

Archeologia XXII 2017 dell'Architettura

contiene COSTI, TEMPI E METRI CUBI. Quantificare in architettura.

Giornata di Studi (Padova, 28 ottobre 2016)

a cura di Gian Pietro Brogiolo, Stefano Camporeale e Alexandra Chavarria Arnau

ARCHEOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

XXII

2017



All'Insegna del Giglio

In prima di copertina: Tavola ricostruttiva del colle del Duomo di Siena nel 1350
(Studio InkLink – Comune di Siena).

In quarta di copertina: Chiesa di Ognissanti (Padova): Suddivisione cromatica secondo classi
dimensionali della lunghezza dei laterizi.

ISSN 1126-6236

e-ISSN 2038-6567

ISBN 978-88-7814-739-3

e-ISBN 978-88-7814-740-9

© 2017 All'Insegna del Giglio s.a.s.

via del Termine, 36; 50019 Sesto Fiorentino (FI)

tel. +39 055 8450 216; fax +39 055 8453 188

e-mail redazione@insegnadelgiglio.it

sito web www.insegnadelgiglio.it

Firenze, dicembre 2017

stampa Tecnografica Rossi

INDICE

COSTI, TEMPI E METRI CUBI. QUANTIFICARE IN ARCHITETTURA,
a cura di Gian Pietro Brogiolo, Stefano Camporeale e Alexandra Chavarría Arnau

- 9 GIAN PIETRO BROGIOLO, *Quantificare in architettura. Un'introduzione*
- 13 JANET DELAINE, *Quantifying manpower and the cost of construction in Roman building projects: research perspectives*
- 21 MIRELLA SERLORENZI, STEFANO CAMPOREALE, *Anatomia di un muro romano: dati preliminari sullo smontaggio e quantificazione di alcune strutture in laterizio di epoca adrianea dallo scavo di Piazza Dante a Roma*
- 35 JAVIER Á. DOMINGO, JOSÉ R. DOMINGO, *El coste del Arco de Caracalla en Theveste (Tébessa, Argelia): verificación empírica de una metodología de cálculo*
- 55 ALEXANDRA CHAVARRÍA ARNAU, *Costi, tempi e processi costruttivi di una chiesa tardoantica*
- 63 AURORA CAGNANA, *Le murature delle basiliche paleocristiane e protobizantine di Mitropolis (Gortyna – Creta). Ipotesi di quantificazione del lavoro*
- 71 PAOLA GREPPI, *Architetture di culto a Milano dal IV al XII secolo: approcci metodologici quantitativi e nuove possibilità di ricerca*
- 85 GIAN PIETRO BROGIOLO, ENRICO CAVADA, STEFANO CAMPOREALE, con ELISA BERNARD, FRANCESCA PARISI, *Per un approccio quantitativo e sistemico allo studio delle architetture e dei procedimenti costruttivi medievali. Il caso della Pieve di Lomaso (Trentino sudoccidentale)*
- 101 DANILO VITELLI, *Applicazioni di 'GIS verticale' per la quantificazione delle opere architettoniche in muratura e i loro tempi di realizzazione: il caso del castello di Drena*
- 113 MARIE-ANGE CAUSARANO, *Quantificare le architetture. I materiali da costruzione nei grandi cantieri medievali di Siena*
- 123 ROBERTO FARINELLI, *Un approccio quantitativo allo studio dei cantieri tardo-medievali. La costruzione di quattro fortezze senesi nei secoli XIV e XV*
- 133 FEDERICO GIACOMELLO, FRANCESCA PARISI, SONIA SCHIVO, *Una proposta di metodo per l'interpretazione del reimpiego del mattone romano tramite analisi GIS*

CASI DI STUDIO

- 149 MICHELE COPPOLA, *Procedimenti costruttivi e disegno nel tempio di Ramses II ad Antinoe. Il contributo dei metodi archeologici per lo studio delle colonne*
- 163 ANDREA ARRIGHETTI, ALESSIO CARDACI, DARIO GALLINA, ANTONELLA VERSACI, *Nuovi dati per la rilettura e la conoscenza di un 'rudere monumentale': la chiesa 'longobarda' di Sant'Eusebio a Pavia*
- 179 DANIELE FERDANI, *The archeology of castle seigneuries in the diocese of Luni*
- 193 FEDERICA MATTEONI, *Edilizia storica nella Provincia orientale di Bergamo: Tecniche edilizie e rappresentazione del potere locale*
- 205 MAURO CORTELAZZO, *La "Gran Masun" di Carema (TO): indagine su una casaforte del primo Quattrocento*
- 227 MARIE-ANGE CAUSARANO, *Mensiocronologia e produzione dei laterizi a Siena in età medievale e moderna (XII-XIX secolo)*
- 239 ALESSIO MARCHETTI, FABIO REDI, FRANCESCA SAVINI, ILARIA TRIZIO, ALESSANDRO GIANNANGELI, *a chiesa di San Cipriano a Castelvecchio Calvisio (AQ) nella Baronìa di Carapelle: documentazione speditiva e analisi stratigrafica 3D del manufatto*

RECENSIONI

G.P. BROGIOLO. A. CAGNANA, *Archeologia dell'architettura, metodi e interpretazioni* (C. Varaldo), p. 255; C. TOSCO, *L'architettura medievale in Italia 600-1200* (A. Cagnana), p. 256.

Paola Greppi*

ARCHITETTURE DI CULTO A MILANO DAL IV AL XII SECOLO: APPROCCI METODOLOGICI QUANTITATIVI E NUOVE POSSIBILITÀ DI RICERCA

1. Stato degli studi pregressi, ultime acquisizioni e prospettive di indagine

Milano conserva un eccezionale patrimonio architettonico ecclesiastico di età medievale, la cui monumentalità si deve al ruolo stesso della città antica, nel III secolo capitale imperiale (286-402 d.C.) e, almeno dal principio del IV, sede di una delle più importanti diocesi della penisola¹. È proprio da quel momento, infatti, che si datano i principali edifici di culto urbani, la costruzione della maggior parte dei quali si deve all'evergetismo del vescovo Ambrogio (339-397 d.C.) che verso la fine del IV secolo, nel noto progetto di rivisitazione della topografia della città cristiana, ridefinì l'assetto del complesso episcopale e fece costruire quattro nuovi poli ecclesiastici ai margini del perimetro murario antico, tre dei quali sono ancora oggi adibiti al culto². Quasi tutti quegli edifici sono sopravvissuti poi sino a oggi nelle forme delle rivisitazioni e dei restauri medievali e postmedievali, necessari alla conservazione ma spesso anche finalizzati a consacrare il ruolo delle committenze, ecclesiastiche e regie, e per lo più condotti nel rispetto degli impianti costruttivi tardoantichi, con la finalità di preservarne la sacralità indiscussa quali simboli della cristianità delle origini. Nel corso dei secoli, questi antichissimi monumenti sono dunque diventati dei veri e propri archivi della storia evolutiva delle tecniche murarie, oggetto di numerosi interventi ricostruttivi i più evidenti dei quali sono certamente quelli di età romanica, periodo nel quale Milano e la Lombardia furono tra i principali luoghi di sperimentazione di un nuovo linguaggio architettonico. Per queste ragioni, nel corso dell'ultimo secolo, la città è stata considerata dai più noti studiosi di architettura e storia dell'arte come uno dei luoghi privilegiati, insieme a Roma, per lo studio dell'edilizia ecclesiastica medievale e, nello specifico, «per l'acquisizione di una precisa idea dell'architettura paleocristiana su larga scala»³, diventando così oggetto di una moltitudine fittissima di studi, indagini e ricerche, spesso tuttavia discordi soprattutto sul piano della determinazione cronologica delle fasi costruttive,

condotte nel tentativo di riconoscere l'evoluzione fisica dei monumenti e identificare sotto i volumi delle ricostruzioni romaniche le tracce delle chiese più antiche⁴. Nell'ambito di questo quadro degli studi, la percezione concreta di quanto le strutture conservate delle basiliche milanesi fossero dei veri e propri archivi delle tecniche costruttive medievali è poi un fatto relativamente recente, posteriore alla 'scoperta' delle murature paleocristiane di San Smpliciano (fig. 1) e San Nazaro Maggiore⁵, dell'individuazione nel sottosuolo del battistero di San Giovanni alle Fonti⁶ e, più in generale, contemporaneo a quel rinnovamento della metodologia di analisi archeologica dell'architettura che si stava definendo tra gli anni Sessanta e Settanta del Novecento in Italia. A quel periodo si datano infatti i primi e isolati lavori di studio delle tecniche costruttive degli edifici di culto milanesi, condotti da E. Kleinbauer e S. Ruffolo con la finalità di definire le principali tipologie murarie presenti, fissarne le cronologie e identificare possibili affinità e difformità tecniche⁷. I risultati di quelle indagini, con il senno di poi basate su classificazioni troppo rigide e spesso condotte con metodologie approssimative, hanno però avuto il pregio di attirare l'attenzione su un settore di ricerca mai prima sondato in ambito milanese, costituendo il presupposto per i lavori più recenti su San Lorenzo Maggiore⁸ e sul complesso episcopale⁹ condotti invece in un'ottica metodologica aggiornata basata sull'analisi stratigrafica degli elevati e sull'utilizzo integrato di metodi di datazione archeometrica.

Nella consapevolezza che le grandi basiliche milanesi sono a tutti gli effetti dei veri e propri palinsesti complessi del murare medievale recanti le tracce delle trasformazioni edilizie operate nei secoli e che costituiscono quindi una

* Dipartimento di Storia, Archeologia e Storia dell'Arte – Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano (paola.greppi@unicatt.it).

¹ Le liste episcopali milanesi documentano cinque vescovi prima di Merocle, il cui episcopato è storicamente circoscritto e accertato tra il 313 e il 314; PICARD 1988, pp. 25 ss.; LUSUARDI SIENA, NERI, GREPPI 2015, pp. 35-36.

² Le basiliche di San Nazaro Maggiore (*basilica Apostolorum*), San Smpliciano (*basilica Virginum*) e Sant'Ambrogio (*basilica Martyrum*) sono attualmente tra i luoghi di culto più importanti della città. Della basilica di San Dionigi (*basilica Salvatoris et veteris testamentis*), a oggi, non sono invece ancora chiarite la collocazione topografica, la planimetria e la dedica originaria. LUSUARDI SIENA, NERI, GREPPI 2015, pp. 31-86.

³ LUSUARDI SIENA 1990, p. 92; KRAUTHEIMER 1987, p. 115.

⁴ Dalla prima metà del XX secolo, l'interesse crescente per le architetture medievali ha motivato le indagini dei più noti studiosi della materia che a Milano hanno proposto un ampio ventaglio di letture e interpretazioni delle fasi costruttive delle grandi basiliche per lo più con la finalità di definire le linee evolutive del romanico lombardo ma spesso intuendo, pur senza appigli materiali sicuri, la presenza di fasi costruttive molto più antiche. È il caso per esempio della basilica di San Smpliciano che Verzone riteneva romanica ma edificata sul perimetro di un edificio più antico, forse di VII secolo: VERZONE 1953, pp. 28-41. Su Sant'Ambrogio invece: PERONI 1988, pp. 156-175.

⁵ ARSLAN 1961, pp. 149-164; VILLA 1963, pp. 15-75.

⁶ MIRABELLA ROBERTI 1965.

⁷ KLEINBAUER 1968, pp. 1-22; RUFFOLO 1970, pp. 5-84.

⁸ FIENI 2002, pp. 221-240; FIENI 2003, pp. 221-240; EAD. 2004; EAD. 2007, pp. 407-434; NERI, LUSUARDI, GREPPI 2015, pp. 115-164.

