flavor of beer with the production of secondary metabolites such as esters, higher alcohols, organic acids, carbonyl compounds (aldehydes and ketones) and sulfur compounds. These substances may be classified according to their positive or negative sensory properties (*olfactory descriptors*) [Manzano, M., 2007]. However, the post-fermentation aroma evolves during maturation and aging by enriching the beer of new positive or negative fragrances. Moreover, the presence of off-flavor may depend on the action of light and the presence of oxygen generating degradation and/or oxidation reactions. Hop is used as a flavouring which add bitterness and other aroma in beer and act as a natural preservative and stabilizing agent. So, each ingredient plays a significant role in product realization and the different peculiarities of raw materials are the base of the intrinsic characteristics of the beer. In terms of production process, craft beer made following the artisan production methods shows significant differences from beer produced in industrial plants. Pasteurization process is undoubtedly a critical step for the final beer characteristics since modification of its main components can take place. This treatment is widely adopted in the industrial production and its involve high temperatures: 60-80°C up to 30 minutes. The application of heating-process ensures reduction of microbial contamination, extending the biological stability and increasing shelf life of final product; but the development of uncontrolled cross-reactions, such as the Maillard Reaction (MR), could be induced too. The MR may affect the nutritional value of cereal grains proteins reducing nutritionally-available. In addition, the sugars transformation mechanism in alcohol is stopped, reducing the innumerable flavours normally found into an unpasteurized beer. Furthermore, the heating step tends to standardize the organoleptic characteristic of beer, with the consequence that in most case it will be difficult to distinguish a brewery’s production from that of another. In industrial beers, the pasteurization step is followed by a microfiltration phase, a physicalmechanical separation used to remove yeast residual after secondary fermentation. In absence of this treatment, the beer appears cloudy and the yeasts can develop specific chemical reactions generating undesirable aroma; therefore, the unfiltered beers are adapted for limited distribution, with shorter shelf life (typically, from 90 days to one year) and storage under more restrictive conditions (low temperatures). For these reasons, pasteurization and microfiltration treatments are essential to multinational companies in order to extend the storage period and to standardize the taste of their products in order to level expectations of the widest possible range of consumers. In addition, commercial beers are often produced with chemical additives, preservatives and surrogates of barley malt, which allow to lower production costs but negatively affect the taste experience. Instead, craft beers are no-pasteurized and no-filtered beverages produced with high quality raw materials, without the addition of chemicals and substitutes ingredients, and in small volume. The “*craft beer revolution*” is today motivated by cultural change i.e. a “Slow Food” approach, the consumer’s learning in tasting, “the pleasure of tasting different and new flavours, sharing passion and experiencing cultural enrichment”[Donadini, G., 2017]. Scientific studies shows that, in a quest for taste authenticity, craft beer is chosen by consumers for its particulars flavours which increase the probability of perceiving craft beers to be of superior quality to industrial beers [Aquilani, B., 2015]. For these reasons, the study of the aromatic

profile may represent an interesting tool to characterize and valorize the single product in relation to the production processes. In this work the volatile fraction of different beer samples were determined optimizing a HS-SPME/GC-MS method and the results were elaborated by multivariate statistical method in order to correlate the chemical information with the manufacturing conditions. The bibliographic studies carried out so far with this technique do not focus on the different production methods of beer, but rather on the characterization of a different hops varieties [Kovacevic, M., 2001], different styles of beer [Cajka, T., 2010], on a precise geographical origin [Alvin, R.P.R., 2017], or on a specific analytes determination [Moreira, N., 2013]. According to the new Italian law, it could be necessary to assess the authenticity of beers obtained by handcraft method in order to protect the products of local craft breweries and to protect consumers from possible commercial frauds.

## MATERIALS AND METHODS

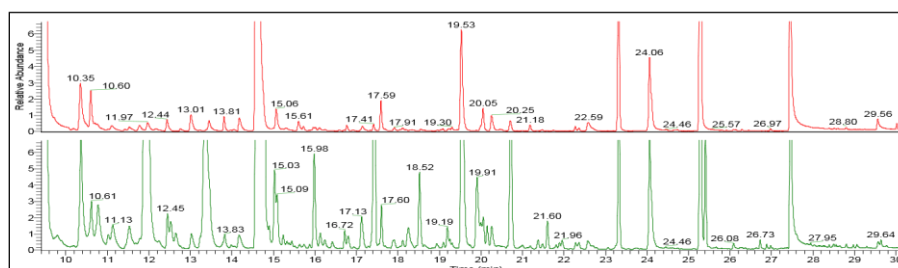
The study was performed analyzing beer samples made by artisanal and industrial processes. All samples were

*Pilsner style Lager*. Lager is a name used to indicate the low fermentation beers and Pilsner is a brand name registered at the Chamber of Commerce and Trade in Pilsen (Czech Republic). This category represents the type of beer most widely consumed in Europe. Forty-one different samples of craft beer and thirty-six of industrial beer were purchased from the supermarket (*large-scale retail trade*) and specialized beer shop. Craft beer samples were selected on the basis of the claims on the label (eg “*unfiltered product, unpasteurized*” or “*craft beer*”). All samples were stored in their unopened glass bottle at 4°C until their use and analyzed before the expiration date. 5.00g of the cooled beer was directly weighted into a 20 mL autosampler vial to minimize the loss of volatile compounds, and 2.00 g of NaCl were added into the vial to preserve samples and to improve extraction efficiency of volatile fraction in the headspace (*salting out effect*). The vials were finally sealed with a PTFE/silicon septum and aluminum crimp cap, and sonicated for 5 minutes at 20°C to establish equilibrium between headspace and sample. Determination of aromatic profile was performed by headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) procedure followed by GC-MS analysis. A Trace GC-Ultragas chromatograph was equipped with a Programmed Temperature Vaporized (PTV) injector and a TriPlusRSH autosampler and interfaced with a single quadrupole ISQ LT mass spectrometry (ThermoFisher Scientific system). A DVB/CAR/PDMS (divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane) fiber (StableFlex, 50/30 µm, 2 cm) by Supelco was used for flavour analysis. The selected fiber combines the characteristics of three different polymer coatings and is thus able to extract volatile compounds in a wide range of polarities compared to other simpler types of fibers [Da Silva, G.C., 2015]. Chromatographic separation was performed by a HP-INNOWAX capillary column (30 µm, 0.25 mm i.d., 0.15 µm) by Agilent Technologies, with helium as carrier gas at flow rate of 1 mL/min. Before chromatographic analysis, samples were incubated at 20°C for 5 minutes and then the SPME fiber was exposed for 10 min in the headspace at the same temperature. After the extraction time, volatile compounds were thermally desorbed in the PTV injector of the GC operating in splitless mode for 3 minutes. The injector temperature was programmed from 60 to 230°C at 14.5°C/s and then held for 5 minutes at the maximum temperature. The GC oven temperature was programmed at 40°C for 3 min, ramped at 5°C/min to 150°C, then at 15°C/min to 200°C held for 2 minutes (analysis time: 30.3 minutes). The mass spectrometry operated in electron impact mode (EI) at 70 eV and in scan range (m/z) from 40 to 350 a.m.u., ion source and transfer line were set at 250°C. The identification of analytes was carried out by comparison of their mass spectra with those of the US National Institute of Standards and Technology (NIST) mass spectra data bank. Analyses were performed in duplicate. Multivariate statistical analysis of the data set was performed using the Principal Component Analysis (PCA) obtained with “The Unscrambler” software by CAMO.

## RESULTS AND IMPLICATIONS

The optimized method, based on HS-SPME/GC-MS, was used to study the volatile fraction composition of beer samples in order to identify potential markers which discriminate craft products from industrial ones. Analysis of the beer samples brought to the identification of 116 volatile compounds: esters, alcohols, ethers, carboxylic acids, terpenes, aldehydes, ketones, phenols, heterocyclic and aromatic compounds. In Figure 1 chromatographic comparison between two commercial Italian beer samples is presented. The top chromatogram shows the aromatic profile of a sample selected between the most common products on

industrial scale; the bottom chromatogram refers to a craft beer sample that reports the wording “unpasteurized, unfiltered, craft” on the label, belonging to a niche production (in general more expensive).



**Figure 1.** Chromatograms comparison of industrial (top) and craft (bottom) beer. TIC (total ion current) =  $2.87 \times 10^9$ .

The fingerprints comparison highlights significant differences both in qualitative and quantitative composition of peaks among the two considered categories of beer (*industrial* vs. *craft*). The aromatic profile of all industrial beers analyzed was poorer in volatile compounds and the intensity of some characteristic substances of the craft beers was lower. Pasteurization and microfiltration processes could justify the classic flattening of the aroma of industrial productions. For the chemometric analysis, several potential markers (volatiles) were selected after overlaying GC profiles of the analyzed beer samples. The key selection criterion was a distinct difference in intensity of a particular peak among examined samples and known relation with beer aroma, considering for the Reverse Search Indices (Rmatch) a threshold of 920 for each compound detected in the sample. In this way, 30 selected markers were the main investigated substances (Table 1). According to other

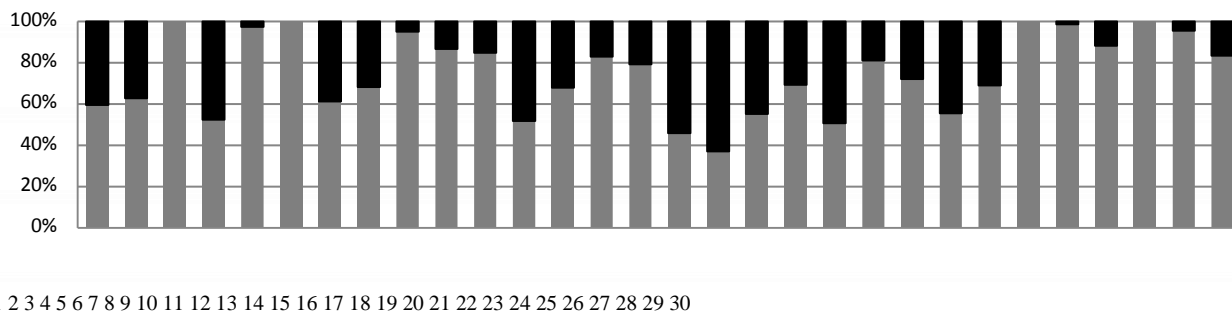
scientific approaches, in the first analysis, is possible to suppose that most of the compounds identified are derived from the fermentation process, Maillard aging/degradation reactions (dependent on the glucose and protein fraction), and by oxidation of the terpenes and/or lipids component.

**Table 1.** Flavour compounds detected in the beer samples.

Marker compounds		Olfactory descriptors	Marker compounds		Olfactory descriptors
Esters			Alcohols		
1	Isobutyl acetate	Fruity, floral	17	Isobutanol	Ethanol
2	Ethyl butyrate	Fruity, pineapple	18	Isoamyl alcohol	Ethanol
3	Isobutyl isobutyrate	Fruity	19	2-Furanmethanol	Burnt
4	Isopentyl acetate	Sweet “banana oil”	20	Phenylethylalcohol	Fruity, floral
5	2-Methylbutyl propionate	Fruity, sweet	Carboxylic Acids		
6	2-Methylbutyl isobutyrate	Fruity	21	Acetic acid	Acrid, pungent
7	Ethyl hexanoate	Apple	22	Hexanoic acid	Pungent
8	Hexyl acetate	Apples and plums	23	Octanoic acid	Smoked
9	Methyl 4-methylenehexanoate	Fruity	Carbonyl compounds		
10	Ethyl heptanoate	Brandy “cognac oil”	24	Furfural	Caramel
11	Ethyl (L)-(-)-lactate	Fruity, coconut	25	2-Undecanone	Fruity
12	Heptyl acetate	Fruity	Terpenes		
13	Ethyl octanoate	Apple	26	$\beta$ -Myrcene	Sweet, balmy
14	Ethyl decanoate	Fruity	27	$\beta$ -Linalool	Rose and lily wood
15	Ethyl 9-decanoate	Floral, fruity	28	$\beta$ -Caryophyllene	Woody, spicy
16	Phenethyl acetate	Fruity	29	Humulene	Woody
			30	(R)-(+)- $\beta$ -Citronellol	Rose and geranium

In Figure 2, the comparison of the mean values of the marker areas ( $n=2$ ), shows that the volatiles production is higher in products which have not undergone thermal stress treatments; therefore, it could be assumed that the high temperature used in pasteurization step could reduce flavour pattern. Accordingly, the adoption of handicraft process in beer manufacturing could be important to preserve the organoleptic and nutritional peculiarity of final product.



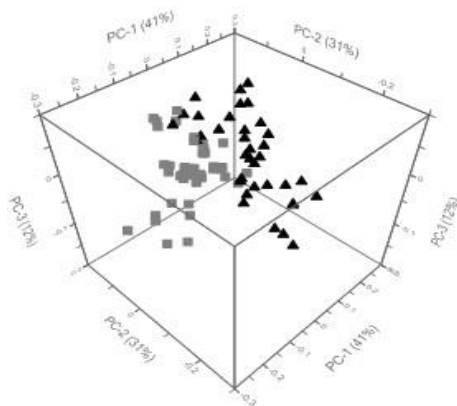


**Figure 2.** Relationships of the mean value of the areas, expressed in arbitrary units, of the 30 markers selected (the numbering is based on the Table 1): industrial (black) vs. craft (grey) beers.

Volatile esters constitute the most abundant class in samples analyzed, they are responsible for the fruity character of fermented beverages. Esters are only trace compounds in beer, but they play an important role in overall flavour balance. A number of factors could influence flavor-active ester production, including wort composition and production process; in fact, a thoughtful control allows brewers to steer ester concentration and thus to control the fruity character of their beers. During storage, esters concentration can decrease with consequent reduce in fruity flavour of beer, therefore these substances are also considered a characteristic of young products. In the analyzed samples, esters were observed at different concentration levels: intensity was greater in all handcraft beers; while, isobutyl isobutyrate and 2-methylbutyl isobutyrate were not detected in any of the industrial beers studied. Also higher alcohols are important precursors of more active esters, so it is necessary to control the formation of these substances to ensure optimal production of esters and to balance the beer flavour. High concentrations of alcohols can contribute to beer strong and pungent smell and taste, while optimal levels give fruity character [Gonçalves, João L., 2014]. Isobutanol was identified in all analyzed samples; it is produced by yeast in its normal metabolism, but too high concentration of this compound (as well as propanol and isoamyl alcohol) was not desirable in beer, as it gives a solvent taste to the beer. However, in industrial beer samples large amount of isobutanol was identified compared to the craft ones; so it could be considered as one of the specific markers to discriminate the two classes of studied beer. As well as the 2-furanmethanol, considered an off-flavor of beer due to its burning flavour, probably produced in the thermal step of pasteurization process, could be a process marker. Acetic acid, octanoic acid and hexanoic acid were the main acids in the analyzed beers; industrial products showed a greater acid content. According to literature the presence of these substances is acceptable at low levels, since their flavor characteristics may be quite aggressive (smoked, pungent flavour) in end product [Jeff Sparrow, 2015]. Carbonyl compounds are responsible for the stale flavour in beer: aldehydes are the major deterioration agents which negatively affect beer aroma and flavour [Moreira, N., 2013]. They may have originated from a wide range of chemical reactions, such as lipid oxidation, Maillard reactions, Strecker degradation and aldol condensation. For example, 5-HMF (5-hydroxymethyl-furfural) is the most important heterocyclic compound formed during beer aging by Maillard reaction between the carbonyl group of a hexose and the amino group of an amine; while furfural is produced when starting from a pentose instead of a hexose [Rakete, S., 2014]. Furfural is a dehydration product of pentoses and an important marker of beer flavour deterioration, although it is not an off-flavor product at the concentration at which it is found in beer [Li, M., 2009]. Furfural was identified at higher concentrations in the industrial beers compared to craft products and a significant correlation ( $P$  value  $< 0.05$ ) with isobutanol was also found, so these two analytes could be considered as quality process markers for industrial beers. 2-Undecanone, an aromatic ketone responsible for a positive fruity aroma, was not found in industrial products but low amounts were found in craft samples: so it could be a discriminating compound between the two investigated categories. In addition, several terpenes were identified in higher quantity in craft beers than in those industrial. Terpenes derived directly from the hops were found in all samples but in amount significantly different. Craft beers showed greater presence of these compounds and probably as a consequence of the absence of pasteurization and microfiltration steps that flattening the flavour pattern. In particular,  $\beta$ -caryophyllene and humulene were not found in industrial beer samples, therefore together with  $\beta$ myrcene and  $\beta$ -linalool they could be used to characterize the two categories of beers.

In our preliminary study, PCA was used to classify beer samples on the basis of the chemical information provided from 30 target flavour compounds, they are reported in Table 1 and selected among those with high

Rmatch. The data set consisted of a 77x30 matrix: rows represented the samples analyzed (77 scores) belonging to two categories (craft and industrial beers), while columns represented the peak area of 30 selected analytes (30 loading) obtained from the chromatographic plots. Figure 3 shows samples (*score*) corresponding to the three principal components (PCs) with eigenvalues > 1 which explain 84% of the total variance.



**Figure 3.** Result of PCA 3D scatter scores plot: craft (box) and industrial (triangle) beers.

The analysis of score plot emphasized separation between the craft samples and industrial ones on the first principal component (PC1), while the second principal component (PC2) discriminates beer samples within each group. At the same time, multivariate analysis suggests that there are several analytes that significantly contribute to discriminate the two beer categories. So, the preliminary results suggest that the flavour footprint of beers could be significantly affected by the method of production, both in terms of qualitative and quantitative composition of volatiles.

## CONCLUSIONS

This study is timely considering the increasing trend of beer consumption worldwide as well as the continuous growth of craft microbreweries and the importance of volatile compounds in the flavour of beer. In this paper, the HS-SPME/GC-MS method was used to identify possible flavour compounds able to discriminate beer samples produced under different conditions (craft vs. industrial process). In order to establish the relationship between some of the identified compounds and the heat treatments applied during pasteurization step, a multivariate statistical analysis was performed. PCA showed a well-defined separation among the two groups of beer samples to be potentially useful as quality markers of the end product. In our first analysis, several compounds, such as terpenic compounds ( $\beta$ -caryophyllene, humulene,  $\beta$ -myrcene,  $\beta$ -linalool), higher alcohols (isobutanol, isoamyl alcohol), esters (isobutyl isobutyrate, 2-methylbutyl isobutyrate) and acids (acetic acid, octanoic acid, hexanoic acid), seemed to discriminate the two categories of examined beer. So, these preliminary results could suggest that flavor of beer may significantly differ, depending on conditions applied during its production (process marker). In addition, some of the detected compounds have a low odour threshold and thus they may contribute to beer aroma (quality markers). This research could be have a

potential interest, from the market point of view, to characterize different commercial products made with industrial or craft processes (products considered with higher added value), that reflects on different final selling prices. In conclusion, even though Italian law does not attribute any quality to the artisanal title, this study it could confirm that a different productive process could effectively affect the sensorial and nutritional features of the final product. Further studies aimed at a more thorough examination of the data obtained will be needed to identify additional volatile compounds that could potentially be used as product quality markers, also in order to protect the consumer from possible fraud, and that these compounds can therefore be considered as process markers for the purpose of discriminating between craft and industrial processes, especially on the basis of the use of high temperature pasteurization steps.

## REFERENCES

Alvim, R.P.R., Cássia Oliveira Gomes, F., Garcia, C.F., Lourdes Almeida Vieira, M., Resende Machado, A.M., "Identification of volatile organic compounds extracted by headspace solid-phase microextraction in specialty beers produced in Brazil". *Journal of the Institute of Brewing* 123 (2017): 219-225.

Aquilani, B., Laureti, T., Poponi, S., Secondi, L., "Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences". *Food Quality and Preference* 41 (2015): 214-224.

Cajka, T., Katerina, R., Monika, T., Jana, H., "Recognition of beer brand based on multivariate analysis of volatile fingerprint". *Journal of Chromatography A* 1217 (2010): 4195-4203.

Da Silva, G.C., Da Silva, A.A.S., Da Silva, L.S.N., De O. Godoy, R.L., Nogueira, L.C., Quitério, S.L., Raices, R.S.L., "Method development by GC-ECD and HS-SPME-GC-MS for beer volatile analysis". *Food Chemistry* 167 (2015): 7177.

DDL 1328-B. "Simplification, rationalization and agricultural competitiveness of agricultural, agri-foodstuffs and fisheries". Approval: July 2016.

Donadini, G. and Porretta, S., "Uncovering patterns of consumers' interest for beer: A case study with craft beers". *Food Research International* 91(1) (2017): 183-198.

EU Report. "The Contribution made by Beer to the European Economy". A report commissioned by The Brewers of Europe and conducted by Europe Economics. Italian Section (January 2016).

Gonçalves, J.L., Figueira, J.A., Rodrigues, F.P., Ornelas, L.P., Branco, R.N., Silva, C.L., Câmara, J.S., "A powerful methodological approach combining headspace solid phase microextraction, mass spectrometry and multivariate analysis for profiling the volatile metabolomic pattern of beer starting raw materials". *Food Chemistry* 160 (2014): 266-280.

Hindy, S., Hickenlooper, J., "The Craft Beer Revolution: How a Band of Microbrewers Is Transforming the World's Favorite Drink". St Martins Pr: Griffin (2014).

Jeff Sparrow, "Le birre del Belgio III: Degustare e produrre Lambic, OudBruin e FlemishRed". MoBI, Movimento Birrario Italiano, Edizioni LSWR (2015).

Kovacevic, M., Kac, M., "Solid-phase microextraction of hop volatiles. Potential use for determination and verification of hop varieties". *Journal of Chromatography A* 918 (2001): 159-167. Law 1354/1962, Art.1.1, August 1962, OJ No. 234 of September 1962.

Li, M., Yang, Z., Yang, M., Shan, L., Dong, J., "Determination of furfural in beer by high-performance liquid chromatography with solid-phase extraction". *Journal of the Institute of Brewing* 115 (2009): 226-231.

Manzano, M., Buiatti, S., Kratky, R., Giusto, C., "Valutazione dei composti aromatici di birre ottenute con lieviti birrai ed enologici di alta e bassa fermentazione". *Industria delle Bevande* (2007): 552-557.

Moreira, N., Meireles, S., Brandão, T., Guedes de Pinho, P., "Optimization of the HS-SPME-GC-IT/MS method using a central composite design for volatile carbonyl compounds determination in beers". *Talanta* 117 (2013): 523-531.

Rakete, S., Klaus, A., Glomb, M.A., "Investigations on the Maillard Reaction of Dextrins during Aging of Pilsner Type Beer". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62 (2014): 9876-9884.

The Brewers of Europe. "Beer statistics 2016 edition" (2016). Available at [http://www.brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2016/stats\\_2016\\_web.pdf](http://www.brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2016/stats_2016_web.pdf).

## Caratterizzazione chemiometrica di composti bioattivi nelle nuove cultivars di pomodori del Lazio: Bamano, Dolce Miele e Confettino Rosso

Rapa M.<sup>a</sup>, Ciano S.<sup>a</sup>, Mannina L.<sup>b,c</sup>, Vinci G.<sup>a</sup>

a) Laboratorio di Merceologia, Dipartimento di Management, Università "Sapienza", via del Castro Laurenziano 9, 00161, Roma

b) Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Università "Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia

c) Laboratorio di Risonanza Magnetica "Annalaura Segre", Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, 00015 Monterotondo, Roma, Italia

[mattia.rapa@uniroma1.it](mailto:mattia.rapa@uniroma1.it)

La coltivazione dei pomodori è una delle principali in Italia, e recentemente si sta diffondendo la diffusione della coltivazione di nuove tipologie di pomodori, soprattutto nelle regioni centrali e meridionali. Per questo motivo, negli ultimi anni una grande quantità di consumatori sta cercando nuove tipologie di pomodori da tavola che soddisfino il loro sapore personale. L'Italia importa una notevole quantità di pomodori, circa il 10% dei pomodori consumati provengono da altri paesi. Per questo motivo è necessaria la valorizzazione di nuove cultivar di pomodori italiani, che potrebbero ridurre l'importazione. Nel Lazio sono state recentemente prodotte nuove cultivar di pomodori denominati *Bamano*, *Dolce Miele* e *Confettino Rosso*. Queste cultivar provengono da numerosi studi effettuati da agricoltori autoctoni. Questi agricoltori hanno selezionato delle specifiche caratteristiche dei pomodori comuni e le hanno combinate per produrre nuove specie ottimali per la parte meridionale del Lazio. Al fine di valorizzare queste nuove cultivar è essenziale una valutazione della qualità di questi nuovi prodotti determinando alcuni composti bioattivi (come le amine biogene o i composti antiossidanti). Per la valutazione della qualità è necessario determinare alcuni marker molecolari, tipici del campione, che possono accertare l'origine del campione (Food Quality) o il buon stato di conservazione (Food Security). Lo scopo di questo lavoro è quello di determinare alcuni composti bioattivi, come la vitamina C ed i composti fenolici, presenti in grandi quantità in pomodori commerciali per valutare la loro origine e la determinazione di ammine biogene, che sono marcatori di qualità ma anche della freschezza dei prodotti. I composti fenolici, metaboliti di molte piante, si trovano in modo ubiquitario nel dominio vegetale e sono uno dei più importanti gruppi di composti naturali. Abbondanti nella nostra dieta, inclusi frutta, verdure, olio d'oliva, vino e tè; hanno effetti anti-microbici e anti-cancerogeni e soprattutto un'alta attività antiossidante. Inoltre, si sono recentemente dimostrati i loro possibili effetti contro le malattie cardiovascolari e le patologie neurodegenerative. I pomodori hanno una capacità antiossidante significativa data dai composti fenolici ma anche dalla grande quantità di vitamina C. L'acido L-ascorbico (noto anche come vitamina C) è una vitamina idrosolubile, essenziale per la vita umana. La vitamina C ha molteplici funzioni nell'organismo, è importante per la difesa immunitaria, per la sintesi del collagene ma soprattutto per il suo potere antiossidante. La capacità antiossidante è stata determinata con l'inibizione dei radicali liberi del DPPH e dell'ABTS. I composti fenolici totali sono stati invece determinati grazie al reagente Folin-Ciocalteu. La presenza di ammine biogene in diversi alimenti può essere correlata al deterioramento dello stesso, e sono quindi da considerarsi un marcatore di qualità alimentare. Inoltre, le ammine biogene possono indurre diverse reazioni fisiologiche negative e quindi la conoscenza dei loro livelli negli alimenti è di grande importanza per la salute dei consumatori e per la formulazione di diete. Il profilo e il livello di 8 ammine biogene sono state valutate in queste nuove specie di pomodori Lazio tramite HPLC-FD dopo derivatizzazione con cloruro di dansile. Le ammine biogene studiate sono state: spermina, spermidina per quelle endogene e putrescina, cadaverina e  $\beta$ -fenilalanina per quelle esogene. La presenza di istamina e tirami è stata studiata, invece, per il rischio potenziale che questi composti rappresentano per la salute umana. La serotonina, ultima ammina studiata, svolge un ruolo importante nel sistema nervoso centrale regolando l'umore, il sonno, la temperatura corporea, la sessualità e l'appetito. La serotonina è anche coinvolta in molti disturbi neuropsichiatrici, come l'emicrania e il disturbo bipolare, quindi la sua determinazione risulta di particolare interesse. In questo studio sulla valutazione della qualità sono stati quindi determinati tali composti bioattivi presenti nelle nuove cultivar di pomodori provenienti dal Lazio. L'applicazione di

approcci chemiometrici, come l'analisi gerarchica dei cluster e l'analisi dei componenti principali, condotta sui risultati delle analisi dei composti bioattivi sono riusciti a distinguere raggruppamenti dei campioni in funzione delle varie cultivar. È stato inoltre ottenuto anche un modello matematico con elevata capacità predittiva per la classificazione delle cultivar tramite un'analisi discriminante lineare.

## BIBLIOGRAFIA

- Chiacchierini, E., Restuccia, D., Vinci, G, 2006. *Talanta*, 69 (3), 548-555.
- Preti, R., Rapa, M., Vinci, G., 2017. *Journal of Food Quality*, n° 5329070.
- Silla Santos, M.H., 1996. *International Journal of Food Microbiology*, 29 (2-3), 213-231.

### **Chemometric Characterization of Bioactive Compounds in New Tomatoes Cultivars from Lazio: *Bamano*, *Dolce Miele* and *Confettino Rosso***

Rapa M.<sup>a</sup>, Ciano S.<sup>a</sup> Mannina L.<sup>b,c</sup>, Vinci G.<sup>a</sup>

a) Laboratorio di Merceologia, Dipartimento di Management, Università "Sapienza", via del Castro Laurenziano 9, 00161, Roma

b) Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Università "Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia

c) Laboratorio di Risonanza Magnetica "Annalaura Segre", Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, 00015 Monterotondo, Roma, Italia

[mattia.rapa@uniroma1.it](mailto:mattia.rapa@uniroma1.it)

The tomatoes cultivation is one of principal Italian ones, and recently the spread of new tomatoes cultivation is growing up, especially in the central and southern regions. For this reason, in the recent period a great amount of consumer is searching for a new kind of table tomatoes that satisfy their personal flavour. Italy imports a significant amount of tomatoes, around the 10% of tomatoes consumed come from other countries. For this reason, the valorization of new Italian cultivars of tomatoes, that could reduce the import, is strongly necessary.

In the Lazio region were recently produced new cultivars of tomatoes named *Bamano*, *Dolce Miele* and *Confettino Rosso*. These cultivars come from several studies made by autochthones farmers. These farmers selected a specific characteristic of common tomatoes and combined them in order to produce new optimal species for the south region of Lazio. In order to valorize these new cultivars is essential a quality assessment of this new products by determining such bioactive compounds (i.e. biogenic amines, antioxidant compounds). For quality assessment is necessary to determinate molecular marker, typical for the sample, that can ascertain the origin of sample (Food Quality) or the good state of storage (Food Security). The aim of this work is to determinate some bioactive compounds, like Vitamin C and phenolic compounds, present in large quantity into commercial tomatoes for evaluate their origin and the determination of biogenic amines, which are quality marker but also depending on the freshness of the products. Phenolic compounds, metabolites of many plants, are found in a ubiquity way in vegetables domain and they are one of the most important group of natural compounds. Abundant in our diet, including fruits, vegetables, olive oil, wine, and tea; they have anti-microbial and anti-carcinogenic effects and above all a high antioxidant activity Their possible effects against cardiovascular diseases and neurodegenerative disorders are recently demonstrated. Tomatoes had a significant antioxidant capacity given by phenolic compound but also by the great quantity of Vitamin C. The L-ascorbic Acid (also known as Vitamin C) is a hydro soluble vitamin, essential for human life. Vitamin C have multiple functions in the organism, is important for the immunity defense, for the collagen synthesis but especially for its antioxidant power. Antioxidant capacity were tested with scavenging of DPPH and ABTS free radicals. Also total phenolic compounds were investigated by the Folin-Ciocalteu reagent. The presence of biogenic amines in different foods can be related to the spoilage as to be considered a marker of food quality. Furthermore, biogenic amines can induce several negative physiological reactions and so the knowledge of their levels in foods is of great importance for consumer's health and for the formulation of diets. The profile and level of 8 biogenic amines were evaluated in this new Lazio tomatoes species by HPLC-FD after dansyl chloride derivatization.

The biogenic amines studied were spermine, spermidine for the endogenous ones and putrescine, cadaverine and B-Phenylethylamine for the esogenous ones. The presence of histamine and tyramine was investigated for the potential risk on human health and the last amine studied was the serotonin. Serotonin plays an important role in the central nervous system by regulating mood, sleep, body temperature, sexuality, and appetite. Serotonin is also involved in many neuropsychiatric disorders, such as migraine and bipolar disorder, then its determination result of particular interest.

In this study of quality assessment such bioactive compound in new tomatoes cultivars, coming from Lazio, were determined. The application of chemometric tools as hierarchical cluster analysis and principal component analysis on the bioactive compounds profiles of the tomatoes samples succeeded in grouping tomatoes on the basis of the different cultivars. Also a mathematical model with high predictive ability for cultivars classification was obtained by linear discriminant analysis.

#### REFERENCES:

- Chiacchierini, E., Restuccia, D., Vinci, G., 2006. *Talanta*, 69 (3), 548-555.
- Preti, R., Rapa, M., Vinci, G., 2017. *Journal of Food Quality*, n° 5329070.
- Silla Santos, M.H., 1996. *International Journal of Food Microbiology*, 29 (2-3), 213-231.

# COCOA PROCESS MARKERS: THE EFFECT OF TEMPERATURE ON POLYPHENOL AND BIOGENIC AMINE PROFILES

Spizzirri U.G.<sup>1,\*</sup>, Campo M.<sup>2</sup>, Ieri F.<sup>2</sup>, Restuccia D.<sup>1</sup>, Romani A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione, Università della Calabria, 87036 Rende (CS), Italia.

<sup>2</sup>Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

Campo M.: [margherita.campo@unifi.it](mailto:margherita.campo@unifi.it)

Ieri F.: [francesca.ieri@unifi.it](mailto:francesca.ieri@unifi.it)

Restuccia D.: [donatella.restuccia@unical.it](mailto:donatella.restuccia@unical.it)

Romani A.: [annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

Spizzirri U.G.: [spizzirri@unical.it](mailto:spizzirri@unical.it) (\*Corresponding Author)

## Abstract

A variety of factors determining cocoa quality are strongly related to the cocoa beans processing, from the opening of the fruit until the end of industrial processes. In particular, qualitative characteristics of the cocoa beans are a consequence of the differences in the farming practices regarding growing, fermenting and drying, with significant differences sometimes found in samples from the same country. In this work processing steps of cocoa beans from Perù (Coviriali) was extensively studied in the polyphenol and biogenic amines (BAs) profiles, investigating the influence of roasting temperatures on the concentration of both classes of active compounds. Cocoa beans and dark chocolates contain substantial amounts of the monomeric flavan-3-ols, catechin and epicatechin as well as oligomeric and polymeric procyanidins. These natural components are associated with the cardiovascular health benefits of cocoa powder and dark chocolate. The HPLC/DAD analysis led to the identification of xanthines (theobromine and caffeine), procyanidins (catechin, epicatechin and other procyanidins), hydroxycinnamic derivatives and flavonols (quercetin derivatives). Roasting is known as a crucial step in technical treatment of cocoa, which leads to flavanol losses and modifications, especially the epimerization of epicatechin to catechin. The ratio epicatechin/catechin as a food quality marker was also evaluated. The potential toxicity of BAs and the possibility of using them as food quality markers is related with the hygienic-sanitary quality of the process and with the freshness of the raw materials and the processed products. This makes analytical determination of this class of compounds quite important under the food quality and safety point of view. This work clearly showed as the exposure to different roasting temperatures strictly influenced the BAs total amount and an increased concentration was recorded with temperature. Moreover, the data displayed that BAs level never represented a possible risk for consumer health, according to the toxicity levels reported in literature and regarded as acceptable. Finally, the correlation between some polyphenols concentration and BAs formation during roasting was also evident as consequence of antioxidant species to avoid amino acid degradation.

**Keywords:** cocoa beans, polyphenols, biogenic amines, roasting temperature.

## Introduction

Cocoa beans undergo technological processes, including fermentation and roasting, which are very important steps in the development of precursors that strongly influence the quality of commercial products. In this contest, a variety of factors determine the quality of cocoa derivatives and the cocoa beans treatment, from the opening of the fruit until the end of industrial processes, plays a crucial role (Spizzirri, 2016). In addition, qualitative characteristics of the cocoa beans are a consequence of differences in the farming practices regarding their growing, fermenting and drying, with significant differences sometimes found in samples from the same country (Bandanaa, 2016).

During fermentation, the action of various microorganisms and enzymes on carbohydrates, proteins, lipids and phenolic compounds usually present in cocoa beans may determine the quality of cocoa-based products. These reactions are responsible for the formation of taste and flavour compounds, reducing, at the same time, the concentration of bioactive components and essential amino acids and contributing in the accumulation of compounds potentially dangerous for consumers, such as biogenic amines (BAs) (Oracz, 2014). Roasting,

essential for the formation of the typical chocolate aroma, is another crucial phase of the cocoa industrial processing, determining the characteristics and composition of the final product.

Polyphenols and xanthines content in cocoa seeds changes during ripening and during the processing phases (Pereira-Caro, 2013). Microbial activity during fermentation and the drying process contribute to settle the amounts of theobromine and caffeine and their relative abundances, polyphenols amounts, in particular of catechin and epicatechin, and the amounts of organic acids, sugars, mannitol, ethanol and alkaloids, thus influencing the quality and the biological properties of the finished product (Camu, 2008). In addition, roasting temperature has been seen to have effects on the flavanols amounts causing losses and structural modifications, particularly epimerisation of both monomers and polymers. At high roasting temperatures, a progressive loss of (-)-epicatechin and (+)-catechin and an increase in (-)-catechin were observed as a result of heat-related epimerization from (-)-epicatechin; also a temperature-related epimerization of procyanidin dimers has been reported (Hurst, 2011; Kothe, 2013). These structural modifications could have negative effects on the biological properties of the product, being (-)-epicatechin the most bioavailable isomer and (-)-catechin the one with the lowest bioavailability. Roasting processes may also cause reduction of the content of hydroxycinnamic compounds, clovamide in particular (Arlorio, 2008), with a possible further reduction of the antioxidant activity.

Although natural polyamines are present in living cells and contribute in promoting many human physiological functions, these species represent a serious health hazard for humans, when present in food in significant amounts or ingested in the presence of potentiating factors, such as amine oxidase-inhibiting drugs, alcohol and gastrointestinal diseases. Then, their attendance in foodstuffs is often undesirable, because often associated to a several of pathological syndromes, such as headaches, respiratory distress, heart palpitations, hypo- or hypertension and several allergenic disorders (Linares, 2016).

Recently, it has been reported that in cocoa beans the amino acid oxidative decarboxylation can be also obtained during food processing suggesting a new chemical, heat-induced formation of BAs (Ormanci, 2017). It follows that, in addition to the amino acid catabolism produced by microorganisms, amino acids can also be chemically degraded as a consequence of thermal treatment of foods (Hidalgo, 2017). It follows that two main reasons can be underlined accounting for the analysis of BAs in foods: first their potential toxicity; second the possibility of using them as food quality markers as their concentration can be related with the hygienic-sanitary quality of the process and with the freshness of the raw materials and the processed products.

In this work processing steps of cocoa beans from Perù (Coviriali) were extensively studied in the polyphenol and BAs profiles, investigating the influence of roasting temperatures on the concentration of both classes of active compounds.

## **Materials and Methods**

### *Polyphenol determination in cocoa beans*

Samples preparation: cocoa beans were crushed in a mortar, then 1.0g of vegetal material was accurately weighed and extracted in 10.0 mL of EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 (pH 3.2 by adding HCOOH) for 24h under stirring. The extracts were filtrated under vacuum and analyzed by HPLC/DAD/MS and HPLC/DAD/FLD.

HPLC/DAD/ESI-MS and HPLC/DAD/FLD analyses: performed using a HP-1100 Liquid Chromatograph with a DAD and a fluorescence detector and a HP-1100 MSD API Electrospray (Agilent Technologies) operating in negative and positive ionization mode. Gas temperature 350°C, flow rate 10.0 L/min, nebulizer pressure 30 psi, quadrupole temperature 30°C and capillary voltage 3500 V, fragmentor 120 eV. A Luna C18 250x4.60 mm, 5 $\mu$  (Phenomenex) column was used operating at 26°C and a multistep linear solvent gradient was applied, starting from 95% H<sub>2</sub>O (pH 3.2 by HCOOH) up to 100% CH<sub>3</sub>CN with a flow rate of 0.8 mL/min over a 63 min period. The identification of compounds was carried out using their retention times, and both spectroscopic and spectrometric data. Quantitation was performed by HPLC/DAD and HPLC/FLD using five-point regression curves with  $r^2 > 0.9998$ . Calibration: xanthines at 280 nm with theobromine; hydroxycinnamic at 330 nm with chlorogenic acid; flavonols at 350 nm with quercetin. Catechin, epicatechin and procyanidins with catechin by FLD (excitation wavelength 280 nm; emission wavelength 315 nm) (Shumow, 2011).

### *BAs extraction and purification*

The extraction of BAs from peeled cocoa beans samples was performed by adding 20 mL of HClO<sub>4</sub> 0.6 M to about 5.0g of crushed sample, in a 50.0 mL test tube. The mixture was homogenized (vortex at 40 Hz for 40

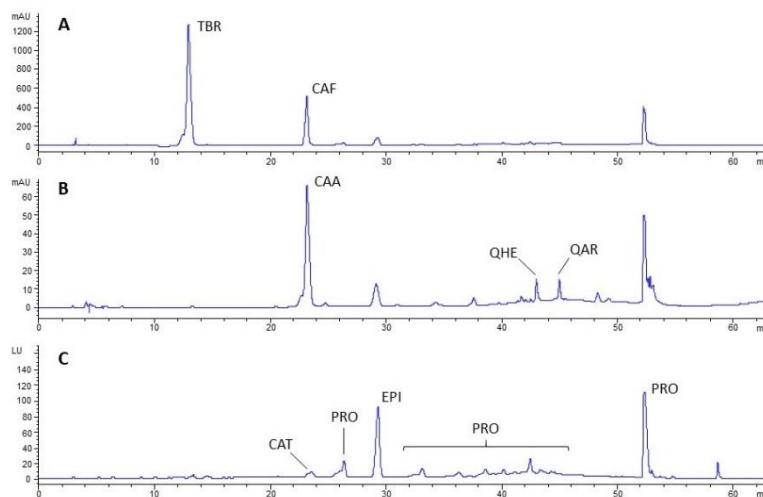


min), centrifuged (10,000 g for 20 min), filtered (syringe filter 0.20  $\mu\text{m}$ ), collected in a plastic vial and purified by SPE on a  $\text{C}_{18}$  sorbent (conditioning: 2.0 mL of  $\text{H}_2\text{O}$  and 2.0 mL (two times) of  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; loading: 5.0 mL of the basified sample; washing: 2.0 mL of  $\text{NH}_4\text{OH}$  at pH 11.0; eluting: 2.0 mL (two times) of  $\text{CH}_3\text{OH}$ ). The eluting solution was dried with nitrogen gas and the residue was redissolved in a plastic test tube with 1.3 mL of extraction solvent. Recovery experiments were performed spiking, before the extraction procedure, unroasted sample with an aliquot of BAs standard mixture. In particular, 5.0g of peeled cocoa beans were spiked with 1.0 mL of a BAs standard solution 25.0 mg/L. Method validation was obtained in terms of linearity, recovery percentages, LODs, LOQs and intra and inter-day repeatability in order to ensure analytical suitability. Dansylation reaction was performed as elsewhere reported (Spizzirri et al., 2016). Liquid chromatography were performed with a Jasco PU-2080 instrument equipped with a Rheodyne 7725 injector with a 20 mL sample loop and a gradient pump (PU-2089 plus, Jasco Inc., Easton, MD, USA). The system was interfaced with an UV detector operating at  $\lambda = 254 \text{ nm}$  (UV-2075, Jasco Inc., Easton, MD, USA). Data were collected and analyzed with an integrator Jasco- Borwin1. A reverse-phase  $\text{C}_{18}$  column (250 mm x 4.6 I.D., 5 mm) (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA) equipped with a  $\text{C}_{18}$  guard-pak (10 mm x 4.6 I.D., 5 mm) were used (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA) for separation of BAs. Two solvent reservoirs containing (A) purified water and (B) acetonitrile were used to separate all the amines with a gradient elution which began with 3 min of isocratic program A-B 50:50 (v/v) reaching after 20 min A-B 10:90 (v/v). Then 3 min of isocratic elution were carried out and 4 min further where necessary to restore again the starting conditions (A-B 50:50, v/v). Flow was kept constant at 1.2 mL/min.

## Results and discussion

### *Effect of roasting on polyphenol concentrations in cocoa beans*

**Figure 1** shows the chromatographic profile of the Coviriali raw bean extract (May 2016), acquired by diode array detector and fluorescence detector. The identified secondary metabolites are reported in the caption.



**Figure 1.** Chromatographic profile of raw bean extract (May 2016): DAD 280 nm (A) and 330 nm (B); FLD ex. 280 nm; em. 315 nm (C). TBR. Theobromine; CAF. Caffeine; CAA. Caffeoyl aspartic acid; QHE. Quercetin hexoside; QAR. Quercetin arabinoside; CAT. Catechin; PRO. Procyanidins; EPI. Epicatechin.

The quali-quantitative results are reported in **Table 1**. Xanthines, theobromine in particular, are the most abundant compounds and their amounts decrease with increasing roasting temperature. In all samples, both catechin and epicatechin are present with a clear predominance of the second one; the highest [epicatechin]/[catechin] ratio was found for the raw sample harvested in June 2016, and the lowest one for the same sample after roasting at 125°C, as expected from previously reported data concerning the epimerization effect of epicatechin to catechin due to roasting process at high temperature (Payne, 2010). Polymeric procyanidins, quantified as catechin equivalents, are the most abundant polyphenols in all samples and their amounts also appear to be negatively influenced by the roasting process. Two flavonolic compounds were found, quercetin hexoside and quercetin arabinoside, in low amounts and not depending on the roasting temperature. The only hydroxycinnamic derivative present in the extracts was caffeoyl aspartic acid (Pereira-Caro, 2013) and it was found in the sample harvested in June. Between the two unroasted

Coviriali samples harvested in May and June 2016, the first one has a minor content of total compounds (11.114 mg/g raw\_May, 17.477 mg/g raw\_June, see **Table 1**); it also shows lower epicatechin/catechin and polyphenols/xanthines ratios, confirming that the ripening process contributes to increase the beneficial qualities of the product. The roasting effect on the sample harvested in June appears evident on total xanthines and total polyphenols contents, but the decreased polyphenols/xanthines ratio seems to suggest that polyphenols abundances are more affected by the roasting process.

**Table 1.** Xanthines and polyphenols content (mg/g vegetal matrix of individual compounds) in Coviriali (Perù) cocoa beans, samples May and June 2016. Raw: unroasted beans; 95: roasted 95°C; 110: roasted 110°C; 125: roasted 125°C.

	Raw_May	Raw_June	95_June	110_June	125_June
<b>Theobromine</b>	7.273	8.490	7.679	8.525	7.139
<b>Caffeine</b>	1.838	3.807	2.180	2.812	1.598
<b>Catechin</b>	0.075	0.204	0.097	0.155	0.136
<b>Epicatechin</b>	0.575	1.976	0.581	1.081	0.727
<b>Procyanidins</b>	1.276	2.466	1.171	1.288	1.013
<b>Quercetin hexoside</b>	0.039	0.046	0.048	0.069	0.049
<b>Quercetin arabinoside</b>	0.038	0.059	0.060	0.086	0.062
<b>Caffeoyl aspartic acid</b>	0.000	0.429	0.637	0.360	0.314
<b>Total compounds</b>	11.114	17.477	12.454	14.374	11.037
<b>Total xanthines</b>	9.111	12.297	9.859	11.336	8.737
<b>Total polyphenols</b>	2.003	5.180	2.595	3.038	2.300
<b>epicatechin/catechin ratio</b>	7.7	9.7	6.0	7.0	5.3
<b>polyphenols/xanthines ratio</b>	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3

#### *Effect of roasting on BAs concentrations in cocoa beans*

During fermentation of cocoa beans, the bacterial decarboxylation of the amino acids plays the main role in the BAs production. In fact, fresh cocoa beans contain proteins that can be hydrolyzed by microorganisms to release free amino acids (Rohsius, 2006). Once free amino acids are released, they can undergo decarboxylase activity by some bacterial enzymes to form amines (Granvogl, 2006). Microbiota evolution during cocoa bean fermentation has been studied extensively, also owing to its importance in the formation of the precursor compounds of the cocoa flavour (Lima, 2011). Decarboxylase activity is favoured by low pH values during fermentation, as a protection mechanism of bacteria against the acid medium (Oracz, 2014). It has been shown that after fermentation, acidic free amino acids decreased, while total free amino acids, as well as hydrophobic free amino acids, increased (Adeyeye, 2010).

In **Table 2** BAs distributions and total amounts in a sample of fermented, not-roasted cocoa bean from Perù (Coviriali) are reported. Quantity of total BAs was 13 mg/kg, not reaching hazardous concentrations. Total BAs concentration detected in this study is in agreement with a recent study by do Carmo Brito (2017), who recorded in fresh cocoa beans the evolution of BAs over a fermentation period of seven days, reaching a maximum level of 39.6 mg/kg at the fourth day of fermentation.

**Table 2.** Biogenic amines content (mg/Kg vegetal matrix) in cocoa beans samples from Perù (Coviriali). Samples June 2016. Raw: unroasted beans; 95: roasted 95°C; 110: roasted 110°C; 125: roasted 125°C.

	Raw_June	95_June	110_June	125_June
<b>PHE</b>	-	-	-	1.3
<b>PUT</b>	2.6	4.0	5.6	7.3
<b>CAD</b>	1.3	1.8	2.0	2.1
<b>HIS</b>	3.1	8.1	10.0	10.3
<b>TYR</b>	-	-	6.7	7.3
<b>SPD</b>	-	-	-	-
<b>SPM</b>	6.0	6.5	6.5	7.3
<b>Total BAs</b>	13.0	20.4	30.8	35.6

(-) means not detected or below limit of quantitation. PHE  $\beta$ -phenylethylamine, PUT putrescine, CAD cadaverine, HIS histamine, TYR tyramine, SPD spermidine, SPM spermine.

Considering BAs profiles, the data obtained in this study showed that BAs present in the sample at higher concentrations were SPM (3.5 mg/kg), HIS (3.1 mg/kg), PUT (2.6 mg/kg) and CAD (1.3 mg/kg), while TYR, SPD and PHE were not detected. The presence of natural polyamines in the fermented cocoa beans is expected, since they are ubiquitous in plants and all living organisms. Guillen-Casla (2012) reported that

TYR, PHE, serotonin and HIS were the main amines in cocoa beans, although also PUT, dopamine and ethanolamine have been also determined (Oracz, 2014). More recently, do Carmo Brito (2017) found different results. Only tryptamine, TYR, SPD and SPM were present during fermentation of fresh cocoa beans, while CAD and PUT were always undetectable, in all the analysed samples. SPD and SPM concentrations increased from the beginning to the end of fermentation, while TYR reached its maximum level at the fourth day of fermentation, decreasing afterward to initial contents. It can be concluded, that the differences recorded for total BAs concentrations are much more evident when considering the profiles of single BAs. Considering that the aminogenesis takes origin from multiple and complex variables representing a predictable situation, usually a direct overlapping of the data from different studies or from different samples of the same study is particularly difficult, if the samples are not produced in the same way. Many parameters regarding either the hygienic conditions of the raw materials or the production process, as well as the preservation techniques influence BAs levels and, in particular, the observed differences in the BAs profile of fresh cocoa beans may be caused by the variable activities of the amino acid decarboxylases, depending on cultivars, region of cultivation, growing conditions, post-harvest processes, fermentation parameters and storage conditions (Restuccia, 2016).

In **Table 2** is also reported the evolution of BAs concentration evaluated at different roasting temperatures (95, 110 and 125°C), displaying significant effects of this parameter on the BAs total amount. The impact of temperature on BAs concentrations during roasting showed a characteristic behaviour and each amine concentration raised after processing, although to a different extent. Once again all the amines exhibited higher quantities at the end of the thermal treatment, mainly HIS (increasing factor 3.3) and PUT (increasing factor 2.8), followed by CAD (increasing factor 1.6) and SPM (increasing factor 1.3). As can be seen in **Table 2**, before roasting, the sample did not contain TYR and PHE both, appearing respectively only after a thermal treatment at 110°C and 125°C, respectively, supporting the idea that PHE is generated mainly by thermal decarboxylation of phenylalanine and not by biochemical reactions (Oracz, 2014). Thermogenic formation of TYR was confirmed in the analysis of roasted green coffee (Rio quality), where this BA, absent in the unroasted sample, were detected after 16 min at 220°C (Oliveira, 2005). Although, with different profiles and distributions, in comparison with Oracz (2014), the data obtained in our study confirmed the influence of the thermal processing on the increase of BAs concentrations in cocoa beans. This effect has been related to the transformation of free amino acids caused by the treatment at high temperature. In fact, it's now well established that the thermal decarboxylation of amino acids can be achieved during the Strecker degradation in the presence of  $\alpha$ -dicarbonyl compounds formed during the Maillard reaction or lipid peroxidation (Hidalgo, 2017). To this regard, studies were carried out with the amino acids asparagine, phenylalanine, and histidine confirming the production, respectively, of the corresponding amines 3-aminopropionamide, PHE and HIS, either in cocoa or in model systems (Hidalgo, 2013). The different situations underlined by the obtained data probably depend on the complexity of the heat-induced formation of BAs. In fact, during roasting, amino acid-derived Strecker aldehydes and amines, are produced simultaneously in food products by parallel pathways through the same key intermediates. These degradations are initiated by a reactive carbonyl compound and the proportion in which both classes of compounds (aldehydes and amines) are produced depends on the carbonyl compound involved and the reaction conditions, including pH, amount of oxygen, time, temperature, as well as the presence of other compounds such as amino acids or antioxidants (Hidalgo, 2017). In particular, additional amino acids play an important role in the preferential formation of either Strecker aldehydes or amino acid-derived amines by amino acid degradation in the presence of reactive carbonyl compounds. In this sense, the formation of PHE and phenylacetaldehyde in mixtures of phenylalanine, a lipid oxidation product, and a second amino acid was studied to determine the role of the second amino acid in the degradation of phenylalanine produced by lipid-derived reactive carbonyls. The presence of the second amino acid usually increased the formation of the amine and reduced the formation of the Strecker aldehyde to a different extent depending on the considered amino acid (Hidalgo, 2017). The reasons for this behaviour are not fully understood, although these results suggested that they seem to be related to the other functional groups present in the side chain of the amino acid.

Finally, the effect of antioxidants on BAs formation during roasting should be also considered. To this regard, the effect of the presence of phenolic compounds on the degradation of the phenylalanine, initiated by lipid-derived carbonyls was studied, to determine the structure-activity relationship of phenolics on the protection of amino compounds against modifications produced by carbonyl compounds (Hidalgo, 2017). The obtained results showed that, among the different phenolic compounds assayed, flavan-3-ols were the most efficient phenolic compounds followed by single *m*-diphenols. The effectiveness of these compounds

was found to be related to their ability to rapidly trap the carbonyl compound, avoiding the reaction between carbonyl compound and amino acid. This implies that the carbonyl-phenol reactions involving lipid-derived reactive carbonyls can be produced more rapidly than carbonyl-amine reactions, supporting the idea that antioxidants can provide a protection of amino compounds during thermal treatments of cocoa beans.

## References

- Adeyeye, E.I., Akinyeye, R.O., Ogunlade, I., Olaofe, O., Boluwade, J.O. (2010). Effect of farm and industrial processing on the amino acid profile of cocoa beans. *Food Chem.*, 118, 357-363.
- Arlorio, M., Locatelli, M., Travaglia, F., Coisson, J.D., Del Grosso, E., Minassi, A., Appendino, G., Martelli, A. (2008). Roasting impact on the contents of clovamide (N-caffeoyl-L-DOPA) and the antioxidant activity of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *Food Chem.* 106. 967–975.
- Bandanaa, J., Egyir, I.S., Asante, I. (2016). Cocoa farming households in Ghana consider organic practices as climate smart and livelihoods enhancer. *Agr. Food Sec.* 5, Article number 29.
- Camu, N., De Winter, T., Addo, S.K., Takrama, J.S., Bernaert, H., De Vuyst, L. (2008). Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. *J. Sci. Food Agric.* 88, 2288–2297.
- Cooper, K.A., Donovan, J.L., Waterhouse, A.L., Williamson, G. (2008). Cocoa and health: a decade of research. *Br. J. Nutr.*, 99, 1-11.
- do Carmo Brito, B.D.N., Campos Chisté, R., da Silva Pena, R., Abreu Gloria, M.B., Santos Lopes, A. (2017). Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chem.*, 228, 484-490.
- Engler, M.B., Engler, M.M. (2006). The emerging role of flavonoid-rich cocoa and chocolate in cardiovascular health and disease. *Nutr. Rev.*, 64, 109-118.
- Granvogl, M., Bagan, S., Schieberle, P. (2006). Formation of amines and aldehydes from parent amino acids during thermal processing of cocoa and model systems: New insights into pathways of the Strecker reaction. *Journal of Agricultural and Food Chem.*, 54, 1730–1739.
- Guillén-Casla, V., Rosales-Conrado, N., León-González, M.E., Pérez-Arribas, L.V., Polo-Díez, L.M. (2012). Determination of serotonin and its precursors in chocolate samples by capillary liquid chromatography with mass spectrometry detection. *J. Chromatogr. A*, 1232, 158-165.
- Hidalgo, F.J., Delgado, R.M., Zamora, R. (2017). Protective effect of phenolic compounds on carbonyl-amine reactions produced by lipid-derived reactive carbonyls. *Food Chem.*, 229, 388–395.
- Hurst, W.J., Krake, S.H., Bergmeier, S.C., Payne, M.J., Miller, K.B., Stuart, D.A. (2011). Impact of fermentation, drying, roasting and Dutch processing on flavan-3-ol stereochemistry in cacao beans and cocoa ingredients. *Chem. Cent. J.*, 5, 53-57.
- Kalač, P. (2014). Health effects and occurrence of dietary polyamines: a review for the period 2005-mid 2013. *Food Chem.*, 161, 27-39.
- Kothe, L., Zimmermann, B.F., Galensa, R. (2013). Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting. *Food Chem.*, 141, 3656-3663.
- Lima, L.J.R., Almeida, M.H., Nout, M.J.R., Zwietering, M.H. (2011). *Theobroma cacao* L., “the food of the gods”: quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of the fermentation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 52,731-761.
- Linares, D.M., Del Rio, B., Redruello, B., Ladero, V., Martín, M.C., Fernandez, M., Ruas-Madiedo, P., Alvarez, M.A. (2016). Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. *Food Chem.*, 197, 658-663.
- Oliveira, S.D., Franca, A. S., Gloria, M.B.A., Borges, M.L.A. (2005). The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. *Food Chem.*, 90, 287–291.
- Oracz, J., Nebesny, E. (2014). Influence of roasting conditions on the biogenic amine content in cocoa beans of different *Theobroma cacao* cultivars. *Food Res. Int.*, 55, 1-10.
- Ormanci, H.B., Arik Colakoglu, F. (2017). Changes in biogenic amines levels of lakerda (Salted Atlantic Bonito) during ripening at different temperatures. *J. Food Process. Preserv.*, 41, Article number 12736.
- Payne, M.J., Hurst, W.J., Miller, K.B., Rank, C., Stuart, D.A. (2010). Impact of fermentation, drying, roasting, and dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 10518-10527.
- Pereira-Caro, G., Borges, G., Nagai, C., Jackson, M.C., Yokota, T., Crozier, A., Ashihara, H. (2013). Profiles of phenolic compounds and purine alkaloids during the development of seeds of *theobroma cacao* cv. trinitario. *J. Agric. Food Chem.*, 61, 427–434.
- Restuccia, D., Spizzirri, U.G., De Luca, M., Parisi, O.I., Picci, N. (2016). Biogenic amines as quality marker in organic and fair-trade cocoa-based products. *Sustainability*, 8, 856-866.
- Rohsius, C., Matissek, R., Lieberei, R. (2006). Free amino acid amounts in raw cocoas from different origins. *Eur. Food Res. Technol.*, 222, 432-438.

Shumow L., Bodor A. (2011). An industry consensus study on an HPLC fluorescence method for the determination of (±)-catechin and (±)-epicatechin in cocoa and chocolate products. *Chemistry Central Journal* 5: 39.

Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Picci, N., Restuccia D. (2016). Application of LC with evaporative light scattering detector for biogenic amines determination in fair trade cocoa-based products. *Food Anal. Method.*, 9, 2200-2209.

## Una finestra sugli integratori alimentari in Italia: sviluppo di un database dedicato

Durazzo A., Camilli E., D'Addezio L., Piccinelli R., Lisciani S., Marletta L., Turrini A., Sette S.

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca CREA - Alimenti e Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178, Roma, Italia. E-mail: [alessandra.durazzo@crea.gov.it](mailto:alessandra.durazzo@crea.gov.it)

### Abstract

Il settore degli integratori alimentari appare vario e in continua crescita: ogni anno, infatti, si affaccia sul mercato uno spettro sempre più ampio di prodotti nuovi e sempre più specifici. Questo si riflette in un rinnovamento dell'offerta da parte delle compagnie farmaceutiche, derivante dall'uso di nuove tecnologie e dall'attuazione di nuove strategie di mercato, e in conseguenti cambiamenti della regolamentazione degli integratori alimentari.

La crescita di questo settore è ispirata dal maggiore interesse da parte del consumatore nel migliorare il proprio benessere psico-fisico e lo stato di salute, spesso per compensare uno stile di vita non propriamente corretto. Diverse sono le implicazioni per la valutazione dell'adeguatezza della dieta, soprattutto riguardo alla tematica dei limiti superiori nell'assunzione giornaliera di alcuni nutrienti; diversi sono fattori che possono influenzare un corretto uso di integratori alimentari, come il genere, l'età, lo stato socio-economico, il livello di istruzione, le abitudini alimentari, l'attività fisica, ecc. Risulta quindi di fondamentale importanza, conoscere la composizione nutrizionale degli integratori alimentari e la relativa documentazione specifica.

Obiettivo di questo studio è lo sviluppo di un database compilativo dedicato a questa tipologia di prodotti, realizzato a partire dalle etichette degli integratori presenti oggi sul mercato italiano.

Oltre alle informazioni nutrizionali, sono stati inseriti i seguenti campi quali: *marca, categoria, distributore, produttore, confezionamento, forma farmaceutica, peso dell'unità, fonte dei dati, osservazioni aggiuntive*. Attualmente, nel database sono stati immessi 400 prodotti, selezionati per dare un'immagine rappresentativa delle principali classi di integratori alimentari disponibili in Italia tra quelli autorizzati dal Ministero della Salute (2017), e sono stati compilati 82 descrittori. A ogni prodotto è stato assegnato un codice, seguendo il sistema di classificazione *FoodEx2, revisione 2*, sviluppato dall'EFSA (EFSA, 2015).

La principale caratteristica di un database dedicato agli integratori alimentari è la sua intrinseca dinamicità collegata ai frequenti cambiamenti nella formulazione degli integratori alimentari presenti sul mercato, con la conseguente necessità di aggiornare il database con regolarità.

In questo modo, il database qui illustrato può rappresentare uno strumento utile in sperimentazioni cliniche/ programmi dietetici personalizzati/ programmi farmacologici.

### Introduzione

Il settore degli integratori alimentari che si affacciano sul mercato ogni anno, appare vario e in continua crescita con uno spettro sempre più ampio di nuovi prodotti molto specifici, con nuove formulazioni e con usi sempre più vasti sia terapeutici che fisiologici e/o nutrizionali.

Questo si riflette in un rinnovamento dell'offerta da parte delle compagnie farmaceutiche, derivante dall'uso di nuove tecnologie e dall'attuazione di nuove strategie di mercato, e in conseguenti cambiamenti della regolamentazione degli integratori alimentari.

La crescita di questo settore è ispirata dal maggiore interesse da parte del consumatore nel migliorare il proprio benessere psico-fisico e lo stato di salute. Oggi, infatti, i consumatori sono sempre più alla ricerca di alternative salutari facili e veloci in termini di alimenti, medicinali e cosmetici e di prodotti che costituiscono una fonte concentrata di specifiche sostanze a base di vitamine, minerali, amino acidi, acidi grassi, fibre, estratti di composti botanici e naturali, ecc. che favoriscano l'assunzione di determinati principi nutritivi e nei cui claims siano dichiarati effetti benefici (Giammarioli, 2014; Bircher et al. 2016).

La conoscenza della composizione degli integratori alimentari e la relativa documentazione specifica nonché le quantità assunte dagli individui risulta di fondamentale importanza per la valutazione dell'adeguatezza

della dieta, considerando l'implicazione riguardo la tematica dei limiti superiori nell'assunzione giornaliera di alcuni nutrienti e conseguentemente la sicurezza d'uso di tali prodotti; inoltre, è da considerare anche la presenza di diversi fattori che possono influenzare un corretto uso degli integratori alimentari (i.e. genere, età, stato socio-economico, livello di istruzione, stili alimentari, attività fisica).

In tal senso, emerge l'importanza della categorizzazione e classificazione degli integratori alimentari, nonché dello sviluppo e implementazione di database particolari basati su specifici dati analitici e compilativi, raccolti attraverso un approccio armonizzato e standardizzato, indispensabili per una corretta valutazione dell'apporto dietetico.

In questo contesto, obiettivo di questo studio è lo sviluppo di un database nutrizionale compilativo riguardante gli integratori alimentari, realizzato a partire dalle etichette degli integratori presenti oggi sul mercato in Italia.

## Materiali e Metodi

Gli integratori alimentari presenti nella Banca Dati Nutrienti utilizzata per l'indagine sui consumi alimentari della popolazione italiana - INRAN-SCAI 2005-06 (Sette et al. 2011) – sono stati alla base per la creazione del database sugli integratori alimentari.

Il database include, oltre a quelle nutrizionali, altre informazioni, quali: *marca, categoria, distributore, produttore, confezionamento, forma farmaceutica, peso dell'unità, fonte dei dati* (Roe et al. 2013); inoltre, nel campo *osservazioni aggiuntive* sono state riportate ulteriori informazioni della composizione in ingredienti del prodotto, come ad esempio, l'elenco e la quantità degli ingredienti di origine vegetale, il contenuto di altre componenti bioattive, la presenza dello stesso prodotto in differenti forme farmaceutiche e/o formulazioni, la presenza di aromi, ecc. Ad ogni prodotto è stato attribuito un codice in base al sistema standardizzato di classificazione FoodEx2, revisione 2, sviluppato dall'EFSA (EFSA, 2015), che facilita il confronto di dati provenienti da diverse fonti.

## Risultati e Discussione

Attualmente, i prodotti immessi nel database sono 400 per fornire un'immagine rappresentativa delle principali classi di integratori alimentari presenti sul mercato italiano in quanto autorizzati dal Ministero della Salute (2017). A ciascun prodotto, è stato assegnato un codice identificativo (EFSA, 2015) e, in totale, sono stati inseriti 82 descrittori. Particolare spazio è stato dato agli integratori/formulazioni a base di erbe mediche e di estratti vegetali, una delle classi emergenti attualmente (Restani, 2018).

In Tabella 1 viene riportata la distribuzione del campione seguendo le classi presenti nel sistema di codifica FoodEx2- Revisione 2.

**Tabella 1**

Nome gruppo	Codice gruppo	Numerosità
<b>Mixed supplements/formulations</b> <i>Integratori/formulazioni miste</i>	A03TC	62
<b>Vitamin only supplements</b> <i>Integratori contenenti esclusivamente vitamine</i>	A03SL	29
<b>Mineral only supplements</b> <i>Integratori contenenti esclusivamente minerali</i>	A03SM	26
<b>Combination of vitamin and mineral only supplements</b> <i>Integratori contenenti esclusivamente vitamine e minerali</i>	A03SN	48
<b>Bee-produced formulations</b> <i>Integratori a base di prodotti delle api</i>	A03SQ	4

<b>Fiber</b> <i>Integratori a base di fibra</i>	<b>supplements</b>	A03SR	7
<b>Herbal formulations and plant extracts</b> <i>Formulazioni a base erbe medicinali e estratti vegetali</i>		A03SS	142
<b>Algae based formulations (e.g. Spirulina, chlorella)</b> <i>Integratori a base di alghe (i.e. Spirulina, chlorella)</i>		A03ST	10
<b>Probiotic or prebiotic formulations</b> <i>Formulazioni a base di probiotici o prebiotici</i>		A0F3Y	7
<b>Formulations containing special fatty acids (e.g. Omega-3, essential fatty acids)</b> <i>Formulazioni contenenti specifici acidi grassi (i.e. Omega-3, acidi grassi essenziali)</i>		A03SX	15
<b>Protein and amino acids supplements</b> <i>Integratori a base di proteine e amino acidi</i>		A03SY	10
<b>Coenzyme Q10 formulations</b> <i>Formulazioni contenenti Coenzima Q10</i>		A03SZ	5
<b>Enzyme-based</b> <i>Formulazioni a base di enzimi</i>	<b>formulations</b>	A03TA	1
<b>Yeast based formulations</b> <i>Formulazioni a base di lieviti</i>		A03TB	4
<b>Other common supplements</b> <i>Altri integratori comuni</i>		A03SV	10
<b>Protein and protein components for sports people</b> <i>Proteine e componenti proteici per sportivi</i>		A03SA	3
<b>Micronutrient supplement for sports people</b> <i>Integratori contenenti micronutrienti per sportivi</i>		A03SB	6
<b>Carnitine or creatine-based supplement for sports people</b> <i>Integratori a base di carnitina o creatinina per sportivi</i>		A03SC	7
<b>Nutritionally complete</b> <i>Formule nutrizionalmente complete</i>	<b>formulae</b>	A03SE	2
<b>Non-food matrices</b> <i>Matrici non-alimentari</i>		A0BYQ	2

Analizzando i dati presenti in questo database, si evidenzia come gli integratori alimentari siano oggi disponibili in molte formulazioni diverse, tra cui: compresse (masticabili, rivestite con film, a rilascio prolungato, effervescenti, orodispersibili), capsule (gastroresistenti, a rilascio prolungato), opercoli, gel morbidi, caramelle gommose, polveri, liquidi, anche in relazione a tecnologie di produzione innovative.

Considerando il focus sugli ingredienti botanici, alcuni esempi di maggiore importanza sono: ginkgo biloba, rosa canina, anice stellato, tamarindo, aloe, rabarbaro, acacia, tarassaco, astragalo, psillio, basilico santo, salvia; questi si presentano come estratti liquidi e tinture, o liofilizzati. Oltre alle classiche erbe mediche appena citate, sono anche presenti alimenti con componenti funzionali come carciofo, aglio, ananas, riso rosso fermentato, ribes nero, il cui uso è diventato frequente.

Tra i gruppi di integratori alimentari classificati secondo FoodEx2, il gruppo “Other Common Supplements” (*Altri integratori comuni*) comprende formulazioni contenenti, quale ingrediente principale, composti come acido alfa lipoico, beta glucani, lattoferrina, ecc.; allo stesso modo diversi prodotti appartenenti al gruppo “Mixed supplements/formulations” (*Integratori/formulazioni miste*) presentano tra gli ingredienti molecole bioattive, come rutina, quercetina, coenzima Q10.



La principale caratteristica di un database dedicato agli integratori alimentari è la sua intrinseca dinamicità collegata ai frequenti cambiamenti nella formulazione degli integratori alimentari, con la conseguente necessità di monitorare il mercato e aggiornare il database con regolarità sia inserendo nuove formulazioni che ampliando il numero dei descrittori.

In questo modo, il database qui illustrato può rappresentare uno strumento utile per definire quali prodotti potrebbero essere utilizzati in diversi contesti, quali, ad esempio sperimentazioni cliniche/programmi dietetici personalizzati/ programmi farmacologici, ma anche per ampliare le banche dati di composizione ai fini della stima dell'assunzione giornaliera di nutrienti (Sette et al. 2011).

## Reference

Bircher, J.; Hahn, E.G. Understanding the nature of health: New perspectives for medicine and public health. Improved wellbeing at lower costs. *F1000 Res.* **2016**, *5*,167.

European Food Safety Authority. Classification and description system FoodEx2 (revision 2). EFSA supporting publication **2015**: EN-804. 90 pp.

Restani, P. Food Supplements Containing Botanicals: Benefits, Side Effects and Regulatory Aspects. The Scientific Inheritance of the EU Project PlantLIBRA. Food Science & Nutrition, Springer, 2018.

Giammarioli, S. Indagini sui consumi degli integratori alimentari in Italia. Presented at SANIT – XI Edizione, Integratori alimentari: attualità e prospettive future, Roma, Italy, Dicembre **2014**.

Ministero della Salute. 2017. Registro integratori aggiornato al 30/11/2017. [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?id=3668&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=registri](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?id=3668&area=Alimenti%20particolari%20e%20integratori&menu=registri)

Roe, M.A.; Bell, S.; Oseredczuk, M.; Christensen, T.; Westenbrink, S.; Pakkala, H.; Presser, K.; Finglas, P.M. Updated food composition database for nutrient intake. EFSA supporting publication **2013**:EN-355, 21 pp.

Sette S.; Le Donne C.; Piccinelli R.; Arcella D.; Turrini A.; Leclercq C. on behalf of the INRAN-SCAI 2005-06 Study group (2011): The third Italian National Food Consumption Survey, INRAN-SCAI 2005e06 e Part 1: Nutrient intakes in Italy *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, **2011**; *21*:922-932 doi:10.1016/j.numecd.2010.03.001.

## Filiera della canapa industriale (*Cannabis sativa L.*): sfide e nuove opportunità

Ciano S. \*, Rapa M., Musarra M., D'Ascenzo F., Vinci G.  
Dipartimento di Management, Facoltà di Economia, Sapienza Università di Roma  
via del Castro Laurenziano 9, 00161 Roma  
[\\*salvatore.ciano@uniroma1.it](mailto:*salvatore.ciano@uniroma1.it)

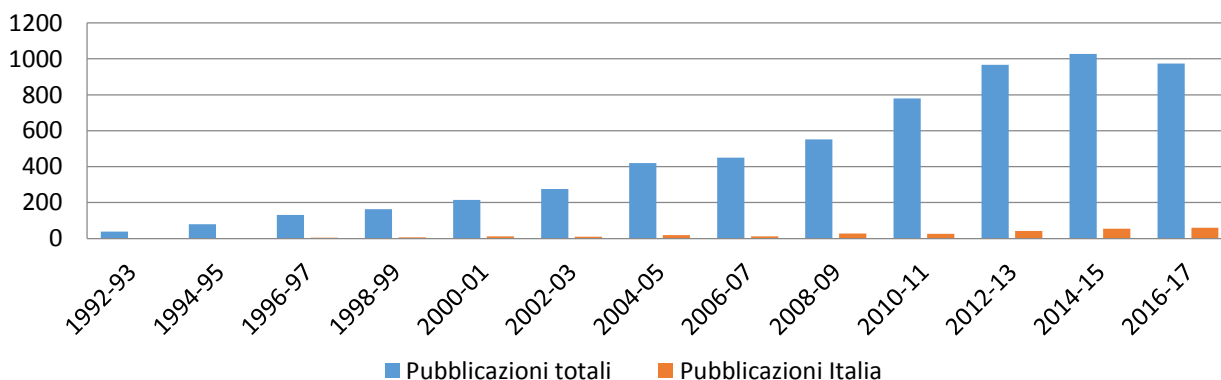
### Abstract

La *Cannabis Sativa* è una pianta utilizzata in maniera sempre maggiore in diverse filiere del mercato: agro-alimentare, tessile, edile, cosmetico e della chimica verde, sostituendo prodotti "classici" con nuovi prodotti più performanti dal punto di vista ambientale e tecnologico. La "canapa industriale" ha un contenuto in tetraidriocannabinolo (THC) inferiore allo 0,2%, che ne permette la coltivazione e la commercializzazione in Europa (Reg. CE n.1673/2000 e Reg. CE n.73/2009). Ampiamente coltivata in Italia e nel mondo fino alla metà del secolo scorso, principalmente per ottenerne prodotti da impiegare nell'industria tessile, motivazioni economiche e politiche (Legge 22/12/1975 n.685) ne hanno segnato il declino. Oggi comunque questa coltura sta conoscendo un nuovo periodo di espansione per le caratteristiche e i molteplici usi che la rendono particolarmente vicina ai principi della *green economy*. In Europa la superficie coltivata ha raggiunto il valore di circa 25.000 ha nel 2016, in crescita del 37% rispetto al 2014. Il ritorno della canapicoltura sta avvenendo su basi completamente diverse rispetto al passato, quando l'unico prodotto vendibile era la fibra lunga, per la creazione di tessuti e cordami, ottenuta attraverso procedimenti che richiedevano enormi impieghi di manodopera. Oggi, dal punto di vista delle possibilità d'impiego, la canapa presenta caratteristiche di versatilità che rendono questa materia prima utilizzabile in molti settori per le sue proprietà: produzione di carta (la canapa ha una resa in polpa per ettaro 4 volte superiore rispetto al legno, oltre a richiedere 1/7 del quantitativo di solventi chimici), industria chimica, industria alimentare (attraverso l'impiego di olio e farine ricavate dai semi della canapa) e produzione di energia pulita. Inoltre è importante ricordare la capacità fitodepuratrice della canapa (già sfruttata nel nostro Paese per il recupero dell'area industriale di Porto Marghera nel Veneziano). Le radici fittonanti riescono a raggiungere profondità maggiori rispetto ad altre piante a rapido accrescimento, inoltre gli inquinanti vengono accumulati in foglie e semi, permettendo un utilizzo sicuro della fibra. Dunque la canapa, pur essendo una coltura tradizionale, ben si presta a molteplici utilizzazioni innovative, che la identificano come una delle colture erbacee più promettenti nello scenario agricolo internazionale. Il presente lavoro ha l'obiettivo di analizzare il mercato e le potenzialità di crescita della canapa nei differenti settori, tenendo in considerazione anche le iniziative finalizzate a promuovere e sostenere, sul territorio, un modello di sviluppo diffuso fondato sulla valorizzazione delle risorse presenti a livello locale e, quindi, sull'integrazione delle diverse attività economiche potenzialmente interessate all'impiego della canapa.

### 1. Introduzione

Storicamente presente sul territorio nazionale per la produzione di fibra lunga, per la creazione di tessuti e cordami, la canapa industriale si sta mostrando promettente in diversi settori di utilizzo. L'interesse della comunità scientifica nell'ultimo quarto di secolo (Figura 1) rispecchia la curiosità crescente per questa coltura, capace di coniugare innovazione e sostenibilità ambientale. La canapa è un genere di pianta a metabolismo C3, dicotiledone, appartenente alla famiglia delle *cannabaceae* (Tang, K., 2017). Comprende tre specie principali: *Cannabis Sativa*, *Cannabis Indica* e *Cannabis Ruderalis*. È una specie annuale, con radice fittonante e fusto eretto, più o meno ramificato, robusto, dapprima pieno poi cavo, alto fino a 4 metri. È una specie dioica, anche se il lavoro di miglioramento genetico ha portato all'ottenimento di varietà monoiche. Il frutto, commestibile, è un achenio, e il peso 1.000 semi è pari a 20-22 grammi (Amaducci, S., 2010). La canapa è originaria delle regioni a nord e a sud dell'Himalaya (Amaducci, S., 2015). La sua utilizzazione risale al neolitico e la Cina è il Paese in cui è coltivata da più lungo tempo. L'introduzione in Europa risale probabilmente al secondo millennio a.C. In Italia è segnalata già dal I secolo a.C., ma è solo nel Medioevo che trova una certa diffusione, specialmente nella Pianura Padana. Dalla fine dell'ottocento l'Italia è stata il secondo produttore mondiale di canapa, seconda solo alla Russia, su una produzione mondiale annua media di circa 550.000 tonnellate, e il maggiore esportatore con circa 47.400 tonnellate (Peglion, V., 1919). A partire dalla fine della seconda guerra mondiale il mercato della canapa subì una forte contrazione, anche a causa della popolarità crescente del cotone. Nel 1975 in Italia la legge n 685 ne

proibisce definitivamente la coltivazione a causa di una sostanza psicotropa, il tetraidrocannabinolo (THC), contenuto nelle infiorescenze e conseguentemente sono scomparse dal territorio tutte le varietà. Vi erano anche difficoltà di meccanizzazione delle operazioni di raccolta, di macerazione e prima lavorazione e necessità di molta manodopera.

