

PAOLA GREPPI - ROBERTO BUGINI - LUISA FOLLI

Tecniche e materiali da costruzione nella Milano antica e medievale

Abstract

La città di Milano conserva un patrimonio storico-architettonico straordinario, costituito da un elevato numero di edifici di culto antichi, nella maggior parte dei casi costruiti alle origini del cristianesimo e trasformati in forme nuove in età romanica. Nel contributo vengono presentati sinteticamente i risultati del lavoro di ricerca, condotto da chi scrive, sulle tecniche costruttive dei principali edifici di culto della città (S. Ambrogio, S. Simpliciano, S. Giovanni alle Fonti, S. Nazaro Maggiore, ...), cercando di mettere in luce le principali trasformazioni tra tardoantico e romanico.

Un gran numero di materiali lapidei furono utilizzati nell'architettura romana a Milano e in Lombardia, materiali resi disponibili grazie alla varietà geologica del territorio. Le Alpi fornirono graniti, dioriti, gneiss, marmi; le Prealpi calcari, dolomie, arenarie (Mesozoico) e conglomerati (Quaternario); la pianura Padana ciottoli, ghiaie, sabbie e argille dei depositi alluvionali (Quaternario). Ciascuna pietra fu per lo più usata nelle aree limitrofe alle cave, raggiungendo le città (Comum, Ticinum, Mediolanum, Bergomum, Brixia) attraverso le vie d'acqua; nelle città della pianura (Placentia, Cremona, Mantua) furono privilegiati i laterizi fabbricati con l'argilla locale. A Milano, in quanto città capitale, furono impiegate anche pietre provenienti da maggiore distanza (calcari del Veneto e del Friuli). I marmi bianchi delle Alpi Apuane e i marmi colorati del Mediterraneo orientale, nonostante l'approvvigionamento difficoltoso, ebbero una grande diffusione a Mediolanum e in molti altri siti lombardi. I materiali cavati dai Romani furono continuativamente utilizzati anche nei secoli successivi.

The city of Milan preserve an amazing historical and architectural heritage, consisting of a high number of ancient churches, in most cases built to the origins of Christianity and transformed into new form during the Romanesque. In the article are synthetically presented the results of the research work of the writer about construction techniques of the most important churches in the city (S. Ambrogio, S. Simpliciano, S. Giovanni alle Fonti, S. Nazaro Maggiore, ...), trying to highlight the main changes between Late Antiquity and Romanesque.

A large amount of stone material were used in Roman architecture of Milan and Lombardy, thanks to the geological variety of the territory. The Alps supplied granites, diorites, gneisses and marbles; the Prealps supplied limestones, dolomites, sandstones (Mesozoic) and conglomerates (Quaternary); the Padània alluvial plain supplied pebbles, gravels, sands and clays (Quaternary). Each stone had a local use reaching the nearest towns (Como, Pavia, Milan, Bergamo, Brescia) through waterways; the towns of the plain (Piacenza, Cremona, Mantua) employed bricks made of local clay. Milano, the capital, employed also stones coming from abroad (limestones from Venetia and Friuli). White marbles of Apuanian Alps and coloured marbles of Eastern mediterranean were also diffused in Milan and other Lombard sites despite the laborious supplying. The stones quarried by the Romans were continuously used in the following centuries.

Il contributo dell'archeologia allo studio degli edifici di culto milanesi: primi dati sull'evoluzione delle tecniche costruttive tra tardoantico e romanico

Milano conserva ancora oggi un patrimonio storico-architettonico eccezionale, paragonabile per entità e grado di conservazione solo a quelli di Roma e Ravenna, ex capitali imperiali, costituito da notevoli monumenti dell'antichità romana e medievale. La maggior parte di queste antiche architetture è

poi rappresentata da edifici di culto, spesso datati alle origini del cristianesimo, la cui sacralità è stata preservata nel lungo corso dei secoli con numerosi restauri e integrazioni, spesso finalizzati a celebrare il ruolo sociale delle committenze, pubbliche o ecclesiastiche, ma anche a valorizzare e mantenere in uso edifici che sono ancora oggi importanti simboli della cristianità occidentale. Proprio per queste ragioni, i monumenti milanesi sono stati, e sono tuttora, contesti di indagine privilegiati per lo studio dell'edilizia storica, soprattutto di quella di tipo ecclesiastico alla quale è stato attribuito un ruolo propulsore e innovatore nell'ambito della rivoluzione romanica, in cui Milano e la Lombardia svolsero un ruolo chiave, ma anche per quanto riguarda l'edilizia di culto delle origini, condizionata fortemente dall'evergetismo di Ambrogio e dal suo progetto di rivisitazione della topografia cristiana della città.

Affrontare lo studio delle tecniche costruttive delle più importanti basiliche milanesi significa dunque confrontarsi con una ingente e multiforme bibliografia pregressa, spesso segnata da ipotesi contraddittorie e questioni aperte, in cui scarseggiano le certezze e le interpretazioni condivise.

Delineando brevemente il quadro storico di quegli studi, la prima e celebre stagione delle ricerche si svolse tra la fine dell'Ottocento e i primi decenni del Novecento, epoca a cui si datano i lavori dei più noti studiosi di architettura e storia dell'arte a livello internazionale. In quegli anni, gli studi di Porter, De Darstein e Rivoira¹, per citare alcuni degli esponenti principali, erano tuttavia rivolti a interpretare e classificare le tipologie planimetriche e architettoniche delle grandi basiliche milanesi in un'ottica di confronto su scala internazionale, che non lasciava spazio all'analisi di dettaglio delle caratteristiche murarie. All'incirca negli stessi anni, il crescente interesse scientifico sulle basiliche milanesi si concretizzò poi negli studi monografici compiuti da Landriani sulla basilica di Sant'Ambrogio², da Baroni su San Simpliciano³ e da Monneret de Villard, che dal 1909 intraprese un'indagine storico-topografica della Milano romana e medievale, rivolgendo buona parte delle sue ricerche all'analisi e all'interpretazione dell'architettura di San Lorenzo Maggiore⁴, inaugurando così una stagione di studi che, per molti aspetti, non è ancora conclusa⁵. Quella prima fase della ricerca, oltre che dall'interesse scientifico dei singoli ricercatori, scaturiva e trovava spunti di approfondimento anche dai restauri e dai primi interventi di scavo delle principali basiliche milanesi che fornivano, per la prima volta, dati materiali sulla storia degli edifici e della città: all'epoca si datano per esempio i restauri della

¹ I lavori di Porter, Rivoira e De Darstein erano finalizzati ad inquadrare il modello architettonico lombardo e la sua possibile derivazione orientale; DE DARSTEIN 1865-1882; PORTER 1915-1917; RIVOIRA 1901.

² LANDRIANI 1889.

³ BARONI 1934.

⁴ MONNERET DE VILLARD 1910 pp. 388-390; MONNERET DE VILLARD 1910a, pp. 28-30.

⁵ Le principali problematiche interpretative relative all'architettura tardoantica del San Lorenzo sono state recentemente sintetizzate in NERI - LUSUARDI - GREPPI 2015, pp. 1-50.

basilica di S. Ambrogio, riportati nella cronaca del Rossi⁶, le prime scoperte archeologiche nell'area del complesso episcopale⁷ e gli scavi di Annoni⁸ in San Lorenzo Maggiore.

Il successivo trentennio, compreso tra il 1940 e il 1970, inaugurato dalla pubblicazione di Verzone sull'architettura altomedievale dell'Italia settentrionale⁹, fu poi forse il più florido, anche a causa dell'incremento degli interventi di scavo e restauro, questi ultimi spesso resi necessari a seguito dei danneggiamenti subiti dagli edifici nel corso del secondo conflitto mondiale, come nel caso della basilica di Sant'Ambrogio¹⁰ (Fig. 1).



Fig. 1. Danneggiamenti dei bombardamenti della basilica di Sant'Ambrogio nel 1943 (www.wikipedia.org).

Di lì a poco, tra gli anni Quaranta e Cinquanta del Novecento, si segnalano poi quelle che forse sono le più importanti scoperte che rivoluzionarono il panorama degli studi sulle origini delle basiliche milanesi:

i restauri in San Simpliciano (Fig. 2) e San Nazaro Maggiore. Gli interventi, condotti rispettivamente da E. Arslan¹¹ e da E. Villa¹², consentirono infatti di portare alla luce e identificare la conservazione di vastissime porzioni murarie paleocristiane, confermando con dati concreti le

⁶ ROSSI 1884.

⁷ Resti murari del battistero di S. Giovanni alle Fonti e della basilica di S. Tecla furono messi in luce per la prima volta nel 1870 durante la costruzione di un condotto fognario in piazza Duomo ma furono riconosciuti tali solo successivamente; BIGNAMI 1870. Tra il 1938 e il 1939, gli scavi per la realizzazione dei sotterranei del Duomo consentirono poi l'individuazione dei resti della facciata della cattedrale di Santa Maria Maggiore, il cui abside era stato individuato nella metà del secolo precedente dal Nava, nel corso dei lavori di risanamento dello scurolo di San Carlo; ZACCHI 1943.

⁸ ANNONI 1913.

⁹ VERZONE 1942.

¹⁰ I restauri nella basilica di S. Ambrogio furono coordinati dall'architetto Ferdinando Reggiori a più riprese tra il 1929 e il 1964; REGGIORI 1941; REGGIORI 1945; REGGIORI 1962; REGGIORI 1966; REGGIORI 1978.

¹¹ ARSLAN 1947-1948, pp. 367-382; ARSLAN 1947, pp. 5-32; ARSLAN 1954b, pp. 9-13; DE CAPITANI 1948, pp. 168-170.

¹² VILLA 1942, pp. 116-119; VILLA 1943, pp. 7-12; VILLA 1956, p. 21; VILLA 1963, pp. 15-75.

antichissime origini di due tra le più importanti basiliche milanesi. Proprio quei lavori, costituirono inoltre la speciale occasione per sperimentare nuovi metodi di osservazione e analisi dei paramenti murari, con una maggiore e nuova attenzione agli aspetti tecnici piuttosto che a quelli stilistico-formali dell'architettura.

Negli stessi anni, venne poi effettuato un ritrovamento archeologico straordinario, che contribuì a delineare ulteriormente il quadro della cristianità milanese delle origini: la cattedrale di Santa Tecla, fulcro del complesso episcopale milanese, fu individuata da A. De Capitani d'Arzago tra il 1942 e il 1943 nel corso dello scavo per un rifugio antiaereo in piazza Duomo¹³, seguito a distanza di circa vent'anni da un secondo intervento estensivo nell'area, funzionale alla realizzazione della linea 1 della metropolitana, che consentì di ampliare lo scavo della basilica e del battistero adiacente, sotto la direzione scientifica dell'allora soprintendente M. Mirabella Roberti¹⁴.



Fig. 2. Restauri della basilica di S. Simpliciano. Restauri della basilica di S. Simpliciano (archivio "E. Arslan" - Soprintendenza Archeologia della Lombardia).

Il clima di fervore incrementato da queste scoperte archeologiche, dal proliferare di studi sull'architettura medievale lombarda, ma in generale da quel rinnovamento della metodologia di analisi degli elevati storici che stava gradualmente diffondendosi nell'ambiente scientifico, portò, tra la fine degli anni Sessanta e il 1970, alla pubblicazione dei primi, ed unici, lavori di sintesi riguardanti le tipologie murarie milanesi di epoca paleocristiana, editi da E. Kleinbauer¹⁵ e S. Ruffolo¹⁶. Lo scopo principale di quegli studi, innovativi per l'epoca ma oggi discutibili soprattutto sul piano del metodo, era

¹³ DE CAPITANI D'ARZAGO 1945, pp. 185-205.

