

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.

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)

1. Introduzione

Il complesso della Pieve di Lomaso (Comune di Comano Terme, frazione Vigo Lomaso) è generalmente considerato fra le tra più antiche fondazioni della Diocesi di Trento e una delle cinque circoscrizioni di cura d'anime con cui è stato organizzato il tratto centrale della valle del fiume Sarca, principale immissario del lago di Garda (fig. 1).

La pieve, che risulta isolata e priva di un centro abitato aggregato, è citata dalle fonti a partire dal 1281 (CURZEL 1999, p. 156) e, intitolata al martire romano Lorenzo, da una prospettiva architettonica costituisce un *unicum* nel panorama dell'edilizia sacra dell'intera regione, avendo conservato molto della fisionomia romanica originaria inserita in un paesaggio storico rurale di media montagna.

Cinque sono i principali elementi (figg. 2, 3, 4): una chiesa, un battistero, un campanile totalmente ricostruito nel 1841, il cimitero più esteso dell'attuale, la *domus plebani* con annessi rustici.

La chiesa è a corpo longitudinale a tre navate, ampliata tra Quattro e Cinquecento a cinque di diversa altezza e lunghezza. A questa stessa epoca risalgono il prolungamento del coro con abside poligonale, la modifica delle forme interne con un sistema di arcate sorrette da colonne monolitiche coronate da capitelli fogliati, un soffitto a volte e nervature al posto del precedente con capriate a vista, una facciata con portale centrale antico alla quale si aggiungono quattro contrafforti che ancora recano i segni distintivi degli scalpellini sugli elementi lapidei. Infine, di intervento settecentesco è una monumentale cappella laterale.

Il battistero è a pianta ottagonale e distinto dalla chiesa, che resta alla sua sinistra. Descritto nel Cinquecento come «*parva rutundate antiqua ecclesia in honorem sancti Joannis Baptista dedicata ubi baptisterium positum est*» (CRISTOFORETTI 1989, pp. 223-225), è stato sopraelevato nel secolo successivo con un tamburo (sempre ottagonale), ampie finestre nei prospetti, cupola a spicchi e, in collegamento diretto verso la chiesa con un corridoio trasverso aperto tramite sfondamento di uno dei lati ciechi, usato come cappella della Confraternita laica dei Disciplini *sive Batutis*.

La *domus plebani* fronteggia la chiesa a ovest. È questa un ampio e compatto edificio a pianta grossomodo quadrata, costruito su versante e nel tempo ampliato da un originario nucleo di fondazione, molto probabilmente di età coeva con la chiesa e con parti ancora conservate al piano terra. A fianco si dispone la parte rustica con un fabbricato su due livelli, parte in muratura e parte in legno, aperto sui lati, con ponte carraio d'accesso al superiore, pozzo nell'inferiore e bròlo a lato, chiuso da muri che saldano questa parte alla canonica¹.

1.1 Perché la pieve di Lomaso?

Per la loro articolazione e complessità, gli edifici della chiesa e del battistero si sono rivelati un campione adatto per sperimentare un approccio sistemico che, a partire dall'analisi stratigrafica e dalla sequenza delle murature, affrontasse quantitativamente lo studio dei differenti materiali litologici impiegati, delle tecniche e dei tempi di costruzione. Un'attività e uno studio che per altro si collocano in un quadro di ricerche avviate una ventina di anni fa in questo stesso territorio (BROGIOLO 2004; BROGIOLO, CAVADA, COLECCHIA 2004), comprendenti ricerche d'archivio, aereofotointerpretazione e analisi del paesaggio, ricognizioni e shovel test, scavi archeologici e studi – tutt'ora in corso – di siti fortificati d'altura di fondazione tardoantica (CAVADA 2015; CAVADA, ZAGERMANN 2015), edifici di culto e chiese altomedievali e medievali (*Le pitture murali* 1996; *S. Vigilio a Molveno* 1996; *Pietre e memoria* 2015; CAVADA, BELLOSI 2014), castelli (CAVADA, GENTILINI 2007) e proseguite con il progetto APSAT² nel contesto di sottoinsiemi specificatamente dedicati ai temi dell'edilizia storica e di archeologia dell'architettura (*Castra, castelli e domus murate* 2013; *Chiese trentine* 2013; *Tecniche murarie e cantieri* 2012).

Se in attinenza al complesso in esame sono presenti e conservati vari elementi scultorei ed epigrafici di età antica e altomedievale, frutto di una raccolta di pietre rinvenute nei dintorni già in atto nel XVI secolo³ o di pietre – quelle

¹ Per una scheda di sintesi aggiornata sul complesso e delle trasformazioni COLECCHIA 2013. In precedenza GREGORI 1925; AGOSTINI 1977; DELL'ANTONIO 2004a.

² Acronimo di "Ambiente e Paesaggi dei Siti d'Altura Trentini", progetto finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento (Bando Grandi Progetti 2006), coordinato da Gian Pietro Brogiolo e concluso nel 2013. Struttura, linee di ricerca, prodotti sintetizzati in BROGIOLO, POSSENTI 2015.

³ Ne è prova l'annotazione, prettamente notarile, del 1534 di due epigrafi romane «... in coemeterio s.ti Laurentij plebs Lomasij...» (ASTn, APV, Sez. Lat., c. 8, n. 110), seguita nel Settecento da un primo corpus dei reperti epigrafici presenti presso la pieve e nei dintorni (GNESOTTI 1786, pp. 253-263). Solo tardoottocentesca invece l'attenzione per le manifestazioni di scultura altomedievale (o "barbarica" come al tempo veniva identificata), con le prime considerazioni

* Già Dipartimento dei Beni Culturali: Archeologia, Storia dell'Arte, del Cinema e della Musica – Università degli Studi di Padova (gpbrogio@gmail.com).

** Soprintendenza per i Beni Culturali/Trento (encavada@gmail.com).

*** Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali – Università degli Studi di Siena (stefano.camporeale@unisi.it).

**** Dipartimento dei Beni Culturali: Archeologia, Storia dell'Arte, del Cinema e della Musica – Università degli Studi di Padova (elisa.bernard@imtlucca.it; francesca.parisi@studenti.unipd.it).



fig. 1 – Posizione geografica del complesso pievano di Lomaso.



fig. 2 – Panoramica con – al centro – il complesso di San Lorenzo, pieve di Lomaso. In secondo piano gli abitati di Vigo e Campo; sulla destra in alto i ruderi di castel Spine (< 1205).



fig. 3 – Ripresa dall'alto (dati mappa: Google, Digitalglobe, 2017) e planimetria del nucleo pievano: 1) chiesa, 2) battistero, 3) campanile, 4) cimitero, 5) canonica e annessi rustici (grafica di Paolo Ober/Ufficio beni archeologici-Provincia autonoma di Trento).



fig. 4 – Veduta del battistero e delle chiesa da nord (foto: Claudio Salizzoni).

di ritrovamento più recente – tratte da murature demolite di età moderna, che lasciano aperta la strada – molto presente nella tradizione letteraria – a ipotesi di origine del nucleo pievano da situazioni e contesti preesistenti, le fonti documentarie al momento non permettono di allontanare i riferimenti delle strutture più antiche conservate da un tardo XII/primi decenni del XIII secolo.

Periodo a cui risalgono anche i riferimenti conservati dagli archivi con, per primo in assoluto, il riferimento al nome del presbitero che apre la lista dei pievani incaricati dell'assistenza spirituale e del governo della pieve. Nome che corrisponde a quello di Udalrico da Seiano, un importante canonico e quindi decano del Capitolo della cattedrale di Trento (CURZEL 2001, pp. 680-681) e persona molto vicina al vescovo Federico Vanga⁴ e ai suoi immediati successori, *archipresbiter* del Lomaso dal 1208 al 1227 e, dal 1225, anche ad Arco. Ad affiancarlo è un *Grecianus clericus* (a. 1210), segnale probabile di una forma di collegialità a servizio della pieve stessa (CURZEL 1999, pp. 156-157).

Sul piano formale, l'aspetto della chiesa e dell'attiguo battistero, che costituiscono il nucleo principale del complesso, si presentano come la sommatoria di molti cantieri, con l'ultimo in ordine di tempo che è stato di importante ripristino, ispirato dagli architetti restauratori di fine Ottocento e progettato e diretto dall'arch. Antonio Rusconi tra il 1921 e il 1926 (CUNACCIA 2012, p. 153 ss.).

e riproduzioni che risalgono all'archeologo roveretano Paolo Orsi (ORSI 1883) seguite, una trentina di anni dopo, da un primo ragionato repertorio (CECHELLI 1928) steso su sollecitazione di Giuseppe Gerola, primo direttore regionale dell'«Ufficio regionale delle Belle Arti» di Trento poi elevato a «Soprintendenza dell'arte medievale e moderna» con regio decreto del settembre 1921. Sulla figura di Giuseppe Gerola, gli interessi e l'attività di catalogatore e studioso del Medioevo trentino CHINI 1995-1997. Per la partecipazione del Gerola nel restauro/recupero del complesso romanico, v. *infra*.

⁴ Di Federico Vanga (1207-1218 le date del pontificato a Trento) come colui «che – al suo tempo – governò l'episcopato tridentino in modo pacifico e gli prestò decoro con molti edifici» resta memoria nell'unica, antica sua scarna biografia che prosegue citando la ricostruzione del *palatium* episcopale («*vetustate et incendium consumptum*») e dalla nuova chiesa cattedrale («*et ecclesiam ancti martiris Vigiliis muro firmissimo construere desideravit*»). MLET, pp. 224-225. Committenze cui gli studi hanno ritenuto anche di aggiungere l'edificazione, nel castello di Stenico, del *palatium novo* contestualmente al suo ritorno sotto la diretta amministrazione della Chiesa di Trento (DELLANTONIO 2004b, p. 528; COLECCHIA, POSTINGHER 2013, periodo III). Sull'impegno di Federico Vanga come riformatore/promotore dell'architettura religiosa e civile, PERONI 2012.

È stato questo un «restauro di completamento»⁵ che è servito a recuperare i prospetti murari in conci squadrati dell'impianto romanico e a intervenire, dove questi erano mancanti o venuti meno per demolizioni e tagli, con risarcimenti non in contrasto con i materiali antichi, facendo uso di conci originali recuperati e di materiali di nuova realizzazione, identici nel tipo di pietra e simili nel taglio alla disposizione all'opera romanica ancora conservata.