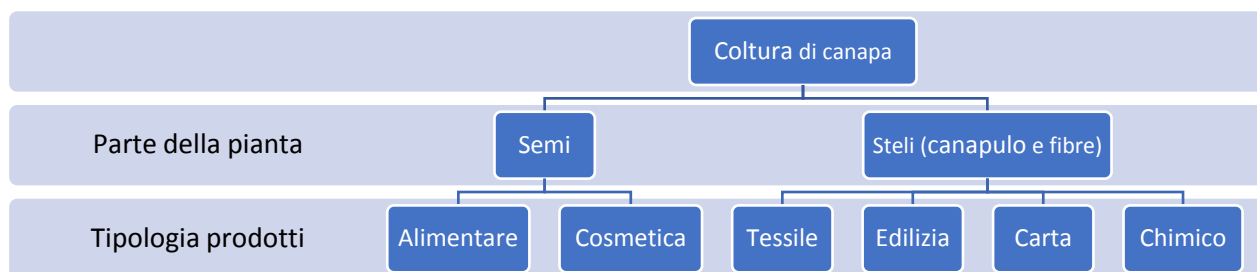


**Figura 1: Pubblicazioni riguardanti la canapa. Fonte: Scopus (2017)**

La riscoperta della canapa è avvenuta in Europa all'inizio degli anni '90; in Italia è strettamente correlata alla Circolare del Ministero delle Politiche Agricole (Direzione Generale delle Politiche Agricole ed Agroindustriali Nazionali) del 2 dicembre 1997, in cui vengono definite le modalità da seguire da parte degli agricoltori interessati, onde prevenire confusione con le coltivazioni da droga. Solamente alcune varietà di *Cannabis Sativa* sono ammesse alla coltivazione nell'ambito dell'Unione Europea: sono elencate nell'allegato XII art. 7bis par. 1 del Reg. CE 2860/2000 che viene costantemente aggiornato. Queste varietà hanno un contenuto di THC nelle infiorescenze inferiore allo 0,2%. Delle varietà attualmente ammesse nell'ambito dell'Unione Europea, solo poche sono quelle effettivamente reperibili sul mercato ed inoltre l'introduzione sul mercato sementiero italiano di varietà provenienti da Paesi stranieri, selezionate in condizioni climatiche molto diverse da quelle mediterranee, necessita di una attenta valutazione per evitare la diffusione di materiale scarsamente produttivo e non idoneo per specifici ambienti di coltivazione (Tang, K., 2016). Seguendo l'evoluzione della normativa in materia, l'ultimo passaggio è l'incentivo alla coltivazione della canapa, in quanto coltura polivalente. In Italia la Legge del 2 dicembre 2016, n. 242, dispone la promozione della coltivazione e della filiera agroindustriale della canapa "quale coltura in grado di contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale in agricoltura, alla riduzione del consumo dei suoli e della desertificazione e alla perdita di biodiversità, nonché come coltura da impiegare quale possibile sostituto di colture eccedentarie e come coltura da rotazione"; questa coltura è inoltre stata ammessa a ricevere i pagamenti della PAC (Regolamento PAC 1307/2013).

## 2. Settori di applicazione della canapa

Attualmente la canapa ben si presta a tutta una serie di utilizzazioni innovative e, grazie a questa versatilità, pur essendo una coltura tradizionale, può essere identificata come una delle colture erbacee più promettenti nello scenario agricolo nazionale. Le possibilità di integrazione economica sono, potenzialmente, innumerevoli e possono coinvolgere imprese operanti in numerosi settori (Figura 2) (Zanetti, F., 2013). Infatti, in aggiunta all'uso tradizionale della fibra nell'industria tessile, si stanno oggi prospettando nuovi scenari come quello dell'utilizzo nella bioedilizia (Pennacchio, R., 2017), nell'industria chimica, nell'industria alimentare (attraverso l'impiego di olio e farine ricavate dai semi) e nella produzione di energia pulita (Finnman, J., 2013).



**Figura 2: Settori di impiego della canapa industriale.**

### Settore Tessile

L'impiego più antico dei prodotti delle colture di canapa è quello delle fibre per tessuti tecnici e commerciali. Nonostante il declino dovuto alla concorrenza di altre fibre vegetali (cotone) e sintetiche, le fibre che compongono la pianta posseggono ottime proprietà di resistenza, schermatura di raggi UV e campi elettrostatici, oltre ad essere termoisolanti, traspiranti e anallergici (Amaducci, S., 2010, Da Costa, C.R., 2014). La produzione tessile ha notevoli potenzialità, promettendo prodotti di qualità superiore con un ridotto impatto ambientale rispetto ai filati in cotone (Tabella 1). Il problema reale è convertire quelli che sono gli attuali sistemi produttivi, per ottenere prodotti con durabilità maggiore, che richiedono meno risorse e dimezzano il consumo di suolo (Carus, M., 2016).

**Tabella 1: Confronto coltivazione canapa e cotone. Fonte: EHIA (2016)**

	<b>Canapa industriale</b>	<b>Cotone</b>
<b>Acqua x 1Kg di fibra</b>	300-500 Litri	10.000 Litri
<b>Durabilità</b>	Durabilità 3-4 volte superiore	Nessuna proprietà antibatterica
<b>Consumo di suolo</b>	Produzione doppia per acro	
<b>Richiesta pesticidi</b>	Nessuna richiesta	25% dei pesticidi mondiali
<b>Biodiversità</b>	Ottima coltura di rotazione	Monocoltura Intensiva

### Settore della bioedilizia

Gli edifici utilizzano circa il 40% delle risorse, il 25% dell'acqua e il 40% dell'energia globali (Ingrao, C., 2015). In un contesto di sviluppo sostenibile la bioedilizia può fornire un contributo concreto alla salvaguardia delle risorse del pianeta. I prodotti ottenuti dalla prima lavorazione degli steli di canapa adeguatamente lavorati con acqua, calce o terra cruda forniscono ottimi materiali in funzione della salubrità delle abitazioni, effettiva tutela dell'ambiente e rapporto qualità/prezzo (Zampori, L., 2013, Ip, K., 2012). Il settore della bioedilizia è quello che ha ricevuto le maggiori attenzioni da parte della comunità scientifica negli ultimi anni. Partendo dalla pianta di canapa è possibile ottenere calcestruzzi e pannelli isolanti e coibentanti a ridotto impatto ambientale e buone specifiche tecniche. I lavorati ottenuti da fibra e canapuli della pianta vengono utilizzati per le caratteristiche peculiari che la struttura delle fibre conferisce al prodotto, in particolar modo in riferimento all'umidità ambientale: la microstruttura dei materiali assorbe l'umidità in eccesso e la rilascia in caso di clima troppo secco, migliorando la salubrità delle abitazioni (Maalouf, C., 2018, Benitha Sandrine, U., 2015).

### Green chemistry

In vari ambiti della chimica verde i prodotti della canapa possono portare un contributo alla sostenibilità ambientale (Liu, S., 2017). Particolarmente rilevante è il contributo che i prodotti della canapa possono apportare al settore energetico (e dei biocombustibili), quello della produzione della carta e al biorisanamento (Da Silva Vieira, R., 2010, Chandra, R., 2017, Sepp, M., 2013). In tutti questi settori però ci si trova ancora in una fase di studio: i prodotti della canapa hanno mostrato buone performance di prodotto ed ambientali, ma sono necessarie riforme strutturali agli impianti industriali per convertirli alle nuove produzioni. In particolar modo per la produzione di carta: la canapa ha mostrato una resa in ettaro 4 volte

superiore rispetto al legno ed un impiego di solventi chimici pari ad 1/7, ma la lavorazione non completamente industrializzata (standardizzata per la carta da polpa di legno) ne rende ancora non conveniente una produzione su larga scala. La capacità fitodepuratrice della canapa è stata testata in alcuni siti (tra cui l'area industriale di Porto Marghera nel Veneziano), sono stati effettuati diversi studi sull'influenza che diversi tipi di inquinanti possono apportare alla crescita della pianta, ma grossi impianti di biorisanamento ancora devono essere avviati. Lo stesso dicasi per le coltivazioni energetiche, in cui la biomassa viene sfruttata per la produzione di energia: in rotazione con le colture cerealicole la canapa apporta benefici al terreno e alle successive colture, oltre ad avere una resa superiore ad altre colture adoperate per la produzione di biomassa, ma non esistono ancora produzioni su larga scala (Zegada-Lizarazu, W., 2011).

### Settore Alimentare

Nel settore alimentare, in Italia, i semi della *Cannabis Sativa* vengono considerati edibili dalla Circolare del Ministero della Salute del 22/05/2009. Stanno riscuotendo un notevole interesse da parte di consumatori e comunità scientifica per il loro elevato valore nutritivo. Il profilo nutrizionale dei semi di canapa (Tabella 2) permette di indicarli facilmente tra i cosiddetti "superfood". Delle caratteristiche nutrizionali è importante sottolineare:

- il considerevole contenuto di acidi grassi polinsaturi ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6), in particolare linoleico ed  $\alpha$ -linolenico nel rapporto 3:1 (Teh, S., 2013), ottimale per l'alimentazione umana, coinvolti nel funzionamento di muscoli, recettori nervosi e ghiandole dell'organismo umano;
- l'elevato contenuto di proteine (circa il 31%), in particolare rappresentate da edestina, una proteina ad alto valore biologico (Callaway, J.C., 2004), che contiene tutti gli otto aminoacidi essenziali (leucina, isoleucina, fenilalanina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina);
- il buon contenuto in vitamine (tiamina e niacina), sali minerali (calcio, potassio e magnesio) e sostanze ad azione antiossidante (Callaway, J.C., 2004);
- il considerevole contenuto di fibra che aiuta a preservare la naturale regolarità dell'intestino oltre a favorire il senso di sazietà (Callaway, J.C., 2004, LARN, 2014).

**Tabella 2: Valori nutrizionali canapa alimentare. Fonte: USDA.**

<b>Valori nutrizionali per 100g di semi di canapa</b>			
<b>Acqua</b>	4.96 g	<b>Carboidrati</b>	8.67 g
<b>Kcal</b>	553	<b>di cui zuccheri</b>	1.50 g
<b>Proteine</b>	31.56 g	<b>Fibre</b>	4.00 g
<b>di cui a.a. essenziali</b>	12.65 g	<b>Niacina</b>	9.20 mg
<b>Grassi</b>	48.75 g	<b>Tiamina</b>	1.28 mg
<b>di cui saturi</b>	4.60 g	<b>Indice glicemico</b>	35
		<b>Colesterolo</b>	0.00 g

Questa materia prima può essere consumata tal quale, oppure utilizzata per ottenere diversi prodotti di derivazione quali olio, farina e derivati, birra, miele, tisane e decotti. Dal momento che non contiene glutine, la farina di canapa può essere impiegata, nelle dovute proporzioni, per la produzione di alimenti con caratteristiche funzionali adatte ai celiaci (Korus, J., 2017). La farina di canapa (per motivazioni tecnologiche) può essere miscelata alla farina di grano fino ad un massimo del 20% sulla totalità del prodotto finale. La presenza della farina di canapa all'interno degli impasti può incrementare il contenuto di proteine ad elevato valore biologico del 35%, contribuendo al contempo ad una diminuzione del contenuto complessivo di carboidrati (Pojic, M., 2015). Vengono quindi ottenuti prodotti indicati in diete che necessitano di un supplemento proteico o a basso indice glicemico. Inoltre, nonostante gli effetti sulla salute umana legati al consumo di canapa sotto forma dei suoi derivati siano stati ancora poco investigati, la

letteratura scientifica riporta alcuni effetti positivi sia nella riduzione della pressione arteriosa, sia nella riduzione del rapporto tra colesterolo totale e colesterolo HDL (Matthaus, B., 2008).

### 3. Aspetti ambientali della canapa

Una caratteristica importante della canapa industriale è quella di poter essere coltivata in diverse condizioni pedo-climatiche, mostrando una grande capacità di adattamento, e permettendo produzioni agricole anche in territori altrimenti difficilmente sfruttabili (Amaducci, S., 2010). Ha modeste necessità idriche che ne consentono la crescita nel territorio Italiano anche a regime non irriguo (Amaducci, S., 2015). La canapa industriale è inoltre una coltura con un elevato tasso di crescita, producendo quindi una grande quantità di biomassa in un breve lasso di tempo (circa 3-4 mesi) e consumando una grande quantità di CO<sub>2</sub>. L'elevata densità di ombra creata elimina velocemente la maggior parte, se non tutte, le erbe infestanti. Le radici penetrano in profondità nel terreno, areando il suolo in maniera naturale. E' una coltura in grado di aumentare il grado di biodiversità del territorio e si profila come ottima coltura di rotazione (in alternanza a produzioni cerealicole) (Zegada-Lizarazu, W., 2011, Bambach, M.R., 2017).

### 4. Mercato dei prodotti della canapa

La promozione della filiera della canapa a livello normativo, le numerose possibili applicazioni industriali ed una accresciuta sensibilità del consumatore per le tematiche di sostenibilità stanno fungendo da volano per quello che è il mercato della canapa industriale. La European International Hemp Association (EHIA) si occupa di raccogliere le principali associazioni del settore, pianificare la crescita industriale e monitorare il mercato. Quello che ne risulta è un mercato giovane, ma in forte espansione. Nel 2014 le coltivazioni di canapa industriale europee hanno interessato una superficie totale di 18.300 ha mentre nel 2016 sono stati raggiunti valori di 25.000 ha (Carus, M., 2016). A livello mondiale i maggiori produttori sono Cina, Canada ed Europa. Particolarmente rilevante è la continua crescita del mercato della produzione di semi: il Canada risulta il maggiore produttore, con una superficie coltivata superiore ai 36.000 ettari nel 2015 e con previsioni di superare i 60.000 nel 2018 (+ 60% in 3 anni). In Europa la produzione di semi di canapa è passata dalle 6.000 tonnellate del 2010 alle 11.500 tonnellate nel 2013, segnando un aumento maggiore del 90%. Nonostante questo incremento la produzione interna è riuscita a coprire solo il 53% della domanda, ad evidenziare le ulteriori potenzialità di crescita del mercato (Carus, M., 2016). Nell'utilizzo dei semi ha registrato un trend positivo soprattutto il settore alimentare, passando dal 16% della produzione totale europea destinata all'alimentazione umana del 2010 al 43% del 2013 (Figura 3).

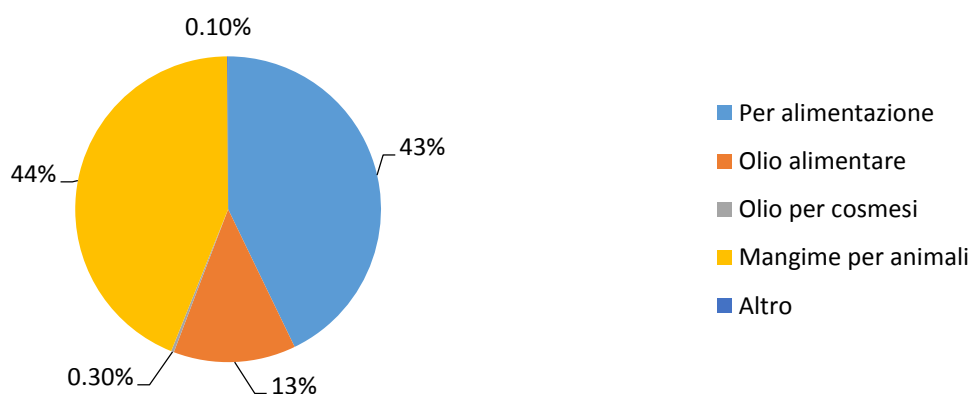


Figura 3: Produzione europea di semi di canapa per settore (%). Fonte: EIHA 2016.

### 5. Conclusioni e prospettive

La canapa si sta quindi affermando come coltura polivalente, con prodotti che coinvolgono diversi settori industriali. Molto interessante è la crescita del mercato dei prodotti alimentari. Ad una relativa semplicità di conversione dei sistemi agricoli si è subito riscontrata una risposta positiva da parte dei consumatori, in particolar modo in Nord America e in Europa, dove è stato registrato il picco massimo di crescita di prodotti alimentari a base di canapa. Questo successo è da ricercarsi nella capacità dei prodotti a base di canapa di unire ottime proprietà nutrizionali al fatto di essere “naturalmente biologici”, non richiedendo l'utilizzo di pesticidi e tecniche agricole intensive per la coltivazione e nelle proprietà nutrizionali presenti in tali

prodotti. Con una previsione di crescita previsto nel periodo 2016-2020, del 20,3% (CAGR), il mercato globale della canapa industriale rappresenta quindi una opportunità di sviluppo soprattutto per le comunità rurali. In particolar modo la sfida è aperta al settore alimentare nel quale ottime possibilità di sviluppo economico possono essere associate ad una riduzione dell'impatto ambientale agricolo.

## **Bibliografia**

- Amaducci, S., & Gusovius, H.-J. (2010). Hemp - Cultivation, Extraction and Processing. *Industrial Applications of Natural Fibres*, 109–134.
- Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F. H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G., & Cosentino, S. L. (2015). Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, 68, 2–16.
- Bambach, M. R. (2017). Compression strength of natural fibre composite plates and sections of flax, jute and hemp. *Thin-Walled Structures*, 119(November 2016), 103–113.
- Benitha Sandrine, U., Isabelle, V., Ton Hoang, M., & Maalouf, C. (2015). Influence of chemical modification on hemp-starch concrete. *Construction and Building Materials*, 81, 208–215.
- CAGR, compound annual growth rate, Global Hemp-based foods market 2016-2020, Technavio.
- Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: an overview. *Euphytica*, 140, 65-72.
- Carus, M., Karst, S., & Kauffmann, A. (2016). The European Hemp Industry : Cultivation , processing and applications for fibres , shivs and seeds. *Eiha*, 2003(March), 1–9.
- Chandra, R., & Kumar, V. (2017). Phytoextraction of heavy metals by potential native plants and their microscopic observation of root growing on stabilised distillery sludge as a prospective tool for in situ phytoremediation of industrial waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(3), 2605–2619.
- Circolare del Ministero della Salute del 22/05/2009 – Direzione Generale della Sicurezza degli alimenti e della Nutrizione – produzione e commercializzazione di prodotti a base di semi di canapa per l'utilizzo nei settori dell'alimentazione umana.
- Circolare del MIPAF n.734, 02/12/1997 – Disposizioni relative alla coltivazione della Cannabis Sativa L.(canapa da "tiglio").
- Da Costa, C. R., Ratti, A., & Del Curto, B. (2014). Product development using vegetable fibers. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 9(3), 237–244.
- Da Silva Vieira, R., Canaveira, P., Da Simões, A., & Domingos, T. (2010). Industrial hemp or eucalyptus paper?: An environmental comparison using life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(4), 368–375.
- Finnan, J., Styles, D., (2013). Hemp: A more sustainable annaul energy crop for climate and energy policy. *Energy Policy*, 58, 152-162.
- Ingrao, C., Lo Giudice, A., Bacenetti, J., Tricase, C., Dotelli, G., Fiala, M., ... Mbohwa, C. (2015). Energy and environmental assessment of industrial hemp for building applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 29–42.
- Ip, K., & Miller, A. (2012). Life cycle greenhouse gas emissions of hemp-lime wall constructions in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 69, 1–9.
- Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., Juszcak, L. (2017). Hemp (Cannabis sativa subsp. Sativa) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *Food Science and Technology*, 84, 143-150.
- LARN (2014), Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana, IV Revisione, SICS.
- Legge 22/12/1975 n.685. Disciplina degli stupefacenti e sostanze psicotrope. Prevenzione, cura e riabilitazione dei relativi stati di tossicodipendenza.
- Legge 02/12/2016 n.242. Norme per il sostegno e la promozione della coltivazione e della filiera della canapa (Cannabis sativa L.).
- Liu, S., Ge, L., Gao, S., Zhuang, L., Zhu, Z., & Wang, H. (2017). Activated carbon derived from bio-waste hemp hurd and retted hemp hurd for CO<sub>2</sub>adsorption. *Composites Communications*, 5(July), 27–30.
- Maalouf, C., Ingrao, C., Scrucca, F., Moussa, T., Bourdot, A., Tricase, C., ... Asdrubali, F. (2018). An energy and carbon footprint assessment upon the usage of hemp-lime concrete and recycled-PET façades for office facilities in France and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1640–1653.
- Matthaus, B., Bruhl, L. (2008). Virgin hemp seed oil: an interesting niche product. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 655-61.
- Peglion, V.( 1919). *Le nostre piante industriali, Canapa, Lino, Bietola da zucchero, Tabacco ecc.*
- Pennacchio, R., Savio, L., Bosia, D., Thiebat, F., Piccablotto, G., Patrucco, A., Fantucci, S. (2017).Fitness: sheep-wool and hemp sustainable insulation panels. *Energy Procedia* 111, 287-297.
- Pojic, M., Hadnadev, T., Hadnadev, M., Rakita, S., Brlek, T. (2015). Bread supplementation with hemp seed cake: a by-product of hemp oil processing. *Journal of Food Quality*, 38, 431-40.
- Regolamento (CE) n. 2860/2000 della Commissione, del 27 dicembre 2000, che modifica il regolamento (CE) n. 2316/1999 della Commissione.

- Sepp, M., Laine, A., & Rintala, J. (2013). Screening of novel plants for biogas production in northern conditions. *Bioresource Technology*, *139*, 355–362.
- Tang, K., Struik, P. C., Amaducci, S., Stomph, T.-J., & Yin, X. (2017). Hemp (*Cannabis sativa* L.) leaf photosynthesis in relation to nitrogen content and temperature: implications for hemp as a bio-economically sustainable crop. *GCB Bioenergy*, *9*(10), 1573–1587.
- Tang, K., Struik, P. C., Yin, X., Thouminot, C., Bjelková, M., Stramkale, V., & Amaducci, S. (2016). Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. *Industrial Crops and Products*, *87*, 33–44.
- Teh, S., Birch, J. (2013). Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, *30*, 26-31.
- Zampori, L., Dotelli, G., & Vernelli, V. (2013). Life cycle assessment of hemp cultivation and use of hemp-based thermal insulator materials in buildings. *Environmental Science and Technology*, *47*(13), 7413–7420.
- Zanetti, F., Monti, A., Berti, M. (2013). Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: a review. *Journal of industrial Crops and Products*, *50*, 580-95.
- Zegada-Lizarazu, W., & Monti, A. (2011). Energy crops in rotation. A review. *Biomass and Bioenergy*, *35*(1), 12–25.



## **TRADITION AND TERRITORY: THE STREET FOOD AS A TOOL FOR PROMOTING AND ENHANCING TOURISM**

**Lo Giudice A.**, Department of Quality and Operations Management - University of Johannesburg, email [agatalogiudice@libero.it](mailto:agatalogiudice@libero.it)

**Alfiero S.**, Department of Management - University of Turin, email [simona.alfiero@unito.it](mailto:simona.alfiero@unito.it)

**Bonadonna A.**, Department of Management & Research Centre on Natural Risks in Mountain and Hilly Environments- University of Turin, email [alessandro.bonadonna@unito.it](mailto:alessandro.bonadonna@unito.it)

**Cane M.**, Department of Management - University of Turin, email [massimo.cane@unito.it](mailto:massimo.cane@unito.it)

Today's stakeholders are now tending towards the use of models of consumption that are orientated to the satisfaction of material and immaterial needs, due to the modern economic innovations. Moreover, more attention has been paid to new and different ways of food marketing, aimed at reducing the gap between consumers and producers, with a special focus on the link to the territory.

In line with the FAO definition, Street food is "*ready-to-eat foods and beverages prepared and/or sold by vendors or hawkers, especially in the streets and other similar places*". About 2.5 billion people around the world consume street food every day, thanks to its low cost and easy availability. Moreover, Street food has an elevated socioeconomic value and many benefits i.e. preserving culture and food heritage, stimulating tourism and enhancing the link with the related territory. Indeed, street food attracts the tourist in search of cuisine culture and different flavours and contributes to the enhancement of a country's tourism. However, the street food phenomenon also evidences not only the risk of a loss of territorial identity and impoverishment of the food variety offered, but also a decline in the quality of food also from the food safety point of view. Our study aims at drawing the readers' attention to the street food phenomenon in Italy to avoid the current tendency towards the loss of flavour in typical street food and their Italian identity.

### **TRADIZIONE E TERRITORIO: LO STREET FOOD QUALE STRUMENTO PER LA PROMOZIONE E LO SVILUPPO DEL TURISMO**

L'attuale innovazione economica e culturale sta portando tutte le parti interessate a modelli di consumo orientati alla soddisfazione delle esigenze materiali e immateriali. Allo stesso tempo, è cresciuta l'attenzione nei confronti di nuovi e diversi modi di commercializzare gli alimenti, volti a ridurre la distanza tra produttori e consumatori, enfatizzando il collegamento con il territorio.

Secondo la FAO, lo Street Food può essere definito come "alimenti e bevande pronti per il consumo, preparati e/o venduti da professionisti o commercianti, soprattutto nelle strade e in altri luoghi simili". Circa 2,5 miliardi di persone in tutto il mondo consumano "cibo di strada" ogni giorno, grazie al basso costo, alla facile reperibilità e alla convenienza. Inoltre, esso possiede un elevato valore socio-economico, consentendo ad esempio la preservazione della cultura e del patrimonio alimentare di un luogo, stimolando il turismo e rafforzando il legame con il territorio. Lo Street Food, infatti, attira turisti alla ricerca della cultura gastronomica locale e relativi sapori, contribuendo al potenziamento del settore turistico di un paese.

Allo stesso tempo, lo street food in alcuni casi è caratterizzato da una perdita di identità territoriale e di impoverimento della diversificazione delle preparazioni e altresì di un calo dei livelli qualitativi dal punto di vista igienico-sanitario.

In questo contesto, il presente lavoro mira a richiamare l'attenzione dei lettori sul fenomeno dello Street Food in Italia al fine di evidenziarne gli aspetti fondamentali che possono da una parte contribuire a contrastare il generale fenomeno dell'appiattimento dei sapori e la conseguente perdita di identità territoriale e dall'altra a valorizzare il turismo, la tradizione e il territorio.

A tal fine vengono qui riportati i risultati preliminari derivanti dall'elaborazione di un questionario appositamente redatto dagli autori e somministrato a due realtà imprenditoriali del settore scelte in base ad appositi parametri quali: tempo trascorso di attività nel settore; tipologia del prodotto offerto; luogo di preparazione e somministrazione del servizio.

#### **Introduzione**

Nell'ultimo decennio, il settore alimentare ha conosciuto una costante crescita in termini di competitività anche alimentata dai continui e rapidi cambiamenti dello stile di vita e delle abitudini dei consumatori: il

crescente interesse per lo street food è un esempio di come tali cambiamenti possano modificare comportamenti e diete alimentari.

In accordo con la FAO, lo street food può essere definito come “cibo e bevande pronti da consumare preparate e vendute da venditori e ambulanti principalmente in strada o in luoghi simili” (FAO, 1997). L’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), invece, fornisce una classificazione del cibo anche sulla base del luogo di preparazione. Tale suddivisione identifica il cibo come “preparato in botteghe e laboratori tradizionali”, “preparato in casa”, “preparato nei mercati” e “preparato sulla strada” (WHO, 2010). Di fatto, quando si parla di cibo di strada, si fa riferimento a tutti quei cibi pronti per un consumo veloce e immediato, in piedi, seduti o anche mentre si sta passeggiando. Sono generalmente alimenti monoporzione e si differenziano rispetto ai piatti serviti da un ristorante perché sono preparati e venduti dai venditori ambulanti che possono essere fissi in un luogo pubblico, oppure mobili e reperibili solo in particolari occasioni quali sagre, festival o concerti.

Lo Street food è caratterizzato da un elevato valore sociale ed economico (FAO, 2009; Tinker, 1999; Simopoulos and Bhat, 2000) e può essere considerato un utile strumento per: 1) preservare il patrimonio culturale e sociale (Long-Solís, 2007; Steyn et al., 2014; Alves da Silva et al., 2014); 2) stimolare e valorizzare il turismo (Steyn e Labadarios, 2011; Privitera, 2015); 3) offrire nuove opportunità di imprenditorialità e di reddito nei Paesi in via di sviluppo (FAO, 2009).

Un altro aspetto che, in tempi di *food insecurity* risulta essere di non secondaria importanza, è l’apporto alimentare: il contributo del cibo da strada in termini di calorie e di principi nutrizionali, di dieta alimentare è determinante, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo (FAO, 1997; Blair, 1999; Steyn et al., 2014; Khairuzzaman et al., 2014; Sezgin and Sanlier, 2016).

Lo street food è caratterizzato da alcune caratteristiche condivise a livello globale. Viene, infatti, definito come: 1) *onnipresente*: si calcola, infatti, che 2.5 miliardi di persone consumino street food ogni giorno in qualsiasi parte del mondo grazie ai suoi bassi costi e convenienza (Fellows and Hilmi, 2012); 2) *vitale*: è un fenomeno in continua evoluzione e rappresenta una occasione di attività imprenditoriale a basso capitale iniziale; 3) *accessibile*: è per sua natura veloce, pratico e relativamente economico; 4) *sostenibile*: è rappresentato spesso da cibi preparati con ingredienti freschi e locali.

Anche in Europa non è difficile imbattersi in tale servizio ristorativo. Gli esempi di consumo di cibo da strada sono molteplici, grazie soprattutto all’aumento della pratica del fast food (cibo veloce): si pensi, ad esempio, al fenomeno delle catene distributive di cibo pronte all’uso come FEBO in Amsterdam o al panino con il Lampredotto o la milza venduti nei centri storici e nelle aree mercatali in diverse città italiane come Firenze e Palermo. Tale fenomeno è in continua evoluzione (Basinski, 2014) e lega abitudini e tradizioni locali con territori lontani: si pensi alla diffusione del kebab in Italia nel corso degli ultimi 10 anni, esempio tipico di street food mediterraneo.

#### *Street food e sicurezza igienico-sanitaria*

Nonostante gli aspetti positivi sopra evidenziati, spesso lo street food è considerato dalle autorità pubbliche e da buona parte della popolazione come un potenziale portatore di rischi per la salute, legati all’elevato rischio di contaminazione da polveri, smog, insetti, e dalla disattenzione che caratterizza taluni venditori che nella preparazione utilizzano strumenti non conformi alla disciplina vigente.

A livello globale, l’OMS ha indicato le cinque regole per un cibo sicuro dal punto di vista igienico sanitario e cioè “*tenere pulito*”, “*separare gli alimenti crudi e cotti*”, “*cuocere bene*”, “*conservare gli alimenti a temperature sicure*” e “*usare acqua e materie prime sicure*” (WHO, 2006) per il settore del cibo di strada (WHO, 2010). Queste 5 chiavi possono essere utili poiché metodi e luogo di preparazione non sempre rispettano anche le più elementari regole relative alla tutela igienico-sanitaria

Numerosi studi nel settore Street Food (Azanza et al., 2000; Omemu and Aderoju, 2008; Thakur et al., 2013; Adjrah et al., 2013; Liu et al., 2014; De Souza et al., 2015; Sabbithi et al., 2017) hanno evidenziato le mancanze summenzionate relative alla scarsa attenzione nei confronti delle norme igienico-sanitarie: spesso, infatti, vi è la tendenza a sottovalutarle nella fase di preparazione delle materie prime e di predisposizione degli strumenti e delle attrezzature anche in relazione all’igiene personale e, in alcuni casi, la scarsità di controlli e di sanzioni alimentano tale comportamento non corretto. Various alternatives have been proposed to meet these market requests, as indicated e.g. in the papers by Yahiro et al., 2013; Martin, 2014; Mukhola, 2014; Newman and Burnett, 2013; De Cassia Vieira Cardoso et al., 2014; Cortese et al., 2016.

Il problema igienico sanitario sembra essere meno comune in Paesi industrializzati contraddistinti dall’introduzione del sistema HACCP attraverso normative restrittive e puntuali. Tuttavia il problema, anche

se saltuario, sembra essere presente anche in Italia. Spesso infatti chioschi e furgoni sono posizionati in luoghi particolarmente frequentati per intercettare il maggior numero di clienti, in particolar modo i punti di maggior traffico stradale, aumentando il rischio di contaminazione da inquinamento atmosferico. Altrettanto frequentemente, i siti scelti per la preparazione e la somministrazione dei cibi sono privi di acqua potabile, di allaccio alla corrente elettrica e di strutture per smaltire i rifiuti, oltre alla mancanza di servizi igienici. Il rispetto dei requisiti igienici che passa anche attraverso l'equipaggiamento e l'accesso ai servizi fondamentali può anche essere considerato un utile strumento per il successo commerciale, come dimostrato dallo studio di Alfiero et al. (2017) in riferimento al food truck service nella città metropolitana di Torino.

### *Street food in Italia*

Fino a una decina di anni fa il fenomeno dello street food era descritto come foodservice caratterizzato da una forte valenza locale, con le grandi città del nord Italia che lo individuavano nei furgoncini agli angoli delle strade a soddisfare l'esigenza alimentare dei nottambuli o dei frequentatori di eventi. Nel centro-sud Italia, invece, lo street food era indicato come parte integrante del tessuto sociale e culturale del territorio: sono infatti numerosi gli esempi di prodotti della tradizione culinaria locale che possono o, addirittura, devono essere consumati per strada, dal lampredotto fiorentino al pani ca' Meusa palermitano, dalle olive ascolane ai rustici salentini.

In tempi recenti, in particolare tra il 2015 e il 2016, il fenomeno italiano del cibo di strada ha registrato (secondo uno studio della Coldiretti) una crescita record del + 13%, con più di 2.200 imprese coinvolte nella preparazione degli alimenti destinati al consumo immediato tra i banchi dei mercati o tramite food trucks. Nello stesso periodo, due italiani su tre hanno consumato cibo da strada. In particolare sono stati preferiti: nell'81% dei casi il cibo tradizionale locale; nel 13% dei casi la cucina internazionale; nel 6% dei casi il cibo etnico. Allo stesso tempo, il summenzionato studio ha evidenziato una perdita di identità territoriale e di impoverimento della diversificazione delle preparazioni e, in alcuni casi, un calo dei livelli qualitativi dal punto di vista igienico-sanitario (Coldiretti, 2016). Le motivazioni alla base del successo del nuovo fenomeno di street food anche in Italia sembrano essere la continua ricerca da parte del consumatore di cibi caratterizzati da elevata qualità degli ingredienti e il contestuale cambiamento dei ritmi di vita che tendono ad essere frenetici, con il tempo della pausa pranzo e la disponibilità economica ridotte.

In tale contesto, il presente lavoro mira a verificare le principali caratteristiche del fenomeno dello Street Food in Italia al fine di evidenziare eventuali differenze di approccio al servizio food in due diverse aree geografiche.

### **Materiali e metodi**

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, gli autori hanno scelto di utilizzare il metodo dei casi multipli, identificando innanzitutto gli operatori da analizzare al fine di sottolineare le relative differenze nello sviluppo del servizio e successivamente confrontare le caratteristiche evidenziate all'interno del gruppo di studio (Baxter e Jack, 2008). Inoltre, tale metodo risulta utile per comprendere meglio le dinamiche presenti in un singolo contesto (Eisenhardt, 1989). I casi studio offrono approfondimenti che potrebbero non essere realizzabili con altri approcci (Rowley, 2002).

Si è proceduto alla individuazione di due operatori di mercato che si sono inseriti nel business dello street food in Italia, in tempi recenti. I due operatori prescelti sono stati individuati sulla base di diversi parametri.

Il primo riguarda il tempo trascorso di attività nel mercato dello street food, giudicando utile un periodo che non fosse inferiore a 18 mesi e superiore a 24 mesi. Tale lasso di tempo è stato giudicato essenziale per permettere la selezione di operatori, da un lato, con poca esperienza nel comparto "street food", dall'altro, la cui attività potesse essere giudicata profittevole in un breve periodo di tempo dal suo avvio.

Il secondo parametro per la scelta riguarda il tipo di prodotto offerto: in questo caso l'orientamento è stato quello di individuare due operatori che avessero la stessa categoria merceologica di prodotto come ingrediente principale della propria offerta gastronomica e che integrassero nella loro filosofia il concetto di tradizione e di territorio.

Il terzo parametro essenziale per l'indagine riguarda il luogo in cui avviene il servizio di preparazione e somministrazione che doveva essere caratterizzato da diversi aspetti. Il primo riguarda la localizzazione territoriale partendo dal presupposto che vi siano differenze concettuali tra nord e sud Italia. Il secondo coinvolge gli aspetti relativi al turismo e pertanto l'ubicazione dei locali di somministrazione doveva essere interessata da un flusso adeguato di turisti senza tuttavia snaturare la territorialità del servizio. Per tali ragioni sono stati esclusi dalla selezione i food truck, peraltro la categoria di operatori più popolata nel servizio di

cibo di strada, poiché non avendo un unico luogo di somministrazione non avrebbero assolto alla necessità di un'ubicazione territoriale ben definita. I due casi studio selezionati per la ricerca sono stati analizzati utilizzando varie fonti (Eisenhardt, 1989), incluse le fonti disponibili online (sito web aziendale, relazioni ecc.)

La combinazione dei diversi parametri di selezione utilizzati hanno portato all'individuazione di due operatori la cui attività è situata nei pressi di due mercati caratterizzati da un flusso turistico in città non necessariamente riconosciute come tali, se confrontate con le capitali italiane del turismo i.e. Roma, Venezia e Firenze. I mercati in questione sono il mercato del pesce di Catania e il mercato di Porta Palazzo di Torino. La categoria merceologica prescelta è quella dei prodotti ittici poiché entrambi i mercati sono stati interessati negli ultimi 24 mesi da due iniziative imprenditoriali orientate allo street food che si sono rivelate un vero e proprio successo commerciale. L'attività torinese è La Pescheria di Beppe Gallina, l'iniziativa catanese è lo Scirocco Sicilian Fish Lab di Marco Timpanaro.

Al fine di raccogliere le informazioni volute, è stata proposta una intervista semistrutturata in linea con Alvesson (2003) tenutasi il 12 ottobre 2017 nel caso di Gallina, il 10 novembre 2017 nel caso di Marco Timpanaro. Le interviste sono durate rispettivamente 48'27" e 1h17'23". Le interviste miravano a raccogliere tutte le informazioni relative all'attività aziendale (Pitrone, 1984; Fideli e Marradi, 1996). Tutte le interviste sono state effettuate sul posto, dove una visita alla ditta ha preceduto l'intervista. Gli autori hanno quindi analizzato i risultati dell'intervista individualmente per non influenzarsi a vicenda (Atkinson e Shaffir, 1998). Infine, sono stati confrontati i risultati dell'analisi effettuata da ciascun autore e gli elementi fondamentali identificati.

L'intervista è stata strutturata in tre parti. La prima è stata dedicata alla descrizione dell'azienda e al background familiare, alla Filosofia aziendale e al suo core business, agli aspetti manageriali e organizzativi, al differente approccio nell'integrare il concetto di innovazione e di tradizione nella filosofia aziendale.

La seconda parte è stata dedicata inizialmente alla valutazione generale del significato di street food con l'indicazione dei punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce; successivamente ad una valutazione personale con indicazione di eventuali relazioni con il proprio business, con i concetti di innovazione e tradizione, in relazione alla diversa interpretazione tra nord e sud Italia e nella propria città. Infine è stato chiesto se lo street food possa essere considerato un driver per il turismo locale.

La terza ed ultima parte è stata dedicata alla raccolta di informazioni relative alla personale offerta di cibi di strada, in particolare il numero di prodotti offerti, la loro descrizione e il loro prezzo. È stato chiesto di valutare l'attinenza tra la propria attività di street food e alcune parole chiave (Tradizionale, Innovativo, Necessario, Alla moda, Efficace, Turistico, Parte del contesto in cui si trova, Soddisfa una richiesta di mercato) con Scala Likert da 1 a 5. Infine, l'interesse si è focalizzato sulla relazione tra propria offerta street food e turismo, contesto cittadino, stagionalità, concorrenza, ubicazione e contaminazione culturale. Al fine di raggiungere l'obiettivo prefissato, questo paper è stato focalizzato sugli output dedicati alle eventuali differenze di approccio al servizio di street food in due diverse aree geografiche italiane.

## Risultati

Al fine di confrontare i due operatori selezionati, si è deciso di adottare il modello di analisi del business (Zott et al., 2011; Baden-Fuller and Mangematin, 2013) denominato "*business model Canvas*" (Osterwalder, 2004; Osterwalder and Pigneur, 2010; Osterwalder et al., 2014) che permette, attraverso l'individuazione di sette dimensioni, di evidenziare le principali peculiarità dell'attività aziendale.

La tabella 1 sintetizza i risultati ottenuti.

**Tabella 1.** Sintesi dei risultati preliminari dell'indagine

	<b>La Pescheria di Beppe Gallina</b>	<b>Scirocco Sicilian Fish Lab CT</b>
<b>Canali</b> Il blocco dei <i>Canali</i> descrive come l'azienda raggiunge un determinato segmento di clientela per presentargli e fornirgli la sua proposta di valore.	Segnalazione nelle guide turistiche ed enogastronomiche Sito web Utilizzo social network Situato ai margini del mercato di porta palazzo Passaparola	Utilizzo social network Sito web Segnalazione nelle guide turistiche ed enogastronomiche Situato all'interno del mercato del pesce, vicino al porto (turismo crocieristico), di passaggio Passaparola
<b>Relazioni con i Clienti</b> Il blocco delle <i>Relazioni con i Clienti</i>	Fidelizzazione dei clienti già acquisiti	Partnership con attività ricettive locali

<p>descrive il tipo di relazione che l'azienda stabilisce con i diversi segmenti di clienti. Si intendono le modalità attraverso le quali l'impresa: acquisisce clienti; fidelizza i clienti già acquisiti; aumenta le vendite.</p>	<p>Elevata reputazione sul territorio (maestro del gusto/slow food)</p>	<p>Localizzazione del punto vendita in zona altamente turistica Attività promozionale</p>
<p><b>Segmenti di Clientela</b> Il blocco dei <i>Segmenti di Clientela</i> descrive i differenti gruppi di persone e/o organizzazioni ai quali l'azienda si rivolge.</p>	<p>Frequentatori del mercato Turisti (soprattutto nei mesi estivi)</p>	<p>Turisti</p>
<p><b>Attività Chiave</b> Il blocco delle <i>Attività Chiave</i> descrive le attività strategiche che <i>devono</i> essere compiute per creare e sostenere le proposte di valore, raggiungere i clienti, mantenere le relazioni con loro e generare ricavi.</p>	<p>Vendita materia prima Modalità di somministrazione (ristorazione in una pescheria/take away/street food)</p>	<p>Modalità di somministrazione (Street Food)</p>
<p><b>Partner Chiave</b> Il blocco dei <i>Partner Chiave</i> definisce la rete di fornitori e partner necessari al funzionamento del modello di business aziendale.</p>	<p>Fornitori diretti consolidati (ad es. pescatori liguri)  Personale consolidato e fidato  Partnership con chef stellati e organizzazione di eventi</p>	<p>Consulenze per definizione del business e per determinazione della proposta gastronomica  Fornitori diretti (mercato del pesce)  Fornitori del packaging  Fornitori bevande</p>
<p><b>Risorse Chiave</b> Il blocco delle Risorse Chiave racchiude gli asset strategici di cui un'azienda deve disporre per dare vita e sostenere il proprio modello di business.</p>	<p>Patrimonio familiare Materie prime di elevata qualità (prodotti ittici) Localizzazione del punto vendita Istinto imprenditoriale</p>	<p>Patrimonio familiare Materie prime di elevata qualità (prodotti ittici) Localizzazione del punto vendita Competenze e formazione imprenditoriale Formazione del personale (conoscenza lingua straniera e capacità relazionale per front office e esperienze pregresse per cuochi)</p>
<p><b>Proposte di Valore</b> La <i>Proposta di Valore</i> indica il pacchetto di prodotti e servizi che rappresenta un valore per uno specifico segmento di clienti.</p>	<p>Proposta di valore duplice: - vendita diretta di una materia prima; - attività di ristorazione a Km 0</p>	<p>Proposta di valore: - attività di ristorazione a Km 0</p>

## Conclusioni

Il presente lavoro, pur rappresentando la prima fase di uno studio maggiormente strutturato ed approfondito, mette in luce come il rapporto stretto con il territorio, in termini di acquisizione ed impiego della materia prima, nonché l'ubicazione dell'attività rappresentino sicuramente due fattori in grado di garantire il raggiungimento del successo aziendale nonostante i due operatori selezionati si trovino ad agire in un contesto caratterizzato da tradizioni e da una propensione allo street food profondamente diversa. Da evidenziare, inoltre, come il target di clientela di riferimento differisca sensibilmente, in un caso il flusso turistico rappresenta la quasi totalità della clientela, mentre nell'altro i clienti sono parte del tessuto sociale locale.

## Riferimenti

Adjrah, Y., Soncy, K., Anani, K., Blewussi, K., Karou, D.S., Ameyapoh, Y., de Souza, C. and Gbeassor, M. (2013), "Socio-economic profile of street food vendors and microbiological quality of ready-to-eat salads in Lomé", *International Food Research Journal*, 20(1), pp. 65-70.

- Alfiero S., Lo Giudice A., Bonadonna A. (2017), Street Food and Innovation: the Food Truck Phenomenon, *British Food Journal*, 119(11), pp. 2462-2476.
- Alves da Silva, S., Cardoso, R.D.C.V., Góes, J.T.W., Santos, J.N., Ramos, F.P., Bispo de Jesus, R., Sabá do Vale, R. and Teles da Silva, P.S. (2014), "Street food on the coast of Salvador, Bahia, Brazil: A study from the socioeconomic and food safety perspectives", *Food Control*, Vol. 40 No 1, pp. 78-84.
- Alvesson M.; (2003); Methodology for close up studies - struggling with closeness and closure; *High Educ*, 46, 167-193. Available online <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1024716513774> [Accessed November 3rd, 2017].
- Azanza, M.P.V., Gatchalian, C.F., Ortega, M.P (2000), "Food safety knowledge and practices of street food vendors in a Philippines university campus", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51(4), pp. 235-246.
- Baden-Fuller C., Mangematin V., 2013, "Business Models: a challenging agenda", *Strategic Organization*, Vol. 11, n. 4, pp. 418-427.
- Basinski, S. (2014), "Hot dogs, Hipsters, and Xenophobia: Immigrant Street Food Vendors in New York", *Social Research: An International Quarterly*, Vol. 81 No. 2, pp. 397-408.
- Baxter P.; Jack S.; (2008); Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers; *The Qualitative Report*; 13; 544-559. Available online. <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol13/iss4/2> [accessed on March 4th, 2016]
- Blair, D. (1999), "Street food vending and nutritional impact", *Agriculture and Human Values*, Vol.16 No. 3, pp. 321-323.
- Cortese, R.D.M., Veiros, M.B., Feldman, C., and Cavalli, S.B. (2016), "Food safety and hygiene practices of vendors during the chain of street food production in Florianopolis, Brazil: A cross-sectional study", *Food Control*, 62, pp. 178-186.
- De Cassia Vieira Cardoso, R., Dos Santos, S.M.C. and Silva, E.O. (2014), "Street food and intervention: Strategies and proposals for the developing world", *Street Food: Culture, Economy, Health and Governance*, Routledge: London, pp. 255-268.
- De Souza, G.C., Dos Santos, C.T.B., Andrade, A.A. and Alves, L. (2015), "Street food: Analysis of hygienic and sanitary conditions of food handlers", *Ciencia e Saude Coletiva*, Vol. 20 No. 8: 2329-2338.
- Eisenhardt K. M.; (1989); Building Theories from Case Study Research; *Acad Manage Rev*; 14; 532-550. Available online <http://www.jstor.org/stable/258557>
- FAO (1997), "Street foods", available at <http://www.fao.org/fcit/food-processing/street-foods/en/>(accessed 07 November 2017)
- FAO (2009), "Good hygienic practices in the preparation and sale of street food in Africa", available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/a0740e/a0740e00.pdf>(accessed 07 November 2017)
- Fellows, P. and Hilmi, M. (2012), "Selling street and snack foods". FAO, available at <http://www.fao.org/docrep/015/i2474e/i2474e00.pdf> (accessed 17 November 2017)
- Fideli R.; Marradi A.; 1996; Intervista (Interview); In *Enciclopedia delle Scienze Sociali*; Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma (Italy); 71-82.
- Khairuzzaman Md., Chowdhury F.M., Zaman S., Mamun A.A., Bari Md.L. (2014), "Food safety challenges towards safe, healthy, and nutritious street foods in Bangladesh", *International Journal of Food Science*, pp. 1-9
- Liu, Z., Zhang, G. and Zhang, X. (2014), "Urban street foods in Shijiazhuang city, China: Current status, safety practices and risk mitigating strategies", *Food Control*, Vol. 41 No. 1, pp. 212-218.
- Long-Solís, J. (2007), "A survey of street foods in Mexico city", *Food and Foodways*, Vol. 15 No. 3-4, pp. 213-236.
- Martin, N. (2014), "Food fight! Immigrant Street Vendors, Gourmet Food Trucks and the Differential Valuation of Creative Producers in Chicago", *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 38 No. 5, pp. 1867-1883.
- Mukhola, M. S. (2014), "Street-food vending: Training directed at better food handling and associated environmental issues", *Anthropologist*, Vol. 17 No. 1, 251-258.
- Newman, L.L. and Burnett, K. (2013), "Street food and vibrant urban spaces: lessons from Portland, Oregon", *Local Environment*, Vol. 18 No. 2, pp. 233-248.
- Omemu, A.M. and Aderoju, S.T. (2008), "Food safety knowledge and practices of street vendors in the city of Abeokuta, Nigeria", *Food Control*, Vol. 19 No. 4, pp. 396-402.
- Osterwalder A., Pigneur Y., *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, Wiley, New Jersey 2010.
- Osterwalder A., *The Business Model Ontology – A Proposition in a Design Science Approach*, Lausanne 2004.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2014). *Value proposition design: How to create products and services customers want*. John Wiley & Sons.
- Pitrone M. C.; 1984; Il Sondaggio; Franco Angeli Editore, Milano (Italy).
- Privitera, D. (2015), "Street food as form of expression and socio-cultural differentiation". In *12th PASCAL International Observatory Conference – Catania*, available at <http://conference.pascalobservatory.org/> (accessed 07 November 2017)
- Rowley J.; (2002); Using case studies in research; *Management Research News*; 25; 16-27. <http://dx.doi.org/10.1108/01409170210782990>

Sabbithi, A., Reddi, S.G.D.N.L., Naveen Kumar, R., Bhaskar, V., Subba Rao, G.M., and Rao V, S. (2017), "Identifying critical risk practices among street food handlers", *British Food Journal*, 119(2), pp. 390-400.

Sezgin, A.C. and Sanlier, N. (2016), "Street food consumption in terms of the food safety and health", *Journal of Human Science*, Vol. 13 No. 3, pp. 4072-4083.

Simopoulos, A.P. and Bhat, R.V. (2000), *Street Foods*, Karger Medical and Scientific Publishers, Basel.

Steyn, N.P. and Labadarios, D. (2011), "Street foods and fast foods: How much do South Africans of different ethnic groups consume?", *Ethnicity and Disease*. Vol. 21 No. 4, pp. 462-466.

Steyn, N.P., Mchiza, Z., Hill, J., Davids, Y.D., Venter, I., Hinrichsen, E., Opperman, M., Rumbelow, J. and Jacobs, P. (2014), "Nutritional contribution of street foods to the diet of people in developing countries: a systematic review", *Public Health Nutrition*, Vol. 17 No. 6, pp. 1363-1374.

Cassia Vieira, Cardoso, Companion, Marras. Street food Culture, Economy, Health and Governance, 2014.

Thakur, C.P., Mehra, R., Narula, C., Mahapatra, S. and Kalita, T.J. (2013), "Food safety and hygiene practices among street food vendors in Delhi, India", *International Journal of Current research*, Vol. 5 No. 11, pp. 3531-3534.

WHO (2010), "Basic steps to improve safety of street-vended food", available at [http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/No\\_03\\_StreetFood\\_Jun10\\_en.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_03_StreetFood_Jun10_en.pdf) (accessed 30 December 2016)

Yahiro, K., Toi, S. and Nagashima, Y. (2013), "The impact of street food stalls on the local economy and conditions for their sustainable management", *Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University*, Vol. 73 No. 1, pp. 1-11.

Zott C., Amit R., Massa L. (2011), "The Business Model: Theoretical Roots, Recent Development, and Future Research", *Journal of Management*, 37(4), pp. 1019-1042.

# Quality between territory, tradition and innovation: an analysis on PDO-PGI amendments. The case of cheeses<sup>1</sup>

Quiñones-Ruiz X<sup>a</sup>., Penker M<sup>b</sup>., Belletti G<sup>c</sup>., Marescotti M<sup>d</sup>., Forster H<sup>e</sup>., Scaramuzzi S<sup>f</sup>., Broscha K<sup>g</sup>.

<sup>a</sup>University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria

[xiomara.fernanda.quinones-ruiz@boku.ac.at](mailto:xiomara.fernanda.quinones-ruiz@boku.ac.at)

<sup>b</sup>University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria

[marianne.penker@boku.ac.at](mailto:marianne.penker@boku.ac.at)

<sup>c</sup>Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze,

[giovanni.belletti@unifi.it](mailto:giovanni.belletti@unifi.it)

<sup>d</sup>Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze,

[andrea.marescotti@unifi.it](mailto:andrea.marescotti@unifi.it)

<sup>e</sup>University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria

[hanna.forster@boku.ac.at](mailto:hanna.forster@boku.ac.at)

<sup>f</sup>Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze,

[silvia.scaramuzzi@unifi.it](mailto:silvia.scaramuzzi@unifi.it)

<sup>g</sup>University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria

[kristina.broscha@students.boku.ac.at](mailto:kristina.broscha@students.boku.ac.at)

## Abstract

The legal protection of Geographical Indications (GIs) helps producers to safeguard their products against imitations by defining common quality standards while highlighting the geographical origin and specificity of their products. At the same time, legal protection is often a premise for activating collective action and to develop collective marketing strategies aiming at adding value to their products

Despite the extensive GI literature, there are few studies which provide insights into the modifications to product specifications (PSs) of PDO-PGI products after GI protection. The aim of this paper is to understand where and when the amendments to PSs in the EU occurred, what was amended (e.g., geographical area, product quality), the direction of the phenomenon (more flexible vs more restrictive PSs), and justifications given by producers for amendments. The paper analyses all PSs amendments approved, going in depth into the 1.3 cheese category.

The EU DOOR Website documented all European registered GIs, namely, 1,276 and the total amendments approved (n= 251 non-minors and n=94 minors) by the 30th of October 2016. As for the research activity based on the analysis of all amendments approved for the product class 1.3 cheeses according to the EU DOOR Database (2016), there are 225 PDO-PGI products registered in the class 1.3, over 1,276 amendments (82 of them major ones) until October 30, 2016.

The first results show how diverse forces push producers and other actors to change the rules initially set in order to pursue different objectives between two opposite extremes: preserving and/or strengthening the identity of the GI product and its link with the territory on the one side and simplifying rules to allow for the lowering of production costs and higher market penetration on the other.

## Introduction

The legal protection of Geographical Indications (GIs) helps producers to safeguard their products against imitations by defining common quality standards while highlighting the geographical origin and specificity of their products. At the same time, legal protection is often a premise for activating collective action and to develop collective marketing strategies aiming at adding value to their products.

Following the European Union legal scheme (Reg. 1151/2012), Protected Denominations of Origin (PDO) and Protected Geographical Indications (PGI) are based on producers' collective action. Indeed, producers

---

<sup>1</sup> The research activity has been carried out thanks to the funding of the Research Project "Institutional conditions for the adaptability of quality standards of EU Geographical Indications – GI:adapt", by the Austrian National Bank.



themselves define product quality standards by writing a Product specification approved by EU Commission at the end of a process involving Regional and National authorities. Producers must be able to demonstrate the link of the product with the territory of production, according to the different degrees of intensity set for PDO and PGI.

The definition of common rules is a very critical issue. In fact, different categories of stakeholders involved in the production process (small and big farms, artisanal and industrial processors) can have different interpretations about the quality of the GI product, for example its characteristics, the links with the territory, the production process to be followed, the raw materials to be used, the packaging. Product specification are hence defined and implemented in mutual decision processes (Galtier et al., 2013; Reviron & Chappuis, 2011), which result in considerable time efforts on the meso-level (Quinones-Ruiz et al, 2016) and in different costs and benefits for different categories of producers (Galtier et al, 2013).

After the registration, protected GIs become collective goods managed by the community of users, under the supervision of public authorities. Ongoing adaptations of Product specifications can be necessary due to increase in competition, changing consumer demand, availability of new production technologies, local environmental change (included climate change), and also modifications in bargaining power of different categories of actors. The adaptability of GI quality standards will depend on diverse factors such as the number of actors involved, their heterogeneity, the vertical structure of the supply chain and horizontal relationships, the history and reputation of the product, external public support as well as internal organization and communication structures.

Whether GI firms are able to modify the Product specifications and how much effort they need to invest into this collective adaptation process, will be largely affected by formal and informal institutions shaping the interaction between GI firms (Desquilbet & Monier-Dilhan, 2012; Sanz Cañada & Macias Vázquez, 2005). Very weak cooperation or too centralized management might not be efficient for running collective organizations (Reviron & Chappuis, 2011). On the other side, collective action bear risks such as unsolvable conflicts or dealing with dominant personalities.

Many questions arise from this issue. If and how the amendments to Product specifications are including environmental and social rules, what is the balance between tradition and innovation, if GI products are loosening their specific identity in a rat-race for price-competitiveness, who are the winners and the losers among different categories of producers involved, which is the role of the collective bodies and how public bodies drive the process, are just some of the issues to be discussed.

However, up to now the issue of evolution and adaptability of GIs Product specifications and their impact has not yet directly addressed in the literature. This paper address this issue, presenting some results of an ongoing research project at EU level.

## **Methods**

From a methodological point of view, we analysed the amendments approved for PDOs and PGIs EU products from 1992 (when the first EU regulation on the protection of geographical indications was approved: reg.CE 2018/92) until end October 2016. We designed a database to manage the information provided by the DOOR Website including the document approving the amendment, the publication of the amendment application, the original and updated PSs.

Additionally, to further understand the content of the amendment applications, we designed coding guidelines to assess changes in the geographical area, the farm level, the processing level and the final product characteristics. Furthermore, a synthetic assessment summarized the overall directionality with respect to the original Product specification (stricter, more flexible, clarification) and the stated motivations of producers (market, technology/research, policy/legal, change of natural conditions) for each amendment. This allows having a general overview of the type and characteristics of amendments.

The EU DOOR Website documented all European registered GIs, namely, 1,276 and the total amendments approved (n= 250 non-minors and n=94 minors) by the 30th of October 2016. As for the the research activity based on the analysis of all amendments approved for the product class 1.3 cheeses according to the EU DOOR Database (2016), there are 225 PDO-PGI products registered in the class 1.3, over 1,276 amendments (82 of them major ones) until September 29, 2016.

## **Results**

The first results show how diverse forces push producers and other actors to change the rules initially set in order to pursue different objectives between two opposite extremes: preserving and/or strengthening the

identity of the GI product and its link with the territory on the one side and simplifying rules to allow for the lowering of production costs and higher market penetration on the other.

Results indicate that Italy, France and Spain show most registrations and amendments. Portugal and Greece are on third and fourth place regarding registrations however with considerably less amendments (Tables 1). Product categories with most amendments are cheeses (class 1.3) as well as fresh or processed fruit, vegetables and cereals (class 1.6) (Table 2).

Table 1: Number of registered/amended GIs in the European Union

Countries	Total registered	Total amended	%
Austria	16	2	<b>13</b>
Bulgaria	2	1	<b>50</b>
Czech Republic	29	7	<b>24</b>
Denmark	6	3	<b>50</b>
France	233	58	<b>25</b>
Germany	89	7	<b>8</b>
Greece	104	6	<b>6</b>
Italy	264	74	<b>28</b>
Poland	28	1	<b>4</b>
Portugal	136	9	<b>7</b>
Slovenia	19	2	<b>11</b>
Spain	189	43	<b>23</b>
United Kingdom	58	5	<b>9</b>

Table 2: Product categories with amendments in the EU

Products categories	Total registered	Total amended	%
C 1.1 Fresh meat	154	16	<b>10</b>
C 1.2 Meat products	165	31	<b>19</b>
C 1.3 Cheeses	225	64	<b>28</b>
C 1.4 Others (animal origin)	42	3	<b>7</b>
C 1.5 Oils and fats	125	27	<b>21</b>
C 1.6 Fruit and vegetables	357	59	<b>17</b>
C 1.7 Fresh fish, seafood	41	5	<b>12</b>
C 1.8 Others (spices, etc.)	50	4	<b>8</b>
C 2.1 Beers	20	3	<b>15</b>
C 2.4 Bread, pastry, etc.	47	5	<b>11</b>
C 2.7 Pasta	9	1	<b>11</b>
C 3.2 Essential oils	4	1	<b>25</b>

Source: own elaboration on DOOR Database

Specifically regarding cheese sector, according to the official amendments applications, the amendments mainly deal with the following sections: method of production, labelling and description of production respectively. However, the amendments also affected other sections such as: name of product, geographical area, proof of origin, link and national requirements.

GI protected products are rooted in specific geographical boundaries, therefore, changes in the area might affect the specificities of the products. In the case of the cheeses, the geographical area affected 29 amendments of 80, figure 1 presents the variations observed and the description of the changes.

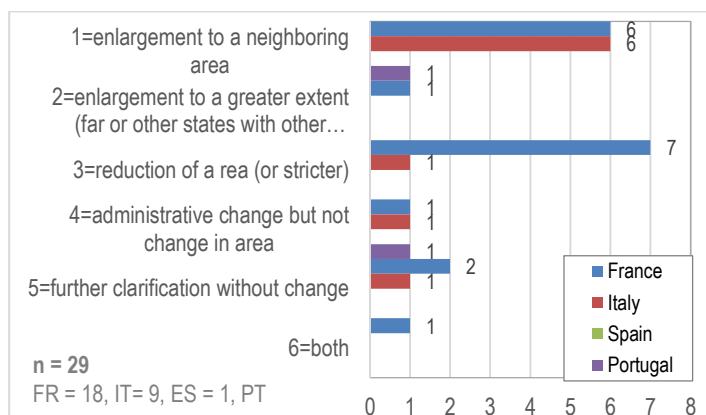


Figure 1: Changes in the geographical area

Source: own elaboration based on the DOOR Database

To better understand the amendments affecting the method of production, we specifically coded them at farm level (Input: breeds/varieties; chemicals; animal feeding; others – Process: Density; Seasonality; Technology) and processing level (Input; Technology; Length of process; Temperature...). Likewise, we also created a coding for final product characteristics that includes: weight/size/shape/cut/portions, color, chemical composition, organoleptic composition, additional quality characteristics, packaging, labelling, changes in traceability system, other final product characteristics (Figure 4).

As for the preliminary results regarding the method of production, we found out that there are stricter rules on the farm level input (e.g., feeding and breeds) as well as on the processing level (input and process [e.g., temperature]) (Figures 2 and 3).

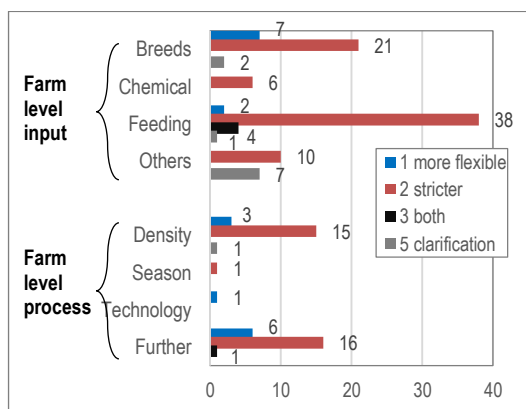


Figure 2: Changes at farm level  
Source: own elaboration

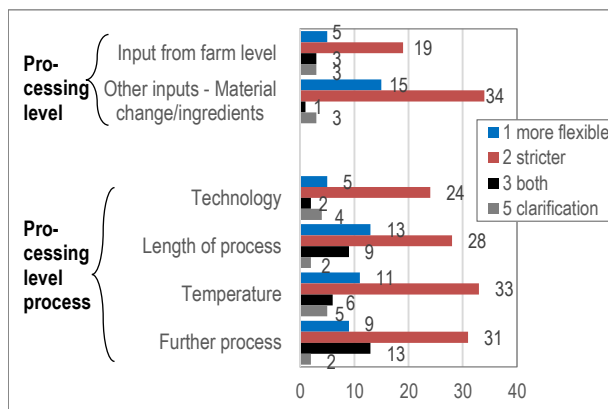


Figure 3: Changes at processing level  
Source: own elaboration

There were several changes regarding the characteristics of the final product, i.e. stricter rules regarding labelling and traceability, while major flexibilities were observed with regards to the final product appearance of cheeses (weight/size/shape/cut/portions, color, chemical composition, organoleptic composition, additional quality characteristics, packaging, labelling, changes in traceability system, other final product characteristics) (Figure 4).

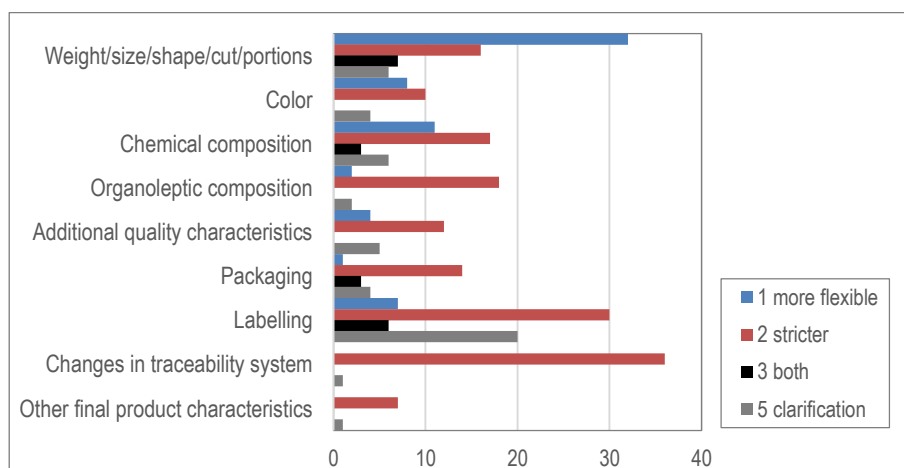


Figure 4: Changes at final product characteristics  
Source: own elaboration

Additionally, we also examined the main justifications stated in the amendments applications. In the case of cheeses most of the justifications given for changes at the diverse sections of the amendment applications deal with identity and quality preservation, followed by legal/policy aspects, technology use and market motivations respectively (Figure 5). Likewise, at country level, France main justifications noticeably deal with identity/quality, while in countries such as Italy the leading justification is also identity/quality followed by market and technology (Figure 6).

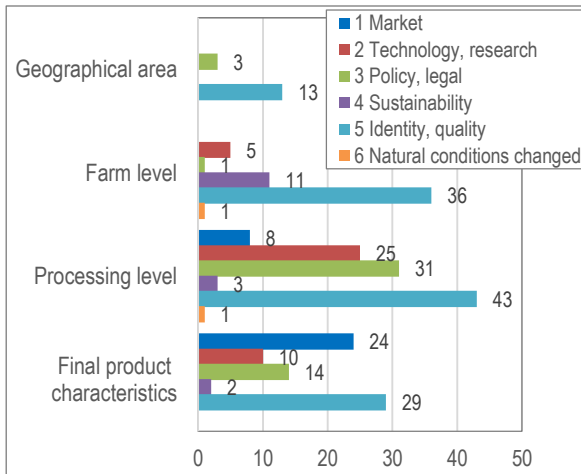


Figure 5: Justifications in amendments applications  
Source: Own elaboration

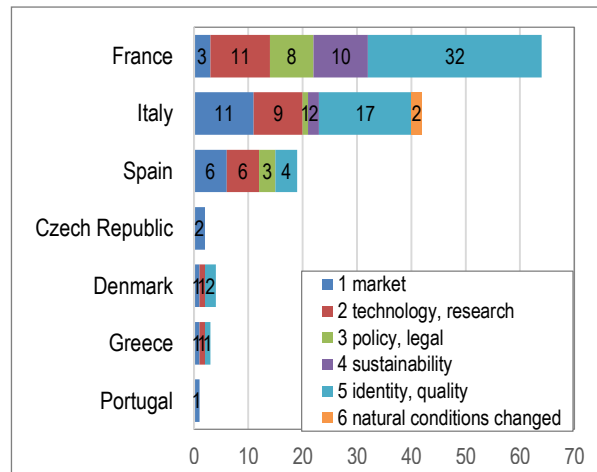


Figure 6: Justifications given EU countries  
Source: Own elaboration

Finally, when looking at the overall directions followed by the EU countries, France seems to rather tighten the producer rules, whereas in the other countries we see a prevalent tendency towards flexibility (Figure 7).

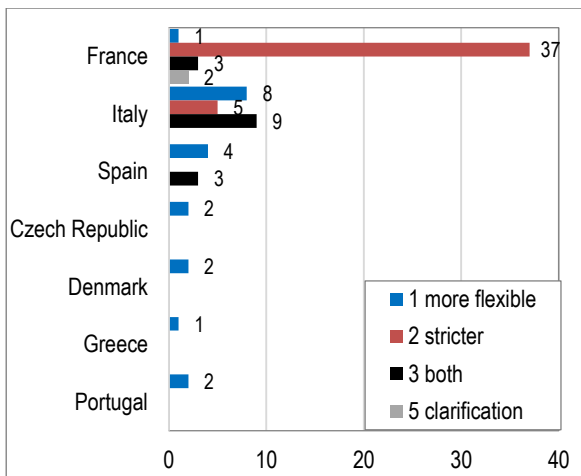


Figure 7: Overall directions of all EU countries  
Source: Own elaboration

## Conclusions

The applications for modifying PSs contain several amendments on specific issues such as method of production, the geographical area or labelling, among others. So far, we present the analysis result of each amendment independently. Nevertheless, to capture the entire strategy behind the decisions made by EU producers, it is necessary to regard them as a complex set of integrated modifications affecting the whole GI system.

In some cases, but this is not always the situation, clear directions can be detected towards: i) restrictive norms: number of animals per hectare limited; only local breeds allowed; treatments and additives for milk and cheese production banned (e.g., Neufchatel); ii) looser norms: enlarging production to neighboring areas, allowing for the integration of pasture with dry matter per day and indigenous starter cultures (e.g., Bitto).

EU protected GIs are to be conceptualized as evolving institutions and not as statically protected food systems. In specific cases, GI amendments express a vision and a strategy of adaptation/evolution of the GI itself.

Field work is currently taking place to go more in depth into the analysis. Specific case studies in France (cheeses), Italy (cheeses, fruit/vegetables) and Austria (fruit/vegetables) have been selected in order to identify the actors involved, to understand the informal rules in use, the drivers and strategies and the action situation shaping amendment processes within the GI systems.

## References

- Barham, E. (2003). Translating terroir: the global challenge of French AOC labeling. *Journal of Rural Studies*, 19(1), 127–138.
- Baritau, V., Houdart, M., Boutonnet, J.P., Chazoule, C., Corniaux, C., Fleury, P., Lacombe, N., Napoléone, M., and Tourrand, J.F. (2016). Ecological embeddedness in animal food systems (re-)localisation: A comparative analysis of initiatives in France, Morocco and Senegal. *Journal of Rural Studies*, 43, 13–26.
- Belletti, G., Marescotti, A., and Touzard, J.-M. (2017). Geographical Indications, Public Goods, and Sustainable Development: The Roles of Actors' Strategies and Public Policies. *World Development*, 98, 45–57.
- Belmin, R., Meynard, J.M., and Casabianca, F. (2015). Geographical Indication as a tool to strengthen sociotechnical quality niche. The case of the Corsican clementine. In: Book of Abstracts of the second international conference on Agriculture in an Urbanizing Society. Reconnecting Agriculture and Food Chains to Societal Needs, 14–17 September, Rome, Italy.
- Bérard, L., Casabianca, F., Montel, M.-C., Agabriel, C., and Bouchet, R. (2016). Salers Protected Designation of Origin cheese, France. The diversity and paradox of local knowledge in geographical indications. *Culture and History Digital Journal* 5, 1, e006.
- Biénabe, E., Jordaan, D., and Bramley, C. (2013). Private Versus Public Quality Schemes for Origin-Labelled Products: Insights from the Karakul Pelts and Camdeboo Mohair Industries. In: C. Bramley, E. Biénabe, and J. Kirsten (eds.), *Developing Geographical Indications in the South. The Southern African Experience* (pp. 73–93), Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- Desquilbet, M., Monier-Dilhan, S. (2012). Are geographical indications a worthy quality label? A framework with endogenous quality choice. *European Review of Agricultural Economics*, 42(1), 129–150
- DOOR Database. (2016). European Commission > Agriculture and Rural Development > Agriculture and food > DOOR > Browse. Retrieved from <http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?locale=en> (accessed 29 September 2016).
- Galtier, F., Belletti, G., Marescotti, A. (2013). Factors Constraining Building Effective and Fair Geographical Indications for Coffee: Insights from a Dominican Case Study. *Development Policy Review*, 31(5), 597–615.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2007). Institutional rational choice: An assessment of the Institutional Analysis and Development Framework. In: Sabatier, P.A. (ed.), *Theories of the Policy Process* (pp. 21–64), 2nd edition. Cambridge, MA: Westview Press.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325 (5939), 419–422.
- Quiñones-Ruiz, X.F., Penker, M., Vogl, C.R., and Samper-Gartner, L.F. (2015). Can origin labels re-shape relationships along international supply chains? – The case of Café de Colombia. *International Journal of the Commons*, 9(1), 419–439.
- Reviron, S., Chappuis, J. M. (2011). Geographical Indications: Collective Organization and Management. In E. Barham, & B. Sylvander (Eds.), *Labels of origin for food: local development, global recognition* (pp. 45– 62). Wallingford: Cabi.
- Sanz Cañada, J., Macías Vázquez, A. (2005). Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: Protected designations of origin of olive oil in Spain. *Journal of Rural Studies*, 21(4), 475–486.
- Scaglioni, G. (2017). The role of regions in the process of modification of GIs product specifications. Paper presented at the XV EAAE Congress, “The Evolution Of Quality Standards Of Geographical Indications: Management And Policy Issues, 28 August – 1 September, Parma.

## Natural additives as substitutes of nitrate and nitrite in dry-cured pig products: preliminary results.

**Authors:** <sup>1</sup>Aquilani C., <sup>1</sup>Sirtori F., <sup>1</sup>Parrini S., <sup>1</sup>Bozzi R., <sup>1</sup>Pugliese C.

<sup>1</sup>Department of Agrifood Production and Environmental Sciences, University of Florence. Via delle Cascine 5, 50144 Firenze, Italy. silvia.parrini@unifi.it; chiara.aquilani@unifi.it; francesco.sirtori@unifi.it; riccardo.bozzi@unifi.it; carolina.pugliese@unifi.it

**Abstract:** Sodium and potassium salts of nitrite and nitrate, authorized as food additives in the EU, are usually used in meat product as inhibitors of microbial growth, as well as to colour stabilizer. Processed meat products with nitrite or nitrate were associated with possible problem to human health, in particular carcinogenic risks. Despite a long history of use, nitrite was nearly banned from use in food in the 1970s due to the potential risks. In the last years European Directives tried to further reduce the use of this additives. The extracts of natural compound present in fruits and vegetable were proposed to be a suitable candidate for partially or completely replacing nitrite. The addition of natural compounds to processed meat products can be a solution to improve both the aspect related to human health and the negative image lately linked to these products.

A total of 18 Cinta Senese salami were manufactured and divided in three groups (n=6). First group was the control (C), employing nitrites as preservatives; in the second and third groups nitrites were replaced with two mixtures, consisting respectively in grape seed extract and olive pomace (A) and chestnut extract and olive pomace (B). All the samples were cured for 24 days. In order to investigate replacement effects on product appearance and to assess the ability of the mixtures in preventing lipid oxidation, two physical-chemical attributes were analyzed: color and TBARS. Results showed that treatment did not affect L and a \* parameters being respectively 38.51 and 19.55 in A sausages; 39.33 and 17.69 in B group; 38.82 and 19.22 in C group. Contrarily, b\* resulted to be slightly lower (p<0.05) in A (b\*=6.62) and B (b\*=5.86) group respect to control (b\*=7.62). So, both the mixtures were able to maintain the typical redness associated to the use of nitrites in processed meat products. Concerning lipid oxidation, the lower values were found in B and C groups than A (respectively 1.45, 1.32 and 1.67 mg MDA/kg of sample). However, the scores of the three group are below the perception threshold of 2.00 mg MDA/Kg of product reported by Greene and Cumuze (1982) as the detectable level perceivable by most of meat consumers. In conclusion, the preliminary results on color and lipid oxidation indicate that both the mixtures plants extracts are interesting alternative to nitrites in the salami productions.

### 1. Introduction

Among the major challenges in the production of processed meat products, there are the control of lipid oxidation and microbiological growth, especially due to the development of harmful bacteria such as *Listeria spp.* and *Clostridium spp.* Generally, to overcome these issues, sodium and potassium salts of nitrite (E249 and E250) and nitrate (E251 and E252) were used to inhibit microbial growth, lipid oxidation and to stabilize the color. Indeed, nitrites provide nitrogen monoxide, which reacts with myoglobin forming the nitrosomyoglobin, which gives meat its typical redness. Moreover, part of the characteristic flavor is also attributable to the nitrites activity, which likely reduces the oxidation of unsaturated fatty acids and leads to the characteristic “cured meat” flavor (Wasserman, 1973). Eventually, nitrites act as antioxidants by converting heme-group protein in inactive forms of nitrogen monoxide and by binding metal ions, especially iron ones. However, despite their usefulness in meat handling, nitrites and nitrates (which are reduced to nitrites during meat processing) are precursors of nitrosamines. These chemicals compounds are demonstrated to be cancerogenic and mutagenic (Toldrà 2006) and were directly related to an increased risk of colon-rectal cancer onset. Since '70, the allowed levels of nitrates and nitrites in food were reduced and the research of potential substitute was encouraged, but in the last years it became a stringent need, considering the recent classification of red meat and processed meat product in Group I (cancerogenic to human). In response to that, consumers concerning regard the consumption of processed meat products has grown, as well as the demand of healthier formulations. Researches focused on finding reliable replacements to nitrates and nitrites, especially among molecules naturally present in vegetal matrices. Apparently, the candidate molecules have to guarantee the same standards of nitrites for quality attributes, product stability and safety. Almost the vegetal-derived compounds tested up till now, were phenols. They have demonstrated remarkable antimicrobial and antioxidant properties, well exploitable in food preservation (Serra et al., 2008).

