IRIS AperTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Contributo allo studio del cambiamento climatico sulle Alpi Occidentali: il caso della Valle Maira.

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available http://hdl.handle.net/2318/132580 since

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

12 October 2024

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLE ALPI OCCIDENTALI: IL CASO DELLA VALLE MAIRA

Simona Fratianni, Silvia Brunatti, Fiorella Acquaotta e con la collaborazione di Marco Cordola
Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Torino, via Valperga Caluso 35 - 10125 Torino
simona.fratianni@unito.it

La scelta sulla Valle Maira è dovuta alla disponibilità di dati climatici giornalieri a partire dal 1923, mai digitalizzati, per due stazioni meteorologiche: Acceglio Saretto (1530 m) e Combamala (915 m). Si sono considerati i dati di spessore del manto nevoso, di altezza della neve fresca, di precipitazioni e temperature registrate dall'ENEL disponibili negli archivi dell'ex Ufficio Idrografico del Po di Torino, presso ARPA Piemonte.

L'analisi di serie storiche condotte nel periodo da novembre a maggio, ha fornito le tendenze principali e, per comprendere meglio l'entità del cambiamento, si sono calcolati gli indici climatici su tutto il periodo considerato e sul periodo di riferimento trentennale dell'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale, 1971 -2000). Inoltre sarà possibile confrontare l'intero periodo analizzato utilizzando anche altre serie meteorologiche rilevate in valle.

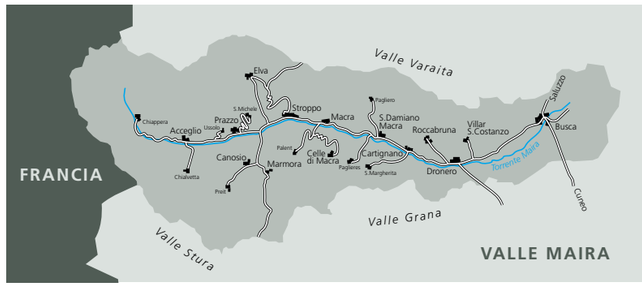
INTRODUZIONE

I fenomeni meteorologici riguardano la vita di tutti i giorni e determinano le condizioni climatiche delle zone in cui abitiamo (Biancotti, 2003). Il clima evolve secondo modalità e ritmi a noi ancora sconosciuti e capire le condizioni climatiche a mesoscala, ossia a scala regionale, è importante per comprendere le connessioni che si instaurano sia con l'uomo che con l'ambiente che lo circonda. E' con questa fondamentale finalità che si é affrontato lo studio di climatologia condotto sulle serie meteorologiche di temperatura e precipitazioni liquide e solide in Valle Maira, presso le località di Acceglio Saretto (1530 m slm) e di Combamala (915 m slm). La ricerca condotta è molto importante perché in Valle Maira non si sono mai svolti lavori sistematici di climatologia, ad eccezione di qualche articolo relativo allo studio dell'andamento nevoso dell'area (Biancotti et al., 1998) e comunque mai nell'ottica del cambiamento climatico in atto. Inoltre, i dati utilizzati, dal 1924 al 1983, erano presenti solo su supporto cartaceo e sono stati per la prima volta digitalizzati a livello giornaliero. Occorre quindi fin da subito rimarcare l'estremo interesse dei dati raccolti e digitalizzati su cui è stato possibile eseguire un'accurata ricerca storica al fine di ottenere i metadati, ossia le preziose informazioni riguardanti eventuali cambiamenti di posizione e/o strumentazione che accompagnano e segnano la vita di una stazione meteorologica. Tale procedimento è essenziale per discriminare ogni cambiamento di natura non climatica avvenuto presso o nella stazione meteorologica analizzata e per valutare quindi in modo corretto l'andamento delle variabili in gioco, come espressamente suggerito dai working groups dei progetti internazionali MEDARE (The MEditerranean climate DAta REscue) e COST-ES0601 (Homogenisation and quality control in climatological databases) che si occupano di affrontare e risolvere questi problemi.