¹⁴ MIRABELLA ROBERTI 1963, pp. 1-14; MIRABELLA ROBERTI 1963a, pp. 77-98; MIRABELLA ROBERTI 1965, pp. 703-707.

¹⁵ KLEINBAUER 1968, pp. 1-22.

¹⁶ RUFFOLO 1970, pp. 5-84.

individuare affinità e difformità tecniche che avessero un valore cronologico, attraverso l'analisi dei materiali da costruzione e della loro messa in opera, secondo modalità simili tra loro e conformi a quelle di altri casi di studio coevi¹⁷.

Sotto il profilo archeologico degli studi, gli anni Ottanta e Novanta sono stati caratterizzati invece da un notevole progresso scientifico della metodologia, in linea con il clima di fervore e innovazione diffuso a livello nazionale negli studi di archeologia dell'architettura. All'epoca si datano due importanti lavori di sintesi, convogliati nelle note pubblicazioni su "*Milano capitale*" e "*La città e la sua memoria*", che hanno fatto il punto sulle problematiche topografiche e archeologiche della città romana e medievale, attraverso la revisione e integrazione dei dati pregressi con quelli emersi dalle nuove indagini di scavo tra le quali, per quegli anni, la più nota ed estensiva è certamente quella effettuata per la realizzazione della linea 3 della metropolitana¹⁸.

Per quanto riguarda infine gli studi e le analisi del costruito, l'ultimo ventennio è stato infine contraddistinto dal prosieguo delle indagini con metodologie aggiornate, anche di scavo, sul complesso episcopale¹⁹ e su quello di San Lorenzo Maggiore²⁰, mentre per gli altri monumenti sono stati per lo più elaborati lavori di revisione dei dati pregressi, che hanno il loro pregio nell'aver focalizzato alcune problematiche e questioni nodali ancora irrisolte, ma che non hanno apportato novità e punti fermi sul piano cronologico relativo delle sequenze stratigrafiche né, tanto meno, su quello della datazione assoluta delle fasi costruttive.

A conti fatti, il quadro delle conoscenze pregresse sulle più note architetture di culto milanesi, per quanto già sondato da molteplici punti di osservazione, spesso con lungimiranza e intuizioni brillanti che hanno contribuito in modo fondante alla conoscenza dei contesti, è ancora oggi passibile di numerosi approfondimenti, da condursi soprattutto alla luce del progresso delle metodologie applicate.

In questo complesso quadro degli studi, si inserisce il lavoro di ricerca di cui nel presente contributo si anticipano in via preliminare alcuni risultati, finalizzato a delineare il quadro evolutivo delle tecniche murarie tra tardoantico e romanico con metodologia aggiornata, attraverso l'analisi dei più significativi edifici di culto medievali della città (Fig. 3)²¹.

¹⁷ AVAGNINA - GARIBALDI - SALTERINI 1977, pp. 173-257; BERTELLI *et al.* 1977, pp. 95-173.

¹⁸ *Milano capitale dell'impero romano (286-402 d.C.)*, (catalogo della mostra), Milano 1990; *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; CAPORUSSO (a cura di) 1991.

¹⁹ Il complesso episcopale milanese è oggetto del progetto di ricerca pluridisciplinare "*Piazza Duomo prima del Duomo*" coordinato da S. Lusuardi Siena (Istituto di Archeologia - Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano) dal 1996 ad oggi. Tra i principali riferimenti bibliografici sull'architettura si vedano: FIENI *et al.* 1998, pp. 91-108; LUSUARDI SIENA 1997a, pp. 36-39; LUSUARDI SIENA 2009, pp. 1-3.

²⁰ FIENI 2002, pp. 221-240; FIENI 2003, pp. 221-240; FIENI 2004; FIENI 2007, pp. 407-434.

²¹ Il lavoro è stato eseguito da chi scrive nell'ambito del dottorato di ricerca in "Studi Umanistici. Tradizione e contemporaneità - Archeologia e Storia dell'arte" dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, concluso nell'aprile del 2014 (v. GREPPI 2014). Lo studio degli apparati murari dei principali edifici ecclesiastici urbani (Santa Tecla, San Giovanni alle Fonti, Santa Maria Maggiore, San Nazaro Maggiore, San Smpliciano, Sant'Ambrogio, Sant'Eustorgio, San Lorenzo Maggiore, San Giovanni in Conca) è stato finalizzato all'elaborazione di cronotipologie delle tecniche e alla definizione di

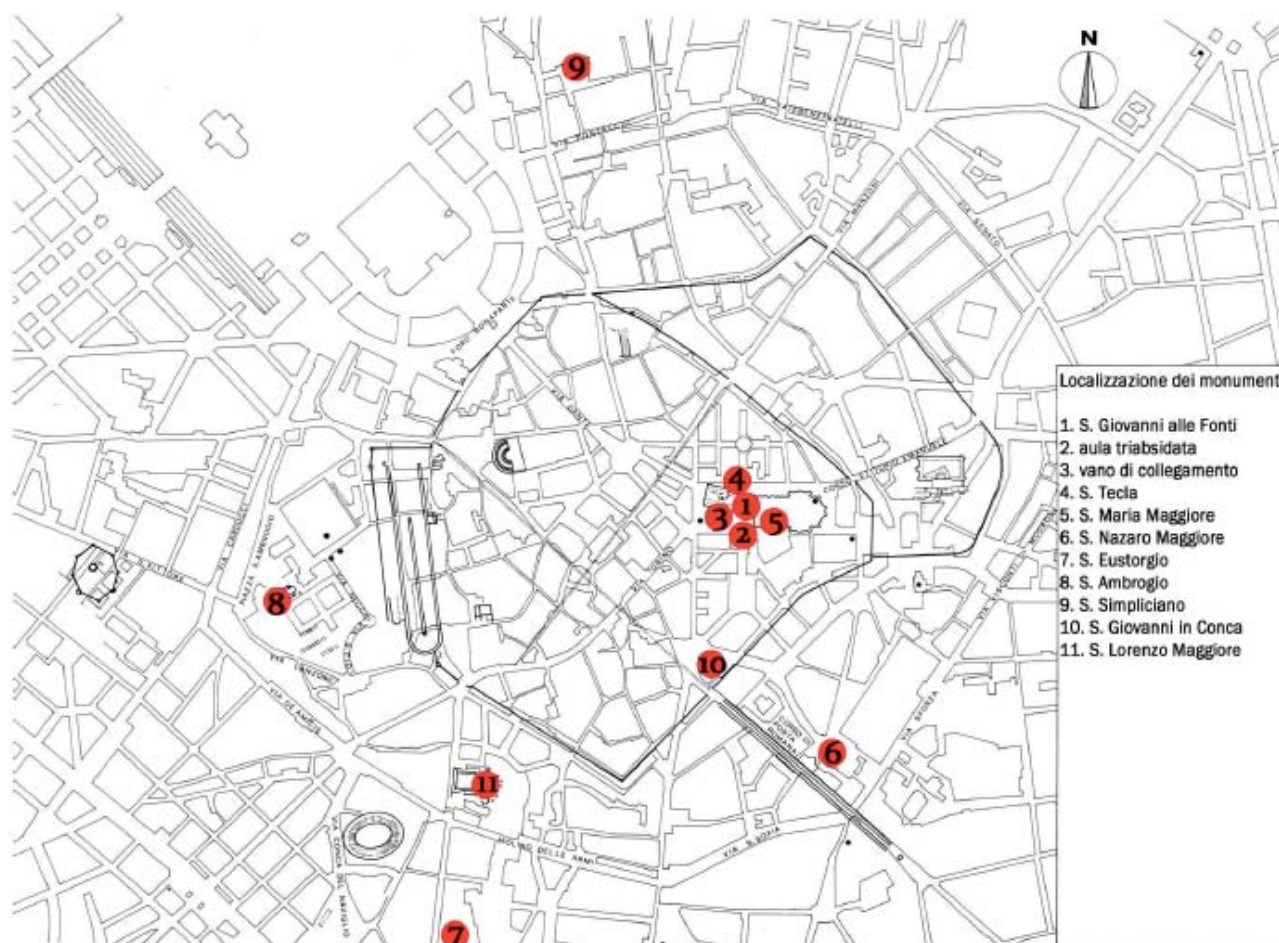


Fig. 3. Localizzazione dei principali edifici di culto medievali di Milano.

Alla fine dell'antichità (IV-V secolo d.C.), il quadro dell'edilizia maggiore milanese, in particolare di quella ecclesiastica, era costituito da edifici in laterizi, quasi esclusivamente di reimpiego, più raramente, associati a grandi elementi lapidei di spoglio, estratti da monumenti romani ormai in disuso. In quegli anni, in ambito urbano, l'utilizzo del mattone prevaleva percentualmente su quello della pietra, segno che quest'ultimo materiale era meno disponibile sul mercato del reimpiego, ma anche ragionevolmente più costoso, sia in termini economici che di difficoltà pratiche nella messa in opera, motivo per cui il suo impiego veniva parsimoniosamente riservato a porzioni murarie significative sotto il profilo della statica e della valenza simbolica. La ridotta presenza di materiale lapideo di reimpiego nell'edilizia milanese di quei secoli rifletteva in realtà il fenomeno di contrazione e degrado diffuso a livello non solo nazionale, determinato dall'ormai noto processo di progressiva rarefazione delle attività di estrazione in cava e, con quella, degli stessi saperi tecnici della romanità²². Pur non essendo paragonabile a quello del *quadratum lapidem*, anche il ciclo produttivo dell'opera di *spolia* necessitava però

indicatori cronotipologici significativi, anche attraverso l'applicazione estensiva del metodo mensiocronologico di analisi delle murature in laterizi, in via sperimentale applicato al recupero, su larga scala e in termini comparativi.

²² CAGNANA 1994, pp. 39-52.

di elevate competenze tecnologiche²³, detenute da maestranze diversamente specializzate, capaci di organizzare il prelevamento e la ricollocazione dei blocchi, e, in molti casi, di rilavorare il materiale in funzione della nuova destinazione, ragione per cui veniva generalmente riservato a cantieri e progetti architettonici importanti.

Tra i casi più antichi di utilizzo di *spolia* lapidei nelle architetture tardoantiche milanesi, si annoverano i prismi diedri in serizzo posizionati alla base delle lesene d'angolo del San Giovanni alle Fonti²⁴ (Fig. 4) e i pilastri che definiscono la crociera di San Nazaro Maggiore (Fig. 5), già identificati dal Villa come appartenenti alla prima fase costruttiva della basilica²⁵, in entrambe i casi attribuiti ai cantieri ambrosiani della fine del IV secolo d.C..



Figg. 4-5. Lesena SE del battistero di San Giovanni alle Fonti (fine IV sec. d.C.); particolare della tecnica dei pilastri di San Nazaro Maggiore (fine IV sec. d.C.).

Nel caso dei pilastri di San Nazaro, è interessante e significativo l'impiego di malte di cocchiopesto che, non solo a Milano, sono un importante indicatore di cronologia tardoantica oltre che dell'elevato livello tecnico della maestranza operante sul cantiere, ancora detentrica di manualità e saperi tecnici di tradizione romana. Di poco posteriore a questi esempi, il più monumentale caso di architettura in *spolia*

²³ CAGNANA 2005, pp. 93-122.

²⁴ LUSUARDI SIENA 2009, pp. 1-3.

²⁵ VILLA 1963, p. 15-74; La basilica è stata edificata tra il 382 e il 385/386 d.C. su committenza di Ambrogio, come documentato nella Epistola 76 alla sorella Marcellina e nella nota epigrafe "*Condidit Ambrosius*"; per una sintesi delle problematiche si veda LUSUARDI - NERI - GREPPI.

tardoantica è però rappresentato in città dalle prime fasi costruttive del San Lorenzo Maggiore (fine IV-inizio V), la cui imponente opera di fondazione è stata realizzata utilizzando i blocchi provenienti dall'arena e i cui pilastri posizionati a sostegno della cupola sono in parte ancora originari, sopravvissuti ai ripetuti crolli e alle ricostruzioni medievali del sistema portante della copertura, come rilevato dall'analisi stratigrafica condotta una decina di anni orsono da L. Fieni²⁶.