Moreover, many of them, deriving from agricultural by-products, could represent a profitable way to recover materials that currently are considered an environmental and economic burden to farmers (De Vasconcelos et al., 2010). In this perspective, very interesting are the case of chestnut and winery by-products, that are very widespread in Mediterranean production systems. Basile et al., (2000) observed a strong antimicrobial activity of chestnut leaves *in vitro*, indeed, the chestnut polyphenol richest parts were reported to be the flowers, the bark and the leaves (Erturk et al., 2006). For grape by-products, phenol compounds are situated mostly in the grape skin and consisted in two types of compounds: flavonoids and non-flavonoids. Catechins, anthocyanins belong to the first group, while gallic acid and resveratrol belong to the second (Yang et al., 2009). In the grape fruit, flavonoids are mostly in the skin, as for the anthocyanins and resveratrol, while proanthocyanidins and catechins are located also in the seeds (Shaidi & Ambigaipalan, 2015). Several studies were carried out about the antioxidant properties of grape extracts. Eventually, another important Mediterranean production is the olive. Also in this case, olive by-products characterized by a great content of antioxidant and antimicrobial compounds as tocopherols, carotenoids, sterols and phenols (Shaidi & Ambigaipalan, 2015). Among them, two are reported to be very important: the oleuropein and the hydroxytyrosol, characterized by strong antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory properties (Bisignano et al., 1999). Oleuropein is principally found in leaves, while hydroxytyrosol in olive oil, and, consequently, in its by-products like olive pomace (Amiot et al., 1986). Liu et al (2009) have studied the effects of adding chestnut extracts in rabbit diet, on carcass and meat quality traits, while Lorenzo et al. (2013) have employed the chestnut and the grape seed extracts on a Spanish traditional dry-cured salami, the “chorizo”. They observed that the tested extracts, not only were perfectly able to preserve the product, but, in preventing lipid oxidation, they also had a better performance than the synthetic antioxidant used as control (BHT). According with that, Pateiro et al. (2015) also observed that the natural antioxidant used (chestnut, grape seed, tea and beer extracts) had similar or better performances respect to BHT for lipid oxidation. Also for microbiological results, natural antioxidant added products have shown the best performances. So, the aim of this work was to assess the feasibility replace nitrites and nitrates with a combination of natural antioxidants extracted from chestnut, grape seed and olive pomace. The target product was a semi-ripened pork sausage, manufactured using a local pig breed, the Cinta Senese. The vegetal extracts were chosen for their antimicrobial and antioxidant properties and combined to ensure a better preserving activity, both from a microbiological and chemical point of view. Moreover, they all represented important agricultural productions in Tuscany, with a significant by-products yield. This, together with their association with a Tuscan pig breed, as Cinta Senese, was thought to give the potential new products, a strong territorial dimension, which is known to be commonly perceived by consumers as an additional quality attribute.

## 2. Material and methods

### 2.1. Semi-ripened sausage manufacturing

Three groups of semi-ripened sausages were manufactured: control treatment (C), grape seed extract treatment (A) and chestnut extract treatment (B). Sausage mixtures consisted of lean pork (80%) and pork backfat (20%) of Cinta Senese breed, reared outdoor following the PDO disciplinary. Moreover, all the three mixtures contained salt (0.23 g/kg), sucrose (0.35 g/kg), black pepper (0.02 g/kg) and in the C sausages E250 (30 ppm). In A and B sausages, E250 was replaced with 10g/kg of a natural antioxidant mixture, consisting in grape seed extract, tocopherol and olive pomace in A group, while in B sausages was made mixing chestnut extract, tocopherol and olive pomace. The curing lasted a total of 24 days, sausages were dried 4 days at 28 °C, then they were placed in a cell at 13 °C and UR of 70% for the remaining 21 days. At the end of the curing, 6 sausages of each type were collected and sliced to be analysed.



### 2.2. Mixtures composition and characterization



The antioxidants used were previously analyzed to determine their composition and to test their antioxidant capacity. The olive pomace extract was found to have a hydroxytyrosol content of 26.78 g/L. The grape seed extract was characterized by a total polyphenolic content of 822.71 mg/g of extract, while the chestnut extract was observed to have a total tannin content of 161.09 mg/g of extract. The DPPH test on the three components had pointed out an antiradical activity (EC50) of 0.147 mg/mg for grape seed extract,

0.085 mg/mg for chestnut extract and 0.196 mg/mg for the olive pomace. The three extracts were combined to form the applied mixtures, but their relative amounts are currently under patent and will not be reported in this study.

### 2.3. Colour

Colour (L\*, a\* and b\*) was determined at room temperature (22°C) and immediately after slicing by a Minolta Chromameter CR-200. Measurements were replicate thrice for each sample.

### 2.4. Lipid oxidation

Lipid oxidation was determined following the method proposed by Vyncke et al. (1970). Sausages were minced and 3g of each sample were added with 15 mL of trichloroacetic acid (TCA) at 5 %. The obtained sample was homogenized in ice for 1 minute and 30 seconds. Successively, it was placed at -20°C for 10 minutes and centrifugated at 4000 rpm and °4C for 15 minutes to help the precipitation of the meat matrix. The resulting sample was filtered, and 4 ml of the resulting extract were added to 4 mL of thiobarbituric acid (TBA) 0.02 M. Contemporarily, a standard curve was made using 3 mL of TCA, 3 mL of TBA and respectively 20, 40, 60 and 80 µl of 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) 5%. Eventually, a control sample was prepared using only TBA and TCA (1:1). Samples, standard curve's points and control, were put in hot water (90 °C) for 45 minutes to promote the colorimetric reaction. Then, samples were removed, quickly cooled and read by a PerkinElmer Lambda EZ150 spectrophotometer at a wave length of 532 nm. The MDA concentration was calculated by a regression equation using the standard curve values. Results were expressed as MDA/ kg of samples.

### 2.5. Statistical analysis

Data were analyzed by ANOVA, using the following model:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij},$$

where  $\mu$  is the mean, T is the treatment (A, B or C treatment) and e was the error.

## 3. Results and discussion

	Grape seed A	Chestnut B	Nitrates C	SEM	p
L*	38.51	39.33	38.82	1.06	n.s.
a*	19.55	17.69	19.56	0.73	n.s.
b*	6.62 ab	5.86 b	7.81 a	0.38	**
TBARS	1.67	1.45	1.32	0.10	n.s.

Table 1. Results on color and lipid oxidation of semi-ripened sausages.

Results reported in Table 1 show that treatment did not affect L and a \* parameters. Contrarily, b\* resulted to be slightly lower (p<0.05) in B groups respect to control, while A showed intermediate values between B and C samples. Some modifications in color parameters were expected due to the role played by nitrates in forming the typical red color of processed meat products thanks to the nitrosomyoglobin formation (Honikel, 2008). Among the tested mixtures, the one made of grape seed appeared to be the most indicated to preserve the color attributes to which consumers were used. Results on L\*, a\* and b\* were in line with those reported by Ruiz et al. (2014) on Italian salami. Contrarily, Lorenzo et al. (2013), who also used in “chorizo”, a traditional Spanish dry-fermented sausage, chestnut and grape seed extracts as nitrites replacement, found higher values of a\* and b\*, in natural antioxidant added products respect to control ones; these can be explicated by the characteristics of the product itself, indeed, chorizo was made using a moderate amount of species, especially paprika, which likely could have altered the colors parameters.

Concerning lipid oxidation, the lower values were found in B and C groups than A, but no significant differences were assessed. So, the tested mixtures were able to preserve products from lipid oxidation as effectively as the nitrates. Additionally, the scores of the three groups are below the perception threshold of 2.00 mg MDA/Kg of product reported by Greene and Cumuze (1982) as the detectable level perceivable by





most of meat consumers and associated with the onset of unpleasant rancid flavors. Again, these results are consistent with those reported by Lorenzo et al. (2013) on chorizo.

In conclusion, the preliminary results on color and lipid oxidation indicate that the tested mixtures are interesting alternatives to nitrites in the salami production; especially the mixture obtained by the combination of grape seed and olive pomace extracts seems to have a great potential due to its higher antioxidant activity together with its positive effects on colour parameters.

#### 4. References

- Amiot M.J., Fleuriet A., Macheix J.J., (1986). Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. *J. Agr. Food Chem* 34, 823–826. <https://doi.org/10.1021/jf00071a014>
- Basile A., Sorbo S., Giordano S., Ricciardi L., Ferrara S., Montesano D., Castaldo Cobianchi R., Vuotto M.L., Ferrara L., (2000). Antibacterial and allelopathic activity of extract from *Castanea sativa* leaves. *Fitoterapia* 71, S110–S116.
- Bisignano G., Tomaino A., Lo Cascio R., Crisafi G., Uccella N., Saija A., (1999). On the In-vitro Antimicrobial Activity of Oleuropein and Hydroxytyrosol. *J. Pharm. Pharmacol.* 51, 971–974.
- De Vasconcelos M. CBM, Bennet R.N., Rosa E.A.S., Ferreira-Cardoso J.V., (2010). Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: fresh and processed products. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90, 1578–1589.
- Erturk U., Mert C., Soylu A., (2006). Chemical composition of fruits of some important chestnut cultivars. *Braz. arch. biol. technol.* 49. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132006000300001>
- Greene, B.E., Cumuze, T.H., 1982. Relationship Between TBA Numbers and Inexperienced Panelists' Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef. *J. Food Sci.* 47, 52–54. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb11025.x
- Honikel, K.-O., 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science, Symposium on Meat safety: From Abattoir to Consumer* 78, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>
- Liu H.W., Gai F., Gasco L., Brugiapaglia A., Lussiana C., Guo K.J., Tong J.M., Zoccarato I., 2009. Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat Science* 83, 678–683.
- Lorenzo, J.M., González-Rodríguez, R.M., Sánchez, M., Amado, I.R., Franco, D., 2013. Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (butylatedhydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage “chorizo.” *Food Res. Int.* 54, 611–620. doi:10.1016/j.foodres.2013.07.064
- Pateiro M., Bermudez R., Lorenzo J.M., Franco D., 2015. Effect of Addition of Natural Antioxidants on the Shelf-Life of “Chorizo”, a Spanish Dry-Cured Sausage. *Antioxidants* 4, 42–67. <https://doi.org/10.3390/antiox4010042>
- Ruiz J.N., Montes Villanueva N.D., Favaro-Trindade C.S., Contreras-Castillo C.J., 2014. Physicochemical, microbiological and sensory assessments of Italian salami sausages with probiotic potential. *Sci. agric.* 71, 204–211. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162014000300005>
- Serra A.T., Matias A.A., Nunes A.V.M., Leitao M.C., Brito D., Bronze R., Silva S., Pires A., Crespo M.T., San Romao M.V., Duarte C.M., 2008. In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 9, 311–319. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.07.011>
- Shahidi F., Ambigaipalan P., 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods* 18, 820–897.
- Toldrá F., 2006. Meat fermentation. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering* 4, 181-1-181–12.
- Vyncke W., 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *European Journal of Lipid Science and Technology.*
- Wasserman A. E., 1973. Nitrite and the flavor of cured meat. (II). *Proc. Int. Symp. Nitrite Meat Prod., Zeist*, 173–178.
- Yang J., Martinson T.E., Liu R.H., 2009. Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry* 116, 332–339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.021>

## A perspective on the potential health risk of arsenic via dietary intake of radish and lettuce from Latium.

Spognardi S. \*, Bravo I. \*\*, Carella A. \*\*, Papetti P \*\*, Beni C. \*\*\*

\* Dipartimento di Studi Aziendali - Università Degli Studi Roma Tre. [sara.spognardi@uniroma3.it](mailto:sara.spognardi@uniroma3.it)

\*\* LAMeT (Laboratorio di Analisi Merceologiche e Territoriali) -Dipartimento Economia e Giurisprudenza – Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale. [papetti@unicas.it](mailto:papetti@unicas.it); [ilenia.bravo@libero.it](mailto:ilenia.bravo@libero.it)

\*\*\* CREA AA – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria – Centro di ricerca “Agricoltura e Ambiente. [claudio.beni@crea.gov.it](mailto:claudio.beni@crea.gov.it)

### Abstract

The accumulation of heavy metals and metalloids in soils affects regional eco-safety and can constitute a concern for human health. Once transferred from soil pore water into the plants through the roots, heavy metals and metalloids have the capacity to accumulate in the edible parts of the plants and to enter in the food chain, causing adverse toxicological effects for the consumers.

Arsenic is a widely found contaminant which occurs both naturally and as a result of human activity. The presence of arsenic and its mobilization are highly dependent upon geographical conditions, environmental factors, redox conditions, and pH. In Latium (central Italy) high arsenic concentrations have been detected in soil and phytoavailable geogenic arsenic enters the food chain. As a result, local population may be exposed to inorganic arsenic through consumption of food, and in particular of vegetables with higher arsenic concentrations than background ones.

After conducting preliminary analysis of soil characteristics, in the first part of this work, plants of radish (*Raphanus sativus L.*) and lettuce (*Lactuca sativa L.*) were grown in protected culture in the experimental farm of CREA-AA and daily treated with different concentrations of sodium arsenate dibasic heptahydrate in order to investigate differences in the arsenic accumulation capacities between these vegetables and trying to identify a correlation between the content of arsenic in irrigation water and its accumulation in vegetables. Once this preliminary study has been conducted and data were analysed statistically, in order to confirm the results obtained, ready-to-use/fresh cut radish and lettuce were purchased from large-scale retail distribution and other samples were obtained directly from farms situated in contaminated areas of Latium. The samples were then harvested, dried and mineralized. After the extraction, samples were analysed using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) to determine the concentration of arsenic. Specifically, the aim of the second part of this study was to determine the concentration of arsenic in commercial products from contaminated areas of Latium and estimate the potential exposition risk for human health through consumption of these widely consumed vegetables. Moreover, also in this case have been detected higher arsenic concentrations in the samples of lettuce. To evaluate the potential health risk from consumption of *Lactuca s.* and *Raphanus s.*, we have calculated the estimated daily intake (EDI) for adults, finding that HRI (Health Risk Index) index value for arsenic was low (<1) in the case of chronic consumptions for all samples of radishes, and for the lettuces grown in the area of Viterbo. On the contrary, the lettuces obtained from Tuscania and Tarquinia presented very high concentrations of arsenic and a worrying value of the HRI value (>1).

**Keywords:** arsenic, irrigation water, contamination, vegetables, accumulation.

### INTRODUCTION

In some area of Lazio region, most arsenic in groundwater and soils is present naturally. Although arsenic was once used as a pesticide, the predominant source in natural waters is sediments from volcanic rock. Over long periods of time, these arsenic bearing sediments can add arsenic to groundwater. Under the right subsurface chemical conditions, concentrations of arsenic may be very high and substantially exceed the drinking water standard of 0.010 ppm. The presence of naturally occurring elevated arsenic concentrations in the environment is particularly difficult to manage.

Indiscriminate application of inorganic arsenical pesticides, desiccants and wood preservatives led to pollution of many agricultural soils and to reduction of their productivity (Carbonell-Barrachina et al., 2009; Fitzmaurice et al., 2009). Since the 1960s, the use of As-based insecticides/pesticides in Europe has been sensibly reduced, but 4.6 million m<sup>3</sup> of As-containing wood preservative are still annually produced (Zevenhoven et al., 2007). Elevated geogenic As concentrations in groundwater have been reported in

geothermal areas in Argentina, Chile, France, Greece, Italy, Japan, Mexico, New Zealand, and the USA (Yoshizuka et al., 2010). Water is the next important input to fertilizer for crop production. If water is polluted, it may be dangerous for plants, animals as well as for human being. If arsenic contaminated water is used for irrigation, it may create hazard both in soil environment and in crop quality. Twenty percent loss of crop (cereal) production due to high concentration (20 ppm) of arsenic in plant body was reported by Farid et al. 2003. Like other heavy metals, arsenic is toxic to plant and its discharge into the environment must be carefully controlled and minimized. Mainly, radishes, in a sandy soil, either did not grow or showed 90 percent to 96 percent reduction in growth at a soil concentration of 500 ppm. At concentrations of 100 ppm in loamy sand, silty clay and clay soils, radishes showed 67 percent, 17 percent and 7 percent reductions in growth, respectively. Therefore, it is of utmost importance to determine the arsenic content in vegetables. Very limited work has been done on the effects of using arsenic contaminated water on crop production and its carried over effect on food chain. With this view in mind, this study was undertaken to find out the level of arsenic transmission from irrigation water to vegetable food.

## MATERIALS AND METHODS

### **Plant Cultivation and sample processing**

Field experiments were conducted on vegetables as lettuce and radish in plots using arsenic contaminated irrigation water. Plastic pots (2.5 L) with 1.5 kg of soil were used with four replications in each treatment. The soil was fertilized according to the calculation by following the Fertilizer Recommendation Guide and was saturated with 500 mL of water. On a per pot basis, 3 lettuce plants were sown at 0.3 cm, 6 radish seeds were sown at 1.3 cm.

Polythene was used in between two plots to protect horizontal movement of arsenic from arsenic contaminated irrigated plot to arsenic free irrigated plot.

Five arsenic treatments 0.0, 0.01, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/L As containing irrigation water were used in this experiment. Sodium arsenate dibasic heptahydrate ( $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) Sigma-Aldrich  $\geq 98.0\%$  was used for arsenic source. The pots were arranged, and the position was changed every day in a completely randomized way so that the plants got equal sun light. During the whole growth period, all visible symptoms were observed and recorded. Only the edible part of the lettuce plant was harvested 60 days after sowing the seeds. The stems of the lettuce plants were cut at 1.0 cm above the soil. While radishes were take up 30 days after sowing the seeds. Vegetables were packed with labeled polythene/brown paper. These labeled packed vegetables were immediately sent to LAMeT laboratory and divided into different pieces with knife. Precautions were taken so that arsenic could not transfer from one sample to another through knife. Labeled and chopped plant parts were kept in the sun for one or two days for removing moisture. The harvested plant part was washed with deionized distilled water. The collected plant samples were air dried subsequently oven dried at  $55^\circ\text{C}$ -  $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  to attain constant weight.

A total of 20 vegetables (10 plants of lettuce and 10 plants of radish) were analysed from three three areas of the province of Viterbo (Table 1). All samples were put in polythene zip-bags and transported to the laboratory on the day of sampling. Each vegetable sample was carefully washed with distilled water and the edible parts were cut into small pieces and then oven dried at  $55^\circ\text{C}$ -  $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  to attain constant weight.

The dried plant samples were grinded by a electrical grinder. After grinding one sample, the grinder was cleaned so that arsenic could not transfer from one sample to another. The dry weights of plant samples were measured and recorded.

### **Chemical and reagents**

MilliQ-water (ELGA LabPure System) was used throughout the dilution and other analysis. All reagents used in the digestion and extraction processes were of analytical grade. Concentrated nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ) hydrogen was obtained from Fisher Chemicals. Sodium arsenate dibasic heptahydrate ( $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) Sigma-Aldrich  $\geq 98.0\%$  was used for arsenic source. Standard stock solutions of 1,000 ppm for the metal was obtained from Kanto Chemical Co. Inc., Tokyo, Japan. The solution was diluted for desired concentrations to calibrate the instrument

### **Digestion process of samples and measurement of Arsenic**

A microwave digester (CEM, MARS6) was used to digest all food samples. Ground food sample (approximately 0.5 g of each) was weighed directly into a Teflon vessel, then adding 5mL concentrated  $\text{HNO}_3$ . Samples were allowed to predigest by standing open for 30 min before sealing vessels. Each vessel was

sealed, placed into the rotor. The microwave conditions were: microwave power 1020–1800 W, ramp time: 20–25 min, hold time: 15min at 210°C. After cooling for 30 min, the vessels were opened carefully. Each digestion solution was transferred to a 50-mL plastic centrifuge tube and diluted to 10 mL using milli-Q water. The samples were analyzed on the same day of preparation otherwise stored in fridge at 4°C.

At the end of mineralization, deionized water was added to the samples to achieve a final volume of 10 mL. The digested plants were analyzed for As using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AA-600, Reagent blanks and internal standards were used to ensure the accuracy and precision of the analyses. Perkin Elmer, USA) according to the previously published protocols (Smith et al. 1997). Standard reference materials (SRMs), trace elements in natural water (SRM 1640) and Trace Elements in Spinach Leaves SRM (1570a) from the National Institute of Standards and Technology (NIST) were used to verify the results for As. All samples were collected and analyzed in triplicate, and the average results were used to represent the data.

Contents of the elements are shown as mg kg<sup>-1</sup>. Accumulation of As in the edible part of the plant is shown as mg kg<sup>-1</sup> s.s.

### Estimated dietary intake of As element

The estimated daily intake of each TE depends on both the metal concentration in food and the daily food consumption. In addition, the human body weight can influence the tolerance of contaminants. EDI was calculated as follows:

$$EDI = (EF \times ED \times FIR \times Cf \times Cm) / (WAB \times TA)$$

Where EF is the exposure frequency (365 days/ year); ED is the exposure duration, equivalent to average lifetime (64 years); FIR is the lettuce/radish ingestion rate (g/person/day), which was considered to be 27.25 g/day and 16.92 g/day in the case of a chronic consumption of lettuce and radish, respectively (Ali and Hau, 2001; Akoto et al., 2014; EFSA, 2015); Cf is the conversion factor for wet weight (ww) to dry weight (dw); Cm is the TE concentration in foodstuffs (mg/kg dw); T<sub>A</sub> is the average exposure time for non-carcinogens (equal to E<sub>F</sub> × E<sub>D</sub>); W<sub>AB</sub> is the average body weight (bw): according to a recent survey of Codacons (Coordinamento delle associazioni per la difesa dell'ambiente e dei diritti degli utenti e dei consumatori) the average weight of an Italian adult is 74.1 kg, so the authors decided to approximate this value to 75 kg (<https://codacons.it/crisi-codacons-italiani-mangiano-meno-cala-peso-medio/>).

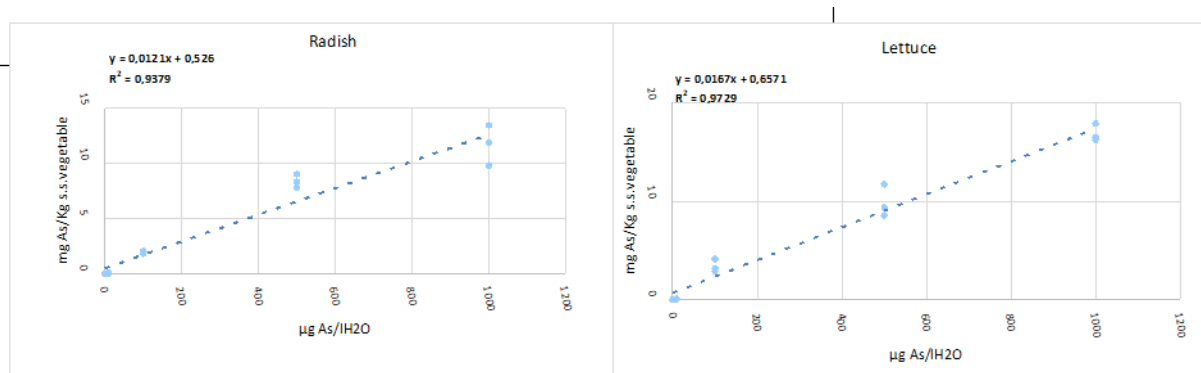
Health risk of consumers due to intake of TE contaminated fish was assessed by using HRI (Health Risk Index). A HRI lower than 1 means the exposed population is unlikely to experience obvious adverse effects; whereas a HRI above 1 means that there is a chance of non-carcinogenic effects, with an increasing probability as the value increases (Akoto et al., 2014). The HRI was calculated by using the equation:

$$HRI = EDI/RfD$$

where RfD is the reference oral dose expressed in mg/kg/day and it represents an estimation of the daily exposure of a contaminant to which the human population may be continually exposed over a lifetime without an appreciable risk of harmful effects. The RfD is 3.0×10<sup>-4</sup> for As (Akoto *et al.*, 2014; USEPA, 2009).

## RESULTS AND DISCUSSION

In the first part of the study authors have investigated if there were differences in the arsenic accumulation capacities between leaf and root vegetables and tried to identify and estimate the correlation between the content of arsenic in irrigation water and its accumulation in vegetables. The graphical presentation of relative arsenic content of different vegetable grown in the greenhouses of CREA, irrigated with contaminated water, is shown in Figure 1.



Arsenic content in vegetables, irrigated with contaminated water varied widely. Leafy vegetables accumulate more arsenic than other vegetable. On the other hand, significant differences in metal concentrations among the different vegetables implied that different vegetable species had different abilities and capacities to take up and accumulate different metals. The As concentration ( $\text{mg kg}^{-1}$  dw) in the edible part of the plants increased significantly with increasing As concentrations in irrigation water. A significant ( $p \leq 0.01$ ) increasing trend of arsenic accumulation in plants was found with increase of arsenic in irrigation water. The highest level of arsenic in fact was observed in the treatment of 1.0 mg/l As containing irrigation water and lowest level in control treatment. Arsenic in irrigation water showed a strong positive correlations with arsenic accumulation into plants, and the trend of accumulation was found as lettuce > radish. Experimental data were evaluated by employing linear-regression model of arsenic contaminated water against arsenic accumulation by edible parts of a few vegetable crops under study. The values of R2 derived from these models give clear indication of strong positive relationship between arsenic availability in irrigation water and arsenic accumulation of vegetable crops.

Considering the growth of lettuce plants (i.e., dry matter production of roots and leaves) was severely impaired by the irrigation with the As-contaminated water. The phytotoxic effect of Arsenic determined a strong inhibition of root growth and, to a lesser extent, leaf development. For instance, lettuce plants irrigated with water containing  $10 \text{ mg L}^{-1}$  of As produced less than a third of the root biomass of the control. Cozzolino et al., 2010 and Gusman et al., 2013 also reported the sensitivity of this leaf vegetable to As, which resulted in a stunted growth in contaminated soil or nutrient solution. In the conditions used in our study, plants showed symptoms of As toxicity but none of them died from As intoxication. The vegetable samples grown in the greenhouses of the CREA showed different abilities and capacities to take up and accumulate the arsenic. In the second part of this study, analysis were conducted also on field-grown vegetables from different areas of Latium in order to confirm this result, considering that arsenic content in open field-grown vegetables would have been presumably higher than the concentration of those planted in a greenhouse. Specifically, in the second part, the study investigated concentrations of As, in commonly consumed horticultural analysed from three three areas of the province of Viterbo to assess food quality and make recommendations based on an explicit understanding of human health risks. In this area (central Italy) high arsenic concentrations have been detected in soil and phytoavailable geogenic arsenic enters the food chain. As a result, local population may be exposed to inorganic arsenic through consumption of food and the Arsenic contamination of vegetables poses a potential health risk to both humans and animals.

The heavy metal concentrations ( $\text{mg/kg dw}$ ) in the edible part of vegetables are listed in Table 1. The concentration of metals varied greatly among species and sample locations.

**Table 1.** Concentrations of As in vegetables ( $\text{mg kg}^{-1}$  dw)

		Sito		
		Viterbo $\text{mg kg}^{-1}$	Tarquinia $\text{mg kg}^{-1}$	Tuscania $\text{mg kg}^{-1}$
Radish	Sample n.1	n.d	0.308 ±0.068	0.399± 0.105
	Sample n.2	0.091±0.01	0.295 ±0.014	0.412±0.211
	Sample n.3	n.d	0.189±0.011	0.301±0.005
	Sample n.4	0.02±0.00	0.300±0.207	0.441±0.002
	Sample n.5	n.d	0.301±0.157	0.453 ±0.005
	Sample n.6	n.d	0.285 ±0.02	0.397±0.011
	Sample n.7	0.075±0.03	0.274±0.111	0.412±0.201
	Sample n.8	n.d	0.291±0.001	0.417±0.032
	Sample n.9	n.d	0.299±0.027	0.396±0.007

	Sample n.10	n.d	0.271±0.004	0.448±0.001
Lettuce	Sample n.1	0.02±0.001	0.478±0.051	0.841±0.421
	Sample n.2	0.01±0.005	0.554 ± 0.42	0.789±0.257
	Sample n.3	n.d	0.511±0.381	0.912±0.003
	Sample n.4	n.d	0.691±0.004	0.689±0.273
	Sample n.5	0.002±0.00	0.738±0.260	0.735±0.005
	Sample n.6	n.d	0.862±0.231	1.102±0.008
	Sample n.7	n.d	0.777±0.274	1.005±0.490
	Sample n.8	0.015±0.001	0.745±0.317	0.986±0.224
	Sample n.9	n.d	0.608±0.004	1.271±0.279
	Sample n.10	0.021±0.003	0.804±0.027	0.998±0.007

Data are expressed as mean values ± SD (n = 4)

Arsenic concentrations in the edible plant portions ranged from less than the analytical detection limit ( $0.1 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ dw}$ ) to  $1.271 \text{ mg kg}^{-1} \text{ dw}$ , with a mean of  $0.805 \text{ mg kg}^{-1} \text{ dw}$  for lettuce and  $0.344 \text{ mg kg}^{-1} \text{ dw}$  for radish. All samples of radishes, and lettuces grown in the area of Viterbo showed low (or no detectable) arsenic values. The highest levels of arsenic have been detected either for the lettuce and the radish in samples from Tuscania and they were  $1.271 \text{ mg kg}^{-1}$  and  $0.453 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectively. The As concentration in the plant grown in different levels of As contaminated soil exceeded the maximum limit for vegetables of  $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  (Alam et al, 2003) when the soil As concentration was higher than  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ . A study of roots, stems, leaves and fruits in soils with varying arsenic levels found that the amount of arsenic in root crops, such as potatoes and onions, corresponded with the amount of arsenic in the soils in which they were grown (Dahal, et al. 2008). This is similar to results reported by Huang, et al (2006), who found that radishes and onions accumulated arsenic when grown in soils with approximately 1 to 25 ppm arsenic, though not in concentrations of concern. The As concentration in the edible part was two and six times higher than the maximum limit for vegetables of  $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  when grown in 30 and  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  soil, respectively (Joardar et al., 2014). Another studies by Gaw et al. 2008 and Ramirez-Andreotta et al. 2014 found that radishes and lettuce grown in soils that had formerly been treated with arsenical pesticides also accumulated arsenic, though not in concentrations that exceeded the FDA standard. Finally, in the study by Baroni et al. 2004 the As contents of plants were low, especially in crops and in the most common wild species and roots usually showed the highest content followed by leaves and shoots. Arsenic levels in soils and plants were positively correlated, while the ability of the plants to accumulate the element (expressed by their Biological Accumulation Coefficients and Concentration Factors) was independent of the soil As content. (Baroni et al. 2004). Definitely, also in this case (like in the first part of this work) higher arsenic concentrations have been detected in the samples of lettuce than in those of radish

#### Health risk assessment

The exposure pathway of humans to organic and inorganic contaminants through ingestion of contaminated food has been studied by many researchers (Chary et al., 2008; Copat et al., 2012; Xue et al., 2012; Akoto et al., 2014). In this study, the health risk of consumers due to the intake of contaminated vegetable was assessed using the estimated dietary intake (EDI) and HRI index. The data obtained are shown in Fig.2.

Chronic Consumption - <i>Lactuca s.</i>					Chronic Consumption	
	Area	Mean ± Std. Dev.	EDI	Reference oral doses	HRI	Adults (g/day)
		(mg/Kg ww)	(mg/kg b.w./day)	(mg/kg b.w./day)		
As	Tuscania	1,371 ± 0,279	0,00049813	0,0003	1,66	<i>Lactuca s.</i> 27.25 ± 23.25
	Tarquinia	0,862 ± 0,231	0,0003131933	0,0003	1,04	<i>Raphanus s.</i> 16.92 ± 16.35
	Viterbo	-	-	-	-	

Chronic Consumption - <i>Raphanus s.</i>					
	Area	Mean ± Std. Dev.	EDI	Reference oral doses	HRI
		(mg/Kg ww)	(mg/kg b.w./day)	(mg/kg b.w./day)	
As	Tuscania	0,453 ± 0,105	0,0001021968	0,0003	0,34
	Tarquinia	0,308 ± 0,068	6,948480E-05	0,0003	0,23
	Viterbo	-	-	-	-

To evaluate the potential health risk from consumption of *Lactuca s.* and *Raphanus s.*, we calculated the estimated daily intake (EDI) for adults, finding that HRI (Health Risk Index) index value for arsenic was low

(<1) in the case of chronic consumptions for all samples of radishes, and for the lettuces grown in the area of Viterbo. On the contrary, the lettuces obtained from Tuscania and Tarquinia presented very high concentrations of arsenic and a worrying value of the HRI value (>1) (Fig. 2).

## CONCLUSIONS

The amounts of the As found in samples of radish (*Raphanus sativus L.*) and lettuce (*Lactuca sativa L.*) were generally higher than those reported for the vegetables and cereals consumed in other parts of the world, exceeding the national standards and international recommendations. An urgent and systematic study of the arsenic in the vegetables traded in Lazio, and specifically in the area of Viterbo is recommended since their consumption could contribute negatively to increase the intake of the arsenic, a toxic element potentially dangerous for the human health. The dietary intake of that metal is not only determined by its level in the food, but also by the amount the people consume and the quantity and quality of the water they drink.

Perhaps different remediation measures should be taken promptly to remove existing metal contamination in these study areas.

## References

- Akoto, O., Bismark Eshun, F., Darko, G., Adei, E. 2014 Concentrations and Health Risk Assessments of Heavy Metals in Fish from the Fosu Lagoon Int. J. Environ. Res., 8(2):403-410
- Alam, M.Z., Rahman, M.M. 2003 "Accumulation of arsenic in rice plant from arsenic contaminated irrigation water and effect on nutrient content," in *Proceedings of BUET-UNU International symposium of fate of arsenic in the environment, Dhaka, Bangladesh*, , 131-135
- Ali, M. and Hau, V. T. B., 2001. Vegetables in Bangladesh Economic and nutritional impact of new varieties and technologies. Asian Vegetable Research and Development Centre, Technical Bulletin No. 25, AVRDC, Taiwan.
- Bhatti SM, Anderson CW, Stewart RB, Robinson BH 2013 Risk assessment of vegetables irrigated with arsenic-contaminated water. Environ Sci Process Impacts. Oct;15(10):1866-75. doi: 10.1039/c3em00218g.
- F. Baroni F., Boscagli A., Di Lella L.A., Protano G., Riccobono F. 2004 Arsenic in soil and vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy) Journal of Geochemical Exploration 81 1–14
- Carbonell-Barrachina AA, Signes-Pastor AJ, Vázquez-Araújo L, Burló F, Sengupta B. 2009 Presence of arsenic in agricultural products from arsenic-endemic areas and strategies to reduce arsenic intake in rural villages. Mol Nutr Food Res. 53(5):531-41. doi: 10.1002/mnfr.200900038.
- Cozzolino V., Pigna M., V. Di Meo V., Caporale G., Violante A 2010. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus supply on the growth of *Lactuca sativa L.* and arsenic and phosphorus availability in an arsenic polluted soil under non-sterile conditions Applied Soil Ecology 45, 262-268
- Commission Regulation (EC) No. 1881/2006, Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs.
- Dahal B.M., Fuerhacker M., Mentler A., Karki K.B., Shrestha R.R., Blum W.E.H. 2008 Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal Environmental Pollution 155, 157-163
- EFSA, 2015. The EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. <https://www.efsa.europa.eu/en/food-consumption/comprehensive-database>.
- Farid ATM, Roy KC, Hossain KM, Sen R 2003 A study of arsenic contaminated irrigation water and its carried over effect on vegetable pdfs.semanticscholar.org
- Fitzmaurice A. Azra Bilgin A., Illera V., Hering G 2009 Geochemical and hydrologic controls on the mobilization of arsenic derived from herbicide application Applied Geochemistry Volume 24, Issue 11, November, Pages 2152-2162
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), *Food and Population: FAO Looks ahead 2009*
- Gusman G.S., Oliveira J.A., Farnese F.S., Cambraia J. 2013 Arsenate and arsenite: the toxic effects on photosynthesis and growth of lettuce plants Acta Physiologiae Plantarum 35, 1201–1209
- Gaw SK, Kim ND, Northcott GL, Wilkins AL, Robinson G. 2008 Uptake of DDT, arsenic, cadmium, copper, and lead by lettuce and radish grown in contaminated horticultural soils. J Agric Food Chem. 56:6584–6593.
- Islam, M.R., Islam, S., Jahiruddin, M., Islam, M.A., 2004 "Effects of irrigation water arsenic in the rice-rice cropping system," *Journal of Biological Science*,. 4, 542-546,
- Joardar J. C., Rahman S. M., Rahman A., Islam M., Imamul Huq S. M and Kawai S. 2014; Effect of Arsenic Concentration in Irrigation Water and Soil on the Arsenic Content of Vegetables in Bangladesh -International Journal of Plant & Soil Science 3(1): 85-98
- Ramirez-Andreotta, M. D., Brusseau, M. L., Artiola, J. F., & Maier, R. M. (2013). A greenhouse and field-based study to determine the accumulation of arsenic in common homegrown vegetables grown in mining-affected soils. *The Science of the Total Environment*, 443, 299–306. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.095>
- USEPA, 2009. United States Environmental Protection Agency, Risk-based concentration table. Philadelphia: United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Yoshizuka K., Nishihama S., Sato H. 2010 Analytical survey of arsenic in geothermal waters from sites in Kyushu, Japan, and a method for removing arsenic using magnetite *Environmental Geochemistry and Health* 32, 4, 297–302

Zevenhoven R., Mukherjee A.B., Bhattacharya P. 2007 Arsenic flows in the environment of the European Union: a synoptic review *Trace Metals and other Contaminants in the Environment* 9, 527-547

Zhao FJ, McGrath SP, Meharg AA. 2010 Arsenic as a food chain contaminant: mechanisms of plant uptake and metabolism and mitigation strategies. *Annu Rev Plant Biol.*; 61:535–559.



## **Confronto delle proprietà antiossidanti in alimenti da agricoltura biologica e convenzionale.**

Calabretti A.<sup>1</sup>, Calabrese M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, via Valerio 6, 34127 Trieste

E-mail: antonella.calabretti@deams.units.it.

<sup>2</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche “Bruno de Finetti”, via Valerio 6, 34127 Trieste.

E-mail: massimo.calabrese@deams.units.it

### **Riassunto**

Nel tempo, l'agricoltura biologica si è rivelata un metodo produttivo idoneo sia a salvaguardare il territorio sia a proporre al mercato locale e internazionale prodotti di qualità. Nonostante la garanzia dell'alta qualità richieda uno sforzo economico maggiore da parte del consumatore, i prodotti biologici, dopo una lenta fase di avvio, stanno acquisendo sempre più spazio nell'ambito della spesa alimentare, soprattutto nelle aree economicamente più avanzate.

Aldilà dell'evidente sicurezza tossicologica che i prodotti dell'agricoltura biologica garantiscono, negli ultimi anni il dibattito scientifico ha affrontato il tema di quanto l'apporto nutrizionale complessivo ed in molecole protettive (es. antiossidanti) sia confrontabile con gli analoghi alimenti ottenuti mediante l'agricoltura convenzionale

In questo studio, nello specifico, è stato effettuato il confronto del contenuto di molecole antiossidanti e dell'attività antiossidante complessiva, in alimenti vegetali e succhi, convenzionali e biologici sia acquistati nella GDO sia provenienti da coltivazioni di provenienza certa. In generale nei diversi casi sono state osservate significative differenze.

### **Introduzione**

Nell'ambito della corretta alimentazione vi sono continui confronti in merito a quale sia il regime alimentare più corretto in generale o il più consono alle diverse fasce d'età. Dato per acquisito che una corretta alimentazione è la principale alleata della crescita nel rispetto dei percentili, del mantenimento dello stato di salute, nonché la chiave nella prevenzione di patologie croniche, acute e dell'invecchiamento, ora si tratta di definire quale, tra tutte le proposte, rispecchi la giusta via di mezzo e se le nuove “offerte” alimentari siano più dannose che benefiche o viceversa.

Lo scopo di questo studio è il confronto delle differenti proposte alimentari promosse negli ultimi anni per fornire un quadro generale dei limiti e dei vantaggi che ognuno di questi sicuramente presenta, soprattutto per quanto concerne il contenuto di antiossidanti. Attraverso la determinazione delle concentrazioni di polifenoli, carotenoidi, antociani e della capacità antiossidante in generale si valuterà se la qualità promessa dalla moda alimentare sia reale o meno e se quindi vengano rispettate le linee guida stabilite dal Ministero della Salute.

Le analisi svolte su alimenti biologici di origine vegetale controllata e su alimenti per vegani rappresentano un primo passo di indagine sul contenuto di antiossidanti, che potrà essere approfondito in seguito con saggi più specifici o di diversa natura (DPPH, FRAP, TBARS, HPLC, etc.). I campioni comprendono verdura (insalata, finocchi, melanzane, peperone, pomodoro, rapa rossa, zucchine), frutta (albicocca, anguria, fragola, melone, pesca, pescoce), succhi di frutta (succo di albicocca, succo di carota e succo di mirtillo, succo di pera) e alimenti vegani (svizzera di soia, svizzera di quinoa e zucchine, tofu e seitan). Sono stati analizzati sia crudi che in seguito a cottura con le convenzionali tecniche suggerite da nutrizionisti ed esperti (cottura al vapore, alla piastra e bollitura) per andare ad indagare l'eventuale perdita della componente antiossidante causata da queste.

### **Materiali e Metodi**

#### *Preparazione dei campioni e strumentazione*

Il campionamento è stato effettuato acquistando prodotti di origine vegetale presso i comuni centri di distribuzione, presso centri di distribuzione di alimenti biologici e presso esercizi commerciali specializzati nella vendita di alimenti per vegani. Si tratta principalmente di frutta e verdura coltivata in Regione Friuli Venezia Giulia; nelle seguenti tabelle viene riportato un elenco degli elementi analizzati:

**Tabella 1.** Elenco degli alimenti analizzati

<b>Verdura non biologica</b>	Carote, cavolo, cetriolo, finocchio, insalata, melanzana, pomodoro, rapa rossa, zuccina
<b>Frutta non biologica</b>	Albicocca, anguria, ciliegia, fragola, melone, pesca, pescoce
<b>Succhi di frutta non biologici</b>	Succo di pesca, succo di albicocca, succo di pera
<b>Verdura biologica</b>	Carota, insalata, melanzana, peperone giallo, pomodoro, rapa rossa, zuccina
<b>Frutta biologica</b>	Albicocca, anguria, ciliegia, melone, pesca, pescoce,
<b>Succhi di frutta biologici</b>	Succo di albicocca, succo di carota, succo di mirtillo, succo di pera
<b>Alimenti vegani</b>	Svizzera di soia, svizzera di quinoa e zucchine, seitan, tofu

Per la preparazione dei campioni sia crudi che cotti e l'estrazione delle diverse componenti da fasi lipofila ed idrofila si rimanda ad un precedente lavoro (1).

Per questo studio sono stati utilizzati saggi fotometrici a lettura diretta per dosare gli indici riconosciuti da una vasta letteratura come indicatori del potere antiossidante e della qualità del prodotto alimentare (2-6).

Per la lettura dei saggi colorimetrici è stato utilizzato lo spettrofotometro Cary 60 UV-VIS della Agilent Technologies. Come software per l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati il software CARY fornito con lo spettrofotometro e Microsoft Excel, usato soprattutto per la costruzione delle rette di calibrazione e il calcolo di  $R^2$  deviazione standard, nonché degli indici IC50, ARP e TEAC.

## Risultati e discussione

### *Contenuto di polifenoli totali*

In Tabella 2 sono messi a confronto gli alimenti analizzati nel corso dello studio per quanto concerne il contenuto di polifenoli totali, cioè riportano i risultati ottenuti con il saggio con reattivo di Folin-Ciocalteu.

**Tabella 2 :** Contenuto di polifenoli totali nei prodotti considerati

<b>Alimenti non biologici</b>	<b>Polifenoli mg/g</b>	<b>± DS</b>
Carota bollita	0,112	0,016
Carota cruda	0,380	0,038
Carota al vapore	0,232	0,010
Insalata	2,600	0,173
Pomodoro crudo	2,653	0,032
Rapa rossa	7,600	0,100
Zuccina bollita	1,167	0,058
Zuccina cruda	1,267	0,058
Zuccina al vapore	1,000	0,100

<b>Alimenti biologici freschi</b>	<b>Polifenoli mg/g</b>	<b>± DS</b>
Albicocca	0,413	0,009
Anguria	0,548	0,025
Carota bollita	0,791	0,007
Carota cruda	0,06	0,020
Carota al vapore	0,838	0,010
Ciliegia	1,260	0,046
Insalata	0,07	0,026
Melanzana al vapore con buccia	3,226	0,193
Melanzana cruda con buccia	2,361	0,007
Melanzana cruda senza buccia	1,088	0,069
Buccia di melanzana cruda	4,333	0,163
Melone	1,842	0,113
Peperone giallo crudo	0,474	0,098
Peperone giallo al vapore	1,303	0,244

Pesca nettarina gialla	2,209	0,119
Pescanoce	0,683	0,130
Pomodoro crudo	0,882	0,044
Rapa rossa al vapore	9,113	0,119
Zucchine crude	0,62	0,060
Zucchine al vapore	0,37	0,122
<b>Succhi di frutta biologici</b>	<b>Polifenoli mg/g</b>	<b>± D.S.</b>
Succo di Albicocca	0,44	0,042
Succo di carota	1,868	0,091
Succo di mirtillo	0,344	0,112
Succo di pera	2,808	0,063
Succo di pesca	1,263	0,013
<b>Alimenti per vegani</b>	<b>Polifenoli mg/g</b>	<b>± D.S.</b>
Svizzera di soia cruda	0,898	0,131
Svizzera quinoa e zucchine cotta alla piastra	0,650	0,035
Seitan crudo	0,985	0,082
Tofu	1,196	0,10

Da questa tabella si evince come il contenuto complessivo di polifenoli negli alimenti di origine vegetale vari a seconda della trasformazione subita (fresco, cotto al vapore, bollito, alla piastra, spremuto, trattato), ma soprattutto della tipologia; alcuni alimenti presentano naturalmente una concentrazione elevata di polifenoli (come ad esempio la rapa rossa o la pesca), i quali si concentrano particolarmente a livello della buccia.

Anche il tipo di cottura può modificare il contenuto di polifenoli, a volte in negativo, a volte invece in positivo rendendoli maggiormente biodisponibili. Nel caso del peperone giallo, ad esempio, la cottura al vapore ha fatto in modo che i polifenoli venissero “liberati”, facendo riscontrare quindi una loro concentrazione quasi triplicata (0,474 mg/g nel peperone giallo crudo vs 1,303 mg/g). Lo stesso effetto si è notato nel caso della carota e della melanzana, mentre la cottura al vapore della zucchina ha fatto sì che il contenuto di polifenoli disponibile venisse dimezzato. La cottura è quindi un fattore determinante che influisce in modo sostanziale sul contenuto complessivo di polifenoli.

Per quanto riguarda gli alimenti trasformati, in questo caso i succhi di frutta, i più ricchi in polifenoli risultano essere il succo di pera e il succo di carota; questi valori sono probabilmente riconducibili ad una elevata concentrazione di quercetina nel primo e  $\beta$ -carotene nel secondo.

#### Attività antiossidante complessiva

L'attività antiossidante è la misura della capacità di una sostanza di contrastare l'azione dei radicali liberi e può essere espressa fondamentalmente attraverso tre indici: l'IC50, che individua la concentrazione di anabolita (antiossidante) necessaria ad inibire il 50% del radicale presente nella soluzione di ABTS utilizzata per il saggio, l'ARP, cioè il complessivo potere antiradicalico di ogni campione, infine il TEAC, cioè la concentrazione di una soluzione del campione in esame con la capacità antiossidante equivalente a quella della stessa concentrazione di una soluzione di Trolox®.

Il potere antiossidante è rappresentato quindi da un basso valore di IC50 o da un elevato valore di ARP.

**Tabella 3.** Potere antiossidante in alimenti vegetali “commerciali”.

Alimento vegetale “commerciale”	IC 50 ( $\mu$ g/g)	ARP
Carota	56,790	0,017
Insalata	4,742	0,210
Pomodoro crudo	18,294	0,054
Zucchina cruda	7,440	0,134
Zucchina bollita	442,594	0,002

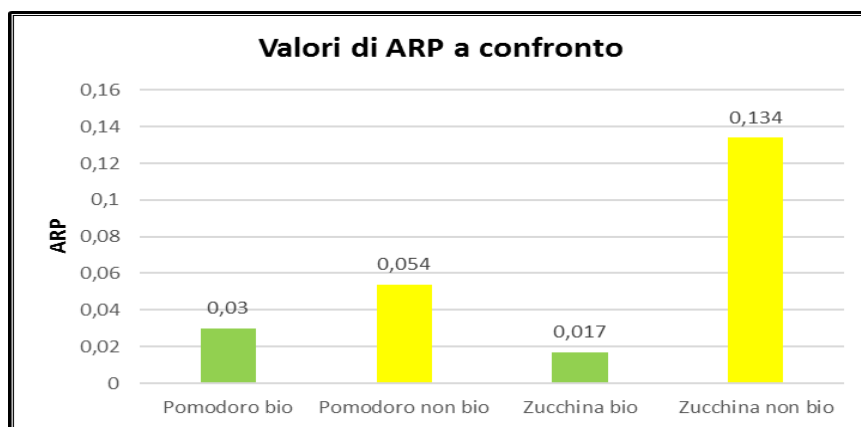
**Tabella 4.** Valutazione della capacità antiossidante

Alimenti biologici	IC 50 ( $\mu$ g/g)	ARP	IC 50 ( $\mu$ g/g)	ARP
--------------------	--------------------	-----	--------------------	-----

	fase idrofila		fase lipofila	
Albicocca	136,22	0,007	49,88	0,020
Anguria	39,200	0,025	7,460	0,134
Carota cruda	7,800	0,128	7,300	0,136
Carota al vapore	5,057	0,197	73,400	0,013
Carota bollita	190,150	0,005	1,250	0,800
Ciliegia	82,010	0,012	2,750	0,363
Insalata	2,250	0,444	Nd	Nd
Melanzana cruda con buccia	158,660	0,006	Nd	Nd
Melanzana cruda senza buccia	334,520	0,002	Nd	Nd
Melanzana al vapore con buccia	359,310	0,002	Nd	Nd
Buccia di melanzana	145,040	0,006	Nd	Nd
Melone	153,900	0,006	572,400	0,001
Peperone giallo crudo	57,600	0,017	771,400	0,001
Peperone giallo al vapore	50,880	0,019	112,030	0,008
Pesca	4,270	0,234	151,040	0,006
Pescanoce	48,840	0,020	668,850	0,001
Pomodoro crudo	88,030	0,011	32,350	0,030
Rapa rossa al vapore	489,47	0,002	0,379	2,638
Zucchine crude	58,560	0,017	Nd	Nd
Zucchine al vapore	49,220	0,020	Nd	Nd

Anche nel caso della valutazione della capacità antiossidante attraverso l'espressione degli indici IC50 e ARP, è evidente la perdita di antiossidanti in seguito alla bollitura e la liberazione, al contrario, di questi in seguito alla cottura al vapore (vedasi i dati in merito a carote e zucchine biologiche).

Dal confronto delle due tabelle tuttavia si evidenzia il maggiore potere antiossidante di alcuni alimenti vegetali di origine non biologica rispetto agli stessi di origine biologica. I valori relativi al potere antiossidante del pomodoro e delle zucchine, ad esempio, presentano un gap importante, che contrasta l'idea di maggiore salubrità del prodotto biologico rispetto al non biologico.



**Figura 1.** Valori di ARP a confronto.

La valutazione del potere antiossidante, nel caso dei prodotti biologici, è stata eseguita sia sulla frazione idrofila sia su quella lipofila: nel caso del pomodoro, ad esempio, si riscontra un IC50 più basso relativo alla frazione lipofila, valore che dimostra una maggiore concentrazione di molecole antiossidanti nella matrice grassa e che risulta essere in linea con quanto affermato nella letteratura scientifica.

Per quanto riguarda i succhi di frutta biologici, gli elementi con maggior potere antiossidante sono risultati il succo di albicocca e il succo di pera, i quali presentano valori di IC 50 relativamente bassi

Infine i dati relativi agli alimenti per vegani hanno posto in evidenza il fatto che in generale il potere antiossidante è quasi nullo; infatti i rispettivi valori di ARP rasentano lo zero. Nonostante il tofu, in particolare, avesse mostrato una concentrazione di polifenoli considerevole, il potere antiossidante complessivo risulta molto basso, probabilmente a causa del fatto che questi non possono essere facilmente

scissi dalla matrice. Questo dimostra la necessità, per chi opta per una dieta vegana, di prestare attenzione a tale deficit e ricorrere all'uso di integratori.

**Tabella 5.** Confronto tra indici dei succhi di frutta.e alimenti vegani

Succhi di frutta biologici	IC50 (µg/g)	ARP
S. Albicocca	26,120	0,038
S. Carota	168,200	0,005
S. Mirtillo	110,250	0,009
S. Pera	194,310	0,005
S. Pesca	88,850	0,011
Alimenti per vegani	IC50 (µg/g)	ARP
Seitan	605,000	0,0016
Svizzera di quinoa e zucchine	550,850	0,0018
Svizzera di soia	663,380	0,0015
Tofu	2791,130	0,0003

#### Valutazione del contenuto di carotenoidi

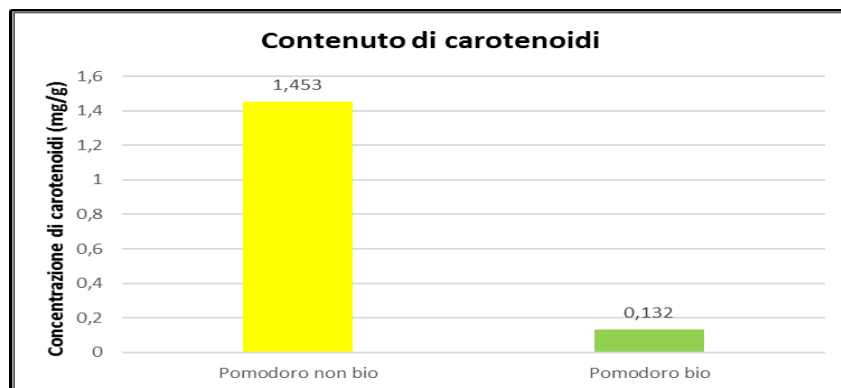
Il dosaggio dei carotenoidi ha mostrato valori più alti negli alimenti trasformati, in seguito a cottura. Queste molecole, per poter svolgere la loro attività antiossidante devono essere rese biodisponibili, cioè liberate dalla matrice, come accade con alcuni tipi di cottura.

**Tabella 6.** Contenuto di carotenoidi in alimenti vegetali commerciali e biologici

Alimenti "commerciali"	Carotenoidi (mg/g)	± D. S.
Carota cruda	0,370	0,010
Carota al vapore	0,537	0,015
Pomodoro crudo	1,453	0,050
Radicchio	0,210	0,010
Alimenti biologici	Carotenoidi (mg/g)	± DS
Albicocca	0,213	0,015
Anguria	0,031	0,011
Carota cruda	0,603	0,045
Carota al vapore	0,93	0,015
Carota bollita	0,002	0,0002
Melone	1,357	0,026
Peperone giallo crudo	2,656	0,125
Peperone giallo al vapore	2,456	0,05
Pesca	0,907	0,003
Pescanoce	1,203	0,006
Pomodoro crudo	0,132	0,003

La maggiore biodisponibilità dei carotenoidi, come visto, è resa possibile dal trattamento meccanico e termico, purché non si tratti di bollitura, che tende a privare la matrice delle componenti antiossidanti liberandole nell'acqua di cottura che nella maggior parte dei casi viene eliminata. La letteratura riporta studi che provano come il trattamento meccanico possa aumentare la biodisponibilità di queste molecole (7)

Per gli alimenti vegetali di derivazione biologica, il dato interessante è la differenza di concentrazione tra pomodoro crudo biologico e non biologico; ancora una volta, la produzione biologica per quanto concerne il contenuto di antiossidanti rispetto alla produzione non biologica.



**Figura 2.** Contenuto di carotenoidi a confronto.

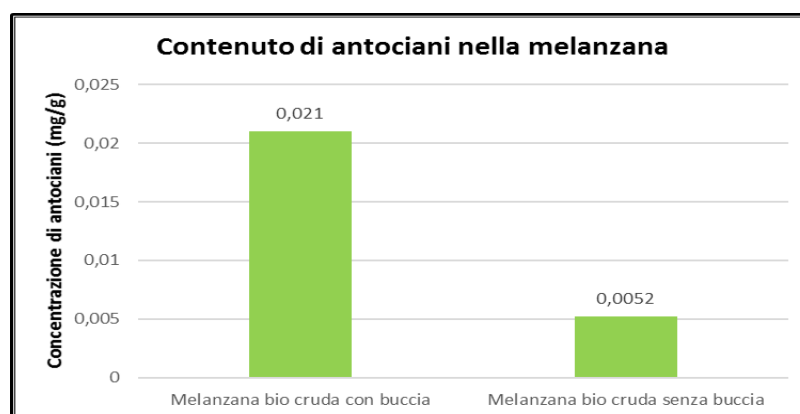
### Valutazione del contenuto di antociani

Gli antociani sono contenuti prevalentemente nei prodotti vegetali che riportano una colorazione violacea, della quale queste molecole sono responsabili. Il loro dosaggio ha prodotto i seguenti risultati:

**Tabella 7.** Contenuto di antociani in alimenti non biologici e biologici

Alimenti non biologici	Antociani (mg/g)
Radicchio rosso	0,468
Rapa rossa	0,350
Alimenti biologici	Antociani (mg/g)
Ciliegia	0,067
Melanzana cruda con buccia	0,021
Melanzana cruda senza buccia	0,0052
Buccia di melanzana	0,0575
Melanzana al vapore	0,0070
Rapa rossa al vapore	0,0505
Succo di mirtillo	0,022

Da questi dati si evince che, la cottura al vapore non consente di liberare gli antociani e di renderli più biodisponibili, ma al contrario ne causa quasi una totale perdita. Inoltre non vi è una sostanziale differenza tra alimento fresco e trasformato; infatti il contenuto di antociani nel succo di mirtillo non si allontana molto da quello, ad esempio, della melanzana cruda provvista di buccia. Infine, come previsto, la maggior parte di queste molecole risulta presente nella buccia dell'alimento vegetale



**Figura 3.** Contenuto di antociani nella melanzana biologica con e senza buccia.

In conclusione, questo studio suggerisce:

- una preferenza all'agricoltura biologica, non tanto in quanto generatrice di prodotti quantitativamente più ricchi di radical scavenger, ma piuttosto in quanto garante di maggior qualità e protezione dei prodotti e dei consumatori da sostanze chimiche dannose;
- l'integrazione di vitamine e antiossidanti per i soggetti adulti fedeli al vegan;
- un'indagine approfondita relativa alle diverse categorie di antiossidanti attraverso tecniche analitiche separative (estrazione da polveri con CO<sub>2</sub> supercritica, HPLC) e meno soggette all'errore da interferenze;

- un'indagine statistica relativa all'applicabilità del regime alimentare vegano a soggetti in via di sviluppo. In conclusione, lo studio ha dimostrato che il regime alimentare vegano rappresenta una scelta delicata, che comunque deve rispettare i valori espressi nelle LARN di un consumo minimo di 650 mg/die di polifenoli.

#### **Riferimenti bibliografici**

- 1) A. Calabretti, M. Quarantotto, M. Calabrese, L. Gabrielli, P. Bogoni “Valutazione della capacità antiossidante in prodotti a base di pomodoro” Atti del VII Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti, 23-26 giugno 2008 Perugia - Italy
- 2) Liang-Yu Chen, Chien-Wei Cheng, Ji-Yuan Liang, 2015, “Effect of esterification condensation on the Folin-Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols, Food Chemistry vol. 170, 10-15;
- 3) Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M., 1999, “Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent”, Method of Enzymology, vol. 299, 152 - 178;
- 4) Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Yang M., Rice-Evans C., 1999, “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay”, Free Radical Biology and Medicine, vol.26, no. 9 1231-7
- 5) Kanti B. P., and Syed I. R., 2009 “Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease”, Oxidative Medicine and Cellular Longevity, vol. 2, no. 5, 270 - 278;
- 6) Rice-Evans C., Miller N. J., Paganga G., 1996, “Structure-antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids”, Free Radical Biology and Medicine Journal, vol. 20, no. 7, 933 - 956;
- 7) Lemmens L., Van Buggenhout S., Oey I., Van Loey A., Hendrix M., “Towards a better understanding of the relationship between the  $\beta$ -carotene in vitro bio-accessibility and pectin structural changes: a case study on carrots”, Food Research International, vol. 42, no. 9, 1323 -1330.

## Infestazioni entomatiche della pasta alimentare confezionata: un problema sempre attuale

De Clemente I.M., Palumbo G.

Laboratorio Chimico-Merceologico, Dipartimento di Economia, Management, Istituzioni  
Università di Napoli “Federico II”, Complesso Universitario Monte S. Angelo

Via Cintia n. 26, Napoli 80126

[isabellamaria.declemente@unina.it](mailto:isabellamaria.declemente@unina.it), [giancarlo.palumbo@unina.it](mailto:giancarlo.palumbo@unina.it)

### Sommario

La pasta, dal punto di vista igienico, rappresenta uno dei prodotti alimentari più sicuri in quanto, pur non tenendo conto della cottura necessaria prima del consumo, il processo di trasformazione della materia prima è sempre al di fuori di ogni manipolazione da parte dell'uomo, essendo ormai totalmente automatizzato. Simbolo della nostra gastronomia, fa sì che il consumatore italiano sia quello più esigente in relazione ai requisiti di *qualità* che una buona pasta deve possedere. Eppure, ancora oggi, un problema molto sentito dagli operatori del settore riguarda l'infestazione del prodotto finito da parte di alcuni insetti specifici, con conseguente duplice danno: economico e di immagine. Un ruolo determinante dovrebbe, quindi, avere il packaging, notoriamente atto a combattere perdite e sprechi, poiché esso influenza in misura rilevante la sicurezza, la qualità e, di conseguenza, la *shelf-life*.

### Introduzione

Il settore agroalimentare italiano è caratterizzato da un'ampia diversificazione di prodotti che detengono una larga fascia di mercato non solo a livello europeo, ma anche mondiale, tant'è che l'Italia si conferma il primo Paese per numero di prodotti agroalimentari di qualità, anche se la loro fama è tale da far sì che essi subiscano il maggior numero di imitazioni. Certamente la peculiarità della *dieta mediterranea* è stata fondamentale per il successo dei nostri prodotti agroalimentari all'estero.

Già da tempo le indagini nel settore nutrizionale hanno messo in risalto il suo ruolo in una corretta e sana alimentazione contribuendo, allo stesso tempo, ad un maggior consumo di pasta. Nonostante negli ultimi tempi si sia cercato di diversificare il settore di trasformazione del grano duro valorizzando prodotti, come il pane ed altri sostituti, la maggior parte delle semole viene ancora utilizzata per la produzione di pasta. Sebbene questa sia uno degli alimenti tradizionalmente consumati nell'area mediterranea, negli ultimi anni si è verificato un incremento dei consumi anche nei paesi con tradizioni nutrizionali profondamente differenti. Tale successo è da attribuirsi non solo alla buona qualità nutrizionale, ma anche al costo contenuto e alla facilità di trasporto e conservazione.

L'Italia è considerata la *patria* della pasta, essendone da sempre il principale produttore, soprattutto di quella di semola di grano duro. Infatti, l'industria italiana della pastificazione è, a livello mondiale, ai primi posti tra i principali produttori con 125 impianti (100 a pasta secca, di cui 11 interessati alla produzione anche di pasta industriale fresca, e 25 a pasta fresca industriale, di cui 11 interessati ad entrambe le tipologie) che danno occupazione a 7.500 addetti (ISMEA, 2015).

Il mercato della pasta è, tuttavia, abbastanza frammentato, con un'azienda leader che copre circa un terzo della quota e diversi altri produttori nazionali, quasi tutti al di sotto del 6%, tra questi rientrano anche i pastifici artigianali che, oltre ad essere presenti commercialmente nelle aree locali di appartenenza, si inseriscono sui mercati internazionali sfruttando il traino dell'italianità ed artigianalità del loro prodotto. Le industrie sono localizzate essenzialmente al Nord (42%) e al Sud (43%) condizionate, in questo caso, dalla produzione di materia prima e dalla più forte domanda di prodotto che caratterizza l'Italia meridionale, il rimanente 15% è situato nel centro Italia. Circa il 50% dei pastifici totali sono ubicati in Veneto, Campania, Lombardia e Abruzzo, cui seguono Puglia (8%) e Emilia Romagna (7%). Negli ultimi anni si è assistito ad una diminuzione dei consumi di pasta, conseguenza del sensibile rallentamento del consumo medio pro-capite, sceso da 28 kg/anno del 2001 a circa 25 kg/anno nel 2014.

Elemento trainante del settore è, dunque, l'esportazione, che incide sull'offerta nazionale circa il 55%; i principali Paesi destinatari della pasta italiana rimangono, comunque, la Germania, la Francia, il Regno Unito, gli Stati Uniti, la Russia e, anche per la forte presenza di italiani, la Libia. Altro cliente importante è



l'Estremo Oriente, in cui un ruolo fondamentale spetta al Giappone e, soprattutto, alla Cina. (Del Bravo 2017)

La rilevanza dell'Italia in questo settore è, dunque, relativamente all'offerta, conseguenza della presenza sul mercato dei nostri maggiori produttori e, relativamente alla domanda, è la conseguenza del consumo procapite più elevato (Tab. 1); ma, soprattutto, è il risultato della diffusione, a partire dalla fine degli anni '70, della dieta mediterranea, realizzata in contrapposizione a quei regimi alimentari ritenuti responsabili delle cosiddette malattie del mondo occidentale.

<i>Paesi Produttori</i>	<i>Tonnellate</i>	<i>Paesi consumatori</i>	<i>Kg pro capite</i>
Italia	3,2 milioni	Italia	24
USA	2 milioni	Tunisia	16
Turchia	1,3 milioni	Venezuela	12
Brasile	1,2 milioni	Grecia	11,2
Russia	1,1 milioni	Svizzera	9,2

Tab. 1 – Principali Paesi produttori e consumatori di pasta (International Pasta Organisation dati 2015)

Tale dieta, che si basa principalmente sul consumo di cereali, verdure e olio di oliva, viene presentata come simbolo di una corretta alimentazione ed è ormai considerata da gran parte dei nutrizionisti come una delle migliori al mondo. Simbolo ne è, certamente, la pasta che presenta elevati standard qualitativi per la puntuale normativa che ne regola la produzione.

Fondamentale per la qualità del prodotto è la tecnologia di produzione. A tal proposito, gli elementi che permettono di distinguere un pastificio industriale da uno di tipo artigianale sono essenzialmente la cura posta nella scelta della materia prima e la modalità di realizzazione del processo di essiccamento, fase importante dell'intero ciclo di lavorazione, in quanto incide in maniera determinante sulla qualità finale del prodotto.

È noto che, in fase di produzione, l'impasto viene dapprima estruso e, quindi, essiccato. Ed è proprio in quest'ultima fase che i nutrienti possono subire modifiche strutturali che hanno influenza sulla qualità del prodotto finito. All'interno di un pastificio a carattere industriale l'essiccamento viene realizzato esponendo la pasta ad una temperatura anche superiore ai 100°C per un periodo di 2-3 ore. In questo modo si ottiene una gelatinizzazione quasi immediata dell'amido presente e la pasta assume il caratteristico aspetto vitreo. Questo choc termico se da un lato, riducendo i tempi di essiccazione, garantisce la buona tenuta in cottura della pasta (indipendentemente dalla qualità della semola utilizzata), dall'altro contribuisce al contenimento dei costi di lavorazione. Oggi la velocità di produzione è piuttosto elevata (oltre 3-4.000 kg/h) e il prodotto ottenuto è sicuramente valido dal punto di vista microbiologico, ma non sempre risponde alle aspettative del consumatore, attento non solo ai requisiti igienico-sanitari ma anche organolettici e nutritivi (Menesatti et al. 2014). Tale procedimento non esclude, infatti, la possibilità che nel processo possano verificarsi degli inconvenienti con conseguenze negative sul prodotto, quali perdita della biodisponibilità degli aminoacidi e formazione di nuovi composti, modificazione del colore e dell'aroma, diminuzione della resistenza meccanica, perdita di consistenza. Tale tecnologia, quindi, può non essere sempre sufficiente per raggiungere un'ottima qualità del prodotto finito che, invece, richiederebbe varietà di grano duro dal maggior contenuto di proteine e glutine (Marti A. et al 2013).

In una realtà artigianale, invece, il processo di essiccamento varia, secondo i formati, con esposizione della pasta a temperature non superiori ai 50°C e a lunghi tempi di trattamento. Quanto più lungo è il processo di essiccamento, tanto maggiore è la garanzia che la pasta ottenuta mantenga le caratteristiche organolettiche della materia prima, senza sottovalutare che temperature più basse favoriscono una fermentazione minima, che conferisce maggiori caratteristiche di gusto, e contribuiscono alla corretta formazione del glutine, da cui dipende la tenuta in cottura. Anche un prodotto semplice come la pasta assume, dunque, delle caratteristiche qualitative differenti a secondo del metodo di produzione. Pertanto, dietro la generica definizione di *pasta* sono individuabili prodotti diversi che incorporano i caratteri qualitativi delle diverse realtà produttive da cui originano.

Ma, qualunque sia il mercato di riferimento, nazionale o globalizzato, un ruolo fondamentale riveste la sicurezza alimentare. Qualità degli alimenti e sicurezza procedono, infatti, parallelamente ed il consumatore odierno è sempre più esigente nei confronti del settore alimentare: richiede maggiori informazioni, predilige quei punti di ristoro attenti alla selezione delle materie prime, i prodotti da agricoltura biologica, di filiera corta, stagionali e, nello stesso tempo, ricerca qualità, salubrità e sicurezza. Questo è valido anche per un prodotto come la pasta che, dal punto di vista igienico, dovrebbe garantire maggiore sicurezza in quanto, pur non tenendo conto della cottura necessaria prima del consumo, il processo di trasformazione della materia prima è sempre al di fuori di ogni manipolazione da parte dell'uomo, essendo ormai totalmente automatizzato.

Purtroppo, ancora oggi, uno dei problemi maggiormente sentiti dall'industria pastaria è quello della infestazione del prodotto, un problema che esiste e si ripete soprattutto ai cambi di stagione. Ogni alimento, anche quando è prodotto secondo buone pratiche di fabbricazione, può contenere naturalmente o incorrere in difetti inevitabili che possono non rappresentare un rischio per la salute, ma la presenza di insetti o parti di essi nelle paste alimentari crea certamente un senso di disgusto, con duplice danno per l'azienda: economico e di prestigio. La contaminazione dell'alimento è un problema che va considerato e controllato da parte dell'azienda produttrice attraverso mezzi e strumenti idonei che sicuramente apporteranno dei costi, anche ingenti, ma irrisori se paragonati a quelli dovuti alla riduzione o perdita della propria nicchia di mercato. Ma dove avviene l'infestazione, dove inizia? Parte dalla materia prima o interessa solo il prodotto finito? La salvaguardia igienico-sanitaria dei molini-pastifici, e di conseguenza del prodotto finale, può attuarsi solo se si conoscono le cause della contaminazione, la loro modalità di azione e le componenti da esse attaccate.

A tale scopo è opportuno precisare che le cause possono essere di diversa natura:

- microbiotica (batteri e funghi)
- macrobiotica (artropodi, volatili, roditori, uomo e animali) - chimica (antiparassitari, metalli pesanti, micotossine)
- particellare (corpi estranei, impurità biologiche).

In particolare, riguardo la contaminazione di natura macrobiotica, e nello specifico quella dovuta alla presenza di artropodi, diversi e numerosi sono gli insetti che possono infestare cereali e prodotti di trasformazione (Tab. 2).

<b>Matrice alimentare</b>	<b>Insetti rinvenuti</b>
Granella di cereali	Coleotteri Rincoforidi ( <i>Sitophilus oryzae</i> ) Imenotteri Calcidoidei
Sfarinati	Lepidotteri Piralidi (non identificati) Lepidotteri Piralidi ( <i>Ephestia kuehniella</i> ) Coleotteri Silvanidi ( <i>Oryzaephilus surinamensis</i> ) Coleotteri Cucuiidi ( <i>Cryptolestes</i> sp.) Coleotteri Micetofagidi ( <i>Typhaea stercorea</i> )
Pane, biscotti e altri prodotti da forno	Lepidotteri (non identificati) Lepidotteri Piralidi ( <i>Plodia interpunctella</i> ) Coleotteri Dermestidi Coleotteri Micetofagidi ( <i>Typhaea stercorea</i> ) Coleotteri Tenebrionidi ( <i>Tribolium</i> sp.) Coleotteri Cucuiidi ( <i>Cryptolestes</i> sp.)
Pasta alimentare	Lepidotteri Piralidi ( <i>Plodia interpunctella</i> ) Coleotteri Rincoforidi ( <i>Sitophilus oryzae</i> ) Coleotteri Anobiidi ( <i>Lasioderma serricorne</i> ) Coleotteri Silvanidi ( <i>Oryzaephilus surinamensis</i> ) Psocotteri Liposcelidi

Tab. 2 – Artropodi più frequentemente rinvenuti in cereali e derivati (parzialmente riprodotta dal lavoro di Pagani M. et al. 2014)

Ma come e quando si sviluppano questi insetti, in particolare, nella pasta?

Cariossidi e sfarinati rappresentano certamente il substrato ideale per lo sviluppo di diversi infestanti, per il cui controllo sono allo studio metodologie alternative all'utilizzo di prodotti di sintesi (Campolo et al. 2014). Come si evince dalla Tab. 2 i prodotti di trasformazione sono particolarmente esposti a rischi di infestazione da Artropodi legati sia alle condizioni di stoccaggio della materia prima che a trascuratezze nell'applicazione di norme di prevenzione durante le fasi di lavorazione ma anche di immagazzinamento.

Sicuramente si può affermare che essa avviene sempre dopo la trasformazione della materia prima in prodotto finito e, quindi, o in fase di confezionamento o di immagazzinamento da parte del pastificio stesso, del grossista o del dettagliante. Infatti, se la contaminazione dovesse riguardare gli sfarinati, i trattamenti tecnologici a cui è sottoposto l'impasto, come l'elevata pressione e l'alta temperatura, escluderebbero la sopravvivenza degli insetti infestanti. Ma il rischio di contaminazione può ricomparire nelle fasi che vanno dalla parte finale del processo di essiccazione a quella della commercializzazione del prodotto finito.

### Materiali e metodi

Sono stati campionati diversi formati di pasta, anche infestata (Fig. 1), prodotti con tecnologia sia di tipo industriale che artigianale. Preliminarmente si è proceduto alle determinazioni analitiche previste dal DPR 9.2.2001, n. 187, e se ne è riscontrata la rispondenza ai parametri previsti.

I diversi elementi di pasta sono stati poi analizzati sia riguardo gli infestanti che erano presenti nella confezione sia nella matrice stessa. Per questo ultimo tipo di raccolta è stato necessario recidere gli elementi ed estrarre gli esemplari delle specie infestanti.



Fig. 1 - Curculionide inglobato nella matrice di uno degli elementi esaminati

La successiva analisi entomologica è stata effettuata mediante osservazione diretta e con lo stereomicroscopio tipo Leica EZ4D con fotocamera incorporata. Le immagini degli organismi riscontrati, opportunamente dimensionate, sono state archiviate e classificate, riportando anche il riferimento alla tipologia di pasta.

Tutti gli esemplari identificati facevano riferimento a due specie di insetti: *Sitophilus granarius* ed *Oryzaephilus surinamensis* (Fig. 2). Particolarmente interessante per la datazione della infestazione è stato il ritrovamento di stadi larvali di *Sitophilus granarius* (Fig. 3); si consideri che tali insetti hanno la capacità di perforare involucri anche di notevole spessore grazie alla conformazione dell'apparato boccale.



Fig. 2 - Specie di coleotteri ritrovati negli elementi di pasta esaminati. Da sinistra a destra, immagine dorsale di *Sitophilus granarius*, immagine laterale di maschio e femmina di *Sitophilus granarius*, immagine dorsale di *Oryzaephilus surinamensis*

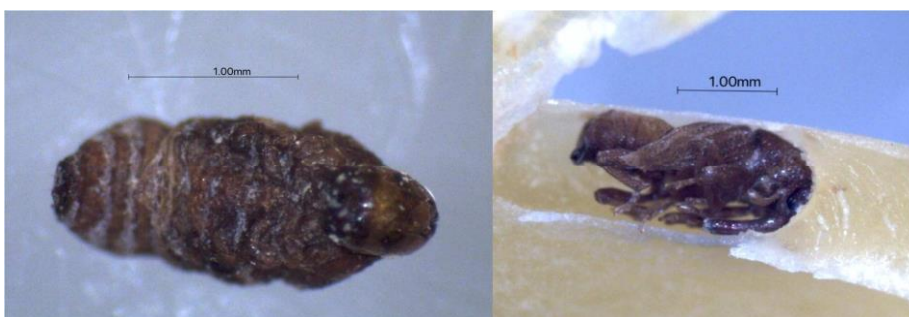


Fig. 3 - Pupa e immagine di coleottero *Sitophilus granarius* ritrovate nei campioni esaminati

Degna di nota è anche la presenza di elementi infestanti gli stessi coleotteri presenti nel campione; questo suggerirebbe una successiva ondata di infestanti o una contemporanea colonizzazione che successivamente si sarebbe manifestata con la morte dei coleotteri (Fig. 4)

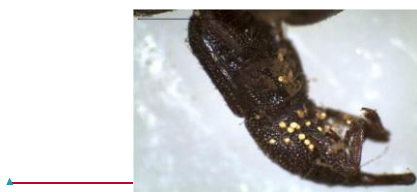


Fig.4 – Coleottero *Sitophilus granarius* infestato da muffe e probabili uova di lepidottero

Dall'indagine è stata confermata la diversa vulnerabilità dei campioni alle infestazioni in relazione al processo di trafilatura. Come è noto, infatti, le tecnologie utilizzate, in particolare in fase di trafilatura, incidono diversamente sul pericolo di contaminazione. Le trafile rappresentano un elemento importante ai fini della pastificazione perché responsabili della forma del prodotto. Oggi a quelle in bronzo si sono affiancate quelle in teflon: il diverso materiale incide sulla levigatezza della pasta ottenuta, che si presenta più ruvida nel caso di trafile in bronzo rispetto a quella ottenuta da trafile in teflon, che risulta più liscia. La maggiore rugosità se da un lato rende la pasta più adatta a trattenere il condimento una volta cotta, caratteristica ben apprezzata dal consumatore italiano, dall'altro rappresenta un substrato ideale per l'attecchimento dell'insetto. Sembrerebbero, quindi, da preferirsi le trafile in teflon; tuttavia, ciò non è sempre possibile perché alcuni tipi di paste lunghe (tagliatelle e fettuccine) vengono apprezzate proprio perché un po' più ruvide e, per le paste corte, la trafilatura in bronzo è necessaria per la uniformità di colore.

### Considerazioni

La pasta rappresenta certamente l'habitat ideale per lo sviluppo dell'uovo del cosiddetto *punteruolo* quanto più essa contiene umidità (superiore al 12%). La possibilità che il prodotto sia uscito dal pastificio già infestato, o in via d'infestazione, può essere più che reale perché un insetto o impurità contenenti uova di insetto e provenienti dall'ambiente di lavorazione o dai trasportatori stessi, possono essere immessi nel pacchetto, specialmente all'inizio del confezionamento e in caso di carenza nelle operazioni di pulizia degli ambienti e delle apparecchiature di lavorazione. Questo spiega anche la parziale infestazione di una partita di pacchi di pasta di un determinato formato. Esiste, dunque, il problema dell'infestazione dei locali del pastificio e la necessità di procedere ad accurata disinfestazione a partire dai silos di stoccaggio delle materie prime, al locale magazzino.