⁹ Il complesso episcopale milanese è oggetto di ricerca pluridisciplinare "Piazza Duomo prima del Duomo" coordinato da S. Lusuardi Siena (cattedra di Archeologia Medievale – Istituto di Archeologia – Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano) dal 1996 a oggi. Tra i riferimenti bibliografici principali si vedano: FIENI *et al.* 1998, pp. 91-108; LUSUARDI SIENA 1990, pp. 42-50; EAD. 1997, pp. 36-39; EAD. 2009; LUSUARDI SIENA, BRUNO, VILLA 1997, pp. 40-52; LUSUARDI SIENA, SANNAZARO 2001, pp. 647-674.

risorsa preziosissima per l'analisi delle dinamiche evolutive del costruire, è stato dunque condotto il lavoro di ricerca¹⁰ di cui, in questo contributo, si vuole presentare una proposta metodologica di approfondimento di tipo quantitativo, una tipologia di studio sino a oggi poco sperimentata in ambito milanese.

1.1 *Quantificare le tecniche: l'opera di spolia*

Al di là delle possibili declinazioni del significato attribuibile alla “quantificazione delle architetture” (generalmente intesa come calcolo dei pesi e dell'entità dei materiali da costruzione, della forza lavoro, dei tempi e dei costi dei cantieri e della manodopera ...), in senso stretto, l'unico studio quantitativo pregresso per la città di Milano è quello effettuato negli anni '80 del Novecento da M.P. Rossignani sulla basilica di San Lorenzo Maggiore¹¹, indirizzato alla determinazione della massa volumetrica dei grandi blocchi lapidei in ceppo e serizzo reimpiegati nelle fondazioni tardoantiche del monumento e provenienti dall'anfiteatro romano. Il calcolo del volume dei blocchi, stimato in quantità di almeno 7.105 m³ su un totale di 18.855 m³ impiegati per la costruzione dell'arena (individuata poco lontano tra via De Amicis e via Arena), servì in quell'occasione a comprendere che i conci furono prelevati soprattutto dall'anello esterno e non dalla *cavea* e a proporre una ricostruzione dell'aspetto del monumento romano, in pianta e in alzato. L'analisi quantitativa condotta da M.P. Rossignani fu poi il presupposto per evidenziare altre problematiche, dimostrando già in quegli anni l'utilità di questo genere di valutazioni tecniche per lo studio dell'architettura antica. Da una parte infatti, sollevò concretamente il problema della defunzionalizzazione dell'anfiteatro in relazione alla costruzione della basilica, circoscrivendo inizialmente una possibile datazione di quella al principio del V secolo¹², dall'altra mise ancora più in risalto il legame tra la fonte di approvvigionamento e la committenza imperiale che, stando a quanto riportato nel Codex Theodosianus, aveva giurisdizione diretta sullo smantellamento degli edifici pubblici¹³ e, dobbiamo immaginare, anche sulla disponibilità dei materiali da

costruzione recuperati. Allo stato attuale delle conoscenze, il quadro dei cantieri delle basiliche tardoantiche milanesi sembra infatti attestare una distribuzione della presenza dell'opera di *spolia* strettamente connessa alla tipologia della committenza. La tecnica è documentata principalmente in San Lorenzo Maggiore dove, evidentemente, la vicinanza fisica dell'arena, ma soprattutto la facoltà imperiale di disporre di quel materiale da costruzione, ne consentì un larghissimo impiego, con una valenza simbolica oltre che statica. In questa stessa ottica andrebbero poi forse rivalutati i tratti di rinforzo della cinta muraria tardo repubblicana attribuiti a Narsete, individuati in via San Vito 26 e via delle Ore, realizzati con blocchi di spoglio provenienti proprio dall'anfiteatro¹⁴.

All'incirca negli stessi anni invece, sui cantieri ambrosiani gli *spolia* lapidei, verosimilmente costosi e di difficile movimentazione, non sono quasi mai documentati né nelle fondazioni né negli elevati, ad eccezione dei pilastri della crociera di San Nazaro Maggiore¹⁵, i cui blocchi hanno comunque dimensioni inferiori a quelli del complesso laurenziano (fig. 2), e dei basamenti diedri delle lesene del San Giovanni alle Fonti, oggetto di una specifica e particolarissima ridefinizione dei volumi effettuata con sagome apposite da una maestranza di alto livello. Più in generale, l'assenza di questa tipologia di materiale da costruzione nelle basiliche commissionate da Ambrogio sembra poi coincidere con la scarsa qualità delle forniture laterizie di reimpiego, caratterizzate principalmente da pezzature di piccole dimensioni: basti pensare che in campionature di 100 elementi se ne rilevano dal 28% al 45% con dimensioni comprese tra i 12 e i 16 cm, segno quindi di un elevato grado di frammentazione del materiale, considerando come riferimento il modulo del *sesquipedales* provinciale (44×30×7 cm circa). Proprio le ridotte dimensioni dei laterizi degli edifici ambrosiani giustificano d'altra parte l'utilizzo preminente della spina pesce, una tecnica costruttiva sperimentata per la prima volta in quella occasione su vaste porzioni di elevato¹⁶, mentre in San Lorenzo la presenza di pezzature più grandi, selezionate con maggiore cura, consentiva una ordinata messa in opera su corsi orizzontali, esteticamente molto simile all'*opus testaceum* di età romana. La diversità della qualità delle forniture tra i, pressochè coevi, cantieri ambrosiani e quello imperiale di San Lorenzo, provata con dato mensilogico, ha messo inoltre chiaramente in evidenza l'uniformità dei materiali laterizi impegnati in San Simeone e in San Nazaro Maggiore, portando a ipotizzare la presenza di una medesima fonte di approvvigionamento almeno per quei due cantieri oltre che, ragionevolmente, anche di una stessa maestranza attiva nell'ultimo quarto del IV secolo e forse impegnata anche sul battistero di San Giovanni alle Fonti¹⁷.

¹⁰ La ricerca, condotta da chi scrive con il tutoraggio di S. Lusuardi Siena nell'ambito del dottorato di ricerca in “Studi umanistici. Tradizione e contemporaneità”, XXVI ciclo, presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, è stata finalizzata alla definizione delle linee evolutive delle tecniche costruttive degli edifici di culto milanesi datati tra il IV e il XII secolo. Il lavoro, sfociato nella elaborazione delle cronotipologie dei tipi costruttivi in opera di *spolia*, *spicatum* e *latericum*, è stato condotto su 10 contesti architettonici (presso il complesso episcopale: San Giovanni alle Fonti, aula triabsidata, vano di collegamento, absidi di Santa Tecla e angolata sud-ovest di Santa Maria Maggiore; San Simeone, San Nazaro Maggiore, Sant'Ambrogio, Sant'Eustorgio, San Giovanni in Conca) sperimentando l'applicazione del metodo mensilogico al materiale laterizio di recupero (43 curve elaborate). GREPPI 2016.

¹¹ ROSSIGNANI 1985, pp. 40-63; ROSSIGNANI 1985a, pp. 280-285; ROSSIGNANI 1990, p. 139. Per la revisione critica dei dati su S. Lorenzo Maggiore si veda NERI-LUSUARDI-GREPPI 2015, pp. 115-164.

¹² Allo stato attuale, piuttosto che una datazione *post quem* al 402 (anno della chiusura dei giochi imperiali di Onorio), sembra più ragionevole ipotizzare un «progressivo smontaggio con reimpiego di materiali non disgiunto dal mantenimento della funzionalità dell'arena e del suo valore simbolico» inquadrabile a partire dal IV e coerente con un cantiere di lunga durata come dobbiamo immaginarci essere stato quello di San Lorenzo, sulla base dei dati archeometrici acquisiti e per la stessa monumentalità dell'opera; NERI-LUSUARDI-GREPPI 2015, pp. 131-133 e 164.

¹³ Codex Theodosianus, *De operibus publicis*, XV; JANVIER 1969; MARANO 2012, pp. 63-84.

¹⁴ Tra i blocchi si segnala anche un sedile numerato dell'anfiteatro. Al riguardo si vedano: CAGIANO DE AZEVEDO 1978, pp. 259-279; LUSUARDI SIENA 1983, p. 211; ROSSIGNANI 1990, p. 139; SACCHI 2012, p. 31.

¹⁵ GREPPI 2016, pp. 70-71.

¹⁶ L'impiego della spina pesce negli elevati sembra proprio un apporto innovativo dei cantieri ambrosiani dove la scarsa qualità dei materiali da costruzione laterizi spinse la maestranza a sperimentare una nuova, funzionale tipologia di messa in opera. GREPPI 2016, pp. 88-90.

¹⁷ *Ibid.*



fig. 1 – Restauri della basilica di San Simpliciano (archivio E. Arslan – Soprintendenza per i beni archeologici della Lombardia).



fig. 2 – Pilastri lapidei paleocristiani della crociera di San Nazaro Maggiore e loro ristrutturazione di età romanica.



fig. 3 – Muratura in opera di spolia nella fase II (V-VI sec. d.C.) dell'abside di Santa Tecla.

Il quadro che emerge per l'epoca è dunque quello di un mercato del reimpiego articolato, caratterizzato dalla presenza di differenti canali di approvvigionamento, di *stock* di materiali edilizi di diverso pregio e, sicuramente, dalla selezione accurata delle partite laterizie alla fonte, nel quale, evidentemente, Ambrogio aveva la possibilità di accedere solo a prodotti di qualità, per così dire, 'inferiore', tra i quali non erano inclusi i blocchi lapidei di spoglio. La ragione di questa evidenza non è nota ma è forse da ricercare negli stessi rapporti conflittuali tra il vescovo e l'imperatore documentati per quegli anni¹⁸, non essendo apparentemente giustificata da motivazioni economiche, data la magnificenza dei progetti architettonici delle basiliche ambrosiane, ispirati da illustri monumenti dell'antichità come l'Apostoleion di Costantinopoli per San Nazaro Maggiore¹⁹, e la portata, comunque rilevante, di quei cantieri in termini di forza lavoro, trasporto e messa in opera.

Sempre in relazione alla quantificazione delle tecniche, l'osservazione diacronica delle attestazioni di opera di *spolia* nei cantieri ecclesiastici urbani suggerisce altre problematiche e questioni aperte. La tecnica, documentata ancora tra V e VI secolo nell'abside di fase II della cattedrale di Santa Tecla (*fig.* 3), tra VII e VIII secolo, stando alle evidenze materiali note, sembra scomparire del tutto, segno forse di un cambiamento nel sistema di approvvigionamento dei materiali o, più in generale, dell'organizzazione del lavoro dei cantieri ecclesiastici. I grandi blocchi in pietra di spoglio saranno nuovamente utilizzati nelle architetture di culto solo successivamente, a partire dal IX-X secolo, come nel caso del basamento del campanile dei Monaci in Sant' Ambrogio o dei pilastri ottagonali di San Lorenzo, questi ultimi attribuiti a maestranze orientali²⁰, e poi soprattutto in età romanica quando la ingente presenza di sarcofagi lapidei reimpiegati nelle murature – spesso in corrispondenza dei basamenti o comunque in posizioni rilevanti sul piano statico e simbolico – suggerisce la presenza di un importante afflusso di questo materiale sul mercato milanese dell'edilizia di XI-XII secolo²¹ connesso, verosimilmente, alla nuova intercettazione e smantellamento di necropoli antiche, un fenomeno che meriterebbe futuri approfondimenti non solo in termini di quantificazione.