Come anticipato, al di là di questi rari ed emblematici casi di impiego di *spolia* lapidee, il materiale da costruzione più largamente utilizzato nella Milano tardoantica sono però i laterizi di reimpiego che, nelle basiliche ambrosiane, vengono organizzati sui paramenti in corsi orizzontali, sfalsati da giunti molto spessi (3<4 cm. di media)²⁷, alternati a filari di elementi più piccoli disposti a spina pesce (Fig. 6).

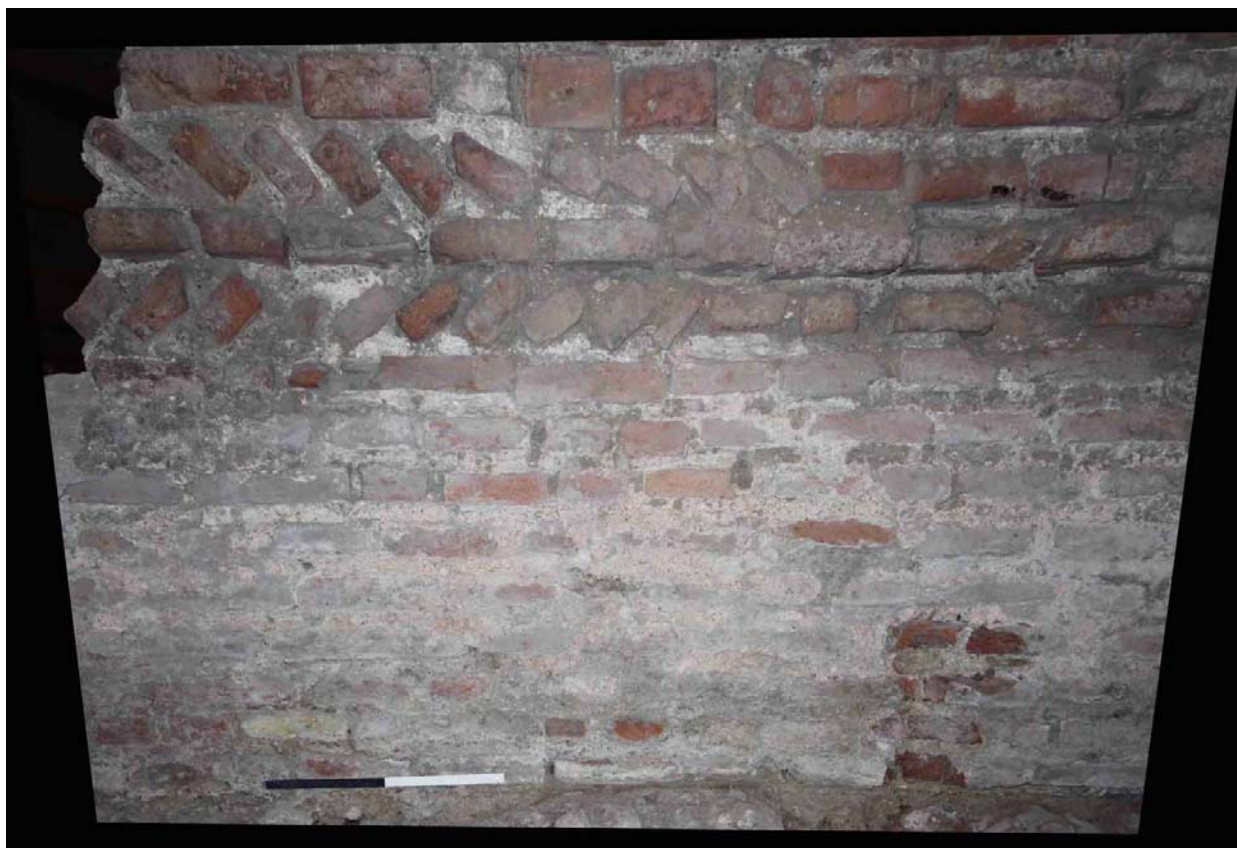


Fig. 6. Tecnica costruttiva dei paramenti esterni del battistero di San Giovanni alle Fonti (fine IV sec. d.C.) (fotoraddrizzamento).

L'analisi mensiocronologica di quei materiali ha rilevato una significativa omogeneità sul piano dimensionale, segno che la fonte di approvvigionamento era verosimilmente la medesima²⁸. In quel quadro di dati, che delinea in modo unitario i cantieri del Vescovo, risalta poi in modo evidente anche il

²⁶ FIENI 2004c, pp. 182-196. Una recente messa a punto dei dati è in NERI - LUSUARDI - GREPPI 2015.

²⁷ Lo spessore dei giunti, che diminuisce progressivamente dal tardoantico al romanico, è un importante indicatore cronologico. Per l'approfondimento della problematica e la definizione delle curve evolutive milanesi si rimanda a GREPPI 2014.

²⁸ Per il problema e la comparazione delle curve mensiocronologiche milanesi tra tardoantico e romanico si rimanda a GREPPI 2014.

confronto con le analisi metriche condotte sui laterizi delle fasi di poco posteriori del San Lorenzo²⁹, dove complessivamente si rilevano taglie più omogenee e grandi che hanno consentito di "evitare" l'*opus spicatum* nella messa in opera.

A seguire, il panorama costruttivo dei due secoli successivi (V-VI)³⁰ documenta un progressivo scadimento della qualità dei materiali laterizi di reimpiego e della loro messa in opera, sempre più irregolare e caratterizzata dalla stesura di giunti di malta più sottili (2<3 cm. di media), oltre che da frequenti sdoppiamenti dei filari, riflesso di quella contrazione delle manualità, e in generale delle attività produttive nel settore dell'edilizia, che caratterizzerà in modo più macroscopico i secoli successivi (Fig. 7).



Fig. 7. Tecnica costruttiva del sacello di San Vittore in Ciel d'Oro (metà V- VI sec. d.C.).

Tuttavia, alle soglie dell'altomedioevo, a Milano persistono alcuni esempi architettonici di elevatissimo livello tecnico, segno che a quell'epoca, seppur in percentuale inferiore rispetto ai secoli precedenti, circolavano ancora alcune maestranze altamente qualificate, ingaggiate da committenti eminenti per i progetti architettonici di maggior rilievo, come nel caso della volta in laterizi del sacello di San Simpliciano (V-VI secolo d.C.), per la realizzazione della quale vennero prodotte malte di

²⁹ FIENI 2002, pp. 53-98.

³⁰ É il caso, per esempio, dei perimetrali dei sacelli di S. Vittore in Ciel d'Oro (metà V-VI sec. d.C.) e di San Simpliciano (V-VI sec. d.C.).

cocciopesto e si utilizzò un antico sistema di copertura che prevedeva il posizionamento di anfore nei rinfianchi³¹.

Tra VII e VIII secolo, la crisi dei cicli produttivi legati all'edilizia è testimoniata a Milano da un fenomeno interessante e poco segnalato dagli studi di settore: la rarefazione, per non dire la scomparsa, dell'opera di *spolia*, segno forse di una importante contrazione delle attività connesse al prelevamento e alla distribuzione dei pezzi, oltre che del sistema di concessione delle attività estrattive sui monumenti romani in disuso. Le murature di quei secoli, come nei casi dell'aula absidata presso il San Giovanni alle Fonti (VIII-IX secolo) e del perimetrale sud di Santa Maria Maggiore (VIII-IX secolo)³², sono realizzate in laterizi principalmente di reimpiego, estremamente diversificati sul piano degli spessori e molto eterogenei su quello delle lunghezze frammentarie, organizzati su corsi orizzontali o a spina pesce, separati da giunti molto ondulati e spesso rifluenti all'esterno dei paramenti. Questa irregolarità dell'apparecchiatura muraria e dei materiali si riscontra poi negli stessi secoli in altri edifici ecclesiastici dell'Italia settentrionale³³, a conferma della diffusione, almeno su scala nazionale, del degrado del settore dell'edilizia.

Dopo la cesura di VII-VIII secolo, a Milano l'opera di *spolia* ricompare per la prima volta nel basamento del campanile dei Monaci di Sant'Ambrogio (Fig. 8). L'edificazione, di incerta e dibattuta cronologia, ma verosimilmente attribuibile all'epoca dell'insediamento dei benedettini nell'area, attestato a partire dal 789 d.C.³⁴, presenta uniformità stratigrafica tra il basamento e il corpo elevato della torre³⁵ i cui caratteri dei materiali da costruzione, della messa in opera, della finitura della superficie muraria e soprattutto quelli derivati dall'analisi mensiocronologica comparata con gli altri casi esaminati, consentono, con buona probabilità, di confermarne la dibattuta data di edificazione al IX secolo³⁶.

³¹ Sulle tecniche costruttive tardoantiche delle volte milanesi si rimanda a NERI - LUSUARDI - GREPPI 2015, pp. 1-50.

³² GREPPI 2007.

³³ E' il caso, per esempio, di Santa Maria alle Cacce (VIII sec. d.C.), San Felice (VIII-IX sec. d.C.) e San Michele alla Pusterla (VIII sec. d.C.) a Pavia e di San Salvatore a Brescia (VIII sec. d.C.) e Sant'Alessandro a Fara Gera d'Adda (VI-VII sec. d.C.); per un approfondimento della tematica di confronto v. GREPPI 2007.

³⁴ LOMARTIRE 1997, pp. 28-47.

³⁵ Fatta eccezione per l'ultimo livello dove sono documentate importanti attività di ricostruzione e tamponamento delle bifore databili ad epoca romanica.

³⁶ PERONI 1988, pp. 156-164.



Fig. 8. Basamento del campanile dei Monaci in Sant'Ambrogio.

Tra XI e XII secolo si collocano i più importanti interventi ricostruttivi delle principali basiliche milanesi, rivisitate in forme nuove nell'ambito della rivoluzione costruttiva del romanico lombardo, incentivata anche dai rovinosi incendi del 1075 e 1076 che, secondo quanto riportato nella cronaca di Arnolfo³⁷, danneggiarono pesantemente molti monumenti della cristianità milanese. A quell'epoca, le opere di restauro e ricostruzione si sovrapposero ai volumi antichi degli edifici reinterpretandoli e rispettando dove possibile le strutture originarie, talora conservate sino alla quota dell'imposta dei tetti, che furono invece sostituiti con "moderni" sistemi voltati. Sotto il profilo della tecnica costruttiva di quelle fasi edilizie, si osserva il persistere dell'impiego estensivo di materiali di recupero, spesso provenienti dai medesimi edifici, parzialmente demoliti per fare spazio ai nuovi interventi ricostruttivi, secondo una pratica di "riciclo interno" che è estremamente interessante per l'analisi evolutiva dei processi di reimpiego. Diversamente dall'altomedioevo, negli apparati murari di età romanica, la messa

³⁷ Arnulfus, *Gesta archiepiscoporum mediolanensium*, MGH, Scriptorum, VIII, 1848.

in opera dei laterizi è però più curata, caratterizzata da giunti sottili, spesso stilati a cazzuola, segno del progressivo miglioramento della manualità delle maestranze murarie, che in città continuavano ad utilizzare ancora l'*opus spicatum*, ormai canonizzato come tratto distintivo della tradizione costruttiva milanese. Una caratteristica particolare dei paramenti murari milanesi di queste cronologie è poi rappresentata dalla rigatura della superficie dei laterizi (Fig. 9), una pratica che sembra diffondersi a Milano a partire dalle colonne ottagonone di San Lorenzo (X secolo) dove la caratteristica spigatura della superficie lapidea è stata attribuita alla mano di maestranze orientali, importatrici di conoscenze tecniche e strumenti per la lavorazione, identificati in modo generico con "asce di piccole dimensioni"³⁸.