Ma l'infestazione può manifestarsi in una qualsiasi fase successiva al ciclo produttivo: trasporto, immagazzinamento, distribuzione e nello stesso ambito domestico. Importante, a tal proposito, il controllo dell'integrità della confezione ma, soprattutto, della data di scadenza, visto che il problema non è immediato ma può richiedere anche settimane o mesi. Particolare attenzione va rivolta, quindi, alla pulizia e alla sistemazione della merce sugli scaffali dei punti vendita, così come dei depositi e delle stesse dispense domestiche per evitare non solo il passaggio di infestanti da altri prodotti ma, in generale, per una corretta conservazione delle confezioni contenenti pasta.

A tal proposito, un ruolo determinante assume il packaging, poiché esso influenza in misura rilevante la sicurezza, la qualità e, di conseguenza, la *shelf-life*. Posto che il prodotto pasta alimentare venga confezionato integro, cioè senza alcun contaminante, viene spontanea la domanda su quanto e come la confezione sia capace di proteggere l'alimento. Gli insetti possono raggiungere l'interno della confezione, senza intaccarne l'involucro, se esso presenta ad esempio qualche apertura per un non perfetto incollaggio dei lembi delle scatole di cartone o delle pieghe nelle buste di materiale plastico. Ma l'attacco del prodotto può avvenire anche in seguito ad una perforazione del materiale di imballaggio, soprattutto se esso presenta una certa permeabilità agli odori attrattivi per gli insetti. Rispetto al film plastico, il cartoncino risulta più fragile ed offre una barriera meno efficace agli insetti ed all'umidità; le tendenze attuali vanno, quindi, sempre più verso l'impiego delle materie plastiche in competizione o in abbinamento con altri materiali in

quanto, allo stato attuale, di quelli maggiormente utilizzati, nessuno, da solo, riesce a proteggere del tutto l'alimento dalle infestazioni di insetti. È chiaro che il costo della confezione deve essere proporzionato al valore del contenuto e ciò, spesso, limita le scelte dell'industria, tanto che molti contenitori, come la maggior parte di quelli destinati alle paste, ai prodotti da forno e ai dolci, non riescono a preservare la qualità e l'integrità del prodotto perché hanno solo la funzione di racchiudere una determinata quantità di alimento, per presentarlo in forma promozionale.

L'aspetto igienico-sanitario è per il consumatore un prerequisito della qualità di un prodotto alimentare e, quindi, la sua mancanza spinge spesso a rinunciare all'acquisto o a cambiare marca, con rilevante danno economico per l'azienda produttrice: l'utilizzo di un idoneo materiale da imballaggio, può forse rappresentare un maggiore costo per l'azienda, ma l'apprezzamento del consumatore si può trasformare in guadagno per il produttore in quanto la qualità (ovviamente, rapportata al prezzo) rappresenta sicuramente un indice di maggiori vendite per l'azienda.

In definitiva, l'imballaggio è fondamentale per qualsiasi tipo di alimento e oggi si parla sempre di più di imballaggi multifunzionali, intelligenti; imballaggi il cui ruolo non deve essere solo quello di semplice contenitore, ma deve essere in grado di rispondere alle diverse esigenze: del prodotto, della marca, degli utilizzatori e della società in generale. Imballaggi intelligenti già in fase di eco-progettazione, ma soprattutto in grado di assicurare una perfetta conservazione degli alimenti in modo da garantirne la sicurezza e che saranno sicuramente fondamentali nel contrastare lo spreco alimentare.

A tutt'oggi, purtroppo, il problema dell'imballaggio *ideale* per il prodotto alimentare pasta non sembra ancora vicino alla soluzione.

## Bibliografia

- 1) Campolo O., Verdone M., et al. (2014), *Interventi con trattamenti termici in industrie molitorie europee: tecnologie ed efficacia a confronto*, Tecnica Molitoria, n. 6
- 2) Del Bravo Fabio, *La filiera cerealicola tra minacce e opportunità*, ISMEA, febbraio 2017
- 3) ISMEA Piano di settore cerealicolo dicembre 2015
- 4) Marti A., Bottega G., Patacca C., Pagani M.A. (2013), *Indagine sul danno termico della pasta secca e sue relazioni con le caratteristiche della materia prima e delle condizioni di processo*, Tecnica Molitoria, n. 4 5)
- 5) Menesatti P., Antonucci F., et al. (2014), *La spettrofotometria di immagine per la distinzione di pasta artigianale e industriale*, Tecnica Molitoria, n. 12
- 6) Pagani M., Nicoli Aldini R., Cravedi P. (2014), *Analisi entomologiche degli alimenti: risultati di un decennio di attività*, Tecnica Molitoria, n. 5

## Abstract

### Entomological infestations of packaged food pasta: a still current problem

The pasta, from the hygienic point of view, is one of the safest food products because, even not taking into account the necessary cooking prior to consumption, the transformation process of the raw material is always outside of any human manipulation, being now totally automated. Symbol of our gastronomy, makes the Italian consumer is the most demanding with regard to "quality" requirements that a good pasta must meet. Yet, even nowadays, a deeply felt issue by the industry concerns the infestation of the finished product by some specific insects, resulting in double damage: economic and image. A critical role therefore should assume the packaging, notoriously designed to combat loss and waste, because it influences significantly the safety, quality and, consequently, the shelf-life.

Si ringrazia il dott. Domenico Fulgione del Dipartimento di Biologia dell'Università di Napoli "Federico II" per la preziosa collaborazione.

## Tannini idrolizzabili da scarti della lavorazione del castagno: caratterizzazione chimica e valutazione *in vitro* dell'attività inibitoria verso funghi fitopatogeni.

Simone G.<sup>1</sup>; Moncini L.<sup>2</sup>; Bernini R.<sup>1</sup>; Campo M.<sup>3</sup>; Romani A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, 01100 Viterbo, Italia

<sup>2</sup> Centro Ricerche Strumenti Biotecnici nel settore Agricolo-forestale (CRISBA), c/o ISIS Leopoldo II di Lorena/Cittadella dello Studente, 58100 Grosseto, Italia.

<sup>3</sup> Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "G. Parenti", Laboratorio PHYTO LAB, Università di Firenze, 50134 Firenze, Italia

### Abstract

I tannini condensati ed idrolizzabili sono polimeri naturali a struttura fenolica utilizzati fin dall'antichità per la concia delle pelli ed oggi utilizzati in vari settori industriali. Considerando la scarsa letteratura disponibile sull'attività inibitoria contro i funghi filamentosi e la sempre più diffusa ricerca di nuove formulazioni a basso impatto ambientale in ambito agronomico, l'obiettivo della ricerca è stato quello di valutare le potenzialità antifungine dei tannini idrolizzabili di castagno contro alcuni isolati fungini fitopatogeni tellurici (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; *Fusarium solani*; *Rhizoctonia solani*; *Sclerotium rolfsii*) e del post-raccolta (*Botrytis cinerea*, patogeno anche di colture in campo; *Penicillium digitatum*; *Penicillium italicum*). I tannini testati sono contenuti in una frazione di scarto a valle della produzione di pannelli truciolari ecologici dell'Azienda Gruppo Mario Saviola (Radicofani, Siena) nell'ottica di una valorizzazione di tale scarto. La loro efficacia antimicrobica è stata comparata con quella di un estratto commerciale di tè verde (Teavigo®) contenente (-)-epigallocatechina gallato, una molecola a struttura fenolica avente nella struttura chimica, analogamente ai tannini idrolizzabili, unità di acido gallico, che è riportato in letteratura svolgere un importante ruolo nell'attività oggetto di studio. Inoltre per alcuni degli isolati fungini sono state condotte ulteriori indagini circa la capacità dei tannini di inibire la formazione di colonie a partire da una sospensione conidica (*Penicillium* spp.) e la germinazione degli sclerozi (*S. rolfsii*). I dati ottenuti, sebbene preliminari, sono risultati promettenti per le prospettive di applicazione di tale frazione di scarto in agricoltura, offrendo una possibile risposta alla crescente richiesta di nuove formulazioni efficaci e a basso impatto ambientale per la protezione delle colture.

### 1. Introduzione

I tannini sono composti fenolici comunemente reperibili in tutti i vegetali, in particolar modo nei tessuti legnosi. Sono noti fin dai tempi antichi; il loro principale impiego era la concia delle pelli e la tinteggiatura delle stoffe. Attualmente vengono utilizzati principalmente come additivi per la chiarificazione del vino, la formulazione di specialità farmaceutiche, la fabbricazione di adesivi per il legno, la produzione di superplasticizzanti per cementi. Il castagno rappresenta una delle fonti più rilevanti; tuttavia i processi di estrazione tradizionali prevedono l'uso di solventi organici che ne limitano la destinazione d'uso. I tannini sono dotati di molteplici attività biologiche, tra cui quella antimicrobica ma sono pochi gli studi riportati circa l'inibizione microbica sui funghi filamentosi, in particolare sui fitopatogeni. D'altra parte, negli ultimi anni la crescente sensibilità verso la tutela dell'ambiente e dei consumatori sta stimolando la ricerca di soluzioni alternative a basso impatto ambientale che possano sostituire i prodotti chimici, tra cui quelle che prevedono l'uso di estratti naturali. Questa tendenza e le scarse evidenze disponibili in letteratura sull'attività inibitoria dei tannini di castagno nei confronti di funghi filamentosi e dei fitopatogeni, a fronte invece di una ben documentata attività inibitoria verso lieviti e batteri, sono alla base del presente lavoro. L'obiettivo è stato quello di valutare le potenzialità di tannini di castagno, derivanti da una frazione di scarto a valle della produzione di pannelli truciolari ecologici, nell'inibire la crescita di alcuni isolati fungini fitopatogeni tellurici (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; *Fusarium solani*; *Rhizoctonia solani*; *Sclerotium rolfsii*) e del post-raccolta (*Botrytis cinerea*, patogeno anche di colture in campo; *Penicillium digitatum*; *Penicillium italicum*). L'efficacia antimicrobica è stata comparata con quella di un estratto commerciale di tè verde (Teavigo®) arricchito in (-)-epigallocatechina gallato, una molecola a struttura fenolica avente nella struttura chimica, analogamente ai tannini idrolizzabili, unità di acido gallico, che è riportato in letteratura svolgere un importante ruolo nell'attività oggetto di studio. Infine, per alcuni degli isolati fungini sono state condotte ulteriori indagini circa la capacità dei tannini di castagno di inibire la formazione di colonie a partire da una sospensione conidica (*Penicillium* spp.) o la germinazione degli sclerozi (*Sclerotium rolfsii*).

## 2. Materiali e metodi

### 2.1 Estratti naturali

I tannini utilizzati in questo lavoro sono contenuti in una frazione derivante dall'impianto di estrazione operante a Radicofani (SI) presso l'Azienda Gruppo Mario Saviola. Le soluzioni di tannini testate, denominate in questo lavoro CAST 1%, CAST 2% e CAST 5%, sono state preparate solubilizzando opportunamente tale frazione in modo da ottenere estratti contenenti, rispettivamente, 2.2 g/L, 4.4 g/L e 11.2 g/L di tannini. Teavigo® è un estratto commerciale di tè verde prodotto da Taiyo Green Power (Wuxi, Jiangsu, Cina); per i test è stata impiegata una soluzione allo 0.2% p/v (TEAVIGO 0.2%).

### 2.2 Caratterizzazione chimica degli estratti

Le analisi HPLC sono state condotte con uno cromatografo liquido collegato ad un rivelatore a fotodiodi (DAD) e ad uno spettrometro di massa (Agilent Technologies) come riportato in letteratura (Campo *et al.* 2016). Per la separazione dei diversi componenti presenti negli estratti CAST e di TEAVIGO è stata usata una colonna Luna C18 250×4.60 mm, 5 µm (Phenomenex) termostata a 26 °C e come eluenti acqua acidificata a pH=3.2 (per HCOOH) ed acetonitrile. È stato applicato un gradiente lineare a quattro steps partendo dal 100% di acqua per arrivare al 100% di acetonitrile, ad un flusso di 0.8 mL/min per un tempo totale di 120 minuti. Le condizioni operative dello spettrometro di massa sono state le seguenti: temperatura del gas: 350°C, flusso: 10.0 L/min, pressione di nebulizzazione: 30 psi, temperatura del quadrupolo: 30°C, voltaggio capillare: 3500 V. L'analisi qualitativa è stata condotta usando tempi di ritenzione e dati spettrofotometrici e spettrometrici, mediante il confronto con standard specifici, ove disponibili. L'analisi quantitativa è stata effettuata usando curve di regressione a 5 punti ( $r^2 > 0.9998$ ) costruite misurando l'assorbanza di soluzioni di standard a concentrazioni note. La calibrazione è stata fatta alle lunghezze d'onda di massima assorbanza UV-Vis, applicando la correzione dei pesi molecolari. Gallotannini ed acido gallico sono stati quantificati a 280 nm (standard: acido gallico); l'epigallocatechina gallato è stata calibrata a 280 nm (standard: epigallocatechina gallato; ellagitannini ed acido ellagico sono stati calibrati a 254 nm (standard: acido ellagico). La determinazione quantitativa è stata effettuata in triplicato; i risultati sono stati espressi come valori medi determinati con una deviazione standard inferiore al 5%.

Gli spettri di Risonanza Magnetica Nucleare del protone ( $^1\text{H}$ ) e del carbonio ( $^{13}\text{C}$ ) sono stati registrati con uno Spettrometro Avance III 400 MHz (Bruker, Germania). Un campione di circa 20 mg di CAST e Teavigo® è stato solubilizzato in 0.5 mL di solvente deuterato (dimetilsolfossido- $\text{d}_6$ , metanolo- $\text{d}_4$ /acqua- $\text{d}_2$ ). I valori di assorbimento sono stati espressi in ppm (0-12 per il protone; 0-220 per il carbonio).

### 2.3 Isolati fungini fitopatogeni

Gli isolati fungini fitopatogeni testati sono stati *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* (Collezione del Laboratorio Micologico e di Patologia vegetale del Dipartimento di Scienze Agrarie ed Agro-ambientali dell'Università di Pisa), *Penicillium digitatum* (Spanish Type Culture Collection (CECT), Università di Valencia, Parco Scientifico Universitario di Valencia, Spagna), *Penicillium italicum* (Collezione Micologica, Dipartimento delle Scienze del Suolo, Piante e Alimenti, Università di Bari "Aldo Moro", Italia). Tutti gli isolati sono stati conservati in coltura artificiale in capsula Petri da 85 mm di diametro su PDA (Formedium Ltd., Norfolk, UK) a 4 °C. Le colture fungine impiegate per le inoculazioni sono state rappresentate da colture in attivo accrescimento su PDA a 25°C.

### 2.4 Test in vitro di inibizione della crescita radiale fungina

#### 2.4.1. Prova preliminare a dosi crescenti di tannini di castagno

L'inibizione della crescita fungina è stata testata applicando il "test del substrato avvelenato" (Singh *et al.*, 2008). Per la prova sperimentale sono state previste 4 tesi, ognuna ripetuta in triplicato, indicate con le seguenti sigle: (a) CTRL (controllo): PDA; (b) CAST 1%: PDA con aggiunta di estratto di tannini di castagno (1.0 % p/v); (c) CAST 2%: PDA con aggiunta di estratto di tannini di castagno (2.0 % p/v); (d) CAST 5%: PDA con aggiunta di estratto di tannini di castagno (5.0 % p/v). I substrati sono stati preparati solubilizzando il PDA (39 g/L) in acqua distillata, aggiungendo poi la frazione contenente tannini alle diverse concentrazioni per le tesi trattate e portando il pH a 7.0 con l'aggiunta di KOH 10 M, come nella tesi CTRL. I substrati sono stati successivamente sterilizzati in autoclave a 121°C per 20 minuti e dispensati in capsule Petri da 85 mm di diametro (20 mL/piastra). Per l'allestimento della prova ciascun isolato fungino è stato inoculato ponendo al centro del substrato un tassello di 4 mm di diametro prelevato da una piastra madre in attivo accrescimento, ad eccezione di *P. italicum* per il quale, a causa dell'estrema facilità di dispersione dei propri conidi, è stata prevista un'inoculazione partendo da sospensione di spore (Kinay *et al.*,

2006, protocollo parzialmente modificato). In questo caso è stato praticato un foro di 4 mm di diametro al centro del substrato nel quale sono stati poi dispensati 50 µL di una sospensione di spore (conidi) in acqua, alla concentrazione di  $10^6$  conidi/mL, prelevati da una coltura del fungo in attivo accrescimento su PDA e opportunamente diluiti. Le colture così allestite sono state poste in un incubatore termostato a 25 °C al buio. Quotidianamente è stata effettuata la misurazione del diametro delle colonie di ciascuna coltura e i valori rilevati, espressi in centimetri, sono stati utilizzati per definire curve di crescita radiale fungina in funzione del tempo, nelle quali ogni valore riportato è scaturito dalla media di 3 repliche. All'ultimo intervallo di tempo è stata altresì determinata, dalla media di 3 repliche, la percentuale di inibizione della crescita secondo la formula di Albuquerque (Albuquerque *et al.*, 2006).

#### **2.4.2. Test di confronto fra l'estratto di castagno e il Teavigo®**

Per confrontare l'effetto dei tannini idrolizzabili di castagno e il Teavigo®, per ciascun isolato fungino è stata allestita una prova analoga alla precedente a 3 tesi, ognuna in triplicato, preparata come già descritto: (a) CTRL; (b) CAST 2%; (c) TEAVIGO 0.2%. La concentrazione dello 0.2% p/v della tesi TEAVIGO è stata scelta per avere una quantità di principio attivo comparabile a quella della tesi CAST 2%. La preparazione dei substrati, la messa in coltura dei diversi isolati fungini e i rilievi sono stati effettuati nello stesso modo della precedente prova.

### **2.5 Ulteriori prove sperimentali**

#### **2.5.1. Conta delle Unità Formanti Colonia (UFC) di *Penicillium* spp**

E' stata allestita una prova con 5 tesi, ognuna in triplicato, preparando i substrati di crescita come già riportato: (a) CTRL; (b) CAST 1%; (c) CAST 2%; (d) CAST 5%; (e) TEAVIGO 0.2%. Per ciascun isolato di *Penicillium* l'inoculazione delle piastre è stata effettuata distribuendo, con una spatola sterile, 0.1 mL di sospensione conidica fungina opportunamente diluita alla concentrazione di  $5 \times 10^2$  conidi/mL; il prelievo di ciascuna sospensione di spore è stato fatto a partire da una coltura del fungo in attivo accrescimento su PDA. Le piastre così inoculate sono state incubate al buio a 25°C in incubatore termostato. Dopo 5 giorni di coltura è stato contato il numero di colonie sviluppatesi (UFC: *Unità Formanti Colonia*) nelle diverse tesi. I dati presentati sono scaturiti dalla media di 3 repliche.

#### **2.5.2. Test di inibizione della germinazione degli sclerozi di *Sclerotium rolfsii***

La prova è stata allestita con 2 tesi ognuna in triplicato: (a) CTRL; (b) CAST 2%: PDA con l'aggiunta di tannini di castagno (2.0% p/v). La preparazione dei substrati è stata effettuata come precedentemente descritto. Gli sclerozi maturi, prelevati da una colonia in attivo accrescimento, sono stati sterilizzati in superficie con etanolo 70% v/v per 2 minuti e lavati 3 volte con acqua distillata sterile per 5 minuti. La prova sperimentale è stata allestita inoculando ogni capsula Petri agarizzata con 9 sclerozi. Dopo 5 giorni è stata determinata, per le diverse tesi, la percentuale di sclerozi germinati, che scaturisce dalla media di 3 repliche.

### **2.6 Analisi statistiche**

Le analisi statistiche sono state condotte con il programma DSAASTAT tramite l'analisi della varianza (ANOVA). La separazione delle medie è stata effettuata usando il Duncan's multiple range test, previa trasformazione angolare in caso di valori percentuali; la significatività è stata valutata a  $p < 0.01$  per ogni test, mentre per il test di germinazione degli sclerozi è stata valutata con  $p < 0.05$  (Tian *et al.* 2011).

## **3. Risultati e discussione**

### **3.1 Caratterizzazione degli estratti di tannini di castagno**

La frazione ottenuta dall'impianto di estrazione operante a Radicofani (SI) presso l'Azienda Gruppo Mario Saviola è stata caratterizzata tramite tecniche avanzate di cromatografia liquida ad elevate prestazioni (HPLC-DAD-ESI-MS) e di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR). Il profilo cromatografico ha evidenziato la presenza di tannini idrolizzabili per una percentuale pari al 22.5% (p/p). I più abbondanti sono risultati essere la vescalagina ed un suo isomero strutturale, la castalagina. L'acido ellagico è risultato presente in quantità pari al 3.5%. La quantità di acido gallico libero è pari al 6.0% mentre l'acido gallico esterificato con il glucosio è complessivamente pari al 18.6%. Gli spettri di Risonanza Magnetica del protone e del carbonio ( $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  NMR) di un campione di CAST, seppure non di semplice interpretazione, hanno confermato la presenza di strutture riconducibili ad esteri dell'acido gallico e dell'acido ellagico. Viceversa, gli spettri del Teavigo® hanno confermato la presenza della epigallocatechina gallato come unico principio attivo e l'elevato grado di purezza dell'estratto commerciale (>90%).



### 3.2 Test di attività antifungina

#### 3.2.1. Prova preliminare a dosi crescenti di tannino di castagno

Per tutti gli isolati fungini testati è stata osservata una inibizione più o meno marcata della crescita radiale fungina rispetto al controllo, nelle colture contenenti tannino di castagno, ad eccezione di *B. cinerea* e *P. italicum* che non sono risultati invece inibiti in modo significativo. In particolare, per *B. cinerea* sono state osservate percentuali di inibizione del 7.5%, 8.0% e 28.9%, rispettivamente con CAST 1%, CAST 2% e CAST 5%. Per *P. italicum* si è osservato un effetto solo a dosi elevate di tannini (53.8% di inibizione per la tesi CAST 5%) mentre a dosi minori l'estratto ha blandamente favorito la crescita del fungo, seppur in maniera non significativa (-6.5% e -2.5% con CAST 1% e CAST 2% rispettivamente). Questi dati sono in linea con quelli riportati in letteratura per l'acido gallico e l'acido ellagico, costituenti dei tannini, nell'inibizione della crescita miceliare di *Botrytis* (Tao *et al.* 2010; Shuhua *et al.* 2010), che hanno osservato una inibizione del 50% utilizzando a dosi molto elevate (50.28 g/L) un estratto ricco in tannini di epicarpo di melograno. Al contrario, con un effetto direttamente proporzionale alle quantità di tannini utilizzata, è stata rilevata una percentuale di inibizione statisticamente significativa ( $p < 0.01$ ) per *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* e *F. solani* (dal 33.7% al 56.6%), *R. solani* (dal 27% al 68.5%) e *P. digitatum* (dal 64% al 86%). È da notare come i *Fusarium*, appartenenti a due specie dello stesso genere fungino, abbiano mostrato un grado di inibizione analogo: 33.7%, 45.7%, 52.7% per *F. oxysporum* così come 34.2%, 47.3% e 56.6% per *F. solani*, in entrambi i casi rispettivamente per CAST 1%, CAST 2% e CAST 5%. Considerando che l'acido gallico è presente nel CAST, i risultati ottenuti con i *Fusarium* possono essere considerati in linea con i dati presentati da Wu *et al.* (2009), che evidenziano una inibizione del 23% usando acido gallico in concentrazioni di 0.4 g/L contro *F. oxysporum* f. sp. *Niveum* e da Seo *et al.* (2013) che riportano, invece, una inibizione dell'80% contro *F. solani* usando lo stesso principio attivo. *R. solani* è stato inibito dal CAST in maniera proporzionale in funzione della concentrazione: è risultato poco inibito dal CAST 1% (27%) mentre l'inibizione è aumentata con CAST 2% e CAST 5% (57% e 68%, rispettivamente). I risultati ottenuti sono in accordo con quelli riportati da Osorio *et al.* (2010) che hanno riportato un'inibizione della crescita miceliare di *Rhizoctonia* del 25% e 75% usando, rispettivamente, acido gallico ed acido ellagico alla concentrazione di 1.0 g/L. I risultati migliori sono stati osservati con *S. rolfsii*, per il quale è stata riscontrata un'efficacia inibitoria dei tannini, del 100% indipendentemente dalla dose utilizzata. In letteratura sono disponibili pochi riscontri in merito, fra cui il lavoro di Darvin *et al.* (2013) che riporta l'effetto di estratti vegetali grezzi anziché nello specifico dei tannini; nella stessa spicca l'inibizione del 100% di *S. rolfsii* determinata da un estratto da *Allium sativum*.

#### 3.2.2. Test di confronto fra gli estratti di castagno e il Teavigo®

Sulla base dello screening preliminare condotto sui 7 isolati fungini alle diverse percentuali di CAST, è stato ritenuto interessante l'effetto del CAST 2% in quanto intermedio di termini di contenuto di tannini e in grado di inibire in maniera più o meno significativa la crescita fungina delle diverse specie. L'efficacia del CAST 2% è stata quindi messa in correlazione con quella di un estratto commerciale di tè verde (Teavigo®), il cui principale principio attivo, la (-)-epigallocatechina gallato, ha nella struttura chimica una unità di acido gallico, come i tannini idrolizzabili, che si ritiene svolga un ruolo importante nel meccanismo antimicrobico. Considerando, l'efficacia antimicrobica dell'epigallocatechina gallato riportata in letteratura, le tesi a confronto rispetto al controllo (CTRL) sono state CAST 2% e TEAVIGO 0.2%. In tutti i casi sono stati confermati i risultati riguardanti la capacità inibitoria del CAST osservati nei test precedenti. Sono stati ottenuti scarsi livelli d'inibizione, sebbene statisticamente significativi, con CAST 2% e TEAVIGO 0.2%, per *B. cinerea*, *F. oxysporum* e *F. solani*. In particolare, con *B. cinerea*, l'effetto inibitorio del Teavigo®, seppur modesto (25.7%), è risultato superiore a quello del CAST 2% (17.7%), in accordo con quanto riportato da Liu *et al.* (2010) per l'estratto polifenolico di tè verde a concentrazioni simili. L'effetto inibitorio sui *Fusarium* è stato del 35,2% e del 13,9% per *F. oxysporum* mentre del 45,9% e del 25,9% per *F. solani*, in entrambi i casi rispettivamente per CAST 2% e TEAVIGO 0,2%. Per *P. italicum* la differenza di trattamento con CAST 2% e TEAVIGO 0,2% non è risultata statisticamente significativa. I risultati migliori sono stati ottenuti nei confronti di *R. solani* e *P. digitatum*, le cui percentuali di inibizione con CAST 2% e TEAVIGO 0.2% sono risultate rispettivamente del 53.4% e 65.0% per *R. solani*, 75.4% e 65.2% per *P. digitatum*. È interessante notare che per questi funghi l'effetto inibitorio dei tannini di castagno è mediamente in linea con quello del tè verde, significativamente poco meno efficace contro *R. solani* e poco più efficace contro *P. digitatum*. Infine, per *S. rolfsii* l'efficacia del CAST 2% è risultata molto superiore a quella del Teavigo® (100% contro 46.6%).

### 3.3 Ulteriori prove sperimentali

#### 3.3.1 Conta delle Unità Formanti Colonia (UFC) di *Penicillium* spp

Nelle patologie post-raccolta causate da *Penicillium* spp. le spore asessuali (conidi) prodotte da questi funghi svolgono un ruolo chiave come fonte di dispersione, di inoculo primario e secondario. Il test ha avuto pertanto lo scopo di verificare l'eventuale effetto inibitorio degli estratti di castagno e di tè verde sulla capacità di *P. digitatum* e *P. italicum* di formare nuove colonie a partire da una sospensione conidica (protocollo Espinel-Ingroff & Kerkerling 1991, parzialmente modificato). Per questo test sono stati utilizzati i tannini di castagno alle varie concentrazioni (CAST 1%, CAST 2% e CAST 5%) e il TEAVIGO 0.2%. I trattamenti sono stati molto efficaci nei confronti di *P. italicum*, che è stato totalmente inibito in tutte le tesi (inibizione del 100% nella formazione di nuove colonie). Risultati altrettanto soddisfacenti sono stati ottenuti contro *P. digitatum* da parte di CAST 1%, CAST 2% e CAST 5%, (inibizione del 100% per tutte le tesi), mentre la percentuale di inibizione è risultata dell'80% con TEAVIGO 0.2%. Tali dati, seppure interessanti, meritano un ulteriore approfondimento per poterli confrontare con analoghi presenti in letteratura, fra cui quelli di Lewis & Papavizas (1967), dal momento che le evidenze del test proposto potrebbero non essere direttamente correlabili all'inibizione della germinazione conidica. E' noto infatti come, anche qualora un substrato non ostacoli la germinazione della spora (emissione del tubetto germinativo), possa comunque inibire la successiva crescita ifale del fungo, compromettendo quindi la formazione della colonia.

#### 3.3.2. Test di inibizione della germinazione degli sclerozi di *Sclerotium rolfsii*

*S. rolfsii* produce delle strutture vegetative dette sclerozi, costituite da un ammasso sferico di ife, con una superficie disidratata e melanizzata che fungono da strutture di sopravvivenza e di inoculo primario. Dal momento che nei test precedenti è stata messa in evidenza un'ottima efficacia dei tannini di castagno nell'inibizione della crescita radiale di *S. rolfsii*, la presente prova ha avuto l'obiettivo di appurare se i tannini di castagno fossero in grado di inibire anche la germinazione degli sclerozi del fungo.. La capacità di germinazione degli sclerozi, valutata dopo 7 giorni su un substrato contenente CAST 2% rispetto al controllo (CTRL), è risultata essere del 59.2% in presenza dell'estratto, mentre del 92,6% nel controllo.

### 4. Conclusioni

Le scarse evidenze presenti in letteratura circa l'effetto inibitorio dei tannini di castagno sui funghi filamentosi fitopatogeni rendono promettenti e meritevoli di ulteriori approfondimenti i dati ottenuti in questo lavoro. I risultati delle sperimentazioni aprono infatti interessanti prospettive di applicazione dei tannini per la difesa delle colture agrarie, sia in pieno campo che nelle fasi post-raccolta, in un'ottica di ecosostenibilità che risponde alla crescente esigenza di introdurre nuove formulazioni a basso impatto ambientale per la protezione delle colture.

### 5. Riferimenti bibliografici

- Albuquerque, C. C. D.; Camara, T. R.; Mariano, R. D. L. R.; Willadino, L.; Marcelino Júnior, C.; Ulisses, C. Antimicrobial action of the essential oil of *Lippia gracilis* Schauer. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **2006**, *49*, 527-535.
- Campo, M.; Pinelli, P.; Romani, A.; Hydrolyzable tannins from sweet chestnut fractions obtained by a sustainable and eco-friendly industrial process. *Nat. Prod. Commun.*, **2016**, *11*, 409-415.
- Darvin G. Effect of Plant Extracts on Radial Growth of *Sclerotium Rolfsii* Sacc. Causing stem rot of groundnut. *Int. J. Appl. Biol. Pharm. Technol.*, **2013**, *4*, 69-73.
- Kinay, P.; Mansour, M. F.; Gabler, F. M.; Margosan, D. A.; Smilanick, J. L. (2007). Characterization of fungicide-resistant isolates of *Penicillium digitatum* collected in California. *Crop Prot.* **2007**, *26*, 647-656.
- Lewis, J. A.; Papavizas, G. C. Effects of tannins on spore germination and growth of *Fusarium solani* f. *phaseoli* and *Verticillium albo-atrum*. *Can. J. Microbiol.*, **1967**, *13*, 1655-1661.
- Liu, H. M.; Guo, J. H.; Cheng, Y. J.; Liu, P.; Long, C. A.; Deng, B. X. Inhibitory activity of tea polyphenol and *Hanseniaspora uvarum* against *Botrytis cinerea* infections. *Lett. Appl. Microbiol.*, **2010**, *51*, 258-263.
- Osorio, E.; Flores, M.; Hernández, D.; Ventura, J.; Rodríguez, R.; Aguilar, C. N. Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (*Larrea tridentata* Cov.) against plant pathogenic fungi. *Ind. Crops Prod.*, **2010**, *31*, 153-157.
- Seo, D. J.; Lee, H. B.; Kim, I. S.; Kim, K. Y.; Park, R. D.; Jung, W. J. Antifungal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against *Fusarium solani*. *Microb. Pathogen.*, **2013**, *56*, 8-15.
- Shuhua, Q.; Hongyun, J.; Yanning, Z.; Weizhi, H. Inhibitory effects of *Punica granatum* peel extracts on *Botrytis cinerea*. *Plant Prot.*, **2010**, *1*, 42.
- Singh, P.; Srivastava, B.; Kumar, A.; Kumar, R.; Dubey, N. K.; Gupta, R. Assessment of *Pelargonium graveolens* oil as plant-based antimicrobial and aflatoxin suppressor in food preservation. *J. Sci. Food Agric.*, **2008**, *88*, 2421-2425.
- Tao, S.; Zhang, S.; Tsao, R.; Charles, M. T.; Yang, R.; Khanizadeh, S. In vitro antifungal activity and mode of action of selected polyphenolic antioxidants on *Botrytis cinerea*. *Arch. Phytopath. Plant Prot.*, **2010**, *43*, 1564-1578.

Tian, J.; Ban, X.; Zeng, H.; He, J.; Huang, B.; Wang, Y. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cicuta virosa* L. var. *latisecta* Celak. *Int. J. Food Microbiol.*, **2011**, *145*, 464-470.

Wu, H. S., Wang, Y., Zhang, C. Y., Bao, W., Ling, N., Liu, D. Y., & Shen, Q. R. Growth of in vitro *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in chemically defined media amended with gallic acid. *Biol. Res.* **2009**, *42*, 297-304.

## Proposta di un modello di sito web per la valorizzazione e la comunicazione delle carni fresche bovine ad Indicazione Geografica

Varese E., Peira G. – Dipartimento di Management Università degli Studi di Torino.

[erica.varese@unito.it](mailto:erica.varese@unito.it), [giovanni.peira@unito.it](mailto:giovanni.peira@unito.it)

### Abstract

Uno dei *driver* di sviluppo della *policy* delle produzioni agroalimentari di qualità, implementate dall'Unione europea è rappresentato dalle Indicazioni Geografiche (in seguito, IG) in cui il prodotto è strettamente legato al territorio e va a fondersi nelle tradizioni, nella cultura, nella storia e nella geografia dei diversi Paesi europei. Uno dei punti di debolezza delle IG è rappresentato dal fatto che soprattutto il consumatore, il più delle volte, non riconosce appieno le caratteristiche di questi “segni di qualità”. L'obiettivo della ricerca è l'analisi della comunicazione istituzionale effettuata attraverso i siti web dai Consorzi di tutela e di valorizzazione del comparto zootecnico delle carni fresche bovine.

Lo studio, analizzati i 48 siti web dei consorzi, evidenzia gli elementi che, a parere degli Autori, non dovrebbero mancare nel sito di un consorzio del comparto zootecnico bovino.

Grazie ai siti web, indipendentemente dalla valorizzazione economica della singola Denominazione di Origine Protetta (in seguito, DOP) o Indicazione geografica Protetta (in seguito, IGP), le IG hanno la possibilità di presentare con successo le loro caratteristiche ai consumatori e, quindi, essere valorizzate.

Come detto, le certificazioni DOP e IGP attestano che la produzione dell'alimento (o del prodotto agricolo) è avvenuta in un particolare ambito geografico che gli conferisce caratteristiche uniche ed irripetibili e, in accordo con Fontes *et al.* (2012), gli Autori ritengono che dovrebbero essere fatti ulteriori sforzi per migliorare la comunicazione al consumatore di ciò che tale etichetta esattamente rappresenta. A tal fine, un'opportunità è certamente offerta da internet e dalla comunicazione che, attraverso i siti web ed i *social*, è possibile fare al consumatore.

### 1. Introduzione

*1.1. Le Denominazioni di Origine Protetta e le Indicazioni Geografiche Protette del comparto zootecnico bovino: breve analisi introduttiva.*

La filiera della zootecnia bovina da carne italiana, da alcuni anni, sta vivendo un profondo processo di trasformazione. I principali punti di forza del comparto sono *i)* elevata specializzazione degli allevamenti intensivi ubicati nel Nord Italia per l'ingrasso di vitelloni di razze francesi; *ii)* forte caratterizzazione e tipicità delle carni ad Indicazione Geografica (in seguito, IG) (Denominazione di Origine Protetta, in seguito DOP e Indicazione Geografica Protetta, in seguito IGP) che utilizzano razze autoctone allevate in aree spesso marginali; *iii)* immagine consolidata della “carne italiana” cui si attribuiscono elevati standard di qualità, tracciabilità e salubrità. I principali elementi di debolezza, invece, riguardano *i)* ridotta dimensione degli allevamenti, soprattutto in aree marginali ed elevata frammentazione delle strutture di macellazione; *ii)* presenza di vincoli legislativi restrittivi (benessere degli animali, gestione dei reflui e nitrati) e volatilità dei prezzi degli input produttivi (mangimi e prodotti energetici) che hanno un impatto negativo sui costi e sulla gestione economico finanziaria degli allevamenti; *iii)* scarse politiche di differenziazione della carne fresca con marchi poco riconoscibili dai consumatori (ISMEA, 2017).

La reputazione del settore è stata recentemente fortemente influenzata da alcuni scandali legati a frodi internazionali quali lo “*horsegate*” e, in Brasile, la “*carne fraca*”, a reportage giornalistici, condotti in

numerosi Paesi tra cui l'Italia sulle condizioni di allevamento e di macellazioni nell'ambito di attività criminali e, non da ultimo, nel 2015, dalla divulgazione dei risultati preliminari di una ricerca sulla carne bovina condotta negli Stati Uniti da parte dell'*International Agency for Research on Cancer* in cui si evince che un consumo eccessivo di carne rossa può provocare delle patologie tumorali.

Questi scalpori, fomentati da una parte dell'opinione pubblica italiana, hanno causato una diffidenza generalizzata dei consumatori nei confronti della filiera zootecnica bovina da carne provocando gravi danni economici alle aziende che rispettano le normative.

Da diversi anni, sia l'Unione europea sia l'Italia hanno implementato alcuni strumenti per rafforzare il settore zootecnico bovino da carne. Per quanto concerne l'ambito cogente, si ricordano il sistema di identificazione e di registrazione dei capi bovini, la classificazione delle carcasse e le indicazioni sull'origine delle carni bovine.

Prescindendo dalla cogenza normativa che i diversi Paesi prevedono per quest'ultima indicazione, molti Studiosi (ad esempio, Becker, 2000) hanno evidenziato che per il consumatore il "Paese di origine" è uno degli indicatori attestanti le caratteristiche qualitative della carne bovina.

I fautori dell'etichettatura d'origine delle carni (Becker, 1999) ritengono che essa offra ai produttori nazionali l'opportunità di creare un competitivo mercato di nicchia, almeno fintantoché i consumatori scelgono i prodotti nazionali rispetto a quelli importati. Gli oppositori di tale indicazione in etichetta, invece, reputano che tale informazione possa rappresentare un ostacolo alla libera circolazione delle merci e che sia di difficile implementazione poiché molti prodotti sono ottenuti con l'utilizzo di bovini originari di Paesi diversi.

I risultati di un'indagine condotta in sei Paesi della Ue (Germania, Irlanda, Italia, Spagna, Svezia e Regno Unito) per ottenere indicazioni sul comportamento del consumatore nei confronti delle caratteristiche qualitative della carne fresca (bovino, suino e pollo) hanno evidenziato che, in linea generale, il "Paese di origine" è considerato, soprattutto dai consumatori tedeschi, un importante *driver* di scelta della carne bovina (Glitsch, 2000). L'attenzione che il consumatore riserva al "Paese di origine" della carne è stata dimostrata altresì in altri studi, quali, ad esempio quelli di Bernués *et al.* (2003) e di Bonny *et al.* (2017).

Una ricerca svolta negli Stati Uniti (Loureiro & Umberger, 2003), inoltre, ha comprovato che vi è la disponibilità dei consumatori a pagare un prezzo più elevato per carni di bovino certificate come originarie del loro Paese: gli intervistati hanno dichiarato di essere disposti a pagare in media dal 38% al 58% in più per i singoli prodotti etichettati come "*U.S. Certified Steak*" e "*U.S. Certified Hamburger*".

Evidentemente, tale propensione, negli USA come nella Ue, aumenta nei periodi di "crisi alimentari" che minano la sicurezza dei prodotti e fomentano le paure dei consumatori.

È stato dimostrato che certificazioni volte alla garanzia della qualità delle carni bovine hanno il potenziale di ridurre il rischio percepito e di aumentare la fiducia da parte dei consumatori (Fearne *et al.*, 2001).

Per consentire agli operatori del settore alimentare di certificare volontariamente il livello qualitativo delle carni, nell'Unione europea sono stati introdotti strumenti quali *i*) i sistemi di qualità ad IG (DOP, IGP e Specialità Tradizionale Garantita); *ii*) il sistema di produzione da agricoltura biologica. In Italia, poi, è stato disciplinato il sistema di qualità nazionale per la zootecnia.

Alcuni Studiosi hanno analizzato le caratteristiche qualitative di carni bovine certificate ed il loro apprezzamento da parte dei consumatori. Monteiro *et al.* (2013), ad esempio, hanno studiato le peculiarità della "Vitela Tradicional do Montado" (IGP) e della Mertolenga (DOP), evidenziando come queste carni incontrino il gusto dei consumatori portoghesi.

L'Unione europea è tra le principali aree mondiali in cui è sviluppata la zootecnia bovina da carne. Nel 2016, il patrimonio bovino da carne è stato di 87 milioni di capi, allevati soprattutto in Francia, Germania, Italia e

Regno Unito (EUROSTAT, 2017). A livello unionale, il valore della produzione a prezzi correnti è di 33,3 miliardi di euro, mentre quello italiano ha raggiunto quasi 3 miliardi di euro.

Uno dei *driver* di sviluppo della *policy* delle produzioni agroalimentari di qualità, implementate dall'Unione europea, è rappresentato dalle IG in cui il prodotto è strettamente legato al territorio e va a fondersi nelle tradizioni, nella cultura, nella storia e nella geografia dei diversi Paesi europei. L'incrocio di relazioni sociali ed economiche determina e definisce il prodotto agroalimentare come bene culturale, costituendo una testimonianza del valore storico del patrimonio nazionale (ma anche una sua rilevanza economica) e valorizzando la cultura territoriale (Bortolotto & Meinardi, 2007; Mibac, 2007).

L'Unione europea, per valutare il grande potenziale economico del settore dei prodotti tipici a IG, testimoniato sia dal crescente apprezzamento dimostrato dai consumatori, sia dalla capacità di costituire delle risorse importanti per le economie locali, commissionò per la prima volta, una ricerca per una valutazione sia in valore che in volume dei prodotti di qualità IG tra il 2005 e il 2010. Dallo studio si evince che la stima del valore delle vendite dei prodotti IG all'ingrosso è stato pari a 54,3 miliardi di euro (2010), rappresentando il 5,7% dell'intero settore agro-industriale con quasi 956 miliardi di euro. A livello europeo, il settore vitivinicolo pesa per il 56% del mercato IG (30,4 miliardi di euro), seguito dai prodotti alimentari 29% (15,8 miliardi di Euro) e dalle bevande alcoliche 15% (8,1 miliardi di euro) (Chever *et al.*, 2012).

Il numero delle carni bovine a IG registrate sul portale DOOR dell'Unione europea era di 30 nel 2010, con un valore delle vendite di circa 568 milioni di euro concentrate per il 57% nel Regno Unito, il 24% in Spagna, il 10% in Francia e l'8% in Italia ed in Portogallo. Nel corso di questi ultimi anni, il numero di riconoscimenti di carni bovine a IG è cresciuto sensibilmente attestandosi a 48 IG, di cui 16 DOP e 32 IGP. A livello Paese, il maggior numero di riconoscimenti è detenuto dalla Francia (13) e dal Portogallo (13) seguito dalla Spagna (11). L'Italia ha due attestazioni geografiche IGP: "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale" e "Vitelloni Piemontesi della Coscia". In base ai dati Qualivita, si può stimare per il "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale" un fatturato alla produzione di 48 milioni di euro, mentre quello al consumo raggiunge i 128 milioni di euro (ISMEA, 2017). Invece per quanto riguarda la seconda IGP, non vi sono ancora dati ufficiali, in quanto pur essendo stata iscritta nel Registro delle IG dell'Unione europea a fine dell'anno scorso, si stanno completando gli ultimi passaggi burocratici al Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Si stima che se aderissero i 4.600 allevatori al sistema IG, il fatturato alla produzione raggiungerebbe quasi i 500 milioni di euro, mentre quello al consumo potrebbe superare 1 miliardo di euro e rappresenterebbe sia in volume che in valore uno dei prodotti IG più importanti a livello nazionale e comunitario. (inserire riferimento bibliografico)

Tra gli attori del comparto delle produzioni a IG, oltre alle aziende, alle società di certificazione, ai consumatori ed agli enti pubblici vi sono i consorzi di tutela. Essi sono organismi composti da produttori e/o trasformatori deputati alla gestione delle produzioni a IG. Le finalità dei consorzi sono la tutela delle denominazioni, salvaguardandole da atti di concorrenza sleale, contraffazioni ed uso improprio delle denominazioni, la promozione e la valorizzazione dei prodotti nonché l'informazione al consumatore.

### *1.2. Importanza dei siti web e dei social media per l'informazione e la comunicazione al consumatore*

È stato da più parti evidenziato che uno dei punti di debolezza delle IG è rappresentato dal fatto che il consumatore, il più delle volte, non riconosce appieno le caratteristiche di questi "segni di qualità".

Il sito web è uno degli strumenti dell'*Information and Communication Technology* utilizzato per visualizzare il contenuto di informazioni in modo veloce (elimina le barriere spazio/tempo), economico e certamente vario (Napitupulu, 2017) e, oggi, è considerato un fondamentale mezzo di comunicazione perché offre un'immediata visibilità a livello non solo nazionale ma anche internazionale.

I *social media* veicolano i contenuti diffusi attraverso le interazioni tra individui e organizzazioni (Kietzman *et al.*, 2011). Le tecnologie Web 2.0 hanno consentito di passare dal monologo di "uno verso molti" al

dialogo di “molti verso molti”. Il contenuto dei *social media* comprende testi, immagini, filmati e *networks*. Il testo è stato il primo *social network*, inizialmente sotto forma di blog (siti Web di proprietà e scritti da persone che inseriscono commenti e diari periodici che includono testo, grafica, video e collegamenti ad altri blog e pagine Web e, di solito, sono presentati in ordine cronologico inverso). I micro-blog (ad esempio, Twitter) sono servizi di *social network* che consentono agli utenti di inviare e di leggere messaggi solitamente caratterizzati da un numero limitato di caratteri. Vi sono siti web di condivisione e di archiviazione di immagini (ad esempio, Instagram) e di caricamento e di condivisione di video (ad esempio, YouTube). Le reti (ad es. Facebook) sono servizi sui quali gli utenti possono trovare e aggiungere amici e contatti, inviare messaggi agli amici e aggiornare i profili personali. (Berthon *et al.*, 2012). I social network sfruttano il potere delle relazioni tra gli utenti per veicolare informazioni.

### 1.3. Obiettivo dello studio

Questo studio vuole analizzare i siti internet che alcuni consorzi del comparto zootecnico hanno realizzato al fine di presentare le caratteristiche che un sito che promuove tali produzioni dovrebbe avere per contribuire concretamente alla promozione ed alla valorizzazione di questi prodotti presso i consumatori.

## 2. Materiali e metodi

### 2.1. Sintetica analisi della letteratura

Il *business model* di un sito web può avere diversi e/o congiunti obiettivi: *i*) proporre il contatto con il titolare del sito o la diffusione di informazioni; *ii*) presentare l’opportunità di acquisto o di vendita di prodotti e di servizi; *iii*) oppure entrambe le finalità sopra indicate.

I risultati di un sito web che offre all’utente la possibilità di *e-commerce* possono essere valutati anche sulla base del valore monetario delle transazioni.

Le metriche web per i siti di *e-commerce* basati sull’analisi delle transazioni sono facilmente disponibili ed aiutano, quindi, ad identificare le potenziali modalità di miglioramento.

Cutler & Sterne (2000), ad esempio, evidenziano che diversi indicatori contribuiscono ad influenzare il ciclo di vita dell’acquirente: un consumatore può acquisire un “*loyalty status*” attraverso l’evidenziazione di parametri quali “*reach*”, “*acquisition*”, “*conversion*” e “*retention*”, altre metriche quali “*abandonment*”, “*attrition*” e “*churn*” descrivono, invece, la migrazione dell’utente dal sito.

L’obiettivo che i consorzi di tutela delle carni fresche si pongono, tuttavia, non è tanto quello di commercializzare *on-line* le rispettive produzioni ma di diffondere informazioni circa le caratteristiche qualitative del prodotto ad IG.

Barth *et al.* (2005) osservano che il successo dei siti web orientati alla distribuzione delle informazioni è più difficile da misurare poiché non vi è alcun *feedback* diretto dell’utente. Essi propongono, quindi, di quantificarne il successo sulla base del comportamento dell’utente nel contesto della semantica del sito web.

Kohli *et al.* (2012) ritengono che il contenuto sia l’elemento più importante di qualsiasi sito web e che i report basati su parole chiave forniscano informazioni utili per accedere al contenuto del sito web. A tal fine, essi presentano uno strumento “*Keyword Similar Measure Tool*” per migliorare l’accuratezza dei dati e superare la limitazione di parole chiave simili.

Yeadon (2008) dopo aver analizzato le tre principali modalità che consentono di ottenere informazioni su un sito web (*i*) “*Basic*”: contatori di pagine, che mostrano il numero volte che la pagina è stata letta; *ii*) “*Intermediate*”: servizi di soggetti terzi che forniscono dei report sull’utilizzo del sito; e *iii*) “*Advanced*”: pacchetti di analisi che il web master può utilizzare per interpretare i file di registro prodotti dal server) conclude affermando che, seppur queste informazioni rappresentino un utilissimo strumento per il

*webmaster*, non si deve fare affidamento esclusivamente all'analisi dei numeri ma occorre «*talking regularly with the sites' user population*».

Lo studio di Booth & Jansen (2009), tra l'altro, *i*) identifica le informazioni che possono essere raccolte quando un utente visita un sito *ii*) analizza i due principali metodi per ottenere informazioni sui visitatori (“*log file*” e “*page tagging*”) e *iii*) indica come reperire i “*key performance indicators*”.

## 2.2. Ricerca ed analisi dei siti web dei consorzi di tutela del comparto zootecnico ed individuazione dei “*key performance indicators*”

Lo studio è proseguito con la ricerca dei 48 siti web dei consorzi di tutela dei prodotti ad IG del comparto zootecnico e con una dettagliata analisi delle informazioni da questi veicolate.

Per poter meglio comprendere il comportamento del visitatore di questi siti, si è deciso di analizzare anche il numero di visitatori che questi hanno avuto negli ultimi tre mesi, il Paese principale da cui l'utente si connette ed il modo attraverso cui egli ha raggiunto il sito.

Il conteggio del numero dei visitatori di un sito è una metrica molto diffusa e, come il Paese da cui l'utente si connette fa riferimento al “*Site Usage*” mentre il modo con cui l'utente ha raggiunto il sito rientra nei “*Referrers* (classificazione presentata da Booth & Jansen, 2009 su Jacka). Secondo Booth & Jansen (2009), tuttavia, occorre osservare che vi sono due tipi di visitatori: quelli che hanno già visitato il sito prima e quelli che non l'hanno ancora fatto. Ogni visitatore individuale è definito come un visitatore unico che, idealmente, è un solo visitatore. Tale ultima asserzione, tuttavia, non è sempre vera poiché dallo stesso computer (ad esempio, presente in una biblioteca o condiviso in una famiglia) possono avvenire accessi multipli. Qualora, inoltre, l'utente disabilitasse i *cookie*, il visitatore sarebbe considerato come un nuovo utente ogni volta che accede al sito. Per questo motivo, molte volte è monitorata la visita unica o la sessione (la sessione inizia quando l'utente si connette al sito e termina quando questi esce o dopo un certo periodo di inattività – abitualmente 30 minuti).

Per ottenere le metriche indicate, sono stati analizzati e comparati quattro strumenti “*Alexa*”, “*SemRush*”, “*SimilarWeb*” e “*Quantcast*”. La scelta è, poi, caduta su *SimilarWeb* perché, nella versione gratuita, è l'unico che offre la possibilità di ottenere dati sui sopraindicati *key performance indicators*.

*SimilarWeb* (<https://www.similarweb.com>) utilizza un approccio nella ricerca dei dati guidato dal principio del “*pluralismo metodologico*”: «*we leverage hundreds of sources which we categorise into 4 distinct groups: 1. Global Panel Data from hundreds of millions of desktop/mobile devices; 2. Global ISP [Internet Service Provider] Data from partners with millions of subscribers; 3. Public data Sources from over a billion sites and app pages every month; 4. Direct Measurement Data from hundreds of thousands of sites and app*» (*Similarweb*, 2017).

### 3. Risultati / discussione

Solo 27 IG del comparto zootecnico bovino hanno un sito web dedicato. Ciascun sito è stato analizzato e la Tabella 1 ne raccoglie le caratteristiche e le metriche.

Le informazioni raccolte nei diversi siti sono state classificate in: *i*) informazioni sul prodotto e *ii*) comunicazione (contatti con gli utenti). Una colonna successiva, raccoglie, poi, le metriche ottenute con *SimilarWeb*.

Riteniamo importante sottolineare che solo poco più del 55% dei consorzi di carni di bovino che hanno ottenuto una IG ha scelto di creare un sito web come strumento e strategia per la promozione e la valorizzazione di queste carni.

Analizzando i siti si nota, in generale, che sono caratterizzati da una pluralità di elementi comuni.



Tutti i siti presentano indicazioni su “Razza bovina”, su “Allevamenti e macelli” e sui punti vendita nei quali è possibile acquistare il prodotto.

Solo 7 siti (1 italiano, 4 spagnoli, 1 ungherese ed 1 portoghese) permettono al consumatore, grazie al codice d’acquisto, di avere una serie di informazioni sulla rintracciabilità della carne lungo tutta la filiera.

Ben 20 consorzi hanno deciso di fornire indicazioni sulle caratteristiche nutrizionali delle rispettive carni e le ricette che con esse possono essere realizzate.

Uno degli aspetti più lacunosi delle IG è la mancanza di dati economici sulla produzione e sul consumo. Dalla nostra ricerca si evince che solo 9 Consorzi danno in modo frammentario dei dati relativi al fatturato alla produzione, volumi di produzione e prezzi di vendita all’ingrosso.

Con riferimento alla “comunicazione”, tutti i siti offrono all’utente la possibilità di contattare il consorzio, la maggior parte organizza eventi e pubblica una newsletter. I collegamenti *social* di un sito sono ritenuti sempre più importanti e la maggior parte dei siti indicati (17) - Tabella 1 – hanno un collegamento *social*. Nel dettaglio vi sono un *link* a Facebook (16) e/o a Youtube (6) e/o a Twitter (6) e/o a Instagram (3) e/o a Google+ (1) e/o a Pinterest (1). Solo 10 Consorzi hanno sviluppato un piano di comunicazione *multisocial* (presenza di almeno due social).

Nell’ultimo trimestre (settembre-novembre 2017) il numero di visitatori unici di ciascun sito è stato decisamente diverso. 296.563 utenti hanno visitato il sito della IGP scozzese “*Scotch Beef*” mentre solo 110 quello della DOP portoghese “*Carne Marinhoad*” (per alcune carni non sono disponibili i dati relativi al numero di visitatori). La quasi totalità delle visite è effettuata da utenti localizzati nel Paese di origine della carne.

Un altro indicatore è il modo con cui gli utenti hanno raggiunto il sito. Dall’analisi si evince che una buona parte dei siti è stato raggiunto attraverso i principali motori di ricerca, mentre è decisamente inferiore il numero di utenti che digitano direttamente l’Uniform Resource Locator (URL) del Consorzio.

#### **4. Conclusioni e limiti dello studio**

L’analisi condotta permette di evidenziare alcuni elementi che, a nostro parere, non dovrebbero mancare nel sito di un consorzio del comparto zootecnico bovino.

La razza, gli allevamenti ed i macelli nonché l’elenco dei punti vendita sono importanti informazioni. Poiché solo recentemente la Ue ha consentito di assegnare alle IG la denominazione di una razza, è molto importante che sia messo in luce quali razze fanno riferimento alla denominazione generica registrata. Il caso italiano ne è un esempio: nel 1998, fu registrato il nome generico “Vitellone Bianco dell’Appennino Centrale IGP” e non il nome delle razze che fanno riferimento a tale denominazione: Chianina, Romagnola, Marchigiana. Recentemente (2017), invece, è stata concessa la registrazione della razza “Vitelloni Piemontesi della Coscia IGP”. Tale aspetto è estremamente importante soprattutto perché i consumatori sono soliti riconoscere tali carni con il nome della razza, più che con il nome generico registrato.

L’indicazione dell’ubicazione degli allevamenti dei macelli offre al consumatore la possibilità di verificare lo stretto legame tra il prodotto ed il territorio.

L’elenco dei punti vendita, solitamente negozi specializzati quali macellerie, contribuisce alla percezione ed alla valutazione, da parte del consumatore, della qualità/sicurezza dell’alimento. I risultati della citata indagine condotta da Glitsch nel 2000 hanno evidenziato che, ad eccezione della Svezia, il consumatore di carne bovina reputa la macelleria il luogo ideale ove effettuare gli acquisti di tale alimento.

Le ricette, le caratteristiche nutrizionali, i dati economici dei diversi prodotti ad IG aiutano il consumatore a meglio conoscere ed utilizzare gli alimenti.

La previsione di sistemi di tracciabilità (con codice di acquisto), invece, non pare un indicatore determinate per le finalità di comunicazione di un siffatto sito.

Le newsletter e l'organizzazione di eventi sono indicazioni indispensabili per veicolare al consumatore informazioni sui prodotti. L'inserimento nel sito di collegamenti ai *social media* è importanti perché questi sono facilmente accessibili e possono essere utilizzati per raggiungere un grande numero di utenti (Brogan, 2010).

Anche se i contatti ai diversi siti avvengono per lo più da parte di consumatori aventi la stessa nazionalità della IG (e quindi presumibilmente parlanti la stessa lingua) sarebbe auspicabile la possibilità di visualizzare il sito anche in una lingua veicolare quale l'inglese.

Grazie ai siti web, indipendentemente dalla valorizzazione economica della singola DOP o IGP, le IG hanno la possibilità di presentare con successo le loro caratteristiche ai consumatori e, quindi essere valorizzate.

Come detto, le certificazioni DOP e IGP attestano che la produzione dell'alimento (o del prodotto agricolo) è avvenuta in un particolare ambito geografico che gli conferisce caratteristiche uniche ed irripetibili e, in accordo con Fontes *et al.* (2012) gli Autori ritengono che dovrebbero essere fatti ulteriori sforzi per migliorare la comunicazione al consumatore di ciò che tale etichetta esattamente rappresenta. A tal fine, un'opportunità è certamente offerta da internet e dalla comunicazione che, attraverso i siti web ed i *social*, è possibile fare al consumatore.

## Bibliografia

- Becker, G.S. (1999), 'Country-of-Origin Labeling for Foods: Current Law and Proposed Changes?' The Committee for the National Institute for the Environment, Washington DC (USA).
- Becker, T. (2000), 'Consumer perceptions of fresh meat quality: A framework for analysis', *British Food Journal*, 102 (3), pp. 158-176.
- Bernués, A., Olaizola, A., & Corcoran, K. (2003), 'Labelling information demanded by European consumers and relationships with purchasing motives, quality and safety of meat', *Meat science*, 65(3), pp. 1095-1106
- Berthon, P.R., Pitt, L.F., Plangger, K., & Shapiro, D. (2012), 'Marketing meets Web 2.0, social media, and creative consumers: Implications for international marketing strategy', *Business horizons*, 55(3), pp. 261-271.
- Bonny, S.P.F., Gardner, G.E., Pethick, D.W., Allen, P., Legrand, I., Wierzbicki, J., Farmer, L.J., Polkinghorne, R.J., & Hocquette, J.F. (2017), 'Untrained consumer assessment of the eating quality of beef: 2. Demographic factors have only minor effects on consumer scores and willingness to pay', *Animal*, 11(8), pp. 1399-1411.
- Booth, D., & Jansen, B.J. (2009), 'A review of methodologies for analyzing websites', *IGI Global*, pp. 141-62.
- Bortoletto, N. & Minardi, E. (2007), 'I distretti del gusto: nuovi sistemi produttivi di *loisir*, tra deficit di politiche e i nuovi processi di sviluppo locale', Department of Communication, [http://wp.comunite.it/data/wp\\_no\\_30\\_2007.pdf](http://wp.comunite.it/data/wp_no_30_2007.pdf), consultato il 30 novembre 2017.
- Brogan, C. (2010), '*Social media 101: Tactics and tips to develop your business online*', John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey (USA).
- Chever, T. Renault, C. Renault, S. Romieu, V, (2012), Value of production of agricultural products and foodstuffs, wines, aromatised wines and spirits protected by a geographical indication (GI), And International and European Commission.
- Cutler, M., & Sterne, J. (2000), 'E-Metricis - Business Metrics for the new economy', NetGenesis Corp., in: <http://www.targeting.com/wp-content/uploads/2010/12/emetrics-business-metrics-new-economy.pdf>, consultato il 1° dicembre 2017.
- EUROSTAT (2017) 'Bovine population', in: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro\\_mt\\_lscatl&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_mt_lscatl&lang=en), consultato il 1° dicembre 2017.
- Fearne, A., Hornibrook, S., & Dedman, S. (2001), 'The management of perceived risk in the food supply chain: a comparative study of retailer-led beef quality assurance schemes in Germany and Italy', *The International Food and Agribusiness Management Review*, 4(1), pp. 19-36.

- Fontes, M.A., Banović, M., Cardoso Lemos, J.P., & Barreira, M.M. (2012), 'PDO Beef Recognition: How Can We Improve It?', *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 24(4), pp. 288-305.
- Glitsch, K. (2000), 'Consumer perceptions of fresh meat quality: cross-national comparison', *British Food Journal*, 102(3), pp. 177-194.
- ISMEA (2017), 'XIV Rapporto 2016 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole DOP, IGP e STG', ISMEA-FONDAZIONE QUALIVITA.
- ISMEA (2017), 'Allevamento bovino da carne - scheda di settore', scaricabile al seguente link: [http://www.ismeamercati.it/carni/carne-bovina\\_consultato\\_il\\_1°dicembre2017](http://www.ismeamercati.it/carni/carne-bovina_consultato_il_1°dicembre2017).
- Jacka, R., 'Getting results from your website', retrieved October 30, 2007, from <http://www.panalysis.com/downloads/gettingresults.pdf>.
- Kietzman, J.H., Hermkens, K., McCarthy, I.P., & Silvestre, B.S. (2011), 'Socialmedia? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media', *Business Horizons*, 54(3), pp. 241-251.
- Kohli, S., Kaur, S., & Singh, G. (2012), 'A website content analysis approach based on keyword similarity analysis', in *Proceedings of the The 2012 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology* IEEE Computer Society, Volume 01, pp. 254-257.
- Loureiro, M.L., & Umberger, W.J. (2003) 'Estimating Consumer Willingness to Pay for Country-of-Origin Labeling', *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 28(2), pp. 287-301.
- Ministero per i Beni e la Attività Culturali (2007), 'Libro Bianco sulla Creatività', [http://www.beniculturali.it/mibac/export/UfficioStudi/sito-UfficioStudi/Contenuti/Pubblicazioni/Volumi/Volumi-pubblicati/visualizza\\_asset.html\\_1410871104.html](http://www.beniculturali.it/mibac/export/UfficioStudi/sito-UfficioStudi/Contenuti/Pubblicazioni/Volumi/Volumi-pubblicati/visualizza_asset.html_1410871104.html), consultato il 15 novembre 2017.
- Monteiro, A.C.G., Gomes, E., Barreto, A.S., Silva, M.F., Fontes, M.A., Bessa, R.J., & Lemos, J.P. (2013), 'Eating quality of "Vitela Tradicional do Montado"-PGI veal and Mertolenga-PDO veal and beef', *Meat Science*, 94(1), pp. 63-68.
- Napitupulu, D. (2017), 'Analysis of factors affecting the website quality (Study case: XYZ University)', *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(3), pp. 792-798.
- Siimilarweb (2017), 'Our data', in <https://www.similarweb.com/ourdata>, consultato il 1° dicembre 2017.
- Yeadon, J. (2001), 'Web site statistics', *Vine*, 31(3), pp. 55-60.

Tabella 1: Indicatori presenti nei 27 siti web di carni bovine a IG

N.	Nome (DOP/IGP) – Sigla Paese	Sito Web	Informazione sul prodotto					Comunicazione			Metriche (2)				
			Razza Bovina	Allevamenti e Macelli	Elenco Punti Vendita	Sistemi di Tracciabilità (con codice di acquisto)	Ricette/Caratteristiche Nutrizionali	Dati economici	Contatti	Newsletter ed eventi	Social (1)	Numero visitatori	Paese principale	Accesso al sito	
														Motori di ricerca	Diretto
1.	Vitellone Bianco dell'Appennino centrale (IGP) – IT	<a href="http://www.vitellonebianco.it/">http://www.vitellonebianco.it/</a>	X	X	X	X	X	-	X	X	F, Y	15.051	IT 96%	41%	47%
2.	Carne de la Sierra de Guadarrama (IGP) – ES	<a href="http://www.carneguadarrama.com/">http://www.carneguadarrama.com/</a>	X	X	X	-	-	X	X	-	F	150	ES 100%	100%	-
3.	Ternera de Navarra-Nafarroako Aratxea (IGP) – ES	<a href="http://www.terneradenavarra.es/">http://www.terneradenavarra.es/</a>	X	X	X	X	X	X	X	X	-	125	ES 100%	100%	-
4.	Ternera Asturiana (IGP) – ES	<a href="http://www.terneraasturiana.org/">http://www.terneraasturiana.org/</a>	X	X	X	X	X	X	X	X	F, T, Y, G+	2.350	ES 89%	81%	8%
5.	Ternera de Extremadura (IGP) – ES	<a href="http://www.terneradeextremadura.org/">http://www.terneradeextremadura.org/</a>	X	X	X	X	X	-	X	X	F, T, I, Y	25	ES 100%	-	-
6.	Carne de Ávila (IGP) – ES	<a href="http://www.carnedeavila.org/">http://www.carnedeavila.org/</a>	X	X	X	X	X	X	X	X	F, T, I	550	ES 100%	48%	13%
7.	Ternera Gallega (IGP) – ES	<a href="http://www.terneragallega.com/">http://www.terneragallega.com/</a>	X	X	X	-	X	X	X	X	F, T, I, Y	48.233	ES 83%	59%	11%
8.	Ternera de Aliste (IGP) – ES	<a href="http://terneradealiste.es/requisitos.html">http://terneradealiste.es/requisitos.html</a>	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
9.	Weideochse vom Limpurger Rind (DOP) DE	<a href="http://www.limpurger-rind.de/cms/">http://www.limpurger-rind.de/cms/</a>	X	X	X	-	X	-	X	X	-	11.341	DE 100%	100%	-
10.	Bœuf du Maine (IGP) – FR	<a href="http://www.boeuffermiedumaine.com/">http://www.boeuffermiedumaine.com/</a>	X	X	X	-	X	-	X	X	F	1.250	FR 95%	90%	10%
11.	Rosée des Pyrénées Catalanes (IGP) – FR	<a href="http://roseedespyrenees.fr/">http://roseedespyrenees.fr/</a>	X	X	X	-	-	-	X	X	F	280	FR 73%	100%	-
12.	Génisse Fleur d'Aubrac (IGP) FR	<a href="http://www.fleur-aubrac.com/">http://www.fleur-aubrac.com/</a>	X	X	X	-	-	-	X	-	-	380	FR 100%	100%	-
13.	Veau d'Aveyron et du Ségala (IGP) FR	<a href="http://www.irva.asso.fr/">http://www.irva.asso.fr/</a>	X	X	X	-	X	-	X	X	-	320	FR 56%	100%	-
14.	Taureau de Camargue (DOP) FR	<a href="http://www.aoptaureaudecamargue.com/">http://www.aoptaureaudecamargue.com/</a>	X	X	X	-	X	X	X	X	-	295	FR 100%	36%	-
15.	Bœuf de Charolles (DOP) FR	<a href="http://www.boeufdecharolles.fr/">http://www.boeufdecharolles.fr/</a>	X	X	X	-	X	-	X	X	F	3.350	FR 100%	19%	60%
16.	Fin Gras / Fin Gras du Mézenc (DOP) FR	<a href="http://www.aoc-fin-gras-du-mezenc.com/accueil/">http://www.aoc-fin-gras-du-mezenc.com/accueil/</a>	X	X	X	-	X	-	X	X	F, Y	1.050	FR 100%	94%	-

(1): F=Facebook; Y=Youtube; I=Instagram; T=Twitter; G+: Google +; P=Pinterest; (2) SimilarWeb, dati trimestre settembre-novembre 2017.

Fonte: Elaborazione degli Autori sui dati presenti nei diversi siti e tratti da SimilarWeb.

## Valutazione di componenti bioattivi in matrici alimentari complesse e preparazioni alimentari: approccio metodologico.

Durazzo A., Lisciani S., Gabrielli P., Camilli E., Marconi S., Aguzzi A., Gambelli L., Lucarini M., and Marletta L.

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca CREA - Alimenti e Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178, Roma, Italia. E-mail: [alessandra.durazzo@crea.gov.it](mailto:alessandra.durazzo@crea.gov.it)

### Abstract

Lo studio del potenziale salutistico degli alimenti e della funzione preventiva della dieta sono i temi più attuali e dibattuti nell'ambito della Scienza dell'Alimentazione, in accordo con i progressi degli ultimi anni e con l'attuale visione globale sul ruolo che l'alimentazione svolge nella prevenzione di alcune patologie cronico degenerative. Lo stato di salute ed in particolare il rischio di alcune malattie sono state strettamente correlate all'alimentazione che, oltre al concetto di *corretta* e *bilanciata*, è andata arricchendosi anche di quello di *funzionale* (WHO). Emerge come gli studi epidemiologici e sperimentali debbano considerare, come variabile importante nella valutazione del rischio, sempre più la matrice alimentare in toto e la "qualità totale" di ciò che si consuma, per indirizzare verso scelte migliori e più coerenti con le specifiche individualità e influenzare positivamente lo "stato di benessere fisico, psichico e sociale" (WHO).

Particolare attenzione deve essere indirizzata verso lo studio non solo della composizione nutrizionale e dei componenti bioattivi di singoli ingredienti o prodotti alimentari, ma anche della loro combinazione in piatti e pasti, così come consumati. Al momento, pochi sono i dati presenti in letteratura che prendono in considerazione l'effetto di formulazioni alimentari complesse (ingredienti, preparazioni, cotture) sulle proprietà chimico-nutrizionali (Marletta et al., 2010) e sui loro aspetti salutari. A tale riguardo, in Europa la ricerca è stata rivolta negli ultimi anni verso lo sviluppo di procedure di standardizzazione proprio per lo studio delle caratteristiche di preparazioni alimentari (Khokhar et al. 2009).

Dati riguardanti la composizione di piatti composti cotti, oltre a derivare da analisi specifiche, vengono spesso calcolati sulla base del contenuto in nutrienti dei singoli ingredienti crudi; le metodiche di calcolo prendono in considerazione i diversi trattamenti di preparazione e cottura che essi subiscono, attraverso l'utilizzo di alcuni fattori di correzione, così da ottenere delle "stime rappresentative" delle caratteristiche chimico-nutrizionali (Reinivuo et al. 2009).

Obiettivo di questo studio è quello di fornire un approccio metodologico sperimentale sulla valutazione delle *componenti bioattive* in matrici alimentari complesse, attraverso un caso-studio condotto su 8 ricette, tradizionalmente consumate in Italia, realizzate e analizzate in laboratorio.

Dati reali e affidabili in grado di evidenziare non solo le capacità nutrizionali ma anche le possibili proprietà benefiche di preparazioni alimentari, rappresentano uno strumento fondamentale per la valutazione del loro contributo rispetto ai livelli nutrizionali raccomandati, permettendo di formulare in modo più completo, adeguato e specifico per i vari individui, diete più salutari ed utili alla prevenzione di malattie cronicodegenerative.

### Introduzione

Le proprietà antiossidanti di ogni matrice alimentare derivano dall'azione combinata di composti bioattivi come polifenoli, carotenoidi, lignani, vitamine C ed E, ecc. Gli antiossidanti naturali possono esercitare un'ampia gamma di proprietà fisiologiche, come anti-aterogenico, antinfiammatorio, antimicrobico, antiossidante, anti-trombotico, cardioprotettivo e vasodilatatore (Scalbert et al. 2005). La diversità delle strutture chimiche dei composti naturali, oltre alle loro possibili interazioni, il ruolo biologico e le differenti modalità di azione, rende difficile identificare una procedura unica e affidabile per un'appropriata determinazione delle proprietà antiossidanti.

Tre fasi fondamentali dovrebbero essere considerate nella valutazione delle proprietà antiossidanti: estrazione, misurazione della capacità antiossidante totale ed espressione dei risultati (Prior et al. 2005; Pérez-Jimenez et al., 2008; Apak, et al. 2013; Durazzo, 2017). L'estrazione chimica è influenzata da diversi fattori: il tipo di solventi, il tempo e la temperatura di estrazione, nonché la composizione chimica e le caratteristiche fisiche del campione analizzato (Luthria, 2006). Oggi la distinzione tra composti estraibili e

composti non estraibili rappresenta uno strumento fondamentale per comprendere le proprietà nutrizionali e il potenziale ruolo benefico delle matrici alimentari. Gli antiossidanti esistono, infatti, come composti facilmente estraibili, attraverso una miscela di solventi acquosi-organici (forme libere - estratto acquosoorganico), e composti meno estraibili (forme legate - residuo), che rimangono nel residuo dopo estrazione acquosa-organica (Saura-Calixto, 2012). Gli antiossidanti non estraibili comprendono i tannini idrolizzabili e altre molecole fenoliche legate a carboidrati e proteine, nonché altre macromolecole, come i tannini condensati (proantocianidine); queste classi di composti si isolano sottoponendo il residuo a trattamenti idrolitici specifici (Pérez-Jiménez e Torres, 2011; Pérez-Jiménez, et al. 2013). Altri approcci complementari alla valutazione delle proprietà antiossidanti sono l'analisi delle proprietà antiossidanti dei composti puri e delle loro interazioni o l'isolamento di estratti ricchi in composti biologicamente attivi, che contribuiscono diversamente alla capacità antiossidante totale (Durazzo, 2017).

Attualmente pochi sono gli studi sulle proprietà antiossidanti di matrici alimentari complesse e piatti pronti (Greco et al. 2007; Ioannou, 2012, Durazzo et al. 2017), mentre in letteratura numerosi sono i dati disponibili sui singoli ingredienti, che non tengono conto né della formulazione né degli effetti del processo tecnologico (Pennington, 2002).

In questo contesto, obiettivo di questo studio è quello di fornire un approccio metodologico sperimentale sulla valutazione delle componenti antiossidanti –estraibili e non estraibili-, attraverso un caso-studio condotto su 8 ricette, tradizionalmente consumate in Italia, per una migliore comprensione del loro ruolo nutrizionale.

## **Materiali e metodi**

### *Selezione, campionamento e preparazione della ricetta*

Dopo aver condotto una attenta raccolta di documenti tra i più famosi e tradizionali libri di cucina e siti internet in Italia (Il cucchiaino d'argento, La cucina italiana, ecc.), è stata identificata una "ricetta standard" per i piatti selezionati –*Besciamella, Spaghetti alle vongole, Pasta alla amatriciana, Pasta alla carbonara, Gâteau di patate, Carciofi alla romana, Pan di Spagna, Torta di mele*- ed è stato elaborato il relativo "protocollo di preparazione" per stabilire gli ingredienti, le loro quantità, la sequenza delle fasi di preparazione e tecniche di cottura (tempo, temperatura, utensili, ecc.); in Italia, in relazione alle diverse aree geografiche e alle tradizioni e abitudini familiari, la variabilità e la ricchezza di interpretazioni di uno stesso piatto, rendono questa prima fase di estrema importanza poiché lo studio si riferisce ad una specifica "ricetta standard" considerata come rappresentativa; variazioni di ingredienti, loro quantità e modalità di cottura, si riflettono naturalmente sulle caratteristiche chimico nutrizionali della preparazione finale.

Il piano di campionamento ha previsto l'acquisto dei singoli ingredienti in diversi negozi e supermercati, tenendo conto delle principali marche alimentari e/o varietà dello stesso ingrediente. Ogni singolo prodotto acquistato per ciascun ingrediente è stato correttamente pesato e poi mixato con gli altri prodotti per realizzare un campione composito (pool) e più rappresentativo dell'ingrediente stesso, prima di utilizzarlo per la preparazione del piatto selezionato; due preparazioni identiche, di circa 2 kg, sono state quindi realizzate.

Le preparazioni sono state realizzate in una cucina sperimentale presso il CREA-AN seguendo un protocollo validato e standardizzato sviluppato all'interno del Network EuroFIR (European Food Information Resource; [www.eurofir.org](http://www.eurofir.org); Finglas et al. 2014) e descritto in Durazzo et al. 2017.

### *Analisi*

I composti antiossidanti sono stati estratti come descritto da Durazzo et al. (2017). Tale metodica implica l'ottenimento di due frazioni un estratto acquoso-organico e un residuo. Le proprietà antiossidanti su entrambe le frazioni sono state valutate mediante il FRAP (Ferric Reducing-Antioxidant Power) secondo le metodiche di Benzie e Strain (1996) e di Pulido et al. (2000). Questa determinazione sfrutta la capacità degli antiossidanti di ridurre un complesso incolore tripiridiltriiazinico ferrico, presente in eccesso stechiometrico, nella sua forma ferrosa di intenso colore blu.

## Risultati and discussione

Sono pochi gli alimenti che vengono consumati tal quali, poiché la maggior parte viene utilizzata dopo cottura o trattamento tecnologico. È noto che il contenuto delle molecole bioattive potrebbe essere significativamente influenzato dalla modalità di preparazione o dalla cottura degli alimenti (Nicoli et al. 1999; Manzocco et al. 2001; Dewanto et al. 2002; Amarowicz et al. 2009). I cambiamenti/le variazioni nelle proprietà antiossidanti sono correlate al contenuto e alla struttura dei composti, alla tipologia di matrice alimentare, alla diversità degli ingredienti così come alle modalità e tempi di cottura.

Per quanto concerne le proprietà antiossidanti, i valori del FRAP sono compresi in un range stretto tra 2,47 e 10,72  $\mu\text{mol/g}$  p.s. nell'estratto acquoso-organico e tra 18,24 e 81,59  $\mu\text{mol/g}$  p.s. nel residuo, in tutte le ricette tranne nei *Carciofi alla romana* dove raggiungono valori di 482,11  $\mu\text{mol/g}$  p.s. e 344,57  $\mu\text{mol/g}$  p.s., rispettivamente nell'estratto acquoso-organico e nel residuo.