1.2 Metodologia e organizzazione della ricerca

L'attività sul campo – sviluppata in forma di laboratorio di ricerca con iniziative d'incontro, aperte e partecipate con la comunità locale – si è svolta tra tarda estate-autunno del 2015 e ha coinvolto due gruppi di allievi delle Università di Trento e di Padova coordinati da docenti e da tutor⁶. Per l'intero periodo, durante il quale i due gruppi hanno lavorato sulla chiesa e sul battistero in dialogo fra loro quale indispensabile forma di approccio alla lettura e conoscenza dell'architettura e, successivamente, all'interpretazione, si sono condotti approfondimenti e affrontate ricognizioni, costruendo in tal modo una storia di relazioni con il monumento e il territorio⁷.

Alla fase di rilievo geometrico-dimensionale e della lettura delle macrofasi di trasformazione edilizia dei due principali corpi di fabbrica – la chiesa e il battistero – si sono affiancate operazioni di rilievo diretto delle murature, schedatura e documentazione dei materiali costitutivi nei reciproci rapporti, analisi puntuale delle apparecchiature murarie e delle tecniche costruttive rilevando le discon-

⁵ Nella definizione intesa e data dal soprintendente Giuseppe Gerola (GEROLA 1927). Sui restauri conservativi e sul recupero dell'ingente patrimonio monumentale – tra urgenze, prassi e teoria con cui si sono confrontate prima la K.K. Central Commission austriaca (per esteso k.k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale) e quindi, subito dopo l'armistizio del 1918 e ufficialmente a partire dal 1920/1921, la neonata «Soprintendenza all'arte medievale e moderna di Trento» riflette CUNACCIA 2012. Per un aggiornato inquadramento dell'azione di consulenza, indirizzo e ricerca della tutela austriaca nella regione del Tirolo, di cui il Trentino è stato parte fino al primo conflitto mondiale, PRIMERANO, SCARROCCHIA 2008, pp. 85-153 (con in particolare i saggi di Theodor Brückler [pp. 99-121], Andrea Rigo [pp. 147-153] e per i «protagonisti» istituzionali locali della tutela dei monumenti, Cecilia Betti [pp. 125-137]). Sui medesimi argomenti e le relazioni tra la Commissione austriaca e le istituzioni di tutela italiane nel periodo prebellico SCARROCCHIA 1995. Infine per un'ultima panoramica italiana sul tema *Medioevo Fantastico* 2016.

⁶ Organizzazione: dott. Enrico Cavada (Provincia Autonoma di Trento/Soprintendenza per i beni culturali); dott. Aldo Collizzolli (Comune di Comano Terme), prof. Gian Pietro Brogiolo (all'epoca Dipartimento per i beni culturali/Università di Padova), sig. Luca Carli (in rappresentanza della Parrocchia di San Lorenzo); tutor: prof. Stefano Camporeale (all'epoca Dipartimento di Lettere e Filosofia/Università di Trento); dott. Marco Avanzini e dott. Riccardo Tomasoni (MUSE-Museo delle Scienze/Trento, Sezione di Geologia); prof. Graziano Riccadonna (Centro Studi Giudicaria/Tione); tecnici: dott. Martina Andreoli (Laboratorio di Archeologia e Scienze Affini/Università di Trento), Paolo Chisté (Laboratorio di Tecniche Fotografiche Avanzate/Università di Trento). Studenti: Riccardo Avesani, Letizia Bonelli, Elsa Centofante, Flavia Valletta (Università di Trento); Elisa Bernard, Francesca Parisi, Gaia Sinigaglia (Università di Padova).

⁷ Si anticipa che i risultati – in corso di elaborazione – saranno oggetto di un volume nel quale, oltre all'inquadramento e alla sequenza complessiva delle architetture e dei fabbricati con analisi dei vari elementi nella sequenza del costruito, troveranno sintesi documentaria delle fonti d'archivio, i *corpora* dei marmi e delle pietre scultoree ed epigrafiche di età romana e altomedievale che formano una singolare quanto interessante raccolta antiquaria presso il complesso, solo in parte edita; considerazioni circa le parti decorative in pietra dell'edificio romanico, ancora in posto o superstiti in forma erratica; il riconoscimento quali/quantitativo delle pietre, delle lavorazioni e delle tecniche impiegati dai muratori nei diversi cantieri dei principali corpi di fabbrica; un articolato quadro geologico delle varietà litologiche e delle fonti di approvvigionamento, frutto di analisi petrografiche e ricerca dei giacimenti con ricognizione diretta.

tinuità delle compagini murarie con questi principali obiettivi:

- a) comprensione e modalità di sviluppo dei cantieri, pause ed eventuali cambiamenti in corso d'opera;
- b) identificazione dei tipi di pietra impiegati, loro distribuzione e frequenza nell'apparecchiatura dei prospetti;
- c) identificazione – con riferimento *in primis* alla fase romanica e quindi alla trasformazioni – dell'impiego di lavoranti, specializzati e non, nelle diverse parti del processo costruttivo e dei ritmi di approvvigionamento, che può essere variato per materiale e provenienza;
- d) ricerca sulla base dei litotipi determinati e delle quantità messe in opera, dei punti di prestito (giacimenti di roccia affiorante, cave, coni di frana, spietramento di terreni e incolti portati a coltivo);
- e) riconoscimento e documentazione dei segni lasciati sulle pietre dagli utensili e dagli strumenti impiegati nelle varie fasi di lavorazione dei blocchi (estrazione, spacco, finitura, messa in opera) al fine di comprendere i diversi gradi di specializzazione delle maestranze (cavatori, scalpellini, muratori);
- f) l'incidenza del reimpiego con riferimento sia diacronico – ovvero tra i cantieri che si sono susseguiti – sia ai reperti che attualmente formano una raccolta antiquaria presso la pieve con l'intento di verificare le prove – a tutt'oggi non chiare – di una relazione con preesistenze sul posto secondo una prospettiva storiografica di tradizione erudita locale⁸;
- g) formulare una prima analisi quantitativa dei tempi di lavoro richiesti dal cantiere romanico, con l'obiettivo di definirne i costi legati a manodopera, materiali, attrezzature e trasporti.

G.P.B., E.C.

2. La chiesa, il battistero: due differenti livelli di conservazione e due distinti casi di studio

Con riferimento al tema del convegno di Padova, in questa sede ci si limita a pubblicare, relativamente alle fasi in opera squadrata romanica, una sintesi delle analisi litologiche e delle diverse lavorazioni rilevate sulle apparecchiature della chiesa e del battistero. Per quest'ultimo, si forniscono anche i dati preliminari del processo costruttivo con una stima delle quantità di pietra utilizzata e dei tempi di costruzione.

2.1 *Le due fasi medievali in opera quadrata della chiesa di San Lorenzo*

Delle molteplici fasi della pieve di San Lorenzo di Lomaso (Trento) sono state analizzate due fasi in opera quadrata: la più antica conservata in alzato, probabilmente databile tra fine XII e inizi XIII secolo, e una che l'analisi dendrocronologica consente di collocare non prima della terza decade del XV secolo. Alla prima sono riferibili parte della facciata e del perimetrale nord, alla seconda la ricostruzione dei divisori tra navate e della parte alta della facciata. In entrambe, come nella parte inferiore del battistero ottagonale, i paramenti sono realizzati in opera

quadrata, utilizzando l'oolite di Massone e di San Vigilio e il calcare ammonitico rosso veronese, ricavati dalle cave locali della montagna che sovrasta, da est, la Pieve. Inoltre, nella chiesa sono stati anche, occasionalmente, impiegati conci in pietra della Formazione del Tofino e calcari di Zu (noti anche con il termine di "nero di Ragoli") presenti sotto forma di blocchi erratici nei depositi sedimentari in zona⁹.

Per quanto riguarda la chiesa, ci si limita a pubblicare, relativamente alle prime due fasi in opera quadrata, le schede delle analisi litologiche e delle differenti lavorazioni della chiesa (*tavv.* 1-4; nelle tavole, la posizione dei prospetti murari è indicata su una ipotetica ricostruzione della prima fase costruttiva della chiesa). Nella prima fase, in facciata, l'oolite di San Vigilio (48%) prevale rispetto a quella di Massone (31%) e al rosso ammonitico (19%); nel perimetrale nord la percentuale si alza all'esterno al 60% rispetto al 17 e 21% delle altre due litologie; all'interno al 68% rispetto al 20 e al 12%. Nella seconda fase (divisori e parte alta della controfacciata) la percentuale della oolite di San Vigilio si alza ancora al 72/73%, rispetto, rispettivamente al 9/15% e 13/4% delle altre due litologie. Meno significative sono le variazioni, nelle due fasi della chiesa, delle tecniche di lavorazione con la sbazzatura a punta grossolana che prevale (37% nella prima fase; da 25 a 33% nella seconda) rispetto a quella casuale (50% nella prima fase, tra 49 e 60% nella seconda). In altri termini, nelle due fasi costruttive della chiesa, sebbene distanti tra loro un paio di secoli, non si notano variazioni particolarmente significative, il che sembra indicare una continuità sia delle cave sia delle tecniche di lavorazione. Una conclusione che non sorprende dal momento che nella costruzione e manutenzione delle chiese plebane erano impegnate le comunità che ne dipendevano, ciascuna con una propria mansione, tra le quali vi era anche la fornitura dei materiali cavati e trasportati in cantiere da maestranze locali.

G.P.B., E.B., F.P.