2. Quantificare il reimpiego dei laterizi con la mensiocronologia

Il metodo mensiocronologico, basato sull'esame statistico delle dimensioni dei laterizi, in spessore, larghezza e lunghezza, sin dall'origine è stato utilizzato per individuare sul piano metrico le partite di nuova produzione di età bassomedievale e, attraverso l'associazione di datazioni archeometriche mirate, delinearne le modifiche dimensio-

nali nel tempo²². L'analisi, mettendo in relazione il dato metrico con la sua frequenza di attestazione, porta infatti alla restituzione grafica di curve gaussiane, o "a campana", che descrivono il *range* dimensionale delle partite laterizie (deviazione standard) e la misura alla quale si tendeva in fase di produzione (media o moda). Il metodo ha il suo fondamento nel fatto che ogni impianto produttivo presenta uno specifico 'marchio di fabbrica' determinato sostanzialmente da due fattori: la qualità dell'argilla e dell'impasto, e le caratteristiche tecniche del forno stesso. Proprio il grado di ritiro della materia prima in fase di cottura, insieme ad altri aspetti tecnici come i difetti di tiraggio dei forni, influiscono infatti direttamente sulla dimensione dei mattoni e della misura di riferimento che si desiderava ottenere al principio del ciclo produttivo, portando alla produzione di partite laterizie con *range* dimensionali simili se non identici.

La mensiocronologia, quando viene applicata a murature in laterizi di recupero²³, restituisce invece dati di diverso carattere che esigono valutazioni di tipo quantitativo, per lo più, ancora sperimentali. Nel dettaglio, l'applicazione del metodo a questo particolare tipo di materiali consente di evidenziare all'interno di un medesimo campione murario la presenza di gruppi omogenei di dati (*cluster*) rappresentati graficamente da curve multimodali e riferibili, nel caso dell'esame degli spessori, a famiglie di prodotti interpretabili come le differenti partite laterizie messe in opera, nel caso delle lunghezze, ai gruppi più rappresentati secondo il grado di frammentazione. Questi due ordini di informazioni sono poi significativi solo se messi in relazione al fenomeno di reiterazione della pratica del reimpiego nel tempo, documentato, come è noto, a partire dall'età tardoantica (almeno dal IV secolo d.C.), per tutto l'alto Medioevo e sino almeno alla metà del XII secolo, quando inizieranno a essere prodotte e utilizzate in quantità significative le prime nuove produzioni di moduli medievali. Dal IV secolo in poi, il progressivo mescolamento delle diverse partite di mattoni provenienti da più edifici, tracciato dall'aumento del numero dei picchi nelle curve multimodali milanesi, si configura dunque come un indicatore cronologico particolarmente eloquente così come il graduale aumento del grado di frammentazione e la scomparsa delle misure intere di moduli romani, che saranno praticamente assenti nelle architetture romaniche per lasciare spazio alle nuove produzioni dei mattoni medievali, inizialmente mimetizzate tra quelli di recupero.

Nell'ambito dello studio in esame, la valutazione mensiocronologica, applicata in via sperimentale su larga scala ai laterizi di recupero²⁴ è stata utilizzata con la finalità di definire in termini quantitativi la portata e la tipologia delle partite impiegate, elaborando così dati funzionali alla comparazione delle forniture dei diversi cantieri e mettendo in evidenza particolari aspetti della pratica del

¹⁸ LUSUARDI SIENA 1996, pp. 124-132.

¹⁹ SANNAZARO 2008, pp. 131-54.

²⁰ FIENI 2003, p. 227.

²¹ Un precedente caso di reimpiego di sarcofagi è documentato nelle fondazioni della cappella di San Lino in San Nazaro Maggiore attribuita alla committenza di Arderico (948 d.C.) o, secondo una ipotesi più recente, al IX secolo; LUSUARDI SIENA, NERI, GREPPI 2015, pp. 31-86.

²² CASOLO GINELLI 2000, pp. 53; GABRIELLI 2000, pp. 149-158; MANNONI, MILANESE 1988, pp. 383-402; PITTALUGA, QUIRÒS CASTILLO 1997, pp. 460-463; Id. 1997, pp. 159-166.

²³ Efficaci casi pregressi di applicazione del metodo ai laterizi di reimpiego in FIENI 2004 e GELICH, DELOGU, GABRIELLI 2000, pp. 137-168; MANNONI 2000, pp. 213-221.

²⁴ V. *infra* nota 10. I risultati del lavoro sono trattati in modo approfondito in GREPPI 2016.

reimpiego e alcune sue specifiche variazioni, utili anche a comprendere la trasformazione del mercato di questo materiale da costruzione nei secoli.

2.1 *Dal riciclo interno alle linee di tendenza del reimpiego*

Nella consapevolezza dell'esistenza, a partire dal Tardoantico, del fenomeno di progressivo mescolamento e frammentazione delle partite laterizie e data la possibilità di tracciarlo su un buon numero di edifici di culto della città, si è cercato di verificarne l'esistenza in prima battuta mettendo a confronto le curve mensiocronologiche ricavate da fasi stratigrafiche murarie con cronologie diverse pertinenti però a un medesimo edificio di lunga durata. Contrariamente a quanto atteso, la comparazione delle curve derivate dall'analisi degli spessori, indicatrici del numero di partite impiegate nel campione, che avrebbe dovuto evidenziare una presenza numericamente più significativa di picchi nelle fasi tarde rispetto a quelle più antiche, ha però inaspettatamente rilevato la coincidenza delle principali curve paleocristiane con quelle romaniche, indicando la presenza nelle due fasi costruttive di partite laterizie con identiche misure di riferimento (fig. 4). Questa anomalia è stata poi verificata in tutte le basiliche ambrosiane, confermando così che, in quella tipologia di monumenti, "fabbriche continue"²⁵ caratterizzate dalla lunga durata e dalla presenza di complesse stratigrafie murarie, negli interventi di ricostruzione e restauro venivano reimpiegati gli stessi materiali da costruzione derivati dallo smantellamento delle strutture più antiche. Tale pratica di riciclo interno, documentata almeno in San Smpliciano, San Nazaro Maggiore e Santa Tecla ma anche in San Lorenzo nelle fasi ricostruttive del tetraconco²⁶, sembra in tutti i casi attribuibile alla necessità di economizzare sull'acquisto e sul trasporto dei laterizi sfruttando risorse edilizie disponibili *in situ*.

Al di là di questo dato, che chiarisce più che altro il quadro dei cantieri romanici e in generale di quelli post-paleocristiani, un interessante aspetto di carattere quantitativo emerge poi dall'osservazione delle altezze dei picchi mensiocronologici degli spessori nelle curve comparative in questione: l'abbassamento progressivo delle altezze è infatti direttamente proporzionale all'avanzare della cronologia ed è indicatore della diminuzione delle quantità rappresentative delle partite laterizie nel tempo che va di pari passo con la scomparsa di *cluster* ingenti e deve essere relazionata al fenomeno di reiterazione della pratica del reimpiego documentato per quei secoli (fig. 5). La marcata riduzione di tali frequenze nelle stratigrafie romaniche potrebbe poi essere correlata al mescolamento del materiale di reimpiego con alcune partite di nuova produzione che, in assenza di estese datazioni archeometriche, non è ancora possibile quantificare rispetto alla massa totale del materiale impiegato. Sempre in quest'ottica, la comparazione dei gradi di frammentazione derivati dall'analisi mensiologica delle lunghezze ha poi rivelato lo stesso

meccanismo di diminuzione delle quantità rappresentative nei secoli, segno della progressiva frammentazione in corso di reiterazione del reimpiego e dell'abbassamento della soglia dei 7-8 cm di lunghezza minima oltre la quale in età tardoantica il materiale veniva scartato e che verrà superata definitivamente solo a partire dall'età romanica (fig. 6).

La disponibilità di una grande mole di dati per gli edifici di culto milanesi ha consentito dunque di definire un quadro piuttosto esaustivo della trasformazione della pratica del reimpiego attraverso i secoli, che in futuro ci si augura di verificare in altri contesti urbani di rilievo della tarda Antichità. In via sperimentale si è inoltre cercato di restituire in forma grafica la variazione di tale fenomeno nel tempo sintetizzando i dati a disposizione in una griglia rappresentativa degli *step* evolutivi che possa essere utilizzata nel corso di successive indagini effettuate con i medesimi criteri di campionamento. Prendendo come riferimento le quantità massime e medie di attestazione delle partite e dei *cluster* di frammentazione, è stata quindi elaborata in forma grafica la loro distribuzione cronologica, creando così delle linee di tendenza che rappresentano materialmente la progressiva diminuzione nel tempo della frequenza di attestazione di partite e delle lunghezze omogenee dei laterizi di reimpiego in riferimento a specifici *range* cronologici (figg. 7-8). Attraverso questa forma di elaborazione dei dati, la presenza di nuove partite di laterizi bassomedievali nelle fasi costruttive romaniche delle basiliche, sino a quel momento intuiva solo sulla base della valutazione mensiologica dei fenomeni di riciclo interno oltre che da sporadiche datazioni archeometriche pregresse, è sembrata poi risultare evidente dalla 'risalita' delle linee di tendenza in corrispondenza della forbice cronologica dell'XI-XII secolo che documentano una nuova, significativa presenza di gruppi di laterizi con spessori e lunghezze omogenee verosimilmente identificabili proprio con nuove partite di mattoni di modulo medievale mimetizzate tra gli ancora numerosissimi laterizi di reimpiego. D'altra parte, nonostante la ripresa del ciclo produttivo del laterizio sia diffusamente documentata soprattutto a partire dal XII secolo, l'utilizzo di elementi di recupero anche in murature auliche perdura ancora per moltissimo tempo ed è attribuibile alla necessità di economizzare sulle spese di cantiere sfruttando tutto il materiale a disposizione e integrandone la quantità con l'acquisto di ridotte partite di nuova produzione²⁷.

2.2 *Il sezionamento intenzionale dei laterizi nel Tardoantico*

Come già accennato, oltre a questi aspetti il metodo è stato utile per evidenziare con dati concreti altre caratteristiche del materiale da costruzione, sempre con valore di indicatori cronologici: la scomparsa e progressiva diminuzione delle taglie intere, la definizione dei limiti dimensionali oltre ai quali il materiale veniva scartato (7-8 cm di

²⁵ FIENI 2004, p. 71.

²⁶ L'autrice attribuisce la pratica del riciclo interno non solo a motivazioni economiche del cantiere ma anche a necessità di mimetismo dei paramenti murari ricostruiti. EAD. 2002, p. 67, p. 78; EAD. 2003, p. 226.

²⁷ Il fenomeno, evidente per l'età romanica, deve essere ipotizzato, seppur in percentuale meno rilevante, anche nell'alto Medioevo, periodo in cui sono comunque attestate rarissime produzioni di mattoni ancora con modulo simile a quelli di età romana che potranno essere individuate con sicurezza solo a seguito di estese battute di datazione archeometrica supportate da analisi mensiocronologiche mirate.

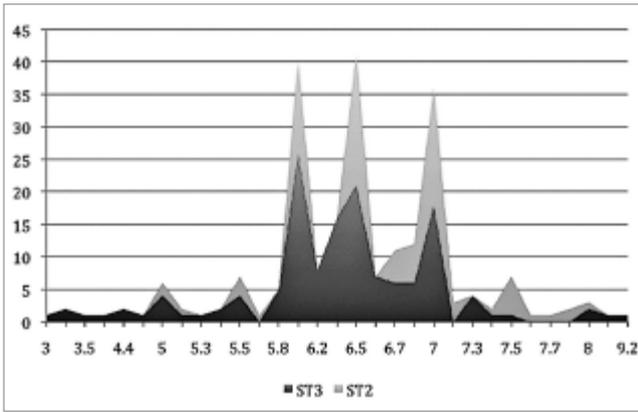


fig. 4 – Fenomeni di riciclo interno: sovrapposizione delle curve mensiocronologiche degli spessori delle fasi paleocristiana (ST2) e romanica (ST3) dell’abside di Santa Tecla.

