

L'abbazia di Sant'Andrea di Vercelli: analisi del costruito della chiesa

The abbey of Sant'Andrea in Vercelli: architectural study of the church

ILARIA PAPA

Abstract

La ricerca intende contribuire alla conoscenza delle tecnologie costruttive, dell'impiego dei materiali e dello svolgimento del cantiere della chiesa di Sant'Andrea di Vercelli, uno dei complessi più rilevanti nel panorama dell'architettura del Duecento. Le indagini termografiche all'infrarosso, lo studio delle murature e l'analisi stratigrafica dell'elevato effettuate in parti della fabbrica hanno restituito una cospicua quantità di nuovi dati, la cui interpretazione ha consentito di individuare le fasi dei cantieri storici medievali e di età moderna, contribuendo alla ricostruzione delle trasformazioni della chiesa.

The presented research comes from the need to provide a contribution to the knowledge of the technologies of construction, of the use of materials and of the development of the work site of the church of Sant'Andrea in Vercelli, one of the most important complexes in the panorama of 13th century architecture. The infrared thermographic surveys, the study of the masonry and the stratigraphic analysis applied in part of the built, have returned a conspicuous amount of new data, whose interpretation made it possible to identify the phases of the medieval and modern historical work sites and to reconstruct the transformations of the church.

Ilaria Papa, laureata magistrale in Architettura per il Restauro e la Valorizzazione del Patrimonio, borsista di ricerca presso il Politecnico di Torino, DIST.

arch.papa.ilaria@gmail.com

Introduzione

Sant'Andrea di Vercelli costituisce uno dei complessi più rilevanti nel panorama dell'architettura del Duecento; cantiere di profonda innovazione e contaminazione ha attratto nel corso della storia studi volti a indagarne i diversi aspetti storici, culturali e artistici. Nel 2019 il convegno internazionale *Sant'Andrea di Vercelli e il gotico europeo all'inizio del Duecento*¹, organizzato per la celebrazione degli ottocento anni di fondazione del complesso (1219-2019), è stato un'importante occasione di confronto, in cui i contributi a carattere interdisciplinare hanno messo in luce gli esiti delle più aggiornate ricerche sul complesso abbaziale. Il gruppo di ricerca *Medieval Heritage Platform* del Politecnico di Torino-DIST ha contribuito con una sintesi degli studi in corso incentrati sulla storia dell'architettura, sui modelli geometrici e sulle tecniche costruttive, sull'analisi dei materiali, sulla storia del restauro, sulle indagini diagnostiche e sul rilievo laser scanner della chiesa². In questo contesto si inserisce il presente contributo, esito di una ricerca appena conclusa sull'analisi del costruito dell'edificio³, rivolta a individuare e interpretare nuovi dati qualitativi e quantitativi sui materiali e sul cantiere storico utili a implementare il quadro di conoscenza. Il lavoro ha consentito di elaborare alcune ipotesi in merito alla produzione dei materiali e alle tecniche di costruzione, per contribuire alla

ricostruzione delle fasi del primo cantiere duecentesco della chiesa di Sant'Andrea. I risultati della ricerca, che qui si presentano sinteticamente, sono esito dell'applicazione di tecniche d'indagine non distruttive al costruito storico, quali la termografia all'infrarosso per i sistemi voltati all'interno della chiesa e l'analisi delle murature con l'elaborazione di curve mensiocronologiche dei laterizi eseguite lungo le pareti perimetrali esterne.