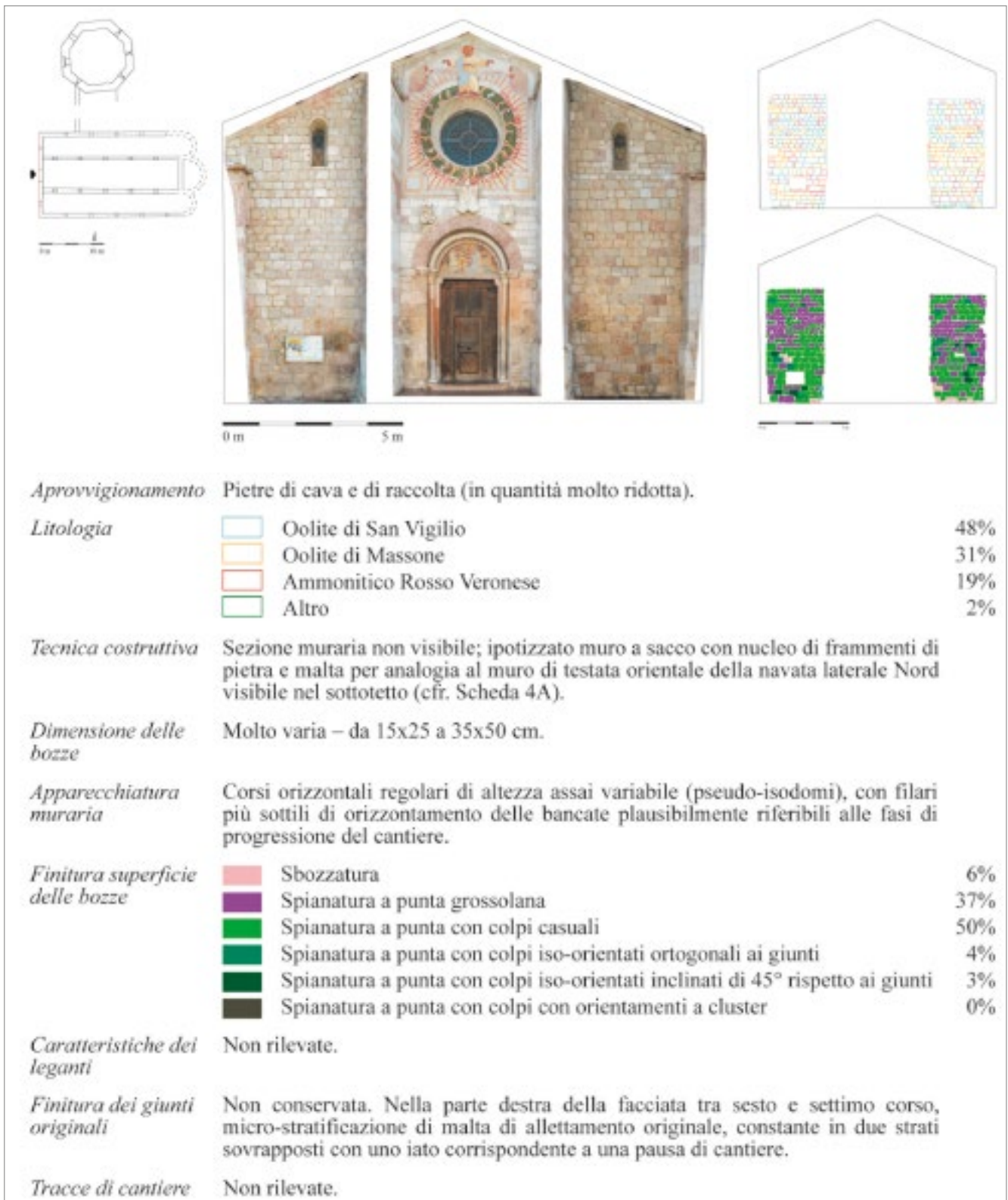
3. Il cantiere costruttivo del battistero di San Lorenzo a Lomaso: tecniche, materiali, tempi di costruzione e manodopera

3.1 *L'edificio e la tecnica costruttiva*

Il battistero è di forma ottagonale e la sua facciata principale è rivolta verso ovest (*fig.* 5). L'edificio copre una superficie di 97,6 m² e ha un'ampiezza di ca. 11 m lungo l'asse mediano a partire dal portale. Le murature hanno uno spessore medio di 1,25 m; il pavimento interno si trova a una quota corrispondente a quella della soglia del portale principale, mentre la quota del piano esterno aumenta progressivamente da ovest verso est, risultando più alto di 1,3 m sul lato posteriore dell'edificio rispetto al pavimento interno. Il battistero, infatti, è stato costruito sulla pendice del terreno, operando uno sbancamento orizzontale solamente per un'area corrispondente al pavi-

⁸ Riferimenti e richiami bibliografici a nota 3 (e testo corrispondente).

⁹ Per la determinazione litologica e le aree di prestito del materiale lapideo si rimanda al contributo di Marco Avanzini *et alii* previsto nel volume in preparazione. Le schede, qui pubblicate, sono opera di Elisa Bernard e Francesca Parisi. Alla documentazione ha partecipato anche Gaia Sinigaglia.



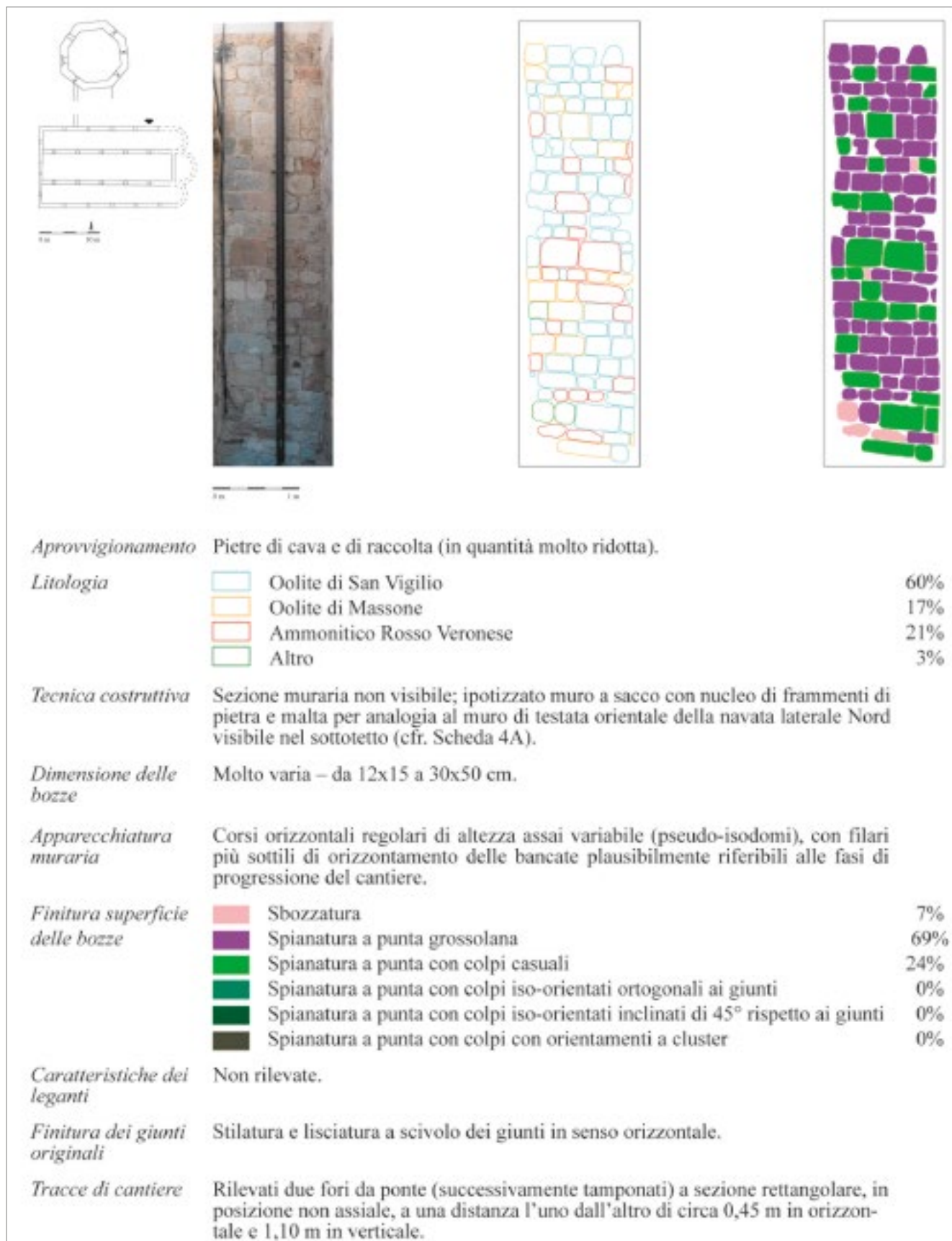
tav. 1 – Analisi muraria della facciata della chiesa.

mento interno, mentre nella parte posteriore l'edificio è stato parzialmente realizzato contro terra.

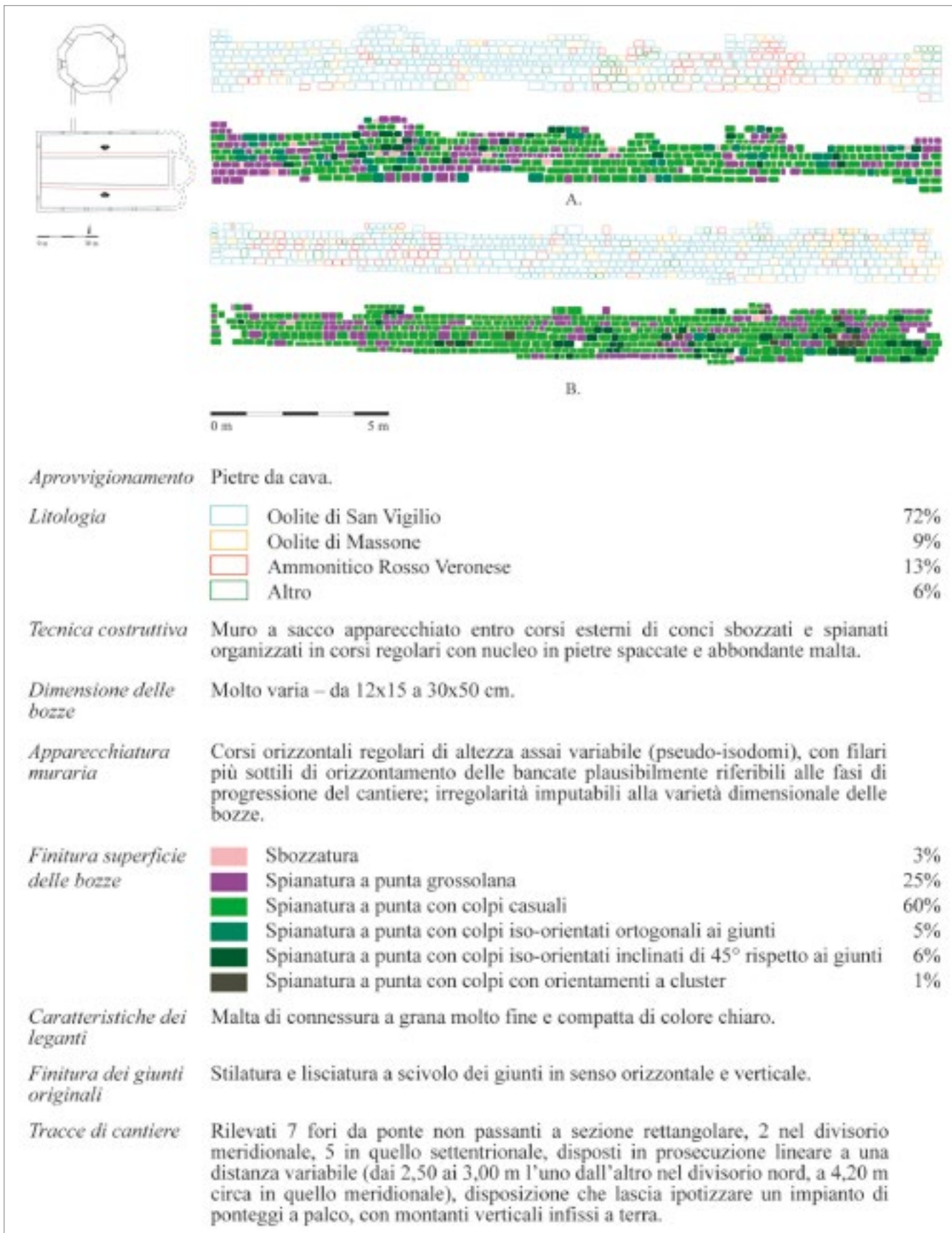
Il portale di accesso originario non è conservato, essendo stato sostituito, durante le trasformazioni che hanno riguardato il complesso pievano nel Seicento, con una nuova entrata situata a un livello più alto con conseguente innalzamento del pavimento interno. Con i restauri degli anni Venti e Trenta del Novecento il portale

fu nuovamente ricostituito in stile romanico e il livello pavimentale interno riportato alla quota iniziale.