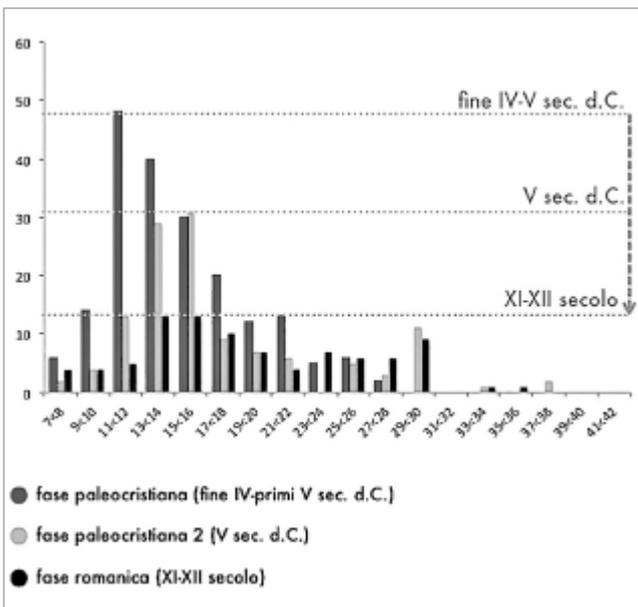


fig. 6 – Sovrapposizione dei dati mensiologici relativi alle lunghezze frammentarie delle fasi paleocristiane (basilica e sacello) e romanica di San Simpliciano: riduzione del grado di attestazione dei clusters nel tempo.

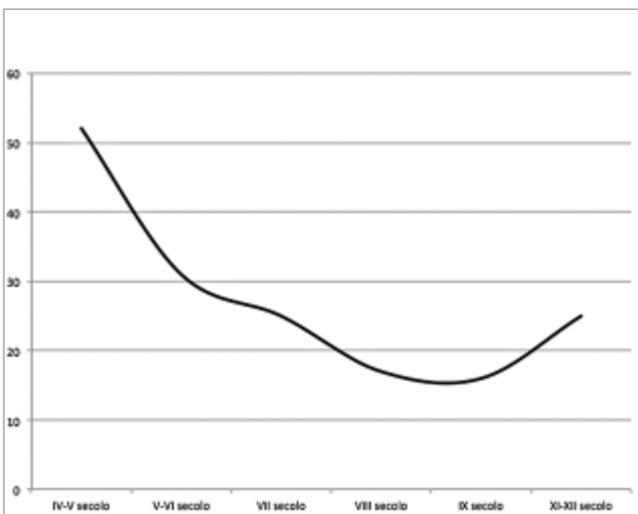


fig. 8 – Variazione nel tempo dei valori medi di attestazione delle lunghezze.

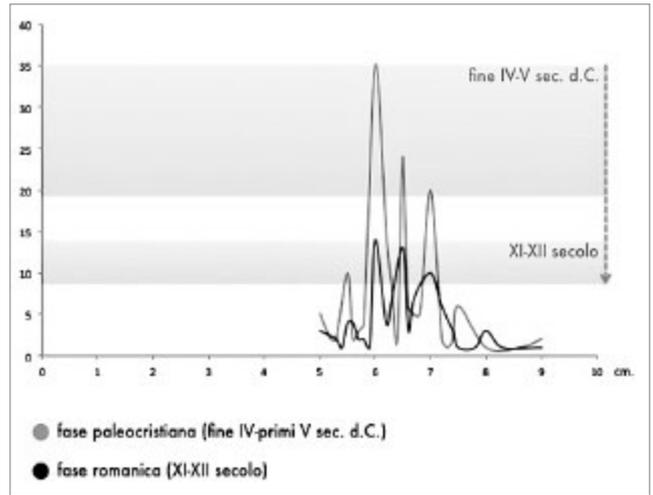


fig. 5 – Sovrapposizione delle curve degli spessori delle fasi paleocristiana e romanica di San Simpliciano: riduzione nel tempo della frequenza di attestazione.

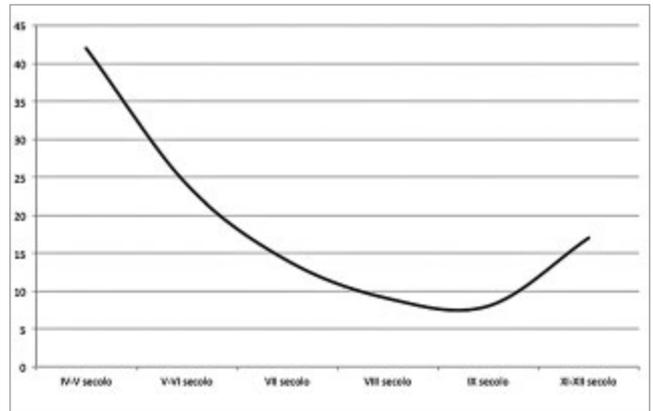


fig. 7 – Variazione nel tempo dei valori medi di attestazione degli spessori.

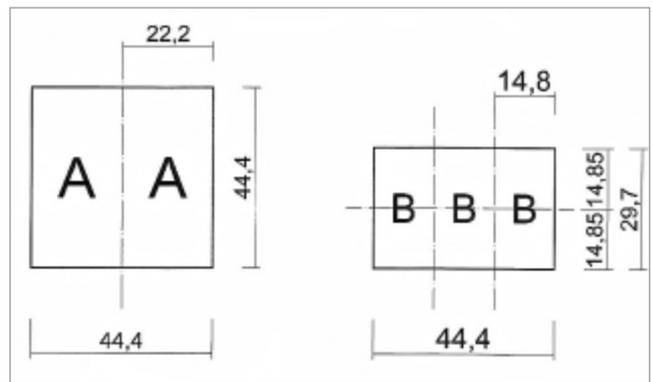


fig. 9 – Gradi di frammentazione dei moduli laterizi di età classica (da FIENI 2004).

lunghezza per l’età paleocristiana) e la presenza di elementi rilavorati con criteri specifici. Come già evidenziato per il cantiere tardoantico di San Lorenzo²⁸, tra il IV e gli inizi del VI secolo a Milano si diffonde la pratica di sezionare secondo parametri metrici prestabiliti i laterizi di recupero scheggiati prima della nuova messa in opera, così

²⁸ FIENI 2004.

da ottenere elementi di dimensioni regolari e uniformi, più funzionali all'organizzazione nei paramenti (fig. 9)²⁹. A questo proposito l'analisi mensiologica delle lunghezze nelle campionature murarie paleocristiane³⁰ è stata fondamentale per identificare i valori metrici di riferimento per il sezionamento dei laterizi di recupero, mettendo in evidenza la presenza percentualmente rilevante di elementi pari a mezzo fianco di *sesquipedales* provinciale (21<22 cm), a mezza testa (15<16 cm) e altri di più piccole dimensioni (12<13 cm) destinati alla messa in opera a spina pesce. Dal confronto dei dati elaborati emerge chiaramente la coincidenza delle percentuali rilevate per le fasi costruttive di fine IV secolo delle basiliche di San Nazaro Maggiore e San Simpliciano che presentano in entrambe i casi il 50% dei materiali rilavorati e tra questi una distribuzione delle tipologie dimensionali abbastanza omogenea confermando così la notevole affinità dei due cantieri, già verificata in relazione alla tipologia della fornitura e ora ribadita anche dalle percentuali di rilavorazione dei materiali (fig. 10). I materiali da costruzione del battistero di San Giovanni alle Fonti sembrano invece trattati in modo un po' differente come dimostra la quantità dei pezzi rilavorati, inferiore rispetto a quella degli altri due cantieri ambrosiani pur presentando simili proporzioni nella distribuzione tra i valori metrici di riferimento (fig. 11). In tutti e tre i casi infatti i pezzi destinati all'*opus spicatum* sono quelli maggiormente rappresentati (18<28%) mentre quelli derivati dalla dimezzazione dei fianchi di *sesquipedales* sono sempre percentualmente inferiori (6<7%). Al di là della straordinaria identità delle forniture di San Simpliciano e San Nazaro, complessivamente i dati rilevati avvalorano il quadro derivato dalle singole analisi mensiocronologiche che descrive chiaramente lo scarso livello dei laterizi dei cantieri ambrosiani, caratterizzati da pezzature così piccole da essere prevalentemente sezionati nel *range* dimensionale dei 12<13 cm ed essere, ingegnosamente, messi in opera a spina pesce. L'analisi dei laterizi dell'abside di fase II della cattedrale di Santa Tecla (V-VI secolo d.C.) mette poi in evidenza alcune differenze rispetto ai precedenti cantieri ambrosiani che andranno valutate attentamente in merito alla storia di quel monumento (fig. 12): le percentuali di rilavorati sono infatti meno ingenti (29% del totale) e, tra questi, sono ben rappresentati i mezzi fianchi di *sesquipedales* (18% contro il 6<7% dei casi più antichi citati), segno dell'afflusso sul cantiere di laterizi con pezzature abbastanza grandi ma anche, forse, della graduale perdita di quello specifico saper fare da parte della maestranza, aspetto che dovrà essere valutato attentamente in rapporto ad altri casi coevi.

Nell'economia della ricostruzione dei cantieri ecclesiastici tardoantichi, questi dati aprono poi nuove prospettive di ricerca e aspetti che andranno approfonditi nel prosieguo delle indagini. In quale momento della catena operativa bisogna collocare tale attività di rilavo-

²⁹ A Roma, la pratica di sezionare laterizi di recupero secondo parametri definiti è documentata già nelle mura di Aureliano (III sec. d.C.); MEDRI 2016, pp. 38-44.

³⁰ Le campionature considerate (San Simpliciano, San Nazaro Maggiore, San Giovanni alle Fonti e Santa Tecla) sono costituite da circa 100 elementi ciascuna di sicura attribuzione cronologica. Gli elementi di restauro, dove presenti, sono stati scartati dal campionamento.

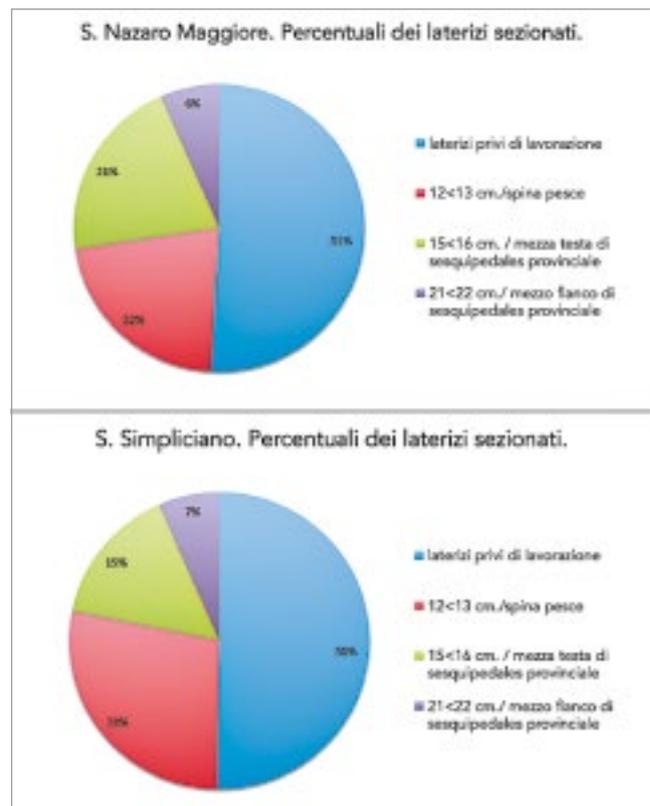


fig. 10 – Percentuali della rilavorazione dei laterizi nelle fasi paleocristiane di San Nazaro Maggiore e San Simpliciano.