Il valore più alto ottenuto per i *Carciofi alla romana* riflette la formulazione della ricetta di questo piatto: i carciofi, l'ingrediente principale, mostrano proprietà antiossidanti apprezzabili come ampiamente riportato in diversi studi (Ferracane et al., 2008; Lutz, et al. 2011), sia come prodotto crudo che come prodotto cotto.

Allo stesso tempo, le proprietà antiossidanti sono ben documentate (Hinneburg, et al. 2006; Wojdyło, et al. 2007) sia per le spezie e le erbe usate in questo piatto (menta, prezzemolo, aglio, pepe), sia per l'olio extra vergine d'oliva (Baiano, et al. 2009).

E' stato inoltre calcolato il contributo dei componenti non estraibili alle proprietà antiossidanti totali: esso varia dal 42% per i *Carciofi alla romana* al 97% della *Pasta alla Carbonara*; in particolare, questi risultati mostrano come i composti non-estraibili, isolati nel residuo, rappresentino, tranne nei *Carciofi alla romana*, la componente predominante in tutte le ricette.

Questo studio sottolinea come la valutazione dei composti estraibili e dei composti non-estraibili rivesta un ruolo cruciale per un'appropriata determinazione delle proprietà antiossidanti, e quanto sia essenziale valutare l'effetto dei processi di trasformazione e della formulazione sulle proprietà antiossidanti.

## Riferimenti

Amarowicz, R., Carle, R., Dongowski G., Durazzo, A., Galensa, R., Kammerer, D., Maiani, G., Piskula M.K. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. *Molecular Nutrition and Food Research* **2009**; 53,S151-S183.

Apak, R., Gorinstein, S., Böhm, V., Schaich, K.M., Özyürek, M., Kubilay Güçlü, K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report). *Pure Appl Chem* **2013**; 85, 957–998.

Baiano, A., Gambacorta, G., Terracone, C., Previtali, M.A., Lamacchia, C., La Notte, E. Changes in phenolic content and antioxidant activity of italian extra-virgin olive oils during Storage. *Journal of Food Science* **2009**; 74, C177-C183.

Benzie I.F.F., Strain J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochem.*, 1996, 239, 70-76.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., Liu, R. H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2002**; 50,3010-3014.

Durazzo A., Lisciani S., Camilli E., Gabrielli P., Marconi S., Gambelli L., Aguzzi A., Lucarini M., Maiani G., Casale G., Marletta L. Nutritional composition and antioxidant properties of traditional Italian dishes. *Food Chem* **2017**; 218,70–77.

Durazzo, A. , 2017. Study Approach of Antioxidant Properties in Foods: Update and Considerations. *Foods* 6, E17.

Ferracane, R., Pellegrini, N., Visconti, A., Graziani, G., Chiavaro, E., Miglio, C., Fogliano, V. Effects of different cooking methods on antioxidant profile, antioxidant capacity, and physical characteristics of artichoke. *Journal of Food and Agriculture* **2008**; 56, 8601-8608.

Finglas, P., Berry, R., Astley, S. Assessing and Improving the Quality of Food Composition Databases for Nutrition and Health Applications in Europe: The Contribution of EuroFIR. *Adv Nutr* **2014**; 5,608S-614S.

- Greco, L.; Riccio, R.; Bergero, S.; Del Re A.A.M.; Trevisan, M. Total reducing capacity of fresh sweet peppers and five different Italian pepper recipes. *Food Chemistry* **2007**; 103, 1127-1133.
- Hinneburg, I., Dorman, H.J.D., Hiltunen, R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry* **2006**; 97, 122-129.
- Ioannou, I. Comparative study of antioxidant activity between basic and convenience foods. *Journal of Food Research* **2012**; 1, 143-156.
- Luthria, D.L. Significance of sample preparation in developing analytical methodologies for accurate estimation of bioactive compounds in functional foods. *J Sci Food Agric* **2006**; 86, 2266–2272.
- Lutz, M., Henríquez, C., Escobar M. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. *Journal of Food Composition and Analysis* **2011**; 24, 49-54.
- Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M. C., & Lericci, C. R. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Science and Technology* **2001**; 11, 340-346.
- Marletta, L., Camilli, E., Turrini, A., Scardella, P., Spada, R., Piombo, L., Khokhar, S., Finglas, P., & Carnovale, E. The nutritional composition of selected ethnic foods consumed in Italy. *Nutrition Bulletin* **2010**; 35, 350-356
- Nicoli, M.C., Anese, M., & Parpinel, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* **1999**; 10, 94-100.
- Pennington, L. Food composition database for bioactive food components. *Journal of Food composition and Analysis* **2002**; 15, 419-434.
- Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Taberner, M., Diaz-Rubio, M.E., Serrano, J., Goni, I., Saura-Calixto, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurements and expression of results. *Food Research International* **2008**; 41, 274-285.
- Pérez-Jiménez, J., Diaz-Rubio M.E., Saura-Calixto F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: occurrence, metabolic fate and health effects. *Nutrition Research Reviews* **2013**; 26, 118-129.
- Pérez-Jiménez, J., Torres, J. L. Analysis of nonextractable phenolic compounds in foods: the current state of the art. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2011**; 59,12713-12724.
- Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem* **2005**; 53, 4290–4302.
- Pulido R., Bravo L., Saura-Calixto F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2000**; 48,3396-3402.
- Reinivuo, H., Bell, S., & Marja-Leena, O. Harmonisation of recipe calculation procedures in European food composition databases. *Journal of Food Composition and Analysis* **2009**; 22, 410-413.
- Saura-Calixto, F. Concept and health-related properties of nonextractable polyphenols: The missing dietary polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2012**; 60, 11195-11200.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., & Remesy, C. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **2005**; 45, 287-306.
- Wojdyło, A., Oszmianski, J., & Czemerys, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* **2007**; 105, 940-949
- Khokhar, S., Gilbert, P.A., Moyle, C.W.A., Carnovale, E., Shahar, D.R., Ngo, J., Saxholt, E., Ireland, J., Jansen-van der Vliet, M., & Bellemans, M. Harmonised procedures for producing new data on the nutritional composition of ethnic foods. *Food Chemistry* **2009**; 113, 816-824.



# TRACCIABILITÀ DEGLI OLII EXTRAVERGINE DI OLIVA ATTRAVERSO DETERMINAZIONI DI COMPOSTI BIOATTIVI

Tarola A.M\*., Jirillo R\*\*., Rapa M\*., Vinci G\*

\*Laboratorio di Merceologia, Dipartimento di Management, Sapienza Università di Roma, Via del Castro  
Laurenziano 9, 00161 Roma

\*\* Dipartimento di Economia e Impresa, Università degli Studi della Tuscia Viterbo, Via del Paradiso 47,  
01100 Viterbo

[annamaria.tarola@uniroma1.it](mailto:annamaria.tarola@uniroma1.it)

## Abstract

L'olio di oliva è un prodotto consumato in tutto il mondo la cui produzione è legata fortemente all'area del mediterraneo. Le diverse aree sono contraddistinte dalla presenza di molte varietà di piante di olivo che testimoniano una biodiversità radicata nei territori. L'Italia è caratterizzata dalla più alta biodiversità della pianta di olivo al mondo. La filiera dell'olio nel sistema agroalimentare italiano è di forte impatto economico, sociale ed ambientale per natura e dimensioni, circa l'8% della superficie agricola utilizzata riguarda la coltivazione dell'olivo. Lo sviluppo di questo settore ha portato a privilegiare qualità e biodiversità. Le differenti varietà dimostrano adattabilità alle condizioni pedoclimatiche e assicurano produzione sostenibile e tipicità del prodotto. Tuttavia in Italia la produzione non riesce a soddisfare il fabbisogno per i consumi interni e per le esportazioni. L'UE, principale produttore a livello mondiale con l'80% della produzione, promuove la produzione e il consumo di olio di oliva di qualità. Recentemente alla luce della normativa UE relativa all'indicazione obbligatoria in etichetta dell'origine delle olive (Reg. UE 2095/2016), la tracciabilità ricopre un ruolo fondamentale per differenziare gli oli extra vergini di oliva e garantire al consumatore origine e qualità. In quest'ottica in questo studio è stata valutata la qualità di oli EVOO di diversa provenienza territoriale. La determinazione quantitativa ha riguardato l'analisi di acidi grassi: linolenic acid (18:3 Omega 3), linoleic acid (18:2 Omega 6), palmitoleic acid (C16:2), palmitic acid (16:0), oleic acid (18:1) mediante cromatografia liquida ad alta risoluzione (HPLC-UV) e parametri di qualità previsti dal Consiglio Oleico Internazionale (COI).

## Introduzione

L'olivo (*Olea europaea*L) è una pianta arborea da frutto radicata nelle aree del mediterraneo dove si trovano varietà diverse. Studi sull'evoluzione del genere *Olea europaea* dimostrano che l'olivo è una tra le piante più antiche domestiche. [Doveri 2007] Studi storici dimostrano la produzione di olive e la conservazione dell'olio già nell'età neolitica. In seguito la cultura dell'olivo si diffuse nei diversi centri del Mediterraneo e da forma spontanea questa assunse il ruolo di pianta coltivata.[Breton 2009] La pianta si è adattata e diversificata nelle diverse condizioni pedo-climatiche divenendo una delle specie più diffuse [Fao 2012]. Per quanto riguarda la biodiversità il settore olivicolo dispone di un patrimonio di circa 1.590 varietà diffuse in 35 paesi [Cimato 2005] Oltre alle cultivar tradizionali che assicurano la produzione mondiale sono da considerare le varietà identificate dai ricercatori che sono in grado di fornire un notevole contributo allo sviluppo della filiera produttiva. Le specie di *Olea europaea* hanno mantenuto gran parte della diversità genetica selvatica poiché i programmi di coltivazione di questa specie sono relativamente recenti rispetto ad altre specie vegetali. [Zohary 1994] L'Italia è il paese dove è presente la più alta biodiversità della pianta dell'olivo con circa 660 varietà con forte potenzialità di sviluppo [Breton 2012]. La filiera olio nel sistema agroalimentare italiano è di forte impatto economico, sociale ed ambientale per la natura e dimensioni, circa l'8% della superficie agricola utilizzata è dedicata alla coltivazione dell'olivo. La coltura dell'olivo interessa la gran parte del territorio. La produzione olearia interessa oltre 150 milioni di piante distribuite su una superficie di 1.165.458 ettari. Il sistema occupa oltre 700 mila aziende agricole e 220 imprese industriali [Ismea 2016]. Lo sviluppo del settore negli anni ha portato a privilegiare la qualità e la biodiversità. Il patrimonio olivicolo che caratterizza l'Italia è estremamente variegato. Le diverse varietà dimostrano adattabilità alle condizioni pedoclimatiche del territorio e assicurano produzione sostenibile e tipicità del prodotto. Il lavoro di selezione degli olivicoltori ha portato a prediligere varietà tolleranti al freddo nelle aree ad elevate altitudini,

varietà tolleranti alla siccità nelle zone più aride, varietà a frutto piccolo nelle zone litoranee. Per quanto riguarda le produzioni biologiche sono utilizzate varietà rustiche che hanno maggiore tolleranza a fattori ambientali diversi e consentono produzioni soddisfacenti in assenza di input nutritivi ed idrici. Tuttavia in Italia la produzione non riesce a soddisfare il fabbisogno per i consumi interni e per le esportazioni e anche per l'anno 2017 saranno importanti le importazioni. L'UE è il principale produttore a livello mondiale, garantisce circa l'80% della produzione, l'Italia è il secondo produttore dopo la Spagna in ambito UE. I principali paesi produttori non comunitari sono Siria, Tunisia, Turchia e Marocco. Secondo stime COI per l'anno 2017 la produzione mondiale farà registrare un incremento rispetto al 2016 del 16% con 2.961.000 tonnellate. La Spagna si conferma primo produttore UE (1.150.000 tonn.), seguono Italia e Grecia (300.000 tonn) e Portogallo (110.000 ton). Si prevedono incrementi di produzione per paesi di recente vocazione olivicola, Tunisia (220.000 ton), Turchia (287.000 ton), Marocco (120.000 ton), Algeria (80.000 ton.) [COI 10-2017]. L'UE protegge qualità e biodiversità delle cultivar attraverso marchi DOP, IGT di oli che sono conosciuti e richiesti in tutto il mondo. Recentemente alla luce della nuova normativa [UE 2016] sull'indicazione obbligatoria in etichetta dell'origine delle olive, la tracciabilità, attraverso marcatori molecolari, sta assumendo un ruolo determinante sul mercato per differenziare gli oli extravergini di oliva, garantire al consumatore origine e qualità del prodotto. In quest'ottica in questo studio è stata valutata la qualità attraverso l'identificazione e determinazione quantitativa di sostanze naturali che caratterizzano gli oli EVOO. La determinazione quantitativa ha riguardato l'analisi di acidi grassi: linolenico (18:3 Omega 3), linoleico (18:2 Omega 6), palmitoleico (C16:2), palmitico (16:0), oleico (18:1) mediante cromatografia liquida ad alta risoluzione (HPLC-UV) e parametri di qualità previsti dal Consiglio Oleico Internazionale (COI). Sono stati analizzati campioni di olio prodotti in Italia provenienti da Umbria, Lazio, Molise e dalla Cisgiordania, Ramallah, Tulkarem, Salfit (Cisgiordania).

## **Materiali e metodi**

### **Reagenti**

Standard di acidi grassi : linolenic acid (18:3 omega 3), palmitoleic acid (C16:2.) linoleic acid (18:2 omega 6), palmitic acid (16:0) , oleic acid (18:1), acetonitrile per HPLC, acetone, n-eptano, isooctane, enzima Lipasi (Candida rugosa 700–1500 U/mg), a-bromophenacyl bromide . 99%, triethylamine 99%, n-heptane . 99%, Fluka, sono acquistati da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO).

### **Soluzioni Standard e preparazione del campione**

Soluzioni standard di acidi grassi sono preparati in n-eptano. Le soluzioni sono stabili a 4 °C per 30 giorni. L'idrolisi dei trigliceridi è stata condotta con l'impiego dell'enzima Lipasi di origine microbica, la derivatizzazione di acidi grassi è stata effettuata secondo il metodo precedentemente descritto [Metha 1988]. In sintesi i campioni di olio, 0,5 mg sono posti in una soluzione 500 µl di lipasi in tampone fosfato 10 mM a pH 7 e incubati a 30°C per 30 minuti. Gli acidi grassi liberati sono estratti con una soluzione di n-eptano (500 µl) e derivatizzati in presenza di trietilammina in acetone. Dopo derivatizzazione la soluzione va portata a secco con azoto e ricostituita con acetonitrile-acqua 85/15 (v/v).

### **Strumentazione e condizioni cromatografiche**

HPLC LC10AT and FCV-10al) and DGU-14°, (Schimadzu, Tokyo, Japan), detector UV-Vis L4250 Merck Hitachi Tokio Japan). Sistema acquisizione dati Data Apex CSW32 (Prague, Czech). Colonna cromatografica Supelcosil column LC18 (15 cm x 4.6mm, ID 3 mm) size) Supelco. Fase mobile 85-15 acetonitrile acqua (v/v), flusso 0,7 ml / min, λ 242nm.

### **Determinazione di acidità libera e parametri spettrofotometrici**

I parametri di qualità: acidità libera, esame spettrofotometrico sono stati determinati secondo i metodi riportati nel Reg. 2568/91 GUCE248-1991 e successive modifiche 1989/2003.

## **Risultati e discussione**

L'olio di oliva è costituito per il 98-99% da una miscela di gliceridi (esteri del glicerolo con acidi grassi) e per 1-2% da composti minori. Gli acidi grassi sono presenti nell'olio vergine di oliva principalmente come costituenti dei trigliceridi e in piccola quantità come acidi grassi liberi. L'acido oleico (C18:1) è presente in maggiore quantità. I trigliceridi si trovano quasi esclusivamente nella polpa delle olive e sono fonte di acidi

grassi essenziali per l'organismo, favoriscono l'assorbimento di vitamine liposolubili. Svolgono inoltre una funzione protettiva per l'azione verso i radicali liberi. [Acunaz 1989]. Le componenti minori soprattutto i polifenoli sono importanti per la qualità dell'olio perché contribuiscono alla stabilità ossidativa. [Choe 2006]. Le caratteristiche di qualità degli oli sono strettamente legate alla varietà delle olive utilizzate, [Mokhtar 2010], alle condizioni pedoclimatiche del territorio di produzione [Kritsakis 1987] ed ai processi tecnologici di preparazione [Di Gioacchino 2002, Aparicio 2002]. Sono stati analizzati campioni di olio prodotti in Italia nelle regioni Umbria, Lazio e Molise nel mese di ottobre 2016, e oli extra UE prodotti in Cisgiordania nelle località: Ramallah, Tulkarem, Salfit nel settembre 2016. I risultati riguardanti i parametri definiti dal COI per la qualità degli oli extra (EVOO): acidità libera, K270, K232 delta ΔK, riportati in Tabella 1, mostrano valori entro i limiti per tutti i campioni analizzati. Negli oli prodotti in Italia la percentuale di acidità libera varia da 0.02 a 0.28 %. Per quanto riguarda l'esame spettrofotometrico il valore di assorbanza varia da 2.03 a 2.32 per K232, 0.15-0.27 per K270. Gli oli prodotti in Cisgiordania mostrano una percentuale di acidità libera più alta rispetto agli oli italiani, da 0.47 a 0.82 % di acido oleico. Per quanto riguarda l'esame spettrofotometrico il valore di assorbanza varia da 2.10 a 2.20 per K232, 0.17-0.20 per K270.

**Tabella 1** Parametri di qualità di oli EVOO di diversa provenienza territoriale

	Italia			Cisgiordania		
	Molise	Umbria	Lazio	Ramallah	Tulkarem	Salfit
Acidità libera % acido oleico	0.09	0.28	0.02	0.82	0.56	0.47
Δ K	0.007	-0.004	-0.005	0.008	0.005	0.002
K 270 nm	0.27	0.16	0.15	0.18	0.17	0.20
K 232 nm	2.03	2.32	2.23	2.10	2.10	2.20

I risultati relativi alla composizione in acidi grassi, Tab. 2 evidenziano che per gli oli di provenienza italiana la composizione in acido oleico varia da 72 a 78%, acido palmitico da 8.6 a 12.20%, acido linoleico da 6.70 a 7.2%. Per quanto riguarda i componenti presenti in minore quantità il contenuto di acido linolenico varia da 0.52 a 0.62%, il contenuto di acido palmitoleico varia da 0.30 a 0.37%.

Per gli oli provenienti dalla Cisgiordania la composizione di acido oleico varia da 65 al 73%, acido palmitico da 14.60 a 15.20, acido linoleico da 12.3 a 13.10%. Per i componenti presenti in minore quantità la percentuale di acido linolenico varia da 0.8 a 1.10%, l'acido palmitoleico da 0.62 a 0.82.

**Tabella 2** Composizione in acidi grassi di oli EVOO di diversa provenienza territoriale

Acidi grassi (%)	Italia			Cisgiordania		
	Molise	Umbria	Lazio	Ramallah	Tulkarem	Salfit
Linolenico	0.62 ± 0.1	0.60±0.03	0.52±0.02	1.10±0.2	0.82±0.3	0.80±0.4
linoleico	7.20±0.5	7.50±0.1	6.70±0.3	12.50±0.4	13.10±0.2	12.30±1.3
palmitoleico	0.37±0.3	0.32±0.02	0.30±0.02	0.80±0.05	0.62±0.4	0.82±0.5
palmitico	12.20±1.2	8.60±0.7	9.30±1.1	14.20±0.9	14.60±2.1	15.20±1.3
Oleico	75±2.2	78±2.1	72±1.4	65±1.8	68±2.1	73±2.3

Media ±SD (n=3)

Da questo studio preliminare si evidenzia che gli oli provenienti dalla Cisgiordania presentano una acidità libera più alta rispetto a quelli Italiani. La percentuale di acido oleico è più alta negli oli Italiani. Per quanto riguarda gli acidi grassi presenti in quantità minore si evidenzia una percentuale maggiore per gli acidi linolenico e palmitoleico prodotti in Cisgiordania.

L'olio di oliva rappresenta un' importante fonte di reddito per gli agricoltori della Cisgiordania, circa 100mila famiglie coltivano olivi e contribuiscono per il 10% al prodotto interno lordo del

territorio.[PCBS 2011 ]. Il germoplasma olivicolo di questo territorio è caratterizzato da un alto livello di diversità biologica, tuttavia l'olio prodotto soprattutto con metodi artigianali non raggiunge gli standard di qualità previsti dal COI (Consiglio Oleico Internazionale) e non è in grado di competere nei mercati internazionali. Recentemente un Progetto di Cooperazione italiana che ha previsto il coinvolgimento dei produttori locali, ha consentito di migliorare notevolmente la qualità di un olio che ha delle ottime potenzialità come possiamo confermare sulla base dei dati riportati in questo studio.

## Bibliografia

Acunaz C (1989) The effects of oils on human health and evaluation of olive oil from the nutritional and health aspect. *Food Ind* 3: 21-22

Aparicio R., Luna G. Characterisation of monovarietal virgin olive oil. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2002, 104, 614–627

Breton, C., Terral, J.-F., Pinatel, C., Médail, F., Bonhomme, F., & Bervillé, A. (2009), The origins of the domestication of the olive tree. *C. R. Biologies* 332, 1059–1064

Breton C. M., Warnock P., Bervillé A.J., “Origin and history of the olive,” in *Olive Germplasm—The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy*, I.Muzzalupo,Ed.,pp. 3–22, InTech, Rijeka, Croatia, 2012

Cimato A, Attilio C, Franchini E, Feci E, (2005), Olivo e risorse genetiche: varietà e biodiversità che tracciano i confini del Mediterraneo. *La Cartografia* 7: 4-13 CNR

COI (Rivista del Consiglio Oleico Internazionale *Olivae* n. 123, 11- 2016 ([www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org)))

Choe E., Min D.B., Mechanisms and factors for edible oil oxidation, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 5 (2006) 169–186

Kritsakis A, Markakis P (1987) Olive oil; A review. *Adv Food Res* 31: 453-482

Di Gioacchino L., L. Sestili, Di Vincenzo D (2002) Influence of olive processing on virgin olive oil quality, *European Journal of Lipid Science Technology*, 104, 587-601

Doveri S, Baldoni L. Olive. In *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 4 Fruits and Nuts*, Kole C, eds., Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007, 253-264

FAO, The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources For Food and Agriculture, Rome, Italy, 2010

ISMEA Olio di oliva10-2016

Mazzalupo I, Vendramin G., Chiappetta A., Genetic biodiversity of italian olives (*olea europaea*) germplasm analyzed by ssr markers, *Scientific World Journal* (2014) id 296590 12

Mehta, A., Oeser, A.M. and Carlson, M.G.; Rapid quantitation of free acids in human plasma by high-performance liquid chromatography; *Journal of Chromatography B*, (1998); 719: 9–23

Mokhtar Zarrouk, Krichene, D.; Allalout A.; Salvador M.; Fregapane G.; Zarrouk, M. Fatty acids, volatiles, sterols and triterpenic alcohols of six monovarietal tunisian virgin olive oils, *European Journal of Lipid Science Technology* 2010, 112 (3) 400-409

PCBS-Palestinian Central Bureau of Statistics. First agricultural census in the Palestinian Territory 2010, Ramallah pp.1-4, 2011

Zohary, D.; Hopf, M. Olive: *Olea europaea*. in *Domestication of plants in the Old World*. 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, pp 137-143, 1994

# COFFEE AS SUSTAINABLE COMMODITY: A STUDY TO BETTER UNDERSTAND THE FACTORS MARKING COFFEE QUALITY ALONG THE VALUE CHAIN.

Borsacchi L.<sup>1</sup> and Pinelli P.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ARCO (Action Research for CO-development) - PIN Srl - University of Florence, Piazza Giovanni Ciardi 25, 59100, Prato, Italy.

[leonardo.borsacchi@pin.unifi.it](mailto:leonardo.borsacchi@pin.unifi.it)

<sup>2</sup>Department of Statistics, Computer Science, Applications (DiSIA) - University of Florence, Viale Morgagni, 65, 50134 Florence, Italy. [patrizia.pinelli@unifi.it](mailto:patrizia.pinelli@unifi.it)

## Abstract

*This paper explores the correlation between quality, organoleptic properties, taste and certifications, discussing the main relations around the sustainability of this commodity. The data reported herein are part of an initial research on different Italian brands of coffee ground for moka. For the chemical composition assessment, the brewed coffees have been analyzed with respect to their caffeine and polyphenolic antioxidants content, evaluated by an HPLC/DAD method. The chemical analyses and the information stated on the label (e.g. ethical and environmental certifications) have been discussed, also taking into account any additional information on the labelling, as the indication of origin of the product. On the whole, social, economic, and environmental issues have been evaluated in order to define the quality of the product, taking into consideration all the phases of the value chain.*

**Keywords:** sustainability, coffee value chain, certifications, labelling, quality

## 1. INTRODUCTION

Coffee, one of the most frequently consumed beverages in the world, is crucial in the global economy, second only to petroleum in importance in commodity trade. It is also enormously valuable to the economies of many developing countries. The coffee quality, in a context of overproduction worldwide, has to be pursued for an improvement of this crop. It is undoubted that the quality is a trait difficult to hold in a very simple definition. For coffee, the definition of quality can be differently expressed along the value chain.

In this initial research, seven brands of Italian coffees for moka, taken from the large-scale retail trade, have been considered, in order to have a first heterogeneous group of the best-selling coffees in Italy. These samples have been firstly analyzed with respect to their caffeine and polyphenolic antioxidants content, evaluated by a High Performance Liquid Chromatography (HPLC) with DAD (Diode Array Detector) method. Since the quality of the product depends on multiple factors along the supply and value chain, the chemical analyses and the information stated on the label (e.g. ethical and environmental certifications) have been discussed, also taking into account any additional information about the indication of origin and social, economic, environmental issues.

This paper explores the correlation between quality, chemical composition, organoleptic properties, taste and certifications, with the aim to outline the main relations around the sustainability of this commodity, and the associated characteristics (e.g. natural and accidental), influencing the retail price and consumers' preferences. Consumers are even more aware take into account quality factors, while they are choosing a coffee, and taste seems doesn't play no more the unique role in such choice. This research about commercial coffees is also in relation to a choice experiment, carried out before and after a coffee tasting of two selected samples among those selected in this study. The first results of the choice experiment have been reported in the paper "New trends in the coffee consumption assessment: organoleptic characteristics and

chemical analysis evaluated through a choice experiment” by Pinelli P., Nikiforova N.D., and Berni R. (AISME 2018).

## 2. MATERIALS AND METHOD

### 2.1 Coffee brewing

Seven different types of coffee ground for moka (100% Arabica, and blending of Arabica and Robusta varieties) available at Italian large-scale retailers were brewed and, then, diluted 1:10 with water and, finally, analyzed by HPLC after centrifugation.

### 2.2 HPLC analysis

The HPLC/DAD analyses have been performed with an HP 1100L liquid chromatograph equipped with HP DAD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA). In detail, the analytical column used was a Luna C18, 250×4.60 mm, 5µm (Phenomenex). The eluents were H<sub>2</sub>O adjusted to pH 3.2 by HCOOH (solvent A) and CH<sub>3</sub>CN (solvent B). The following multi-step linear gradient was applied: from 100% to 75% of A in 15 min, which was maintained for 5 min, 5 min to reach 60% A, which was maintained for 5 min, then 5 min to arrive at 0% A, which was maintained for 5 min and 3 min to arrive at 100% A. Total time of analysis was 43-min, flow rate 0.8 mL/min and oven temperature 27±0.5°C. UV-Vis spectra were recorded in the 190–600 nm range and the chromatograms were acquired at 264, 274 and 330 nm.

### 2.3 Qualitative and quantitative analysis

The identity of the phenolic compounds was ascertained using data from the HPLC/DAD analyses by comparing their retention times and UV/Vis spectra with those of authentic standards. Each compound was quantified by HPLC/DAD using a five-point regression curve ( $r^2 \geq 0.9998$ ) built with the available standard (chlorogenic acid and caffeine). More specifically, all the caffeic acid derivatives (monocaffeoyl quinic esters, MCC; dicaffeoylquinic esters, DCC) were calculated at 330 nm using chlorogenic acid (or 5-*O*-caffeoylquinic acid) as a reference; caffeine was calibrated at 274 nm using the authentic standard. The concentrations of these chemical components was carried out in triplicate. Figure 2 shows the results, recorded as mean values of three samplings.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Most widely cultivated species are *Coffea arabica* - Arabica, accounting for approximately 75% of global production and *Coffea canephora* - Robusta, accounting for approximately 24% of global production. Despite its poorer sensory quality, Robusta has the advantage of allowing extraction of large amounts of soluble solids, which enables its use in blends and in soluble coffee industry. The main biochemical compounds related to coffee quality are caffeine, sugars, chlorogenic acids and lipids. Polyphenols such as chlorogenic acids (CGAs), phenolic acids and methyxanthines (with caffeine the main component), are known natural constituents of coffee (Alonso-Salces et al., 2009) and, besides sugars and lipids, are related to quality traits, both in the raw material (green coffee) and in the final beverage (brewed coffee). CGAs are the main polyphenols in green coffee, being esters formed between one or more residues of several trans-cinnamic acids (caffeic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid) and quinic acid. CGAs representing 6–12% of coffee constituents in mass (De Maria et al., 1995) are known to be responsible for coffee pigmentation, aroma formation, and astringency.

At the farmer level, the quality of coffee is a combination of multiple inputs, influencing production yield, easiness of culture and costs. Moreover, climate, altitude, and shade play together an important role through temperature, availability of light and water during the ripening period and generally chlorogenic acids and fat content have been found to increase with elevation in the Arabica variety. Altitude is undoubtedly the most important environmental factor. Thus, the cultivation of Arabica at high altitude provides the best quality (i.e. increase of chlorogenic acids and fat contents), also thanks to the reduction of daily temperatures (being the optimal range between 18 and 21°C). Lower temperatures slow down the maturation, ensure a longer time to the coffee bean to harden, becoming more dense (Tolessa et al., 2016) and favored the accumulation of a higher content of aromatic precursors (Vaast et al., 2006).

Concerning the variation of quality in function of harvest and postharvest procedures, it is well known that the traditional hand-picking has to be preferred to mechanical harvest, due to the reduction of defects on the collected beans. During the postharvest, the dry processing is generally avoided for premium samples as it enhances a bitter taste in the final beverage. Generally, the coffee post-harvest process concerns different steps:

1. submersion and washing in water to eliminate the floating drupes
2. depulping and fermentation
3. washing in clean water and removal of floating grains
4. dehydration in drier until reaching 11% of beans humidity.

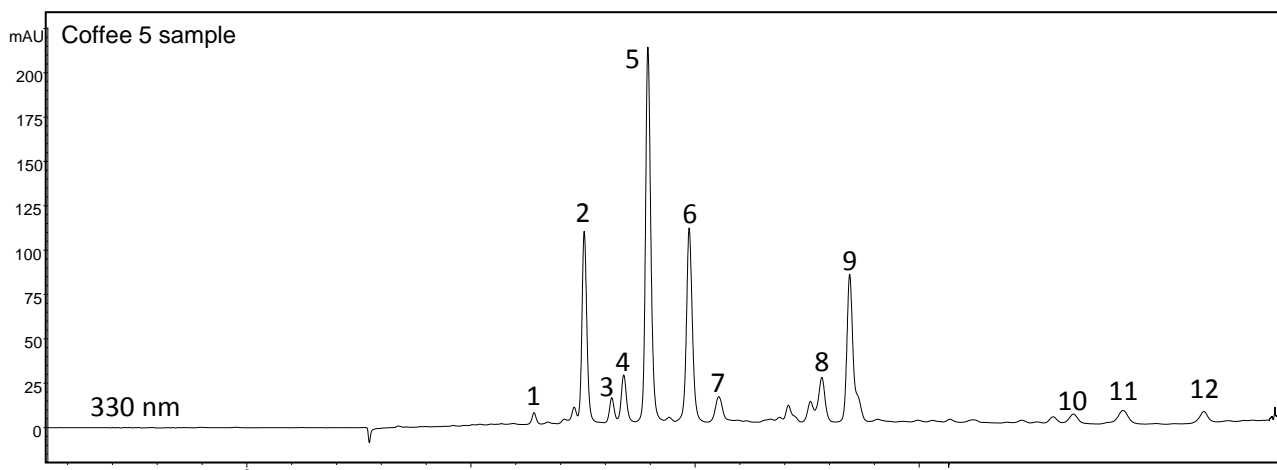
For the import/export demand, coffee quality is related to bean size, lack of defects, physical characteristics and price. Bean size, defined as grade from a commercial point of view, is an important factor, since small beans of the same variety can bring lower prices. During the roasting process, coffee quality depends on moisture content, origin, biochemical compounds and organoleptic evaluation. The roasting process should preferentially be carried out with beans of the same size, to avoid the burning of the smallest and the under-roasting of the largest ones. When the roasting is improperly performed, both the visual appearance and the cup quality are affected (Leroy et al., 2006). Moreover, it should be pointed out that each country market may define different sensory qualities.

At the consumer level, coffee quality deals with price, taste and flavor, as well as healthy properties, geographical origin, environmental and social aspects (e.g. organic coffee, fair trade). Actually, the "health quality" is a characteristic more and more taken into account by consumers and it mainly depends on the chemical components, as phenolic antioxidants and caffeine. In fact, it should be noted that coffee is a complex beverage containing more than 1,000 compounds. Among the many with known biological activity, there are caffeine, a potent stimulant and bronchodilator, and chlorogenic acid, one of the more important antioxidants and anti-inflammatory compounds found in coffee. In the last two decades, coffee consumption has been associated with reductions in the risk of several chronic diseases, including type 2 diabetes mellitus, Parkinson's disease and liver disease, such as cirrhosis and hepatocellular carcinoma (Higdon et al., 2006; Cano-Marquina et al., 2013). Large epidemiological studies suggest that regular coffee drinkers have reduced risks of mortality, both CV and all-cause. A daily intake of 2 to 3 cups of coffee appears to be safe and is associated with neutral to beneficial effects for most of the studied health outcomes. Moreover, recent studies report that coffee consumption may reduce the risk of type 2 diabetes and hypertension, as other conditions associated with cardiovascular risk, such as obesity (O'Keefe et al., 2013).

Concerning the ethical aspects, "fair trade" and "organic" are credence attributes (Poelman et al., 2008) that constitute an important dimension that adds value to the product and contributes in the definition of its price. Consumers associate the organic food to naturally produced and environmental sustainable foodstuff, while fair trade label focuses mainly to the well-being of workers and farmers in the developing countries. Many European consumers value environmental performance, however, and consequently, a substantial part of fair trade labelled coffee is also produced and certified according to organic standard (Oosterveer et al., 2012). In a study about the consumers' preferences, the role of "organic" and "fair trade" labels in the choice of a product was investigated, considering the interaction existing between these certifications and the taste of the product (Tagbata and Sirieix, 2008). From this study, more profiles of consumers, which differently react to "organic" and "fair trade" were defined. In nearly half of the analyzed consumers, the reaction to such certifications was not of utmost importance, being in higher consideration other criteria, as price, taste and health issues. Conversely, in the other half of the group, the presence of such indication on the product, contributed to 20-30% of the product price, meaning that these consumers were willing to pay (WTP) 20-30% more than for conventional coffees. Interestingly, the WTP in conjunction with the tasting was lower than the WTP indicated on the sole basis of the labels. This revealed a gap between the expected quality and the "tested quality" emerged by an evaluation such as tasting.

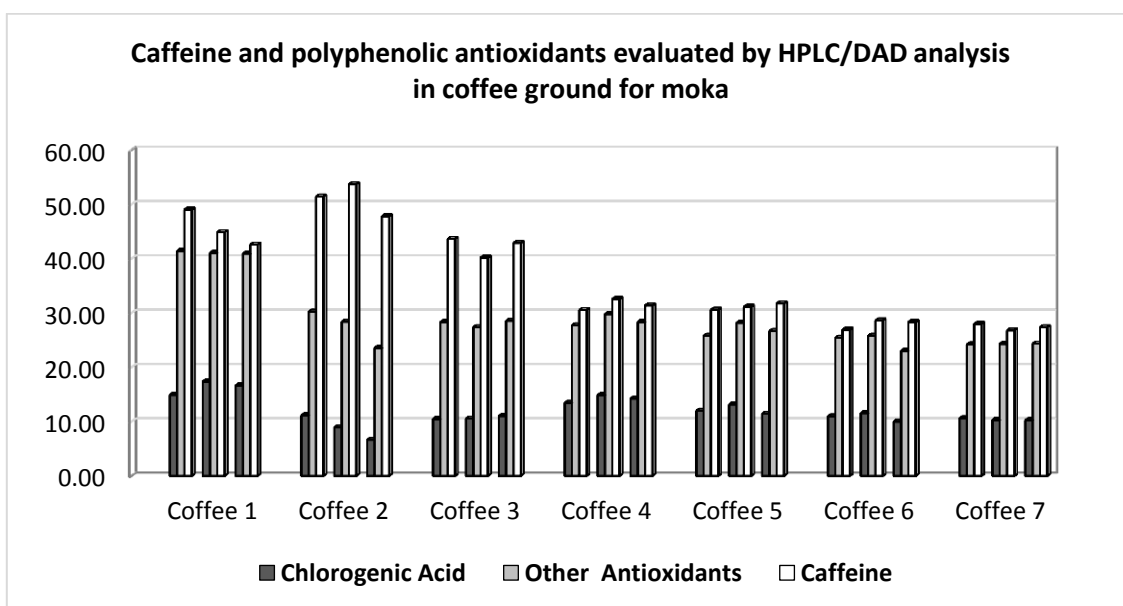
Each coffee ground for moka taken by the GDO (seven different brand of coffee) was brewed and, then, analyzed by HPLC/DAD method for the assessment of caffeine and polyphenolic antioxidant content. Figure 1 shows the chromatographic profile registered at 330 nm of the identified compounds of a coffee (sample 5). The quantitative analysis of each coffee sample was performed in triplicate and the results are reported in Figure 2. The main compound present in brewed coffee are caffeine (Peak 4) and chlorogenic acid (Peak 5). The caffeine content seems very low in Figure 1 but only because the maximum wavelength of

absorption is not at 330 nm (the maximum wavelength of absorption of chlorogenic and the other caffeoylquinic acids) but at 274 nm.



**Figure 1.** HPLC/DAD profile registered at 330 nm of a coffee brewed for moka. Compounds: (1-3 and 6) mono-caffeoyl-quinic acids; (4) caffeine; (5) chlorogenic acid, (7-12) di-caffeoyl-quinic acids.

The histogram of Figure 2 reports the HPLC/DAD quantitative results for coffee samples listed for the decreasing content of antioxidants (as a sum chlorogenic acid and the other caffeoylquinic derivatives). The quantitative data are related to a volume of a cup of coffee for moka (40 mL).



**Figure 2.** HPLC/DAD analysis of caffeine, chlorogenic acid and other caffeoyl-quinic antioxidants in coffee ground for moka. Data are expressed as mg in 40 mL (the cup volume).

It is worth noting that the concentrations of caffeine are really variables, depending of the coffee sample; whereas the chlorogenic acid and the other antioxidants seem to vary at lower extend, among the investigated coffees. Moreover, from this first group of samples it seems that the selected coffees can be distinguished into two groups. In particular, adding the chlorogenic acid content and the other polyphenolic antioxidants, there are coffees, whose caffeine content is equal to that of polyphenolic antioxidants (samples 2 and 3) and a group of coffees where the caffeine content is about two thirds or less with respect the total polyphenolic



antioxidants. It must be underlined that the first three coffees (samples 1, 2 and 3) have the highest caffeine content.

On the whole, the characteristics of the selected coffees are indicated in Table 1, specifically, type of coffee (100% Arabica or a blending Arabica and Robusta), label indications (indication of origin, presence of certifications, as organic, fair trade and so on), price, type of packaging and sensorial description eventually indicated on the labelling/packaging.

**Table 1.** List of the investigated coffee samples for moka with the main descriptor, concerning type of coffee, indication of origin, presence of certifications, price and sensorial description.

Sample #	Type of coffee/ Indication of Origin	Certification	Price* €/Kg	Type of packaging	Sensorial specifications on the labelling
1	Blending Arabica and Robusta / Yes	None	10.20	Vacuum bag	Soft and velvety blending. Organoleptic profile: aroma (3), body (3), sweetness (5), intensity (3), roundness (5).
2	Blending Arabica and Robusta / None	None	10.20	Vacuum bag	None
3	Blending Arabica and Robusta / None	UNI EN ISO 14001:2004	15.72	Vacuum bag	Rich and persistent taste: aromaticity (5), body (5), sweetness (3), intensity (5), roundness (3).
4	100% Arabica / Yes	Products made without discrimination and exploitation of labor (private standard)	14.44	Jar in modified atmosphere	Balanced blending, intense aroma, roundness and persistent aftertaste.
5	100% Arabica / None	Responsible Supply Chain Process (RSCP)	26.20	Jar in modified atmosphere	Soft taste with delicate notes of caramel and toasted bread.
6	100% Arabica / Yes	UNI EN ISO 14001:2004	15.80	Jar in modified atmosphere	Soft taste, sweetness, and roundness: aroma (4), body (4), sweetness (5), intensity (3), roundness (4).
7	100% Arabica / Yes	Fair Trade + Organic	15.64	Vacuum bag	Soft taste and intense aroma.

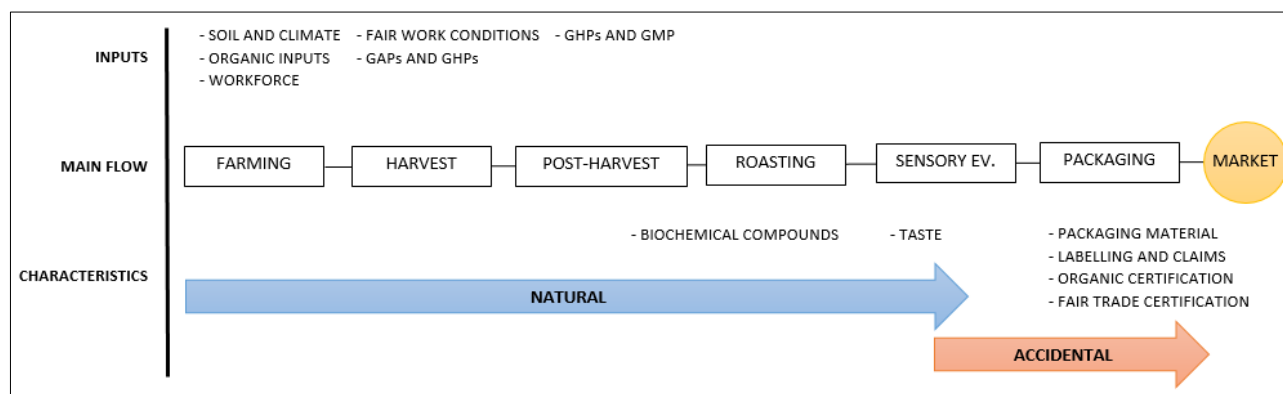
\* Refers to prices in large-scale retail trade in 2016.

Source: Authors'

As shown in Table 1, coffee samples from 4 to 7 are a 100% Arabica blending and it is in accordance with the lower content of caffeine with respect the first three samples. Moreover, this coffee type is normally associate to higher prices. In particular, for the sample 5, the feature 100% Arabica, the type of packaging and the presence of RSCP, are the characteristics associated to the higher price. The aim of a sustainable supply chain management is a strong interest to environmental and social issues that encompasses the main objectives typical of fair trade and organic certifications. It should be noted that the demand for organic coffee in Western Europe exceeds the present supply, which is still small, accounted for about 2 percent of

the total coffee market in Western Europe in 2008 (Bakker and Bunte, 2009). Nevertheless, from an agronomic point of view, there is a considerable criticism about the principles of organic farming when applied to coffee. For instance, to sustain economically viable yield levels (1 t green coffee ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) large additional amounts of composted organic matter will have to come from external sources to meet nutrient requirements (especially N and K) and most smallholders are unable to acquire such quantities and have to face declining yields. In an important review exploring this and other aspects peculiar to the preconditions of organic coffee production (Van Der Vossen, 2005), arises the concept of “organic” not fully sustainable. On the other hand, sustainable coffee production is feasible by applying best practices of crop production and post-harvest processing. In the context of a significant increase of climate change, the improvement of coffee quality have to be realized in accordance with sustainability and implementation of guidelines to provide producers to introduce more and better agricultural practices. Moreover, the market segmentation, as a result of an increasing demand for high-quality coffee (specialty coffee), has created a potential for growth and new opportunities for producing countries but the certifications should help and not marginalize the small farmers that risk to remain in poverty despite being connected to fair trade organic markets. Figure 3 shows, for the main steps along the supply chain, the associated inputs and the resulting characteristics. In particular natural characteristics include the presence of biochemical compounds and the taste (and aroma as well) profile, while accidental characteristics include packaging material, label information and claims and certifications (organic or ethical).

**Figure 3.** Main flow of coffee and associated inputs and main characteristics.



Source: Authors'

In conclusion, the present study, in association to the results of a choice experiment (Pinelli et al., 2018) could be useful for better understand the multiple aspects that mark the quality of coffee along the supply and the value chain.

## References

- Alonso-Salces R.M., Serra F., Reniero F., Berger K. (2009). Botanical and Geographical Characterization of Green Coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*): Chemometric Evaluation of Phenolic and Methylxanthine Contents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 4224-4235.
- Bakker and Bunte (2009). The market for organic and fair-trade coffee. Study prepared in the framework of FAO project GCP/RAF/404/GER.
- Cano-Marquina A., Tarín J.J., Cano A. (2013). The impact of coffee on health. *Maturitas*, 75, 7-21.
- De Maria C.A.B., Trugo L.C., Moreira R.F.A. and Petracco M. (1995). Simultaneous determination of total chlorogenic acid, trigonelline and caffeine in green coffee samples by high performance gel filtration chromatography. *Food Chemistry*, 52, 447-449.
- Tagbata D. and Sirieix L. (2008). Measuring consumer's willingness to pay for organic and Fair Trade products. *International Journal of Consumer Studies*, 32, 479-490.
- Higdon J.V., Frei B. (2006). Coffee and Health: A Review of Recent Human Research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 101-123.
- Leroy T., Ribeyre F., Bertrand B., Charmentant P., Dufour M., Montagnon C., Marraccini P. and Pot D. Genetics of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18(1):229-242, 2006.

- O'Keefe JH et al, Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health and all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol*, 62 (12) 2013.
- Oosterveer P. and Sonnenfeld D.A. (2012) *Food, globalization and sustainability*. Earthscan.
- Pinelli P., Nikiforova N., and Berni R. New trends in the coffee consumption assessment: organoleptic characteristics and chemical analysis evaluated through a choice experiment (AISME 2018)
- Poelman A., Mojet J., Lyon D. & Sefa-Dedeh S. (2008). The influence of information about organic production and Fair Trade on preferences for and perception of pineapple. *Food Quality and Preference*, 19, 114–121
- Tolessa K., D'heer J., Duchateau L., and Boeckx P. (2016). Influence of growing altitude, shade and harvest period on quality and biochemical composition of Ethiopian specialty coffee. *J. Sci. Food Agric.*, (wileyonlinelibrary.com) DOI10.1002/jsfa.8114.
- Vaast P., Bertrand B., Perriot J. J., Guyot B., & Genard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 197-204.
- Van Der Vossen H.A.M. (2005). A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. *Experimental Agriculture*, 41(4), 449-473.

# CHARACTERIZATION AND VALORIZATION OF INNOVATIVE ENOLOGICAL AND NUTRITIONAL PRODUCTS FROM CULTIVAR OF GEORGIAN GRAPES VINIFIED IN QVEVRI.

Ieri F.<sup>1,\*</sup>, Campo M.<sup>1</sup>, Scardigli A.<sup>1</sup>, Urciuoli S.<sup>1</sup>, Jurkhadze K.<sup>2</sup>, Romani A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

<sup>2</sup> Caucasus International University, Tbilisi, Georgia

Campo M.: [margherita.campo@unifi.it](mailto:margherita.campo@unifi.it)

Ieri\* F.: [francesca.ieri@unifi.it](mailto:francesca.ieri@unifi.it) (\*Corresponding Author)

Jurkhadze K.: [k.jurkhadze@outlook.com](mailto:k.jurkhadze@outlook.com)

Romani A.: [annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

Scardigli A.: [arianna.scardigli@unifi.it](mailto:arianna.scardigli@unifi.it)

Urciuoli S.: [silvia.urciuoli@gmail.com](mailto:silvia.urciuoli@gmail.com)

**Keywords:** Polyphenols, volatile compounds, circular viticulture, analytical methods for assessing agro-food quality and supply chain

**Sommario:** *il Saperavi, un vino Georgiano ottenuto in anfora Qvevri, è stato caratterizzato in HPLC-DAD-MS, GC-MS e GCxGC-MS/TOF e comparato con un vino Sangiovese vinificato in anfora. Il Saperavi ha un alto contenuto in (512 mg/L), di cui il 33% sono antociani, ed un ampio range di composti volatili, fra i quali terpeni associati all'aroma di fiori, citronella e legno.*

**Summary:** *Saperavi, a Georgian wine obtained in Qvevri, was characterized by HPLC-DAD-MS, GC-MS and GCxGC-MS/TOF and compared with Sangiovese. Saperavi showed a high content of polyphenols (512 mg/L), of which 33% of anthocyanins, and a wide range of volatile compounds, also terpenes associated with aroma of flowers, citronella and wood.*

## Introduction

The quality of a wine and consequently the valorisation of the production area depends on numerous components, whose presence/absence and quantity plays a considerable role. The perception of the aroma of a wine depends on the simultaneous perception of a large number of volatile compounds and the coupling of sensory analysis to GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) analysis can provide useful indications for an adequate evaluation of the aroma (Romani et al, 2015). Phenolic compounds are always present and they contribute to the sensory and chemical quality of the final product (Baiano et al, 2014) in addition to their potential beneficial effects on human health (Watkins, 1997). The HPLC-DAD-MS (High-performance liquid chromatography with diode-array detection and mass spectrometry) was the elective technique for the identification and quantification of phenolic compounds in food samples. In this work the characterization of phenolic and aromatic compounds in a Georgian wine, cultivar Saperavi, vinified and refined in Qvevri, is reported. The vinification technique in Qvevri, amphorae constantly buried in the ground where the temperature remains constant throughout the year, has been recognized UNESCO world heritage. Saperavi wine was compared with Sangiovese wines stored in amphorae. HS-SPME-GC×GC-MS fingerprint analysis was also applied and provided a sensitive method for the direct comparison and chemical visualization of wine volatile components. In addition, antioxidant and antiradical activity of Saperavi wine was evaluated using Folin-Ciocalteu and DPPH.

The characterization of this wine is part of a project about circular viticulture in Georgian territory.

The primary aim of circular viticulture is to organize a network of companies and research institutes to create a closed and innovative chain in the wine sector in order to evaluate the quality of the vineyard, monitor environmental and management parameters aimed at producing traced quality wines and also use grapes to produce functional foods such as juices, jams, grape seed oil and other nutraceuticals. It is also planned the exploitation of secondary raw materials and waste products for the production of organic fractions with high biological activity, which can be used in the food, cosmetic, phytotherapeutic and agronomic sectors as well

as innovative materials. The sustainable exploitation allows the final use of exhausted materials for the production of sustainable energy.

### Experimental

The VOCs (volatile Organic compounds) profile was determined by SPME (Solid-Phase MicroExtraction)-GC-MS. 1 ml of wine was placed in a 25 ml vial and then 4 ml of water and 2 g of NaCl were added. An Internal Standard (IS) in suitable amount was added to each sample. SPME Conditions: absorption of VOCs at 80°C (for 30-min) on a trivalent fiber Carboxen PDMS DVB 1 cm, followed by desorption at 280°C and, then, analysis by GC/MS. An Agilent 7890 a GC equipped with a 5975C MSD was used. The analyte separation was achieved with a column Agilent DB InnoWAX 50m, 0.20  $\mu\text{m}$  id, 0.40  $\mu\text{m}$  df. Chromatographic condition: initial temperature 40°C for 0,5 min, then 6°C min<sup>-1</sup> up to 260°C. This temperature was maintained for 1 min.

A tentative compounds identification was performed by comparing Mass spectra of each peak with those reported in mass spectral databases. The peak areas were normalized over the area of the opportune IS.

For GCxGC-MS analysis VOCs were absorbed exposing a 2-cm trivalent SPME fiber as described in GC-MS analysis. An Agilent 7890a GC equipped with a 5975C MSD was used and comprehensive GCxGC analyses were carried out on an SRA-Agilent GC 7890B, with an Agilent flow modulator system, coupled to an TOF-DS Markes detector. The analytes separation was achieved with a InnoWAX (20m $\times$ 0.18mm $\times$ 0.2) coupled with a HP-5MS (5m $\times$ 0.35mm).

The wine samples for HPLC-DAD-ESI/MS analyses were prepared as follows: 50.0 mL of wine were concentrated under vacuum and rinsed with 30.0 mL of water at pH 1.7 by HCOOH. Each solution was defatted with n-hexane and extracted by liquid-liquid extraction three times, each with 20.0 mL of ethyl acetate (AcOEt). The obtained fractions were vacuum concentrated and rinsed in 2.0 mL (AcOEt fraction) or 5.0 mL (aqueous fraction) of H<sub>2</sub>O/HCOOH pH 1.7. The analyses were carried out using an HP-1100 liquid chromatograph equipped with a DAD detector and interfaced with an Agilent TOF MS equipped with an ESI source (Agilent Corp, Santa Clara, CA, USA) like previously described (Romani et al, 2006). Quantification of the single compounds was performed by HPLC-DAD using five-point regression curves built with the available standards. Curves with an  $r^2 > 0.9998$  were considered. Calibration was performed at the wavelength of the maximum UV-Vis absorbance, by applying the correction of molecular weights. The determinations of the polyphenol contents were carried out in triplicate; the results are given as means and the standard error was <5%.

### Results

Wine aroma perception deals with a large number of Volatile Compounds and the use of GC-MS can be useful for a correct evaluation of the aroma. The GC-MS chromatogram of Saperavi wine showed a wide number of VOCs. Alcohols, Esters, Acids, Aldehydes and Terpenes were determined. Terpenes are present in very small concentrations, yet they have a considerable impact on the organoleptic properties of grapes and wines (Table 1). In this wine linalool,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -Citronellol,  $\alpha$ -Terpinene,  $\gamma$ -Terpinene, *p*-Cymene and Terpinolene were found. Only traces of a minor number of terpenes were found in a Sangiovese wine stored in amphorae, compared to Saperavi. Saperavi did not show phenols associated with unpleasant aroma descriptor, on the contrary of Sangiovese (Table 2).

DESCRIPTOR	COMPOUND
rose	linalool
lilly	alfa terpineol
citronella	beta-Citronellol
rose	cis-Geraniol (nerol)
wood	alpha-Terpinene
wood	gamma-Terpinene
citrus	p-Cymene
pine	Terpinolene

Table 1: terpenes founded in grapes and wines with correspondent aroma descriptor.

HS-SPME and GC×GC-MS fingerprint analysis are ideal tools to analyze complex volatile matrices, and provide a sensitive method for the direct comparison and chemical visualization of food volatile components. HS-SPME GC×GC-TOF-MS analysis of the complex volatile fraction of Saperavi wine was submitted to advanced fingerprinting analysis of 2D chromatographic data (Figure 1). The use of HS-SPME-GC×GC-MS analysis permitted the creation of a comprehensive template matching fingerprinting as showed in Figure 1. This method considers, as comparative feature, each individual 2D peak together with its time coordinates, detector response and MS fragmentation pattern, and includes them in a sample template that is created by the analyst and can be used to compare plots from different samples directly and comprehensively.

Figure 1: 2D data and comprehensive template matching fingerprinting with the main identified volatile compounds of Saperavi wine.

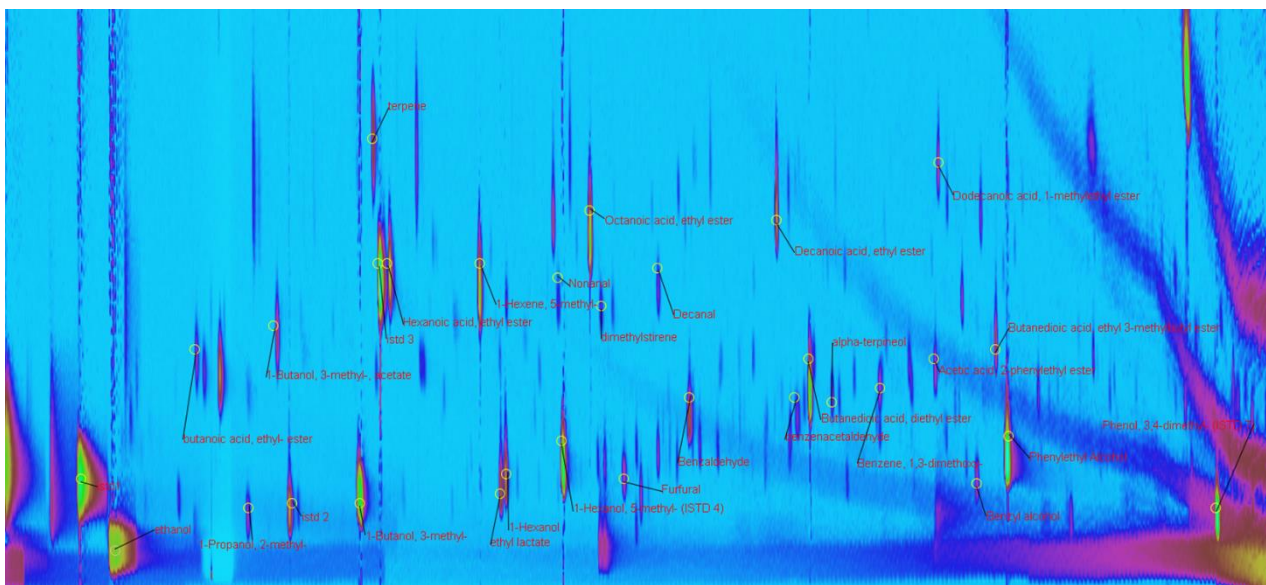


Table 2: Volatile organic compounds identified. The peak areas relating to the tentatively identified compounds were normalized over the area of the opportune IS. Data are the mean of three determinations (SD<5%).

<b>Saperavi Sangiovese</b>		
<b>alcohols</b>		
Heptanol	0,04	
1-Octanol	0,06	
1-Propanol, 2-methyl-	0,77	0,897
3-methyl-1-butanol	10,54	7,467
1-hexanol	0,60	0,349
2-Phenyl ethanol	6,99	3,856
4-ethyl phenol		0,094
4-etillguaiacolo		0,084
<i>sum alcohols</i>	<i>19,00</i>	<i>12,75</i>
<b>esters</b>		
Heptanoic acid, ethyl ester		
Nonanoic acid, ethyl ester	0,01	
ethyl acetate	0,17	0,430
Butanoic acid, ethyl ester	0,12	
1-Butanol, 3-methyl-, acetate	0,03	0,259
ethyl exanoate	0,18	0,268
ethyl lactate	0,43	0,797
Octanoic acid, ethyl ester	0,47	1,769
Decanoic acid, ethyl ester	0,08	1,118
Butanedioic acid, diethylester	0,77	2,909
benzenacetic acid ethylester	0,00	0,050
Acetic acid, 2-phenylethylester	0,08	0,394
Hexyl acetate		
<i>sum esters</i>	<i>2,34</i>	<i>7,99</i>
<b>acids</b>		
acetic acid	0,20	0,409
hexanoic acid	0,19	0,123
octanoic acid	0,58	1,095
Nonanoic acid	0,22	0,642
n-Decanoic acid	0,30	0,360
<i>sum acids</i>	<i>1,49</i>	<i>2,63</i>
<b>aldehydes</b>		
Furfural, 5-methyl	0,00	0,004
Furfural	0,05	0,019
benzaldehyde	0,05	0,101
<i>sum aldehydes</i>	<i>0,10</i>	<i>0,12</i>
<b>terpenes</b>		
linalool	0,04	0,008
alfa terpineol	0,02	0,012
beta-Citronellol	0,02	
cis-Geraniol (nerol)		
alpha-Terpinene	0,19	
gamma-Terpinene	0,21	
<i>sum terpenes</i>	<i>0,48</i>	<i>0,02</i>

The HPLC-DAD-MS/TOF analysis led to the identification and quantification of anthocyanins, flavonols, hydroxycinnamic acids, stilbenes, procyanidins and other phenolic acids. The total of secondary metabolites was 512.4 mg/L, where the anthocyanins were 167.2 mg/L. Sangiovese wines stored in amphorae showed an average total content of 200 mg/L (Table 3).

Table 3: polyphenolic compounds identified. Data are the mean of three determinations ( $SD < 5\%$ ) and are expressed as mg/L of wine.

	<b>SAPERAVI wine mg/L</b>
<b>Delphinidin 3-Glucoside</b>	16,04
<b>Cyanidin 3-Glucoside</b>	0,34
<b>Petunidin 3-Glucoside</b>	15,97
<b>Peonidin 3-glucoside</b>	15,76
<b>Malvidin 3-glucoside</b>	76,28
<b>Delphinidin 3-acetylglucoside</b>	5,32
<b>Cyanidin 3-acetylglucoside</b>	0,14
<b>Petunidin 3-acetylglucoside</b>	3,53
<b>Malvidin 3-acetylglucoside</b>	7,77
<b>Malvidin 3-cumaroylglucoside</b>	9,87
<b>Delphinidin aglycone</b>	9,62
<b>Other anthocyanosides calibrated as malvidin 3-glucoside</b>	6,56
<b>Miricetin Glucoside</b>	1,47
<b>Quercetin glucuronide</b>	2,76
<b>Quercetin glucoside</b>	3,50
<b>Caftaric acid</b>	45,15
<b>Coutaric acid</b>	33,51
<b>Fertaric acid</b>	traces
<b>caffeic acid</b>	11,77
<b>syringic acid</b>	6,43
<b>trans-resveratrol glucoside</b>	19,73
<b>cis-resveratrol glucoside</b>	3,94
<b>trans-resveratrol</b>	traces
<b>cis-resveratrol</b>	traces
<b>Procyanidines calibrated as catechin</b>	140,22
<b>Gallic acid and derivatives</b>	76,72
<b>Total</b>	<b>512,38</b>
<b>Total anthocyanosides</b>	<b>167,19</b>

Saperavi had a strong red colour intensity confirmed by the high anthocyanins content with Malvidin 3-glucoside as the predominant anthocyanin. The anthocyanins are the main phenolic compounds of red wine and its consumption has been partially related with the "French Paradox". Epidemiological studies suggest



that increased consumption of anthocyanins lowers the risk of cardiovascular disease, the most common cause of mortality among men and women (Wallace, 2011).

Saperavi also had higher total phenolic content 4650 mg GAE/L compared with Sangiovese wine (2343 mg GAE/L) and an anti-free radical activity after 30 min of 74.7% [calculated as  $AR\% = 100 \times (A_0 - A_{30}) / A_0$ ; 1 ml suitably diluted added to 1 ml of an ethanolic solution of DPPH (0.04 mg/mL)] compared to the 69.5% of Sangiovese wine.

### **Acknowledgment**

Authors acknowledges GT Enologica and SRA Instruments S.p.A – Cernusco S/N (MI). Part of the work presented was funded by Consulente Enologica S.R.L., POR CREO FESR201-2020.

### **References**

- Baiano A., Varva G., De Gianni A., Viggiani I., Terracone C., Del Nobile M. A. Influence of type of amphora on physico-chemical properties and antioxidant capacity of 'Falanghina' white wines *Food Chemistry*, 146, 226–233 (2014).
- Romani A, Ieri F., Turchetti B., Mulinacci N., Buzzini P. Analysis of condensed and hydrolysable tannins from commercial plant extracts. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis*, 41(2006), pp. 415-20.
- Romani A., Campo M., Ieri F., Calamai L. Volatile and antioxidant compounds profiles of red wine aged in different types of containers. 1st MS-WINE DAY. Bagno a Ripoli (FI), 16-17 Aprile 2015.
- Wallace TC. Anthocyanins in cardiovascular disease. *Adv Nutr.* 2011 Jan;2(1):1-7.
- Watkins Ton R. ed. Wine nutritional and therapeutic benefits, published by the american chemical society, 1997.

# CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL AND LEAF HYDROLAT FROM ORNAMENTAL GREEN FROND OF *EUCALYPTUS* CULTIVAR GROWN IN TUSCANY

Cecchi L.<sup>1\*</sup>, Ieri F.<sup>2</sup>, Giannini E.<sup>3</sup>, Mulinacci N.<sup>1</sup>, Romani A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di NEUROFARBA and Laboratorio Phytolab, Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

<sup>2</sup>Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI) <sup>3</sup> Versil Green Società Agricola s.s., Pisa.

Cecchi L.<sup>\*</sup>: lo.cecchi@unifi.it - Corresponding Author

Giannini E.: info@elenagiannini.com

Ieri F.: francesca.ieri@unifi.it

Mulinacci N.: nadia.mulinacci@unifi.it

Romani A.: annalisa.romani@unifi.it

## Abstract

The genus *Eucalyptus*, an Australian native, comprising more than 700 species belonging to the Myrtaceae family and the aromatic volatile oil steam-distilled from its foliage (EO), is among the world's top traded essential oils in terms of volume. The study of EO has attracted much attention for its anti-microbial, antibacterial, anti-septic, fungicidal and nematocidal activities. EO has long history of use against the effect of cold, influenza, other respiratory infection, rhinitis and sinusitis. Actually, the commercial EO is mainly obtained from the leaves of the most common species of the genus *Eucalyptus* (i.e. *E. globulus*), which must contain, according to the Standards ISO, a percentage of 1,8-cineole higher than 80-85%.

In this study, we aimed to evaluate the content and chemical composition of the essential oil and of the leaf hydrolat (EW) obtained from a different and less studied *Eucalyptus* species, such as *Eucalyptus parvula* L.A.S. Johnson & K.D. Hill, cultivated in Tuscany (central Italy). Fresh leaves and small apical peaks have been distilled. Distillation took place in steam at low temperatures, never exceeding 75 °C. This has allowed obtaining an essential oil (EO) and a hydrolat (EW) with a ratio (3:1) (fresh material/finished products) with high content of active secondary metabolites.

Gas chromatography (GC) combined with mass spectrometry (MS) is the ideal tool to characterize and quantitate plant secondary volatile metabolites. Metabolic profiling using comprehensive two-dimensional GC (GCxGC) with time of-flight MS (TOFMS) provides a sensitive method for the direct comparison and chemical visualization of volatile components and a deeper insight into metabolite composition.

The essential oil and the leaf hydrolat were analyzed by GC-MS and 2DGC-MS/TOF. An Agilent 7890a GC equipped with a 5975C MSD was used and GCxGC analyses were carried out on an SRA-Agilent GC-MS 7890B, with GC 2D system, coupled to an TOF-DS Markes detector. GC data confirmed that 1,8-cineole is higher than 85% in EO from *E. parvula*. Limonene and  $\alpha$ -terpineol are over 3%. The complex volatile fraction of EW was submitted to advanced fingerprinting analysis of 2D chromatographic data. The final aim is to propose this products as innovative natural food and cosmetic additives, so extending the use of the plant beyond the predominantly ornamental.

## 1. Introduction

The discovery of the genus *Eucalyptus* (Myrtaceae) is related to the travels in Australia of the explorer James Cook; it comprises more than 800 species of native trees and shrubs from Australia, which are widely grown in many parts of the world (Coppin 2002).

Studies of essential oil (EO) from *Eucalyptus*, aromatic volatile oil steam-distilled from its foliage, has attracted much attention for its biological properties (Ramezani et al. 2002; Cermelli, et al. 2008). EO from

*Eucalyptus* is among the world's top traded essential oils in terms of volume, and has long history of use against different illness and respiratory infections (Sadlon and Lamson 2010). EO can also contribute to increase the custom acceptance, as shown in experiments carried out on refrigerated pork, in which it also decreased *Pseudomonas* spp. count (Lu et al. 2016). 1,8-cineole is the major compound of *E. globulus* EO; however, some activities, as antifungal, were correlated to the phytocomplex and not only to of the major oil constituent (Vilela et al. 2009).

In the food industry, there is the common need for natural extracts with a pleasant taste or smell combined with a preservative action that can contribute to avoid fungal growth, lipid deterioration, oxidation and spoilage by microorganisms. Essential oils are gaining increasing interest as functional ingredients in foods, drinks and cosmetics. According to the Standards ISO, EO must contain a percentage of 1,8-cineole higher than 80-85%; nowadays, the commercial EO is mainly obtained from *eucalyptus globulus*, the most common specie. The hydro- and steam distillation of plant material generates a by-product, hydrosols or hydrolats, also known as floral water, distillate water or aromatic water (EW). It is used in food and cosmetic industries for their organoleptic and biological properties, and in biological agriculture against mushrooms, mildew, insects and for fertilization (Paolini et al 2008).

Hydrolats of *Eucalyptus* are available in the market but have been subject of only few investigations for their volatile compositions. In this work we aimed, for the first time, to its chemical characterization. In particular, we applied GC-MS and HS-SPME-GC $\times$ GC-MS analysis to the characterization of the chemical composition of EO and EW obtained in soft condition in Tuscany in organic system, from *Eucalyptus parvula* L.A.S. Johnson & K.D. Hill, a less studied *Eucalyptus* specie; its composition was then compared with a further less studied specie: *Eucalyptus cinerea* F.Muell. This products could potentially be employed for therapeutic ends and as natural additives for use in the food, cosmetics and perfume industries, extending the use of the plant beyond the predominantly ornamental.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Plant material

The species analyzed in this study were cultivated in North-Tuscany - Italy, by Versil Green Società Agricola s.s and Oligea S.r.l. (Fucecchio – FI) in 2016/17. The species are produced as ornamental green fronds and for the production of essential oils. The cultivated species are: *Eucalyptus parvula* L.A.S. Johnson & K.D. Hill, *Eucalyptus cinerea* F.Muell (Table1).

Sample name	Kind of sample	<i>Eucalyptus</i> Species
1-EW	aromatic water	<i>E. parvula</i> L.A.S. Johnson & K.D. Hill
2-EW	aromatic water	<i>E. cinerea</i> F. Muell
11-EO	essential oil	<i>E. parvula</i> L.A.S. Johnson & K.D. Hill
12-EO	essential oil	<i>E. cinerea</i> F. Muell

**Table 1.** List of the analysed samples. EW: hydrosol or aromatic water; EO: essential oil.

All samples are growing in organic condition. During the production of ornamental fronds, leaves and little stems are separated from the young branches and steam distilled as follow: *eucalyptus* fresh leaves and little stems were distilled by the Essenziale 20 extractor (Tred Technology srl, Italy), working at low temperature (below 75°C), so reducing the energy consumption and the degradation of volatile compounds. The mean of yields of EO are from 1.1 to 1.3%.

### 2.2. Analysis of essential oils and aromatic waters GC-MS analysis.

0.5 ml of each EW sample were extracted with 0.5 ml of heptane for 1 h; the obtained organic extracts were diluted 20 times with heptane, to avoid saturated signals during the following chromatographic analysis. EO samples were diluted 10,000 times with heptane.

GC-MS analysis of EO and EW were carried out by liquid injection on an Agilent 7890a Gas Chromatograph equipped with a Gerstel MPS automatic sampler system and a quadrupole Mass Spectrometer 5975c MSD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). We used an Agilent DB InnoWAX column (1, 50 m; i.d., 200  $\mu$ m, 0.4  $\mu$ m) working in split-less mode. Oven: initial temperature 40°C for 1 min, then raised to 200°C at

5°C min<sup>-1</sup>, then to 260°C at 10°C min<sup>-1</sup> and held at 260°C for 6 min. Injector temperature: 260°C. Carrier gas: helium, at 1.2 ml/min. Injection volume: 1 µl.

Mass spectrometer: mass range, 40-350 Th; electron ionization, 70 eV. Compounds were tentatively identified by the use of mass spectral database (NIST08/Wiley98 libraries), and confirmed by their retention index calculated by the generalized equation (Van den Dool and Kratz 1963) after the injection of mixture of linear alkanes (C10-C26) in hexane (Sigma Aldrich, USA). The relative concentration of each identified compound was calculated as peak area on total area of all the identified peaks. Quantification of 1,8 cineole in EWs was carried out by a six point calibration curve, built using 1,8 cineole standard.

#### 2.4.2 SPME-GCxGC-MS analysis

The EWs from the four Eucalyptus species (Table 1) were extracted by solid-phase microextraction (SPME) and analyzed with GCxGC-MS. GCxGC was performed by a flow modulation apparatus consisting on an SRA-Agilent 7890 B GC (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) coupled with a 7200-series quadrupole time-of-flight mass spectrometer (TOF-DS Markes International Ltd, Llantrisant, UK). SPME conditions: volatile compounds profile was determined by absorption at 60°C (for 10 min) on a trivalent Carboxen-PDMS-DVB 2 cm fiber (Supelco), followed by desorption at 280°C and 2DGC-MS analysis.

Chromatographic separation was performed using a first dimension (1D) HP-5 column of dimension 20 m x 0.18 mm I.D. x 0.18 µm film thickness (df); (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), with a WAX second dimension (2D) column (5 m x 0.32 mm I.D. x 0.15 µm df; Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA).

Flow modulation was performed with a modulation period of 3 s. Helium was used as carrier gas (99.999% purity) at flow rates of 0.4 and 10 mL/min in 1st and 2nd dimensions, respectively. The chromatographic conditions were: oven temperature program, 40 °C, increased at 4°C/min to 220 °C, increased at 10°C/min to 260°C (hold 1 min); injector temperature, 260°C; split ratios of 5:1. The inlet of the 2D column was maintained under vacuum by a deactivated fused silica (0.30 m x 0.10 mm I.D.) placed immediately before the column, after the flow modulator. TOF-MS parameters: the ion source T was 230°C, transfer line T was 280°C, with ionization of -70 eV. A mass range of 43–500 Da was used, with data rate of 50 Hz.

TOF-DS software was used for data acquisition.

GC IMAGE R2.5GCxGC (64 bit) software was used for data processing.

### 3. Results and discussion

#### Chemical composition of essential oils and hydrolats by GC-MS

GC-MS is the well-recognized technique of choice for analysis of volatile organic compounds from plant material and plant extracts (Wong et al 2017).

The chemical composition of EO and EW by GC-MS analysis is shown in Table 2. They are constituted of 10 monoterpene hydrocarbons, 20 oxygenated monoterpenes, 2 sesquiterpene hydrocarbons, 2 aromatic monoterpenes (one of which oxygenated), 1 ester, 4 ketones, 1 aldehyde and 5 alcohols were identified. Relative percentage abundance reported in the table for each identified molecule was the percentage of the peak area on the total area of the identified peaks from the total ion current (TIC).

n°	Compound	RI <sub>cal</sub>	Aromatic waters (area %)		Essential oils (area %)		
			Parvula-EW	Cinerea-EW	Parvula--EO	Cinerea -EO	
<b>monoterpene hydrocarbons</b>			<b>Σ</b>	<b>0.22</b>	<b>0.02</b>	<b>8.05</b>	<b>10.76</b>
1	α-pinene	1030	0.09	-	1.20	4.45	
2	camphene	1067	-	-	0.03	0.04	
3	β-pinene	1122	-	-	0.11	0.17	
7	β-myrcene	1168	-	-	0.12	0.22	
8	α-phellandrene	1177	-	-	0.15	0.13	
12	D-Limonene	1214	0.08	0.02	3.60	4.65	
14	Z-ocimene	1241	-	-	0.36	0.17	
15	γ-terpinene	1259	tr	-	0.54	0.13	
16	p-cymene	1286	0.05	-	1.78	0.73	

20	allo-ocimene	1383	-	-	0.15	0.07
<b>oxygenated monoterpenes</b>		$\Sigma$	<b>98.62</b>	<b>98.50</b>	<b>91.30</b>	<b>88.74</b>
11	2,3-dehydro-1,8-cineole	1202	-	-	-	0.089
13	1,8-cineol	1225	89.53	88.40	87.06	83.80
23	cis-linalol oxide	1453	0.5	0.77	-	-
25	trans-linalol oxide	1481	0.49	0.68	-	-
26	linalool	1545	-	-	0.05	0.09
27	fenchyl alcohol	1595	tr	tr	0.06	0.08
28	pinocarvone	1600	-	-	0.06	0.03
29	terpinen-4-ol	1617	0.92	0.94	0.51	0.47
31	cis- <i>p</i> -mentha-2,8-dienol	1637	0.07	0.06	0.02	0.03
33	L-trans-pinocarveol	1683	0.17	0.24	0.09	0.13
34	trans- <i>p</i> -mentha-2,8-dienol	1679	0.11	0.10	-	-
35	$\delta$ -terpineol	1682	0.25	0.40	0.14	0.19
36	citral	1698	0.17	0.27	0.05	0.07
37	$\alpha$ -terpineol	1707	6.02	6.24	3.11	2.77
38	borneol	1718	tr	0.05	-	-
39	$\alpha$ -terpinyl acetate	1722	-	-	0.02	0.90
40	sabinol	1833	-	-	-	-
41	cis-carveol	1850	0.14	0.11	-	-
43	exo-2-hydroxycineole	1870	0.08	0.13	-	-
44	cis- <i>p</i> -mentha-1(7),8-dien-2-ol	1905	0.17	0.11	0.12	0.09
<b>sesquiterpene hydrocarbons</b>		$\Sigma$	-	-	<b>0.09</b>	<b>0.10</b>
30	$\beta$ -caryophyllene	1631	-	-	0.07	0.07
32	alloaromandrene	1640	-	-	0.02	0.02
<b>aromatic monoterpenes</b>		$\Sigma$	-	-	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>
24	<i>p</i> -cymenene	1455	-	-	0.03	0.04
<b>oxygenated aromatic monoterpenes</b>		$\Sigma$	<b>0.06</b>	<b>0.11</b>	-	-
42	<i>p</i> -cymen-8-ol	1857	0.06	0.11	-	-
<b>ester</b>		$\Sigma$	-	-	<b>0.04</b>	-
4	isoamyl acetate	1125	-	-	0.04	-
<b>ketones</b>		$\Sigma$	<b>0.21</b>	<b>0.22</b>	<b>0.24</b>	<b>0.20</b>
5	4-heptanone	1132	-	-	0.06	0.03
6	3-heptanone	1161	0.05	0.06	0.07	0.06
9	2-heptanone	1190	0.12	0.16	0.12	0.11
19	6-methyl-5-hepten-2-one	1346	0.04	-	tr	-
<b>aldehyde</b>		$\Sigma$	-	-	-	-

22	nonanal	1405	-	-	-	-
	<b>alcohols</b>	$\Sigma$	<b>0.89</b>	<b>1.15</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>
10	3-methyl butanol	1198	0.46	0.76	-	-
17	3-heptanol	1290	0.07	0.08	0.07	0.06
18	2-heptanol	1314	0.06	0.09	0.07	0.08
21	Z-3-hexenol	1384	0.14	0.07	-	-
45	phenyl ethanol	1928	0.16	0.15	-	-

**Table 2.** Volatile organic compounds identified. For each compound, concentration was expressed as area %, on the total area of all the identified peaks. Data are the mean of three determinations (SD<3%).