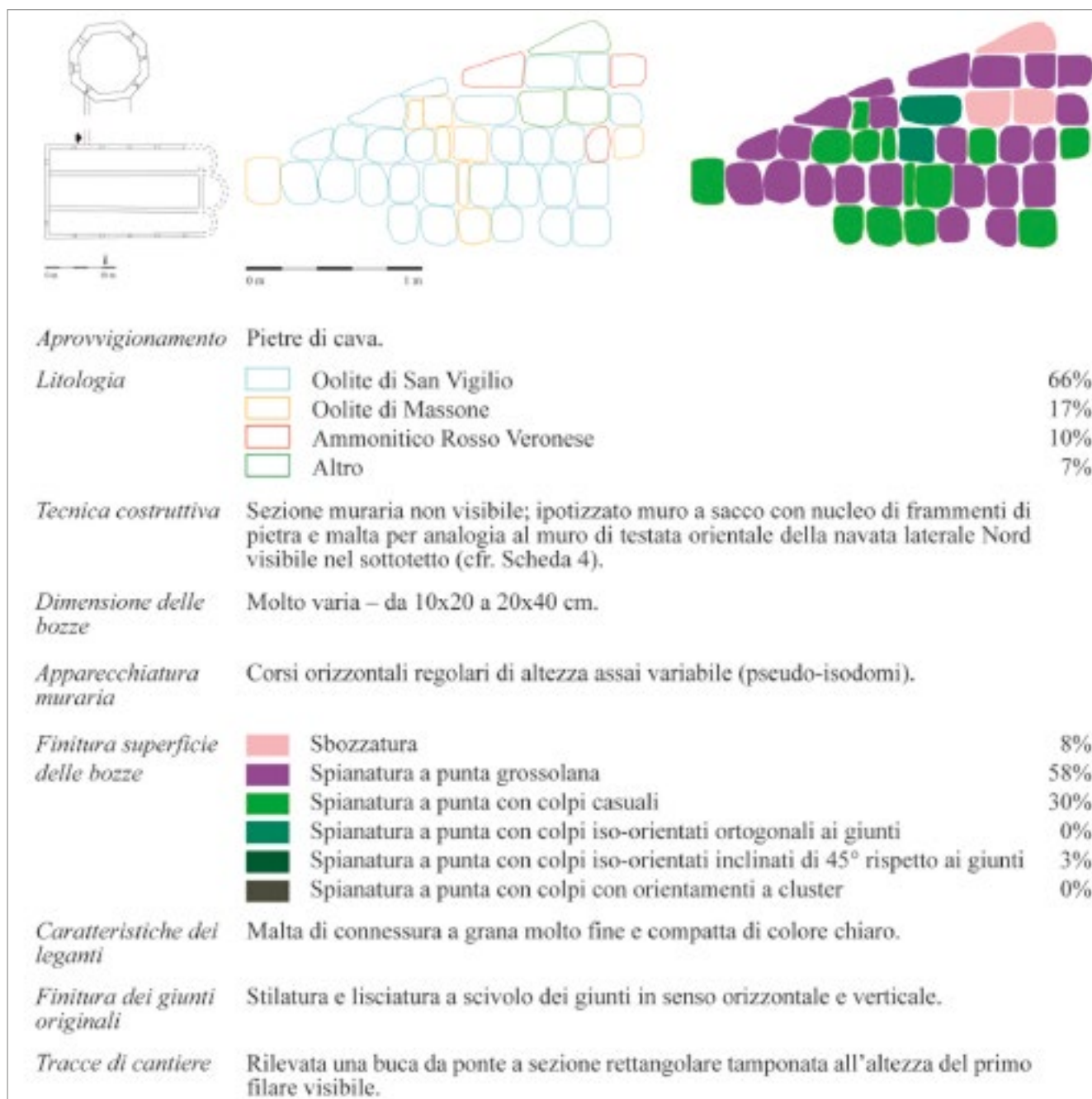
Il portale si trova sulla parete ovest mentre su quella adiacente a nord-ovest si apre una seconda porta, di dimensioni inferiori, conservata nelle sue forme originarie. La luce dell'apertura è di soli 60 cm; all'interno, la quota della soglia è a un livello più alto rispetto al portale principale, a causa del progressivo aumento di quota del terreno



tav. 2 – Analisi muraria del paramento esterno del muro perimetrale settentrionale della chiesa conservato all'esterno.



tav. 3 – Analisi muraria dei paramenti esterni dei divisori della chiesa conservati nel sottotetto.



tav. 4 – Analisi muraria del paramento esterno del muro di collegamento meridionale tra battistero e chiesa conservato nel sottotetto.

all'esterno dell'edificio. La porta è coperta da un architrave di calcare ammonitico veronese sormontato da un falso arco in calcare di Massone visibile solo all'interno mentre la soglia è di restauro. La funzione di questa seconda apertura non è chiara.

Sulle pareti nord-est, est e sud-ovest si aprono tre monofore strombate e coperte da un falso arco realizzato in conci di calcare di Massone. La parete nord, il cui paramento interno si conserva integralmente, è priva di finestre e si può ricostruire una parete piena anche sul lato opposto, successivamente modificata quando il battistero fu unito alla chiesa. Una finestra è invece ricostruibile sulla parete sud-est, ipotizzando che nelle forme originarie il battistero avesse tre finestre sui lati posteriori e tre aperture (portale principale, porta secondaria e monofora) sui tre lati anteriori; le pareti nord e sud sarebbero state entrambe cieche.

L'altezza massima conservata all'esterno della costruzione è di 4,87 m e la muratura è coronata da una cornice a gola per altri 17 cm. All'interno l'altezza delle murature è di 3,45 m con gli ultimi tre filari leggermente aggettanti, anche se in maniera non omogenea su tutti i lati. La differenza di quota tra la cresta delle pareti interne ed esterne, nonché la presenza del leggero aggetto interno, permette di ricostruire un'ampia rientranza del muro che doveva servire all'alloggiamento della carpenteria del tetto; per effetto dei lavori seicenteschi, che determinarono il rialzamento della fabbrica, tale rientranza non è più visibile.

Le murature sono realizzate in pietre a facciavista quadrangolare disposte in corsi tendenzialmente orizzontali. La squadratura è più precisa in prossimità degli spigoli (cantonali e limiti delle aperture) mentre nel resto della muratura la regolarità della posa in opera è variabile.

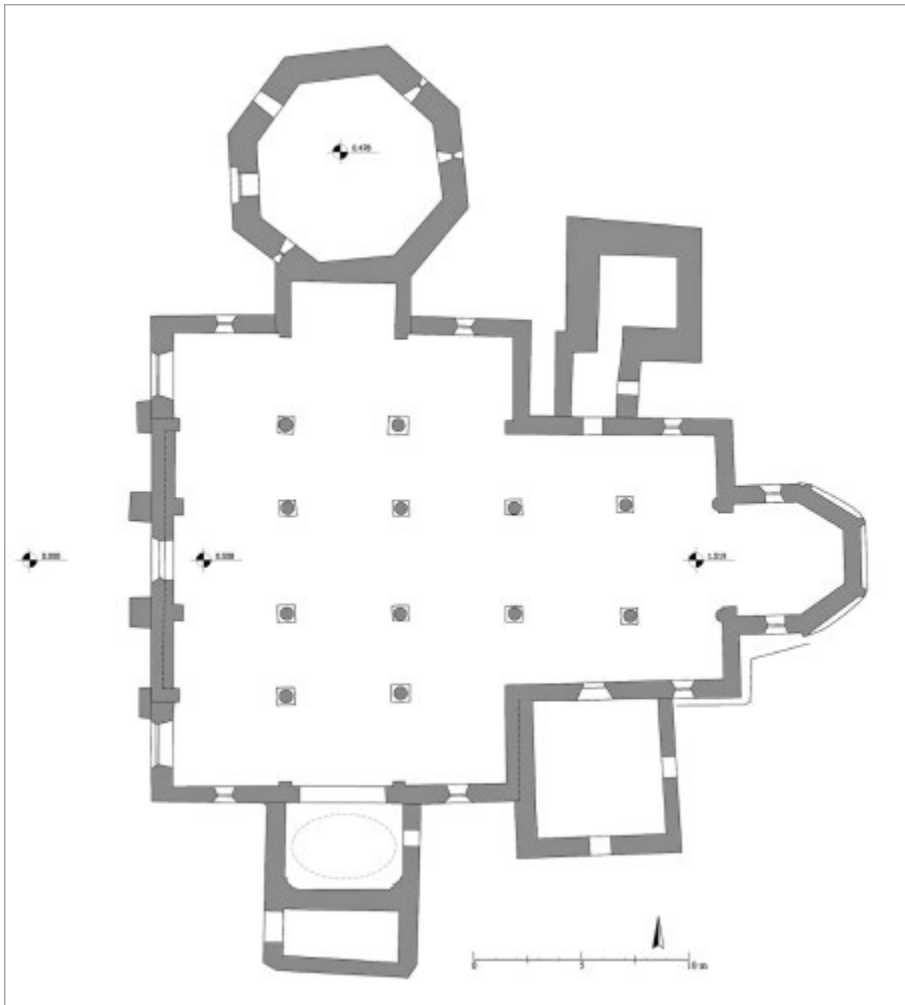


fig. 5 – Planimetria della chiesa e del battistero (autore Martina Andreoli, Università di Trento).