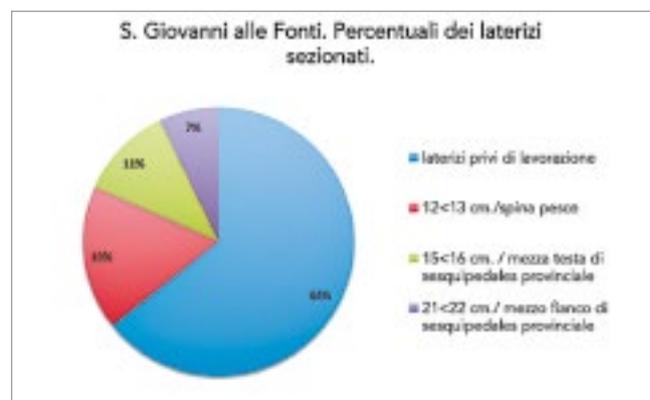


fig. 11 – Percentuali della rilavorazione dei laterizi nella fase paleocristiana del battistero di San Giovanni alle Fonti.

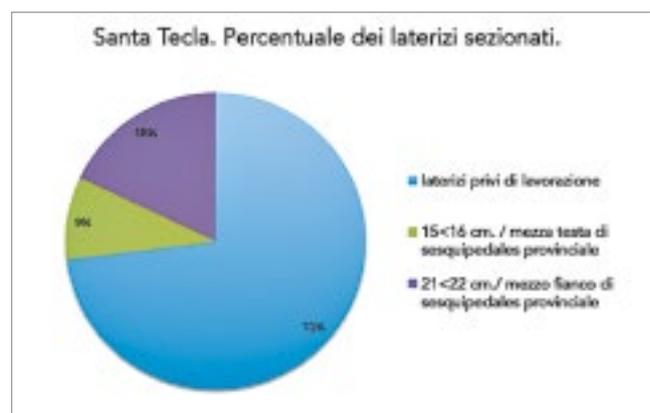


fig. 12 – Percentuale della rilavorazione dei laterizi nella fase paleocristiana (V-VI sec.) della cattedrale di Santa Tecla.

razione? Supponendo la presenza di uno o più luoghi di stoccaggio nel quale confluivano i materiali smantellati dai monumenti romani in disuso, dobbiamo immaginare che la rilavorazione avvenisse già in quella sede e i laterizi arrivassero selezionati e rifiniti in cantiere, oppure è più ragionevole ipotizzare uno sbizzamento degli elementi a piè d'opera? In entrambe i casi bisognerà tenere conto della massa dei pezzi di scarto che dobbiamo immaginarci ingente se proporzionata al volume complessivo dei materiali da costruzione dei monumenti e alla percentuale di quelli sezionati rispetto al totale. La rilavorazione in cantiere³¹, che pure dovrà essere valutata attentamente, sembrerebbe forse l'opzione più ragionevole e in quel caso si potrebbe ipotizzare lo smaltimento delle schegge laterizie di risulta all'interno dei nuclei in conglomerato delle murature, così da ottimizzare ed economizzare l'utilizzo di tutti i materiali a disposizione. Un secondo ma non secondario quesito riguarda poi gli strumenti usati per rilavorare i pezzi che, verosimilmente, dobbiamo immaginarci a percussione diretta, caratterizzati da velocità e praticità di utilizzo ma sui quali non si hanno ancora dati certi; in questa prospettiva, l'esame attento delle tracce di rilavorazione potrà dunque fornire utili suggerimenti e dovrà essere tenuto in considerazione. In ultimo, non bisognerà trascurare il consistente impegno di forza lavoro destinata a questa particolare attività nella valutazione complessiva dell'opera e definirne chiaramente la professionalità nell'ambito della sequenza operativa di cantiere.

3. La basilica di San Smpliciano: approcci quantitativi per la ricostruzione del cantiere paleocristiano.

Per l'eccezionale grado di conservazione degli elevati antichi, le grandi basiliche milanesi sono contesti ideali per elaborare ricostruzioni architettoniche piuttosto precise e effettuare studi sul materiale da costruzione e sulla sua gestione in corso d'opera. In quest'ottica si è dunque scelto la basilica di San Smpliciano per sperimentare una valutazione di tipo quantitativo del cantiere, data la presenza di un buon numero di dati acquisiti in relazione alla fase edilizia paleocristiana³², utili per ricostruirne le forme in alzato e approfondire l'analisi delle tecniche e del materiale da costruzione.

La fondazione della basilica (386-402 d.C.), originariamente situata in corrispondenza dell'asse stradale per Como, oggi parzialmente ricalcato dalle vie Broletto, Ponte Vetro e corso Garibaldi, è attribuita dalla maggior

parte della critica ad Ambrogio³³ con un completamento a opera del suo successore Smpliciano (397-400/402 d.C.) le cui spoglie vennero traslate nell'edificio solo nel VII secolo (650-680 d.C.) dopo aver lungamente giaciuto nel cimitero di Porta Vercellina, dove ne attestano la presenza l'*Itinerarium Salisburgense* [«... et ibi in uno angulo scs Smplicianus confessor et in una eccl. in dextera parte ibi pausat Baleria mat. sc. Gerbasi et Protasi»] e le *Laudes mediolanensis civitatis* (VIII sec. d.C.) in cui si ricorda che riposavano «circa moenia Victor, Nabor et maternus, Felix et Eustorgius, Nazarius, Smplicianus Celsus et Valeria». All'età altomedievale si deve dunque verosimilmente datare l'intitolazione a San Smpliciano mentre prima di allora la critica è concorde nell'identificarla con la *basilica Virginum*³⁴, fatta edificare da Ambrogio insieme alla *basilica Apostolorum* (San Nazaro Maggiore), alla *basilica Martyrum* (Sant'Ambrogio) e alla *Confessorum et Prophetarum* (San Dionigi), nell'ambizioso progetto che prevedeva la costruzione di quattro poli di culto cristiani immediatamente fuori dalle mura cittadine, collocati in corrispondenza dei principali assi viari in uscita dalla città.

Nelle sue forme attuali, che ricalcano il perimetro originario (fig. 13), rispettato dalle ingenti ricostruzioni romaniche, l'edificio presenta una pianta a croce latina costituita da un grande corpo rettangolare (65,30×21,70 m complessivi) su cui si innesta un abside semicircolare e un ampio transetto, orientato sull'asse nord-sud, formato da due aule quadrangolari. Il riconoscimento della presenza di vastissime porzioni di elevato paleocristiano conservate si deve a Edoardo Arslan³⁵ che, a partire dal 1944, coordinò i lavori di restauro e stonacatura dell'edificio mettendo in luce le originarie superfici in *opus spicatum* e *latericium* dei paramenti di età ambrosiana, in alcuni punti conservati sino a 22 m di altezza (figg. 1 e 14). A seguito di quei restauri e del liberamento della basilica dagli edifici posteriori che vi si erano addossati nei secoli più recenti, le superfici murarie esterne oggi sono visibili nella loro maestosità, caratterizzate dalla tipica scansione ad arcature cieche con grandi finestroni iscritti che ha portato a collegare il progetto architettonico a quello dell'aula palatina di Treviri³⁶, luogo di nascita dello stesso Ambrogio. Questi dati metrici, unitamente a quelli derivati dagli interventi di scavo condotti all'interno e in prossimità dell'edificio tra gli anni '40 e '80 del Novecento³⁷, costituiscono dunque una buona base di partenza per immaginare le forme originarie dell'edificio

³¹ Il primo a proporre l'origine ambrosiana della basilica fu Cagiano de Azevedo che ipotizzò che la fondazione fosse stata realizzata dal Vescovo tra il 386 e il 397 d.C.; CAGIANO DE AZEVEDO 1963, pp. 55-76. L'ipotesi è stata poi ribadita successivamente dalla maggior parte della critica. Per la disamina della questione si rimanda a LUSUARDI SIENA, NERI, GREPPI 2015, pp. 52-56.

³² La dedica alla Vergine e la paternità ambrosiana dell'edificio sono attestate solo dal XIII secolo da Benzone di Alessandria («*Ecclesia quae nunc dicitur Sancti Smpliciani fundata fuit ab ipso etiam beato Ambrosio in honorem beatae Mariae et omnium Virginum*»), Galvano Flamma («*Beatus verus Ambrosius dum adhuc in carne viveret fundavit ... ecclesiam in honorem beatae Virginis et omnium Virginum, quae modo dicitur Sancti Smpliciani*») e Goffredo da Bussero («... translationem sanctorum in ecclesiam sanctae Mariae et virginum mediolani urbis ...»). MIRABELLA ROBERTI 1984, pp. 132-136; SANNAZARO 2007, pp. 105-128.

³³ ARSLAN 1947, pp. 21-24; Id. 1947-1948, pp. 367-382; Id. 1954, p. 509; Id. 1954a, pp. 9-13; Id. 1958, pp. 199-212; Id. 1961, pp. 149-164.

³⁴ CAGIANO DE AZEVEDO 1963, p. 62; MIRABELLA ROBERTI 1978, p. 189.

³⁵ BROGIOLO 1981, pp. 120-124; DI GIROLAMO, HOWES 1997, pp. 104-108; GIOSTRA 2007, pp. 78-82.

³¹ Anche per i cantieri di età romana imperiale è stata ipotizzata la rilavorazione in un luogo di stoccaggio all'interno del cantiere dove i mattoni potevano essere tagliati nella forma triangolare utilizzata per la messa in opera nelle cortine murarie; VOLPE 2016, p. 235.

³² Negli ultimi settant'anni, la basilica è stata oggetto di una fitta moltitudine di studi che ha portato alla definizione di un quadro storico-architettonico complesso, caratterizzato da ipotesi interpretative talora discordi. Alla luce della revisione dell'edito e della rilettura di porzioni di muratura significativa operata da chi scrive nel corso degli ultimi anni, sembra ragionevole l'interpretazione, condivisa dalla maggior parte della critica, di una fase paleocristiana originaria e ambrosiana del corpo basilicale principale a cui seguì, verosimilmente nella seconda metà del V secolo, la costruzione del sacello situato a nord dell'abside. Per maggiori approfondimenti in merito alla bibliografia pregressa, alle differenti ipotesi interpretative e ricostruttive dei volumi antichi si rimanda a GREPPI 2016.