Fig. 9. Rigature dei laterizi e tecnica a spina-pesce sui paramenti esterni di San Nazaro Maggiore.

Nello stesso periodo e nello stesso complesso laurenziano, le medesime finiture superficiali sono poi documentate anche sui laterizi delle fasi ricostruttive medievali del tetraconco, dove sono state attribuite alla necessità di regolarizzare laterizi frammentari per garantire una buona tessitura muraria³⁹. La tecnica, che a Milano sembra dunque attestarsi a partire dal X secolo, trova vastissima applicazione nei successivi cantieri romanici, dove rigature *en chevrons* e a linee oblique, caratterizzano la maggior parte dei paramenti delle basiliche. Quanto agli strumenti utilizzati per ottenere questo tipo di "finitura"

³⁸ FIENI 2003, p. 227.

³⁹ FIENI 2003, pp. 221-240.

(in realtà si tratterebbe più di un effetto secondario, derivato dal processo di regolarizzazione e, in queste cronologie, scevro da finalità di tipo estetico) vi sono poche e controverse ipotesi interpretative. Al riguardo, dato il carattere irregolare e discontinuo dei segni lasciati dall'attrezzo, è suggestivo ipotizzare l'utilizzo della martellina liscia (*marteau taillant*)⁴⁰ sia per la lavorazione della pietra, come nel caso delle colonne di San Lorenzo, sia per quella dei laterizi di reimpiego in contesti protoromanici e romanici. Questo tipo di strumento, la cui più significativa diffusione è documentata proprio tra il X e il XII secolo, a partire dal quale venne sostituito dalla versione dentata (*bretture*), ha origini antiche legate alla tradizione costruttiva romana e, sin da principio, era destinato alla spianatura dei conci lapidei e in particolare alla finitura a spigatura. La presenza per la martellina liscia, di classi dimensionali piuttosto variate, con larghezze delle lame comprese tra i 2,5 e i 18 cm., consente poi di non escluderne il suo utilizzo, oltre che sulla pietra, anche per la rilavorazione dei laterizi. L'impiego delle varianti di piccole dimensioni avrebbe infatti velocizzato notevolmente le operazioni, rispetto all'utilizzo di strumenti a percussione indiretta come il binomio "martello-scalpello".

Complessivamente, nell'architettura in pietra di età romanica, continua poi la pratica del reimpiego di grandi blocchi lapidei che vengono sempre destinati alle parti maggiormente rappresentative delle nuove basiliche (lesene, colonne, basamenti,...) oltre che a quelle più rilevanti sotto il profilo della statica. Su questi *spolia*, sono poi presenti quasi sempre tracce di regolarizzazione, finalizzate a ricalibrarne le dimensioni per l'assemblaggio, che frequentemente avveniva con la realizzazione di giunti ad "L", o a conferirgli un nuovo aspetto attraverso la rilavorazione in forme polistile effettuata con sagome. La vivacità culturale delle fabbriche romaniche milanesi è inoltre suggerita dalla presenza di molteplici tracce di finitura delle superfici lapidee - a martellina, scalpello, con punte di diverse dimensioni, *en chevrons*, a linee oblique o intersecate - segno della compresenza nei cantieri di lapidici che lavoravano la pietra con strumenti diversi, in un clima di grande fervore e sperimentazione. Un ultimo interessante aspetto è poi il frequente impiego di sarcofagi recuperati da necropoli tardoantiche⁴¹, come nel caso del basamento del campanile di San Simpliciano (XI-XII sec.), realizzato proprio con sarcofagi lapidei di reimpiego (Fig. 10) o di quello del campanile dei Canonici in Sant'Ambrogio (XII secolo). La diffusione dell'utilizzo di questi speciali *spolia* in queste cronologie, è dunque un altro fatto estremamente interessante che meriterebbe futuri approfondimenti in relazione alla disponibilità e alla gestione delle risorse materiali nel settore dell'edilizia dell'epoca e alla loro stessa, emblematica presenza nelle architetture di culto.

P. G.

⁴⁰ BESSAC 1987, pp. 39-51.

⁴¹ Sarcofagi reimpiegati sono presenti nella facciata romanica di Santa Tecla, nelle fondazioni della basilichetta di San Lino in San Nazaro Maggiore e nelle fasi murarie romaniche di S. Stefano a Vimercate, ma anche in fasi costruttive precedenti, come nel caso delle murature emerse nello scavo del cortile dell'Arcivescovado a Milano, condotto negli anni '30 e datate, non senza dubbi, ad età altomedievale; Riferimenti in LUSUARDI SIENA 1983, p. 212; SACCHI - BONZANO 2008, pp. 107-115.

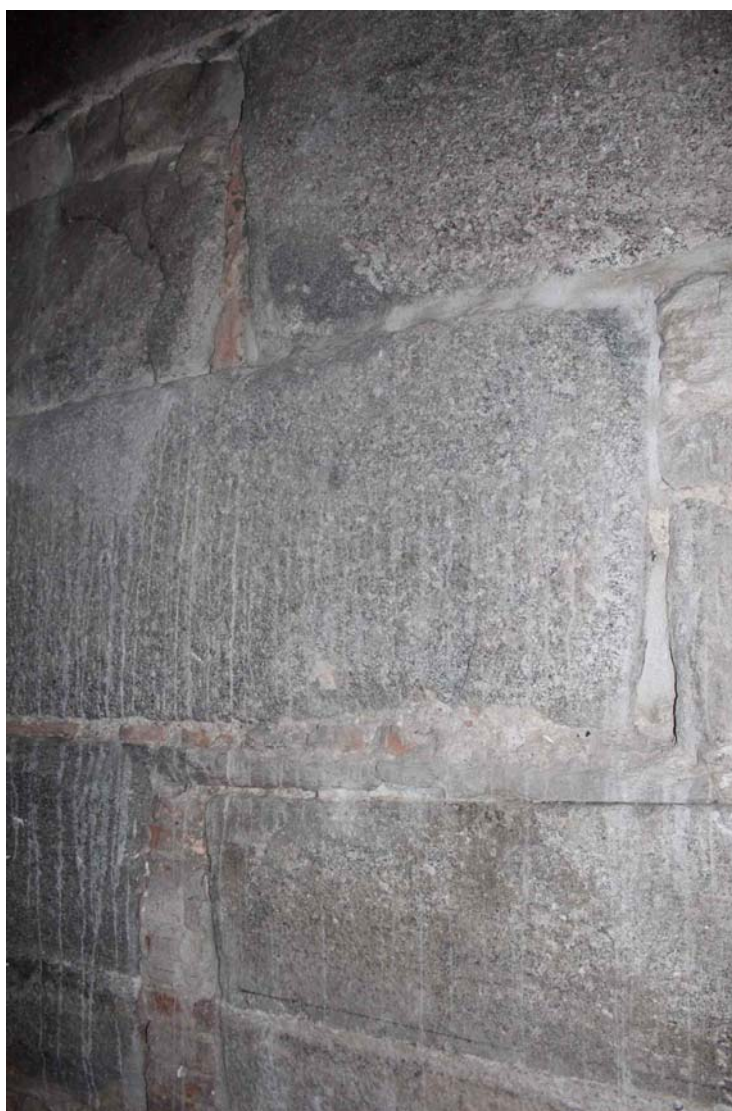


Fig. 10. Reimpiego di sarcofagi nel basamento del campanile di San Simpliciano.

I materiali da costruzione

Le formazioni geologiche e la disponibilità di pietre da costruzione

La Lombardia presenta una grande varietà di formazioni geologiche, le quali comprendono rocce metamorfiche scistose del Basamento, lenti di marmi e intrusioni plutoniche di tipo granitico e dioritico nella parte settentrionale (Alpi); rocce sedimentarie del Mesozoico ossia calcari, dolomie, conglomerati e arenarie nella parte centrale (Prealpi); depositi glaciali e alluvionali del Quaternario in quella meridionale (pianura Padana). Tra questi materiali lapidei, moltissimi sono disponibili per l'uso come pietra da costruzione e come tali sono stati sfruttati sia nel periodo romano che in quelli successivi, persistendo tuttora. L'impiego dei diversi litotipi nelle città è stato legato sia alla prossimità delle aree di cava sia alla presenza di vie d'acqua (laghi e fiumi) che consentissero il trasporto. Per quest'ultimo caso, un esempio è

fornito dalle pietre della val d'Ossola utilizzate nella lontana Ticinum, città raggiungibile con un lungo itinerario attraverso il corso del fiume Toce, il bacino del lago Maggiore e il corso del fiume Ticino.

Lo studio dei materiali lapidei impiegati nell'architettura romana ha dapprima considerato i litotipi presenti nei siti archeologici lombardi sia urbani che extraurbani per risalire poi, attraverso sopralluoghi, campionamenti e indagini scientifiche, all'individuazione delle formazioni geologiche di provenienza e dei relativi affioramenti.

Per quanto riguarda le cave, le testimonianze dello sfruttamento antico rimaste sul territorio lombardo sono nulle: l'impiego di materiali lapidei già usati dai Romani è proseguito nel corso del tempo e la ininterrotta coltivazione ha cancellato ogni eventuale traccia lasciata da lavorazioni antiche. E' tuttavia interessante notare come in epoca romana non sempre fossero necessarie le opere di sbancamento abitualmente associate ad una cava: le rocce magmatiche e metamorfiche si presentano, ad esempio, in affioramenti circondati da spessi accumuli di detriti che comprendono blocchi con ottime caratteristiche e pronti ad essere lavorati per trarne blocchi e lastre.

Nel testo si è fatto riferimento ad osservazioni dirette riguardanti sia gli elementi architettonici romani *in situ* sia i reperti conservati nei musei ⁴². Inoltre, sono stati ripresi sia il catalogo dei reperti romani in pietra riportato nel testo di Maria Gloria Zezza ⁴³ sia i testi relativi all'impiego dei materiali lapidei in architettura ⁴⁴. I manufatti romani sono stati esaminati, quando possibile, mediante i consueti metodi analitici (microscopia ottica in luce polarizzata su sezione sottile, diffrazione ai raggi X su polveri) e allo stesso modo sono stati indagati i litotipi appositamente campionati nelle diverse aree di cava.

L'elenco dei litotipi è stato suddiviso in tre parti: le prime due relative ai materiali utilizzati a Milano e rispettivamente provenienti dal territorio lombardo e da altre regioni; la terza relativa ai materiali regionali utilizzati in altri siti lombardi.

Parte prima - Materiali regionali

Sono qui descritti i materiali cavati nell'attuale territorio della regione Lombardia, inclusa la Val d'Ossola, utilizzati nell'architettura milanese.

1a. Depositi morenici e fluvio-glaciali (Fig. 1)

Materiale lapideo sciolto con dimensioni variabili da qualche centimetro a qualche decimetro (ciottoli) reperibile lungo il corso dei fiumi lombardi e nei depositi morenici accumulati dai ghiacciai nel Varesotto, nel Comasco e nel Bresciano orientale. La litologia rispecchia quella dei diversi bacini idrografici e comprende: graniti, dioriti e porfidi; gneiss e pietre verdi; calcari, dolomie ed altre rocce

⁴² BUGINI - FOLLI 1997; BUGINI - FOLLI 2000; BUGINI - FOLLI 2004; BUGINI - FOLLI 2008, BUGINI - FOLLI 2013.

⁴³ ZEZZA 1982.