In particolare, la tecnica presenta differenze importanti tra l'interno, che si presenta molto regolare su tutti i lati dell'ottagono, e l'esterno dove la regolarità è maggiore nei tre lati rivolti verso la facciata e inferiore sul retro. La presenza, pur non sempre omogenea, di corsi di minore spessore che attraversano l'intera struttura, con probabile funzione di piani di orizzontamento, contribuisce a identificare una serie di bancate sovrapposte di diversa altezza (fig. 6). All'interno dell'edificio i piani appaiono paralleli fra loro e disposti anche in accordo con il livello delle aperture e delle buche pontai. All'esterno i piani presentano interruzioni (con sdoppiamenti dei filari) e andamenti diversificati (orizzontali e inclinati) determinati dall'utilizzo di blocchetti di dimensioni inferiori verso il lato posteriore (fig. 7). La presenza dei piani di orizzontamento è da mettere in relazione con la necessità di arrestare temporaneamente la costruzione e contribuisce a identificare i ritmi di avanzamento del cantiere (fig. 8).

La descrizione della morfologia dell'edificio e delle tecniche costruttive è preliminare alle analisi quantitative compiute sul ciclo costruttivo del battistero di San Lorenzo a Lomaso. È necessario anche premettere che le analisi hanno riguardato solamente la costruzione dei muri in pietra. Non sono stati considerati, invece, gli approvvigionamenti dei materiali (estrazione e trasporti), né le opere provvisorie o la realizzazione della copertura, tutti elementi per i quali non possediamo a tutt'oggi informazioni

sufficienti per svolgere un'esaustiva e corretta restituzione dei tempi di costruzione e delle quantità di manodopera.

3.2 Materiali lapidei e lavorazioni

I litotipi prevalentemente utilizzati sono i calcari oolitici di Massone e San Vigilio (identificati dalle sigle OOM e OSV) e il calcare ammonitico rosso veronese (ARV). Un altro litotipo usato solo sporadicamente è la pietra di Zuc (calcare nero di Ragoli). Questi litotipi corrispondono a differenti bacini di approvvigionamento e la ragione della loro diversa provenienza è ancora in corso di studio.

Per la definizione degli utensili con i quali sono state lavorate le pietre, sono stati osservati gli impatti dell'estremità attiva di ciascun tipo di strumento (punta fine, grossolana o scalpello, fig. 9) e ciò ha permesso di identificare le fasi di lavorazione dei materiali (per il metodo si vedano BESSAC 2004; Id. 2005; per l'identificazione degli utensili Id. 1986).

Sulla base di queste osservazioni, riportate nei fotopiani delle murature (fig. 10), si è proceduto al conteggio dei blocchetti visibili nelle porzioni originarie dei paramenti (tab. 1)¹⁰.

Le informazioni raccolte in base all'analisi dei paramenti, del materiale e delle tecniche costruttive sono

¹⁰ Le schede relative alle murature del battistero, dalle quali sono tratte le elaborazioni alle figg. 9 e 10, saranno pubblicate nell'edizione finale a cura di Riccardo Avesani ed Elsa Centofante.



fig. 6 – Paramento interno della parete nord del battistero. La tecnica costruttiva in blocchetti è regolare con filari orizzontali e limiti delle bancate definiti dai filari di spessore inferiore corrispondenti alle buche puntaie (foto ed elaborazione di Martina Andreoli e Paolo Chistè, Università di Trento).



fig. 7 – Paramento esterno della parete nord est del battistero. La tecnica costruttiva è più irregolare rispetto ai lati frontali e all'interno dell'edificio; i filari sono ondulati e si nota una maggiore concentrazione di blocchetti di piccole dimensioni soprattutto ai lati della finestra (foto ed elaborazione di Martina Andreoli e Paolo Chistè, Università di Trento).

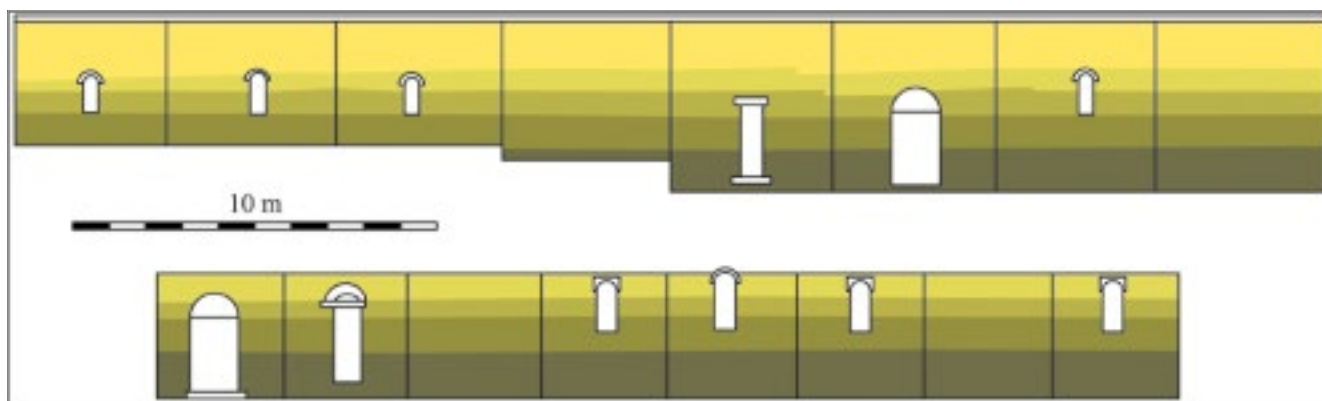


fig. 8 – Ricostruzione dei paramenti, delle aperture e delle aree delle bancate della fase originaria del battistero: prospetto esterno (in alto) e interno (in basso). Si noti che all'esterno il livello del piano di calpestio circostante aumenta verso il retro dell'edificio, pertanto la prima bancata in basso è visibile interamente solo nella parte frontale. All'esterno è inoltre visibile una bancata aggiuntiva nella parte superiore, in conseguenza della diversa altezza della muratura rispetto all'interno e per la presenza di una rientranza utile all'alloggiamento della carpenteria del tetto. Le finestre, pertanto, oltre a presentare una luce maggiore all'interno per effetto della strombatura, sembrano disposte a livelli differenti nei due prospetti.

	Area (m ²)	Tot. elementi	ARV		OOM		OSV		Altro	
			N. elementi	Area	N. elementi	Area	N. elementi	Area	N. elementi	Area
Paramento interno	58,29	1030	72	4,45	459	27,23	496	26,6	3	0,01
Paramento esterno	68,64	1074	131	9,11	561	35,85	381	23,63	1	0,05
TOTALI	126,93	2104	203	13,56	1020	63,08	877	50,23	4	0,06

tab. 1 – Quantità di blocchetti lapidei suddivisi per litotipo conservati nei paramenti del battistero di San Lorenzo a Lomaso.

servite per impostare un'analisi quantitativa dei tempi di costruzione del battistero, nonché della quantità di manodopera necessaria al completamento della costruzione suddivisa in base alla qualificazione e specializzazione dei lavoratori. Seguendo l'esempio di Janet DeLaine (si veda il contributo dell'autrice in questo stesso volume), per ipotizzare i tempi di lavoro in relazione a ciascuna operazione

abbiamo utilizzato come riferimento lo scritto dell'Ingegnere Giovanni Pegoretti, *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti*, pubblicato per la prima volta a Milano nel 1843-1844 (in due volumi). Questo manuale rappresenta la fonte "storica" più completa per quantificare i tempi delle lavorazioni applicabili anche



fig. 9 – Lavorazioni delle pietre utilizzate nel battistero. Le due pietre d'angolo sulla sinistra sono in Rosso Ammonitico Veronese (in alto) e Oolite di Massone (in basso), rifinite con la punta fine di una subbia e delimitate da un nastrino. I due blocchi adiacenti sono di Oolite di San Vigilio e sono lavorati con una subbia a punta grossa (o eventualmente anche con un piccone da scalpellino) senza ulteriore rifinitura e senza nastrino ("apparecchio rustico" secondo la definizione di Pegoretti). Il blocco parzialmente visibile in alto a destra, recante tracce di uno strumento a lama dentata, è pertinente ai restauri degli inizi del Novecento.

alla pietra da costruzione. Inoltre, considerato di volta in volta il diverso contesto storico e socio-economico che ha determinato la diffusione di specifiche tecniche costruttive, il metodo della DeLaine è teoricamente adottabile per le costruzioni di ogni epoca (in particolare DELAINE 1997, pp. 103-109, 114-118, 268-269; EAD. 2001, *passim*); comunque, l'utilizzo delle cifre del Pegoretti è un'operazione non scevra di difficoltà (BARKER, RUSSELL 2012 e RUSSELL 2013, pp. 30-33, 228-232)¹¹.

3.3 Quantità di materiali e approvvigionamenti

Le parti superstiti del battistero rappresentano una percentuale considerevole dell'intera struttura, le cui proporzioni iniziali sono facilmente ricostruibili. L'area totale dei paramenti è di 231,07 m², all'interno della quale sono oggi visibili 2104 blocchi di pietra; a questi si aggiungono 1 soglia, 2 architravi piani, 4 blocchi per gli architravi a pseudo-arco di porte e finestre, 51 blocchi della cornice a gola esterna. Per ipotizzare la quantità di blocchi inizialmente presenti dovremo procedere alla maniera del Pegoretti, ossia come un progettista che stima i costi dell'edificio, omettendo perciò tutti quei particolari che non possono rientrare nei calcoli in quanto rappresentano altrettanti fattori imponderabili (come ad esempio le eventuali parziali differenze nella lavorazione delle superfici lapidee) o poco influenti. Considereremo le pareti come se fossero piene e, dunque, ometteremo dai conteggi gli elementi particolari della cornice esterna e delle aperture,

immaginando che la maggiore difficoltà nella loro lavorazione sia compensata dalla quantità di pietra aggiunta ai calcoli. Non c'è modo invece di considerare nei conteggi il portale originale di accesso, del quale non sopravvive alcuna traccia.

Tutto ciò considerato, i blocchetti realizzati con i tre litotipi principali sono 2100 e coprono il 64% dell'area conservata del battistero. Si può così stimare che il restante 36% fosse coperto da altri 1348 blocchetti per una stima totale di 3448 elementi.

L'analisi quantitativa è limitata ai soli paramenti dal momento che in nessun punto dell'edificio è visibile il nucleo della muratura che, pertanto, è stato escluso dalle quantificazioni. Essendo ancora in corso l'identificazione dei punti di approvvigionamento dei materiali, non si possono valutare i tempi di estrazione della pietra, le distanze dal cantiere, le vie di comunicazione e i tempi del trasporto. Visto il più ampio contesto geomorfologico in cui si colloca la Pieve di San Lorenzo si ipotizza comunque che il trasporto potesse avvenire a dorso di mulo per gli elementi più piccoli oppure, come dimostrano conti di cantiere del XVIII e XIX secolo, su carri, mezzi carri o slitte, dunque su percorsi organizzati e talvolta anche lastricati (PEGORETTI 1843, p. 10; per una panoramica sulla rete viaria locale premoderna RAPANÀ 2010).