Monoterpene hydrocarbons (MH) were well represented in the EOs. D-Limonene was the main MH, with similar abundance in all the EOs. Regarding the others MHs: in *Eucalyptus parvula*, similar amounts of *p*-cymene and  $\alpha$ -pinene were highlighted, with lower amount of  $\gamma$ -terpinene and *Z*-ocimene. In *Eucalyptus cinerea*,  $\alpha$ -pinene amount was comparable to D-Limonene, with lower amount of *p*-cymene,  $\beta$ -myrcene,  $\beta$ -pinene and *Z*-ocimene.

Regarding the aromatic waters, no significant amounts of MH were highlighted, according to their hydrophobic nature that makes them insoluble in water.

1,8-cineole (eucalyptol) was the main oxygenated monoterpenes (OM) of essential oils with relative abundances of 83.8-87.0%, higher than the 80-85% indicated by the standard ISO as the minimum amount of 1,8-cineole for EO from *E. globules*.

In leaf aromatic waters (EW), 1,8-cineole was in the range 88.40 – 89.5 %. For better characterize the hydrosols 1,8-cineole was quantified as reported in experimental section (Table 3). Its absolute concentration was 1.58 g/l for *Eucalyptus parvula* EW and 1.45 g/l for *Eucalyptus cinerea* EW; these data highlight that this volatile compound is recovered also in water samples.

Sample	Kind of sample	1,8-cineole (mg/L)
<b>parvula-EW</b>	aromatic water	1575.2
<b>cinerea-EW</b>	aromatic water	1452.0

**Table 3.** Content of 1,8-cineole in the aromatic water by GC-MS analysis. Data are expressed in mg/L as mean of three independent determinations (SD < 3%)

Volatile organic compounds of the EWs were constituted of 98 – 99 % of OMs. After 1,8-cineole, the most abundant OMs were  $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol, linalool oxides (cis and trans), and  $\delta$ -terpineol. EOs were constituted of about 90% of OMs. In *Eucalyptus parvula* EO, we detected  $\alpha$ -terpineol but not its ester, namely  $\alpha$ -terpinyl acetate. In *E. cinerea* EO,  $\alpha$ -terpinyl acetate was detected and the sum of  $\alpha$ -terpineol and  $\alpha$ -terpinyl acetate was similar to the  $\alpha$ -terpineol amounts of the *Eucalyptus parvula* EO. The other EOs didn't exceed 0.72 %. Other terpenes: no sesquiterpene hydrocarbons were identified in EWs. In EOs, we highlighted very low amounts of  $\beta$ -caryophyllene.

Other compounds: *E. parvula* EO was characterized by very low amounts of isoamyl acetate; other minor volatile compounds are reported in Table 2.

### 3.2 Fingerprint analysis by SPME-GC×GC-MS

As previously reported, differences in minor metabolites other than 1,8-cineole are very important. The use of 2DGC increases peak capacity in complex matrices where the presence of low abundant components is critical, such as *Eucalyptus*. EWs were analyzed by HS-SPMEGC×GC-TOF-MS to better elucidate their metabolic profile, which were then submitted to advanced fingerprinting analysis of 2D chromatographic data.

“Contour plots” from GC 2D-MS-TOF analysis showed the “blobs” correspondent to a single volatile compound detected showing visual differences not evidenced by 1DGC analysis. The most intense blobs corresponded to 1,8-cineole as evidenced in the GC-MS analysis.

A total of about 400 compounds (blobs) was detected in *E. parvula* and, after subtracting base line blobs, 137 compounds were identified.

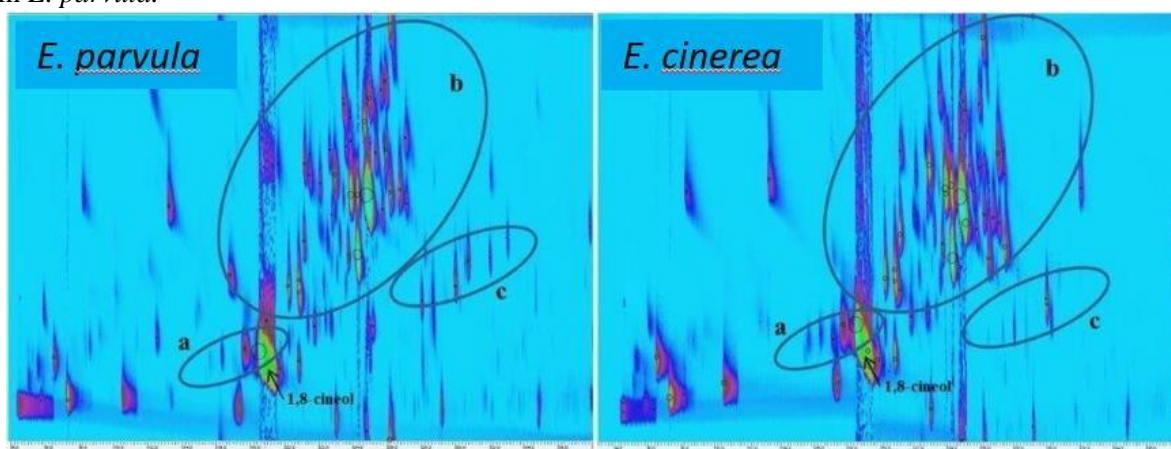
GC×GC-MS is able to distribute and rationalize peak patterns for chemically correlated group of analytes (Cordero et al 2008). Figure 2 shows that terpenic compounds of *Eucalyptus* EW were organized in three main clusters: monoterpene hydrocarbons, oxygenated monoterpenes and monoterpenes acetate; 1,8-cineol wrapped around due to its high abundance, resulting in monoterpenes zone (Figure 2a). 31 blobs belonging to oxygenated monoterpenes were distributed in a defined part of the contour plot for *E. parvula* EW (Figure 2a, braced region “b”). The number of oxygenated monoterpenes were 33 for *E. cinerea* EW.

In the next step, we applied the comprehensive template matching fingerprinting (Cordero et al. 2012) to correctly interpret visual differences in further analysis. By this way, we highlighted the following differences for the two analyzed EW:

*E. parvula* EW showed the presence of 6-methyl-5-hepten-2-one, not present in *E. cinerea*.

*E. parvula* EW showed the presence of exo-2-hydroxycineole acetate isomers, not present in *E. cinerea*.

*E. cinerea* EW showed the presence of terpinyl acetate,  $\alpha$ -terpinene,  $\beta$ -phellandrene, piperitone and citral, not present in *E. parvula*.



**Figure 2.** a: 2D contour plots of the analysed EWs. Braced region a: monoterpene hydrocarbons; b: oxygenated monoterpenes; c: oxygenated monoterpenes acetate.

This characterization was performed in order to propose the EO and EW from *E. parvula* as innovative natural food and cosmetic additives, so extending the use of the plant beyond the predominantly ornamental.

#### References

- Cermelli C, Fabio A, Fabio G, Quaglio P. *Curr Microbiol* (2008) 56: 89–92
- Coppen JJW. *Eucalyptus: the genus eucalyptus*. (4th ed). London: Taylor & Francis (2002)
- Cordero C, Bicchi C, Rubiolo P. *J Agric Food Chem* (2008) 56: 7655-7666
- Cordero C, Atsbaha Zebelo S, Gnavi G, Griglione A, Bicchi C, Maffei ME, Rubiolo P. *Anal Bioanal Chem* (2012) 402: 1941-1952
- Lu H, Shao X, Cao J, Ou C, Pan D. *Int J Food Sci Technol* (2016) 51: 994–1001
- Paolini J, Leandri C, Desjobert JM, Barboni T, Costa J. *J Chromatogr A* (2008) 1193: 37–49
- Ramezani H, Singh HP, Batish DR, Kohli, RK. *Fitoterapia* (2002) 73: 261–262
- Sadlon AE, Lamson DW. *Altern Med Review* (2010) 15: 33-47
- Vilela GR, de Almeida GS, D'Arce MABR, Moraes MHD, Brito JO, da Silva MFdGF, Silva SC, de Stefano Piedade SM, Calori-Domingues MA, da Gloria EM. *J Stored Prod Res* (2009) 45: 108–111
- Wong YF, Perlmutter P, Marriott PJ. *Metabolomics* (2017) 13:46 <https://doi.org/10.1007/s11306-017-1173-3>

## Ingredienti alimentari innovativi ottenuti da sottoprodotti del settore agronomico con tecnologia green

<sup>1</sup>Scardigli A., <sup>2</sup>Vita C., <sup>2</sup>Masci C., <sup>1</sup>Vignolini P., <sup>1</sup>Romani A.

1

Phytolab-DiSIA Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019 Sesto F.no (Firenze) e-mail:

2

QuMAP-PIN Polo Universitario Città di Prato, Piazza G. Ciardi 25, 59100 Prato

[arianna.scardigli@unifi.it](mailto:arianna.scardigli@unifi.it) [chiara.vita@pin.unifi.it](mailto:chiara.vita@pin.unifi.it)

[masciClaudia@gmail.com](mailto:masciClaudia@gmail.com)

[pamela.vignolini@unifi.it](mailto:pamela.vignolini@unifi.it)

[annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

**Parole chiave:** ingredienti innovativi, novel food, kiwi, rosa canina, HPLC/DAD/MS, polifenoli.

La richiesta del mercato attuale di produrre alimenti sicuri, naturali e provenienti in gran parte dal mondo vegetale ha spinto le aziende a selezionare materie prime tracciate, ad elevato valore aggiunto e con proprietà funzionali, allo scopo di prototipare ingredienti innovativi che possano migliorare il prodotto anche dal punto di vista della stabilità. Ulteriore valore aggiunto, nel contesto attuale, è costituito dalla possibilità di selezionare e recuperare matrici vegetali che all'interno delle rispettive filiere produttive costituiscono uno scarto da smaltire con conseguente impatto in termini sia ambientali che economici. Tale metodo innovativo di sfruttamento orienta la catena agroalimentare e lo stile di vita verso un modello "zero waste", nel rispetto e sviluppo dei recenti criteri di economia circolare. La possibilità di sfruttare tali matrici di recupero è data anche dalla presenza di molecole bioattive con utili proprietà biologiche che le rendono adatte ad essere impiegate sia per l'ottenimento di principi attivi in diversi settori industriali quali quello cosmetico, mangimistico, alimentare e nutraceutico, sia come nuovi stabilizzanti food e feed a carattere antiossidante ed antimicrobico; tali biomolecole si sono rivelate ottenibili anche attraverso processi green (Romani *et al.*, 2014; Romani *et al.*, 2016; Campo *et al.*, 2016). Nel presente studio, nell'ottica di valorizzare una specie spontanea autoctona quale la rosa canina (*Rosa canina* L.) e una coltivazione come quella del kiwi (*Actinidia deliciosa* L.) per la quale l'Italia risulta essere uno dei principali attori a livello mondiale, sono state realizzate a partire dai frutti delle due specie, mediante tecnologia green, polveri da impiegare come ingredienti alimentari innovativi. I kiwi (*Actinidia deliciosa* L.cv. Hayward) utilizzati costituiscono materiale di scarto della produzione agronomica in quanto frutti di basso calibro non commercializzabili secondo gli attuali standard europei; la rosa canina, proveniente da raccolta spontanea presso l'azienda agricola San Cresci (Borgo San Lorenzo, Fi), costituisce una specie negletta, tracciata territoriale, da valorizzare grazie alle proprietà salutistiche dei suoi frutti rossi, oggi poco sfruttata per la difficile gestione nei processi produttivi. Le polveri sono state ottenute attraverso un'innovativa soft-technology in grado di preservare inalterate le molecole bioattive presenti nel materiale vegetale di partenza, tecnologia che permette di rendere polvere anche i tessuti vegetali fibrosi o lignocellulosici. Sono state quindi ottenute polveri a bassissima granulometria, che possiedono marcate proprietà antiossidanti ed antimicrobiche, adatte ad essere sfruttate come ingredienti naturali per prolungare la *shelf life* di prodotti alimentari e per la realizzazione di integratori alimentari, prodotti nutraceutici e novel-food. Le polveri sono state caratterizzate per il loro contenuto in metaboliti secondari bioattivi di natura polifenolica mediante analisi HPLC/DAD e HPLC/DAD/MS, risultando particolarmente ricche in derivati di natura procianidinica e in derivati idrossicinnamici le cui proprietà antiossidanti ed antimicrobiche sono ben note. In particolare, la polvere di kiwi (frutto fresco), di rosa canina (frutto fresco) e di rosa canina (frutto essiccato) hanno mostrato un contenuto totale di polifenoli rispettivamente pari a 0,661 mg/g, 13,284 mg/g e 14,725 mg/g. Le polveri ottenute, previa analisi microbiologica, valutazione del contenuto in microelementi e stesura di schede tecniche e di sicurezza alimentare, sono state fornite ai partner del Progetto di Ricerca e Sviluppo POR-FESR 2014-2020 Regione Toscana – GOLICE per la prototipazione di alimenti funzionali quali barrette, cialde, confetture, sorbetti, gelati e come semilavorato ad elevate potenzialità antiossidanti per integratori sportivi.



**Keywords:** innovative ingredients, novel food, kiwi, rosa canina, HPLC/DAD/MS, polyphenols

The demand of the current market to produce safe, natural, mostly vegetable foods has prompted companies to select high-added-value and traced raw materials with functional properties to prototype innovative ingredients that can also improve the product from a stability point of view. Additional added-value, in the present context, is the ability to select and recover vegetable matrices that within their respective production chains are a waste to be disposed of, resulting in both environmental and economic impact. This innovative method of exploitation directs the agri-food chain and lifestyle towards a “zero-waste” model, respecting and developing recent circular economy criteria. The possibility of exploiting these recovered matrices is also due to the presence of bioactive molecules with useful biological properties that make them suitable for use both in the production of active ingredients in industrial, cosmetic, feed, food and nutraceutical sectors, and as new food and feed stabilizers with antioxidant and antimicrobial properties; such biomolecules are obtainable also with green processes (Romani *et al.*, 2014; Romani *et al.*, 2016; Campo *et al.*, 2016). The aim of the present study was to enhance an autochthonous spontaneous species such as rosa canina (*Rosa canina* L.) and a cultivation such as kiwi (*Actinidia deliciosa* L.), for which Italy is one of the main countries in the world. Powders were obtained by green technology using the fruits of these two species, to be used as innovative food ingredients. The kiwifruits (*Actinidia deliciosa* L.cv. Hayward) used were waste low size fruits from agronomic production, not marketable according to current European standards; the rosa canina, from spontaneous harvesting in the San Cresci farm (Borgo San Lorenzo, Fi), is a neglected, territorially traced species, to be enhanced thanks to the healthy properties of its red fruits, nowadays insufficiently exploited for the difficult management of production processes. Powders were obtained through an innovative softtechnology that preserves unaltered the bioactive molecules present in the plant raw material and allows the pulverization of the fibrous or ligno-cellulosic plant tissues. Very low granulometry powders were obtained, with high antioxidant and antimicrobial properties, suitable for use as natural ingredients to extend the *shelf life* of foods and for the production of dietary supplements, nutraceuticals and novel foods. The powders were characterized for their content in secondary polyphenolic metabolites by HPLC/DAD and HPLC/DAD/MS analysis. They were particularly rich in procyanidins and hydroxycinnamic derivatives with well known antioxidant and antimicrobial properties. In particular, the kiwi (fresh fruit), rosa canina (fresh fruit) and rosa canina (dried fruit) powders showed a total content of polyphenols of 0.661 mg/g, 13.284 mg/g and 14.725 mg/g respectively. The obtained powders, after microbiological analysis, evaluation of microelements content and writing of safety data sheets, were provided to the partners of the Research and Development Project PORFESR 2014-2020 Regione Toscana - GOLICE for the prototyping of functional foods such as snacks, waffles, jams, sorbets, ice creams and semi-finished products with high antioxidant potential for sports supplements.

## Introduzione

L'utilizzo di alimenti altamente trasformati e impoveriti in valore aggiunto nutrizionale o l'utilizzo di snack e cibi pronti ha condotto alla perdita di cultura legata ai principi della dieta mediterranea, di corrette abitudini alimentari, che occorre ripristinare sensibilizzando in filiera dal produttore al consumatore. I consumatori sono sempre più attenti a qualità intrinseca ed estrinseca dei prodotti ed hanno acquisito una crescente consapevolezza non solo di cosa viene prodotto (qualità e prezzo) ma anche di come viene prodotto (fattori sociali, etici, ambientali, di salute e sicurezza). Ulteriore aspetto che oggi, risulta indispensabile per le nuove produzioni alimentari è quello relativo alla tutela della salute umana, tutela che si connota con l'ottimizzazione di cibi pronti a prevenire il rischio di incidenza di patologie invecchiamento-correlate, malattie che oltre ad essere invalidanti nei confronti di un corretto stile e qualità della vita, risultano un costo notevole e crescente dal punto di vista sanitario, sociale ed ambientale, considerando che la quarta e la quinta età, o meglio il numero di persone che superano i 60 anni risultano essere tra i più consistenti nella

popolazione media. Nel mercato in cui è sempre maggiore l'attenzione posta sulla qualità in campo alimentare le aziende cominciano a porre maggiore attenzione alle caratteristiche salutistiche del prodotto svolgendo anche attività finalizzate alla comunicazione, verso il consumatore, dell'importanza dell'utilizzo di ingredienti provenienti dal mondo vegetale. Un numero sempre maggiore di aziende, perseguendo proprio tale obiettivo, investe in ricerca e sviluppo al fine di garantire la presenza di biocomponenti a proprietà salutistiche nei prodotti alimentari da loro progettati, realizzati o commercializzati. Per rendere tali biocomponenti idonei a poter essere inseriti in ingredienti alimentari il presente studio ha previsto l'ottimizzazione di tecnologie innovative in grado di poter permettere la realizzazione di polveri a bassissima granulometria ottenute impiegando diversi tessuti vegetali. In particolare è stata effettuata la caratterizzazione quali-quantitativa delle polveri ottenute per valutarne la composizione in metaboliti secondari di natura polifenolica ad attività antiossidante. In particolare per il presente lavoro sono state prese in considerazione le specie *Rosa canina* L. e *Actinidia deliciosa* L.

## Materiali e metodi

Per il presente studio sono state selezionate polveri ottenute da due specie vegetali quali la rosa canina (*Rosa canina* L.), una specie spontanea autoctona raccolta presso l'azienda agricola San Cresci (Borgo San Lorenzo, Fi) e frutti di kiwi (*Actinidia deliciosa* L.) a basso calibro non commercializzabili secondo gli attuali standard europei, selezionati da materiale di scarto della produzione agronomica.

In particolare 50kg di falsi frutti di rosa canina sia freschi che essiccati e 50kg di frutti a basso calibro di kiwi, sono stati triturati in atmosfera inerte, a basso numero di giri, a temperature controllate mediante l'utilizzo di azoto liquido e disidratati con tecnologia soft sottovuoto. La resa in polvere è stata per la rosa canina tra il 40-60% e per il kiwi tra il 25-45% e tali polveri sono risultate totalmente integrali ovvero costituite da tutte le parti attive delle piante stesse considerate.

Per la caratterizzazione delle polveri sono stati ottimizzati metodi analitici per quanto riguarda sia il contenuto in metaboliti secondari polifenolici che di vitamina C.

### Determinazione contenuto POLIFENOLI

**Estrazione:** è stata pesata 1g di polvere, estratta in 50.0 mL di soluzione EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 pH 3.2 per HCOOH per 22h, quindi centrifugata ed analizzata via HPLC/DAD. Le analisi HPLC/DAD sono state eseguite con uno strumento per cromatografia liquida HP-1100 collegato con un rivelatore DAD. La colonna utilizzata è una Zorbax Sb aq 4.6mm X 150mm, 5µm (Agilent Technologies), flusso 0.4 mL/min. La fase mobile è costituita da H<sub>2</sub>O pH 3.2 per HCOOH (A) e CH<sub>3</sub>CN (B) in percentuale variabile secondo quanto riportato di seguito: in 12' da 100% A a 85% A; da 12' a 17' 85% A; da 17' a 22' 85% A a 75% A in 10'; 75% A da 27' a 35'; da 75% A a 0% A in 3'. L'identificazione dei composti e delle sottoclassi è stata effettuata usando tempi di ritenzione e dati spettrofotometrici, mediante il confronto con standard specifici ove disponibili. La quantificazione è stata effettuata in HPLC/DAD usando curve di regressione a 5 punti costruite misurando l'assorbanza di soluzioni standard a concentrazioni note. Sono state prese in considerazione curve con R<sup>2</sup>>0.9998. La calibrazione è stata fatta alle lunghezze d'onda di massima assorbanza UV-Vis. Calibrazione: derivati idrossicinnamici a 330 nm con acido caffeico; catechina e procianidine a 280 nm con catechina; derivati flavonoidici calibrati a 350 nm con quercetina.

### Determinazione contenuto ACIDO ASCORBICO

**Estrazione:** è stata pesata 1g di polvere, estratta in 25.0 mL di soluzione EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 pH 2.5 per HCOOH per 30', quindi centrifugata ed analizzata immediatamente via HPLC/DAD. La colonna utilizzata è una Zorbax Sb aq 4.6mm X 150mm, 5µm (Agilent Technologies), flusso 0.4 mL/min, isocratica 5% CH<sub>3</sub>CN in H<sub>2</sub>O pH 3.2 per HCOOH. L'identificazione dell'acido ascorbico è stata effettuata in base al tempo di ritenzione e ai dati spettrofotometrici, mediante il confronto con lo standard specifico e con i dati presenti in letteratura. La quantificazione è stata effettuata in HPLC/DAD usando una curva di regressione a 5 punti

( $R^2 > 0.9998$ ) costruita misurando l'assorbanza di soluzioni standard a concentrazioni note. La calibrazione è stata fatta alla lunghezza d'onda di massima assorbanza UV-Vis. Calibrazione: a 254nm con acido ascorbico.

### Valutazione ATTIVITA' BIOLOGICHE

Per la valutazione dell'attività antiradicalica e della capacità antiossidante totale delle polveri selezionate, sono stati utilizzati test *in vitro*, applicando metodo spettrofotometrici quali quello del *DPPH* (radicale 1,1-difenil-2-picrilidrazil) secondo la procedura descritta da Brand-Williams (1995) apportando piccole modifiche e quello del *Folin-Ciocalteu* descritto da Singleton et al. (1999).

### Risultati e discussione

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare la composizione fenolica di polveri ottenute con tecnologia innovativa, impiegando matrici di scarto quali kiwi a basso calibro o specie spontanee quali rosa canina. In particolare le polveri sono state ottenute attraverso una soft-technology, per la quale è stata effettuata la standardizzazione dei parametri di processo e qualità di prodotto, in grado di non alterare la composizione delle molecole funzionali presenti nelle matrici di partenza. I risultati mostrano un'elevata presenza di procianidine, molecole a carattere antiossidante ed antimicrobico, oltre alla presenza di vitamina C.

In **Tabella 1.** e **2.** sono riportati i dati quantitativi delle molecole bioattive presenti nelle polveri di rosa canina e kiwi. In particolare, le procianidine sono state calibrate come catechina, i derivati caffeici come acido caffeico, i flavonoidi come quercetina ed infine il contenuto di Vitamina C come acido ascorbico.

	<b>Procianidine</b>	<b>Derivati caffeici</b>	<b>Flavonoidi</b>
<b>Polvere kiwi</b>	65	0.5	0.3
<b>Polvere Rosa canina fresca</b>	1322	5	1.6
<b>Polvere Rosa canina essiccata</b>	1423	tracce	50

**Tabella 1.** Analisi quantitativa HPLC/DAD di metaboliti secondari presenti nella polvere di *Actinidia deliciosa* L. e *Rosa canina* L.. Dati espressi in mg/100g di polvere

	<b>Vitamina C</b>
<b>Polvere di kiwi</b>	2.7
<b>Polvere di rosa canina fresca</b>	13.1
<b>Polvere di rosa canina essiccata</b>	16.6

**Tabella 2.** Analisi quantitativa HPLC/DAD di vitamina C presente nella polvere di *Actinidia deliciosa* L. e *Rosa canina* L.. Dati espressi in mg/100g di polvere

In **Tabella 3.** e **4.** sono mostrati i risultati relativi alle proprietà antiradicaliche ed antiossidanti delle polveri di kiwi e rosa canina allo scopo di sottolineare la reale efficacia ed efficienza di tali polveri anche nell'ottica della loro applicazione come semilavorati ed ingredienti innovativi per la realizzazione di prodotti naturalmente fortificati.

	<b>Attività antiradicalica</b>
<b>Polvere kiwi</b>	26
<b>Polvere rosa canina fresca</b>	88,9
<b>Polvere rosa canina essiccata</b>	92,3

**Tabella 3.** Attività antiradicalica percentuale di polveri integrali di kiwi e rosa canina. *Dati espressi come AAR%*

	<b>Capacità antiossidante</b>
<b>Polvere kiwi</b>	114.4
<b>Polvere rosa canina fresca</b>	2469.6
<b>Polvere rosa canina essiccata</b>	3795

**Tabella 4.** Capacità antiossidante totale di polveri integrali di kiwi e rosa canina. *Dati espressi in mg<sub>GAE</sub>/30g*

I risultati relativi al contenuto di composti polifenolici e vitamina C presenti nelle polveri di kiwi e rosa canina, sono stati utilizzati per la messa a punto di schede tecniche di prodotto, nelle quali sono indicate la descrizione, le specifiche e le informazioni generali relative alle peculiari caratteristiche di ciascuna polvere.

# K

## KIWI POLVERE

### DESCRIZIONE

NOME COMUNE:	Kiwi
NOME BOTANICO:	Actinidia deliciosa
FAMIGLIA BOTANICA:	Actinidiaceae
PARTE DELLA PIANTA IMPIEGATA:	Frutti
Polvere di Kiwi	

### SPECIFICHE

POLIFENOLI TOTALI	0,661 mg/g
ASPETTO:	Polvere
COLORE:	Verde chiaro
ODORE:	Caratteristico
SAPORE:	Caratteristico
METALLI PESANTI:	Pb <= 3 ppm Cd <= 1 ppm Hg <= 0,1 ppm
CARICA BATTERICA TOTALE:	As <= 3 ppm <= 10000 ufg/g
LIEVITI E MUFFE:	<= 1000 ufg/g
PATOGENI:	E. coli: assente Salmonella: assente

### INFORMAZIONI GENERALI

ATTIVI DELLA PIANTA:	procianidine, derivati caffeiici, flavonoidi, vit. C
COMPOSIZIONE:	Kiwi
ALLERGENI:	Non contiene allergeni
CONSERVAZIONE:	Conservare in contenitori ermeticamente chiusi, a temperatura ambiente (15- 25°C), al riparo da luce, calore e umidità
IMPIEGO:	Idoneo all'uso alimentare
FINALITA' SALUTISTICHE:	Antiossidante
APPLICAZIONI:	Adatto per la formulazione di compresse, capsule e mix di polveri

### NOTE

Esente da OGM (1829-1830/CE); esente da rischio  
BSE/TSE  
Non irradiato

# RC

## ROSA CANINA FRESCA - POLVERE

### DESCRIZIONE

NOME COMUNE:	Rosa canina
NOME BOTANICO:	Rosa canina L.
FAMIGLIA BOTANICA:	Rosaceae
PARTE DELLA PIANTA IMPIEGATA:	Frutti
Polvere di Rosa canina L. fresca	

### SPECIFICHE

POLIFENOLI TOTALI	13,284 mg/g
ASPETTO:	Polvere
COLORE:	Marrone chiaro
ODORE:	Caratteristico
SAPORE:	Caratteristico
METALLI PESANTI:	Pb <= 3 ppm Cd <= 1 ppm Hg <= 0,1 ppm As <= 3 ppm
CARICA BATTERICA TOTALE:	<= 10000 ufg/g
LIEVITI E MUFFE:	<= 1000 ufg/g
PATOGENI:	E. coli: assente Salmonella: assente

### INFORMAZIONI GENERALI

ATTIVI DELLA PIANTA:	procianidine, derivati caffeiici, flavonoidi, vit. C
COMPOSIZIONE:	Rosa canina fresca
ALLERGENI:	Non contiene allergeni
CONSERVAZIONE:	Conservare in contenitori ermeticamente chiusi, a temperatura ambiente (15- 25°C), al riparo da luce, calore e umidità
IMPIEGO:	Idoneo all'uso alimentare
FINALITA' SALUTISTICHE:	Antiossidante
APPLICAZIONI:	Adatto per la formulazione di compresse, capsule e mix di polveri

### NOTE

Esente da OGM (1829-1830/CE); esente da rischio  
BSE/TSE  
Non irradiato  
BIBLIOGRAFIA: Dizionario di Fitoterapia e  
piante medicinali - Campanini -  
Tecniche Nuove

Come è possibile notare dalle indicazioni presenti nelle relative schede tecniche le polveri vegetali possono essere impiegate per varie applicazioni. Le polveri sono state realizzate infatti allo scopo anche di prototipare

nuovi ingredienti e prodotti innovativi ad elevato valore nutraceutico utilizzabili per la produzione di prodotti da forno, confetture e mousse vegetali e barrette a tenore proteico bilanciato. Infatti tali ingredienti, miscelati tra di loro o con oli vegetali ad alto contenuto in acidi grassi insaturi ottenuti dalla spremitura meccanica di semi e mandorle, potranno essere utilizzati per permettere la realizzazione di un prodotto valorizzato in tutte le sue componenti e giungere quindi alla prototipazione di gelati, sorbetti e yogurt, a base di composte, confetture, mousse di frutta e verdura che includano anche l'utilizzo di prodotti da forno innovativi, dietetici o per celiaci. Le polveri potranno essere miscelate con opportuni sfarinati per la standardizzazione di nuovi ingredienti naturali a carattere antiossidante ed antimicrobico, omogenei nella cottura e stabilizzabili con estratti naturali senza la necessità dell'aggiunta di sostanze chimiche quali acido ascorbico e sorbato di sodio.

### **Bibliografia**

Brand-Williams W, Cuvelier ME. Use of a free radical method to evaluate the antioxidant activity. *Lebens.- Wiss. Technol.* 1995; 28: 25.

Romani *et al.*, X national Congress of Food Chemistry, p 62, ISBN 978-88-940043-0-4, Firenze 6-10 luglio 2014.

Romani *et al.*, *Riv. Tecnologie Alimentari Sistemi per il Produttore*, Anno XXVII n.5 giugno/luglio 2016, p 50-55.

Campo *et al.*, *Natural Product Communications*, 11(3), 409-415.

Singleton VL, R Orthofer, RM Lamuela-Raventos Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299: 152.

## Caratterizzazione ed uso di estratti vegetali e pigmenti naturali per il settore arredo, arredotessile e moda

<sup>2</sup>Vita C., <sup>1</sup>Scardigli A., <sup>1</sup>Vignolini P., <sup>2</sup>Cassiani C., <sup>1</sup>Romani A.

<sup>1</sup>Phytolab-DiSIA Università degli Studi di Firenze Via Ugo Schiff 6 50019 Sesto F.no (Firenze) <sup>2</sup>QuMAP-PIN Polo Universitario Città di Prato Piazza G. Ciardi 25 59100 Prato

[chiara.vita@pin.unifi.it](mailto:chiara.vita@pin.unifi.it)

[arianna.scardigli@unifi.it](mailto:arianna.scardigli@unifi.it)

[pamela.vignolini@unifi.it](mailto:pamela.vignolini@unifi.it) [chcassiani@libero.it](mailto:chcassiani@libero.it)

[annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

**Parole chiave:** *pigmenti naturali; sostenibilità; materiali innovativi*

La ricerca condotta sulla caratterizzazione di specie officinali locali e/o autoctone, quali *Daphne*, *Elicriso*, *Reseda*, *Robbia*, *Castagno* e *Vite*, ha l'obiettivo di individuare le molecole bioattive presenti e di valorizzarne la multifunzionalità d'uso, come la loro applicabilità in attività legate alla tradizione tessile e tessile-arredo artigiana locale e la loro capacità di conferire funzionalità diverse agli stessi prodotti (antimicrobiche e antiUV (1,2) e proprietà antitarmiche (3)). Ulteriore attività sviluppata in questo lavoro è stata relativa all'ottenimento di fibre e fibre pigmentate utilizzabili anche in associazione con molecole pigmentanti estratte dalle specie sopra indicate, per la realizzazione di accessori moda innovativi ed ecosostenibili e di materiali per imballaggio e confezionamento di prodotti ad elevato valore aggiunto. In epoca del consumismo, i prodotti naturali sono stati sostituiti nella maggior parte dei casi con quelli chimici di sintesi, più reperibili ed economici anche se ad elevato impatto ambientale e tossicità per l'uomo. Recentemente, nel rispetto dei parametri di sostenibilità ecologica, la cultura aziendale sta prediligendo il recupero dei metodi tradizionali di tintura e mordenzatura cercando di implementare oltre a tecnologie green, il recupero o riutilizzo di materie prime naturali o di scarto. A tal proposito in questo lavoro, tra le specie vegetali dalle quali estrarre principi naturali pigmentanti, sono state prese in considerazione la specie *Castanea sativa* Mill., per la presenza di tannini idrolizzabili già ampiamente utilizzati in passato sia nel processo di mordenzatura che in quello tintorio ed estratti naturali, ottenuti da foglie di *Daphne gnidium* L., radice di *Rubia peregrina* L. e *Rubia tinctorum* L. e parti aeree di *Helichrysum italicum* Roth Don, da impiegare come tinture naturali da applicare su diversi tessuti mordenzati con tannini (lino, cotone, lana). E' stato inoltre implementato l'utilizzo di scarti del settore vitivinicolo quali *vinacciolo* e *bucce d'uva* per ottenere pigmenti e fibre utilizzabili anche nel settore della bioedilizia. Le diverse specie vegetali sono state sottoposte a processo di estrazione green e concentrazione industriale (4). Tutte le frazioni ottenute sono state analizzate per via cromatografica HPLC/DAD/ESI-MS allo scopo di individuare e quantificare i singoli composti presenti, alcuni responsabili delle attività pigmentanti e di alcune proprietà come ad esempio quelle antiossidanti, antimicotiche o antimicrobiche e anti-UV. Alcune delle attività sopra riportate sono state svolte in collaborazione con N.E.S. S.r.l. e Pasini Tecnologia, aziende che si occupano di implementazione di tecnologie green per l'ottenimento di polveri e di filler vegetali da materiali di riciclo anche nei settori innovativi dei materiali per bioedilizia e con due start-up giovanili quali PIGMENTO e VEGEA, attive nella produzione e inserimento nel mercato di prodotti innovativi quali ecopelli, pelli vegetali e pigmenti anallergici da economia circolare.

**Keywords:** natural pigments; sustainability; innovative materials

The research on the characterization of local and / or indigenous officinal species such as *Daphne*, *Helichrysum*, *Reseda*, *Rubia*, *Chestnut* and *Vitis* aims to identify the bioactive molecules present and to enhance their multifunctionality as well as their applicability in activities related to the textile tradition and

local textile-craftsmanship and their ability to confer different functionalities on the same products (antimicrobial and anti-UV properties (1,2) e anti-moth (3)). Further activity developed in this work was related to obtaining fibers and pigmented fibers that can also be used together with dyeing molecules extracted from the species aforementioned, for the production of innovative and eco-sustainable fashion accessories, packaging with high added value. Nowadays, natural products have been replaced in most cases by chemical synthesis products, more accessible and economical even though they have high environmental impact and toxicity to humans. Recently, based on ecological sustainability parameters, companies prefer the recovery of traditional dyeing and mordanting methods by trying to implement in addition to green technologies, the recovery or reuse of natural or discarded raw materials. In this regard, among the plant species rich in dyeing compounds, *Castanea sativa* Mill. was chosen for the presence of hydrolysable tannins already widely used in past times for the mordanting and dyeing processes, and natural extracts from *Daphne gnidium* L. leaves, root of *Rubia peregrina* L., *Rubia tinctorum* L., and *Helichrysum italicum* Roth Don aerial parts were chosen to be used as natural dyes to be applied on different tanned fabrics (flax, cotton, wool). In addition, the use of waste of the wine sector such as *grape seed* and *grape skins* was implemented to obtain pigments and fibers usable also in the field of bio-building. The different plant species were subjected to green extraction and industrial concentration (4). All the fractions obtained were analyzed by HPLC/DAD/ESI-MS chromatography to identify and quantify the individual compounds, some responsible for pigmentation activities and certain properties such as antioxidant, antifungal or antimicrobial and anti-UV. Some of the above activities were carried out in collaboration with NES S.r.l. and Pasini Tecnologia, companies that deal with the implementation of green technologies for obtaining powders and plant fillers or recycling also in the innovative sectors of bio-building materials and with two start-up such as PIGMENTO and VEGEA operating in the production and marketing of innovative products such as ecopelle, vegetable leathers and allergy-free pigments from circular economy.

## Introduzione

I maggiori paesi produttori di vino con una produzione annua di milioni di tonnellate di sottoprodotti vinicoli sono: Italia, Francia, Spagna, USA, Cina e Australia. Tali paesi inevitabilmente risultano essere anche i maggiori produttori di scarti di produzione del settore vitivinicolo, che comprendono vinacce, raspi ecc... La vinaccia è considerata uno dei reflui a tasso inquinante fra i più elevati nell'ambito dell'industria agroalimentare e per tale motivo il loro smaltimento ed i processi depurativi, ai quali sono sottoposte, sono stati oggetto di numerosi studi volti a determinare la riduzione dell'impatto ambientale e valutare il possibile utilizzo come materia prima seconda in settori quali alimentare, fitoterapico e cosmetico. L'impiego di tali matrici, nei settori precedentemente menzionati, è stato possibile grazie ai risultati ottenuti da numerosi studi, i quali hanno evidenziato che i composti polifenolici presenti nella specie *vitis* ed in particolare i tannini condensati ed idrolizzabili risultano avere comprovata capacità antiossidante ed antimicrobica. In particolare il presente studio ha previsto la valorizzazione degli scarti di produzione vitivinicola (vinaccia, raspi e vinacciolo), olivicola (sanse esauste, fibra del nocciolino) e del castagno come scarto della produzione del settore legno e l'esausto post produzione di tannini da concia, attraverso un nuovo processo di fabbricazione di una pelle ecologica artificiale che può essere utilizzato nel settore del fashion, design, arredo e packaging ma anche di nuovi materiali coprenti sostenibili per applicazioni innovative nel settore della bioedilizia. In particolare per questo lavoro la matrice di scarto del settore vitivinicolo è stata impiegata per la realizzazione di pelli ecologiche, che si contrappone molto al concetto di produzione di pelli da fonte animali, che presenta particolari criticità sia economiche che ambientali. Come è noto infatti il processo di concia risulta avere un forte impatto ambientale che ha spinto addirittura a delle restrizioni normative relative all'uso del cromo in quanto è stato scientificamente provato che tale metallo pesante presenta un elevato impatto anche per la salute umana. Ulteriore aspetto ampiamente discusso è relativo alla problematica etica legata all'utilizzo di capi animali o di specie animali, anche in estinzione, utilizzate per la produzione di pellame per capi o



accessori di consumo di elite. A tale problema il settore ha cercato di ovviare effettuando la produzione di pelli sintetiche di origine petrolchimica, aumentando così l'impatto che tale lavorazione ha sull'ambiente. Ulteriore obiettivo del lavoro è stato quello di valorizzare materiali e principi naturali ottenuti con processi sostenibili sia dal punto di vista economico che ambientale che possa portare alla progettazione di nuovi prototipi/prodotti volti a garantire un benessere su misura progettabile per qualsiasi ambiente ed esigenza. L'utilizzo di molecole bioattive di natura polifenolica ad elevate capacità antiossidanti, antiradicaliche e naturalmente pigmentanti, ottenuti da specie officinali locali e/o autoctone, quali *Daphne*, *Elicriso*, *Reseda*, *Robbia*, *Castagno* e *Vite*, in associazione con i nuovi materiali consente la realizzazione di un arredo confort, chemical free, che soddisfi le esigenze di un consumatore attento alla sostenibilità del prodotto, del processo produttivo e delle materie impiegate per la realizzazione del prodotto stesso, che risulterà sostenibile non solo dal punto di vista ambientale ma anche economico in quanto la realizzazione prevede l'abbattimento dei maggiori costi di produzione derivati dalla valorizzazione di scarti e/o sottoprodotti. Il presente studio infatti è mirato alla ricerca di una soluzione innovativa per la valorizzazione degli scarti di produzione dell'agroindustria come nuove materie prime per produzioni ecosostenibili, etiche ad ispirazione bioeconomica, prestando particolare attenzione al settore enologico, all'olivicolo quasi sempre associato al primo e a quello della foresta legno con particolare riguardo al castagno.

## Materiali e metodi

### *Analisi qualitativa HPLC/DAD/ESI/MS*

L'analisi HPLC/ESI/MS è stata svolta utilizzando un cromatografo liquido HP 1100L dotato di un detector di massa Electrospray (ESI) HP 1100 MDS con interfaccia API. Le condizioni operative dello spettrometro di massa sono: temperatura del gas 350 °C, flusso di azoto 10 L min<sup>-1</sup>, pressione del nebulizzatore 30 psi, temperatura del quadrupolo 30 °C, voltaggio del capillare 3500 V. Gli esperimenti sono stati condotti in ionizzazione negativa e/o positiva, con valori di fragmentor variabili in un intervallo compreso tra 80-200 eV, allo scopo di ottimizzare le condizioni di frammentazione dei diversi composti analizzati. La presenza del rivelatore UV-VIS ha permesso di acquisire in serie con lo spettro di massa i cromatogrammi registrati alle lunghezze d'onda di interesse. L'identificazione delle varie molecole è stata effettuata confrontando il tempo di ritenzione, lo spettro UV-VIS e quello di massa con quelli di composti standard quando disponibili. I campioni sono stati analizzati impiegando una colonna Luna C18 (Phenomenex), 5 µm, 4.60 mm ID, 250 mm di lunghezza.

Sono stati utilizzati come fase mobile H<sub>2</sub>O a pH 3,2 per acido formico e CH<sub>3</sub>CN, con un gradiente lineare a quattro rampe, partendo dal 100% di H<sub>2</sub>O fino al 100% di CH<sub>3</sub>CN in 30 minuti, ad un flusso di 0,6 ml min<sup>-1</sup> nel primo caso e nel secondo caso è stato applicato un gradiente lineare a quattro rampe, flusso 0,8 ml min<sup>-1</sup> per 55 minuti. Gli spettri UV-VIS sono stati acquisiti fra 190 e 600 nm ed i cromatogrammi registrati a 350, 320, 330, 280, 254 e 520 nm.

### *Analisi quantitativa HPLC/DAD*

I composti polifenolici presenti negli estratti analizzati sono stati quantificati con l'impiego di specifiche curve di calibrazione HPLC/DAD, costruite con sostanze standard di riferimento a più livelli di concentrazione, andando a monitorare il dato alla lunghezza d'onda di massimo assorbimento. In particolare, gli acidi idrossicinnamici sono stati calibrati a 330 nm con acido clorogenico, le cumarine a 320 nm con daphnetina, i flavonoidi a 350 nm rispettivamente con apigenina 7-O-glucoside e luteolina 7-O-glucoside, i gallotannini a 280 nm con acido gallico e i tannini ellagici a 254 nm con acido ellagico e infine gli antocianosidi a 520 nm con la malvidina 3-O-glucoside.

## Risultati e discussione

Il lavoro ha previsto l'ottimizzazione di processi sostenibili a basso impatto ambientale per la realizzazione di prodotti innovativi e la valutazione dell'aggiunta agli stessi di principi attivi naturali pigmentanti.(5) In particolare per il presente lavoro sono state caratterizzate le seguenti matrici: foglie fresche di *Daphne gnidium* L., parti aeree essiccate di *Helichrysum italicum* Roth Don, parti aeree fresche di *Reseda luteola* L., radice essiccata di *Rubia tinctorum* L., polvere di *Castanea sativa* Miller, vinaccioli della specie *Vitis*

*vinifera* L. Si riporta nella tabella qui di seguito i valori relativi alla composizione polifenolica totale di ciascuna matrice.

<b><i>Daphne gnidium</i> L.</b> (foglie fresche)	69.99
<b><i>Helichrysum italicum</i> Roth Don</b> (parti aeree essiccate)	29.11
<b><i>Reseda luteola</i> L.</b> (parti aeree fresche)	38.08
<b><i>Rubia tinctorum</i> L.</b> (radice essiccata)	10.81
<b><i>Castanea sativa</i> Miller</b> (polvere castagno)	225
<b><i>Vitis vinifera</i> L.</b> (vinaccioli)	8.04

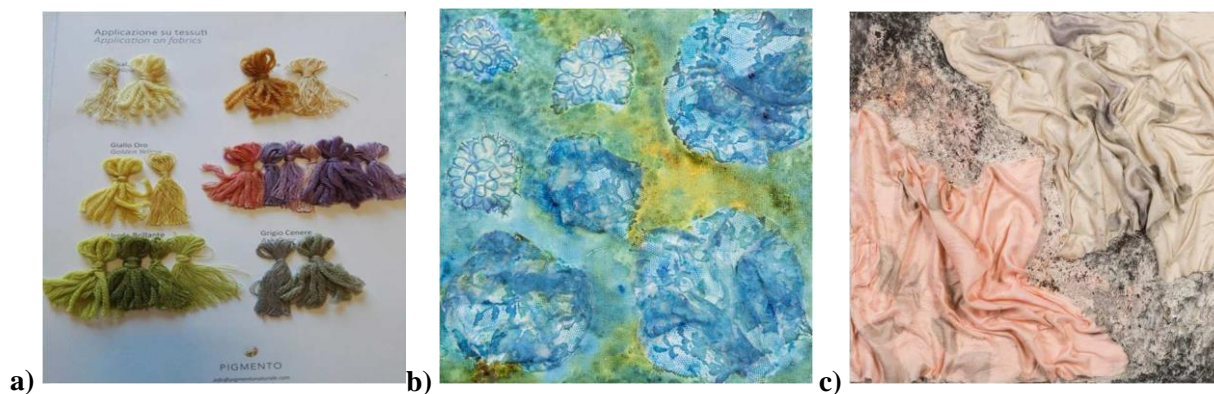
**Tabella 1.** Analisi quantitativa del contenuto totale in metaboliti secondari presenti nelle specie officinali di Daphne, Elicriso, Reseda, Robbia, Castagno e Vite. *Dati espressi in mg/g di materiale vegetale utilizzato.*

Di seguito si riportano i dati quantitativi relativi a materiali esausti e di scarto di vario genere come fondi di caffè, bucce di cipolla rossa e dorata e vinaccia, che sono stati estratti per recuperare in maniera esaustiva i composti naturali pigmentanti di natura polifenolica presenti, al fine di valutare la loro applicazione come coloranti naturali dotati anche di proprietà funzionali, rispettando il principio della sostenibilità ambientale ed economica con modalità innovative.

<b><i>Fondi di caffè</i></b>	0.81
<b><i>Vinaccia</i></b>	1092.20
<b><i>Cipolla dorata</i></b>	1.09
<b><i>Cipolla rossa</i></b>	194.30

**Tabella 2.** Analisi quantitativa del contenuto totale in metaboliti secondari presenti in estratti ottenuti da scarti e materiale esausto. *Dati espressi in mg/ml di estratto liquido.* Estratti prodotti dalla start-up PIGMENTO

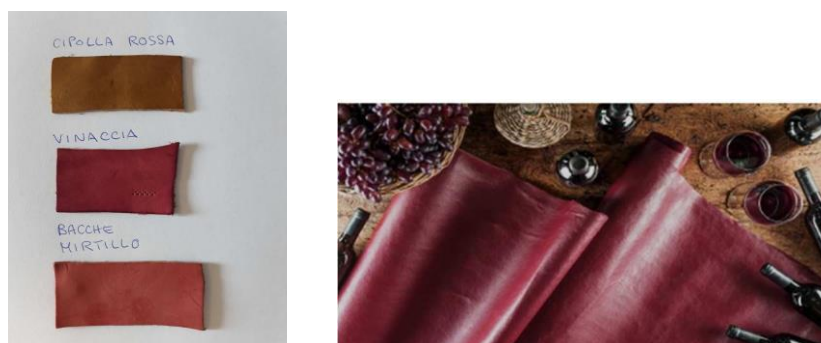
L'applicazione dei pigmenti naturali ottenuti dalle matrici vegetali, ha permesso l'ottenimento di nuovi prodotti sostenibili in vari settori, quali ad esempio tessile-arredo, abbigliamento. A tal proposito, si riportano di seguito alcuni esempi applicativi di utilizzo degli estratti naturali pigmentanti.



**Figura 1.** Applicazione dei pigmenti naturali ottenuti da specie officinali e differenti materiali di scarto di origine vegetale per la realizzazione rispettivamente di filati e tessuti (a) e quadri (b,c) opere realizzate dalla artista Patrizia Bogani (Prato)

Oltre all'impiego di pigmenti naturali su prodotti tessili, il presente lavoro ha previsto l'applicazione degli stessi pigmenti anche su biopelli ottenute grazie all'impiego di materiali di scarto provenienti dal settore vitivinicolo (es raspi e buccia essiccati e/o vinacciolo), i quali sono stati preliminarmente sottoposti ad una fase di polverizzazione che ha permesso di ottenere polveri a bassissima granulometria contenenti naturalmente principi attivi pigmentanti, antimicrobici ed antiossidanti e additivati ad oli e resine e applicate su un tessuto per l'ottenimento di pelli ecologiche.

Tali pelli realizzate quindi con residui di vinaccia, tessuto e resina naturale, sono dotate di elasticità e possiedono caratteristiche simili al cuoio, per ciò possono essere impiegate per la personalizzazione di prodotti, semilavorati e produzioni utilizzabili nei settori dell'abbigliamento, della moda, dell'arredo confort-benessere, dei trattamenti superficiali antimicrobici ed anti-UV anche per ambienti di interesse biomedico o biomedicale.



**Figura 2.** Applicazione dei pigmenti naturali ottenuti da specie officinali e differenti materiali di scarto di origine vegetale per la realizzazione di biopelli.

Ulteriori applicazioni in bioedilizia hanno previsto la progettazione e realizzazione di malte naturali e pigmenti da intonaco in associazione con l'utilizzo di tali pigmenti in formulazioni per trattamento superficiale legno ed altri materiali per arredo-confort-benessere (Figura 3).



**Figura 3.** Applicazione dei pigmenti naturali ottenuti da specie officinali tintorie e differenti materiali di scarto di origine vegetale su diverse essenze di legno. Prototipi per arredo confort-benessere realizzati in collaborazione tra l’Azienda Pasini Tecnologie (Rimini) e l’Azienda Caneschi Arredamenti s.r.l. (Arezzo).

Ulteriore applicazione mirata alla sicurezza di prodotto, è prevista in sviluppi futuri di prodotti quali colori ad olio e colori a cera che verranno testati anche nell’ambito delle attività della fattoria didattica prevista.

La realizzazione di prodotti sostenibili in settori produttivi che risultano avere un forte impatto ambientale, quali quello tessile tintorio, delle pelli ed ecopelli, della bioedilizia e dell’arredo-confort, rappresenta un nuovo paradigma di sviluppo e crescita per il mondo imprenditoriale, il quale risulta sempre più attento alla qualità del prodotto e alla salute sia dei consumatori finali che dei lavoratori impiegati nei processi produttivi.

**Bibliografia:**

1. Daniele Grifoni *et al.*, Dyes and Pigments 105 (2014) 89-96.
2. L. Bacci *et al.*, XXIII IFATCC Intern. Congress 8-10 maggio 2013 Budapest. ISBN 978-963-9970-32-8, p.98 3.  
M. Verdinelli *et al.*, Proceedings of 2<sup>nd</sup> Intern. Conference on Natural Fibers Azores/Portugal, 27-29 April 2015.
4. Romani A. *et al.*, par. 3.2, 3.3, 3.7 ; Progetto Medlaine Marittimo Italia Francia. ISBN 978-88-95597-10-2, collana CNR 2011-2012
- 5 A. Scardigli, P.Pinelli, P.Vignolini, A. Romani, “Caratterizzazione delle specie ed ottenimento degli estratti tintori” Cap. 1, pp. 27-55 di “Estratti naturali da piante medicinali e tessili--tintorie /Caratterizzazione ed usi innovativi di ortica, daphne, lavanda e tannini da castagno”. Resoconto del Progetto PRIN 2008. Ed. Aracne, ISBN 978-88-548-6724-6, 380 pagine (2013)

## Valutazione di carotenoidi, polifenoli e attività antiossidante in semole di grano macinato a pietra

Vignolini P.<sup>1</sup>, Urciuoli S.<sup>1</sup>, Heimler D.<sup>3</sup>, Romani A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Firenze (Italy), Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “Giuseppe Parenti” DiSIA, Laboratorio Phytolab - Polo Scientifico e Tecnologico

<sup>3</sup> PIN S.c.r.l.- Servizi Didattici e Scientifici per l'Università di Firenze, Piazza G. Ciardi, 25, Prato

[pamela.vignolini@unifi.it](mailto:pamela.vignolini@unifi.it)

[silvia.urciuoli@unifi.it](mailto:silvia.urciuoli@unifi.it)

[daniela.heimler@unifi.it](mailto:daniela.heimler@unifi.it)

[annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

### Summary

The functional quality of the semola, also related to the presence of secondary antioxidant metabolites, was evaluated by HPLC/DAD analysis and by *in vitro* spectrophotometric techniques. The total polyphenol content was evaluated with the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method, and the evaluation of the carotenoid content was performed by HPLC / DAD chromatographic analysis and showed the presence of lutein as the main compound ranging between 75 and 78.5 % of total carotenoids. The chromatographic analyzes allowed us to identify the presence of an indolacetic acid derivative that varies between 0.097 and 0.108 mg/g.

### Sommario

La qualità funzionale delle semole, relativa anche alla presenza di metaboliti secondari a carattere antiossidante è stata valutata mediante analisi HPLC/DAD e mediante tecniche spettrofotometriche *in vitro*. Il contenuto in polifenoli totali è stato valutato con il metodo spettrofotometrico Folin-Ciocalteu, mentre la valutazione del contenuto in carotenoidi è stata effettuata tramite analisi cromatografiche HPLC/DAD ed ha mostrato la presenza di luteina come principale composto che oscilla fra il 75 ed il 78.5 % dei carotenoidi totali. Le analisi cromatografiche ci hanno permesso di individuare la presenza di un derivato dell'acido indolacetico che oscilla fra 0.097 e 0.108 mg/g.

### Introduzione

La qualità delle semole di grano duro è fattore essenziale di valorizzazione della pasta, prodotto tipico del made in Italy nel mercato nazionale e internazionale. Numerose aziende italiane, con particolare riguardo a quelle del territorio pugliese, stanno cercando di ottimizzare le tecnologie di molitura allo scopo di preservare qualità e potenziare la funzionalità del prodotto. Il panorama delle aziende italiane include realtà riconducibili alle maggiori “Market Maker” del mondo nel settore del grano duro. Il grano duro è la materia prima che, trasformata in semola, è l'ingrediente principale nella produzione di pasta secca, pasta fresca e pane.

Il prodotto è il risultato della sinergia di due fattori fondamentali: la scelta delle materie prime migliori e l'elevata tecnologia del processo produttivo. La grande disponibilità di materie prime, selezionate dalle origini qualitativamente più interessanti, consentono di fornire semole “su misura”, perfettamente rispondenti alle esigenze ed aspettative dei clienti.

Il processo produttivo di macinazione, rimasto invariato da circa 100 anni, è stato migliorato attraverso l'introduzione di sistemi tecnologici all'avanguardia come la decorticazione e la selezione ottica, che hanno contribuito al perfezionamento dell'intero processo produttivo, contribuendo ad aumentare la salubrità e la qualità del prodotto. La valorizzazione della qualità delle semole, strettamente correlata alla qualità della di pane e pasta, necessita oggi anche di uno studio accurato di metaboliti secondari ad elevate proprietà biologiche e funzionali che nel caso di questi prodotti può essere riconducibile alla presenza di carotenoidi e composti polifenolici (Mellado-Ortega et al. 2016).

Il presente lavoro ha previsto l'analisi di diversi campioni di semola ottenuti mediante tre tipi di macinazione: macinazione convenzionale, macinazione convenzionale e una macinazione a pietra con processo innovativo, in diverse fasi di prelievo, con l'obiettivo di monitorare il contenuto di carotenoidi e composti polifenolici in correlazione con le tecnologie di molitura e definire il ruolo di questi composti per ciò che riguarda le proprietà antiossidanti del prodotto.

## Materiali e Metodi

### Campioni :

Due lotti di semola di grano duro ottenuti mediante tre tipi di macinazione: macinazione convenzionale, macinazione a pietra convenzionale e una macinazione a pietra con processo innovativo ottimizzato dal Gruppo Casillo, in diverse fasi di prelievo (iniziale, intermedio, finale e coacervo).

Di seguito riportiamo i campioni analizzati (tabella 1):

	<i>Tipo di macinazione</i>	<i>Fase Prelievo</i>
<i>Semola di grano duro 1°-2° lotto</i>	<i>A pietra</i>	Coacervo
		Iniziale
		Intermedia
		Finale
<i>Semola di grano duro 1°-2° lotto</i>	<i>Convenzionale con cilindro a pietra</i>	Coacervo
		Iniziale
		Intermedia
		Finale
<i>Semola di grano duro 1°-2° lotto</i>	<i>convenzionale</i>	Coacervo
		Iniziale
		Intermedia
		Finale

Tabella 1. Tipologia di campioni analizzati

### Estrazione:

Estrazione carotenoidi. 10g di semola sono stati estratti con 100ml di acetone, sonicando per 30 minuti a freddo. Successivamente il campione è stato centrifugato per 5 min a 5000 rpm, il surnatante così ottenuto è stato e portato a secco al rotavapor e ripreso in 5 ml di acetone. Gli estratti ottenuti sono stati sottoposti ad analisi HPLC-DAD.

Estrazione polifenoli. 10g di semola sono stati estratti con 50 ml di una soluzione EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 a pH 3.2, per HCOOH. I campioni così preparati sono stati posti in agitazione per 24 h, centrifugati per 5 min a 14000 rpm e quindi sottoposti ad analisi HPLC-DAD.

*Standards.* Acido indolacetico, acido clorogenico, kaempferolo 3-glucoside e  $\beta$ -carotene sono stati forniti da Extrasynthese (Lione, Francia).

*Analisi HPLC-DAD.* Le analisi per la valutazione quali-quantitativa dei composti presenti sono state ottenute usando un cromatografo liquido HP-1100 equipaggiato con un detector DAD (Agilent-Technologies, Palo Alto, USA), per la separazione cromatografica è stata utilizzata una colonna Luna C18 250  $\times$  4.6 mm i.d. 5mm (Phenomenex). L'analisi dei carotenoidi è stata effettuata utilizzando come fase mobile acetone e H<sub>2</sub>O (pH 3.2 per HCOOH) in gradiente lineare (da 80% acetone a 100% in 30 minuti), mentre l'analisi dei composti polifenolici è stata effettuata utilizzando come fase mobile: H<sub>2</sub>O (pH 3.2 per HCOOH) e CH<sub>3</sub>CN in gradiente lineare (da 90% H<sub>2</sub>O fino al 100% CH<sub>3</sub>CN in 40 min.), flusso 0,8 mL/min. Gli spettri UV sono stati acquisiti fra 190 e 500 nm, ed i cromatogrammi registrati a 450, 350, 330, 280 e 250 nm.

*Analisi quali-quantitativa.* L'identificazione delle varie molecole è stata condotta confrontando il tempo di ritenzione e lo spettro UV-Vis con quelli di standard di riferimento quando disponibili. L'analisi quantitativa è stata condotta mediante HPLC-DAD con l'ausilio di curve di calibrazione a 4 punti, costruite con standard rappresentativi delle diverse sottoclassi di composti presenti ( $r_2 \geq 0.998$ ). In particolare i carotenoidi sono stati calibrati a 450 nm utilizzando il  $\beta$ -carotene come standard di riferimento. I flavonoli sono stati calibrati a 350 nm usando la kaempferolo3-glucoside, i derivati caffeici sono stati calibrati a 330 nm usando l'acido clorogenico come riferimento e i derivati dell'acido indolacetico a 280 nm utilizzando lo stesso acido indolacetico come standard.

*Valutazione dell'attività biologica in vitro degli estratti.* L'attività antiossidante degli estratti è stata valutata tramite metodo Folin-Ciocalteu (Heimler et al. 2012) utilizzando uno spettrofotometro LAMBDA 25, Perkin-Elmer.

Il metodo cromatografico sia di eluizione che di caratterizzazione è stato personalizzato per le matrici oggetto di studio. L'analisi HPLC/DAD ci ha permesso di acquisire cromatogrammi a diverse lunghezze d'onda e quindi identificare e quantificare i composti presenti negli estratti analizzati. I campioni a disposizione sono stati opportunamente estratti per valutare le varie classi di composti presenti. In figura 1 è riportato, a titolo di esempio, il profilo cromatografico dell'estratto acetonicco di un campione di semola, acquisito a 450 nm, lunghezza d'onda di massimo assorbimento per i carotenoidi.

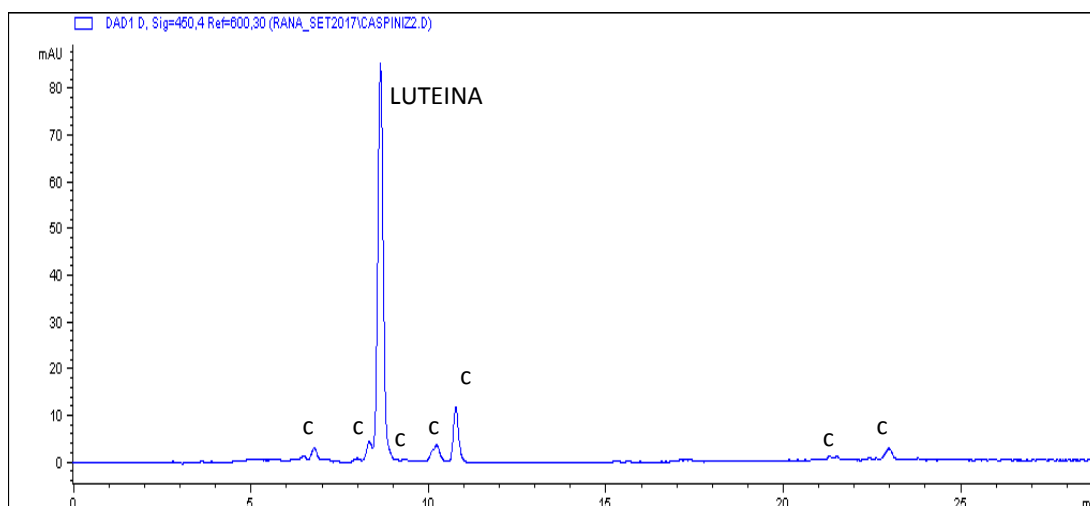


Figura 1. Profilo cromatografico, acquisito a 450 nm, di un estratto acetonicco di semola.c=carotenoidi

In figura 2 sono riportati gli spettri UV-Vis di alcuni dei carotenoidi presenti nei nostri estratti

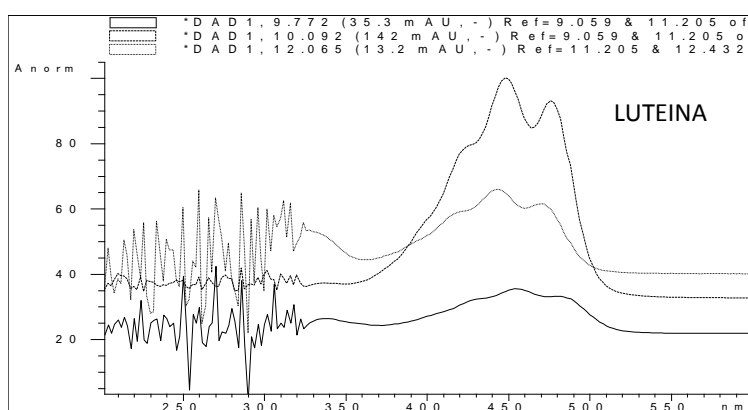


Figura 2. Spettri UV-Vis di alcuni carotenoidi presenti negli estratti acetonicci di semola

Il carotenoide principale individuato in tutti i campioni di semola analizzati è risultato essere la luteina, come evidenziato nelle tabelle 2 e 3 (2.48 - 6.73 mg/g) e come già riportato in precedenti lavori (Mellado-Ortega et al. 2016). In particolare il contenuto in luteina è sempre maggiore nella fase iniziale di macinazione, indipendentemente dal tipo di macinazione utilizzata, mentre il tipo di macinazione che ha evidenziato il contenuto maggiore in carotenoidi è quasi sempre la macinazione a pietra.

	<b>carotenoidi totali (mg/kg)</b>	<b>luteina (mg/kg)</b>	<b>carotenoidi (mg/100g)</b>
<b>SEMOLINE MACINATE A PIETRA</b>			
coacervo	6.96	5.45	0.70
fase finale	5.38	4.16	0.54
fase intermedia	5.94	4.59	0.59
fase iniziale	8.05	6.37	0.81
<b>SEMOLINE metodo convenzionale con cilindro a pietra</b>			
coacervo	4.72	3.60	0.47
fase finale	5.02	3.86	0.50
fase intermedia	5.21	3.93	0.52
fase iniziale	5.12	3.93	0.51
<b>SEMOLINE metodo convenzionale</b>			
coacervo	5.31	3.96	0.53
fase finale	5.64	4.22	0.56
fase intermedia	7.19	5.48	0.72
fase iniziale	8.65	6.73	0.86

Tabella 2. Campioni di semola di grano duro (1° lotto giugno 2017) ottenuti con diverse tecnologie di molitura

	<b>carotenoidi totali (mg/kg)</b>	<b>luteina (mg/kg)</b>	<b>carotenoidi (mg/100g)</b>
<b>SEMOLINE MACINATE A PIETRA</b>			
coacervo	5.18	3.93	0.52
fase finale	5.05	3.76	0.5
fase intermedia	5.12	3.93	0.51
fase iniziale	5.45	4.06	0.54
<b>SEMOLINE metodo convenzionale con cilindro a pietra</b>			
coacervo	3.66	2.67	0.37
fase finale	3.60	2.67	0.36
fase intermedia	3.37	2.48	0.34
fase iniziale	3.76	2.74	0.38
<b>SEMOLINE metodo convenzionale</b>			
coacervo	4.69	3.33	0.47
fase finale	4.52	3.20	0.45
fase intermedia	4.88	3.73	0.49
fase iniziale	5.08	3.96	0.51

Tabella 3. Campioni di semola di grano duro (2° lotto settembre 2017) ottenuti con diverse tecnologie di molitura

Oltre ad i carotenoidi, nelle semole analizzate, sono stati individuati e calibrati composti di natura flavonoidica e un derivato dell'acido indolacetico, che è risultato essere anche il composto principale (0.078-



0.108 mg/g). (tabelle 4-5). Le analisi effettuate hanno mostrato un contenuto in polifenoli totali maggiore nei campioni moliti a pietra e con cilindro rispetto a quelli convenzionali

	IAA der (mg/g)	tot. Flavonoidi (mg/g)
<b>SEMOLLE metodo convenzionale</b>		
coacervo	0.101	0.014
iniziale	0.106	0.014
intermedio	0.105	0.014
finale	0.106	0.014
<b>SEMOLLE metodo convenzionale con cilindro a pietra</b>		
coacervo	0.094	0.011
iniziale	0.078	0.009
intermedio	0.098	0.010
finale	0.100	0.012
<b>SEMOLLE MACINATE A PIETRA</b>		
coacervo	0.098	0.024
iniziale	0.103	0.025
intermedio	0.103	0.026
finale	0.106	0.025

Tabella 4. Campioni di semola di grano duro (1° lotto giugno 2017) ottenuti con diverse tecnologie di molitura

	IAA der (mg/g)	tot. Flavonoidi (mg/g)
<b>SEMOLLE metodo convenzionale</b>		
coacervo	0.100	0.014
iniziale	0.105	0.015
intermedio	0.103	0.015
finale	0.103	0.014
<b>SEMOLLE metodo convenzionale con cilindro a pietra</b>		
coacervo	0.097	0.007
iniziale	0.100	0.007
intermedio	0.100	0.006
finale	0.098	0.006
<b>SEMOLLE MACINATE A PIETRA</b>		
coacervo	0.105	0.024
iniziale	0.108	0.023
intermedio	0.107	0.022
finale	0.106	0.022

Tabella 5. Campioni di semola di grano duro (2° lotto settembre 2017) ottenuti con diverse tecnologie di molitura

La presenza di metaboliti secondari a carattere antiossidante è stata valutata anche mediante tecniche spettrofotometriche *in vitro*, in particolare è stato utilizzato il metodo Folin-Ciocalteu (figura 2). Il test del Folin-Ciocalteu non esprime solamente il contenuto in composti polifenolici ma anche la capacità antiossidante totale dei biocomponenti presenti nei campioni analizzati. Dalla valutazione degli istogrammi si evidenzia che il campione a pietra presenta valori leggermente più alti rispetto a quello con molitura a

cilindro ed entrambe le tecnologie risultano quasi sempre migliori rispetto alla tecnologia convenzionale in tutte le fasi di campionamento.

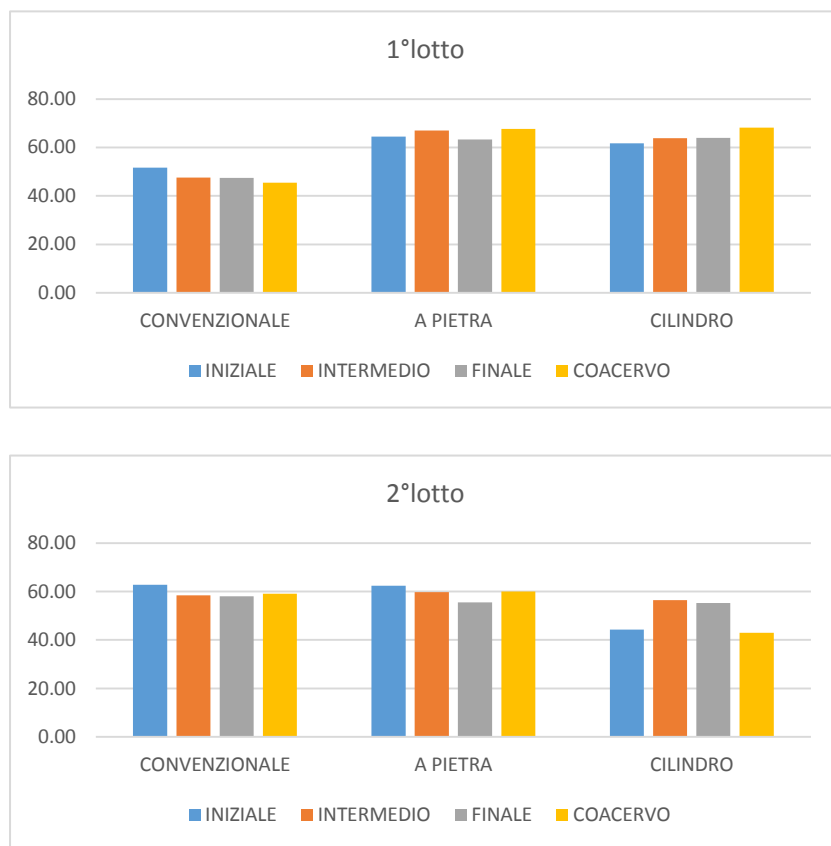


Figura 2. Dati relativi al contenuto in polifenoli totali espressi come grammi equivalenti di acido gallico (GAE), tramite metodo Folin-Ciocalteu.

I dati sopra riportati mostrano che la tecnologia influenza la qualità del prodotto anche per ciò che concerne la tutela del contenuto in metaboliti secondari bioattivi, particolare ruolo è correlato con la qualità della materia prima di partenza. Sono in corso ulteriori prove per l'ottimizzazione di tutte le fasi di molitura utilizzando semole di caratteristiche qualitative diverse. Il lavoro proseguirà utilizzando le semole per la pastificazione e la valutazione delle proprietà funzionali del prodotto.

Le attività sono state svolte nell'ambito della convezione di ricerca di INSTM dal titolo «Verifica delle caratteristiche chimiche, della stabilità qualitativa e delle proprietà antiossidanti di campioni di semola e di pasta derivata, provenienti dal processo di macinazione con rulli rivestiti in pietra della Molino Casillo S.p.A»

### **Bibliografia**

Heimler D.; Vignolini, P.; Arfaioli, P.; Isolani, L.; Romani, A. "Conventional, organic and biodynamic farming: differences in polyphenol content and antioxidant activity of Batavia lettuce." J. Sc. Food Agric., 2012; 92: 551–556

Mellado-Ortega E. and Hornero-Méndez D., Carotenoid evolution during short-storage period of durum wheat (*Triticum turgidum* conv. durum) and tritordeum (*Triticum turgidum* var. *tritordeum* Ascherson et Graebner) whole-grain flours, Food Chemistry 192 (2016) 714–723,

# CHARACTERIZATION OF POLYSACCHARIDE FRACTIONS IN BY-PRODUCTS (MESOCARP) OF THE POMEGRANATE FRUIT

Khatib M.<sup>1</sup>, Cecchi L.<sup>1</sup>, Rossi F.<sup>2</sup>, Romani, A.<sup>3</sup>, Innocenti M.<sup>1</sup>, Mulinacci N.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di NEUROFARBA and Laboratorio Phytolab, Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

<sup>2</sup> DISPAA, Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine 18, 50144, Firenze

<sup>3</sup> Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

Khatib M.: mohamad.khatib@unifi.it

Cecchi L.: lo.cecchi@unifi.it

Rossi F.: f.rossi@unifi.it

Romani A.: annalisa.romani@unifi.it

Innocenti M.: marzia.innocenti@unifi.it

\*Mulinacci N.: [nadia.mulinacci@unifi.it](mailto:nadia.mulinacci@unifi.it)

Corresponding Author

## Abstract

The interest in food processing by-products from pomegranate has increased recently, because these matrices can be used for the recovery of bioactive compounds, primarily ellagitannins but also polysaccharides. The “peel” of pomegranate (exocarp plus mesocarp) often close to 50% of fruit weight, represents the main by-product from juice production, and it has been extensively used in the traditional medicine of numerous cultures. Up until now, a lot of in vivo researches indicated that ellagitannins are bioactive phenolic compounds present in *P. granatum* fruit. Over the last years, little attention was focused on the characterization of polysaccharide fractions extracted from *P. granatum* fruit peel. Polysaccharides from pomegranate exhibited significant antioxidant, antiglycation properties, in vitro immunomodulatory effect, and anticancer activity in mice. Recently, <sup>1</sup>H-NMR spectra allowed to confirm the presence of different pectin in the decoction of pomegranate mesocarp, and in vitro prebiotic properties for the total polysaccharide fraction of pomegranate were also shown.

The aim of this research was to recover and fractionate the polysaccharides extracted from the mesocarp of Wonderful, a widely cultivated variety. The decoction process was applied to efficiently recover the total polysaccharides from the dry by-products; the fractionation method by using ethanol at low temperature, allowed to obtain 8 fractions, with the three main F1, F5 and F7, that covered the 80% of the weight of total polysaccharides. Size exclusion chromatography (SEC) was used to study the molecular weight distribution within each fraction; the F1-F8 showed a predominant fraction of about 1.100-2000 kDa, accounting for 75.4% of the total fraction. After the acid hydrolysis on the two main fractions (F5 and F7), ionic exchange chromatography (IEC) was applied to determinate the monosaccharide composition. Finally, <sup>1</sup>H-NMR was used to verify the methylation and acylation grade of these latter two fractions, that again showed 1.100-2000 kDa as principal molecular weight, accounting for 90% and 92 % respectively of the total fraction. The <sup>1</sup>H-NMR spectra confirmed the presence of *O*-methyl groups at 3.73 ppm and *O*-acetyl groups at 1.99-2.1 ppm.

## 1. INTRODUCTION

The pomegranate, (*Punicaceae*) fruit has been extensively used in the folk medicine of numerous cultures (Viuda-Martos *et al.*, 2010), but a little attention has been focused on the extraction and characterization of the polysaccharides recovered from the different parts of the fruit. Recent literature data (Khatib *et al.*, 2017a) highlighted the need to better investigate on the composition of the fruit juice by-products as

potential source of bioactive components. Regarding the activities, polysaccharides from pomegranate peel showed antioxidant, antiglycation and tyrosinase inhibition properties (Rout & Banerjee, 2007) and polysaccharides from Laffan and Wonderful pomegranate mesocarp showed *in vitro* prebiotic properties (Khatib *et al.*, 2017a). In our recent work (Tortora *et al.*, 2017) we demonstrated that a decoction from mesocarp pomegranate showed the potential to counteract initial, intermediate and late stages of colon carcinogenesis in rats. This natural extract could be usefully applied in colon cancer primary and secondary prevention.

Recently, it was demonstrated that the by-products of pomegranate contain a high content of polysaccharides (10% on dried matter) mainly pectin, and the same ellagitannins of the juice in a concentration up to 15 % on dried mesocarp and up to 19 % on dried exocarp (Khatib *et al.*, 2017a and 2017b). Pectin extracted from citrus by-products are widely used as gelling, thickening and stabilizing agents; they are constituents of dietary fiber and can exert positive effects on human health, including lowering cholesterol and serum glucose levels, and stimulating the immune response (Mohnen, 2008). Pectin are a group of acid-rich polysaccharides from plant cell walls whose main component is 1,4-linked  $\alpha$ -D-galactosyluronic acid (O'Neill *et al.*, 1990). Their complex structures consist mainly of homogalacturonan (HG; ~65%) and rhamnogalacturonan-I (RG-I; 20–35%); generally, HG is a linear homopolymer of 1,4-linked D-galacturonic acid (GalA) units, partially methyl esterified at the C-6 carboxyl and *O*-acetylated at O-2 or O-3. The backbone of HG is covalently linked to RG-I, which has repeating units of [D -GalA-1,2- -l -Rha-1,4-]<sub>n</sub>. Between 20 and 80% of the rhamnosyl units of RG-I carry neutral sugar chains, primarily arabinans, galactans or arabinogalactans linked at O-4 (Mohnen, 2008). Consequently, the structure of pectin can be defined by the sugar composition, the molecular weight and the degree of acylation and methylation. This work aims to shed light on the composition of the polysaccharide pool of pomegranate peel. To this aim, a decoction was applied to recover the whole pool of polysaccharides of mesocarp, which were then fractionated by adding different aliquot of ethanol at temperature close to 0 °C. The dialysis, the SEC, the acid hydrolysis and the nuclear magnetic resonance (NMR) were combined to investigate on the chemical structure of the purified polysaccharides.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1 Materials

Two commercial pectin from citrus fruit at different degree of esterification (DE), 55% < DE < 70% and DE > 85%, were purchased from Merck. Maleic acid (98%) was purchased from Merck - Milano, Italy.

### 2.2 Decoction from pomegranate mesocarp

Mesocarp was recovered from pomegranate ripe fruits of Wonderful variety cultivated in 2015 in Apulia (Italy). 18 kg of fresh fruits were manually treated to separate the mesocarp, which was then freeze-dried and used to prepare a decoction boiling it in water for 1h (extractive ratio 1:40 w/v dried mesocarp/water). After boiling, the sample was cooled and centrifuged at 4,000 rpm for 3 min to collect the supernatant containing the polysaccharides, which was then freeze-dried, according to Khatib *et al.* (2017a).