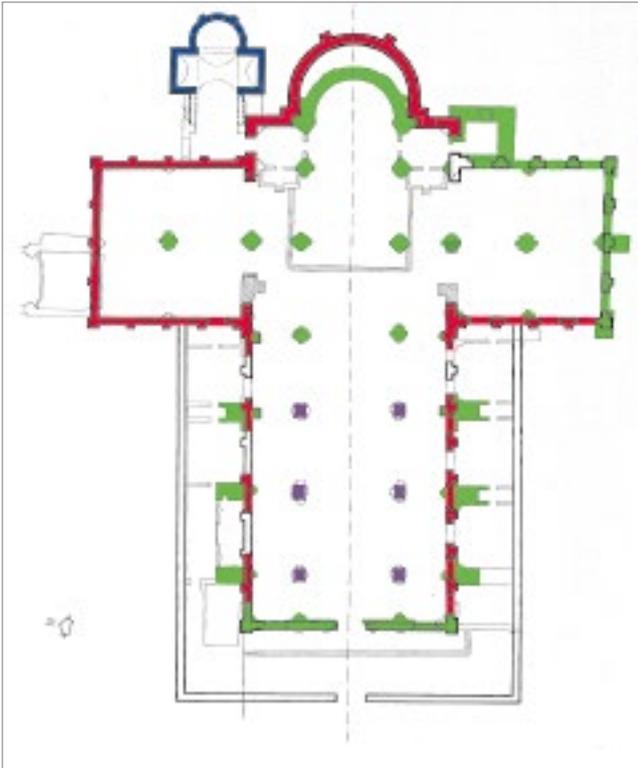


fig. 13 – Planimetria della basilica di San Smpliciano (in rosso fase 1: fine IV-V secolo; in blu fase 2: V-VI secolo; in viola fase 3: VI-VIII secolo; in verde fase 4: XI-XII secolo).



fig. 14 – San Smpliciano, transetto nord, fronte nord.

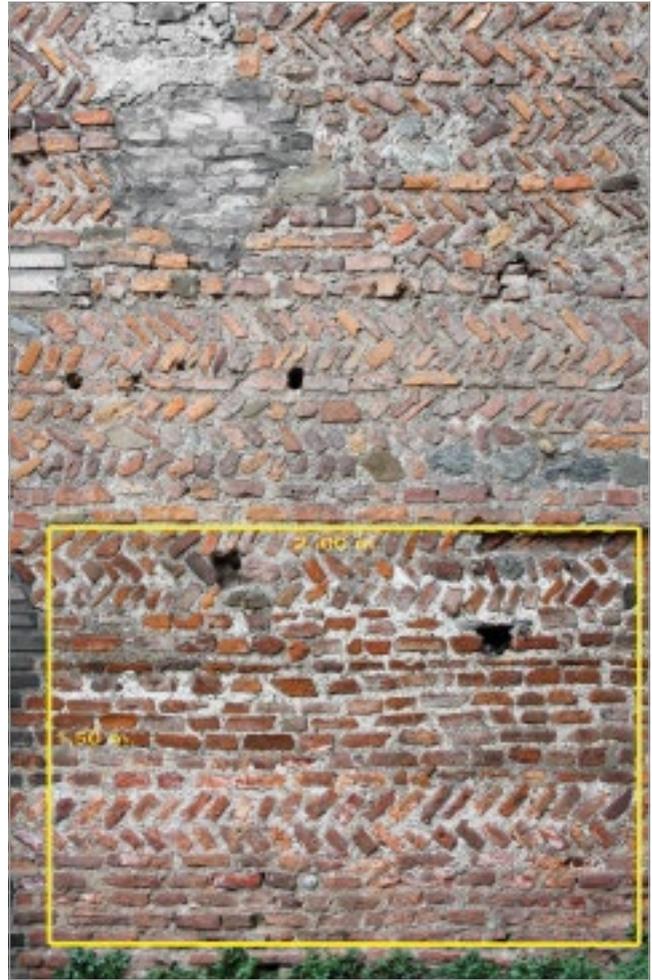


fig. 15 – San Smpliciano, transetto nord, fronte nord. Campionatura di muratura paleocristiana considerata.

ed elaborare ipotesi, anche di tipo quantitativo, in merito al cantiere ambrosiano. L'insieme di queste informazioni, pur essendo attendibili e fondamentali per una eventuale ricostruzione, presenta tuttavia alcuni limiti di conoscenza che condizionano l'attendibilità del risultato, da ritenersi dunque approssimativa seppur verosimilmente non troppo distante dalla realtà. Per quanto riguarda il perimetro dell'edificio, è stato fatto riferimento a quello conservato, costituito da un corpo centrale di $34 \times 21,70$ m sormontato da due aule laterali di $16 \times 16,50$ m³⁸, al quale è stata sommata l'estensione lineare dell'abside antica la cui fondazione in conglomerato, individuata tra il 1955 e il 1958, è conservata a oriente di quella attuale, ricostruita in età romanica. Dal calcolo è stato invece escluso il portico o narthex individuato da Mirabella nel corso degli scavi archeologici in facciata del 1960-1961 sui fianchi sud, ovest e nord del corpo principale, di cui si hanno solo limitate informazioni³⁹. Per quanto riguarda la ricostruzione delle dimensioni in elevato dei perimetrali sono stati considerati 24 m complessivi, derivati dalla somma dei 22 m conservati nel transetto nord con circa altri 2 m di muratura

³⁸ Escluso l'abside, la lunghezza totale dell'edificio sull'asse est-ovest è di 50 m.

³⁹ Un dettagliato resoconto delle operazioni di scavo condotte nell'area della basilica è riportato in GIOSTRA 2007, pp. 78-83.

	CAMPIONATURA	INTERO EDIFICIO
SUPERFICIE	superficie totale 1,50x 2,00 m. = 3 m ² superficie occupata dai laterizi = 1,757 m ²	superficie totale (laterizi+malta): (perim. x h.) x 2 paramenti = (221,70 x 24 m.) x 2 = 5320,8 x 2 = 10641,6 m ² ...a cui sottrarre la superficie delle aperture= (4,80 x 2,15 m.) x 48 aperture = 10,32 m ² x 48 = 495,36 m ² 10641,6 - (495,36 x 2) = 10641,6 - 990,72 = 9650,88 m ² superficie totale dei laterizi = (superficie totale : campione di riferimento) x 1,75 m ² = (9650,88 : 3 m ²) x 1,75 m ² = 3216,96 x 1,75 m ² = 5629,68 m ²
VOLUME	superficie dei laterizi x larghezza stimata 1,75 x 0,15 m. = 0,26 m ³ 1,75 x 0,22 m. = 0,39 m ³	superficie dei laterizi x volume campione = 5629,68 x 0,26 m ³ = 1463,71 m ³ 5629,68 x 0,39 m ³ = 2195,57 m ³ media = 1829,64 m ³
PESO	[riferimento metrico per massa volumetrica del mattone pieno: 1800<2100 Kg/m ³ (0,0018<0,0021 Kg/cm ³ ; media pari a 1950 Kg/m ³)] 0,26 m ³ x 1950 Kg = 507 Kg 0,39 m ³ x 1950 Kg = 760,5 Kg peso medio laterizi della campionatura = 633,5 Kg	peso medio del campione x numero complessivo dei campioni = 633,5 Kg x 3216,96 = 2.037.336 Kg ovvero 2037,33 tonnellate
TRASPORTO		mezzo di trasporto: carro romano di tipo plaustrum caricato con 500 Kg di materiale 2.037.336 : 500 Kg = 4074,67 carri/viaggi

tab. 1

individuati nel sottosuolo nel corso di scavi condotti alla fine degli anni '40 da Arslan nel braccio settentrionale e successivamente da Mirabella Roberti nel punto di innesto di quello con la navata principale, dove venne messo alla luce un tratto di pavimentazione in *opus sectile* della basilica paleocristiana⁴⁰. A causa del rifacimento della copertura e dell'inserzione del sistema voltato di età romanica non è dunque dato conoscere con precisione l'altezza originaria dell'edificio, che, data la scansione architettonica esterna, non dobbiamo immaginare troppo diversa da quella attuale, così come non è possibile ipotizzare con sicurezza le dimensioni dell'elevato dell'abside paleocristiana di cui non si conosce la quota di imposta del catino antico. Altro punto cieco sulla conoscenza della forma architettonica originaria del monumento è poi dato dall'eventuale o meno presenza di aperture in facciata: infatti, se quelle dei perimetrali sono conservate, nonostante i tamponamenti e le aperture delle monofore romaniche, sull'aspetto del fronte occidentale paleocristiano non si hanno certezze a causa della invasiva ricostruzione effettuata dal Maciachini nel 1870. Un ultimo limite nella valutazione dei volumi e della massa totale del materiale da costruzione è dato dall'utilizzo esclusivo nei paramenti di laterizi di reimpiego dei quali non è possibile conoscere la terza dimensione, occultata nel punto di innesto dei pezzi nel nucleo murario. Per sopperire all'assenza di questo dato, è stata fatta una stima sulla base delle valutazioni mensiologiche che restituiscono un'immagine piuttosto chiara della qualità e del grado di frammentazione e che consentono di ipotizzare un valore compreso e ragionevolmente non superiore al *range* dimensionale dei 15<22 cm, pari a mezza testa e mezzo fianco di *sesquipedales* provinciale, escludendo la presenza di elementi di dimensioni maggiori, non documentati neanche nella messa in opera in facciavista.

Il metodo, adottato in via sperimentale, e sicuramente perfezionabile, su un edificio costruito interamente in materiali di reimpiego, ha previsto in prima battuta il calcolo della superficie occupata dai laterizi presenti in un campione murario di 1,50x2 m (3 m²), ottenuto sommando tutte le superfici dei singoli pezzi frammentari (*fig. 15; tab. 1*). In questo modo è stato dunque stimato che l'area occupata dai laterizi equivale a 1,75 m², cioè a poco meno di due terzi della campionatura di riferimento. Il dato ricavato rivela dunque che nelle fasi costruttive paleocristiane il rapporto malta-mattone è superiore ad 1:2, segno dell'impiego ingente del legante e di quanto quello costituisca il fondamento statico dell'intera struttura muraria. L'elevata qualità delle malte e dei conglomerati è d'altra parte un aspetto tecnico tipico delle architetture tardoantiche milanesi, realizzate da maestranze che padroneggiavano ancora molto bene le tradizioni tecnologiche di età romana pur avendo spesso a disposizione solo materiali di reimpiego di scarsa qualità.

La quantificazione del volume dei laterizi campionati, calcolata sulla base dei 15<22 cm ipotizzati per la terza dimensione dei pezzi, ha restituito come risultato un valore compreso nel *range* 0,26<0,39 m³ per 1,75 m² complessivi di superficie laterizia. In ultima battuta, è stato infine calcolato il peso dei pezzi messi in opera nel campione riportando i dati acquisiti alla massa volumetrica del mattone pieno stimata tra i 1800 e i 2100 Kg/m³ (media di 1950 kg/m³), restituendo un risultato di 633,5 Kg per 3 m² di paramento murario⁴¹.

Ottenuti quindi i valori relativi a superficie, volume e peso dei laterizi del campione considerato, è stato possibile rapportarli alle dimensioni complessive della basilica in elevato, per il calcolo delle quali è stata preventivamente sottratta l'area delle aperture ed è stata considerata la presenza di due paramenti murari innestati sul nucleo in con-

⁴⁰ Il pavimento e la risega di fondazione dei perimetrali sono stati individuati a circa 1,80 al di sotto del piano di calpestio attuale; GREPPI 2016, pp. 42-44 e 99-101.

⁴¹ Valori di riferimento per la massa volumetrica del mattone romano in BUKOWIECKI, WULF RHEIDT 2016, p. 46.

glomerato. I dati ricavati (*tab.* 1), approssimati per difetto, suggeriscono l'impiego per la costruzione della basilica di un volume di laterizi pari almeno a 1829,64 m³ che, prima della messa in opera, dobbiamo immaginare fosse ancora maggiore, data l'impossibilità di impilare ordinatamente del materiale così frammentario e dal momento che il 50% dei pezzi ha subito un successivo ridimensionamento in fase di rilavorazione. Considerando comunque come riferimento il valore, riduttivo, di 1829 m³, si può ipotizzare che l'area occupata dal materiale fosse decisamente superiore a quella di una piscina olimpionica⁴², un dato quantitativo che restituisce un'immagine suggestiva riguardo la presenza e localizzazione di eventuali aree di stoccaggio dei materiali edili nella città antica. Tuttavia, bisogna forse chiedersi se sia corretto ipotizzare la presenza di depositi di così grandi dimensioni, dal momento che sembra più verosimile che i materiali da costruzione affluissero gradualmente sul sito e che, forse, esistessero aree di stoccaggio intermedie tra i cantieri estrattivi e quelli di destinazione, utili a effettuare verifiche qualitative e quantitative prima dello smistamento. In tutti i casi, si deve considerare che il dato così elaborato è sicuramente inferiore rispetto a quello reale, oltre a non tener conto di tutti gli altri prodotti destinati alla costruzione della basilica (malte, inerti, ponteggi, tegole, lastre per pavimentazioni, ecc.) il cui volume doveva essere ingente.