È stato invece misurato il peso specifico dei tre litotipi principali:

- a) Ammonitico Rosso Veronese (ARV): 3,6
- b) Oolite di Massone (OOM): 2,5
- c) Oolite di San Vigilio (OSV): 2,7

Riguardo alla lavorazione della pietra, il Pegoretti propone una lunga analisi sulla qualità delle pietre, la loro distinzione a livello geologico, lavorabilità e utilizzo (PEGORETTI 1843, pp. 160-173). Fra le pietre elencate nel manuale le ooliti usate a Lomaso sono state identificate nella categoria delle "pietre calcari arenacee" e l'ammonitico fra le "pietre calcari grossolane conchigliacee". È tuttavia da notare che per queste pietre viene fornito un peso specifico rispettivamente di 2,24 e 2,4 (*ibid.*, p. 165) quindi inferiore a quello da noi misurato.

3.4 Lavorazione dei materiali

Pegoretti definisce i diversi stadi di lavorazione della pietra nonché la specializzazione delle maestranze e il loro strumentario (PEGORETTI 1843, pp. 232-238). I tempi relativi alle singole operazioni sono elencati in tabelle e suddivisi per ciascun tipo di pietra; i valori riguardanti i calcari di Lomaso si trovano nella tabella nona (*Id.*, pp. 297-304). Per ricostruire i tempi di lavorazione, sono state considerate le seguenti operazioni citate da Pegoretti:

1) *sbozzatura grossolana*: avviene in cava con l'ausilio di scalpelli e piccone e consiste nel conferire a ciascun elemento la forma generale con la quale verrà posto in opera; considerata la compattezza dei calcari di Lomaso, il lavoro sarà stato compiuto con uno strumento a punta, quindi una subbia (BESSAC 1986, pp. 108-115) e un piccone da scalpellino (*Id.* 1986, pp. 14-24; *Id.* 2004, p. 25). Relativamente alle pietre calcari arenacee e conchigliacee, Pegoretti calcola un uguale tempo di 10,5 ore di lavoro giornaliero

¹¹ Si presentano solo i risultati dei calcoli; le procedure di dettaglio verranno illustrate nell'edizione completa degli studi compiuti sulla Pieve di San Lorenzo a Lomaso, in corso di preparazione.

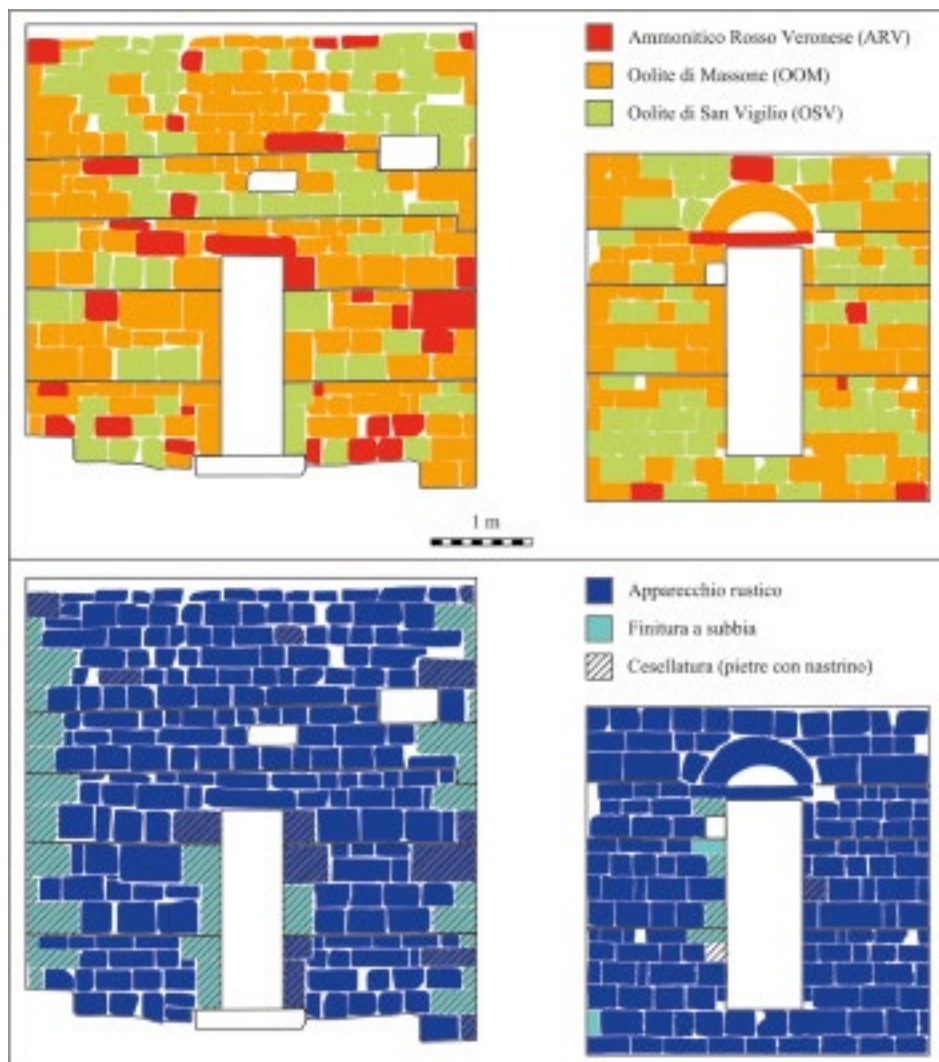


fig. 10 – Esempificazione della campionatura dei litotipi (in alto) e delle lavorazioni della pietra (in basso) sulla parete nord-ovest del battistero: paramento esterno (a sinistra) e interno (a destra). Sono evidenziati i limiti delle bancate.

per ogni metro superficiale di faccia esterna (PEGORETTI 1843, pp. 172, 174 analisi 92)¹².

2) *apparecchio rustico*: i lati dei blocchi già sgrossati vengono spianati con l'ausilio di sabbie o scalpelli. L'operazione deve essere stata effettuata sulla fronte dei blocchi e sui lati adiacenti tranne quello posteriore, poiché verso l'interno del muro le pietre aderivano solamente al nucleo e dunque non necessitavano di altra lavorazione rispetto alla prima sbazzatura. Si possono perciò applicare i valori che il Pegoretti fornisce per il *taglio scantonato*, eseguito su due o più facce dello stesso blocco senza che «il masso abbia da essere collocato in opera a contatto con altri pezzi» (PEGORETTI 1843, p. 334). Quella descritta nel manuale è la caratteristica dell'opera quadrata romanica usata a Lomaso, nella quale i blocchi non sono perfettamente aderenti fra

loro, poiché le eventuali imperfezioni sono corrette grazie ai giunti di malta.

3) *cesellatura*: definizione degli spigoli tramite il "nastrino", realizzato con lo scalpello piatto (BESSAC 1986, pp. 121-137; ID. 2004, pp. 25-26 e fig. 33). Nel battistero questa operazione è stata portata a termine specialmente nelle pietre che formano spigoli e stipiti, le quali dovevano combaciare meglio fra loro o avere un aspetto più regolare degli altri blocchi.

4) *martellatura* o *gradinatura*: suddivisa da Pegoretti in tre fasi realizzate con strumenti a dentatura sempre più fine. A Lomaso una lavorazione di rifinitura si trova solamente su alcuni elementi caratterizzati da picchiettatura fine delle superfici molto probabilmente realizzata con un'altra sabbia. Non trovando altri possibili riscontri fra le lavorazioni elencate da Pegoretti, sono stati applicati i valori forniti per la prima fase della *martellatura*.

I tempi delle singole lavorazioni sono forniti dal Pegoretti in ore, ma si possono tradurre anche in giorni/uomo di lavoro, ipotizzando previamente la durata della giornata lavorativa. Si possono ammettere 10 ore di lavoro diurno, anche se nell'edilizia la durata massima della giornata è stabilita in 12 ore (PEGORETTI 1843, p. 2; DELAINE 2001, p. 233; RUSSELL, BARKER 2012, p. 85), valore che

¹² Per calcolare i tempi della *sbazzatura grossolana* si è proceduto, come in DELAINE 2001 (v. nota precedente), attenendoci ai valori forniti nell'analisi 92 del manuale di Pegoretti. Tuttavia segnaliamo che all'inizio della tabella non i primi lavori riguardano nuovamente la sbazzatura e sgrossatura, in particolare lo «scalpellamento di un metro cubico di roccia» effettuato da un tagliapietre. I valori, in questo caso non sono più al metro superficiale bensì cubico e risultano meno facilmente applicabili, soprattutto perché non è chiaro se essi si riferiscano al prodotto finale (manodopera necessaria all'ottenimento di un mc di roccia) ovvero alla quantità di materiale da rimuovere (ossia i tempi per produrre un mc di materiale di scarto). A questo proposito si veda anche BARKER, RUSSELL 2012, p. 87 ove, tuttavia, si trova una differente interpretazione delle fasi.

Sequenza delle lavorazioni	Riferimento in PEGORETTI 1843	Tempi in ore per m ²		Tempi in gg/uomo per m ²	
		Pietre arenacee	Pietre conchigliifere	Pietre arenacee	Pietre conchigliifere
Sbozzatura grossolana	p. 174	10,50	10,50	0,9	0,9
Apparecchio rustico (taglio scantonato)	Tabella nona, n. 6b	7,00	8,50	0,6	0,7
Cesellatura	Tabella nona, n. 9	14,50	18,00	1,2	1,5
Finitura a sabbia	Tabella nona, n. 14a	9,67	9,00	0,8	0,75

tab. 2 – Tempi in ore e giorni uomo (gg/uomo) per ciascuna delle lavorazioni applicate ai blocchetti del battistero di San Lorenzo a Lomaso.

Litotipo	Gruppo dimensionale	Sgrossatura	Apparecchio rustico (taglio scantonato)	Cesellatura	Finitura a sabbia	Totale gg/uomo	
ARV	<500 cm ²	14,66	9,27	0,51	-	24,44	89,08
	500-1000 cm ²	24,54	14,93	1,08	-	40,55	
	>1000 cm ²	14,1	8,027	1,96	-	24,09	
OOM	<500 cm ²	74,58	40,43	1,99	1,63	118,63	423,51
	500-1000 cm ²	126,73	66,51	4,71	2,83	200,78	
	>1000 cm ²	61,5	30,35	7,78	4,47	104,1	
OSV	<500 cm ²	62,67	34,04	0,39	0,09	97,19	336,09
	500-1000 cm ²	128,98	67,87	1,11	0,19	198,15	
	>1000 cm ²	25,93	12,92	1,67	0,23	40,75	
Totale		533,14	284,18	21,2	9,44	848,68	

tab. 3 – Tempi di lavorazione in giorni/uomo dei blocchetti del battistero di San Lorenzo a Lomaso.

abbiamo assunto al fine di ottenere una stima dei tempi minimi di esecuzione dell'opera. I valori applicati alle diverse lavorazioni sono riassunti nella *tab. 2*.