### 3.1 Fractionation process

The dried decoction was redissolved in a minimum volume of distilled water and supplemented with 2 volumes of ethanol and kept at 0°C for 3 h to induce the precipitation of the polysaccharides, which were then recovered after a centrifugation at 5,000 rpm for 15 min at 5°C. The polysaccharides were then redissolved in a minimum volume of water and treated again in successive steps, with different aliquots of ethanol; the added volume of ethanol for each step was determined as the minimum amount required to induce the precipitation of the polysaccharide in an ice bath, then centrifuged. The fractions were recovered and freeze dried. The fractionation steps allowed to recover 8 fractions, and F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup> (Table 1) were the main fractions in terms of final dry weight; they were dialyzed for 48 h at 4 °C in a nitrocellulose membrane with a 12–14 KDalton cut-off (Medicell International Ltd, London) before the acid hydrolysis and the NMR analysis.

### 2.2. Size exclusion chromatography (SEC)

The apparent molecular weight of the polysaccharides of the F1-F8 fractions was determined according to Khatib *et al.*, (2017a), with little modifications. The fractions were weighed and dissolved in distilled water, at a concentration of roughly 0.3 mg mL<sup>-1</sup>. The solutions were analyzed using a Varian ProStar HPLC

chromatograph (Varian, USA) equipped with a 355 refractive index detector and a Biosep s4000 column (Phenomenex, USA). The F1<sup>th</sup>-F8<sup>th</sup> were analyzed with 60 min runs by HPLC-grade water as eluent at 0.6 mL min<sup>-1</sup> flow rate. Blue dextrans (Sigma-Aldrich, USA) at different molecular weights (approx. 2000 kDa, 1100 kDa, 410 kDa, 150 kDa and 48 kDa) were used as standards for hydrodynamic volume calculation.

### 2.3. Determination of monosaccharide composition

The F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup> fractions were hydrolyzed in acidic media (Erbing *et al.*, 1995). Briefly, 1 mL of a 2 M trifluoroacetic acid (TFA) water solution was added to 5 mg F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup>, maintained at 120 °C for 90 min. Afterwards, samples were cooled on ice, and ultrafiltered at 3500 g for 30 min using 3000 Daltons cut-off centrifuge filter devices (Amicon Ultra-4, Millipore, Billerica, MA). The supernatant was dried under vacuum at 37 °C, re-suspended with 1 mL MilliQ water, and this process was repeated three times for removing TFA. Fractions were washed twice with MilliQ-grade water, re-dissolved in 1 mL deionized water and analyzed by IEC by a ICS-2500 ion chromatograph with an ED50 pulsed amperometric detector, a gold working electrode and a CarboPac PA1 250x4 mm column, all from Dionex (Sunnyvale, CA, USA). Eluents were MilliQ water (solution A), 0.185 M sodium hydroxide solution (solution B), and 0.488 M sodium acetate solution (solution C). A gradient elution was used: initial composition of eluent was 84% solution A, 15% solution B, and 1% solution C until 7<sup>th</sup> min. Then, from the 7<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> min 50% solution B and 50% solution C. Finally, from the 13<sup>th</sup> to the 30<sup>th</sup> min 84% solution A, 15% solution B and 1% solution C. Flow rate, 1 mL min<sup>-1</sup>. The monosaccharides were detected according to the retention time of pure monosaccharides from Sigma-Aldrich (Milan, Italy); three standard injections were carried out to obtain a mean retention time of each monosaccharide; the variance never exceeded 5%.

### 2.3 <sup>1</sup>H- NMR analysis

The dried samples (5.9 mg F5<sup>th</sup> and 6.1 mg F7<sup>th</sup>) were dissolved in 1 mL of D<sub>2</sub>O in presence of 0.25 mg of maleic acid as internal standard for quantitative purpose. <sup>1</sup>H-NMR experiments were recorded using a 400 MHz instrument Advance 400 (Bruker, Bremen, Germany).

## 3. Results and Discussion

### 3.1 Recovery of polysaccharide fractions

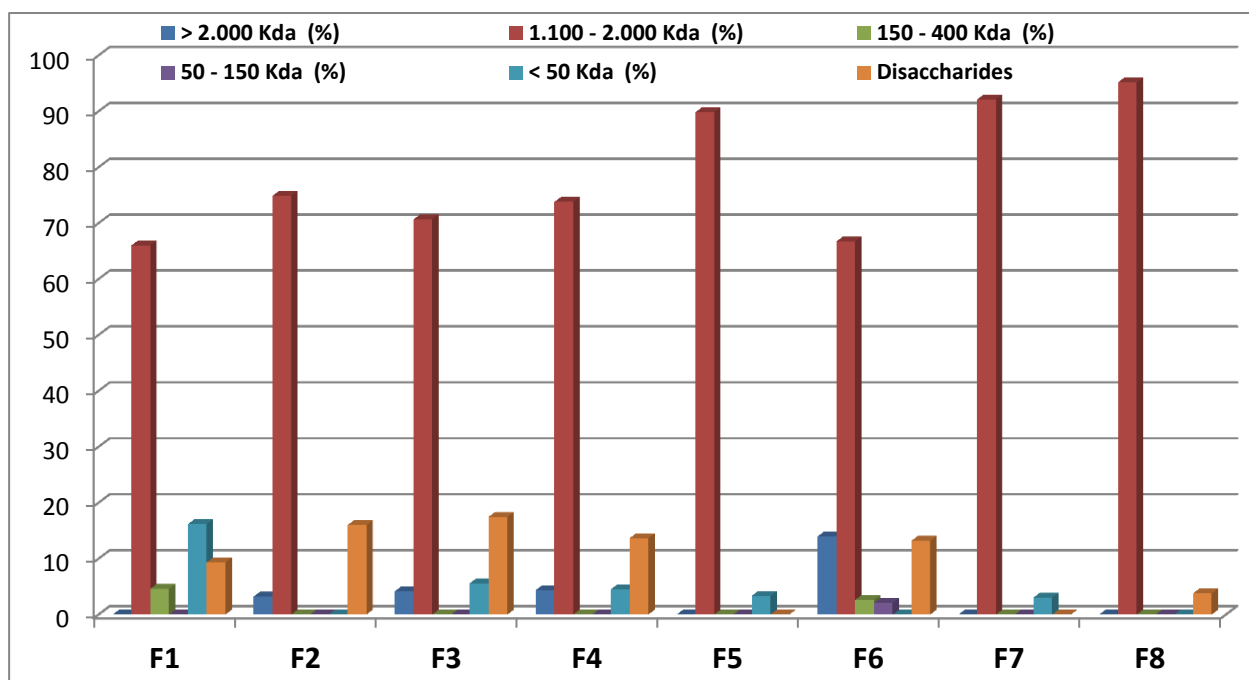
Scant attention has been paid to the polysaccharides from pomegranate and on their potential commercial importance as a source of pectin. One of the most used method for recovering polysaccharides is the decoction followed by the collection of supernatant and recovery of polysaccharides after cold precipitation in presence of suitable ethanol amount (Khatib *et al.*, 2017a). The dry polysaccharides are re-dissolved in water and again treated with ethanol to purify them from part of the co-precipitated ellagitannins and other impurities. The total yield of polysaccharides was roughly 10%. The yields of the main fractions are summarized in Table 1.

Fraction	Weight (mg)	%
F1	345,3	29,8
F5	305.1	26.3
F7	252.4	21.8

**Table 1.** Yields of F5 and F7 and F1 fractions recovered from from 1.2 g of dried decoction

### 3.2 SEC of the fractionated polysaccharides

As shown in Figure 1, all the fractions were characterized by a predominant peak with mw of 1.100-2000 KDa, ranged between 66 % in F1<sup>th</sup> to 95.2 % in F8<sup>th</sup> of the total weight fraction; analogously for F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup> this fraction was the 90% and 92 % respectively. It is important to underline the absence of disaccharides for F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup> due to the applied dialysis before the SEC. As expected, a variable composition was observed for these fractions particularly for the presence of small polysaccharides (lower than 50 kDa).

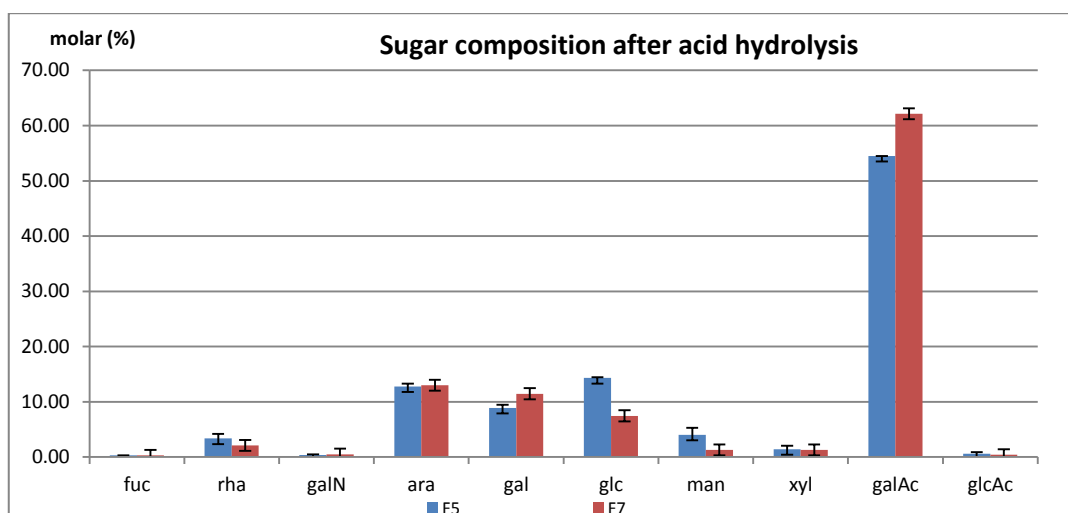


**Figure 1.** Molecular weight distribution by SEC of the polysaccharide fractions (F1<sup>th</sup>-F8<sup>th</sup>) from mesocarp of pomegranate. Data are expressed as percentage of peak area on total area.

### 3.2 Determination of monosaccharide composition on F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup>

According to the obtained yields, these fractions resulted the most abundant ones among the polysaccharides extracted and were chosen to a further investigation on their structure.

The fractions F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup>, treated with TFA to hydrolyze the polysaccharide and determine their monosaccharide composition by IEC, showed a similar profile: galacturonic acid was the most abundant monomer, up to 60%, followed by minor percentages of the aldohexoses galactose and glucose and the aldopentose as arabinose (Figure 2).

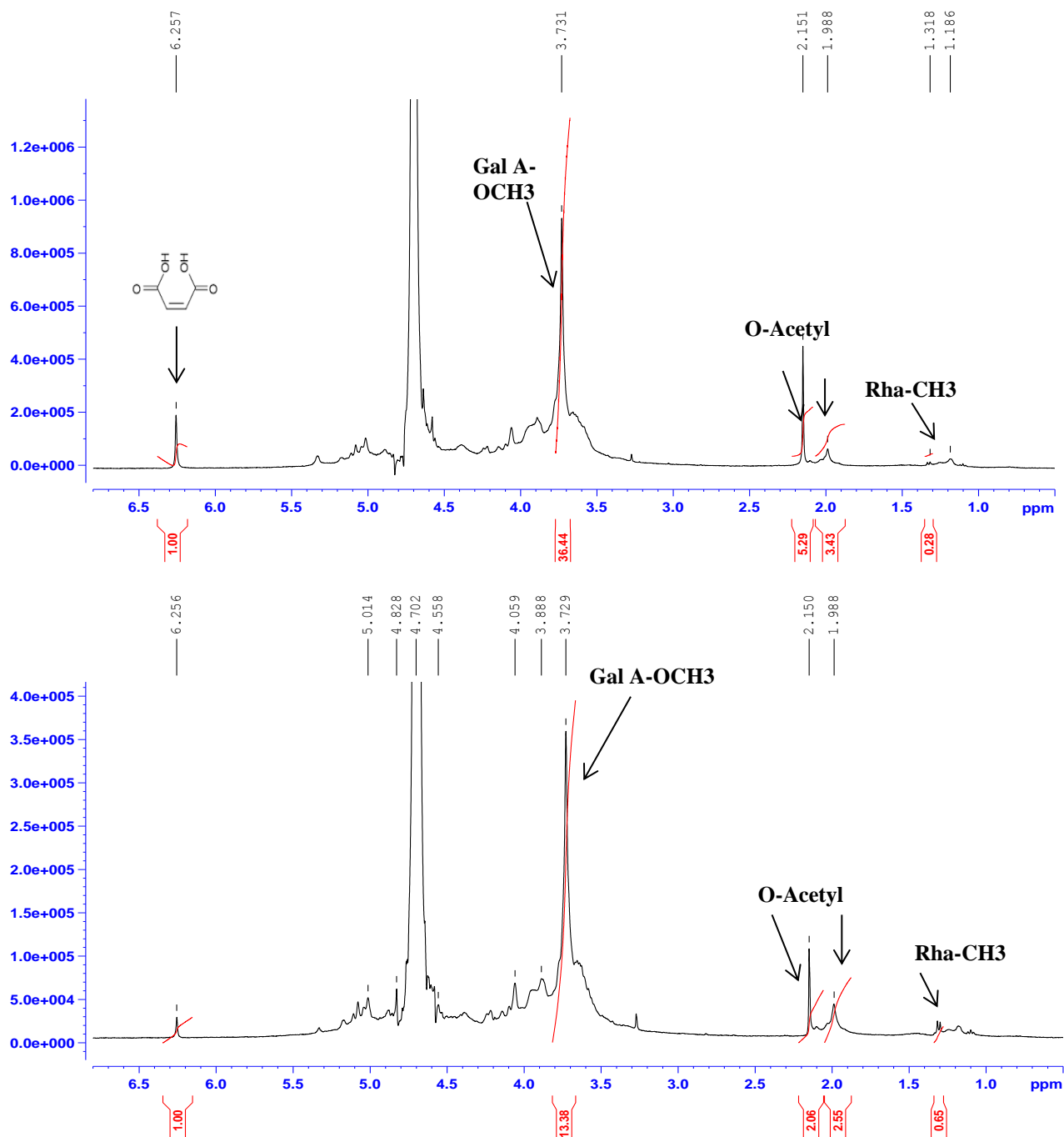


**Figure 2.** Sugar composition of F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup> obtained after acidic hydrolysis. Fuc= fructose; galN=galactosamine; rha= rhamnose; ara=arabinose; glc=galactose; glc=glucose; man=mannose; xyl=xylose; galAc= galacturonic acid; glcAc=glucuronic acid

### 3.4 <sup>1</sup>H- NMR analysis on the fractionated polysaccharides

<sup>1</sup>H-NMR has been proposed to investigate on the characteristic of the pectin recovered from the by-products of Wonderful and Laffan Pomegranate (Khatib *et al.*, 2017a), particularly to investigate on the acylation and

methylation degree and presence of methyl groups of rhamnose units in the polysaccharide. Consequently, we adopted this technique to evaluate the degree of methylation of F5<sup>th</sup> and F7<sup>th</sup>. By this way, we attributed the signals close to 3.73 ppm to the singlet of *O*-methyl groups; two signals between 1.99-2.10 ppm to different locations of repeating units of *O*-acetyl groups. Finally, the presence in up field region of less intense signals at 1.19 ppm indicates the presence of methyl groups of rhamnose units in the polysaccharides.



**Figure 3.** <sup>1</sup>H-NMR spectra of F5<sup>th</sup> (top) and F7<sup>th</sup> (bottom) after dialysis

The work is in progress to evaluate the gelling capacity of these fraction useful to determine the possible future applications and commercial uses.

## References

- Erbing, B., Jansson, P.E., Widmalm, G., & Nimmich, W. (1995). Structure of the Capsular Polysaccharide from the Klebsiella K8 reference strain 1015. *Carbohydrate Research*, 273(1), 197–205.
- Khatib M, Giuliani C, Rossi F, Adessi A, Al-Tamimi A, Mazzola G, Di Gioia D, Marzia Innocenti M, Mulinacci N. (2017a). Bioactive Polysaccharides from By-products of the Wonderful and Laffan Pomegranate Varieties: New Insight. *Food Chemistry* 235: 58–66.
- Khatib M, Innocenti M, Giuliani C, Al-Tamimi A, Romani A, Mulinacci N. (2017b) Mesocarp and Exocarp of Laffan and Wonderful Pomegranate Varieties: By-Products as A Source of Ellagitannins. *IJFANS*. 4(2): 1- 7.
- Mohnen, D. (2008). Pectin structure and biosynthesis. *Current opinion in Plant Biology*, 11(3), 266-277.
- O'Neill M, Albersheim P and Darvill AG (1990) The pectic polysaccharides of primary cell walls. In: Dey PM (ed.) *Methods in Plant Biochemistry*, vol. 2, pp. 415–441. London: Academic Press.
- Rout, S., & Banerjee, R. (2007). Free radical scavenging, anti-glycation and tyrosinase inhibition properties of a polysaccharide fraction isolated from the rind from *Punica granatum*. *Bioresource Technology*, 98 (16), 3159–3163.
- Viuda-Martos, M., Fernández-Lóaez, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 635–654.
- Tortora K, Pietro AF, Romagnoli A, Sineo I, Khatib M, Mulinacci N, Giovannelli L, Caderni G.(2017) Pomegranate by-products in colorectal cancer chemoprevention: effects in Apc-mutated Pirc rats and mechanistic studies *in vitro* and *ex vivo*. *Mol Nutr Food Res*. 25,9, 1-19.



# BIOACTIVE QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS IN *CAPPARIS SPINOSA* L.: DETERMINATION IN ROOT AND LEAF SAMPLES FROM SAUDI ARABIA AND ITALY.

Khatib M<sup>1</sup>, Al-Tamimi A<sup>2</sup>, Pieraccini G<sup>3</sup>, Mulinacci N<sup>1,§</sup>.

<sup>1</sup>Department of Neurofarba, Nutraceutical Section, University of Florence, Via Ugo Schiff 6, Sesto Fiorentino, Florence, Italy.

<sup>2</sup>Biology Department of Ecology, Princess Noura University, Al Imam Abdullah Ibn Saud Ibn Abdul Aziz Road, Riyadh, Saudi Arabia

<sup>3</sup>Mass Spectrometry Center (CISM), Department of Health Sciences, University of Florence, Viale G. Pieraccini 6, 50139 Firenze Italy.

Khatib M.: [mohamad.khatib@unifi.it](mailto:mohamad.khatib@unifi.it)

Al-Tamimi A. : [amal.alfawaz@gmail.com](mailto:amal.alfawaz@gmail.com)

Pieraccini G.: [giuseppe.pieraccini@unifi.it](mailto:giuseppe.pieraccini@unifi.it)

<sup>§</sup>Mulinacci N.: [nadia.mulinacci@unifi.it](mailto:nadia.mulinacci@unifi.it)

Corresponding Author

## Abstract

*Capparis spinosa* L. (Capparaceae) is a perennial plant typical of the Mediterranean flora and a multipurpose plant used for curing various human ailments including gastro-intestinal problems. Quaternary ammonium compounds (QACs) have been reported as constituents of the Capparaceae family. QACs are known to play important roles in protecting proteins, nucleic acids, and cell membranes against abiotic stress. The water extraction at room temperature was suitable to recover the QACs from caper root and leaves of two proveniences. ZIC Hilic column coupled to a LTQ ion trap mass spectrometer was used to separate the QACs. The LTQ-Orbitrap spectra confirmed the presence of stachydrine, choline, glycine betaine and homostachydrine. The magnetic resonance by <sup>1</sup>H-NMR experiments is proposed to quantify the main QACs in the extracts. The highest concentration of stachydrine was observed in leaves (32.3 mg/g dry matter), three-time more abundant than the amount found in root. To the best of authors knowledge, this is the first report on the determination of QACs in root and leaves of *C. spinosa* by <sup>1</sup>H-NMR.

## Introduction

*Capparis spinosa* L. (Capparaceae) is a perennial plant originating from dry regions in west and central Asia and widely distributed in the Mediterranean basin (Trombetta *et al.*, 2005). In Saudi Arabia, *Capparis* species is found in Taif, Raudhat Khuraim, Wadi Al-Noman, Riyadh, and Khulais regions (Al-Sodany *et al.*, 2013); *C. spinosa* L. has been used for alimentary and therapeutic purposes since ancient times, as reported by several Greek and Latin authors, as Hippocrates, Aristotle, Theophrastus and Pliny the Elder (Fici and Gianguzzi, 1997). Its use has been traced back to prehistory in Syria (9th–8th mill. B.C., Tell Mureybit I–IV) and Greece (9.000–7.400 B.C., Franchti Cave), as evidenced by the presence of caper seeds and charcoals in archaeological sites (Fici, 2015). In the last years, an increasing economical importance raised on *C. spinosa*, a multipurpose plant used for curing various human ailments including gastro-intestinal problems, strangury, inflammation, anemia, liver dysfunction and rheumatism (Sher and Alyemeni, 2010). The plant is also traditionally used in Ayurvedic and Chinese medicines as emmenagogue, antispasmodic, analgesic, anthelmintic, antihaemorrhoidal, depurative, diuretic and expectorant (Sher and Alyemeni, 2010). The root extracts of *C. spinosa* contained stachydrine and were able to relieve pain related to rheumatoid arthritis and osteoarthritis in rats (Maresca *et al.*, 2016); stachydrine is used in traditional Chinese medicine to promote blood circulation and mitigate blood stasis, for treatment of rheumatism (Van Wyk *et al.*, 2002), and more

recently it was recognized as *in vitro* anticancer agent against prostatic solid tumor, in which showed a marked inhibition of the invasive capacity of malignant cancer cells (Rathee *et al.*, 2012).

The major quaternary ammonium compounds (QACs) accumulated in plants are glycine betaine,  $\beta$ -alanine betaine, stachydrine, choline-O-sulphate, hydroxyproline betaine and homostachydrine (Ashraf and Harris, 2004). QACs resulted among the principal secondary metabolites in 36 species of the Capparaceae family: stachydrine, 3-hydroxyprolinebetaine and prolinebetaine were detected in almost all these species (Delaveau P, Koudogbo B, 1973; McLean *et al.*, 1996). Several QACs are recognized as protective factors for plants against different biotic and abiotic stresses. Methylated proline has been shown to accumulate in few halophytic and non-halophytic species of Plumbaginaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Labiatae, Fabaceae, Compositae and Leguminosae (Trinchant *et al.*, 2004; Servillo *et al.*, 2005). Stachydrine is present in different plant tissues, including root, bulbs, leaf, flower and fruits of *Capparis spinosa* (K. Batanouny, 2005; Khatib *et al.*, 2016). Betaines were recognized to play an important role in protecting proteins, nucleic acids, and cell membranes against biotic stress (Trombetta *et al.*, 2005). Particularly, glycine betaine accumulated in transgenic plants, exhibited enhanced tolerance to abiotic stress and was one of the most abundant molecule in plants exposed to dehydration induced by the salinity, or to heat and cold stress (Ahmad and Prasad, 2012; Guo *et al.*, 2009; Trinchant *et al.*, 2004). The proline betaine represents a long term response to salinization in plants and the increased osmolyte content, as induced by QACs in plants, is recognized as an interesting strategy to improve the growth and yield of crops upon exposure to salinity (Slama *et al.*, 2015). Despite the numerous roles of QACs in plants, poor attention has been addressed to these metabolites in *Capparis spinosa* root and leaves until today.

Aim of this work was to improve the knowledge on the QACs in leaves and roots samples of *Capparis spinosa* harvested in Saudi Arabia and South of Italy. Water extraction was applied to recovery QACs, the qualitative screening was carried out by HPLC-MS, using the ZIC Hilic column suitable for the separation of these small polar compounds; the MS/MS analyses were applied to confirm the presence of the minor QACs and proton NMR experiments were applied to quantify the two main QACs in all the extracts.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Leaves and roots of caper

The root and leaves of *Capparis spinosa* was air-dried and crushed to small piece and powdered about 1 kg of powdered plant materials for each sample. The roots and leaves of *Capparis spinosa* L. (Capparaceae) were collected from Raudhat Khuraim and Rumah, province of Riyadh Saudi Arabia, from Stromboli of Sicily, in Italy. The samples were authenticated by Dr. Jacob Department of Botany and Microbiology of King Saud University.

### 2.2. Chemicals and reagents

Choline chloride (>99%) was purchased from Sigma Aldrich (Milan, Italy). Stachydrine hydrochloride was purchased from Extrasynthese Company (Lyon area, France). Maleic acid (98%) was from Merck - Milano, Italy, and all other reagents and solvents were purchased from Sigma Aldrich.

### 2.3. Water extraction

All the extractions have been done using a fine powdered whole root or leaves, with the same matter/solvent ratio of 1g/30mL with 0.2% HCOOH in one or two successive steps. The water extract was prepared at room temperature after stirring for 24 hrs; the extract was then filtered and the obtained solution was dried by rotavapor. The dry extracts were re-dissolved in known volumes of ethanol/water (3:7, v/v) with 0.2 % HCOOH, and centrifuged at 14000 rpm for 2 min before the chromatographic analysis. The same samples analyzed by HPLC were also dissolved in known volumes of D<sub>2</sub>O for obtaining their proton NMR spectra.

### 2.4. HPLC-MS analyses

The samples were analyzed by HPLC-MS using a Surveyor HPLC coupled to a LTQ ion trap mass spectrometer, equipped with an Ion Max ESI interface (Thermo Scientific, Bremen, Germany). The chromatographic separation was done using a SeQuant ZIC-pHILIC column, 100×2.1 mm, 5  $\mu$ m (Merck, Germany); A and B mobile phases were LC-MS grade (water and acetonitrile, respectively) both containing 10 mM ammonium acetate and 0.1% acetic acid. The gradient elution profile was as follows: time 0 min, B 97%, time 2 min B 97%, time 14 min, B 75%, time 16 min, B 50%, time 17, B 50%, then the system

returned to the initial composition with 10 min of reconditioning time. Flow rate was 0.25 mL/min, column oven temperature 25 °C. The samples were diluted with acetonitrile and the injection volume was 4 µL.

### 2.5. Analyses by LTQ orbitrap mass spectrometer

The samples were analysed by direct infusion using a high resolution hybrid mass spectrometer LTQ Orbitrap (Thermo Scientific). A solution of the sample was infused in the ESI interface at 5 µL/min; full scan and MS/MS spectra were recorded in positive ion mode optimizing the capillary voltage, the tube lens voltage and the collision energy for each m/z signal of interest. Other interface parameters were as follows: sheath gas 22, auxiliary gas 5, and sweep gas 2 (arbitrary units), spray voltage 4.5 kV, capillary temperature 290 °C. Spectra were acquired in full scan mode in the range from 65 to 750 m/z. The Orbitrap was operating at 100000 resolution (FWHM) at m/z 400. Data acquisition and analysis were performed using the Xcalibur software (ver. 2.0.7).

### 2.6. Quantitation by <sup>1</sup>H-NMR

A 400 MHz instrument Advance 400 (Bruker, Bremen, Germany) was used to carry out the proton NMR experiments for the quantitative determination of stachydrine and choline in the aqueous extracts. Each dry extract was redissolved in D<sub>2</sub>O at a concentration ranging between 13 and 24 mg/mL. These samples were added with known amount of maleic acid (purity grade 98%) used as internal standard; its final concentration was 0.81 mg/mL. At least three independent proton experiments were performed for each sample. The quantitative evaluation was done by the integration of the signals related to the methyl groups of stachydrine at 3.202 and 3.012 ppm, while for choline was chosen the singlet at 3.13 ppm; the signal of maleic acid at 6.24 ppm was used as internal reference. According to our previous work (Eurolabs, 2014), the calculation were done applying the following formulas :

$$Stach(\%) = \frac{I_{Stach}}{I_{mal}} \times \frac{N_{Sta}}{N_{Stach}} \times \frac{M_{Stach}}{M_{Mal}} \times \frac{m_{Mal}}{m_{sample}} \times P_{Mal}$$

$$Chol(\%) = \frac{I_{chol}}{I_{mal}} \times \frac{N_{Sta}}{N_{chol}} \times \frac{M_{chol}}{M_{Mal}} \times \frac{m_{Mal}}{m_{sample}} \times P_{Mal}$$

IMal, integral of the two protons of ISD

IStach, total integral of the two methyl groups

Chol (%), choline concentration on the sample

Ichol, total integral of the three methyl groups.

The integral value of the two protons of maleic acid (ISTD) was 1.

MStach, Mchol and MMal, molecular weights of stachydrine, choline and maleic acid respectively

mMal, msample, weight of maleic acid and sample respectively

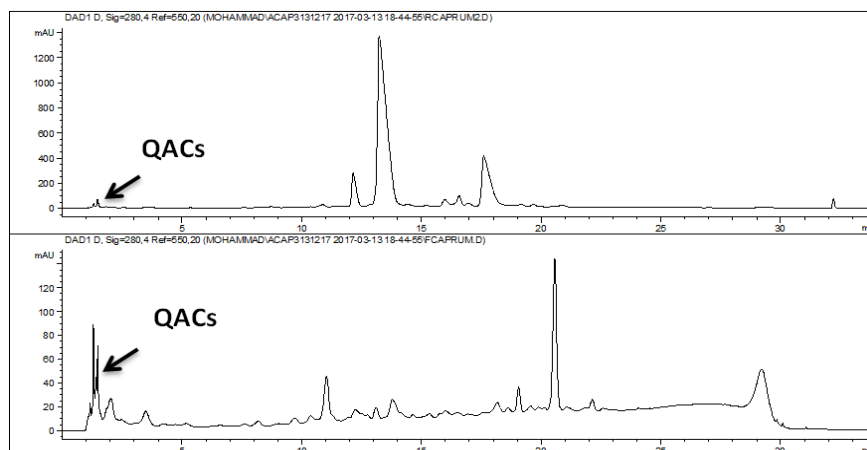
PMal, purity grade of Maleic acid

NMal(two protons), NChol(nine protons), NStach (six protons) Number of protons in the functional group.

## 3. Results and discussion

### 3.1 HPLC-DAD/MS analyses

To obtain a more complete picture on these polar ammonium compounds as stachydrine, choline, glycine betaine and homostachydrine together with spermidine, a water extraction at room temperature was applied. To investigate on the whole composition of the water extracts obtained from root and leaves, a first analysis by HPLC-DAD on a reverse phase column at different wavelengths was carried out. In Figure 1 is reported one of these profiles

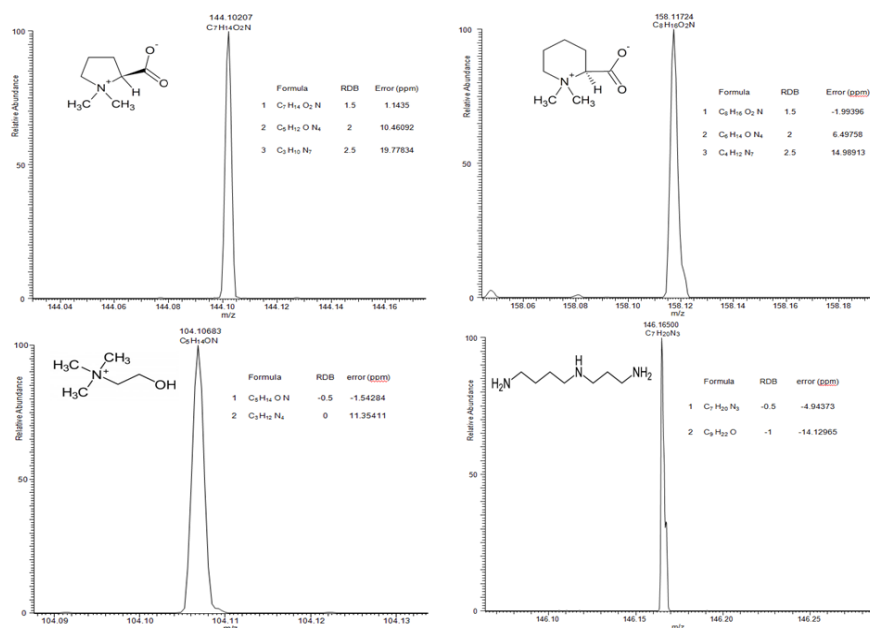


**Figure 1.** Chromatographic profiles at 280 nm on RP-18 Fusion column of the water extracts from **R-R** (roots, top) and **L-R** (leaves, bottom). The caption of Table 1 reports the origin of the samples.

Because these highly polar QACs were poorly retained using a C18 Fusion column, pointing out a negligible interaction with the stationary phase even at high water content (98%) in the elution phase, a polar column as ZIC Hilic was chosen to analyse the QACs by HPLC-MS. In this work, the ZIC Hilic column coupled to a LTQ ion trap mass spectrometer has proven to be a valuable analytical tool to separate the polar and small QACs of caper. The direct analysis of the extracts and the characterization of the main compounds was possible by direct infusion of the extract in the ESI source of a high resolution mass spectrometer, the LTQ orbitrap. As shown in Figure 2, the use of this analyzer allowed to confirm the presence of stachydrine, choline, glycine betaine, spermidine and homo-stachydrine by detecting the corresponding molecular ions with a mass error lower than 2.5 ppm for the first formula (the best match). The comparison of the recorded isotopic profile with the theoretical one was also evaluated; MS/MS spectra were recorded to improve the reliability of the identification, when the corresponding chemical standard was not available.

The chromatographic separation obtained by using the ZIC Hilic column for the pool of QACs allowed to confirm their presence in all the samples, by the extracted ion profiles obtained from the water extract of leaves from Stromboli and South-Italy (L-St), with the corresponding four main QACs separated on the ZIC Hilic column. The signal intensities indicated a very different concentration of these ammonium quaternary compounds in the samples. As expected, the highest value was for stachydrine at 144.1 m/z (peak height 1.24E7), while lower intensities were obtained for choline at 104.1 m/z (1.90E6) and homostachydrine at 158.1 m/z (2.01E6). By the MS screening it was possible to highlight what QACs were present at higher concentration, and therefore suitable for quantification by proton NMR analysis. The presence of these QACs was also confirmed by HR-MS analysis (data not shown).

Regarding the quantitation the HPLC-DAD was not selected because of its low specificity due to the absence of suitable chromophores in these QACs. The choice of the best analytical approach between <sup>1</sup>H-NMR and HPLC-MS strictly depends on the relative concentration of the target QACs. In this work the proton NMR was chosen to measure the two principal QACs: stachydrine and choline.



**Figure 2.** Molecular ion profiles of four QACs detected in the L-St sample, (ZIC Hilic column). From top to bottom, the following compounds are detected: choline at 104.1 m/z; spermidine at 145.3 m/z; stachydrine at 144.1 m/z; homo-stachydrine at 158.1 m/z.

### 3.2 Quantitation by <sup>1</sup>H-NMR

According to our previous paper on caper root (Khatib *et al.*, 2016), the proton NMR was selected as suitable technique to quantify these two ammonium quaternary compounds in leaf and root extracts. The pure standards, stachydrine and choline, were used to confirm the ppm value attributable to the methyl groups selected for quantitation, and maleic acid was used as internal standard (ISTD) because its singlet at 6.24 ppm did not interfere with the sample signals.

Comparing the proton spectra of root and leaf aqueous extracts, we had a lucky case in which three factors allow a relatively easy determination by NMR: a high content of the target molecules, well resolved signals of methyl groups used for quantization, and no-interference with the singlet of the ISTD. Glycine betaine, spermidine, homo-stachydrine, detected by MS analyses, were not valuable because their signals were not visible in the proton NMR spectra of the extracts, due to their low concentration.

Samples	Origin	stachydrine (mg/g DM)	choline (mg/g DM)
L-R	Rumah (SA)	32.30±1.34	0.95±0.07
L-RK	Raudhat Khuraim (SA)	30.61±2.23	1.15±0.03
L-S	Stromboli (Italy)	20.19±0.84	0.66±0.03
R-R	Rumah (SA)	10.42±0.91	0.36±0.01
R-RK	Raudhat Khuraim (SA)	12.50±1.09	0.48±0.02
R-S	Stromboli (Italy)	10.54±0.73	0.30±0.02

**Table 1.** Stachydrine and choline amounts in dry leaves (L) and dry roots (R) from the two provenances (DM, dry matter). Data are the mean of three independent proton NMR experiments.

As pointed out in Table 1, the concentration of stachydrine and choline in the two tissues is considerably different, mainly depending by the corresponding extraction yields; the highest concentration of stachydrine was measured in the leaves of L-Ru sample, with 32.3 mg/g, an amount at least three-time higher than that

found in the corresponding root. Almost the same trend was highlighted for choline with a max value of 1.15 mg/g DM in L-RK sample, and lower amount in the related root (0.48 mg/g DM).

## References

- Ahmad, P., Prasad, M.N. V., 2012. Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change. *Environ. Adapt. Stress Toler. Plants Era Clim. Chang.* 1–515.
- Al-sodany, Y.M., Bazaid, A., Mosallam, H.A., 2013. *Medicinal Plants in Saudi Arabia* : I . Sarrwat Mountains at Taif , KSA 6, 134–145. doi:10.5829/idosi.ajps.2013.6.4.1115
- Ashraf, M., Harris, P.J.C., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.* 166, 3–16.
- Delaveau P, Koudogbo B, . Pousset J.L, 1973. Alcaloides chez les Capparidaceae., *Phytochemistry* 12, 2893–2895.
- EuroLabs, T.R., 2014. EUROLABS Technical Report No. 01/ 2014 May 2014. EuroLabs 1–20.
- Fici, S., Gianguzzi, L., 1997. Diversity and conservation in wild and cultivated *Capparis* in Sicily 437–443.
- Fici, S., 2015. A taxonomic revision of the *Capparis spinosa* group (Capparaceae) from eastern Africa to Oceania. *Phytotaxa* 203, 24–36
- Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S., Bai, G., Li, R., Von Korff, M., Varshney, R.K., Graner, A., Valkoun, J., 2009. Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage. *J. Exp. Bot.* 60, 3531–3544.
- K. Batanouny, ; L. Drissamnauer, 2005. *Capparis spinosa* L., *J.A. Guid. to Med. Plants North Africa* 71–74.
- Khatib, M., Pieraccini, G., Innocenti, M., Melani, F., Mulinacci, N., 2016. An insight on the alkaloid content of *Capparis spinosa* L. root by HPLC-DAD-MS, MS/MS and 1H qNMR. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 123, 53–62.
- Maresca, M., Micheli, L., Di Cesare Mannelli, L., Tenci, B., Innocenti, M., Khatib, M., Mulinacci, N., Ghelardini, C., 2016. Acute effect of *Capparis spinosa* root extracts on rat articular pain. *J. Ethnopharmacol.* 193, 456–465.
- McLean, W.F.H., Blunden, G., Jewers, K., 1996. Quaternary ammonium compounds in the Capparaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* 24, 427–434.
- Permender Rathee , Dharmender Rathee, D.R.& S.R., 2012.: In vitro anticancer activity of stachydrine isolated from *Capparis decidua* on prostate cancer cell lines *Natural Product Research* .37–41.
- Pharmacopoeia, C.-, 1998. Ministry of Public Health, Standard of Uygur drug, Drug Standard of Ministry of Health of the People' Republic of China (p.80). Xinjiang: Technology and Public Health Press.
- Servillo, L., Giovane, A., Balestrieri, M.L., Ferrari, G., Cautela, D., Castaldo, D., 2012. Occurrence of pipercolic acid and pipercolic acid betaine (homostachydrine) in Citrus genus plants. *J. Agric. Food Chem.* 60, 315–321.
- Sher, H., Alyemeni, M., 2010. Ethnobotanical and pharmaceutical evaluation of *Capparis spinosa* L, validity of local folk and Unani system of medicine. *J. Med. Plants Res.* 4, 1751–1756.
- Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T., Savouré, A., 2015. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Ann. Bot.* 115, 433–447.
- Trinchant, J.-C., Boscari, A., Spennato, G., Van de Sype, G., Le Rudulier, D., 2004. Proline betaine accumulation and metabolism in alfalfa plants under sodium chloride stress. Exploring its compartmentalization in nodules. *Plant Physiol.* 135, 1583–94.
- Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N.A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F., 2005. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phyther. Res.* 19, 29–33.
- Van Wyk, B, Van Oudshoorn, B. and Gericke, N., 2002. *Medicinal Plants of South Africa*. Pretoria Briza Publ. ISBN-1-875093095.

## Characterization of Marsa Matrough figs (flesh and pulp and jam): evaluation of polyphenols, anthocyanins and antiradical activity

Vignolini P.<sup>1</sup>, Fiume P.<sup>2</sup>, Virtuosi I.<sup>2</sup>, Di Terlizzi B.<sup>2</sup>; Heimler D.<sup>3</sup> and Romani A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Firenze (Italy), Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "Giuseppe Parenti" DiSIA, Laboratorio Phytolab - Polo Scientifico e Tecnologico

<sup>2</sup>CIHEAM, Istituto di Agronomia Mediterranea, Via Ceglie, 9, 70010 Valenzano (BA), Italy.

<sup>3</sup>PIN S.c.r.l.- Servizi Didattici e Scientifici per l'Università di Firenze, Piazza G. Ciardi, 25, Prato

[pamela.vignolini@unifi.it](mailto:pamela.vignolini@unifi.it)

[paolo.fiume@libero.it](mailto:paolo.fiume@libero.it)

[virtuosi@iamb.it](mailto:virtuosi@iamb.it)

[daniela.heimler@unifi.it](mailto:daniela.heimler@unifi.it)

[annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

### ABSTRACT

The identification of polyphenols and anthocyanins and the determination of the antiradical activity in the fig (flesh and pulp) of Marsa Matrough was evaluated. Furthermore, an innovative jam production chain, suited to the climate and to the general condition of the region, has been developed within local population and the nutritional characteristics, polyphenol content, and antiradical activity of jam samples has been determined.

### INTRODUCTION

Fig (*Ficus carica* L.) is a deciduous tree of the Moraceae and is recognized as one of the oldest fruits along with apple and grape. The fruits of fig are eaten raw and are processed into some products such as dry fruit and jam, whereas fig leaves have been used in folk medicine or as materials for Chinese medicine. Figs are intensively cultivated in semi-arid climate in the Mediterranean area. In Egypt, notwithstanding the many possibilities of its adaptation to the climate, its cultivation follows traditional agriculture techniques. Figs are generally fresh consumed; however, they exhibit a very short post-harvest life especially in the semi-arid Mediterranean regions.

In Egypt several fig cultivars are planted in different areas (North coast, Sinai, oases and South of Egypt). Some of these cultivars were introduced from ancient time to Egypt and vegetative propagated, rendering, therefore, the distinction among the different cultivars difficult (Sabet N. et al., 2013). The fig trees growing in the Marsa Matrouh area are bush-shaped, with a low scaffolding at the soil level, with 4-5 branches often forming a large irregular canopy. The spacing is large and irregular with high planting density in wadi or in irrigated areas. Notwithstanding the warm weather throughout most of the year with temperatures frequently exceeding 40 °C during the day and the low rainfall, most trees show a good vegetative and also productive state. The trees belong to the Sultany variety, which is one of the most common and widely spread in Egypt. The figs are of the common type with red-violet skin, deep red pulp, late ripening. Figs are low in sodium and have no fat or cholesterol, and their functional food properties include significant amounts of vitamins, amino acids, sugars, and antioxidant compounds (Solomon A. et al., 2006). The richness of a fig's nutrient contents depends on the cultivar that produces it. The black- and purple-fruited cultivars have 2-fold greater total antioxidant capacity, 15-fold greater total anthocyanins, and 2.5-fold greater total phenolics than green- and yellow-fig cultivars (Çalışkan O. et al. 2011). Phenolic compounds are distributed in fruits and vegetable and their importance grew in the last years especially for the increased antiradical and antioxidant activity that has been associated to the presence of hydroxycinnamic acid and flavonols. In fact polyphenols play a role in contrasting oxidative stress, which has been identified as cause of aging and various human diseases (Dudonné S. et al., 2009). In fig fruits and flesh, polyphenols have been characterized in the case of many cultivars (Solomon A. et al., 2006, Veberic R. et al., 2008, Del Caro A. et al. 2008, Vallejo F. et al., 2012, Russo F. et al., 2014). The lipid oxidation is a well-known factor responsible for atherosclerosis. Epidemiological studies have correlated diets rich in fruits and vegetables with a low incidence of coronary heart disease, and several researches have been stimulated on the antioxidant properties of biomolecules in fruits, vegetables and their processed products (juice, jam) (Dai Q. et al., 2006, Silva et al., 2004, Mellano et al., 2010). A healthy and regular diet, respectful of traditional recipes, using only territorial food, can be

guaranteed choosing from the market a series of products naturally strengthened in metabolites of biological interest. Typical agricultural and food goods often represent added value products for a specific geographical area, as a part of the culture of food, related to the history and the environment, that overcome the simple nutritional function, and face the increasingly demand of discerning consumers, particularly mindful to the protection of their own health (Romani A. et al., 2006). The food demand is increasingly influenced by considerations related to the health and natural foods, requiring higher levels of quality, safety, certification, traceability and product recall. The significance of "quality", then, includes several aspects, closely related to each other, the main of which are: nutritional or functional properties, commercial quality and technological safety.

The aim of this research is the identification of polyphenols and anthocyanins and the determination of the antiradical activity in the fig (flesh and pulp) of Marsa Matrouh. Furthermore, an innovative jam production chain, suited to the climate and to the general condition of the region, has been developed within local population and the nutritional characteristics, polyphenol content, and antiradical activity of jam samples has been determined.

## MATERIAL AND METHODS

Samples were collected during June 2015 within *Matrouh Rural Development Project*; the fruits (6 units) were manually peeled and the skin separated from the pulp.

### Extraction

15 g of fig skin, 50 g of pulp, and 2 g of jam were extracted with 50 mL of 70% ethanol, adjusted to pH 2 with formic acid overnight and then filtered to eliminate residues.

**HPLC/DAD Analysis.** Analyses of flavonols, hydroxycinnamic acids and anthocyanins were carried out using an HP 1100L liquid chromatograph equipped with a DAD detector and managed by an HP 9000 workstation (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). Compounds were separated by using a 250 × 4.6 mm i.d, 5 µm LUNA C18 column (Phenomenex, USA). UV/Vis spectra were recorded in the 190-600 nm range and the chromatograms were acquired at 250, 280, 330, 350 and 520 nm. The samples were analyzed by gradient elution at a flow rate of 0.8 ml/min. The mobile phase was a multi-step linear solvent gradient system, starting from 95% H<sub>2</sub>O (adjusted to pH 2 by HCOOH) up to 100% CH<sub>3</sub>CN in 53 min.

**HPLC-TOF Analysis.** The HPLC system was interfaced with an Agilent TOF MS equipped with an ESI source (Agilent Corp, Santa Clara, CA, USA). The TOF/MS analysis worked using full-scan mode and the mass range was set to *m/z* 100–1500 in both positive and negative modes. The conditions of the ESI source were as follows: drying gas, high purity nitrogen (N<sub>2</sub>); drying gas temperature, 350°C; drying gas flow-rate, 6 L/min; nebulizer, 20 psi; capillary voltage, 4000 V (negative) 4000 V (positive); fragmentation, 80-150 V, and skimmer, 60 V. The acquisition and

**Identification and quantification of individual compounds.** The identity of polyphenols was ascertained using data from HPLC-DAD and HPLC-TOF analyses, by comparison with bibliographic data and combination of retention times, UV/Vis and mass spectra with those of authentic standards. The quantification of individual polyphenolic compounds was performed directly by HPLC-DAD using a five-point regression curve ( $r^2 \geq 0.998$ ) in the range of 0-30 µg on the basis of authentic standards. In particular, flavonols like the quercetin derivatives were determined at 350 nm using quercetin 3-*O*-glucoside as a reference compound, hydroxycinnamic acid derivatives were determined at 330 nm using chlorogenic acid as the reference compound, while anthocyanins were determined at 520 nm using oenin as reference compound. In all cases, actual concentrations of the derivatives were calculated after applying corrections for differences in molecular weight. Each sample was analyzed in triplicate, so as to express the analytical results as an average.

**Antiradical activity.** Free radical scavenging activity was evaluated with the DPPH• (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical) assay. The antiradical capacity of the sample extracts was estimated according to the procedure reported by Brand-Williams, 1995, and slightly modified. Two mL of the sample solution, suitably diluted with ethanol, was added to 2 mL of an ethanol solution of DPPH• (0.0025g/100mL) and the mixture kept at room temperature. After 20 min, the absorption was measured at 517 nm with a Lambda 25 spectrophotometer (Perkin-Elmer) versus ethanol as a blank. Each day, the absorption of the DPPH• solution was checked. The antiradical activity is expressed as IC<sub>50</sub>, the antiradical dose required to cause a 50% inhibition. IC<sub>50</sub> was calculated plotting the ratio:  $(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}} / A_{\text{blank}}) \times 100$ , where  $A_{\text{blank}}$  is the absorption of the DPPH• solution and  $A_{\text{sample}}$  is the absorption of the DPPH• solution after addition of the sample, against the concentration of the sample. IC<sub>50</sub> is expressed as mg sample /mg DPPH•.



**Fig jam manufacturing.** After fig washing and figs necks removing, for 1 kg fruit, 600 g sugar, 3 g citric acid, and 5 g pectin were added. The mixture was heated and boiled for about 20 minutes.

## RESULTS AND DISCUSSION

Flavonoids and anthocyanins were identified according to their MS fragmentation pattern (Table 1).

**Table 1:** Main fragmentation pattern of identified compounds in fig skin and pulp

	[M-H] <sup>+</sup> m/z	fragment m/z	[M-H] <sup>-</sup> m/z	fragment m/z
<b>anthocyanins</b>				
cyanidine glycoside				295
cyanidine-3-rutinoside	595	449	593	295
<b>flavonoids</b>				
apigenin xilosyl glucoside	565		563	431
quercetin rutinoside	611	465-303	609	
quercetin glucoside	465	303	463	
kaempferol derivative	595	287	549	
quercetin derivative	595	549	551	303

Table 2 reports the quali-quantitative data of fig skin and pulp.

**Table 2:** Anthocyanins, flavonoids, and hydroxycinnamic acid content (mg/kg, fresh weight) of skin and pulp.

	PULP	SKIN
<b>flvonoids</b>		
flavonoid	-	7.67
apigenin xilosyl glucoside	-	16.46
quercetin rutinoside	-	434.16
quercetin glucoside	-	44.10
kaempferol derivative	-	11.98
quercetin derivative	-	79.26
<b>TOTAL</b>	-	<b>593.64</b>
<b>anthocyanins</b>		
Cyanidine glycoside	0.82	5.07
Cyanidine-3-rutinoside	32.06	125.12
<b>TOTAL</b>	<b>32.88</b>	<b>130.23</b>
<b>HYDROXYCINNAMIC ACIDS</b>		
<b>TOTAL (caffeic acid derivatives)</b>	<b>2.10</b>	<b>27.48</b>

As already pointed out, phenolic content was substantially higher in the skin than in the pulp and total content was of the same magnitude order than what previously found (Solomon A. et al., 2006, Del Caro A. et al. 2008, Vallejo F. et al., 2012, Russo F. at al., 2014). Hydroxycinnamic acids could not be identified; however all of them (4 compounds) are caffeic acid derivatives and their total amount was evaluated as caffeic acid content.

In table 3 the nutritional parameters of figs jam are reported

**Table 3:** Main nutritional parameters of fig jam.

Citric acid	2.790 ± 0.3410	g/100g
Malic acid	0.080 ± 0.011	g/100g
Humidity	44.26 ± 0.38	g/100g
Proteins	0.58 ± 0.07	g/100g
Fats	0.16 ± 0.04	g/100g
Ashes	0.41 ± 0.01	g/100g
Carbohydrates	51.49 ± 0.60	g/100g
Energetic value	914 ± 8	kJ/100g
Sodium	0.009 ± 0.004	g/100g (as NaCl)
Saturated fat acids	0.04 ± 0.01	g/100g
High molecular fraction alimentary fiber	3.10 ± 0.46	g/100g
Fructose	6.28 ± 0.41	g/100g
Glucose	7.43 ± 0.55	g/100g
Sucrose	35.1 ± 3.4	g/100g

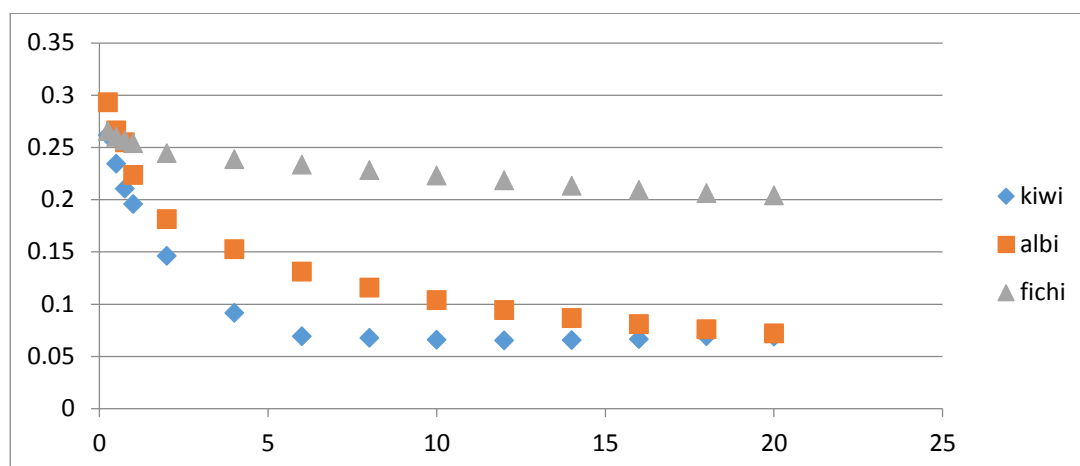
In the all jam samples, the following classes of polyphenols were identified: caffeic acid derivatives, flavonols and catechins; the compounds were quantified using chlorogenic acid, quercetin 3-O-glucoside, kaempferol 3-O-glucoside and catechin as references compounds. Table 4 reports the quantitative data of fig jam compared to commercial jams.

**Table 4:** hydroxycinnamic acid derivatives, catechins, flavonoids, and total polyphenols content (mg/g) of fig, apricot and kiwi jams. n.d. = not determined

jam	Hydroxycinnamic acid derivatives	Catechins	Flavonoids	Total polyphenols
Fig	n.d.	n.d.	0.01	0.01
Kiwi, plums, dog rose and hawthorn	0.27	n.d.	0.34	0.61
Apricot	0.08	0.20	0.03	0.31

The kinetics of the reduction of the DPPH radical is showed in Figure 1, in order to compare the efficiency of the individual extracts in quenching the stable DPPH radical.

Figure 1. kiwi= kiwi, plums, dog rose and hawthorn jam, albi= apricot jam, fichi= fig jam



From the figure it comes out that according to the polyphenols low content of fig jam, the antiradical activity is the lowest. The collected data can be a suitable base for the definition of commercial quality, and nutritional/functional properties of processed food containing fruit, spices and officinal plants.

The activities were carried out as part of the project of international cooperation between *CIHEAM, Istituto di Agronomia Mediterranea* research (BA) and the University of Florence entitled “Valorization And Molecular Identification Of Some Fig Varieties In *Marsa Matrouh*area.»

## REFERENCES

- Brand-Williams W., Cuvelier M. E. and Berset C., Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 28,25-30 (1995)
- Çalışkan O., Polat A. A., Effects of genotype and harvest year on phytochemical and fruit quality properties of Turkish fig genotypes, *Sci. Hort.* 2011, 128: 473-478.
- Dai Q, Borenstein AR, Wu Y, Jackson JC, Larson EB. Fruit and vegetable juices and Alzheimer's disease: the Kame Project. *Am. J. Med.*, 2006, 119: 751–759.
- Del Caro A. and Piga A., Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.), *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, 226: 715-719.
- Dudonné S, Vitrac X, Coutière P, Woillez M, Mérillon JM., Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J. Agric. Food Chem.*, 2009, 57: 1768–1774.
- Mellano M.G. et al., *Alimenti Funzionali*, II 2010.
- Romani A., Vignolini P., Isolani L., Ieri F., † and Heimler D., HPLC-DAD/MS Characterization of Flavonoids and Hydroxycinnamic Derivatives in Turnip Tops (*Brassica rapa* L. Subsp. *sylvestris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54: 1342-1346.
- Russo F., Caporaso N., Paduano A., Sacchi R., Phenolic Compounds in Fresh and Dried Figs from Cilento (Italy), by Considering Breba Crop and Full Crop, in Comparison to Turkish and Greek Dried Figs, *J. Food Sci.*, 2014, 79: C1278-C1284.
- Sabet Nabil A. Mustafa and Mohamed Abou-Ellai, Genetic Discrimination of Egyptian Fig Cultivars Revealed by RAPD Fingerprints, *Int. J. Agric. Res.*, 2013, 8: 17-25.
- Silva B.M., Andrade Paula B., Valentão P., Ferreres F., Seabra R. M., and Ferreira M.A., Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity, *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52: 4705–4712.
- Solomon Anat, Golubowicz Sara, Yablowicz Zeev, Grossman Shlomo, Bergman Margalit, Gottlieb Hugo E., Altman Arie, Kerem Zohar, and Flaishman Moshe A., Antioxidant Activities and Anthocyanin Content of Fresh Fruits of Common Fig (*Ficus carica* L.), *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54: 7717-7723.
- Vallejo F., Marín J.G., Tomás-Barberán F.A., Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica* L.) *Food Chem.* 130 (3), 2012, pp. 485-492
- Veberic R., Colaric M., Stampar F., Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region, *Food Chem.*, 2008, 106: 153-157.

# POLYPHENOL AND VOLATILE COMPOUNDS IN KIWIFRUIT (*ACTINIDIA DELICIOSA*) BALSAMIC VINEGAR AND DERIVATIVE PRODUCTS

Ieri Francesca<sup>1,2</sup>, Vignolini Pamela<sup>1</sup>, Villanelli Fabio<sup>2</sup>, Calamai Luca<sup>3</sup>, Romani Annalisa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni “G. Parenti” (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI).

<sup>2</sup>QuMAP Laboratory, PIN Polo Universitario Città di Prato.

<sup>3</sup>DISPAA- University of Florence.

Calamai L.: [luca.calamai@unifi.it](mailto:luca.calamai@unifi.it)

Ieri F.: [francesca.ieri@unifi.it](mailto:francesca.ieri@unifi.it) (\*Corresponding Author)

Romani A.: [annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

Villanelli F.: [fvillanelli@yahoo.it](mailto:fvillanelli@yahoo.it)

Vignolini P.: [pamela.vignolini@unifi.it](mailto:pamela.vignolini@unifi.it)

**Keywords:** Polyphenols, volatile compounds, analytical methods for assessing food quality, innovative foods

## SOMMARIO

I kiwi contengono elevate quantità di antiossidanti benefici per la salute. L'aceto e nello specifico l'acido acetico in esso contenuto ha mostrato interessanti effetti metabolici ed effetti favorevoli sui fattori di rischio cardiovascolare. In questo lavoro sono stati studiati alimenti innovativi che combinano kiwi e aceto. Sono stati analizzati mediante HPLC/DAD, HPLC-MS/TOF, GC-MS e 2DGC-MS/TOF un aceto balsamico di kiwi di 3 anni (invecchiato in una botte di vetro) e di 8 anni (affinato in botti di rovere) (brevetto RM2014A000521), un giovane aceto di kiwi, una glassa a base di aceto di kiwi ed una marmellata di aceto di kiwi.

## SUMMARY

Kiwifruit contains high amounts of anti-oxidants beneficial to health. Vinegar/acetic acid showed interesting metabolic effects and favorable effects on cardiovascular risk factors. In this work innovative foods combining kiwi and vinegar were studied. A kiwi balsamic vinegar 3 years old (glass barrel aged) and 8 years old (aged in oak barrels) (Patent RM2014A000521), a young kiwi vinegar, a kiwi vinegar glaze and a kiwi vinegar jam, were analysed by HPLC/DAD, HPLC-MS/TOF, GC-MS and 2DGC-MS/TOF.

## INTRODUCTION

The kiwifruit is the edible berry of several *Actinidia* species. Kiwifruit contains high amounts of anti-oxidants beneficial to health. Hydroxycinnamic acids, procyanidins, and quercetin glycosides were the main polyphenol classes detected by HPLC–DAD–ESI/MS in the kiwifruit skin (Pinelli et al, 2013). Pulp raw extracts led to the isolation of caffeic acid glucosyl derivatives and coumarin glycosides in addition to the above compounds (Fiorentino et al, 2009). The main component of vinegar is acetic acid, which gives vinegar its sour taste and pungent smell. Additional components in vinegar include other organic acids amino acids, peptides, vitamins, mineral salts, and polyphenolic compounds (e.g., catechin, caffeic, ferulic acid). In recent decades, there has been increasing interest in the metabolic effects of vinegar (Petsiou et al, 2014). The majority of clinical studies have demonstrated that vinegar/acetic acid can beneficially affect glucose metabolism in healthy subjects and in patients with insulin resistance or diabetes mellitus. Vinegar has also been shown to protect from lipid accumulation in liver and skeletal muscle (Petsiou et al, 2014). There is some evidence supporting the favorable effects of vinegar on cardiovascular risk factors, such as hyperglycemia, hyperinsulinemia, hyperlipidemia, and obesity.

Innovative foods, a kiwi balsamic vinegar 3 years old (glass barrel aged) and 8 years old (aged in oak barrels) (Patent RM2014A000521) were analysed by HPLC/DAD, HPLC-MS/TOF, GC-MS and 2DGC-MS/TOF. A young kiwi vinegar and two product obtained by its processing, in particular a glaze and a jam, were also analysed.

## MATERIALS AND METHODS

HPLC-DAD-MS analyses were carried out using an HP 1100L liquid chromatograph equipped with a DAD detector (Agilent Corp, Santa Clara, CA, USA). Compounds were separated by using a 150x4.6 mm i.d, 5 µm LUNA C18 column (Phenomenex, USA) (Romani et al, 2016). The HPLC system was interfaced with an Agilent TOF MS equipped with an ESI source. The TOF/MS analysis worked using full-scan mode and the mass range was set to m/z 100–1500 in both positive and negative modes (Romani et al, 2016). The acquisition and data analysis were controlled using Agilent LC-MS TOF Software (Agilent, USA).

Vinegar samples were diluted five times and put in a 20 ml vial with NaCl and analyzed by SPME-GC-MS and by SPME-GC×GC-TOF-MS. SPME-GC-MS: the profile of VOCs was determined by absorption of VOCs at 25°C (for 20-min) on a trivalent fiber Carboxen PDMS DVB 2 cm, followed by desorption at 280°C and, then, analysis by GC/MS. An Agilent 7890 a GC equipped with a 5975C MSD was used. The analyte separation was achieved with a column Agilent DB InnoWAX 50m, 0.20 µm id, 0.40 µm df. Chromatographic conditions were: initial temperature 40°C for 0,5 min, then 6°C min<sup>-1</sup> up to 260°C. This temperature was maintained for 1 min. SPME-GC×GC-TOF-MS: the SPME conditions were the same of GC analysis. GC×GC analyses were carried out on an SRA-Agilent GC-MS 7890B, with GC 2D system, coupled to an TOF-DS Markes detector. The analyte separation was achieved with a HP-5MS UI column coupled with a InnoWAX column. A tentative compounds identification was performed by comparing Mass spectra of each peak with those reported in mass spectral databases.

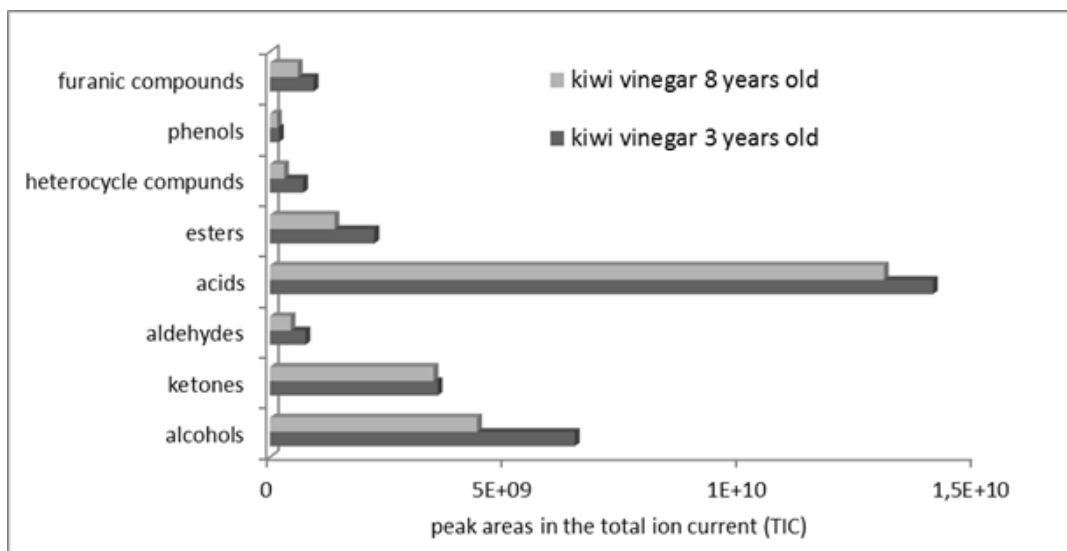
## RESULTS AND DISCUSSION

HPLC/MS analysis showed the presence of gallic acid with quasi molecular ion m/z 169 [M-H]<sup>-</sup> and protocatechic acid with quasi molecular ion m/z 153 [M-H]<sup>-</sup> and fragment ion m/z 109 [M-44]<sup>-</sup> corresponding to the loss of the -CO<sub>2</sub> group and quinic acid m/z 191 [M-H]<sup>-</sup>. A peak showing a quasi molecular ion m/z 109 [M-H]<sup>-</sup> was hypothesized to be a dihydroxybenzene. Quantitative data, determined at 280 nm using gallic acid as reference compound, evidenced an higher content of secondary metabolites in the 8 years old vinegar (1146.1 mg/L) respect to the 3 years old (330.2 mg/L). Data of single compounds are shown in Table 1.

- Table 1: kiwi vinegars quantitative data, expressed as mg/L as a mean of three determination, RSD<5%.

	3 years old mg/L	8 years old mg/L
Gallic acid	2.4	182.0
Protocatechic acid	234.1	950.5
Peak m/z 110	93.7	13.6

It is worth noting that the 3 years old sample showed the higher number of volatile compounds (VOCs). In the Figure 1 identified VOCs are grouped in subclasses. In particular alcohols, ketones, aldehydes, acids, esters, heterocyclic compounds, phenols and compounds with a furanic group are present.



• Figure 1: VOCs subclasses of kiwi vinegars.

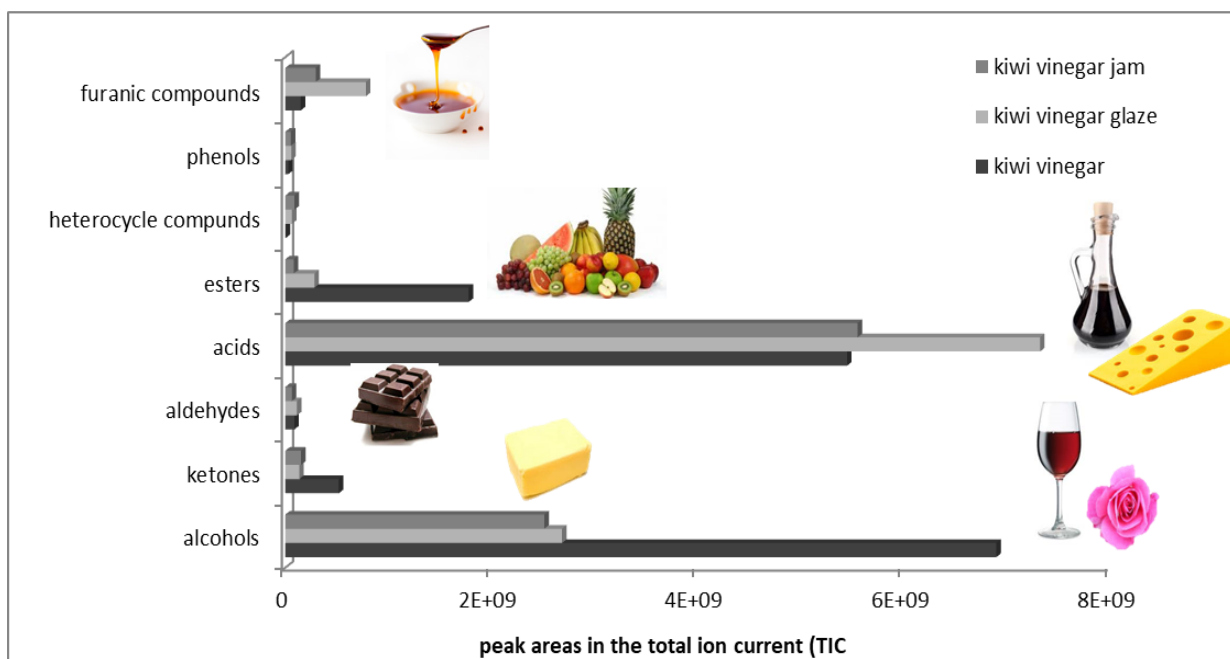
Table 1 shows the quantitative data of the compounds identified in young kiwi vinegar, glaze and jam samples. The compounds were calibrated with a gallic acid calibration curve and corrected for their respective molecular weights. The not aged vinegar showed a lower content of secondary metabolites respect to the balsamic vinegars. The glaze had a content of secondary metabolites three times higher of the jam.

- Table 2: kiwi vinegar and derivative products quantitative data, expressed as mg/L or mg/g as a mean of three determination, RSD<5%.

	Young kiwi vinegar mg/L	Jam kiwi vinegar mg/g	Glaze kiwi vinegar mg/g
Gallic acid	6.75		
unknown compound		0.31	1.85
unknown compound		0.36	1.82
Protocatechic acid	37.05	0.28	0.20
unknown compound	18.50	0.18	0.16
unknown compound		0.25	
Sum	62.30	1.37	4.04

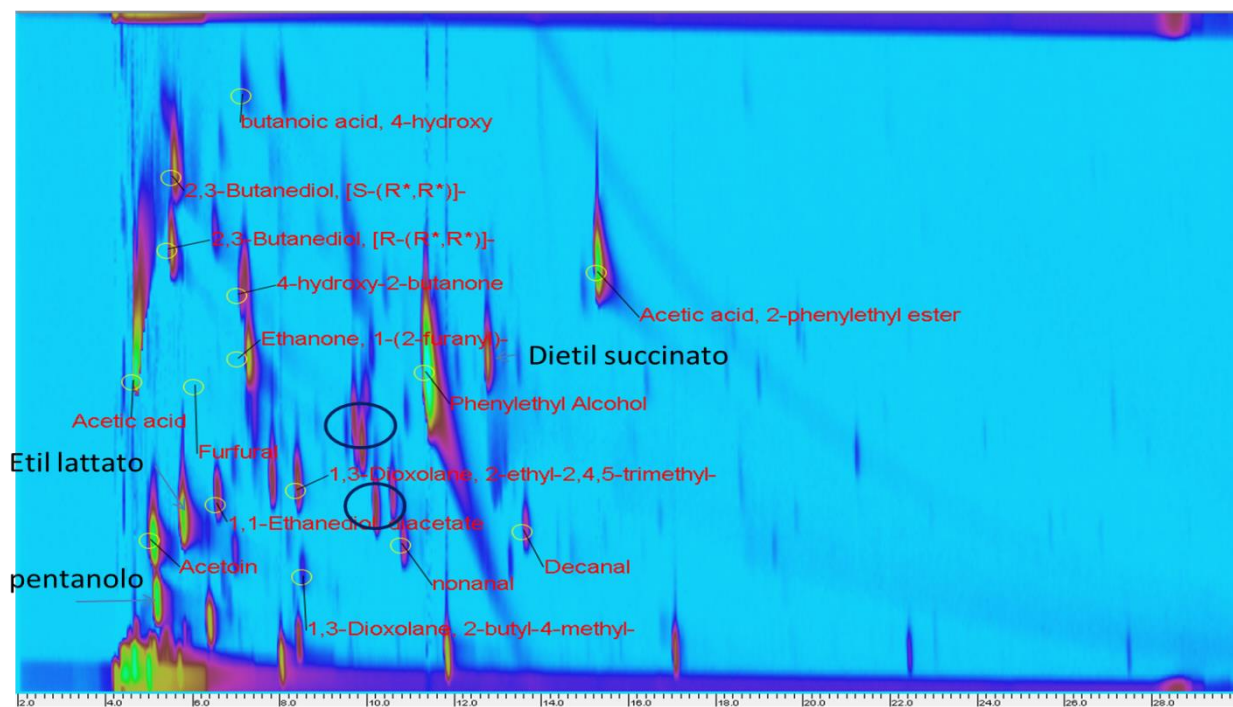
In the Figure 2 identified VOCs are grouped in subclasses with the relatives aroma descriptors. In particular alcohols, ketones, aldehydes, acids, esters, heterocyclic compounds, phenols and compounds with a furanic group are present. The furanic compounds were higher in processed samples, especially in the glaze.

Figure 2: VOCs subclasses of kiwi vinegar and derivative products with images of correspondent aroma descriptors.



HS-SPME and GC×GC-MS fingerprint analysis are ideal tools to analyze complex volatile matrices, and provide a sensitive method for the direct comparison and chemical visualization of food volatile components. HS-SPME GC×GC-TOF-MS analysis of the volatile fraction of kiwi vinegars and derivative products was submitted to advanced fingerprinting analysis of 2D chromatographic data (in Figure 3 the example of young kiwi vinegar). The use of HS-SPME-GC×GC-MS analysis permitted the creation of a comprehensive template matching fingerprinting as showed in Figure 3. This method considers, as comparative feature, each individual 2D peak together with its time coordinates, detector response and MS fragmentation pattern, and includes them in a sample template that is created by the analyst and can be used to compare plots from different samples directly and comprehensively.

Figure 3: 2D data and comprehensive template matching fingerprinting with the main identified volatile compounds of young kiwi vinegar.



## ACKNOWLEDGMENT

We thank AZIENDA AGRICOLA DAMIANO FILOMENA, AZIENDA AGRO DEL KIWI for supplying us with kiwi vinegars, jam and glaze and we thank C.H.I.CO. (Cluster of Health Innovation and Community), UNINDUSTRIA Latina for technical and financial support. Authors acknowledges SRA Instruments S.p.A – Cernusco S/N (MI).

## REFERENCES

- Fiorentino A, D'Abrosca B, Pacifico S, Mastellone C, Scognamiglio M and Monaco P. Identification and Assessment of Antioxidant Capacity of Phytochemicals from Kiwi Fruits *Agric Food Chem.*, 2009, 57, 4148–4155.
- Petsiou EI, Mitrou PI, Raptis SA, Dimitriadis GD. Effect and mechanisms of action of vinegar on glucose metabolism, lipid profile, and body weight, *Nutrition Reviews®*, 2014, 72, 651–661.
- Pinelli P, Romani A, Fierini E, Remorini D., Agati G., Characterization of the polyphenol content in the kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) exocarp for the calibration of a fruit-sorting optical sensor. *Phytochem. Anal.*, 2013, 24, 460–466.
- Romani A, Vignolini P, Ieri F. and Heimler D Polyphenols and Volatile Compounds in Commercial Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Products. *Natural Product Communications*, 2016, Vol. 11 (1), 99-102



# NUOVO APPROCCIO BIOINTEGRALE PER LA VALORIZZAZIONE DI PRODOTTI PRIMARI E SECONDARI DELLA FILIERA VITIVINICOLA: AZIENDA CASTELLO DEL TREBBIO

Urciuoli Silvia<sup>1</sup>, Ieri Francesca<sup>1\*</sup>, Vita Chiara<sup>2</sup>, Cassiani Chiara<sup>2</sup>, Romani Annalisa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "G. Parenti" (DiSIA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI).

<sup>2</sup>QuMAP Laboratory, PIN Polo Universitario Città di Prato.

Cassiani C.: [chcassiani@libero.it](mailto:chcassiani@libero.it)

Ieri F.: [francesca.ieri@unifi.it](mailto:francesca.ieri@unifi.it) (\*Corresponding Author)

Romani A.: [annalisa.romani@unifi.it](mailto:annalisa.romani@unifi.it)

Urciuoli S.: [silvia.urciuoli@gmail.com](mailto:silvia.urciuoli@gmail.com)

**Keywords:** polifenoli, viticoltura circolare, metodi analitici, qualità agro-alimentare, by-products

**Summary:** The aim of this work is to identify a Biointegral farming model with organic certification and biodiversity friend in order to make the entire agricultural and oenological production process traceable and usable. To this end, different technologies are used (amphora, cement) suitable for producing quality wines from native plants, trying to minimize the handling of the raw material to preserve the naturalness of the finished product, without compromising its quality. Biointegral wines vinified in amphora (traced Tuscany for construction materials) have been characterized, both underground and external, used both during fermentation and aging. "Secondary" products have also been developed for food and/or cosmetic use deriving from the reuse of by-products of the supply chain, such as dried grape peels and grape seeds, as a new source of biomolecules from waste matrices, respecting the fundamental principles of biodiversity and multifunctionality of the company.

**Sommario:** Obiettivo di questo lavoro è l'identificazione di un modello di agricoltura Biointegrale a certificazione biologica e biodiversity friend al fine di rendere tracciabile e fruibile l'intero processo produttivo agricolo ed enologico. A tale scopo sono utilizzate tecnologie diverse (anfora, cemento) idonee a produrre vini di qualità da vitigni autoctoni, cercando di ridurre al minimo la manipolazione della materia prima per preservare la naturalità del prodotto finito, senza comprometterne la qualità. Sono stati caratterizzati vini Biointegrali vinificati in anfora (tracciata Toscana per materiali di costruzione), sia interrata che come vaso vinario esterno, utilizzata sia in fase di fermentazione che di affinamento. Sono stati inoltre sviluppati prodotti "secondari" ad uso alimentare e/o cosmetico derivanti dal riutilizzo di sottoprodotti della filiera, quali pellicole di uva essiccate e vinaccioli, come nuova fonte di biomolecole da matrici di scarto rispettando i principi fondamentali di biodiversità e di multifunzionalità dell'azienda.

## Introduzione

Lo sviluppo di una filiera Biointegrale multifunzionale ed economicamente sostenibile si prefigge l'obiettivo di stimolare il settore vitivinicolo verso la valutazione di una idea di produzioni vitivinicole che, nel rispetto dell'economia di impresa, sappiano tornare ad uno stretto legame con la natura in generale e i territori in cui esse ricadono nello specifico. L'approccio della viticoltura Biointegrale, che obbliga le aziende che aderiscono al proprio codice etico di certificare le produzioni agricole in agricoltura biologica e in biodiversity friend (<http://biodiversityassociation.org/it/biodiversity-friend/decalogo-della-biodiversita/>) si prefigge inoltre lo scopo di dare un input deciso allo sviluppo sostenibile e naturale della viticoltura toscana di pregio. Il concetto alla base del metodo Biointegrale è quello di "restituire l'agricoltura alla natura"; questo concetto non vuole essere un rifiuto delle moderne conquiste che il settore agricolo ha raggiunto in campo tecnico e tecnologico ma al contrario, forte degli sviluppi scientifici degli ultimi anni, mira alla rivalutazione di pratiche antiche e fortemente radicate alla tradizione agricola in chiave moderna ed economicamente sostenibile. L'approccio Biointegrale non si limita al solo metodo agricolo applicativo ma comprende nel proprio codice etico una serie di componenti legate all'indissolubile legame tra l'entità agricola e il territorio

nel quale essa si trova ad esistere ed operare. È da questi principi che nasce l'importante aspetto della multifunzionalità dell'azienda agricola Biointegrale e da questo a sua volta lo di azioni mirate non solo alla produzione di vini di qualità, ma anche alla caratterizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola, che si generano durante il ciclo di produzione primaria, utilizzabili secondo criteri innovativi, al fine della produzione di prodotti complementari all'uva e al vino, anche a carattere nutraceutico o cosmeceutico. L'ultimo decennio è stato caratterizzato da una forte attenzione alla conoscenza del patrimonio fenolico dell'uva e dei vini in relazione alle potenziali attività salutistiche, in particolare dei flavonoidi e degli stilbeni (Wine nutritional and therapeutic benefits, 1997; Guerrero et al, 2009). La vinaccia è quanto rimane dalla pressatura in cantina dell'uva fresca o ammostata ed è costituita da buccia, polpa, vinaccioli e raspi. I composti chimici che costituiscono la vinaccia sono più numerosi di quelli del vino. È possibile identificare il resveratrolo, i flavonoidi ed i polifenoli in generale come importanti componenti della vinaccia esausta che può essere considerata una importante fonte di estratti ad uso farmaceutico, cosmetico e di integrazione alimentare.