L'AREA DI STUDIO

La Valle Maira si trova nella parte sud-occidentale del Piemonte (Fig. 1), nelle Alpi Cozie meridionali e confina a Nord con la valle Varaita, che le corre parallela; a Sud confina con le valli Grana e Stura di Demonte; a Ovest confina con la Francia e a Est si immette nella Pianura Padana. È lunga circa 45 km ed è tagliata a metà dal torrente che le dà il nome: il Maira (Fig. 2). Presenta un'orientazione costante lungo la direttrice Est-Ovest ed è delimitata da due massicce catene montuose che si originano a partire dal compatto rilievo del Brec de Chambeyron formando dei definiti spartiacque con le valli dell'Ubayette (in territorio francese) a Ovest, della Stura di Demonte e Grana a Sud e Varaita a Nord.

Fig. 1



A destra dall'alto - fig. 2, fig. 4 e fig. 5

Sotto, fig. 3 - Stazione termopluviometrica e nivometrica di Acceglio-Saretto.

LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI CONSIDERATE IN VALLE MAIRA

STAZIONI	COMUNE	QUOTA (m)	LATITUDINE N	LONGITUDINE E	PERIODO	PARAMETRI
Acceglio Saretto	Acceglio	1530	44°26'40"	6°57'31"	1923-2009	Hs Hn TM Tm P
Combamala	S. Damiano Macra	915	44°28'50"	7°13'50"	1930-1997	Hs Hn TM Tm P

Hs = Altezza della neve al suolo, Hn = Altezza della neve fresca, TM = Temperatura massima, Tm = Temperatura minima, P = Precipitazioni

PRINCIPALI PARAMETRI CLIMATICI CALCOLATI PER LA STAZIONE DI ACCEGLIO DURANTE IL PERIODO 1930-2009 (AD ECCEZIONE DEI DATI DI PRECIPITAZIONE CHE TERMINANO NEL 2000) E PER LA STAZIONE DI COMBAMALA (915 m) DURANTE IL PERIODO 1930-1997

ACCEGLIO	Hn	Gn	En	EnM	Enm	TM	Tm	Gg	Gsd	P	Gp
Novembre	56	4	13	39	1	7,5	-2,3	20	1	70	7
Dicembre	79	6	39	75	15	3,7	-5,7	28	6	67	7
Gennaio	69	5	57	90	37	3,6	-6,6	28	7	61	7
Febbraio	74	6	65	101	39	5,5	-6	26	3	51	6
Marzo	68	5	59	96	32	8,3	-3,2	23	1	73	8
Aprile	38	3	25	60	6	10,4	0	12	0	103	10
Totale	384	29	43,0	76,8	21,7	6,5	-4,0	137	18	425	45
COMBAMALA	**Hn**	**Gn**	**En**	**EnM**	**Enm**	**TM**	**Tm**	**Gg**	**Gsd**	**P**	**Gp**
Novembre	17	2	3	15	0	7,3	-0,7	15	0	78	6
Dicembre	37	3	12	33	3	3,8	-3,8	26	1	51	5
Gennaio	53	4	28	52	14	2,9	-5,1	28	6	41	5
Febbraio	40	4	32	52	18	4,4	-4,4	24	4	40	5
Marzo	28	3	20	43	4	7,6	-1,4	18	0	70	7
Aprile	7	1	1	9	0	11,3	1,9	6	0	103	9
Totale	182	17	16,0	34,0	6,5	6,2	-2,3	117	11	383	37

Hn = Altezza della neve fresca (cm), Gn = Giorni nevosi, En = Altezza della neve al suolo (cm), EnM = Altezza massima della neve al suolo (cm), Enm = Altezza minima della neve al suolo (cm), TM = Temperatura massima (°C), Tm = Temperatura minima (°C), Gg = Giorni di gelo, Gsd = Giorni senza disgelo, P = Precipitazioni (mm), Gp = Giorni piovosi.
Totale = media o somma.