1. Indagini termografiche all'infrarosso

Le indagini termografiche all'infrarosso sono state condotte dal Laboratorio di diagnostica non distruttiva del Politecnico di Torino⁴ al fine di definire l'apparecchiatura muraria dei sistemi voltati, insondabile attraverso il visibile per via della presenza degli intonaci dipinti e dell'impossibilità di accedere ai sottotetti (Figura 1). Le indagini si sono articolate in due campagne, programmate al termine del periodo invernale e nel periodo primaverile in funzione delle modalità operative stabilite, al fine di ottenere almeno due campioni di controllo dei risultati emersi. In fase di progettazione delle campagne si è infatti stabilito di eseguire le indagini in condizioni ambientali naturali, sfruttando il differenziale naturale di temperatura tra l'interno e l'esterno della chiesa nelle ore del mattino, precedenti il raggiungimento delle condizioni di equilibrio termico⁵.

Dall'analisi dei termogrammi acquisiti emerge che la tessitura muraria delle volte a crociera, presenti in tutte le campate, è costituita da laterizi posati prevalentemente di taglio disposti in modo parallelo all'andamento delle vele, e in corsi concentrici nella cupola ad ombrello, all'incrocio dei bracci del transetto. Nella volta della campata della navata maggiore adiacente alla crociera, pur confermandosi la prevalenza di laterizi disposti in corsi paralleli alle vele, si leggono mattoni posati a spina di pesce nelle vele nord, sud e ovest (Figura 2, m) e numerosi laterizi ferrioli⁶ posati anche di testa (Figura 2, n).

La comparazione degli oltre 300 termogrammi evidenzia, tuttavia, che il segnale all'infrarosso corrispondente alle volte lungo la navata maggiore è meno chiaro, in alcuni casi addirittura non leggibile, rispetto a quello delle volte dei bracci del transetto e, soprattutto, delle campate dell'altare e del coro, in cui la tessitura dei laterizi si individua nitidamente (Figura 3).

Le acquisizioni termografiche permettono di distinguere in tutte le volte porzioni di muratura a elevata inerzia termica corrispondenti alle reni, che assumono dimensioni maggiori nella vela ovest della volta della campata verso la controfacciata (Figura 4, a₁), e nella volta della campata verso il tiburio (Figura 4, a₂). Documentano inoltre la presenza di un concio in chiave lapideo, nelle vele nord e sud delle volte della navata maggiore e nella porzione sommitale delle pareti ad arco, realizzato con una pietra a comportamento termico differente da quelle dell'intorno (più freddo) (Figura 5, b). Un segnale analogo si legge, in alcuni casi, anche nel primo

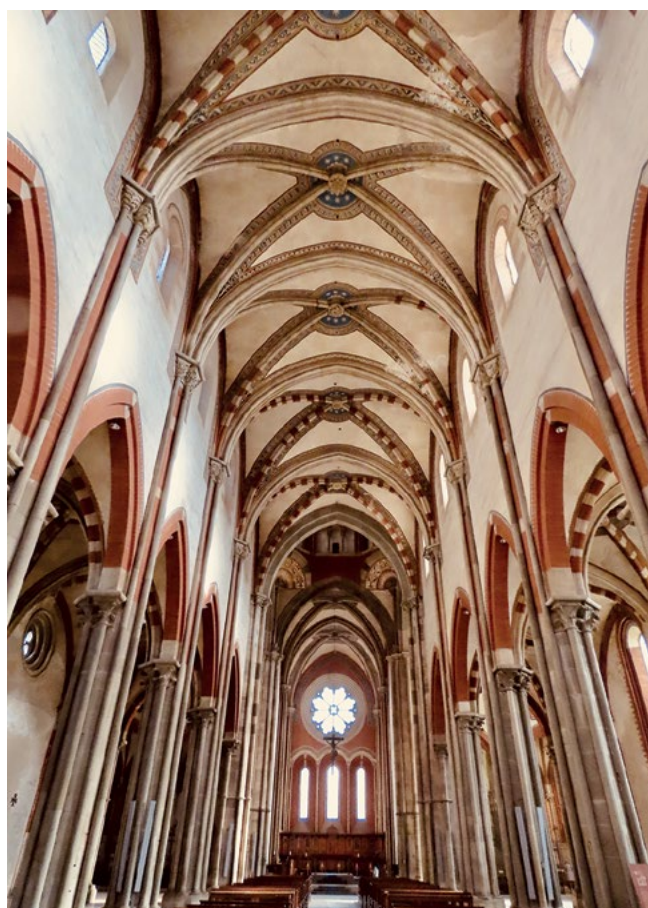


Figura 1. Interno della chiesa di Sant'Andrea, navata maggiore.