Obiettivo di questo lavoro è l'identificazione di un modello di agricoltura Biointegrale a certificazione biologica e biodiversity friend al fine di rendere tracciabile e fruibile l'intero processo produttivo agricolo ed enologico. A tale scopo sono utilizzate tecnologie diverse (anfora, cemento) idonee a produrre vini di qualità da vitigni autoctoni, cercando di ridurre al minimo la manipolazione della materia prima per preservare la naturalità del prodotto finito, senza comprometterne la qualità. Gli effetti di diverse tecniche di vinificazione e affinamento sono valutati mediante la messa a punto di metodi analitici di alta sensibilità idonei a caratterizzare e definire il profilo polifenolico di un vino Biointegrale ed il profilo dei composti volatili, allo scopo di mettere a punto un sistema che permetta di progettare vini in purezza o miscele con definite caratteristiche organolettiche, di qualità e di stabilità. Allo stesso tempo è ottimizzata un'analisi spettrofotometrica al fine di determinare la composizione polifenolica totale con metodi rapidi da poter utilizzare direttamente in cantina, per l'individuazione di parametri di qualità monitorabili in azienda.

Ulteriore obiettivo di questo lavoro è rispettare i principi fondamentali di biodiversità e di multifunzionalità dell'azienda in accordo con la visione Biodinamica dell'organismo agricolo. A tale scopo sono stati sviluppati prodotti "secondari" ad uso alimentare e/o cosmetico derivanti dal riutilizzo di sottoprodotti della filiera (potature, vinacce, raspi, fecce, etc). L'utilizzo integrale di matrici di scarto quali pellicole di uva essiccate e vinaccioli, come nuova fonte di biomolecole, è un'innovazione idonea a differenziare la produzione ed il mercato dell'azienda verso un nuovo modo di interpretare il settore viti-vinicolo che includa anche quello della vino-therapy. Le frazioni standardizzate in contenuto di composti polifenolici, sono caratterizzate mediante analisi HPLC/DAD/MS per l'utilizzo nel settore alimentare e cosmeceutico.

## **Materiali e metodi**

Sono stati caratterizzati vini Biointegrali vinificati in anfora (tracciata Toscana per materiali di costruzione), sia interrata che come vaso vinario esterno, utilizzata sia in fase di fermentazione che di affinamento e confrontata con le caratteristiche qualitative dello stesso vino fermentato e affinato in inox o in botte.

Sono stati considerati vini ottenuti da Sangiovese (Area Chianti Rufina) e Cabernet.

La valutazione del profilo polifenolico è stata effettuata mediante analisi Cromatografica (HPLC/DAD), identificando le classi molecolari: antocianosidi, derivati dell'acido caffeico e flavonoli (Romani et al, 1996). Per l'analisi spettrofotometrica dei polifenoli totali, i campioni di vino sono stati diluiti 5 volte con acqua (2ml in 10ml), prelevato 500 µl del campione diluito e inseriti in un matraccio da 50 ml, nel quale sono stati aggiunti 25 ml di acqua distillata, 2,5 ml di reagente di Folin-Ciocalteu e 10 ml di carbonato di sodio, tale soluzione è stata portata a volume con acqua distillata, agitata per omogeneizzare e atteso 30 minuti prima della lettura. Le analisi sono state effettuate con uno spettrofotometro Agilent 8453 (Agilent Tehcnology, Palo Alto, CA, USA). La determinazione della composizione polifenolica è stata valutata effettuando una lettura a 750 nm del campione diluito.

I campioni sono stati analizzati anche mediante strumentazione CDR-OXITESTER, introducendo 10 µL di vino direttamente nella cuvetta contenente il reagente. Dopo agitazione della cuvetta, si procede alla lettura del campione. Su questi campioni è stata anche valutata l'attività antiradicalica, *in vitro*, tramite il test del DPPH• (radicale 1,1-difenil-2-picrilidrazil), utilizzato per stimare l'attività di un antiossidante, mostrandone l'attività antiradicalica (AAR%). Questo test, è stato eseguito sui singoli campioni di vino opportunamente diluiti con soluzione idroalcolica etanolo/H<sub>2</sub>O+ 70:30 (1:200). E' stata seguita la procedura descritta da Brand-Williams (1995), con piccole modifiche. A 1 mL di una soluzione etanolica 0.1 mM di DPPH• è

aggiunto 1 mL del campione, adeguatamente diluito. Come bianco sono state utilizzate una soluzione con le stesse proporzioni di etanolo/soluzione idroalcolica etanolo/H<sub>2</sub>O+ 70:30. La lettura spettrofotometrica è stata effettuata a 517 nm e valutata l'assorbanza in funzione della variazione del tempo, effettuando misurazioni ad intervalli regolari di tempo, a partire da tempo=0 (At0), fino ad arrivare a 30 minuti (At30), tempo stimato per il completamento della reazione. L'attività antiradicalica percentuale (AAR%) è stata calcolata applicando la seguente formula:  $AAR\% = 100 \times (A_0 - A_{30}) / A_0$ .

Sono stati ottenuti e caratterizzati gli estratti riportati di seguito, con le relative procedure di ottenimento:

- Estratto idroalcolico pellicole uva: Il materiale vegetale è stato pesato esattamente ed estratto (10% p/V) con una soluzione 70:30 EtOH:H<sub>2</sub>O a pH 2.6 per HCOOH sotto agitazione meccanica, al buio e a temperatura ambiente, per 24h. Gli estratti ottenuti sono stati filtrati a pressione ridotta, quindi portati a volume esatto con lo stesso solvente di estrazione ed analizzati.

- Estratto idroalcolico vinaccioli: 10.0g di vinaccioli pestati in un mortaio sono stati estratti in 50.0mL di soluzione EtOH/H<sub>2</sub>O 70:30 acidificata a pH 2.6 per aggiunta di HCOOH, sotto agitazione per 48h (doppia estrazione). L'estratto ottenuto è stato filtrato, portato a volume esatto di 50.0mL ed analizzato tal quale in HPLC/DAD.

Analisi quali-quantitativa HPLC/DAD e HPLC/DAD/MS: i metodi di analisi e quantificazione riportati in letteratura (Romani et al, 1996).

## Risultati

Sono stati caratterizzati vini Biointegrali vinificati in anfora (tracciata Toscana per materiali di costruzione), sia interrata che come vaso vinario esterno, utilizzata sia in fase di fermentazione che di affinamento, tramite analisi dei composti polifenolici presenti e dei composti aromatici. Sui campioni è stata effettuata un' analisi spettrofotometrica al fine di determinare la composizione polifenolica totale con metodi rapidi da poter utilizzare direttamente in cantina ed i risultati ottenuti sono stati confrontati con i risultati ottenuti effettuando ulteriori analisi per la composizione polifenolica con strumentazione CDR-OXITESTER (Tabella 1). Quest'ultimo strumento è di rapida esecuzione e viene effettuato introducendo una piccola aliquota di vino direttamente in una cuvetta preconfezionata contenente il reagente. La correlazione fra i due metodi è lineare con un valore di R<sup>2</sup> maggiore di 0.9. Il metodo CDR, che non ha bisogno di alcun trattamento di campione e operatori specializzati, potrebbe essere direttamente utilizzato in cantina, per il monitoraggio delle diverse tipologie di prodotto.

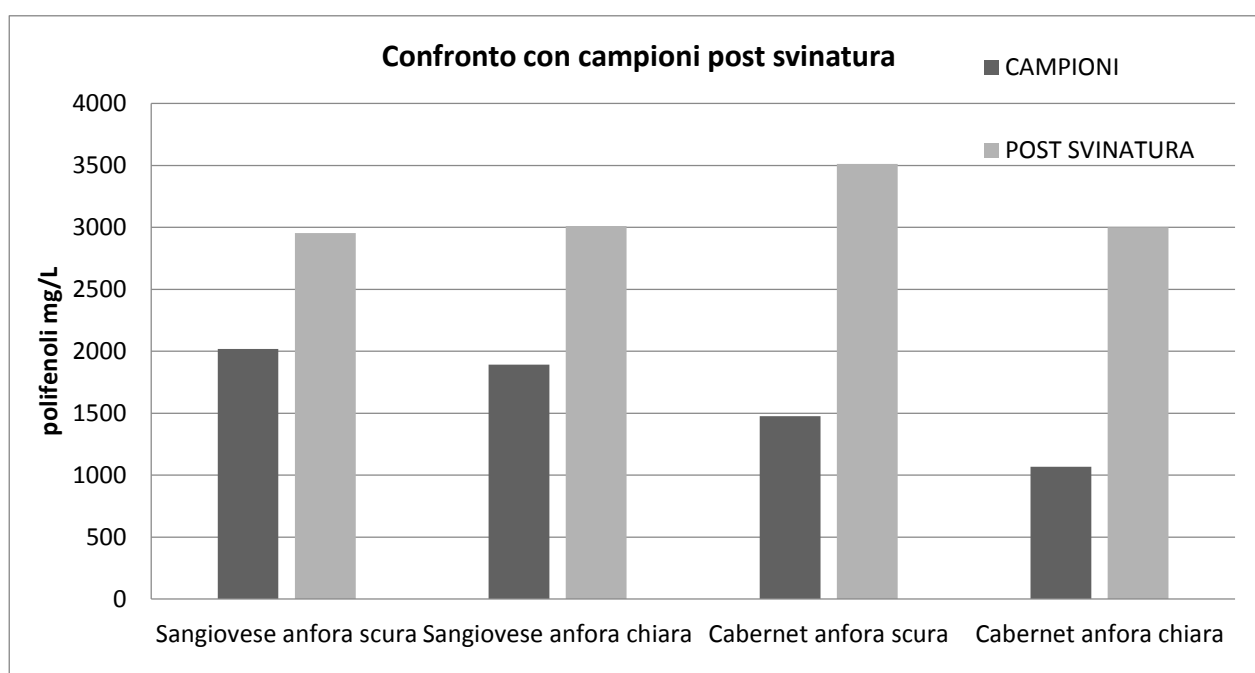
*Tabella 1: Composizione polifenolica mg/L espressa in acido gallico ottenuta con metodo metodo Folin-Ciocalteu e CDR-OXITESTER, e l'attività antiradicalica percentuale (AAR%) ottenuta con il DPPH.  
anfora scura= anfora interrata; anfora chiara= anfora esterna non interrata*

Campioni	mg equiv ac. gallico/L (metodo Folin-Ciocalteu)	mg equiv ac. gallico/L (CDR-OXITESTER)	AAR % (20 min)	AAR % (30 min)
Sangiovese anfora scura	2662	2020	63,94	70,4
Sangiovese anfora chiara	2343	1892	62,91	69,53
Cabernet Franc anfora scura	2049	1476	54,38	60,42
Cabernet Franc anfora chiara	1793	1067	41,55	46,91
Sangiovese anfora scura post svinatura	3801	2955	82,99	87,68
Sangiovese anfora chiara post svinatura	3883	3012	82,31	87,18
Cabernet anfora scura post svinatura	3669	3512	85,66	89,26
Cabernet anfora chiara post svinatura	3696	3001	83,13	87,4

Come si evidenzia nell'istogramma, i campioni post svinatura hanno un contenuto maggiore in polifenoli totali (Figura 1).

Su questi campioni è stata anche valutata l'attività antiradicalica tramite il test del DPPH· (radicale 1,1-difenil-2-picrilidrazil), come riportato in tabella 1. L'attività antiradicalica è un utile indicazione per stabilire a parità di concentrazione di estratto quale risulta essere più attivo nei confronti del radicale stabile DPPH. Inoltre si può avere una valutazione dell'efficienza della attività antiradicalica mediante l'elaborazione delle curve cinetiche di vari estratti e/o standards messi a confronto a concentrazione simile. Per tutti i campioni sono state acquisite le cinetiche di attività antiradicalica e il valore di AA% dopo 30 minuti. Anche in tal caso come per il CDR il metodo potrebbe essere proposto come metodo routinario di monitoraggio.

Figura 1: Composizione polifenolica mg/L espressa in acido gallico ottenuta con metodo CDR-OXITESTER, anfora scura= anfora interrata; anfora chiara= anfora esterna non interrata



Al fine del riutilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola, sono state ottenute frazioni dalle matrici seconde e di scarto quali vinacce e vinaccioli e sono state standardizzate nel contenuto dei composti polifenolici tramite analisi HPLC/DAD/MS. In particolare come riportato in Tabella 2 le pellicole di uva Sangiovese hanno il 20% di antociani, i pigmenti responsabili del colore rosso del vino che possiedono un'ampia gamma di attività biologiche, tra cui antiossidante, anti-infiammatoria, anti-microbica e anti-cancerogena. Riducono inoltre il rischio di malattie coronariche. I tannini costituiscono il 79% delle pellicole; sono composti polifenolici con strutture molto complesse e sono comuni in frutti, corteccia, foglie e semi di molte piante. L'uomo li utilizza da secoli per la concia delle pelli, sfruttando la loro capacità di combinarsi con le proteine della pelle animale in complessi insolubili. Questa capacità di legarsi a proteine ed alcaloidi li porta a far precipitare le proteine della saliva, dando così la tipica sensazione di astringenza di molti vini rossi. Sono principalmente contenuti nei vinaccioli (semi dell'uva); a tal riguardo, la Tabella 3 mostra i diversi contenuti in monomeri, dimeri e trimeri, presenti nei campioni di vinacciolo analizzato, campione che mostra un contenuto totale pari a 94 mg/g.

Tabella 2: composizione espressa come singoli composti ottenuta da analisi HPLC/DAD di pellicole essiccate varietà Sangiovese.

<b>Pellicole essiccate</b>	<b>mg/g</b>	<b>mmol/Kg</b>	<b>%</b>
Delfinidina-3-glucoside	0.040	0.086	0.7
Cianidina-3-glucoside	0.079	0.175	1.3
Petunidina-3-glucoside	0.064	0.134	1.0
Peonidina-3-glucoside	0.265	0.530	4.0
Malvidina-3-glucoside	0.249	0.505	3.8
Cianidina-3-acetil glucoside	0.007	0.014	0.1
Malvidina-3-acetil glucoside	0.078	0.145	1.1
Malvidina-3-caffeoil glucoside	0.012	0.018	0.1
Petunidina-3-cumaroil glucoside	0.016	0.025	0.2
Peonidina-3-cumaroil glucoside	0.022	0.034	0.3
Malvidina-3-cumaroil glucoside	0.098	0.152	1.2
Delphinidina aglicone	0.287	0.867	6.6
<b>Totale antociani</b>	<b>1.215</b>	<b>2.685</b>	<b>20.4</b>
Gallico acido	0.019	0.112	0.9
Catechina	0.030	0.102	0.8
Epicatechina	0.032	0.112	0.9
ECG dimeri	0.891	1.010	7.7
catechina/epicatechina trimeri digallati	10.661	9.112	69.4
<b>Totale tannini</b>	<b>11.633</b>	<b>10.448</b>	<b>79.6</b>
<b>Totale polifenoli</b>	<b>12.848</b>	<b>13.133</b>	<b>100.0</b>

Tabella 3: composizione espressa come singoli composti ottenuta da analisi HPLC/DAD di vinaccioli

<b>vinaccioli</b>	<b>mg/g</b>	<b>mmol/Kg</b>
Gallico acido	0.042	0.246
Catechina dimero B3	1.687	2.919
Catechina	0.816	2.814
Catechina trimero	0.000	0.000
Catechina dimero B6	1.288	2.228
Catechina dimero B2	0.776	1.343
Epicatechina	0.578	1.993
Catechina trimero	0.487	0.562
ECG dimero	1.649	1.870
Catechina oligomeri quantificati come tetrameri	26.245	22.743
ECG dimeri	17.065	19.348
catechina/epicatechina trimeri digallati	39.351	33.633
catechina/epicatechina trimeri digallati	4.473	3.823
<b>Totale tannini</b>	<b>94.458</b>	<b>93.523</b>

Sono in corso attività volte alla prototipazione di referenze ad uso cosmeceutico e nutraceutico, fra le quali confetture, glasse da vino o mosto e barrette a contenuto standardizzato di antocianosidi a proprietà antiossidanti e cardioprotettive. Mediante l'utilizzo di tecniche analitiche strumentali quali HPLC/DAD/MS è stato ottimizzato un approccio metabolomico integrato, allo scopo di creare un fingerprint identificativo dei diversi prodotti allo scopo di comprendere meglio le relazioni tra valore nutrizionale e qualità di prodotto. In particolare le pellicole di uva sono in fase di utilizzazione per la prototipazione di confetture e succhi, mentre da vino e da mosto in miscela con polvere di pellicole di uva e tannini da vinacciolo è in corso la formulazione innovativa di glasse arricchite e potenziate in antocianosidi ed antiossidanti polifenolici in generale.

### **Ringraziamenti**

Questo lavoro è stato finanziato dal progetto Reg. UE n.1305/2013 - PSR 2014/2020 – PIF NA.BIO.

### **Bibliografia**

Guerrero RF, García-Parrilla MC, Puertas B, Cantos-Villar E. Wine, resveratrol and health: a review. *Nat Prod Commun.* 2009 May; 4(5):635-58.

Wine nutritional and therapeutic benefits, edited by Ton R. Watkins, published by the American chemical society, 1997.

Romani A, Baldi A, Mulinacci N, Vincieri FF, Tattini M. Extraction and identification procedures of polyphenolic compounds and carbohydrates in phillyrea (*Phillyrea angustifolia* L.) leaves. *Chromatographia.* 1996; 42: 571-577)

## An overview on Short Food Supply Chain System

**Liberatore L., Casolani N.**

Department of Economic Studies, University of Chieti-Pescara “G. d’Annunzio”, Pescara, Italy.  
[nicola.casolani@unich.it](mailto:nicola.casolani@unich.it); [l.liberatore@unich.it](mailto:l.liberatore@unich.it)

### Abstract

Direct food sales and, in general, the short food supply chain system, is a growing business. In the actual system, where conditions of farm profitability are poor, this type of distribution channel can be used as a tool to support especially small and medium producers. The lack of robust data on the economic impact of the short food chain system in Europe and the difficulty in collecting comparable data, especially for small enterprises, emerge as a limit in the scientific literature. This paper provides a general SWOT analysis of the short food chain through an extensive examination of scientific literature. The short food supply chain emerges to be an important system to promote a new culture on agri-food and sensitize citizens to the theme of local food. Some other main benefits are the possibility of promoting rural development by redistributing value along the food supply chain and the sales of designation of origin, geographical indication and organic products, an important heritage in particularly in Europe. Excessive bureaucracy and inconsistent legislation are limitations that create difficulties for farmers’ competitiveness.

**Keyword:** direct selling, short food chain, food system, local food, farm diversification.

### Introduction

The context in which farmers operate is going to mean substantial changes, both managerial and organisational. Globalization has led to a mixture of cultures and enrichment, opening the markets to many products, including food. In this socio-economic situation, the short chain could be an alternative to a system that penalizes, in particular, the farmers, with strong repercussions for the entire agricultural production system. The rise in prices of some raw materials and agricultural products creates a public food debate; the attention of the EU Parliament has focused on the imbalance of power and possible speculation along food supply chains as the main causes of the increasing gap between farm gate and retail prices (Aguglia et al., 2009).

According to Parker (2005), the Short Food Supply Chains System (SFSCs) are chains in which the geographical distance and/or the number of intermediaries is reduced. This system of production/distribution is characterized by a lesser number of steps, to encourage direct contact between the producer and consumer, and eliminate the intermediaries who generally favour an increase in food prices. The term "short chain" encompasses different operating models, ranging from direct sales on the farm by the farmer, to real forms of alliance between consumer groups and farmers who are together in partnership, to meet the common need (and have the advantage) of shortening the distance between production and consumption (Goodman et al., 2011). Reducing the number of intermediaries is often described as strategies of rural development by redistributing value along the agri-food supply chain (Bloom and Hinrichs, 2011).

SFSCs are nowadays widely perceived as a step towards sustainable agriculture by various authors (Roos et al., 2007; Gava et al., 2014; Bimbo et al., 2015) that extensively investigated all the related impacts: economic sustainability, environmental sustainability, social sustainability, the impact on human health (food quality and wellbeing), and the ethical impact.

The short chain is particularly well suited to solving the problems of smaller, multipurpose farms, offering niche products, local, typical and/or organic (Sini, 2014). Direct sales is a form of commercialization that allows farmers to obtain a higher share of the final value of their products and emphasizes the concept of local foods; the gap between producers’ prices and the prices paid by consumers creates a great debate in Europe. The problem of production-consumption price polarization is extremely important, because it is a cause of the impoverishment of farmers, especially in countries in the developing world (Sini, 2014).

The importance of neighborhood food markets has rapidly diminished because of the evolution of the food industry, the beginning of large scale distribution, the change in life styles and consumption, and the role of the woman within the family (Aguglia, 2009). At present, farmers' markets show some different characteristics from the traditional neighborhood market; for example, it offers added value from a social and cultural point of view, and provides an occasion to share and exchange information and events, organized to supply information for the consumers and encourage their knowledge and communication (Aguglia, 2009).

Thanks to this great diversity of forms and practices, the SFSCs can be defined as alternative food networks (Holloway and Kneafsey, 2004), or an alternative strategy to conventional marketing channels. In Europe, a marked interest in the various forms of SFSCs has been highlighted by the media both local and national, which have further enhanced the positive image of this form of trade.

The evidence suggests that direct sales can help to support small, low intensity farms in landscapes of high conservation value (Battershill and Gilg, 1998).

There are various classifications of SFSCs that depend on the variables chosen to be classified. SFSCs is, in fact, a term that defines a large number of types of sales. Kneafsey et al., (2013) divided the SFSCs, based on proximity; on sales in proximity and sales at a distance. Sales in proximity is referred to in the form of SFSCs in which farmers act individually or collectively, but produce has to be traceable back to a named farmer (e.g. farm shops, farmers' markets and other markets, etc.). Sales at a distance is referred to as the other form of SFSCs.

Direct sales are the simplest form of the short supply chain; the producer is usually within the same company and sells his own products, but can also organize selling outside of the company.

The Buying Groups and Supplier Groups are groups organized by consumers who decide to buy products directly from the producer or from groups of producers, organized without intermediaries.

Renting et al. (2003), divide SFSCs into three main types, on the basis of the number of intermediaries, physical distance and organisational arrangements:

- Face-to-face SFSCs*, characterized by personal interaction (consumer purchases a product directly in farm shops or farmers' markets).

- Proximate SFSCs*, extended beyond direct interaction and delivery of products produced and retailed within the specific region (or place) of production (e.g. consumers' cooperatives, community supported agriculture).

- Spatially extended SFSCs*, where laden information, as for example, the place of production and producers, were transferred to consumers who are outside of the region of production itself (e.g. certification labels, restaurants, etc.).

A local food network could be possible through quantitative penetration (Heer and Mann, 2010), through a large number of participating enterprises; in this case, it is possible that a large number of enterprises can solve the problem of large-size, single enterprises and increase the area of distribution. Instead, Dev et al. (1996) highlight that it is not the total number of participants that counts, but the representation of all, or at least many, parts of the food chain.

Direct marketing strategies of different kinds are often central to so-called "alternative food networks", which tend to be underpinned by a central principle of somehow "reconnecting" food producers and consumers (Cox et al., 2008).

The sustainability of SFSCs (Bullock et al., 2000) favors three different areas:

- Environment: reduction in the so-called offer "zero kilometers", energy consumption and pollution;

- Economy: lower food prices for consumers and more profit for producers;

- Social: direct control of price and quality by consumers, freshness and healthiness of perishable products, the relationship of trust and exchange of information without intermediaries between producers and consumers.

The environmental sustainability of SFSCs linked to a reduction in 'food miles' is the object of scientific research today; the environmental efficiency is linked to a decrease in the emission of substances impacting upon the environment, as a result of shorter transport distances, but also the reduction of packaging use (Belletti and Marescotti, 2013). The food miles concept, first coined in 1992 by Tim Lang, explains comparisons between food items in terms of the carbon emitted in the transportation from producer to retailer or consumer (Seyfang, 2008). Today, an approach to evaluating the environmental impact of food is the Life Cycle Analysis (LCA), (Cowell and Parkinson, 2003; Van Hauwermeiren et al., 2007; Edwards-Jones, 2010).

## Material and methods



A SWOT analysis is used to identify the positives and negatives inside an organization or system and outside of it, in the external environment; it is useful for strategic planning and decision-making (Helms and Nixon, 2010). A general SWOT analysis was created to explain internal factors (the strengths and weaknesses) and external ones (the opportunities and threats) of SFSCs based on the critical review of the main scientific literature.

## **Results and discussion**

Table 1 showed the results of general SWOT analysis. With regards to the strengths, it's possible to identify four main drivers, such as environmental sustainability due to the reduction of distance, profitability for sellers and consumers, the social role due to the revitalization of some area and the availability of fresher products. The SFSCs converse the traditional distribution techniques that switches from primary production to sale, bypassing the transactions that generally decrease the profit margins of the manufacturers. The local short food chain benefits are not limited solely to a reduction in purchase prices for consumers and satisfactory sale prices for producers, which in times of trouble can be a driving factor, but are also from a new relationship between producers and consumers, based on trust and communication. Communication between consumers can lead to more radical changes to production-consumption relationships (Cox et al., 2008). As highlighted by Belletti and Marescotti, (2013), informational efficiency of SFSCs is linked to the origin of the products (it is understood not as mere geographical origin but as a link between the quality attributes of the product and the resources specific to the area of production) and to the fact that the production process protects specific environmental aspects, and the use of particular methods of cultivation or processing.

The opportunities emerged concerns of various aspects: firstly, the short chain can make a useful contribution to the development of rural areas, with their revitalization, partly through synergies, and stimulate a new model of rural development (De Roest and Menghi, 2000). In actuality, the negotiating power of suppliers in relation to large retailers is small (Bunte et al., 2011). Direct sales emerge to be a marketing strategy that may allow farmers to contrast the adverse effects of productivism and the imbalance of power in the international agro-industrial food supply chain (Aguglia et al., 2009). The direct relationship between producers and consumers in some form of SFSCs favor more social inclusion of people and so is efficient from a social point of view. SFSCs can helps to revitalize local communities. Giampietri et al. (2016) illustrate that attitudinal variables (i.e. sustainability, typicality) play a key role in the consumers' intention with regards to product sell through SFSCs. Opitz et al. (2017) show that participation of consumers' in Alternative Food Network (AFN) is due to some aspect of food, such as seasonality, cooking/nutrition and housekeeping aspects. These studies confirm the positive acceptance of consumer as a strength for SFSCs.

The main weakness of this system is related to the knowledge of this channel, the availability of some specific product, high costs of transportation when compared with other circuits and limited resources for marketing and communication.

The economic sustainability not only links to lower food prices for consumers and more profitability for producers but also in the re-circulation of community income and creates new jobs in the current difficult situation, in which the consumption of food and products in general has declined (Sini, 2014).

The main weakness of SFSCs regards the access to this channel, the availability of some product, the limited capacity to grow for some small enterprises. The main threats to the development of this system are the competitiveness of the business model and excess of bureaucracy.

**Table 1. General SWOT analysis based on main finding of scientific literature on SFSCs.**

<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction of food miles (Cowell and Parkinson, 2003; Van Hauwermeiren et al., 2007; Edwards-Jones, 2010).</li> <li>• Lower price for consumers and greater profits for producers (Belletti and Marescotti, 2013).</li> <li>• Consumer’s reputation for product derived by SFSCs (Giampietri et al., 2016; Opitz et al., 2017).</li> <li>• Products reach the consumer, “imbedded” with information on the origin and method of production (Renting <i>et al.</i>, 2003).</li> <li>• Ability to reduce costs of production and distribution, to increase the overall economic benefit of the players involved in the trade (Kneafsey et al., 2013; Aguglia et al., 2009; Knickel et al., 2000).</li> <li>• Fresher fruit and vegetable products (Bimbo et al., 2015).</li> <li>• The local scale helps farmers to minimize transport costs (Canfora et al., 2013).</li> <li>• Appropriate release for organic and typical products (Marsden et al., 2000).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The products are in danger of being perceived as socially exclusive or a middle class ‘niche’ (Belletti and Marescotti, 2013).</li> <li>• Limited resources for marketing and communication (Giarè, 2013).</li> <li>• Limited capacity to grow for some small enterprises (Renting <i>et al.</i>, 2003).</li> <li>• Organizational and coordination difficulties (Knickel et al., 2000; Kneafsey et al., 2013).</li> <li>• Difficulties in participating in public food procurement by local authorities as, for example, for schools or hospitals (Canfora, 2013).</li> <li>• Difficulty in management of bureaucracy in a not high-structured company (Belletti and Marescotti, 2013).</li> </ul>
<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase the percentage of designation of origin and/or geographical indication and/or organic food, important for the heritage of European economics (Di Giacomo and Casolani, 2015).</li> <li>• Short food chains encourage the relocation of agricultural activities in suburban areas, supporting local economies, tourism and social activity (Marsden et al., 2000; Di Giacomo and Casolani, 2015).</li> <li>• SFSCs increase the availability of healthy food and growing interest in buying «local» (Martinez, 2010).</li> <li>• Opening of new marketing channels in the local economy (Sini, 2014).</li> <li>• Supermarkets offering space to local small-scale producers and that can open up access to bigger markets (Aguglia et al., 2009).</li> <li>• Growing consumer interest in food origins, environmental sustainability and health (Giarè, 2013).</li> <li>• Possibility of creating single outlets in individual farms or aggregates in given points in rural areas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficult competitiveness of the business model (Kneafsey et al., 2013; Knickel et al., 2000; Aguglia et al., 2009).</li> <li>• Supermarkets developing own SFSCs and offering local produce or produce of clear origin with greater transparency to consumers could eventually squeeze small suppliers out of the market (Kneafsey et al., 2013).</li> <li>• Difficulty of the short chain in setting up external commercial relations (Sini, 2014).</li> <li>• Difficult to identify and achieve the best volume sizes of exchange to exit from the niche (Sini, 2014).</li> <li>• Climate change in some regions will threaten production (Lin et al., 2008).</li> <li>• Absence of a European normative that can discipline and protect the SFSCs (Giarè, 2013).</li> <li>• Competition and adversity of powerful financial interests.</li> </ul>

## Conclusion

In recent decades a number of demographic, social, economic and cultural factors have led to a large-scale model in agri-food sector. Today, this model is entering a cycle of devolution, where space for small and

medium enterprises is growing and where location factors and economies of proximity are reacquiring some importance. In this light, it appears to be important to analyze new form of commercialization. In this paper, a SWOT analysis of the short food channel has been realized; it emerges that three-main key points play around the development of SFSCs: environmental sustainability, economic issue and social. The main difficulties of this channel are due to the knowledge of the sales point, the availability of some specific product, high costs of transportation when compared with other circuits and limited resources for marketing and communication. However, all of these issues highlighted are not exhaustive of the complexity of SFSCs. In a situation of generally poor profitability in the agricultural sector, it is crucial to study new models of entrepreneurship with alternative forms of marketing products, that transform the farmer into an active protagonist. Simplifying the bureaucracy in some countries and more incentive from local govern is a future mission for the progress of SFSCs.

## References

- Aguglia L., De Santis F., Salvioni C., (2009). *Direct Selling: a Marketing Strategy to Shorten Distances between Production and Consumption*. Paper prepared for presentation at the 113th EAAE Seminar “A resilient European food industry and food chain in a challenging world”, Crete, Greece.
- Battershill M. R. J., Gilg A. W. (1998). “Traditional low intensity farming: Evidence of the role of *vente directe* in supporting such farms in Northwest France, and some implications for conservation policy”, *Journal of Rural Studies*, 14, 475–486.
- Belletti G., Marescotti A., (2013). *The economic innovation of the short chain. Farmers and short chain. Legal profiles and socio-economic dynamics*. Scientific report of INEA.
- Bimbo, F., Bonanno, A., Nardone, C. and Viscecchia, R., (2015). “The hidden benefits of short food supply chains: farmers’ markets density and body mass index in Italy”, *International Food and Agribusiness Management Review*, Vol. 18 No. 1, pp. 1-15.
- Bloom J. D., Hinrichs C. C., (2011). “Moving local food through conventional food system infrastructure: Value chain framework comparisons and insights”, *Renewable Agriculture and Food Systems*, 26, 13-23.
- Bullock S. (2000). *The economic benefits of farmers’ market*, Published by Friends of the Earth Trust, London, UK.
- Bunte F., van Galen M., de Winter M., Dobson P., Bergès-Sennou F., Sylvestre Dilhan M., Juhász A., Moro D., Scokoi P., Soregaroli C., van der Meulen B., Szajkowska A., (2011). *The impact of private labels on the competitiveness of the European food supply chain*, Report of European Commission.
- Canfora I., (2013). From the land to the territory: the role of the Farmer in the short chain *Farmers and short chain. Legal profiles and socio-economic dynamics*. Scientific report of INEA.
- Cowell S., Parkinson S., (2003). “Localization of UK Food Production: An analysis using land area and energy as indicators”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 94, 221-236.
- Cox R., Holloway L., Venn L., Dowler L., Ricketts-Hein J., Kneafsey M., Tuomainen M., (2008). “Common Ground? Motivations for Participation in a Community-Supported Agriculture Scheme”, *Local Environment*, 13 (3), 203-218.
- De Roest K., Menghi A., (2000). “Reconsidering “traditional” food: the case of Parmigiano reggiano cheese”, *Sociologia Ruralis*, 40 (4), 439-451.
- Dev C.S., Klein S., Fisher R.A., (1996). “A market-based approach for partner selection in marketing alliances”, *Journal of Travel Research*, 35 (1), 11-17.
- Di Giacomo F., Casolani N., (2015). Libro del testo: “La qualità per la competitività dell’impresa” Collana: Economia.
- Edwards-Jones G., (2010). “Does Eating Local Food Reduce the Environmental Impact of Food Production and Enhance Consumer Health?”, *Proceedings of The Nutrition Society*, 69, 582-591.
- Gava O., Bartolini, F., Brunori, G., Galli, F., (2014). “Sustainability of local vs global bread supply chains: a literature review”, paper presented at the III AIEAA Conference Feeding the Planet and Greening Agriculture: Challenges and Opportunities for the Bio-economy, Alghero, 25-27 June.
- Giampietri E., Finco A., Del Giudice T., (2016). “Exploring consumers’ behaviour towards short food supply chains. *British Food Journal*”, (3), 618-631.
- Giarè F., (2013). *The economic innovation of the short chain. Farmers and short chain. Legal profiles and socio-economic dynamics*. Scientific report of INEA.
- Goodman D., DuPuis M.E., Goodman M.K., (2011). *Alternative Food Networks: Knowledge, Practice and Politics*, Routledge.
- Heer, I., Mann S. (2010). “Acting under spatial restrictions: success factors of German local food-marketing networks”, *British Food Journal*, 112, 285-293.
- Helms, M. M., Nixon, J., (2010). “Exploring SWOT analysis—where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of strategy and management*”, 3(3), 215-251.
- Holloway L., Kneafsey M., (2004). “Producing-consuming food: closeness, connectedness and rurality in four alternative food networks”, in Holloway L. – Kneafsey M. (eds.), *Geographies of rural cultures and societies*,

Ashgate, London.

- Kneafsey M., Venn L., Schmutz U., Balázs B., Trenchar, L., Eyden-Wood T., Bos E., Sutton G., Blackett M., (2013). *“Short Food Supply Chains and Local Food Systems in the EU”*. A State of Play of their Socio-Economic Characteristics, JRC Scientific and Policy Report.
- Knickel K., Renting H., (2000). *“Methodological and Conceptual Issues in the study of Multifunctionality and Rural Development”*, Sociologia Ruralis, 40 (4), 512-528.
- Lin, B. B., Perfecto, I., Vandermeer, J. (2008). *“Synergies between agricultural intensification and climate change could create surprising vulnerabilities for crops”*. AIBS Bulletin, 58(9), 847-854.
- Marsden T. K., Banks J., Bristow G., (2000). *“Food supply chain approaches: exploring their role in rural development”*, Sociologia Ruralis, 40, 424-438.
- Martinez S. W., (2010). *Local food systems; concepts, impacts, and issues* (No. 97). Diane Publishing.
- Opitz I., Specht K., Piorr A., Siebert R., Zasada I. (2017). *“Effects of consumer-producer interactions in alternative food networks on consumers’ learning about food and agriculture”*. Moravian Geographical Reports, 25(3), 181-191.
- Parker G., (2005). *“Sustainable food? Teikei, Co-operatives and food citizenship in Japan and the UK”*, Working Papers in Real Estate & Planning.
- Renting H., Marsden T., Banks, J., (2003). *“Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development”*, Environmental Planning, 35 (3), 393-411.
- Roos G., Terragni L., Torjusen H., (2007). *“The local in the global – creating ethical relations between producers and consumers”*, Anthropology of Food, No. S2.
- Seyfang G., (2008). *“Avoiding Asda? Exploring Consumer Motivations in Local Organic Food Networks”*, Local Environment, 13 (3), 187-201.
- Sini M. P., (2014). *“Long and short supply chain coexistence in the agricultural food market on different scales: oligopolies, local economies and the degree of liberalisation of the global market”*, European Scientific Journal, 10, 363-401.
- Van Hauwermeiren A., Coene H., Engelen G., Mathijs E., (2007). *“Energy Lifecycle Inputs in Food Systems: A Comparison of Local Versus Mainstream Cases”*, Journal of Environmental Planning and Management, 9 (1), 31-51.

# A RAPID SCREENING IN OLEUROPEIN CONTENT AND VOCs EMISSION IN FIFTEEN OLIVE CULTIVAR LEAVES

Colzi I.<sup>1</sup>, Luti S.<sup>2</sup>, Taiti C.<sup>1</sup>, Marone E.<sup>3</sup>, Masi E.<sup>1</sup>, Pazzagli L.<sup>2</sup>, Fiorino P.<sup>1</sup>, Mancuso S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agri-Food and Environmental Science (DISPAA), Università di Firenze, via delle Idee 30, Sesto Fiorentino, 50019 Firenze, Italy

<sup>2</sup>Department of Biomedical, Experimental and Clinical Sciences, University of Florence, Florence, Italy

<sup>3</sup> Faculty of Biosciences and Technologies for Agriculture, Food and Environment, Università di Teramo, via R. Balzarini 1, 64100, Teramo, Italy

Colzi I.: [ilaria.colzi@unifi.it](mailto:ilaria.colzi@unifi.it)

Luti S.: [simone.luti@unifi.it](mailto:simone.luti@unifi.it)

Taiti C.: [cosimo.taiti@unifi.it](mailto:cosimo.taiti@unifi.it) (\*Corresponding Author)

Marone E.: [emarone@unite.it](mailto:emarone@unite.it)

Masi E.: [pfiorino@unifi.it](mailto:pfiorino@unifi.it)

Pazzagli L.: [luigia.pazzagli@unifi.it](mailto:luigia.pazzagli@unifi.it)

Fiorino P.: [piero.fiorino@unifi.it](mailto:piero.fiorino@unifi.it)

Mancuso S.: [stefano.mancuso@unifi.it](mailto:stefano.mancuso@unifi.it)

**Keywords:** *Olea europaea*, cultivar, HPLC, PTR-ToF-MS

## SOMMARIO

Campioni di foglie di olivo di due anni sono stati ottenuti da 15 cultivar italiane e coltivate all'interno della collezione di germoplasma dell'Azienda Montepaldi (Università di Firenze). In questo studio sono stati valutati il contenuto in oleuropeina (OLE) e l'emissione totale di composti organici volatili (VOCs). Dai dati è emersa l'influenza nel breve periodo degli elementi climatici (settembre-dicembre). I dati hanno evidenziato una grande variabilità sia nella risposta delle diverse cultivar sia tra le diverse date di campionamento per entrambi i parametri considerati. In particolare, per ogni cultivar il contenuto in OLE aumenta nel mese di ottobre e diminuisce nel mese di novembre. Inoltre nella cv Carolea il contenuto in OLE è più elevato nel mese di settembre e diminuisce progressivamente nel tempo. È stata osservata una grande variabilità nel contenuto totale di VOCs, sia tra le cultivar che nel tempo

## SUMMARY

Samples of two-year-old olive leaves were obtained from 15 Italian cultivars and grown within the germplasm collection of the Montepaldi Farm (University of Florence). In this study the oleuropein content (OLE) and the total emission of volatile organic compounds (VOCs) were evaluated. The data showed the influence in the short term of the climatic elements (September-December). The obtained results highlighted a great variability both in the response of the different cultivars and between the different sampling dates for the two considered parameters. In particular, for each cultivar the OLE content increases in the month of October and decreases in the month of November. Furthermore, in the Carolea cv, the OLE content is higher in September and progressively decreases over time. Moreover, a huge variability was observed in the total content of VOCs, both among the cultivars and over time.

## INTRODUCTION

The presence of polyphenols (PP) as protection against biotic agents are common in all olive tissues, fruits and leaves. In particular, oleuropein (OLE) is the major PP extractable from the leaves of the cultivated olive trees (*Olea europaea*, subsp., *europaea*, var. *europaea* Green) (Benavente-Garcia et al., 2000) and it is

already well known for its beneficial pharmacological proprieties for human health (Talhaoui et al., 2015). The OLE content in olive leaves can be directly influenced by agronomic factors, such as water availability (Isin et al., 2012), but is certainly controlled by endogenous equilibriums generally depending on the genotype (Petris et al., 2012; Tayoub et al., 2012). Since the increasing scientific and economical interests for the direct utilization of olive leaves due to their OLE content, the first aim of the study was to better understand of its dynamic in different cultivars and in relation to the influence of climatic factors.

Volatile organic compounds (VOCs) are other possible plant defense agents and are emitted by olive leaves as response to physical injuries due to biotic damages (Vivaldo et al., 2017). On the other hand, VOCs can represent a precious source of taste and flavors and, in the past, leaves were often used when overripe fruits needed to be reinforced to produce an “enriched” olive oil. The constitutive aromatic compounds emitted by olive leaves were used by Vivaldo and coworkers (2017), in a general study to newly classify the different plant species by VOCs naturally emitted, utilizing the Proton Transfer Reaction - Time of Flight - Mass Spectrometer (PTR-ToF-MS) technique. Nevertheless, a lack of information exists about the VOCs emitted by olive leaves. The second aim of this study was to verify if VOCs emission by aged leaves of different genotypes grown in the same environment is affected by climatic elements.

## MATERIALS AND METHODS

Fifteen Italian cultivars of *Olea europaea* (Table 1) were selected from an olive germplasm collection located in Montepaldi experimental farm of University of Florence (Italy). The chosen cultivars are representative of many different origin zone in Italy, fruit utilization and spread. Leaf samples were collected in three different days in September 16 (T1), October 20 (T2) and November 18 (T3) 2015 and used for the determination of oleuropein concentration and for VOC emission analysis. The leaves were sampled from the middle part of the previous year shoots, all chosen around the crown of two-four trees for each cultivar. At the same days of the leaf samples collection, photosynthesis measurements were performed with a portable open gas exchange system Li-6400 (LiCor Inc., Lincoln, NE, USA) to check the general conditions of the trees. Net photosynthetic rate and stomatal conductance were estimated on two-four different trees for each cultivar (3 leaves for plant) using reference CO<sub>2</sub> of 400 μmol mol<sup>-1</sup>, ambient relative humidity (40–50%), flow rate of 500 μmol s<sup>-1</sup>, chamber temperature of 25 °C and photosynthetically active radiation of 700 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

Oleuropein quantification was performed on dried powder leaves by RP-HPLC using a C18 column, 3 μm, 15x4.6 cm (Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA) and for calibration curves construction an Oleuropein standard was used (Extrasynthese). Under these conditions, the Oleuropein peak appeared at a retention time (Rt) of 28.1 min. Ten μl of sample were analysed and quantification were performed using the Chromeleon software.

The collected leaves were used for VOCs analysis through PTR-ToF-MS technique. Each sample analyzed consisted of 5gr (± 0.30) cut into 4 parts (crosswise) and placed into a 500 ml glass jar connected to a zero-air generator (Peak Scientific) and to the PTR-ToF-MS. The tool setting was carried out following the procedure previously reported by Marone et al. (2017). Before analyzing each sample, the jar was cleaned through the passage of "clean" air and the background noise was recorded analyzing an empty jar (blank). The acquisition time was 0.1ns, for 120 seconds the mass spectrum range was between m/z = 20-210. Data are reported in ppbv.

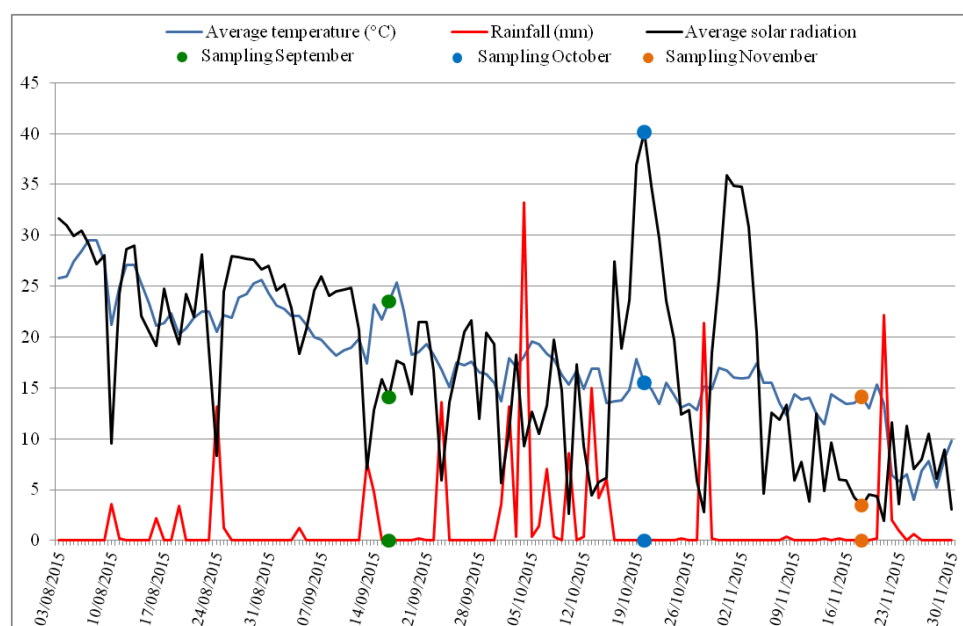
Table 1. List of the 15 cultivars of *O. europaea* used.

Sample N°	Cultivar	Origin	Widespread	Product use
1	Ascolana tenera	Marche	National	Table
2	Bianchera	Friuli Venezia Giulia	Local	Olive oil
3	Carolea	Calabria	National	Olive oil/Table
4	Coratina	Apulia	International	Olive oil
5	Frantoio	Tuscany	International	Olive oil

6	Itrana	Lazio	National	Olive oil/Table
7	Leccino	Tuscany	International	Olive oil
8	Maiatica di Ferrandina	Basilicata	Local	Olive oil/Table
9	Moraiolo	Tuscany	National	Olive oil
10	Morchiaio	Tuscany	Local	Olive oil
11	Nocellara del B.	Sicily	National	Olive oil/Table
12	Palmarola	Apulia	Local	Olive oil/Table
13	S. Agostino	Apulia	International	Table
14	S. Caterina	Tuscany	Local	Table
15	S. Francesco	Tuscany	Local	Table

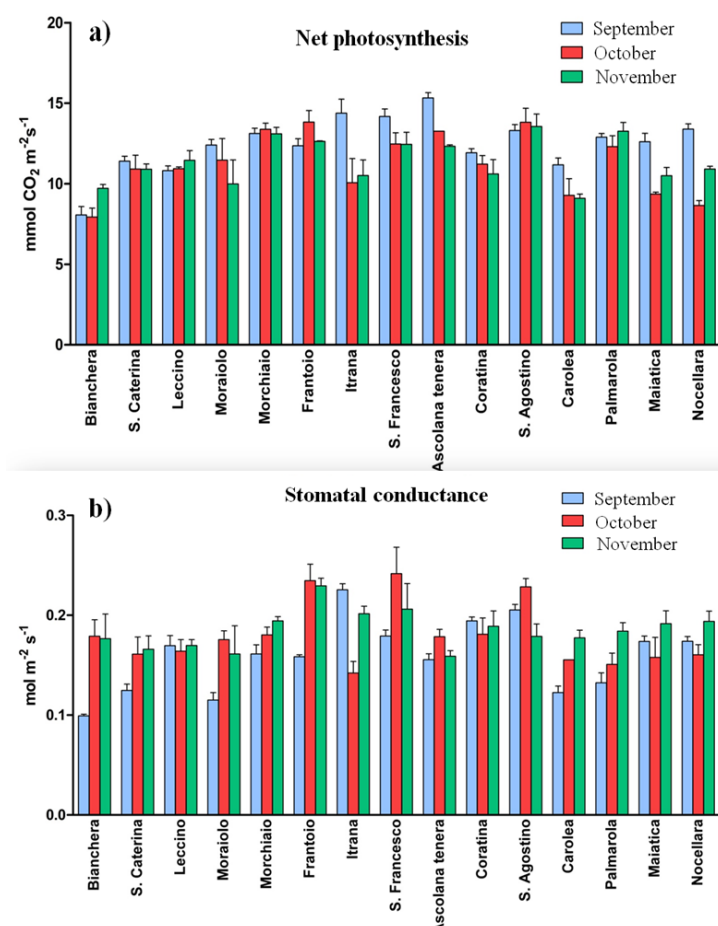
## RESULTS AND DISCUSSION

Climatic data (average temperature, rainfall and solar radiation) relative to the month before the first sampling (September) and during the whole sampling period (September-November) were taken from August to December 2015 (Montepaldi weather station) and are reported in Fig. 1. T1 sampling was carried out during a period characterized by reduced precipitation, even if the sample collection was made immediately after a moderate rainfall. T2 sampling was performed in a extremely sunny day which was preceded by frequent and abundant precipitations. T3 sampling felt in a period of decreasing average temperature and almost absent rainfall.



**Figure 1:** Climatic data before and during the sampling period

At the same days of the leaf samples collection, photosynthesis measurements were performed to check the general physiological status of the trees. Net photosynthesis and stomatal conductance measured in the 15 cultivars are reported in Fig. 2. According to the results, all the plants showed to be healthy in all the sampling period.

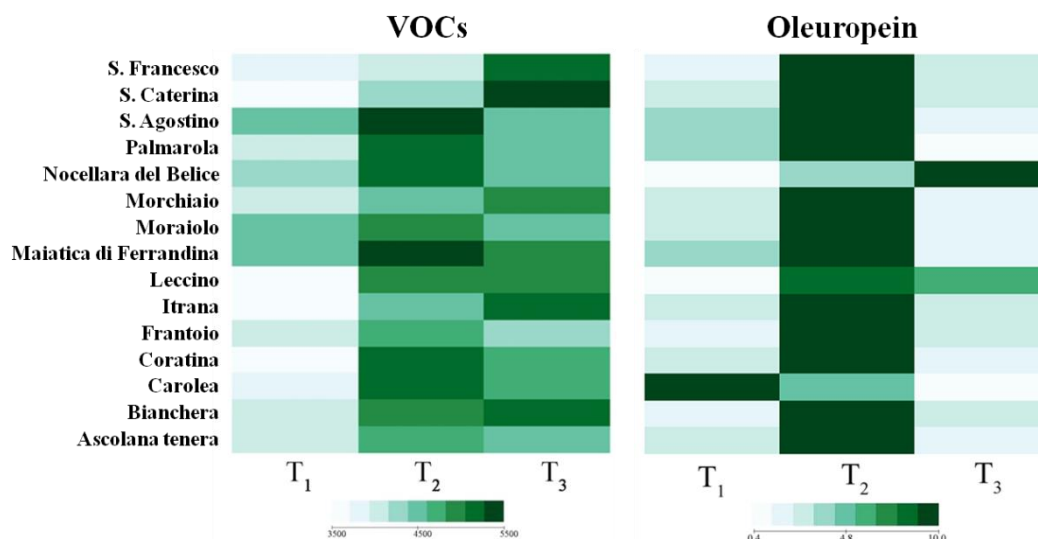


**Figure 2:** Gas exchange parameters measured for the 15 cultivars: a) Net photosynthesis ( $\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); b) Stomatal conductance ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )

Some differences of net photosynthesis and stomatal conductance were found among the different cultivars and the different sampling periods. Nevertheless, there was no common trends in the variation of the measured parameters. The heat map obtained on the oleuropein content and VOCs full spectra data were reported in Figure 3.

Results clearly show a great variability in OLE content based on the analyzed cultivars and on different sampling times. In particular, for each cultivar the OLE content increase in October and falls in November until it returns to September values. The only exception is represented by Carolea which shows the maximum OLE content in September and decreases in the following two months. Moreover, there are some cultivars (e.g. Coratina, S. Caterina Itrana) where the oscillation in OLE content are time-dependent and other (e.g. Morchiaio, S. Agostino, Nocellara del Belice) where the OLE content is constant enough. In addition, a huge variability was observed in VOCs content for both cultivars and sampling times. It is interesting to note as, while from the T1 to the T2 it is possible to highlight a general increase of the amount of VOCs emission, from the T2 to T3 sampling time any trend related to the different cultivar is evident and, for some cultivars, we can note a constant increase in the emission during the three sampling times (i.e. S. Francesco and S. Caterina). Furthermore, among all cultivars “Frantoio” showed a lowest emission amount for each sampling times.





**Figure 3:** Heatmap of the total VOCs amount (ppbv) (Left) and oleuropein content ( $\mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$ ) (Right) related to 15 leaf cultivars over the time. T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> indicates September, October, and November sampling time, respectively

## ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to express their thanks the experimental farm “Montepaldi”-University of Florence, for supporting the research.

## REFERENCES

- Benavente-García, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortun˜o, A., & Del Río, J. A. (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chemistry*, 68, 457–462
- Işin, Y., Fatih, K., Şeref, A., Ünal, K., & Hatice, D. (2012). The effect of different irrigation levels on the oleuropein contents of olive tree (*Olea europaea* L. cv. Memecik) in the western coastal region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 11(90), 15664-15677.
- Marone, E., Masi, E., Taiti, C., Pandolfi, C., Bazihizina, N., Azzarello, E., Fiorino, P., Mancuso, S. (2017). Sensory, spectrometric (PTR–ToF–MS) and chemometric analyses to distinguish extra virgin from virgin olive oils. *Journal of Food Science and Technology*, 1-9.
- Petridis, A., Therios, I., & Samouris, G. (2012). Genotypic variation of total phenol and Oleuropein concentration and antioxidant activity of 11 Greek olive cultivars (*Olea europaea* L.). *HortScience*, 47(3), 339-342. Tayoub et al., 2012;
- Talhaoui, N., Taamalli, A., Gómez-Caravaca, A. M., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2015). Phenolic compounds in olive leaves: Analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. *Food Research International*, 77, 92-108.
- Tayoub, G., Sulaiman, H., Hassan, A. H., & Alorfi, M. (2012). Determination of oleuropein in leaves and fruits of some Syrian olive varieties. *Int. J. Med. Arom. Plants*, 2, 428-433.
- Vivaldo, G., Masi, E., Pandolfi, C., Mancuso, S., & Caldarelli, G. (2016). Networks of plants: how to measure similarity in vegetable species. *Scientific reports*, 6.

## SPECTROMETRIC ANALYSES (PTR-TOF-MS) TO CHARACTERIZE MONOVARIETAL AND BLENDED EXTRA VIRGIN OLIVE OILS

Masi E.<sup>1\*</sup>, Taiti C.<sup>1</sup>, Marone E.<sup>2</sup>, Alessandri S.<sup>3</sup>, Ieri F.<sup>3</sup>, Romani A.<sup>3,4</sup>, Fiorino P.<sup>1</sup>, Mancuso S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA), Università di Firenze, viale delle Idee 30, 50019, Sesto F.no (FI)

<sup>2</sup>Facoltà di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università di Teramo, Via R. Balzarini 1, 64100 Teramo

<sup>3</sup>Laboratorio Phytolab, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "G. Parenti" (DiSIA), Università di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019, Sesto F.no (FI)

<sup>4</sup>QuMAP Laboratory, PIN Polo Universitario Città di Prato

Masi E.: elisa.masi@unifi.it (\*Corresponding Author)

Taiti C.: cosimo.taiti@unifi.it

Marone E.: emarone@unite.it

Alessandri S.: stefano.alessandri@unifi.it

Ieri F.: francesca.ieri@unifi.it

Romani A.: annalisa.romani@unifi.it

Fiorino P.: piero.fiorino@unifi.it

Mancuso S.: stefano.mancuso@unifi.it

**Keywords:** non destructive analysis, olive oil, PTR-ToF-MS, volatile compounds

### SOMMARIO

Campioni di olio extravergine di oliva monovarietale o in blend sono stati ottenuti da quattro cultivar autoctone toscane di *Olea Europaea* L., e due non autoctone. Tutte le cultivar sono state coltivate in Toscana. I composti organici volatili (VOCs) sono stati analizzati in modo non distruttivo utilizzando un approccio PTR-ToF-MS, che fornisce una definizione autentica del profilo aromatico dell'olio di oliva, grazie all'assenza di pre-trattamento dei campioni. L'approccio analitico ha permesso di identificare il valatoma di ciascun campione di olio, monovarietale o in blend, e di individuare quei VOCs che determinano la qualità e la classe merceologica del prodotto (olio extravergine o vergine di oliva, EVOO o VOO).

### SUMMARY

Monovarietal and blended extra virgin olive oil samples were obtained from 4 autochthonous Tuscan cultivars of *Olea Europaea* L., and two non-autochthonous ones. All cultivars were grown in Tuscany. Volatile organic compounds (VOCs) were analyzed non-destructively using a PTR-ToF-MS approach, which allows getting a genuine definition of olive oil aromatic profiles thanks to the absence of pre-treatment of the samples. The analytical approach allowed to identify the volatome of each monovarietal or blended oil under study, and to determine those VOCs influencing the quality and the merceological class of the product (extra virgin or virgin olive oil, EVOO or VOO).

### INTRODUCTION

For many centuries, olive oil has been the highest representative of food lipids. It is obtained from fruits (drupes) of *Olea Europaea* L., an evergreen tree to which many varieties belong and have been used since ancient times as human food. Accordingly, each area has therefore selected over the years some cultivars that, thanks to a progressive adaptation, have assumed characteristics of typicality.

Its chemical composition is represented by both saponifiable and unsaponifiable fractions. In the unsaponifiable fraction are present, even in very low concentrations (1-2% of the oil weight), numerous classes of chemical compounds that play a fundamental role both in the evaluation of the genuineness of the olive oil, and for origin or cultivar fingerprinting investigation purposes, mainly phenolic and volatiles

compounds (Montedoro e Cantarelli, 1969; Amirante, 2001; Romani, 2007). Concerning the latter ones, organic volatiles compounds (VOCs), and in particular those that are produced during milling, are mainly linked to oxidative reactions, as a result of tissue injuries during the crushing processes and fruit malaxation. VOCs develop according to distinctive biosynthetic pathways and among these the metabolic pathway of LipOXygenase (LOX) determines the enzymatic subdivision of polyunsaturated fatty acids (linoleic and linolenic) with the production of aldehydes, ketones, alcohols, carboxylic acids, esters and other VOCs (Angerosa et al., 2004; Kalua et al., 2007).

The peculiar aroma of olive oil depends on the interaction of hundreds of volatile compounds (in Table 1 some of these are reported with the linked aromatic descriptor - Aparicio et al., 1996; Blekas & Guth, 1993; Morales et al., 1997; Kiritsakis, 1998), whose amount is in turn related to the enzymatic characteristics of the fruits (genotype/cultivar) (Luna et al., 2006a), the maturation stage at harvest (Angerosa et al 1996b; Masi et al., 2014) the pedoclimatic conditions, and conservation (Angerosa et al., 1996a; Morales et al., 2005; Kalua et al., 2007). C6 and C5 volatile compounds are those that most contribute to the aroma (Angerosa, 2002) and are responsible for positive attributes such as herbaceous and fruity flavor. There may also be unpleasant flavors (defined as defects), due to the establishment of biogenic enzymatic activities in the fruits before the oil extraction process (for example as a consequence of the attack of the olive fruit fly) or alterations during storage (Luna et al., 2006b).

• **Table1.** *Principal volatile compounds of olive oil and linked aromatic descriptor*

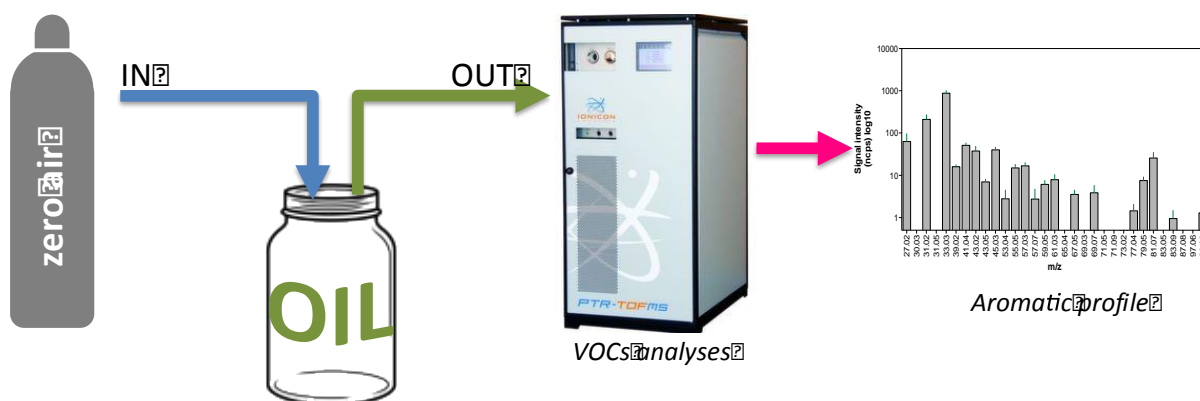
COMPOUND	AROMATIC DESCRIPTOR
(E)-2-Hexenal	Apple, green, leaf
(E)-2-Hexenol	Green, grassy
(E)-3-Hexenol	Green, leaf, nuts
Heptanal	Fat, citrus, rancid
$\alpha$ -Pinene	Pine
Camphene	Camphor
Sabinene	Pepper, wood
$\beta$ -Pinene	Pine, resin
Myrcene	Balsamic, must, spice
2,3-Dehydro-1,8-cineole	Mint, lemon
Hexyl acetate	Fruit, herb, green (grassy)
Limonene	Citrus, lemon, orange
1,8-Cineol	Mint, sweet
p-Cymene	Solvent, citrus
(E)-Ocimene	Sweet, herb
Nonanal	Fat, citrus, green
2,4-Octadienal	Green, seaweed, cucumber
Menthone	Fresh, green
Camphor	Camphor
Decanal	Soap, orange peel, tallow
$\alpha$ -Cubebene	Herb, wax
$\alpha$ -Copaene	Wood, spice
(E)- $\beta$ -Damascenone	Apple, rose, honey
$\beta$ -Caryophyllene	Wood, spice
$\beta$ -Selinene	Herb
(E, E)- $\alpha$ -Farnesene	Wood, sweet

In the assessment of the quality of olive oil, the aroma plays an important role in directing the consumer's choice and it is therefore essential to determine the "relative amount" of the aromatic compounds. Accordingly, this study of VOCs has been applied to monovarietal as well as blended EVOOs, using Tuscan autochthonous and non-autochthonous varieties, all grown in Tuscany, with the aim to identify the volatome of each variety or blend analyzed, and to determine the VOCs influencing the quality and the merceological class (EVOO, VOO).

## MATERIALS AND METHODS

Mass spectrometry analyses of VOCs were carried out on extra virgin oil samples obtained with four Tuscan olive oil varieties ('Frantoio', 'Leccino', 'Olivastra Seggianese', 'Moraiolo') and two non-autochthonous ones ('Arbequina' and 'Arbosana'). In details, 'Frantoio', 'Olivastra Seggianese', 'Arbequina' and 'Arbosana' were evaluated as monovarietal oil, while oil extracted from 'Frantoio', 'Leccino' and 'Moraiolo' were used to create two blends (blend 1: Leccino/Frantoio; blend 2: Leccino/Frantoio/Moraiolo). All plants were grown in Tuscany. As control, a sample of a commercial oil was also used in the investigations.

VOCs emitted were detected with a PTR-ToF-MS 8000 (Ionicon Analytik GmbH, Innsbruck, Austria) using  $H_3O^+$  as reagent ion for the proton transfer reaction. The non destructive analyses were performed on 10 ml of oil for each sample, without any pre-treatment (Fig. 1). Separation of single ions is obtained according to their mass to charge ( $m/z$ ) ratio. The sampling time for each channel of ToF acquisition was 0.1 ns, for a mass spectrum ranging from  $m/z = 20$  to  $m/z = 250$ . Drift tube settings were: drift voltage 600 V, temperature 110°C, pressure 2.25 mbar, extraction voltage at the end of the tube ( $U_{dx}$ ) 32 V.



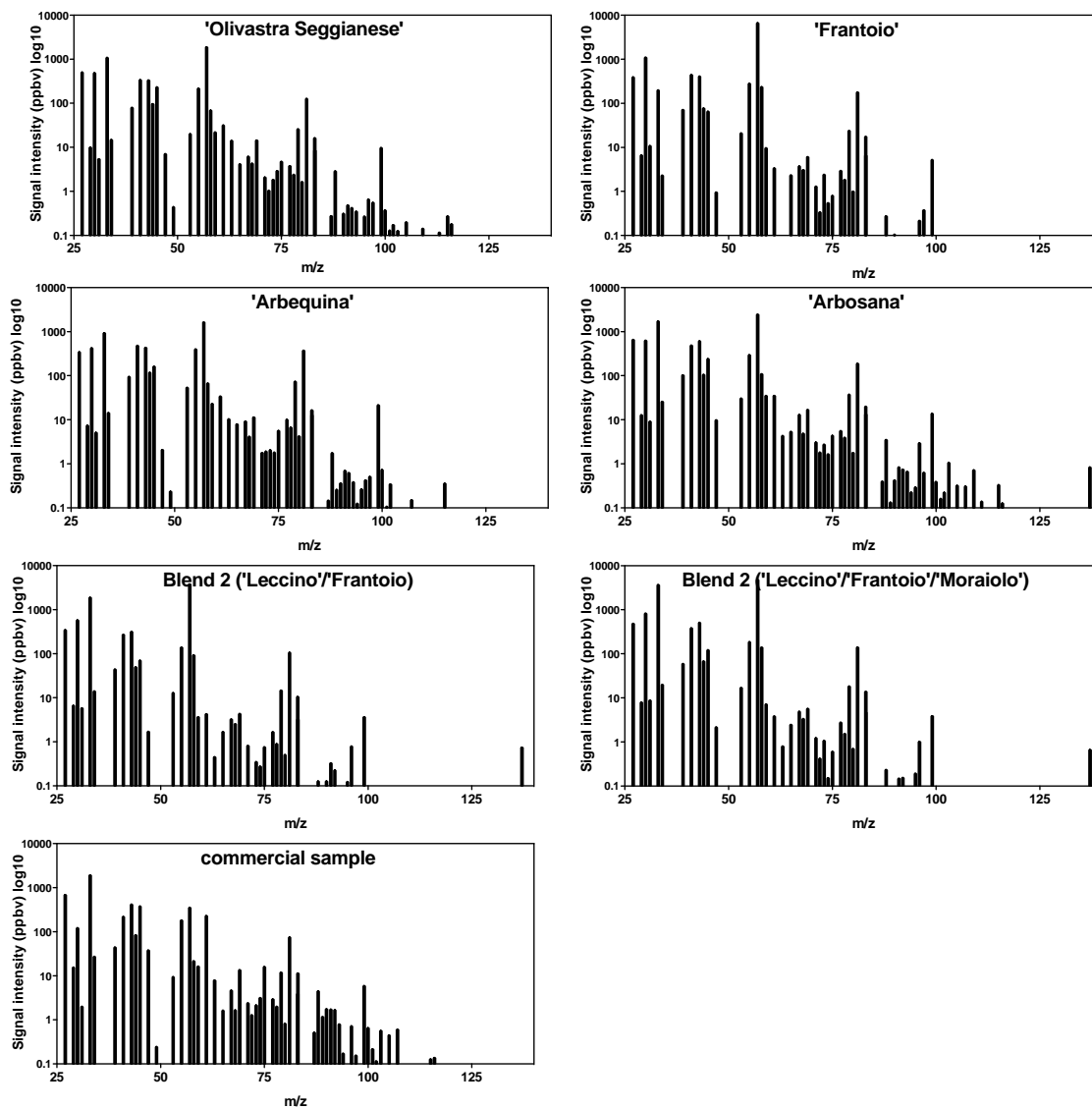
**Figure 1.** Schematic representation of the PTR-ToF-MS analyses on olive oil samples.

## RESULTS AND DISCUSSION

The volatome profile of each sample was achieved, and numerous signals relating to VOCs have been identified; many of them were common to all samples, while others were specific (Fig. 2).

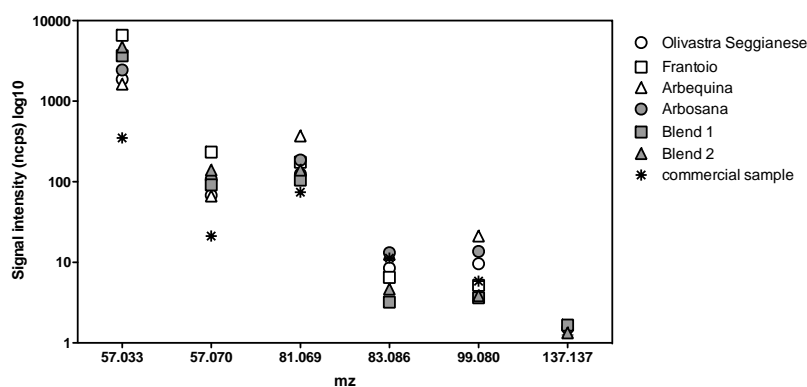
Some samples showed more complex aromatic profiles, characterized by a greater number of signals identified with respect to other samples (Fig. 2). In particular, the most complex aromatic profiles have been observed in the oil samples obtained from 'Olivastra Seggianese' and 'Arbosana'. These varieties compared to the others analyzed, are in fact characterized by a different quantity and quality of enzymes involved in the biosynthesis of volatile compounds (Angerosa et al., 2004), which therefore determine variations both in the type of synthesized VOCs and in their concentration and often provide a typical aroma. On the other hand, the monovarietal oil samples obtained with 'Frantoio' showed an inferior number of signals, especially in the range of the highest  $m/z$ . Such characteristic was found also in blended oils.

Interestingly, both blends and 'Arbosana' monovarietal oil (Fig. 2 and 3) also showed the presence of signals such as:  $m/z = 137.132$  (monoterpenes),  $m/z = 93.069$  (fragment of terpenes),  $m/z = 95.086$  (fragment of terpenes). These signals, referring to the chemical class of terpenes, are usually responsible of typical aromas and flavors, generally linked to the fruity character (see Table 1). Compared to other volatile compounds, such as, for example, hexenal, terpenes are influenced by olive genotype (variety) and cultivation conditions. They play a dominant role in determining the peculiar aroma and quality of olive oils (Zunin et al., 2005).



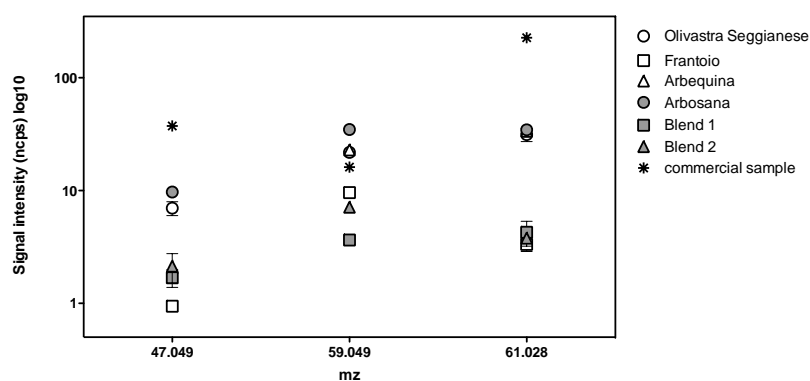
**Figure 2.** VOCs profiles (ppbv) of the olive oil samples analyzed.

It's worth noting that all samples (except the commercial oil) showed high signal intensity of compounds that are considered as the main responsible for the herbaceous aroma (perceived as positive from the consumers), such  $m/z = 57.033$  ((E)-2-hexenal),  $m/z 81.069$  (fragment of hexanal),  $m/z 83.085$  (+E)-2-hexenol),  $m/z 99.080$  ((E)-3-hexenal) (Fig. 3); these compounds derive from the enzymatic oxidation process through the LOX pathway (Angerosa et al., 2004).



**Figure 3.** Signal intensity (ncps) of VOCs compounds linked to the typical olive oil flavors.

The study has also focused on the detection of compounds linked to defects (e.g. rancid, fusty and vinegary flavors). The main oil defects are due to the presence and high intensity of the following compounds: ethanol ( $m/z = 47.049$ ), acetone ( $m/z = 59.049$ ) and acetic acid ( $m/z = 61.028$ ) (Marone et al., 2017), generally produced during storage period of olives before oil extraction process, as a consequence of oxydative phenomena (Marone et al., 2017; Morales et al., 2000; Angerosa et al., 1996b). In order to be considered defects, these compounds need to exceed the threshold of human perception. All samples showed all three signals (Fig. 4) at quite low intensity, definitely below the minimum threshold of perception. On the contrary, the commercial sample showed much higher intensities, especially in the case of ethanol and acetic acid.



**Figure 4.** Signal intensity (ncps) of VOCs compounds linked to defects in olive oil (off-flavors).

In conclusion, by studying volatile aromatic compounds with the PTR-ToF-MS tool of monovarietal and blended extra virgin olive oils produced in Tuscany, it results:

- (1) a greater quantity of VOCs in some "niche" extra virgin oil samples than in the commercial one;
- (2) the presence of particular aromas due to the presence of terpenic compounds both in the monovarietal sample of 'Arbosana' and within the blended samples obtained with typical Tuscan varieties ('Leccino', 'Frantoio', 'Moraiolo');
- (3) a high intensity, common to all non-commercial samples, of compounds linked to the herbaceous aroma of the oil;
- (4) the presence of perceivable defects only in the commercial sample.

Furthermore, on the basis of current legislation (EU Regulation No. 2568/91 and subsequent amendments) which provides for the absence of perceivable defects in EVOO, the category of the samples analyzed in this study were all correct excluding the sample commercial that should be classified as VOO.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge Regione Toscana "PRAF 2012-2015 MISURA 1.200 (Project VOLATOSCA).

## REFERENCES

- Amirante P., Catalano, P., Amirante R., Montel G., Dugo G., LoTurco, V. Baccioni L. Fazio D., Mattei A., Marotta F. (2001) Estrazione da paste denocciolate. *Olio4*, 3 48-55.
- Angerosa F (2002) Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *Eur J Lipid Sci Technol* 104(9-10):639-660.
- Angerosa F, Lanza B, Marsilio V (1996a) Biogenesis of "fusty" defect in virgin olive oils. *Grasas Aceites* 47:142-150.
- Angerosa F, Lanza B, Marsilio V, Cumitini S (1996b) Olive oil offodour compounds produced by *Aspergillus* and *Penicillium*. *Acta Hort* 474:695-699.

- Angerosa F, Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto S, Montedoro GF (2004) Review: volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J Chromatogr* 1054:17–31.
- Aparicio R., Morales M.T., Alonso M.V. (1996) Relationship between volatile compounds and sensory attributes of olive oils by the sensory wheel. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73(10): 1253-1264.
- Blekas G, Guth H. (1993) Evaluation and quantification of potent odorants of Greek virgin olive oils. In *Food Flavors, Generation Analysis and Process Influence*. Charalampous G (Ed.), Elsevier, 419–427.
- Garrido Fernández Díez M. J., Adamos M. R. (1997) *Table olives*. Chapman & Hall, London (UK), pp. 67-109.
- Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R. Jr, Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards K. (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chemistry* 100: 273–286.
- Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R. Jr, Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards K. (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chemistry* 100: 273–286.
- Kiritsakis A. K. (ed), (1998) *Olive Oil From the Tree to the Table Second Edition*. Trumbull Connecticut USA: Food and Nutrition Press Inc.
- Luna G, Morales MT, Aparicio R (2006a) Characterization of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. *Food Chem* 98:243–252.
- Luna G, Morales MT, Aparicio R (2006b) Changes induced by UV radiation during virgin olive oil storage. *J Agric Food Chem* 54(13):4790–4794.
- Masi E., Romani A., Pandolfi C., Heimler D., Mancuso S. (2014) PTR-TOF-MS analysis of volatile compounds in olive fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(7): 1428-1434, DOI 10.1002/jsfa.6837.
- Montedoro GF., Cantarelli C. (1969) Indagine sulle sostanze fenoliche presenti nell'olio di oliva. *Riv. Ital. Sost. Grasse* 46 115-124.
- Morales M.T., Luna G., Aparicio L. (2005) Comparative study of virgin olive oil sensory defects. *Food Chem* 91(2):293-301.
- Morales M.T., Luna G., Aparicio R. (2000) Sensory and chemical evaluation of winey-vinegary defect in virgin olive oils. *Eur Food Res Technol* 211:222–228.
- Marone E., Masi E., Taiti C., Pandolfi C., Bazihizina N., Azzarello E., Fiorino P., Mancuso S. (2017) Sensory, spectrometric (PTR-ToF-MS) and chemometric analyses to distinguish extra virgin from virgin olive oils. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (6), 1368-1376.
- Morales M.T., Rios J.J., Aparicio R. (1997) Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation: flavors and off-flavors. *J. Agric. Food Chem.* 45, 2666–2673.
- Romani A., Lapucci C., Cantini C., Ieri F., Mulinacci N., Visioli F. (2007) Evolution of minor polar compounds and antioxidant capacity during storage of bottled extra virgin olive oil- *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (4), pp 1315-1320.
- Zunin P., Boggia R., Salvadeo P., Evangelisti F. (2005) Geographical traceability of West Liguria extravirgin olive oils by the analysis of volatile terpenoid hydrocarbons. *J. Chromat. A*, 1089(1): 243-249.

## **Copyright**

Titolo del libro: Atti del Congresso AISME 2018

Autore: Laboratorio Phytolab (Pharmaceutical, Cosmetic, Food supplement Technology and Analysis) – DiSIA Università degli Studi di Firenze

© 2018, Università degli Studi di Firenze

© 2018, PIN Polo Universitario Città di Prato

TUTTI I DIRITTI RISERVATI. La riproduzione, anche parziale e con qualsiasi mezzo, non è consentita senza la preventiva autorizzazione scritta dei singoli Autori.

**ISBN: 978-88-943351-0-1**