⁴⁴ JERVIS 1889; SALMOJRAGHI 1894; FAGNANI 1956; RODOLICO 1965.

sedimentarie. La morfologia dei ciottoli è strettamente connessa alla litologia: sferica nel caso di rocce magmatiche e sedimentarie a stratificazione massiccia, allungata nel caso di rocce metamorfiche scistose e rocce sedimentarie a stratificazione sottile, tabulare nel caso di rocce metamorfiche molto scistose. I singoli ciottoli erano messi in opera tal quali, in corsi paralleli legati da spessi giunti di malta.

Il territorio di impiego dei ciottoli è molto vasto: da Novaria (mura urbiche) al Bresciano (anfiteatro di Civitas Camunnorum). Diversi edifici della Milano romana documentano l'impiego dei ciottoli: le strutture del palazzo imperiale, ben visibili nell'area di via Brisa, sottoposte a murature in laterizio; quelle radiali dell'anfiteatro di via De Amicis; quelle isolate nei pochi avanzi delle Terme Erculee di via Pasquirolo; quelle ad andamento ottagonale del sepolcro imperiale nei cortili del Museo della Scienza e della Tecnologia. Nel periodo medievale, la costruzione di murature in ciottoli proseguì in tutta la fascia prealpina sia nelle architetture civili che in quelle religiose e militari.



Fig. 1. Muratura in ciottoli che supporta una muratura in laterizio (Terme Erculee, lacerto riposizionato in Largo Corsia dei Servi).

1b. Le sabbie per gli aggregati delle malte

Le sabbie utilizzate come aggregato nelle malte sono connesse ai depositi prima citati dalla comune area di reperimento e dalla litologia. Le indagini scientifiche finora svolte sugli aggregati di intonaci, malte di allettamento delle murature e malte di sottofondo dei mosaici hanno messo in evidenza differenze nella composizione mineralogico-petrografica, confermando quindi l'uso di sabbie provenienti dai diversi bacini fluviali.

In genere furono utilizzate le sabbie provenienti dai corsi d'acqua prossimi a ciascuna delle città romane di Lombardia. Un caso particolare è quello degli aggregati utilizzati negli strati esterni degli intonaci che supportano pitture murali o decorazioni: si tratta di aggregati mono-mineralici con cristalli di calcite oppure con cristalli di quarzo. In entrambi i casi, la forma e il contorno dei cristalli rende

evidente l'impiego di materiale frantumato artificialmente e proveniente da marmi e da venature calcitiche sedimentarie oppure da ciottoli quarzosi di rocce magmatiche o metamorfiche. I primi derivano dallo scarto della lavorazione del marmo o di altri litotipi (calcari venati), i secondi provengono dai depositi fluvio-glaciali prima descritti. Aggregati di questo tipo sono stati individuati anche in siti archeologici, come Bedriacum, molto distanti sia da affioramenti di marmi o calcari venati sia da affioramenti di rocce magmatiche o metamorfiche, testimoniando quindi la presenza di un commercio di materiali pronti all'uso edilizio.

2. Marmi di Candoglia e Ornavasso

Marmi calcitici di colore bianco o rosa, a grana medio-grossolana, ricchi di venature generalmente rettilinee, nerastre, di composizione silicatica e con cristalli di pirite. Fanno parte di lenti marmoree intercalate nelle rocce metamorfiche della "Formazione dioritico-kinzigitica" della zona Ivrea-Verbanò. La formazione interessa una vasta fascia di territorio del Piemonte Nord-occidentale attraversata dalla val d'Ossola; le lenti marmoree, con una lunghezza di qualche centinaio di metri ed uno spessore di qualche decina, seguono un andamento geografico da Sud-ovest (valle Strona) a Nord-est (Canton Ticino). L'area di cava interessa una serie di lenti situate nella bassa val d'Ossola sulla riva destra (Ornavasso) o sulla riva sinistra (Candoglia) del fiume Toce.

Il territorio di impiego si estende dalle rive del lago Maggiore (Baveno, Angera) a Como e al suo circondario, a Mediolanum, fino a Ticinum. L'uso riguarda soprattutto stele funerarie ora conservate nei musei di Milano e di Novara, oppure un sarcofago romano smembrato poi in lastre quadrate e inserito nell'Altare maggiore del Duomo di Milano. Dalla fine del XIV secolo fino ad oggi, il marmo cavato a Candoglia è stato dedicato quasi esclusivamente alla costruzione del Duomo di Milano.

3. Pietra di Angera

Dolomia a stratificazione massiccia con grana finissima e colore variabile dal bianco, al giallo, al rosa. Appartiene alla formazione della "Dolomia principale" (Triassico sup.) affiorante in una ristretta fascia che interessa tuttavia gran parte delle Prealpi lombarde. La grande cava che squarcia il monte presso Angera sulla sponda Sud-orientale del lago Maggiore e sovrastata dalla Rocca Borromeo, fu coltivata fino al XVII secolo. Un'altra area di cava si trova sulla sponda opposta del lago, nei pressi di Arona e, in tempi moderni, fu utilizzata per produrre calce. Il territorio di impiego della pietra d'Angera si estende dal Varesotto, al Comasco fino a comprendere l'area milanese. L'ottima scolpibilità della pietra ne favorì l'impiego sia per conci da muratura sia per stele (museo di Varese) sia per rilievi scolpiti.

3b. Pietra da calce

La presenza di calce magnesiaca, riscontrata in numerosissimi campioni di malte per intonaco degli scavi milanesi e lombardi, rende valida l'ipotesi dell'impiego di dolomie e calcari dolomitici come materia prima per la preparazione dei leganti per le malte, previa cottura negli appositi forni. Pietre da calce di composizione dolomitica, riferite alle formazioni "Dolomia del Salvatore" e "Dolomia principale", furono cavate sulla sponda orientale del lago Maggiore (Ispra, Caldè) e furono utilizzate per secoli rifornendo i cantieri della Lombardia occidentale⁴⁵. E' quindi probabile che queste aree di cava e di produzione fossero già attive in epoca romana e che per il trasporto del materiale fosse utilizzata la via d'acqua costituita dal lago e dal corso del Ticino.

Un'altra fonte di materia prima per la produzione di calce furono i ciottoli trasportati dai corsi d'acqua: i ciottoli carbonatici (calcari, dolomie), adatti per la cottura, hanno generalmente colore chiaro; i ciottoli silicatici (graniti, gneiss), inadatti per la cottura, hanno invece colore scuro. I testi di alcuni Autori latini confermano l'importanza di questa fonte di approvvigionamento⁴⁶.

4. Marmo di Musso

Marmo calcitico a grana grossolana, di colore grigio chiaro; costituisce grosse lenti marmoree con anfiboliti, intercalate nelle rocce metamorfiche del Basamento (Micascisti dei Laghi). L'affioramento più esteso, che ha dato luogo ad un imponente lavoro di coltivazione, si trova a monte dell'abitato omonimo sulla sponda occidentale del lago di Como, mentre un altro affioramento si trova sulla sponda opposta, nella penisola di Piona.

Il territorio di impiego del marmo di Musso comprende tutta l'area del lago di Como anche a monte delle cave (Valtellina), e si estende poi alla Brianza, a Milano, a Bergamo, a Pavia, fino a Cremona. Preponderante è l'uso architettonico con basi, fusti, capitelli, trabeazioni ecc.: si veda il frontone, rinvenuto in piazza Mazzini a Como nel 1964 ed ora sistemato nei giardini pubblici presso il lago, rimasto incompiuto in attesa delle decorazioni da effettuare a piè d'opera. La decorazione scultorea è ben rappresentata da manufatti di qualità come le quattro grandi basi cubiche, scolpite con motivi mitologici, rinvenute nel 1971 in via Cinque Giornate. Sempre a Como, sono state messe in luce numerose epigrafi e alcune urne funerarie di dimensioni ridotte, ma ornate da motivi fitomorfi. A Milano, il marmo di Musso ha avuto impiego nel grande colonnato antistante la basilica di San Lorenzo: per la fabbricazione dei fusti furono impiegati due segmenti sovrapposti, uno rudentato e l'altro scanalato.

5. Ghiandone e Serizzo (Fig. 2)

⁴⁵ CURIONI 1877.

⁴⁶ Plin., *Nat.* 36.174; Pall., *De Re Rustica* 1.10.

Il Ghiandone è una granodiorite con grandi cristalli rettangolari bianchi di feldspato potassico su un fondo grigiastro, il Serizzo è una diorite con tinta grigiastra. La massa magmatica (plutone) della Val Màsino - Val Bregaglia è suddivisa tra la parte settentrionale (Ghiandone) e quella meridionale (Serizzo); l'affioramento del plutone copre una vasta area tra la Valtellina e il Cantone svizzero dei Grigioni. In epoca romana furono sfruttati i massi erratici lasciati dai ghiacciai quaternari sulle pendici dei rilievi Prealpini, in una fascia compresa fra Varese, il triangolo lariano e Bergamo. La lavorazione dei massi richiedeva un minore dispendio, sia come tempo che come materiale di scarto, rispetto a quanto richiesto per estrarre un blocco dal *monte*; un altro fattore importante era la ridotta distanza fra le zone in cui si erano depositati i massi e le città dove era richiesta la pietra.

Il territorio di impiego del Ghiandone comprende l'area Comasca, il Varesotto, le città di Bergamo e Milano, fino al Pavese. Sono certi sia l'impiego architettonico sia l'impiego votivo e funerario: il primo comprende capitelli con scarsa ornamentazione a causa della difficoltà di lavorazione che contraddistingue questa pietra; il secondo comprende le stele, gli altari, le are, le urne ed i sarcofagi rinvenuti a Como e a Milano. I sarcofagi, in particolare, possono raggiungere tre metri di lunghezza, un metro di altezza e un metro di profondità ed essere completati da un coperchio a doppio spiovente di oltre 40 centimetri di altezza. Ghiandone e Serizzo furono oggetto di un intenso riuso in ambito architettonico: lo testimoniano i grandi blocchi nelle strutture paleocristiane della basilica di San Simpliciano a Milano (fino a un metro cubo di volume e oltre 2,5 tonnellate di peso); il blocco prismatico che costituiva la soglia di ingresso della basilica di Santa Tecla (X secolo - 3,5 metri di lunghezza per una sezione di 0,6 per 0,45 metri), il sarcofago nella muratura dell'atrio di S. Ambrogio a Milano.



Fig. 2. Sarcofago in Ghiandone riutilizzato nella muratura dell'atrio di Sant'Ambrogio.

6. Ceppo lombardo (Fig. 3)

Conglomerato poligenico passante ad arenaria del Quaternario. I fiumi che sboccano nell'alta pianura hanno spesso scavato profonde gole nei sedimenti sciolti fino a mettere in luce, sul fondo delle gole stesse, i depositi più antichi (Ceppo): l'area di affioramento è quindi limitata alle rive di questi corsi d'acqua. Le località più significative sono Brembate e Trezzo, presso la confluenza del Brembo nell'Adda. I materiali furono prelevati dalle rive e quindi commerciati attraverso la rete fluviale. Negli affioramenti si alternano livelli a differente granulometria, dando luogo a diverse varietà tra cui una grossolana (Ceppo rustico) più adatta alla muratura d'un'altra fine (Ceppo gentile) facilmente scolpibile e adatta anche per la statuaria.

Il territorio di impiego del Ceppo interessa le attuali province di Milano e di Pavia. A Mediolanum, fu impiegato nell'Anfiteatro (blocchi delle due varietà per la cavea), nel Teatro (blocchi per i grandi pilastri). Inoltre, numerosi edifici medievali milanesi presentano conci di grandi dimensioni riutilizzati da edifici romani: nei pilastri del palazzo della Ragione, ad esempio, furono reimpiegati i conci del già citato Teatro romano di piazza della Borsa.