In sintesi, nell'opera quadrata del battistero di Lomaso a ciascuna faccia dei blocchi è stato applicato un diverso grado di lavorazione, allo scopo di risparmiare sui tempi e i costi della manodopera, consentendo al contempo di disporre gli elementi più finemente lavorati nelle porzioni significative – dal punto di vista strutturale e simbolico – dell'edificio, ossia intorno alle aperture, negli spigoli e in corrispondenza della facciata. Tutte le facce del blocco sono state sottoposte alla prima sbozzatura; il lato posteriore non è stato ulteriormente ritoccato, mentre si è proceduto con il taglio scantonato delle altre facce, che dovevano essere poste a squadro anche se non in maniera perfetta. Solo la fronte degli elementi più rappresentativi poteva poi essere rifinita con la cesellatura e con l'ulteriore finitura a sabbia.

Per procedere con le quantificazioni è stato ipotizzato il volume dei blocchi e perciò l'area di tutte le loro facce. Anche in questo caso si è proceduto operando delle semplifi-

cazioni: a) la faccia posteriore e quelle laterali sono considerate piane, non potendo quantificare le eventuali irregolarità o riduzioni in spessore; b) è stata ammessa una profondità uniforme dei blocchi pari a 15 cm, derivata dalla media delle misurazioni di alcuni elementi, ove era visibile una faccia laterale; c) la variabilità del volume dei blocchi è stata ridotta a soli tre gruppi dimensionali per ciascun litotipo: superfici fino a 500 cm² (blocchetti di ca. 30-20×15-10 cm); tra 500 e 1000 cm² (blocchetti di ca. 35-30×25-20 cm oppure di ca. 60×15 cm a seconda della forma); superiori a 1000 cm² (ca. 60-40×35-20 cm a seconda della forma).

Stabiliti i gruppi dimensionali e con essi le superfici da lavorare, si può ricavare la quantità di manodopera necessaria a completare l'intero processo di lavorazione della pietra. Considerando che intervenivano solo maestranze specializzate, il tempo necessario alla realizzazione della porzione conservata del battistero è di 848,68 giorni/uomo (*tab. 3*).

A partire da questi risultati si può anche stimare la differenza nella manodopera per la lavorazione dei blocchetti a seconda delle loro dimensioni. Lavorare un blocchetto di piccole dimensioni equivaleva a un risparmio di tempo del 47% rispetto a uno di medie dimensioni e al 67% rispetto ai blocchi più grandi. È chiaro pertanto che, con l'aumentare delle dimensioni, crescono esponenzialmente anche i tempi di lavorazione – dato che può dare concretezza alle ragioni per cui le dimensioni dei blocchetti diminuiscono nella porzione posteriore esterna del battistero.

Indipendentemente dal litotipo, per le murature del battistero possiamo assumere una proporzione media di 6,8 giorni/uomo al metro quadro. Considerando che l'area dove mancano i blocchetti originari si estende per 82,75 m², per realizzarla ci sono voluti 562,7 gg/uomo. Ne consegue che la manodopera relativa alle lavorazioni dell'intero battistero è di 1411,38 gg/uomo, ai quali si aggiungono 352,85 giorni/uomo di un manovale non specializzato che lavora ¼ del tempo dello scalpellino (1 manovale poteva assistere fino a 4-5 scalpellini: PEGORETTI 1843, p. 237).

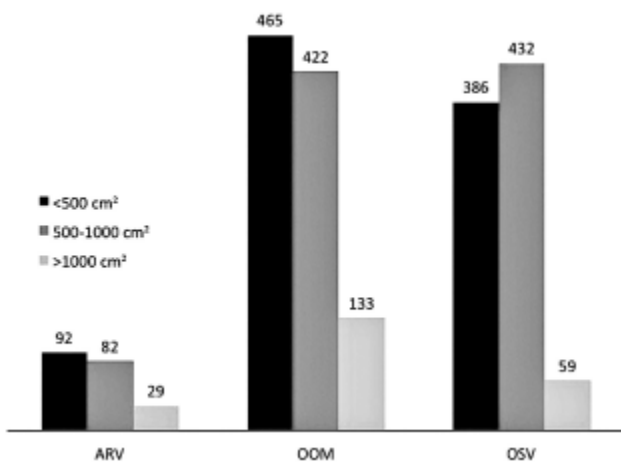


grafico 1 – Istogramma delle quantità di blocchetti (indicate in cima alle colonne) suddivisi per litotipo e per gruppi dimensionali.

Non sappiamo quale fosse la possibile composizione della squadra di scalpellini che lavorarono al battistero di Lomaso, ma ad esempio 5 operai specializzati assistiti da un manovale avrebbero potuto completare il lavoro in 283 giorni, quindi circa 9 mesi e mezzo.

3.5 Costruzione

Riguardo alla costruzione delle murature in pietra, ci si può avvalere della formula predisposta da Janet DeLaine (DELAINE 2001, p. 258) per quantificare il montaggio del muro in giorni/uomo per tonnellata di materiale:

$$0,02 + 0,033d + 0,02h + 0,01$$

(d = distanza fino al muro; h = altezza a cui devono essere sollevati i materiali).

Nei calcoli si è inoltre considerato: a) una distanza di 2 m dal muro, immaginando che i materiali potessero essere lavorati a piè d'opera; b) un'altezza pari a quella massima di ciascuna bancata; c) il peso medio dei materiali suddivisi per litotipo e numero di blocchetti.

Considerate queste premesse, la manodopera necessaria alla costruzione della porzione conservata del battistero corrisponde a 456,38 giorni uomo. Sulla base di una proporzione fra l'area conservata dei paramenti e quella dove mancano i blocchi, possiamo ipotizzare che per realizzare quest'ultima siano stati necessari altri 254,62 gg/uomo per un totale di 711 gg/uomo.

Inoltre, secondo quanto suggerito dalle analisi della DeLaine e dal manuale di Pegoretti, nella costruzione intervenivano sia gli scalpellini sia alcuni manovali che li aiutavano nello spostamento dei blocchi e nella posa in opera. Il tempo di costruzione va pertanto moltiplicato per quante sono le maestranze presenti sul cantiere; seguendo le indicazioni di Pegoretti (1844, p. 153) ipotizziamo un minimo di 2 tagliapietre (1422 gg/uomo) e 3 manovali (2133 gg/uomo).

3.6 Risultati della quantificazione

I risultati delle analisi compiute sulla costruzione del battistero di San Lorenzo a Lomaso hanno portato a stimare i seguenti tempi e quantità di manodopera:

- 1) lavorazione dei materiali: 1411,38 gg/uomo di uno scalpellino + 352,85 gg/uomo di un manovale;
- 2) costruzione: 1422 gg/uomo di uno scalpellino + 2133 gg/uomo di un manovale;
- 3) totale: 2833,38 gg/uomo di uno scalpellino + 2485,85 gg/uomo di un manovale.

Ammettiamo ora che una squadra di 5 scalpellini, di pari entità a quella ipoteticamente intervenuta nella lavorazione delle pietre (v. *supra*), si sia occupata della costruzione con l'aiuto di 7 manovali. Ai 282,3 giorni necessari alla lavorazione bisognerebbe aggiungere altri 284,4 giorni di costruzione (che includono il lavoro dei manovali).

Per minimizzare i tempi si può supporre che la squadra che si occupava delle lavorazioni fosse distinta da quella che costruiva il battistero per un totale di 10 scalpellini e 8 manovali. Prima dell'avvio dei lavori di costruzione devono essere state preparate le pietre per la prima bancata, che 5 scalpellini avrebbero potuto lavorare in 74,5 giorni; poi,

immaginando che le lavorazioni avvenissero a piè d'opera e che procedessero di pari passo con la costruzione, si aggiungono i 284,4 giorni per la posa in opera, dunque in totale 358,9 gg/uomo. Se invece si immagina che sia intervenuta una sola squadra di 5 scalpellini con 7 manovali i tempi totali della costruzione crescono a 566,7 gg/uomo.

Queste stime non includono i tempi di cavatura e trasporto dei materiali né quelli per la confezione del nucleo (malta e pietrame) e le opere provvisorie (come le impalcature). Non conosciamo nemmeno la durata annua della stagione lavorativa, comunque inferiore a 365 giorni, e dunque possiamo solamente ipotizzare che il tempo minimo di costruzione è grosso modo di 1,5 anni per un massimo di 3 anni a seconda del numero di maestranze intervenute. Per il momento, questi dati hanno significato solo relativamente al caso considerato e andrebbero avvalorati tramite il confronto con altre realtà per le quali la documentazione scritta offre elementi per valutare, ad esempio, l'entità delle squadre di lavoratori, il numero di ore giornaliere di lavoro e di giorni lavorativi annui.

S.C.

Bibliografia

- AGOSTINI B., 1977, *Appunti per la storia dell'antica pieve di Lomaso*, Trento.
- ASTn, APV, Sez. Lat. = IPPOLITI G., ZATELLI A.M., 2001, *Archivi Principatus Tridentini Regesta. Sectio Latina (1027-1777)*, a cura di F. Ghetta, R. Stenico, Trento.
- BARKER S., RUSSELL B., 2012, *Labour figures for Roman stone-working. Pitfalls and potential*, in S. CAMPOREALE, H. DESSALES, A. PIZZO (eds.), *Arqueología de la construcción III. La economía de las obras* (Paris, 10-11 de Diciembre de 2009), Madrid-Mérida, pp. 83-94.
- BESSAC J.-CL., 1986, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris.
- BESSAC J.-CL., 2004, *L'archéologie de la pierre de taille*, in *La construction. Les matériaux durs: pierre et terre cuite*, Paris, pp. 7-49.
- BESSAC J.-CL., 2005, *Anthropologie de la construction: de la trace d'outil au chantier*, in I. PARRON-KONTIS, N. REVEYRON (dir.), *L'archéologie du bâti: pour une harmonisation des méthodes*, Actes de la table ronde (Musée de Saint-Romain-en-Gal, 9-10 novembre 2001), Paris, pp. 53-61.
- BROGIOLO G.P., 2004, *Progetti di ricerca territoriale Garda orientale-Giudicarie*, in M. DE VOS (a cura di), *Archeologia e territorio. Metodi, materiali, prospettive. Medjerda e Adige: due territori a confronto*, Trento, pp. 505-510.
- BROGIOLO G.P., CAVADA E., COLECCHIA A., 2004, *L'aerofotointerpretazione come strumento di lettura del paesaggio antico: possibilità applicative in area alpina. L'esperienza nelle Giudicarie*, in M. DE VOS (a cura di), *Archeologia e territorio. Metodi, materiali, prospettive. Medjerda e Adige: due territori a confronto*, Trento, pp. 511-546.
- BROGIOLO G.P., POSSENTI E., 2015, *Il progetto "Ambiente e Paesaggi dei Siti di Altura Trentini"*, in M. DALLEMULE (a cura di), *Monumenti. Conoscenza, restauro, valorizzazione 2009-2013*, Trento, pp. 135-139.
- Castra, castelli e domus murate 2013 = POSSENTI E., GENTILINI G., LANDI W., CUNACCIA M. (a cura di), *Apsat 4-5. Castra, castelli e domus murate. Corpus dei siti fortificati trentini tra tardo antico e basso medioevo. Schede 1-2*, Mantova.
- CAVADA E., 2015, *Monte san Martino/Lomaso (Trentino occidentale). Scavi 2004-2014*, in P. ARTHUR, M.L. IMPERIALE (a cura di), *VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Lecce 2015), Vol. 1, Firenze, pp. 155-160.
- CAVADA E., BELLOSI G., 2014, *Chiesa di San Silvestro nel Lomaso (Trentino occidentale). Indagini archeologiche 2012*, «AdA. Archeologia delle Alpi», I, pp. 109-119.
- CAVADA E., GENTILINI G., 2007 *Archeologia e morfologia delle fortificazioni medievali alpine: castel Restor (Trentino occidentale)*.