STAZIONI METEOROLOGICHE ANALIZZATE E DATI DISPONIBILI

Il comune di Acceglio, posto nella parte terminale della Valle, ha una vastissima estensione territoriale, composta da grandi pascoli circondati da monti che oltrepassano i 3000 m. La stazione meteorologica si trova in frazione Saretto, ad una quota di 1530 m s.l.m, in prossimità della omonima diga, alle coordinate geografiche 44°26'40" di latitudine Nord e 6°57'31" di longitudine Est (Fig. 3). Nel comune di San Damiano Macra, presso la località di Combamala, a 915 metri s.l.m. e alle coordinate geografiche 44°28'N e 7°13'E, si trova la seconda stazione analizzata (vedi tabella di Fig. 4).

Ai fini dello studio, si sono utilizzati i dati giornalieri di tali due stazioni meteorologiche a rilevamento manuale. Si tratta di dati presenti soltanto su supporto cartaceo, che sono stati digitalizzati a partire dal 1923 per Acceglio e dal 1930 per Combamala. I dati in questione provengono in parte dagli Annali conservati presso gli archivi di ARPA Piemonte (periodi 1923/1958 e 1971/2009) e in parte (periodo 1950/1970) dai registri conservati presso la sede dell'ex ENEL della diga di San Damiano Macra, in provincia di Cuneo. Le serie risultano complete, ad eccezione di una lacuna presente nella stazione di Combamala riferita alle stagioni 1963-64 e 1964-65 e all'ultimo periodo, a causa della cessata attività avvenuta alla fine del 1997. Si sono considerati i dati giornalieri di spessore del manto nevoso, di altezza di neve fresca, di precipitazioni e di temperatura massima e minima.

METODI DI ANALISI

La prima fase del lavoro ha riguardato il reperimento e la digitalizzazione dei dati cartacei a cui ha fatto seguito la ricerca storica e un accurato controllo di qualità, eseguito con il software RClimDex (Zhang et Yang, 2004).

Per ogni mese, da novembre ad aprile, sono stati aggregati i parametri nivometrici giornalieri, come l'altezza della neve al suolo e l'altezza di neve fresca, i valori di temperatura massima e minima e le precipitazioni, al fine di ottenere i seguenti parametri mensili:

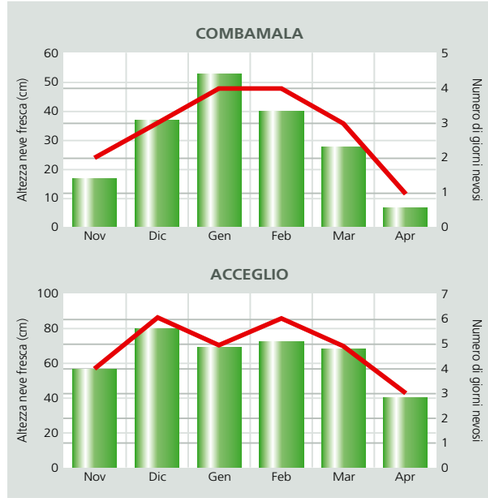
- Hn = $\sum$ Hng = altezza mensile della neve fresca cumulata in cm;
- Gn = numero di giorni nevosi (Hng $\geq$ 1 cm);
- En, EnM, Enm = altezza media, massima e minima mensile della neve al suolo;
- TM, Tm = temperatura massima e minima mensile;
- Gg = numero di giorni di gelo (Tmg $\leq$ 0°C);
- Gsd = numero di giorni senza disgelo (TMg $\leq$ 0°C);
- P = precipitazione cumulata mensile in mm;
- Gp = numero di giorni piovosi (Pg $\geq$ 1 mm).

Si sono calcolati i valori medi su tutto il periodo considerato e sull'ultimo periodo trentennale (1971-2000) come definito dalla WMO (2007) (tabelle di Figg. 5 e 7). L'analisi condotta sulle serie storiche ha fornito le tendenze climatiche principali grazie al software Anclim (Stèpànek, 2005) e il test non parametrico di Mann-Kendall (Sneyers, 1990; Wilks, 2006) è stato utilizzato per comprendere il significato statistico dell'andamento.