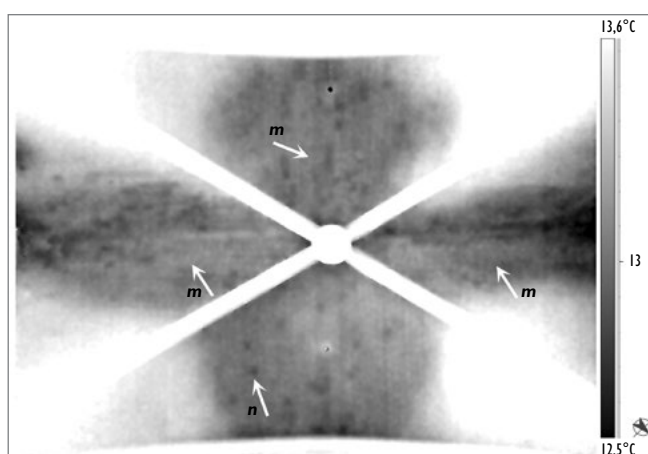


Figura 2. Tessitura a spina di pesce dei laterizi (m) e laterizi ferrioli (n), IR, lente 28°, grey scale.

concio in pietra all'imposta dell'arco di parete (Figura 5, c) e in alcune mensole adiacenti al capitello delle semicolonne (Figura 5, d). Si riconoscono altresì conci in pietra con caratteristiche differenti dagli altri tipi impiegati, posizionati al di sotto dei capitelli delle semicolonne nella parete nord di tutte la campate della navata maggiore (Figura 5, e). La termografia all'infrarosso, inoltre, mostra tutti gli elementi costituenti i costoloni delle volte a crociera con il medesimo segnale, compatibile con quello degli archi lapidei e dei pilastri di sostegno, suggerendo che gli elementi possano essere