Partendo sempre dalla misura di riferimento del campione, il peso complessivo dei laterizi impiegati nella costruzione della basilica è poi stimabile in almeno 2037,33 tonnellate, un dato dal quale si possono derivare suggestioni in merito alla quantificazione del trasporto. Immaginando infatti l'utilizzo di carri di tipo tradizionale romano, a due ruote trainati da coppie di buoi (*plaustra*), allestiti con paratie lignee e che a pieno carico potevano trasportare fino a 900 kg di laterizi ben impilati ciascuno⁴³, con carichi più leggeri di circa 500 kg ciascuno determinati dall'impossibilità di disporre ordinatamente i laterizi frammentati di reimpiego e per la conseguente presenza di molti vuoti, si può stimare che per il trasporto dei soli laterizi impiegati nei paramenti di San Smpliciano siano stati effettuati circa 4074 viaggi. Quanto invece alla distribuzione di quelli nel corso dell'opera, i dati a disposizione non consentono ipotesi sicure: anche considerando una durata del cantiere pari a 11 anni (386-397 d.C.)⁴⁴, il risultato non sarebbe infatti attendibile per la presenza di troppi fattori imponderabili come la velocità dei trasporti in relazione alla distanza tra luogo/luoghi di stoccaggio e cantiere, e la distribuzione delle operazioni di costruzione dei perimetri nella sequenza del processo costruttivo, che dobbiamo immaginarci condizionate dalle tempistiche legate alle varie fasi edilizie⁴⁵. Sempre

relativamente al trasporto si deve poi forse considerare anche l'eventuale utilizzo di altre tipologie di mezzi, come i carri trainati da asini e cavalli, generalmente destinati a carichi più leggeri e, nel caso della provenienza delle forniture da località extraurbane, lo sfruttamento delle vie d'acqua che a Milano iniziarono a essere regimentate almeno a partire dalla metà del I sec. a.C.⁴⁶ e che, in alcuni casi, potevano essere percorse da zattere e imbarcazioni leggere⁴⁷. In età romana, lo sfruttamento dei canali per il trasporto di materiali da costruzione è inoltre avvalorato dal ritrovamento di un tratto di canale esterno all'ellisse dell'anfiteatro in via Conca del Naviglio utilizzato, forse, proprio per il trasporto dei grandi blocchi lapidei utilizzati nella costruzione del monumento⁴⁸; al riguardo è poi suggestiva l'ipotesi che l'area della Vetra, data la vicinanza del porto fluviale, sia stata sfruttata nell'antichità come luogo di stoccaggio anche di materiali edili prima dello smistamento sui cantieri di destinazione⁴⁹.

In futuro, una ulteriore prospettiva di indagine quantitativa potrebbe poi riguardare il calcolo della forza lavoro impegnata nella costruzione della basilica. Si tenga però presente che per le murature in materiale di reimpiego non è possibile calcolare il numero dei mattoni messi in opera da un operaio con aiutante, come già effettuato per altri contesti architettonici di età romana caratterizzati però dall'impiego di produzioni altamente standardizzate che consentivano anche una notevole rapidità di esecuzione⁵⁰, e si dovranno prendere a riferimento altri parametri, rapportando per esempio il peso dei pezzi messi in opera dalle squadre di muratori nei monumenti romani già indagati in questa prospettiva con quello dei paramenti delle basiliche milanesi. Infine, quanto ai tempi di esecuzione, che di per sé costituiscono un valore solo approssimabile data l'impossibilità di conoscere con precisione la velocità di lavoro degli operai, si dovrà considerare che l'utilizzo di laterizi altamente frammentati come quelli impiegati nei cantieri ambrosiani ostacolava ulteriormente le tempistiche di lavoro, dal momento che la loro buona messa in opera sui paramenti richiedeva sicuramente una selezione preliminare e quindi una maggior cura.

Bibliografia

- ARSLAN E., 1947-1948, *Qualche dato sulla basilica milanese di San Smpliciano*, «Rivista di Archeologia Cristiana», XXIII-XXIV, pp. 367-382.
 ARSLAN E., 1947, *Osservazioni preliminari sulla basilica paleocristiana di S. Smpliciano a Milano*, «Archivio Storico Lombardo», n.s., X, pp. 5-32.

⁴⁶ FEDELI 2015, p. 33.

⁴⁷ Lo sfruttamento medievale della Vettabbia per il trasporto di merci è documentato in Landolfo Seniore nelle *Historiae Mediolanensis* (XI secolo) che riporta che il canale, collegamento tra il Po e Milano, serviva per trasportare quotidianamente *ultramarinae divitiae*. Il nome, d'altra parte, deriverebbe proprio dal latino *vectare*, trasportare merci. CERESA MORI 2003, pp. 313-321; CAPORUSSO 1990, pp. 94-96.

⁴⁸ FEDELI 2015, p. 35; MATTEINI 2004, p. 39.

⁴⁹ Il ritrovamento nell'area di un blocco scolpito abbandonato in fase di lavorazione ha portato a ipotizzare anche la presenza di una bottega di *marmorarii* specializzati. ROSSIGNANI, CORTESE 2005, pp. 261-262; SACCHI 2012, pp. 28-29.

⁵⁰ DELAINE 1997; WULF, RHEIDT 2016, p. 214.

⁴² Il rapporto si basa sulla conversione in litri del volume di 1829 m³ di laterizi (pari a 1.829.000 litri) e sul rapporto con il contenuto di una piscina olimpionica standard di 50×16×2 m di profondità, pari a 1.600.000 litri di acqua.

⁴³ BUKOWIECKI, WULF RHEIDT 2016, pp. 46-47.

⁴⁴ L'ipotesi fu proposta da Cagiano de Azevedo che sosteneva che la costruzione della basilica fosse stata iniziata e terminata da Ambrogio. CAGIANO DE AZEVEDO 1963, pp. 55-76.

⁴⁵ Sui principali *step* del processo costruttivo si veda CAMPOREALE 2010, pp. 171-179.