RISULTATI

Occorre fin da subito sottolineare che non é possibile confrontare direttamente i risultati provenienti dall'analisi delle due stazioni di misura, a causa del diverso periodo disponibile. Tuttavia, se si considera l'insieme dei valori di entrambi i siti, é possibile osservare una loro distribuzione in funzione della quota e dei fattori geografici. Infatti, ad Acceglio Saretto i valori di temperatura minima risultano meno elevati rispetto a Combamala, con conseguente aumento del numero di giorni di gelo e senza disgelo, mentre i valori di temperatura massima risultano maggiormente elevati in alcuni mesi (novembre, gennaio, febbraio, marzo), a causa della sua esposizione orientata verso Sud.

Inoltre Combamala presenta circa la metà del quantitativo di neve fresca cumulata e di giorni nevosi rispetto ad Acceglio, mentre risultano simili i quantitativi di precipitazioni liquide e il numero di giorni



PRINCIPALI PARAMETRI CLIMATICI CALCOLATI PER LA STAZIONE DI ACCEGLIO SARETTO (1530 m) NEL PERIODO 1971-2000

ACCEGLIO	Hn	Gn	En	EnM	Enm	TM	Tm	Gg	Gsd	P	Gp
Novembre	44	4	10	29	1	8,7	-1,8	19	0	70	7
Dicembre	67	6	30	66	10	6,2	-4,5	27	1	67	7
Gennaio	84	6	56	93	31	5,5	-5,7	28	3	61	7
Febbraio	70	6	67	99	42	6,8	-5,5	26	2	51	7
Marzo	61	6	61	97	35	9,3	-2,8	22	1	73	8
Aprile	49	4	30	69	9	11,1	-0,4	14	0	103	10
Totale	375	32	42,3	75,5	21,3	7,9	-3,5	136	7	425	46

Hn = Altezza della neve fresca (cm), Gn = Giorni nevosi, En = Altezza della neve al suolo (cm), EnM = Altezza massima della neve al suolo (cm), Enm = Altezza minima della neve al suolo (cm), TM = Temperatura massima (°C), Tm = Temperatura minima (°C), Gg = Giorni di gelo, Gsd = Giorni senza disgelo, P = Precipitazioni (mm), Gp = Giorni piovosi.
Totale = media o somma.

PRINCIPALI TENDENZE CALCOLATE A LIVELLO MENSILE, ERRORI RELATIVI, MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD PER LA NEVE AL SUOLO DI ACCEGLIO SARETTO DURANTE IL PERIODO NOVEMBRE-APRILE, DALLA STAGIONE 1923-24 ALLA 2008-09

Neve al suolo	a	Err a	b	Err b	p	Media	Dev st
Novembre	-0,14	0,07	19	3,2	0,04	12,9	15,6
Dicembre	-0,25	0,13	49,9	6,8	0,06	38,8	31,6
Gennaio	-0,19	0,16	66	8	0,23	57,5	37,6
Febbraio	-0,31	0,18	78,3	9,2	0,09	64,5	42,1
Marzo	-0,47	0,18	80,1	9,3	0,01	59,4	44,4
Aprile	-0,19	0,12	33	6	0,14	24,7	29,5