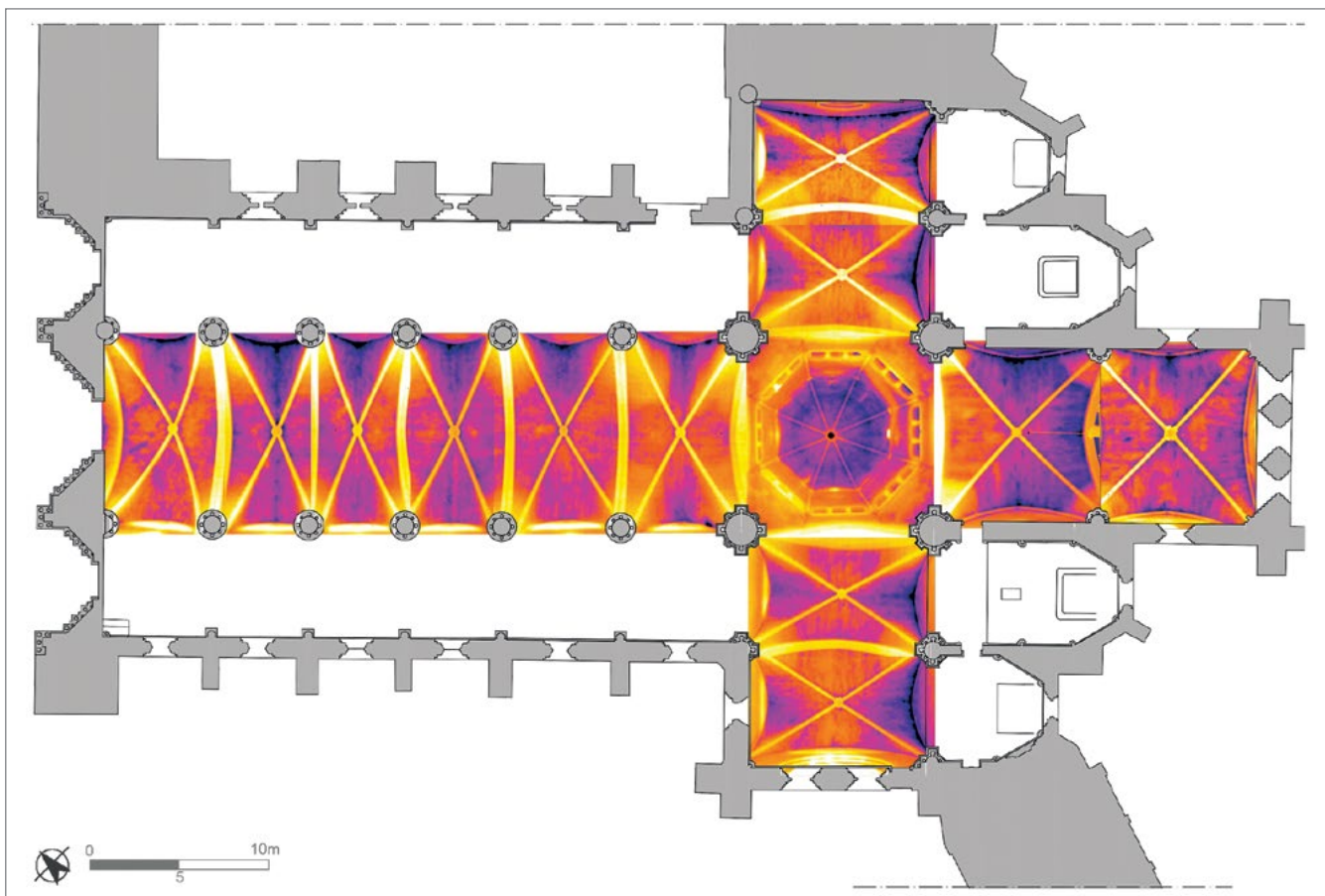


Figura 3. Planimetria riassuntiva, IR, lente 28° e 45°, iron scale.