- ARSLAN E., 1954, *L'architettura dal 568 al Mille*, in *Storia di Milano, II, Dall'invasione dei barbari all'apogeo del governo vescovile (493-1002)*, Milano, pp. 501-608.
- ARSLAN E., 1954a, *Brevi considerazioni sulla basilica di San Simpliciano*, «Rend. Dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere», LXXXVII, pp. 9-13.
- ARSLAN E., 1958, *Nuovi ritrovamenti su San Simpliciano a Milano*, «Bollettino d'Arte», serie IV, XLIII, pp. 199-212.
- ARSLAN E., 1961, *Milano e Ravenna: due momenti dell'architettura paleocristiana*, «Corsi di Cultura sull'Arte Ravennate e Bizantina», Ravenna, 12-24 marzo 1961, pp. 7-10.
- ARSLAN E., 1969-1964, *Ultime novità a San Simpliciano*, «Arte Lombarda», VI, pp. 149-164.
- BROGIOLO G.P., 1981, *Milano, S. Simpliciano*, «Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia», I, 1981, pp. 120-124.
- BUKOWIECKI E., WULF-RHEIDT U., 2016, *Trasporto e stoccaggio dei laterizi a Roma: nuove riflessioni in corso*, «Archeologia dell'Architettura», XX, pp. 45-49.
- CAGIANO DE AZEVEDO M., 1963, *Sant'Ambrogio committente di opere d'arte*, «Arte Lombarda», VIII, pp. 55-76.
- CAGIANO DE AZEVEDO M., 1978, *Il restauro di Narsete alle mura di Milano*, «Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere», 112, pp. 259-279.
- CAMPORALE S., 2010, *Archeologia dei cantieri di età romana*, «Archeologia dell'Architettura», XV, pp. 171-179.
- CAPORUSSO D., 1990, *La situazione idrografica di Milano romana*, in *Milano Capitale*, pp. 94-96.
- CASOLO GINELLI L., 1998, *Indagini mensiocronologiche in area milanese*, «Archeologia dell'Architettura», III, pp. 53-60.
- CERESA MORI A., 2003, *Il porto di Mediolanum*, in *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras*, Actas de IV Jornadas de Arqueología subacuática, Valencia, pp. 313-321.
- DELAINE J., 1997, *The Baths of Caracalla. A study in the design, construction and economics of large-scale building projects in imperial Rome*, «Journal of Roman Archaeology», suppl. 25, Portsmouth.
- DELL'ACQUA G.A. (a cura di), 1985, *La basilica di San Lorenzo in Milano*, Milano.
- DI GIROLAMO M.A., HOWES B., 1997, *San Simpliciano. La basilica Virginum*, in *La città e la sua memoria. Milano e la tradizione di Sant'Ambrogio*, Museo Diocesano ai Chiostrì di Sant'Eustorgio, Milano, 3 aprile-8 giugno 1997, pp. 104-108.
- FEDELI A.M., 2015, *Mediolanum e le vie d'acqua*, in G. FACCHINETTI, C. MEDICO (a cura di), *Di città in città. Insediamenti, strade e vie d'acqua da Milano alla Svizzera lungo la Mediolanum-Verbanos*, Arona, pp. 29-41.
- FIENI L., 2002, *La basilica di San Lorenzo Maggiore a Milano tra età tardo antica e medioevo: metodologie di indagine archeometrica per lo studio dell'elevato*, «Archeologia dell'Architettura», VIII, pp. 53-98.
- FIENI L., 2003, *La basilica di San Lorenzo Maggiore a Milano tra età medievale e moderna: indagine archeologico archeometrica*, «Archeologia dell'Architettura», VIII, pp. 221-240.
- FIENI L., 2004, *L'architettura tardoantica*, in *San Lorenzo 2004*, pp. 71-90.
- FIENI L., 2007, *The art of building in Milan during Late Antiquity: San Lorenzo Maggiore*, in L. LAVAN, E. ZANINI E A. SARANTIS (eds.), *Technology in transition. A. D. 300-650*, London, pp. 407-434.
- FIENI L., MARTINI M., RICCI R., SIBILIA E., 1998, *Il battistero di San Giovanni alle Fonti di Milano. Un caso di studio archeologico-archeometrico*, «Archeologia Medievale», III, pp. 91-108.
- GABRIELLI R., 2000, *Prime analisi mensiocronologiche della città di Bologna*, «Archeologia dell'Architettura», III, pp. 149-158.
- GELICHI S., DELOGU A., GABRIELLI R., 2000, *Le pievi e l'uso dei laterizi nel territorio ravennate*, in S. GELICHI, P. NOVARA (a cura di), *I laterizi nell'alto medioevo italiano*, pp. 137-168.
- GIOSTRA C., 2007, *La basilica di San Simpliciano fra età paleocristiana e alto medioevo. Alcuni spunti*, in *Studia Ambrosiana. Ricerche e studi su Ambrogio e la sua epoca*, Atti del secondo dies academicus, 3-4 aprile 2006, pp. 77-98.
- GREPPI P., 2016, *Cantieri, maestranze e materiali nell'edilizia sacra a Milano dal IV al XII secolo. Analisi di un processo di trasformazione*, Contributi di Archeologia Medievale, 12, Premio Ottone d'Assia e Riccardo Francovich, Firenze.
- JANVIER Y., 1969, *La législation du bas-empire sur les edifices publics*, Aix-en-Provence.
- KRAUTHEIMER R., 1987, *Tre capitali cristiane. Topografia e politica*, Torino.
- La città e la sua memoria = La città e la sua memoria. Milano e la tradizione di Sant'Ambrogio* (Catalogo della mostra, Museo Diocesano ai Chiostrì di Sant'Eustorgio, Milano 3 aprile-8 giugno 1997), Milano 1997.
- LUSUARDI SIENA S., B. BRUNO, VILLA L., 1997, *Le nuove indagini archeologiche nell'area del Duomo. Il battistero di San Giovanni alle Fonti*, in *La città e la sua memoria*, pp. 45-50.
- LUSUARDI SIENA S., 1983, *Milano: la città nei suoi edifici. Alcuni problemi*, in Atti del X Congresso Internazionale di studi sull'Alto Medioevo, 26-30 settembre 1983, Milano, pp. 209-240.
- LUSUARDI SIENA S., 1990, *Milano: la topografia cristiana*, in *Milano capitale 1990*, Milano, pp. 92-94.
- LUSUARDI SIENA S., 1996, *Il complesso episcopale di Milano: riconsiderazione della testimonianza ambrosiana nella "epistola ad sororem"*, «Antiquità tardive», 4, pp. 124-132.
- LUSUARDI SIENA S., 1997, *Il complesso episcopale. Il gruppo cattedrale*, in *La città e la sua memoria 1997*, pp. 36-39.
- LUSUARDI SIENA S. (a cura di), 2009, *Piazza Duomo prima del Duomo*, Milano.
- LUSUARDI SIENA S., NERI E., GREPPI P., 2015, *Le chiese di Ambrogio e Milano: ambito topografico ed evoluzione costruttiva dal punto di vista archeologico*, in *La mémoire italienne d'Ambroise (V-XVIII siècle)*, Atti del Convegno (Milano 14-16 giugno 2012), École française de Rome – Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano – Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne – Veneranda Biblioteca Ambrosiana, Milano, pp. 31-86.
- LUSUARDI SIENA S., SANNAZARO M., 2001, *I battisteri del complesso episcopale milanese alla luce delle recenti indagini archeologiche*, in *L'edificio battesimale in Italia. Aspetti e problemi*, Atti dell'VIII congresso nazionale di archeologia cristiana (Genova, Sarzana, Albenga, Finale Ligure, Ventimiglia, Ventimiglia 1998), Bordighera, pp. 647-674.
- MANNONI T., 2000, *I problemi dei laterizi altomedievali*, in S. GELICHI, P. NOVARA (a cura di), *I laterizi nell'alto medioevo italiano*, Ravenna, pp. 213-221.
- MANNONI T., MILANESE M., 1988, *Mensiocronologia*, in R. FRANCOVICH, R. PARENTI (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti*, I Ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia, Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre-10 ottobre 1987, Firenze, pp. 383-402.
- MARANO Y.A., 2012, *Fonti giuridiche di età romana (I secolo a.C.-VI secolo d.C.) per lo studio del reimpiego*, in G. CUSCITO (a cura di), *Riuso dei monumenti e reimpiego di materiali antichi in età postclassica: il caso della Venetia*, Trieste, pp. 63-84.
- MATTEINI R., 2004, *Lo scavo di via Conca del Naviglio 25*, in A. CERESA MORI (a cura di), *Lanfiteatro di Milano e il suo quartiere. Percorso storico-archeologico nel suburbio sudoccidentale*, Milano, pp. 36-39.
- MEDRI M., 2016, *Le mura di Aureliano: studi in corso sui paramenti laterizi della prima fase di costruzione*, «Archeologia dell'Architettura», XX, pp. 38-44.
- Milano capitale = Milano capitale dell'impero romano (286-402 d.C.)* (catalogo della mostra), Milano 1990.
- MIRABELLA ROBERTI M., 1965, *Il battistero antico di Milano*, in Atti del VI Congresso Internazionale di Archeologia Cristiana, Ravenna, 23-30 settembre 1962, Città del Vaticano, pp. 703-707.
- MIRABELLA ROBERTI M., 1978, *Architettura tardoantica fra Milano e Treviri*, in XXV Corso di Cultura sull'Arte Ravennate e Bizantina, Ravenna, 5-15 marzo 1978, Ravenna, pp. 187-189.
- MIRABELLA ROBERTI M., 1984, *Milano romana*, Milano.
- NERI E., LUSUARDI SIENA S., GREPPI P., 2015, *Il problema della cronologia del cantiere di San Lorenzo a Milano. Vecchi e nuovi dati a confronto*, «Studia Ambrosiana», 8, pp. 115-164.
- PERONI A., 1988, *Tradizione e innovazione nel Sant'Ambrogio romano*, in C. BERTELLI (a cura di), *Il Millennio ambrosiano. La città del vescovo dai Carolingi al Barbarossa*, Milano, pp. 156-175.
- PICARD J.CH., 1988, *Le souvenir des évêques. Sépultures, listes épiscopale et culte des évêques en Italie du Nord des origines au XI siècle*, Roma.
- PITTALUGA D., QUIRÓS CASTILLO J.A., 1997, *Mensiocronologie dei laterizi della Liguria e della Toscana: due esperienze a confronto*, in *I Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Pisa 1997), Firenze, pp. 460-463.

- QUIRÓS CASTILLO J.A., 1997, *La mensiocronologia dei laterizi della Toscana: problematiche e prospettive di ricerca*, «Archeologia dell'Architettura», II, pp. 159-166.
- ROSSIGNANI M.P., 1985, *I materiali architettonici di reimpiego*, in *La basilica di S. Lorenzo* 1985, pp. 40-63.
- ROSSIGNANI M.P., 1985a, *Appunti per una revisione*, in *La basilica di S. Lorenzo* 1985, pp. 280-285.
- ROSSIGNANI M. P., 1990, *Le fondazioni e l'anfiteatro*, in *Milano Capitale*, pp. 138-139.
- ROSSIGNANI M.P., CORTESI C., 2005, *Il sarcofago della Signora: segno di una città in trasformazione?*, in M.P. ROSSIGNANI, M. SANNAZARO, G. LEGROTTAGLIE (a cura di), *La signora del sarcofago. Una sepoltura di rango nella necropoli dell'Università Cattolica*, *Contributi di Archeologia*, 4, Milano, pp. 259-274.
- SACCHI F., 2012, *Mediolanum e i suoi monumenti dalla fine del II secolo a.C. all'età severiana*, Milano.
- San Lorenzo 2004 = L. FIENI (a cura di), *La costruzione della basilica di San Lorenzo a Milano*, Milano.
- SANNAZARO M., 2007, *San Simpliciano come complesso funerario: tipologia e testimonianze epigrafiche*, in *Studia Ambrosiana. Contributi di ricerca su Ambrogio e Simpliciano*, *Atti del secondo dies academicus*, 3-4 aprile 2006, Milano, pp. 105-130.
- SANNAZARO M., 2008, *Ad modum crucis: la basilica paleocristiana dei SS. Apostoli e Nazario*, in *Studia Ambrosiana. Contributi di ricerca su Ambrogio e Simpliciano*, *Atti del terzo dies academicus*, 26-27 marzo 2007, Milano, pp. 131-154.
- VERZONE P., 1953, *Le chiese cimiteriali cristiane a struttura molteplice nell'Italia settentrionale*, in E. ARSLAN (a cura di), *Arte del primo millennio*, Torino, pp. 28-41.
- VILLA E., 1963, *La basilica ambrosiana degli Apostoli attraverso i secoli*, «Ambrosius», 39, pp. 15-75.
- VOLPE R., 2016, *Laterizio: scelta, trasporto e organizzazione dei cantieri*, «Archeologia dell'Architettura», XX, pp. 231-237.

Summary

Religious buildings in Milan from 4th to 12th century: methodological approaches for quantification and new research possibilities.

Milan has a few, but excellent examples of medieval religious architecture, with surviving phases dating back to the early Christian age. A comparative study of the construction techniques of these

monuments produces a complex picture in which the presence of differentiated workers and sources of supply emerges. In this area of research, this article deals with quantifying reused building materials, a methodological approach almost never attempted before for religious buildings in Milan dated between Late Antiquity and the Romanesque. The first part concerns the quantification of construction techniques and the reuse of bricks by means of mensiochronological analysis, useful for better understanding construction site practices (internal recycling of materials, the intentional cutting of bricks), to compare the different builds to understand affinities and differences, as well as to draw up chronologies. Meanwhile, the second and final part concerns the calculation of the dimensions (surface, volume, weight) of the bricks used for the construction of the early Christian phase of the San Simpliciano church, founded at the end of the 4th century together with other, famous, early Christian churches in Milan.

Keywords: religious architecture, Milan, construction techniques, metric-age analysis, reused materials.

Riassunto

Milano conserva rari, eccellenti esempi di architettura religiosa medievale con fasi edilizie conservate datate a partire da età paleocristiana. Lo studio comparativo delle tecniche costruttive di questi monumenti delinea un quadro complesso nel quale emerge la presenza di maestranze e fonti di approvvigionamento differenziate. In questa linea di ricerca si inserisce il presente contributo rivolto alla quantificazione delle architetture in materiali di reimpiego, un approccio metodologico quasi mai tentato per gli edifici di culto milanesi datati tra tardoantico e romanico. La prima parte riguarda la quantificazione delle tecniche costruttive e del reimpiego dei laterizi attraverso l'analisi mensiocronologica, utile a comprendere meglio le pratiche di cantiere (riciclo interno dei materiali, sezionamento intenzionale dei laterizi), a confrontare le diverse fabbriche per comprendere affinità e difformità, oltre che a inquadrarne le cronologie. Nella seconda e ultima parte viene invece affrontato, in via del tutto sperimentale, il calcolo delle dimensioni (superficie, volume, peso) dei laterizi impiegati per la costruzione della fase paleocristiana della basilica di San Simpliciano, fondata alla fine del IV secolo insieme ad altre, note, basiliche paleocristiane milanesi.

Parole chiave: architettura religiosa, Milano, tecniche costruttive, mensiocronologia, materiali di reimpiego.



€ 44,00

ISSN 1126-6236

e-ISSN 2038-6567

ISBN 978-88-7814-739-3

e-ISBN 978-88-7814-740-9



AA22

Il volume contiene gli atti del seminario, organizzato a Padova il 28 ottobre 2016, sulla quantificazione in architettura, sulla base di tre parametri: metri cubi, tempi e costi di costruzione. Il metodo, già applicato ad edifici di età romana, soprattutto pubblici, è stato ora messo a punto anche per edifici medievali, soprattutto chiese e fortificazioni. Nell'incontro padovano ne sono stati discussi i principali problemi relativamente a computo metrico estimativo, sviluppo reale del cantiere, edilizia pluristratificata. Quando presenti, si sono poi confrontate le fonti scritte con i resti materiali conservati. Sovente approssimative quando sono letterarie e tendono a celebrare il committente, sono più vicine alla realtà se consistono in registri di cantiere e note di spesa che ci permettono di stabilire con un certo dettaglio i ritmi del cantiere in rapporto alle maestranze e ai materiali impiegati. Nel complesso la quantificazione in edilizia rappresenta un contributo importante, ma da mettere in relazione con molteplici altri aspetti, per una ricostruzione socioeconomica delle società del passato.