Fig. 3. Pilastro del Teatro costituito da grandi conci di Ceppo (sotterraneo di un edificio di via San Vittore al Teatro).

7. Argilla per laterizi (Fig. 1)

Materiale sedimentario finissimo costituito generalmente da due frazioni granulometriche: una superiore a 4 μm , con minerali provenienti da rocce silicatiche (quarzo, feldspati) o carbonatiche (calcite) ed una inferiore a 4 μm , con i cosiddetti "minerali argillosi" (silico-alluminati). L'argilla ha la proprietà, con l'aggiunta di acqua, di divenire plastica trasformandosi in una massa lavorabile capace di ricevere e

conservare una forma, di solidificarsi se esposta al calore e di mantenere la forma stessa anche dopo il raffreddamento. L'impasto per preparare i laterizi è sottoposto a foggatura in appositi stampi prismatici; il materiale foggato si cuoce in forno, previo essiccamento, a temperature inferiori a 1000°C e il prodotto finito è pronto per essere utilizzato come materiale da costruzione. Con i laterizi, legati da apposite malte di allettamento, furono costruiti elementi architettonici come murature, colonne, pilastri ecc.

L'argilla è presente a poca profondità in tutta la pianura alluvionale lombarda, sotto forma di grosse lenti intervallate a ghiaie e sabbie; quella più adatta alla fabbricazione dei laterizi contiene minerali ferrosi e carbonato di calcio. L'area di scavo e i relativi forni erano spesso contigui (Lonato) e lo sfruttamento poteva esaurire il singolo "giacimento". Località di coltivazione si trovavano nei dintorni di Milano (Gessate), nella valle del Lambro (Briosco, Lambrugo), lungo il corso dell'Adda (Calco), in val Seriana (Nese), nell'anfiteatro morenico del Garda e anche intorno a Pavia⁴⁷.

L'areale di impiego dei laterizi comprende la pianura lombarda ed è maggiormente sviluppato nella fascia di territorio intorno al corso del Po, in cui era più dispendioso l'approvvigionamento di materiali lapidei. A Mediolanum le murature in laterizio furono impiegate, tra gli altri, negli spalti e nelle torri delle mura urbiche e nella torre del Circo; spesso sovrapposte alle murature in ciottoli (via Brisa, Terme Erculee).

Parte seconda - Materiali alloctoni

Sono qui descritti i materiali delle regioni limitrofe e quelli d'oltremare, utilizzati nell'architettura milanese.

8. Pietra di Verona

Calcere a grana finissima (biomicrite) di colore variabile dal rosso, al bianco, al giallo; appartiene alla formazione del "Rosso ammonitico" del periodo Giurassico. La tipica struttura nodulare è dovuta alla presenza di "noduli" calcarei micritici, gusci di Ammoniti e di bivalvi in una matrice calcitica ricca di ematite e con una frazione argillosa di natura illitica.

Affiora in un'ampia zona della fascia prealpina (Valpolicella, Monti Lessini) a oriente del lago di Garda (S. Ambrogio di Valpolicella, Domegliara).

L'impiego di questa pietra è ben documentato in epoca romana attraverso i conci reimpiegati in architetture medievali come gli Archi di porta Nuova a Milano e la Torre civica a Pavia.

⁴⁷ CURIONI 1877.

9. Calcareniti dei Lessini e dei Berici (Fig. 4)

Rocce sedimentarie detritiche, composte da frammenti fossili (Foraminiferi) di dimensioni non superiori a 2 mm e con cemento di carbonato di calcio.

Le calcareniti venete sono riferite a formazioni del Terziario che affiorano in modo esteso nella zona compresa fra la sponda orientale del lago di Garda e i colli Berici, attraverso i monti Lessini meridionali e orientali. Sia nei Lessini che nei Berici, i singoli termini della serie stratigrafica mostrano spesso una grande variabilità di *facies* in senso orizzontale. La zona dei monti Lessini presenta unicamente affioramenti di rocce appartenenti all'Eocene; tra quelle impiegate come pietra da costruzione, si distinguono il "matòn" e la "pietra Gallina". Il primo è una calcarenite di colore giallo brunastro ricca di microfossili (Nummulites, Discocyclina, Lepidocyclina) anche di dimensioni centimetriche, chiaramente visibili ad occhio nudo; proviene dalla zona immediatamente a Nord di Verona tra i comuni di Quinzano e Montorio Veronese. La "pietra Gallina" è una calcarenite a grana fine di colore bianco-giallastro, compatta, omogenea e non lucidabile; proviene dalle pendici meridionali dei monti Lessini (valle di Àvesa), pochi chilometri a Nord della città di Verona.

La zona dei colli Berici coincide con il maggior distretto di estrazione e i litotipi ivi cavati sono generalmente indicati come "Pietra di Vicenza", vista la vicinanza della città palladiana con questa area collinare. E' però necessario, dal punto di vista petrografico e geologico, distinguere in quest'area le formazioni riferite all'Eocene da quelle riferite all'Oligocene. Le prime (Calcari nummulitici - Eocene medio e superiore) sono caratterizzate da calcari a nummuliti e nullipore e da calcari marnosi; i litotipi estratti prendono il nome dalle località di cava e sono indicati commercialmente come "pietra di Nanto", di colore giallo paglierino e cavata nel settore Sud-orientale dei colli Berici. Le seconde (Calcareniti di Castelgomberto - Oligocene) sono caratterizzate da calcari bioclastici e nulliporici in grosse bancate con intercalazioni marnose e calcareo-marnose, calcari a echinidi, nummuliti e lepidocyclina. I litotipi estratti sono indicati commercialmente come "pietra di San Gottardo" e "pietra di Costozza". Entrambe hanno colore bianco avorio, grana eterogenea, resti di alghe e Foraminiferi che formano uno scheletro abbondante in una matrice più fine e carbonatica; cavate da lungo tempo nel settore Nord-orientale dei colli (Lumignano, Zovencedo) ⁴⁸.

Caratteristica comune a tutti questi litotipi è la facile lavorabilità che consente la realizzazione di complicate decorazioni scultoree.

L'impiego a Mediolanum è ben documentato soprattutto negli elementi architettonici come i capitelli della via Broletto (età repubblicana), quelli di via San Prospero (età augustea), i capitelli, gli archivolti e le cornici di via del Lauro (età flavia). E' interessante notare come i capitelli di età repubblicana, conservati al Museo Archeologico, siano stati fabbricati: ognuno di essi consta di una parte

⁴⁸ BUGINI - FOLLI 2012.

inferiore con forma cilindrica e di una superiore con forma tabulare, da sovrapporre in opera così da ottimizzare l'impiego del materiale riducendo gli scarti.



Fig. 4. Capitello corinzio in Calcarenite dei Berici, da via Bocchetto (Civico Museo Archeologico, inv. A 0.9.1084).

10. Trachite degli Euganei (Fig. 5)

Roccia magmatica vulcanica di colore grigio con piccole macchie biancastre (fenocristalli di feldspato potassico) e laminette nerastre (biotite); a tratti sono presenti intense variegature brune.

L'area di affioramento fa parte della "Provincia magmatica terziaria" (Oligocene) del Veneto occidentale e comprende tutti i Colli Euganei (Padova). Le cave sono ubicate in numerose località come: monte Rosso, Montemerlo, monte Lonzina (più vicine alla città di Padova), Monsèlice, Zovon di Vo.

L'utilizzo precipuo in una vasta area dell'Italia settentrionale, grazie all'ottima resistenza meccanica, riguarda i basoli per le pavimentazioni stradali: alcuni elementi sono conservati nel mezzanino della stazione "Missori" della linea 3 della Metropolitana e nel cortile del Museo archeologico. Gli usi prettamente architettonici sono testimoniati dai conci riutilizzati nelle murature degli archi di Porta Nuova a Milano, tra cui la chiave di volta dell'arco destro sul lato di via Manzoni, e in quelle della Torre civica di Pavia.



Fig. 5. Concio di Trachite euganea riutilizzato come chiave di volta, fornice destra, Archi di Porta Nuova, fronte su via Manzoni.

11. Pietra di Aurisina

Calcere (biosparite) di colore grigio con punteggiatura scura o macchie bianche e resti fossili evidenti. Appartiene alla formazione dei "Calcari di Monte San Michele" (Cretacico superiore). La formazione affiora nel Carso triestino in una lunga fascia di territorio parallela alla costa, da Monfalcone a Padriciano, pochi chilometri a oriente di Trieste. Lo spessore è molto elevato: circa 1800 metri nel Carso goriziano fino a oltre 4000 metri nel Carso triestino.

Le cave, imponenti per le alte pareti verticali, sono ubicate nella località omonima, a circa 15 dal capoluogo giuliano.

Nonostante la distanza dalle cave, anche Mediolanum è stata raggiunta dalla pietra di Aurisina: lo testimoniano le stele funerarie, conservate nel museo Archeologico e già negli Archi di Porta Nuova in via Manzoni, i conci per muratura nella torre del Carrobbio, avanzo delle mura urbane e alcuni conci anche di grandi dimensioni riutilizzati negli archi di Porta Nuova. Numerosi frammenti architettonici sono stati catalogati nei recenti scavi di piazza Marconi a Cremona.

12. Marmi bianchi e grigi

Calcari cristallini di colore bianco, bianco-venato o grigio (Bardiglio) con grana variabile da 0,2 mm fino a 5-6 mm. In contesti geologici di metamorfismo regionale, i marmi sono presenti sotto forma di lenti incassate negli scisti. La provenienza geografica può essere molto varia: Alpi Apuane (diversi bacini marmiferi a monte di Carrara), isole del mare Egeo (Taso, Lesbo, Nasso e Paro), regione dell'Attica (monte Pentelico, monte Imetto), entroterra dell'Asia minore (Aphrodisia e altri siti), isole del mar di Marmara (Proconnesio). Tutti questi marmi hanno caratteri mineralogici e strutturali simili, tanto che la distinzione macroscopica è quasi impossibile e si rendono necessarie indagini scientifiche molto sofisticate.

Nonostante le ovvie difficoltà di approvvigionamento, si diffusero in tutto il territorio dell'Impero romano insieme con i marmi colorati. In numerosi siti lombardi sono state riscontrate le seguenti tipologie di impiego: sculture (dalle Terme Erculee milanesi, torso colossale di Herakles, alto circa 1,25 m), decorazioni, lastre pavimentali (piastrelle con varie forme geometriche), lastre di rivestimento, cimase a sezione triangolare con modanature, listelli con profilo a toro.

13. Marmi colorati (Fig. 6)

Sotto questo termine sono riuniti materiali di diversa natura e accomunati dalla buona lucidabilità quali marmi propriamente detti, graniti, dioriti, porfidi, alabastri, calcari, breccie e oficalci. I litotipi utilizzati provenivano da un gran numero di località sparse soprattutto nei paesi che si affacciano sul Mediterraneo orientale. Dall'entroterra egiziano giungevano l'Alabastro cotognino, il Granito rosso di Assuan e il Porfido rosso antico (deserto Orientale); dalle isole del mare Egeo il Cipollino e il Fior di Pesco (isola di Evia), il Portasanta (isola di Chios) e la Breccia di Settebasi (isola di Skiros); dalle coste del mare Egeo l'Africano (Turchia, Teos) e il Rosso antico (Grecia, capo Tenaro); dall'entroterra greco il Porfido serpentino verde (Laconia) e il Verde antico (Tessaglia); dall'entroterra dell'Asia minore l'Alabastro, l'Occhio di Pavone e il Pavonazzetto; dalle coste del Mediterraneo il Giallo Antico (Tunisia, Chemtou-Simitthu) e il Broccatello (Spagna, Tortosa); dai Pirenei francesi il Bianco e Nero antico e altri. La lontananza delle cave non era un freno all'impiego di questi materiali pregiati, tanto che sono stati reperiti in dozzine e dozzine di siti in tutto il territorio dell'impero romano. In Lombardia sono stati identificati a: Milano (scavi di via Moneta, via Correnti, via Chiesa Rossa, via Gorani, Battistero di S. Giovanni); Brescia (scavi dell'Ortaglia S. Giulia, Istituto Arici, palazzo Martinengo-Cesaresco); provincia di Brescia (villa di Toscolano-Maderno, villa di Desenzano del Garda, villa della località Faustina, villa rustica di Nuvolento); Cremona (scavi di piazza Marconi, via Cadolini); Garlate (scavi nella chiesa S. Stefano); Bergamo (scavo nel Palazzo del Podestà).