Dall'alto - fig. 6, fig. 7 e fig. 8

piovosi (Fig. 5). Per entrambe le stazioni, il regime nivometrico é unimodale con il massimo concentrato nel mese di gennaio per la stazione di Combamala e di dicembre per Acceglio (Fig. 6). Inoltre, quest'ultima stazione, presenta dei valori di neve fresca pressoché equivalenti in dicembre, gennaio, febbraio e marzo, mostrando il tipico andamento del regime nivometrico equilibrato (Besancenot, 1990). La quantità media di neve al suolo risulta massima in febbraio per entrambe le stazioni ed é pari a 65 cm per Acceglio e di 32 cm per Combamala. Il mese di febbraio è quello in cui la copertura nevosa è maggiormente presente anche in altri settori delle alpi piemontesi, come il nord-occidentale (Fratianni e Motta, 2002). Durante il periodo 1971-2000 non si evidenziano notevoli variazioni dei risultati rispetto a tutto il periodo analizzato (1923-2009) (Fig. 7). Tuttavia risulta evidente l'aumento dei valori di temperatura massima e minima durante l'ultimo periodo trentennale che si ripercuote maggiormente sulla curva della temperatura massima, facendo registrare una conseguente diminuzione del numero di giorni senza disgelo (che passano da 18 a 7). E' stata quindi condotta l'analisi statistica dello spessore del manto nevoso ad Acceglio Saretto, al fine di verificarne il trend mensile (tabella di Fig. 8) e stagionale (tabella di Fig. 10). Nel corso degli anni la quantità di neve al suolo è diminuita, soprattutto durante il mese di marzo e tale andamento negativo é anche messo in evidenza dalla retta di regressione (Fig. 9). Negli anni Trenta i valori medi risultano molto elevati, con un massimo durante la stagione invernale 1933-1934 in cui si registrano 129 cm di neve al suolo. Anche durante la stagione 1959-1960, i valori risultano molto elevati con 117 cm presenti al suolo, mentre negli anni Settanta é presente una discreta variabilità in cui i valori oscillano tra 50 e 113 cm. Dagli anni 1980-81 si può osservare invece una netta diminuzione del manto nevoso rispetto agli anni precedenti. Dalla ricerca storica è però emerso il motivo di natura non climatica di questa repentina variazione: la stazione di rilevamento ha subito uno spostamento e dalla posizione di origine, vicino alla diga nel versante Nord, è stata collocata a Sud, su una piazzola di cemento. Si è individuata quindi tale discontinuità nella serie, utile per interpretare correttamente gli andamenti delle principali variabili osservate. Al fine di ottenere le tendenze principali, si é analizzato l'andamento stagionale di tutte le variabili climatiche disponibili. Per Acceglio Saretto, si é osservata una diminuzione delle precipitazioni, dello spessore del manto nevoso, dell'altezza di neve fresca e del numero di giorni nevosi ed é inoltre possibile sottolineare una notevole variabilità interstagionale (Fig. 11). Si è inoltre verificato un aumento significativo delle temperature massime e minime: infatti, per le serie delle temperature massime si é registrato un aumento stagionale di 0,07 °C e per le temperature minime di 0,03 °C (Fig. 12). Anche a Combamala i valori di temperatura massima e minima risultano significativi e registrano un aumento sostanziale nel tempo.
Tuttavia, secondo il test non-parametrico di Mann-Kendall, non tutti i risultati ottenuti sono significativi (Fig. 10).

Fig. 9

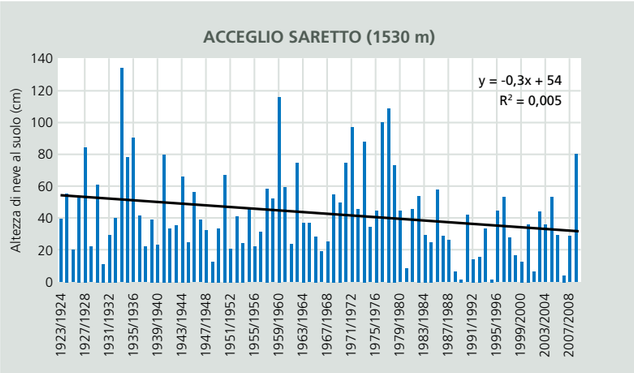


Fig. 10

PRINCIPALI TRENDS CALCOLATI DA NOVEMBRE AD APRILE, ERRORI RELATIVI, MEDIA E DEVIAZIONE STANDARD PER I DIVERSI PARAMETRI CLIMATICI DI ACCEGLIO SARETTO (SOPRA) E COMBAMALA (SOTTO)