- Un'esperienza in corso, in Il restauro dei castelli: analisi e interventi sulle architetture fortificate. Conoscere per restaurare*, Atti dei seminari in Archeologia dell'Architettura 4, Trento, pp. 15-28.
- CAVADA E., ZAGERMANN M., 2015, *Progetto SMA LL. Monte san Martino/ Lomaso (Trentino occidentale). Scavi 2004-2015*, «AdA. Archeologia delle Alpi», II, pp. 130-145.
- CECCHIELLI C., 1928, *Reliquie trentine dell'età barbarica*, «Studi Trentini di Scienze Storiche», IX, pp. 193-210.
- Chiese trentine 2013* = BROGIOLO G.P., CAVADA E., IBSEN M., PISU N., RAPANÀ M. (a cura di), *Apsat 11-12. Chiese trentine dalle origini al 1250. Volume 1-2*, Mantova.
- CHINI E., 1995, *Giuseppe Gerola (1877-1938)*, in *Giuseppe Gerola I*, pp. XIII-XXII.
- COLECCHIA A. 2013, *Vigo Lomaso, San Lorenzo*, in *Chiese trentine 2013*, 2, pp. 187-190.
- COLECCHIA A., POSTINGER C.A., 2013, *Castel Stenico*, in *Castra, castelli e domus murate 2013*, 1, pp. 363-370.
- CRISTOFORETTI G., 1989, *La visita pastorale del cardinale Bernardo Clesio alla diocesi di Trento 1537-1538*, Bologna.
- CUNACCIA M., 2012, *Primi elementi per la storia dei modi d'intervento di restauro in Trentino attraverso l'attività degli organi di tutela*, in M. CUNACCIA, M. DALLEMULE, C. BETTI (a cura di), *Monumenti. Conoscenza, restauro, valorizzazione 2003-2008*, Trento, pp. 147-166.
- CURZEL E., 1999, *Le pievi trentine. Trasformazioni e continuità nell'organizzazione territoriale della cura d'anime dalle origini al XIII secolo*, Bologna.
- CURZEL E., 2001, *I canonici e il Capitolo della cattedrale di Trento dal XII al XV secolo*, Bologna.
- DELAINE J., 1997, *The Baths of Caracalla. A study in the design, construction, and economics of large-scale building projects in imperial Rome*, Portsmouth, RI.
- DELAINE J., 2001, *Bricks and mortar. Exploring the economics of building techniques at Rome and Ostia*, in D.J. MATTINGLY, J. SALMON (a cura di), *Economics beyond agriculture in the classical world*, London-New York, pp. 230-268.
- DELLANTONIO G., 2004a, *Spazi della liturgia e della carità nel tardo medioevo*, in A. CASTAGNETTI, G.M. VARANINI (a cura di), *Storia del Trentino. III. L'età medievale*, Bologna, pp. 611-626.
- DELLANTONIO G., 2004b, *Governare terre e uomini. Edifici pubblici nel tardo medioevo*, in A. CASTAGNETTI, G.M. VARANINI (a cura di), *Storia del Trentino. III. L'età medievale*, Bologna, pp. 517-536.
- GEROLA G., 1927, *Alcune osservazioni sul restauro di completamento*, «Atti del Regio Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti», LXXXVI, pp. 1319-1337 (ried. in *Giuseppe Gerola II*, pp. 775-787).
- Giuseppe Gerola I-III* = CHINI E. (a cura di), 1995-1997, *Scritti di Giuseppe Gerola. Trentino-Alto Adige*, «Studi Trentini di Scienze Storiche», Sez. II, LXVII-LXVIII, 1988-1989, Trento.
- GNESOTTI C., 1786, *Memorie per servire alla storia delle Giudicarie disposte secondo l'ordine dei tempi*, Trento (rist. anastatica Trento 1973).
- GREGORI D., 1925, *Memorie storiche sulla Chiesa decanale di Lomaso*, Trento.
- Le pitture murali 1996* = FOGLIARDI G. (a cura di), *Le pitture murali della cappella di S. Martino nel castello di Stenico*, Trento.
- Medioevo Fantastico 2016* = CHAVARRÍA A., ZUCCONI G. (a cura di), *Medioevo fantastico. L'invenzione di uno stile nell'architettura tra fine '800 e inizio '900*, Firenze («Archeologia dell'Architettura», XXI, pp. 11-163).
- MLET = Monumenta Liturgica Ecclesiae Tridentinae saeculo XIII antiquiora. I. Testimonia chronographica ex codicibus liturgicis*, a cura di I. Rogger, Trento 1983.
- ORSI P., 1883, *Monumenti cristiani anteriori al Mille*, «Archivio Storico per Trieste, l'Istria e il Trentino», II, pp. 129-148.
- PEGORETTI G., 1843-44, *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti*, vol. 1-2, Milano.
- PERONI A., 2012, *Federico Vanga e l'architettura*, in M. COLLARETA, D. PRIMERANO (a cura di), *Un vescovo, la sua cattedrale, il suo tesoro. La committenza artistica di Federico Vanga (1207-1218)*, Trento, pp. 55-73.
- Pietre e memoria 2005* = CAVADA E. (a cura di), *Pietre e memoria. Archeologia, architettura, storia e arte di una chiesa medievale alpina*, Trento.
- PRIMERANO D., SCARROCCHIA S. (a cura di), 2008, *Il Duomo di Trento tra tutela a restauro. 1858-2008*, Trento.
- RAPANÀ M., 2010, *Viabilità premoderna e strutture di assistenza stradale nel Trentino occidentale*, «Studi Trentini di Scienze Storiche», Sez. I, LXXXIX, pp. 295-321.
- RUSSELL B., 2013, *The economics of the Roman stone trade*, Oxford.
- S. Vigilio a Molveno 1996* = CAVADA E. (a cura di), *S. Vigilio a Molveno: una chiesa ritrovata*, Trento.
- SCARROCCHIA S. (a cura di), 1995, *Alois Riegl: teoria e prassi della conservazione dei monumenti. Antologia di scritti, discorsi, rapporti 1898-1905, con una scelta di saggi critici*, Bologna.
- Tecniche murarie e cantieri 2012* = BROGIOLO G.P., GENTILINI G. (a cura di), *Tecniche murarie e cantieri del romanico nell'Italia settentrionale*, Firenze («Archeologia dell'Architettura», XVII, pp. 9-123).

Summary

A quantitative and systemic approach to the study of medieval buildings and construction processes: the Lomaso pieve (south-western Trentino).

The church and baptistry of the parish church (pieve) of San Lorenzo at Lomaso (Trento, Italy) was the subject of research which sprang from collaboration between specialists at different institutions (mainly the Soprintendenza for Trento, and the Universities of Padova and Trento). The paper presents the initial results of this work, starting with information about the pieve complex (first mentioned in 1281) from archival sources and previous archaeological documentation. Adopting a systemic approach, it goes on to present the results of the stratigraphic analysis of the walls, with a reading of the building phases, and the types of stone and the building techniques used in the construction of the original Romanesque phase of the complex, visible in the façade and in the baptistry. Finally the analysis is supplemented with quantitative data relative to the duration of the actual construction, and the manpower necessary for building the stone masonry of the baptistry. Starting from a count of the blocks still in their original position, an attempt is made to apply the construction labour estimates of Giovanni Pegoretti (1843) – following an approach begun by Janet DeLaine – to the Romanesque stone-building techniques involving elements of non-standardized size. The results are also based on the construction sequence of the baptistry, and on the identification of the horizontal breaks in the actual build (the so-called “work-day” intervals). *Keywords*: medieval architecture, stone construction techniques, stone typology, construction time, manpower figures.

Riassunto

La chiesa e il battistero della pieve di San Lorenzo a Lomaso (Trento, Italia) sono stati oggetto di attività di studio e ricerca nate dalla collaborazione fra specialisti di diverse istituzioni (principalmente la Soprintendenza per i beni culturali della Provincia autonoma di Trento e le Università di Padova e di Trento). Nel contributo sono esposti i primi risultati di questo lavoro, a partire dalle notizie riguardanti il complesso pievano (citato dal 1281) che si possono ricavare da fonti di archivio e documentazione archeologica pregressa. Secondo un approccio sistemico, si presentano successivamente i risultati dell'analisi stratigrafica delle murature con la scansione delle fasi edilizie, i materiali lapidei e le tecniche impiegate nella costruzione della fase originaria romanica del complesso, leggibile nella facciata della chiesa e nell'edificio del battistero. L'analisi viene infine integrata con i dati quantitativi relativi ai tempi di costruzione e alla manodopera necessari alla realizzazione delle murature lapidee del battistero. A partire dal conteggio dei blocchetti ancora in opera, si è compiuto un tentativo di applicazione delle stime dei lavori edili di Giovanni Pegoretti (1843) – secondo un approccio inaugurato da Janet DeLaine – alle tecniche lapidee romaniche con elementi di dimensioni non standardizzate. I risultati si basano anche sulla sequenza costruttiva del battistero e sull'identificazione dei giunti orizzontali di cantiere (le cosiddette “giornate lavorative”). *Parole chiave*: Architettura medievale, tecniche edilizie lapidee, litotipi, quantificazioni, tempi di costruzione, quantità di manodopera.



€ 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.