Le tipologie comprendono: lastre per rivestimento parietale, lastre con varie forme geometriche per pavimento; lastre sagomate per decorazioni parietali; lastre di ridotto spessore per intarsi; listelli con profilo a toro e listelli curvilinei per bordi e cornici; cimase a sezione triangolare per la separazione dei diversi registri del rivestimento parietale; elementi architettonici con scopo decorativo come capitelli e lesene ⁴⁹.

⁴⁹ BUGINI - FOLLI 2005; BUGINI - FOLLI 2006.



Fig. 6. Tessellato con inserti marmorei policromi, dal Palazzo imperiale (scavi di via Gorani).

Parte terza - Altri materiali regionali

Sono qui descritti i materiali cavati in Lombardia e utilizzati al di fuori dell'area milanese.

14. Serizzo della val d'Ossola

Gneiss di colore grigiastro con alternanza di sottili livelli neri e bianchi. Falda Antigorio delle Unità Pennidiche inferiori; affioramenti tra Piemonte settentrionale, Canton Ticino e Canton Vallese. Impiego dal Varesotto alla Lomellina fino a raggiungere Pavia seguendo il corso del fiume Ticino. Impiego per are votive (area del lago Maggiore), sarcofagi e miliari (Ticinum).

15. Granito di Montorfano

Granito a grana media di colore biancastro con punteggiatura nera. Plutone omonimo alla confluenza del fiume Toce nel lago Maggiore. Impiego per are votive (Ticinum e dintorni).

16. Granito di San Fedelino

Granito a grana medio-fine di colore grigiastro. Plutone della Val Bregaglia, a monte del lago di Como; presente anche nei massi erratici dei depositi glaciali della Brianza. Impiego per are e sarcofagi (Comum).

17. Pietra di Moltrasio

Calcare a grana fine di colore grigio scuro. Formazione dei "Calcarei selciferi lombardi"; affioramenti su tutta la sponda occidentale del lago di Como, cave principali ubicate presso l'abitato di Moltrasio. Impiego per conci di muratura (Comum).

18. Pietra di Varenna

Calcere a grana finissima di colore nero assoluto. Formazione dei "Calcari di Perledo e Varenna" (Ladinico, Triassico medio); affioramenti sulla sponda orientale del lago di Como. Oppure formazione delle "Argilliti di Riva di Solto" (periodo Triassico), affioramenti nelle Prealpi bergamasche (Val Seriana). Impiego per stele (Bellagio).

19. Marmo di Zandobbio

Dolomia a grana media di colore rosa o bianco con fessurazioni caratteristiche disposte a reticolo. Formazione della "Dolomia di Zandobbio" (Hettangiano - Retico, inizio Giurassico - fine Triassico); affioramenti in val Cavallina (Zandobbio e Trescore). Impiego per elementi architettonici come capitelli, mensole o architravi; basi di statue, are, cippi, stele e lapidi (Bergomum).

20. Pietra di Sàrnico

Arenaria a grana medio-fine di colore grigiastro, composizione quarzoso-micacea con cemento calcitico. Formazione "Arenaria di Sàrnico" (Cretacico); affioramenti tra Bergamo e il lago d'Iseo. Impiego per pavimentazioni stradali urbane.

21. Botticino

Calcere dolomitico a grana finissima di colore nocciola con sottili venature calcitiche. Formazione "Corna" (Giurassico inferiore); affioramenti nella zona di Botticino Mattina e sull'altopiano di Serle (Brescia). L'area di diffusione interessa la Lombardia orientale: dalla Valle Camonica, all'area del lago d'Iseo, a quella del lago di Garda, fino al corso del Po. Impiego per elementi architettonici (zoccoli, basi, fusti a rocchi e capitelli di colonne e pilastri, trabeazioni, frontoni), per piccoli conci piramidali di murature (*opus reticulatum*). Un esempio molto significativo sono le architetture del grande Foro di Brixia, riferito alla trasformazione cittadina realizzata dagli imperatori Flavi negli ultimi decenni del I secolo. Abbondante il riuso in epoca medievale.

22. Mèdolo

Calcere di colore biancastro, stratificazione sottile con liste e noduli di selce. Formazione "Mèdolo" (Giurassico); affioramenti in un'ampia fascia intorno a Brescia. Impiego per piccoli conci di murature (*opus reticulatum*) a Brixia.

23. Pietra Simona

Arenaria quarzoso-silicatica di colore violaceo. Formazione "Conglomerato del Dosso dei Galli" (Permiano); affioramenti nella media Val Camonica (Darfo). Impiego per are votive (Val Camonica).

Conclusioni

Ciascuna città romana si servì di alcune aree specifiche per l'approvvigionamento di materiali da costruzione oppure, in assenza di questi, utilizzò altri materiali come le argille per laterizi e i ciottoli fluviali. Si può quindi affermare che ogni città abbia usato un proprio ben definito gruppo di materiali lapidei.

Esistono, tuttavia, alcune eccezioni a questa "regola". Per esempio, l'importanza della città di Mediolanum, capitale dell'Impero per oltre un secolo, favorì l'impiego di materiali provenienti anche da grandi distanze: si pensi alla pietra di Verona dei monti Lessini (circa 140 km), alla pietra dei colli Berici (circa 185 km), alla trachite dei Colli Euganei (circa 200 km), alla pietra di Aurisina del Carso triestino (circa 415 km). Un caso particolare è rappresentato da alcune pietre di grande qualità non sostituibili con pietre locali: si tratta dei marmi bianchi e di quelli colorati, cavati in nelle Alpi Apuane e in diverse aree del Mediterraneo ed abbondantemente utilizzati, a scopo decorativo, in numerosi siti sparsi in tutto il territorio regionale.

Considerando la diffusione areale dei litotipi utilizzati negli edifici delle città romane, si conferma il ruolo svolto dalle vie d'acqua nel favorire il trasporto e l'impiego. In particolare:

- Mediolanum ed il suo circondario fino a Laus Pompeia usarono materiali dalla Val d'Ossola (marmi), dal lago Maggiore (pietra d'Angera e pietra da calce), dal lago di Como (marmo di Musso, Ghiandone della Val Màsino), dal fiume Adda (Ceppo);

- Comum e tutta l'area nord-occidentale della regione usarono materiali lapidei dal lago di Como (calcarì di Moltrasio e Varenna, marmo di Musso, Ghiandone), dalla Val d'Ossola e dal lago Maggiore (marmi, pietra di Angera e pietra da calce);

- Ticinum e l'area sud-occidentale usarono materiali dalla Val d'Ossola (marmi e Serizzo), dal lago di Como (marmo di Musso e Ghiandone) e dal fiume Adda (Ceppo);

- Bergomum e dintorni usarono materiali dalle valli prealpine (pietra di Zandobbio, pietra di Sarnico) e dal lago di Como (marmo di Musso);

- Brixia e l'area del lago di Garda usarono materiali dalle Prealpi bresciane (pietra di Botticino, Médolo);

- Placentia, Cremona e Manta, le città della bassa pianura, oltre ai laterizi prodotti localmente, usarono saltuariamente la pietra di Verona e la pietra di Aurisina.

Infine, tutte le città sfruttarono abbondantemente i depositi di ciottoli disponibili lungo i numerosi corsi d'acqua che, scendendo dalle valli alpine, percorrono la pianura lombarda.

R. B. - L. F.

Abbreviazioni bibliografiche

ANNONI 1913

A. Annoni, *Relazione intorno alle ricerche, ai ritrovamenti e ai lavori fatti nella zona archeologica di San Lorenzo in Milano*, Milano 1913.

ARSLAN 1947-1948

E. Arslan, *Qualche dato sulla basilica milanese di San Simpliciano*, in "Rivista di Archeologia Cristiana" 23-24 (1947-1948), pp. 367-382.

ARSLAN 1947

E. Arslan, *Osservazioni preliminari sulla basilica paleocristiana di S. Simpliciano a Milano*, in "Archivio Storico Lombardo", n. s., 10 (1947), pp. 5-32.

ARSLAN 1954

E. Arslan, *L'abside del Sant'Ambrogio e i monumenti affini*, in *L'architettura romanica milanese, Storia di Milano III* (1954), pp. 397-408.

AVAGNINA - GARIBALDI - SALTERINI 1977

M. E. Avagnina - V. Garibaldi - C. Salterini, *Strutture murarie degli edifici religiosi di Roma nel XII secolo*, in "Rivista dell'Istituto Nazionale d'Archeologia e Storia dell'Arte" 23-24 (1976-1977), Roma 1977, pp. 173-255.

BARONI 1934

C. Baroni, *S. Simpliciano abazia benedettina*, Milano 1934.

BERTELLI - GUIGLIA GUIDOBALDI - ROVIGATTI SPAGNOLETTI ZEULI 1977

G. Bertelli - A. Guiglia Guidobaldi - P. Rovigatti Spagnoletti Zeuli, *Strutture murarie degli edifici religiosi di Roma dal VI al IX secolo*, in "Rivista dell'Istituto Nazionale d'Archeologia e Storia dell'Arte" 23-24 (1976-1977), pp. 95-173.

BIGNAMI 1870

E. Bignami, *Ruine dell'antica Milano*, in *Atti del Collegio degli ingegneri e degli architetti di Milano III* (1870), pp. 90-96.

BUGINI - FOLLI 1997

R. Bugini - L. Folli, *Nota preliminare sull'impiego delle pietre nell'architettura romana a Milano e in Lombardia*, in C. D'Amico (a cura di), *Atti III giornata Le scienze della terra e l'archeometria* (Savona, 1996), Savona 1997, pp. 67-70.

BUGINI - FOLLI 2000

R. Bugini - L. Folli, *I materiali lapidei utilizzati in epoca augustea*, in R. La Guardia (a cura di), *Atti Convegno di Studi Milano tra l'età repubblicana e l'età augustea* (Milano, 1999), Milano 2000, pp. 439-440.

BUGINI - FOLLI 2004

R. Bugini - L. Folli, *Marbles from Lombardy used as building material*, in *Proceedings 32nd International Geological Congress (Firenze 2004)*, Electronic version Session 56.8, Special Symposium T 16.03 - Building and decorative stones.

BUGINI - FOLLI 2005

R. Bugini - L. Folli, *Sull'uso di marmi colorati antichi in Lombardia (Italia settentrionale)*, in "Marmora" 1 (2005), pp. 145-168.

BUGINI - FOLLI 2006

R. Bugini - L. Folli, *Marmi colorati di Mediolanum*, Milano 2006.

BUGINI - FOLLI 2008

R. Bugini - L. Folli, *Piedras de la arquitectura milanese - Stones used in Milan architecture*, in "Materiales de Construcción" 58, 289-290 (2008), pp. 33-50.

BUGINI - FOLLI 2012

R. Bugini - L. Folli, *Le calcareniti venete negli edifici di Mediolanum*, in G. Vezzadini - P. Zannini (a cura di), *Atti VII Congresso Nazionale AIAR (Modena, 2012)*, Modena 2012, pp. 714-719.