ACCEGLIO	Periodo	a	Err a	b	Err b	Sign. 95%	Media	Dev st
P (mm)	1923-2000	-1,7	1,1	567,5	47,2	0,05	504,2	204,6
Gp	1923-2000	0,14	0,06	33	3	0,07	38,7	12,7
TM (°C)	1930-2009	0,07	0,01	3,5	0,3	0,01	6,5	2,1
Tm (°C)	1930-2009	0,03	0,01	-5,3	0,3	0,01	-4	1,3
Hn (cm)	1930-2009	-1,2	0,7	425	30	0,15	382	134
En (cm)	1930-2009	-0,3	0,1	55	6	0,03	43	27
Gn	1930-2009	-0,04	0,04	32	2	0,31	30	9
PA	1930-2009	0,01	0,05	148	2	0,6	149	11
PU	1930-2009	-0,05	0,04	32	2	0,3	30	9
COMBAMALA	**Periodo**	**a**	**Err a**	**b**	**Err b**	**Sign. 95%**	**Media**	**Dev st**
P (mm)	1930-1997	-0,24	0,94	385	36	0,84	376,5	141,9
Gp	1930-1997	0,02	0,06	36	2	0,98	36,4	9,4
TM (°C)	1930-1997	0,07	0,01	3,8	0,3	0,01	6,2	1,8
Tm (°C)	1930-1997	0,03	0,01	-3,3	0,3	0,01	-2,3	1,2
Hn (cm)	1930-1997	-0,18	0,53	186	21	0,71	180	83,4
En (cm)	1930-1997	-0,02	0,07	17	3	0,51	16,2	11,8
Gn	1930-1997	0,01	0,04	16	2	0,99	17	6,4
PA	1930-1997	-0,03	0,07	150	3	0,94	149,0	11,0
PU	1930-1997	0,04	0,06	29	2	0,60	30,0	9

P = Precipitazioni, Gp = Giorni piovosi, TM = Temperatura massima, Tm = Temperatura minima, Hn = Altezza della neve al suolo, En = Spessore della neve al suolo, Gn = Giorni nevosi, PA = Periodo arido, PU = Periodo umido.

CONCLUSIONI

Le stazioni posizionate a quota superiore ai 900 m della Valle Maira sono state scelte in quanto prive dei fattori antropogenici, quali isole di calore ed effetti legati all'influenza degli inquinanti dell'attività urbana ed industriale, e quindi maggiormente rappresentative ed utili a meglio identificare la tendenza climatica in atto su questa porzione ancora poco indagata delle Alpi piemontesi. Inoltre, i dati meteorologici di cui si ha usufruito per lo studio sono inediti, in quanto per la prima volta recuperati e digitalizzati a livello giornaliero. L'andamento stagionale di Acceglio Saretto e Combamala individua una diminuzione delle precipitazioni, dello spessore del manto nevoso e dell'altezza di neve fresca, anche se occorre sottolineare la presenza di una notevole variabilità interstagionale.
Si è invece verificato un aumento nel tempo delle temperature massime e minime e del numero di periodi aridi, più evidente nell'ultimo periodo analizzato (1971-2000), che ha portato ad una forte riduzione del numero di giorni senza disgelo, in linea con quanto rilevato dalla letteratura nazionale ed internazionale (Acquaotta et al., 2009; Moberg et Jones, 2005). L'altezza di neve fresca presenta un lieve incremento solo per la stazione di Combamala, anche se i periodi presi in esame per i due siti risultano diversi. I risultati ottenuti non sempre sono statisticamente significativi, rendendo la corretta interpretazione degli stessi molto fragile. A tal fine occorrerebbe, e lo si sta già attuando, estendere l'area di indagine ad altre valli piemontesi dotate di lunghe serie temporali, lavoro essenziale per comprendere con un adeguato grado di accuratezza non solo le tendenze in atto in quanto la raccolta, la gestione e l'elaborazione dei dati nivometeorologici rientrano nelle azioni necessarie per formulare previsioni relative alla stabilità del manto nevoso ed al grado di pericolo valanghe. Tale approfondimento di conoscenze climatiche in Piemonte rientra in un progetto più ampio di ricostruzione ed omogeneizzazione delle serie, possibile solo con il recupero e la digitalizzazione dei dati. A tal fine, gli Autori partecipano a un working group sull'omogeneizzazione e il controllo di qualità dei dati climatici, nell'ambito del progetto internazionale COST-ES0601 (Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach) che si prefigge il compito di risolvere questi problemi e di adottare un metodo unico di ricostruzione ed omogeneizzazione delle serie.

Fig. 11

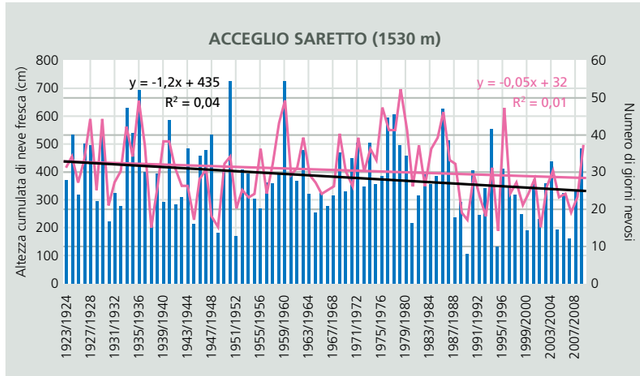
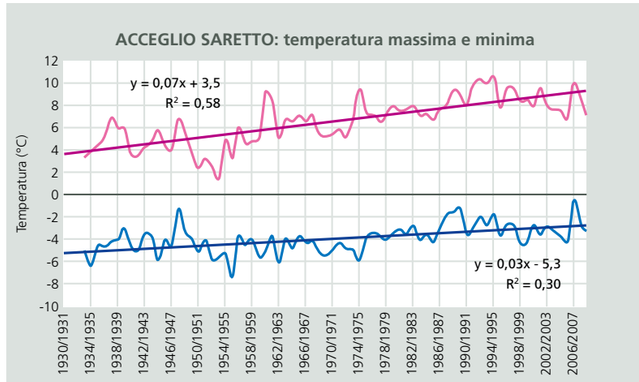


Fig. 12



Questa indagine risulta essenziale al fine di ottenere una base di dati universalmente riconosciuta dalla comunità scientifica internazionale su cui sarà possibile discutere in modo univoco ed interpretare in modo corretto gli scenari futuri.

RINGRAZIAMENTI

Al personale della diga di San Damiano Macra per aver fornito l'accesso ai dati climatici cartacei dei periodi risultati lacunosi dagli archivi di ARPA Piemonte e disponibili invece presso gli uffici dell'ex ENEL.

Bibliografia

- ACQUAOTTA F., FRATIANNI S., CASSARDO C., CREMONINI R., 2009: On the continuity and climatic variability of the meteorological stations in Torino, Asti, Vercelli and Oropa. *Meteorological and Atmospheric Physics*, 103, pp. 279-287.
- BIANCOTTI A., CAROTTA M., MOTTA L., TURRONI E., 1998: Le precipitazioni nevose sulle alpi piemontesi. *Studi climatologici in Piemonte*, 2, Regione Piemonte, 80 p.
- BIANCOTTI, A., 2003: Problema clima - *Avventura scientifica* pp. 22-30.
- FRATIANNI S., MOTTA L., 2002: Andamento climatico in alta Valle Susa negli anni 1990-99. *Studi climatologici in Piemonte*, 4, Regione Piemonte, 91 p.
- FRATIANNI S., BRUNATTI S., ACQUAOTTA F., TERZAGO S., 2009: Tendance de températures et précipitations neigeuses en Vallée Maira (Piémont Sud-Occidental, Italie). Geographia Technica, Numéro Spécial 2009, pp. 187-192.
- BESANCENOT, J.P., 1990: *Climat et tourisme*. Masson, Paris.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*, p. 22.
- MOBERG A., JONES P., 2005: Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in Central and Western Europe, 1901-99. *International Journal of Climatology*, 25, pp. 1149-1171.
- SNEYERS , 1990 - On the statistical analysis of series of observations, Ginevra, *Nota Tecnica* N° 143, WMO, p. 192.
- STÈPÀNEK P., 2005: *AnClim – software for time series analysis*. Dept. of Geography, Fac. of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB.
- ZHANG X., YANG F., 2004: *RclimDex (1.0) User manual*, 23 p.
- WILKS D., 2006: Statistical methods in the atmospheric sciences. *Elsevier International Geophysics Series*, 91, p. 627.
- WMO, 2007: *Guide to climatological practices draft*. Third edition, 3 may 2007, 117 p.