BUGINI - FOLLI 2013

R. Bugini - L. Folli, *Esame petrografico di alcuni elementi architettonici di provenienza milanese*, in F. Sacchi (a cura di), *Mediolanum e i suoi monumenti dalla fine del II secolo A.C. all'età severiana*, Milano 2013 (Contributi di Archeologia 6), pp. 209-214.

CAGNANA 1994

A. Cagnana, *Archeologia della produzione fra Tardoantico e Altomedioevo: le tecniche murarie e l'organizzazione dei cantieri*, in G.P. Brogiolo (a cura di), *Edilizia residenziale tra V e VIII secolo. 4° Seminario sul Tardoantico e l'Altomedioevo in Italia centrosettentrionale (Monte Barro-Galbate, Lecco, 2-4 settembre 1993)*, Mantova 1994, pp. 39-52.

CAGNANA 2005

A. Cagnana, *Le tecniche murarie prima del romanico: evidenze archeologiche, fonti scritte, ipotesi interpretative*, in R. Salvarani - G. Andenna - G. P. Brogiolo (a cura di), *Alle origini del romanico. Monasteri, edifici religiosi, committenza tra storia e archeologia (Italia settentrionale, secoli IX-X)*, atti delle III Giornate di studi medievali, Castiglione delle Stiviere, 25-27 settembre 2003, Milano 2005, pp. 93-122.

CAPORUSSO 1991

D. Caporusso (a cura di), *Scavi MM3. Ricerche di archeologia urbana a Milano durante la costruzione della linea 3 della metropolitana (1982-1990)*, 1, 2, Milano 1991.

CURIONI 1877

G. Curioni, *Geologia applicata delle Province Lombarde - Parte 2*, Milano 1877.

DE CAPITANI D'ARZAGO 1945

A. De Capitani D'arzagò, *Cenni introduttivi alla relazione sullo scavo della basilica di Santa Tecla e del battistero di San Giovanni nella piazza del Duomo di Milano*, Milano 1945, pp. 185-205.

DE CAPITANI D'ARZAGO 1948

A. De Capitani D'arzagò, *La scoperta della struttura paleocristiana della basilica milanese di S. Simpliciano*, in "Emporium. Rivista mensile d'arte e di cultura", aprile (1948), pp. 168-170.

DE DARTEIN 1865-1882

F. De Darstein, *Etude sur l'architecture lombarde et sur les origines de l'architecture romano-byzantine*, Paris 1865-1882.

FIENI 2004

L. Fieni (a cura di), *La costruzione della basilica di San Lorenzo Maggiore a Milano*, Milano 2004.

FIENI 2002

L. Fieni, *La basilica di San Lorenzo Maggiore a Milano tra età tardo antica e medioevo: metodologie di indagine archeometrica per lo studio dell'elevato*, in "Archeologia dell'Architettura" 7 (2002), pp. 53-98.

FIENI 2003

L. Fieni, *La basilica di San Lorenzo Maggiore a Milano tra età medievale e moderna: indagine archeologica archeometrica*, in "Archeologia dell'Architettura" 8 (2003), pp. 221-240.

FIENI 2007

L. Fieni., *The art of building in Milan during Late Antiquity: San Lorenzo Maggiore*, in L. Lavan - E. Zanini - A. Sarantis (ed.), *Technology in transition. A. D. 300-650*, Londra 2007, pp. 407-434.

FIENI - MARTINI - RICCI - SIBILIA 1998

L. Fieni. - M. Martini - R. Ricci - E. Sibilìa, *Il battistero di San Giovanni alle Fonti di Milano. Un caso di studio archeologico-archeometrico*, in "Archeologia Medievale" 3 (1998), pp. 91-108.

GREPPI 2007

P. Greppi, *La cattedrale di Santa Maria Maggiore a Milano: analisi stratigrafica del "sopravvissuto"*, tesi di Specializzazione in Archeologia (tardo antico e medioevo), a.a. 2006/ 2007, relatore prof.ssa S. Lusuardi Siena, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano.

GREPPI 2014

P. Greppi, *Il reimpiego dei materiali da costruzione nel cantiere medievale. dinamiche di trasformazione, linee evolutive e indicatori cronotipologici nelle architetture milanesi tra tardoantico e romanico*, Tesi di dottorato di ricerca in "Studi umanistici, tradizione e contemporaneità - Archeologia e storia dell'arte", a.a. 2013/2014, ciclo XXVI, tutor prof.ssa S. Lusuardi Siena, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano.

FAGNANI 1956

G. Fagnani, *Giacimenti di rocce e minerali utili tra lago Maggiore e lago di Garda*, in "Natura" 47 (1956), pp. 3-55.

JERVIS 1889

G. Jervis, *I tesori sotterranei dell'Italia - Parte 4*, Torino 1889.

KLEINBAUER 1968

W. E. Kleinbauer, *Toward a dating of San Lorenzo in Milan. Masonry and building methods of milanese roman and early christian architecture*, in "Arte Lombarda" 13 (1968), pp. 1-22.

LANDRIANI 1889

G. Landriani, *La basilica ambrosiana fino alla sua trasformazione in chiesa lombarda a volte; I resti della basilica di Fausta*, Milano 1889.

LOMARTIRE 1997

S. Lomartire, *La basilica di Sant'Ambrogio dalle origini all'alto medioevo*, in *La basilica di Sant'Ambrogio in Milano*, Milano 1997, pp. 28-47.

LUSUARDI SIENA 1983

S. Lusuardi Siena, , *Milano: la città nei suoi edifici. Alcuni problemi*, in Atti del X Congresso Internazionale di studi sull'Alto Medioevo, 26-30 settembre 1983, Milano 1983, pp. 209-240.

LUSUARDI SIENA 1997

S. Lusuardi Siena, *Ambrogio, il costruttore sapiente*, in *La città e la sua memoria. Milano e la tradizione di Sant'Ambrogio*, Milano, Museo Diocesano ai Chiostrì di Sant'Eustorgio (3 aprile-8 giugno 1997), Milano 1997, pp. 34-35.

LUSUARDI SIENA 1997a

S. Lusuardi Siena, *Il complesso episcopale. Il gruppo cattedrale*, in *La città e la sua memoria* 1997, pp. 36-39.

LUSUARDI SIENA 2009

S. Lusuardi Siena, *Il complesso episcopale*, in *Indagini archeologiche in piazza del Duomo a Milano*, pieghevole, Milano 2009, pp. 1-3.

LUSUARDI SIENA - NERI - GREPPI

S. Lusuardi Siena - E. Neri - P. Greppi, *Le chiese di Ambrogio e Milano. Ambito cronologico ed evoluzione costruttiva dal punto di vista archeologico*, in *Atti del convegno La mémoire italienne d'Ambroise (Ve-XVIIIe siècle) II. Controverses religieuses, conflits politiques, luttes sociales*, Ecole française de Rome, in stampa.

MIRABELLA ROBERTI 1963

M. Mirabella Roberti, *Il battistero antico di Milano*, in "Ambrosius" 39, 2 (1963), pp. 1-14.

MIRABELLA ROBERTI 1963a

M. Mirabella Roberti, *La cattedrale antica di Milano ed il suo Battistero*, in "Arte Lombarda" 8 (1963), pp. 77-98.

MIRABELLA ROBERTI 1965

M. Mirabella Roberti, *Il battistero antico di Milano*, in *Atti del VI Congresso Internazionale di Archeologia Cristiana*, Ravenna, 23-30 settembre 1962, Città del Vaticano 1965, pp. 703-707.

MONNERET DE VILLARD 1910

U. Monneret De Villard, *La chiesa di san Lorenzo in Milano. Studio del tracciato planimetrico*, in "Il Monitore Tecnico" 16 (1910), pp. 388-390.

NERI - LUSUARDI SIENA - GREPPI 2015

E. Neri - S. Lusuardi Siena - P. Greppi, *Il problema della cronologia del cantiere di San Lorenzo a Milano. Vecchi e nuovi dati a confronto*, in *Il culto di San Lorenzo tra Roma e Milano, dalle origini al Medioevo*, *Atti del decimo dies academicus* (Milano, 3-4 aprile 2014), *Studia Ambrosiana*, 9 (2015), pp. 1-50.

PERONI 1988

A. Peroni, *Tradizione e innovazione nel Sant'Ambrogio romanico*, in C. Bertelli (a cura di), *Il Millennio ambrosiano. La città del vescovo dai Carolingi al Barbarossa*, Milano 1988, pp. 156-175.

PORTER 1915-1917

A. K. Porter, *Lombard Architecture*, 4 voll., New Haven 1915-1917.

REGGIORI 1941

F. Reggiori, *La basilica ambrosiana: ricerche e restauri, 1929-1940*, Milano 1941.

REGGIORI 1945

F. Reggiori, *La basilica ambrosiana*, Milano 1945.

REGGIORI 1966

F. Reggiori, *La basilica di Sant' Ambrogio*, Milano 1966.

REGGIORI 1978

F. Reggiori, *Note storiche della basilica ambrosiana di Ferdinando Reggiori. Guida della basilica di S. Ambrogio*, Milano 1978.

RIVOIRA 1901

G. T. Rivoira, *Le origini dell'architettura lombarda*, Roma 1901.

RODOLICO 1965

F. Rodolico, *Le pietre delle città d'Italia*, Firenze 1965.

ROSSI 1884

F. M. Rossi, *Cronica dei restauri e delle scoperte fatte nell'insigne basilica di Sant' Ambrogio dall'anno 1857 al 1876*, Milano 1884.

RUFFOLO 1970

S. Ruffolo, *Le strutture murarie degli edifici paleocristiani milanesi*, "Rivista dell'Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'Arte", n. ser., 17 (1970), pp. 5-84.

SACCHI - BONZANO 2008

F. Sacchi - F. Bonzano, "*Effodiuntur marmora insignia, sculpuntur ac poliuntur arte mirifica*": spunti di ricerca sul reimpiego in Santo Stefano a Vimercate, in *La collegiata di Santo Stefano a Vimercate. Storia e arte in un'antica pieve lombarda*, Milano 2008, pp. 107-115.

SALMOJRAGHI 1894

F. Salmojrighi, *I materiali naturali da costruzione*, Milano 1894.

VERZONE 1942

P. Verzone, *L'architettura religiosa dell'altomedioevo nell'Italia settentrionale*, Milano 1942.

VILLA 1942

E. Villa, *La basilica degli Apostoli e la via Porticata*, in "*Ambrosius. Rivista liturgico pastorale. Studi di storia e liturgia ambrosiana*" 18 (1942), pp. 116-119.

VILLA 1943

E. Villa, *La "basilica Apostolorum" e l'originalissima sua pianta a croce*, in "*Ambrosius. Rivista liturgico pastorale. Studi di storia e liturgia ambrosiana*" 19 (1943), pp. 7-12.

VILLA 1956

E. Villa, *Come risolse S. Ambrogio il problema delle chiese alla periferia di Milano*, in "*Ambrosius. Rivista liturgico pastorale. Studi di storia e liturgia ambrosiana*" 32 (1956), p. 21.

VILLA 1942

E. Villa, 1963, *La basilica ambrosiana degli Apostoli attraverso i secoli*, in "*Ambrosius. Rivista liturgico pastorale. Studi di storia e liturgia ambrosiana*" 39 (1942), pp. 15-75.

ZACCHI 1943

A. Zacchi, *Osservazioni sul Duomo di Milano*, "Bollettino del Centro Nazionale di Studi di Storia dell'Architettura: gruppo lombardo" 1 (1943), pp. 39-41.

ZEZZA 1982

M.G. Zezza, *I materiali lapidei locali impiegati in età romana nell'area compresa fra il Ticino ed il Mincio*, in "Atti Società Italiana Scienze Naturali" 123-1 (1982), pp. 3-188.