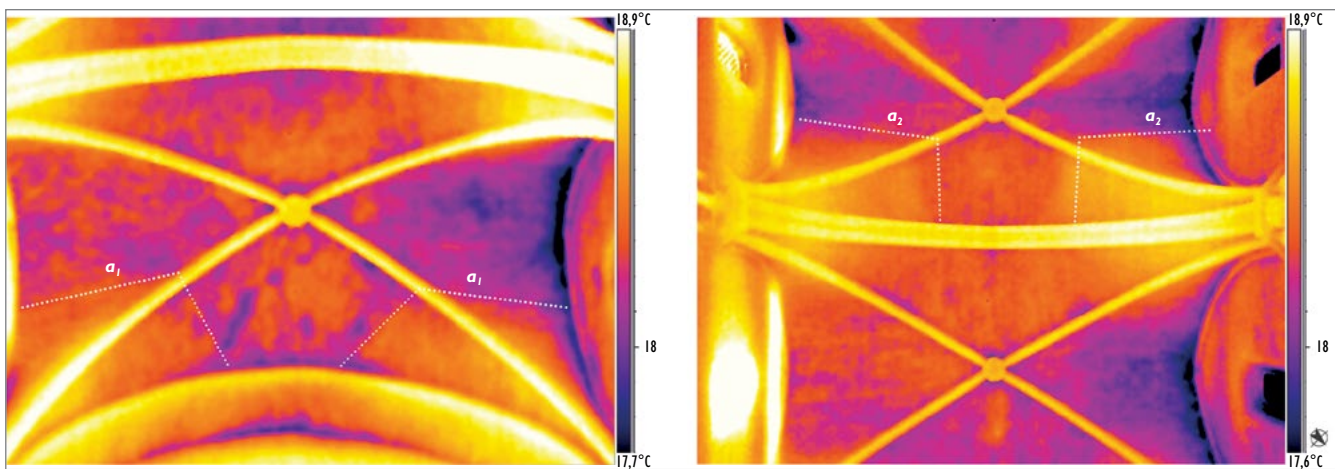


Figura 4. Individuazione delle reni delle volte verso la controfacciata (a_1) e verso la crociera (a_2), IR, lente 45°, iron scale.

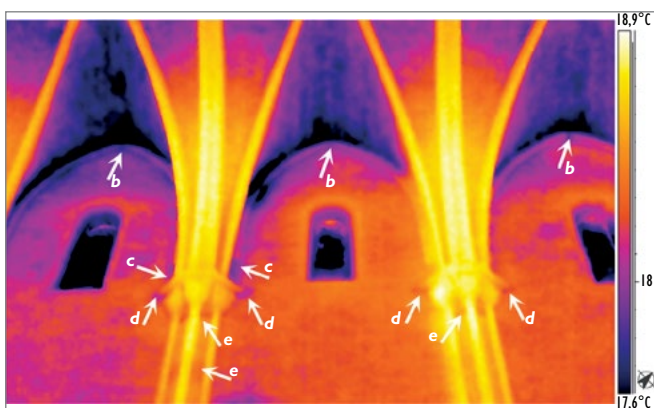


Figura 5. Elementi a comportamento termico differente rispetto al contorno, IR, lente 45°, iron scale.

costituiti da materiali con caratteristiche termiche analoghe. In tal caso la bicromia leggibile all'esterno, che sembra alternare pietra e laterizio, non troverebbe riscontro dall'analisi termografica.

2. Analisi delle murature perimetrali esterne e studio dei laterizi

Lo studio delle murature è proseguito all'esterno della chiesa con l'analisi dei prospetti in laterizi a vista (Figura 6). Gli esiti dei rilievi sono stati raccolti in abachi per i tipi murari, finalizzati alla comprensione delle fasi costruttive attraverso lo studio delle tecniche e dei materiali impiegati. La lettura degli abachi è stata integrata con l'analisi stratigrafica di una porzione della chiesa e lo studio delle fonti documentarie e della bibliografia edita.

Le murature sono state campionate con l'ausilio di un metro quadro a cornice rigida, fino ad un'altezza di circa 260 cm da terra, non potendo disporre di strumenti sufficientemente precisi per effettuare le analisi oltre questa altezza, e prediligendo la possibilità di poter osservare direttamente le superfici in analisi. Il campionamento ha interessato 81 m² di muratura, per un totale di circa 2.400 laterizi. Di ciascun metro quadro è stato realizzato un eidotipo in scala reale,

su cui sono state rappresentate le dimensioni degli elementi, dei giunti di malta verticali e dei punti in cui si registra una variazione di sezione di quelli orizzontali (Figura 7). Al fine di offrire una descrizione sintetica delle caratteristiche delle murature analizzate è stata elaborata una scheda-tura, i cui campi sono stati selezionati a partire dai criteri di catalogazione proposti dalla storiografia specializzata⁷. Muovendo dagli studi portati avanti in questi anni dalla Soprintendenza archeologica⁸, sono stati analizzati i dati del rilievo dimensionale dei campioni attraverso l'elaborazione di grafici che hanno restituito il valor medio dell'altezza dei laterizi, la curva di distribuzione delle lunghezze, la deviazione *standard* rispetto al valor medio di ciascun *range*⁹, e la media della sezione dei giunti di malta orizzontali e verticali. L'analisi delle murature evidenzia che i laterizi impiegati nel corpo longitudinale della chiesa sono costituiti da un impasto omogeneo, realizzato con argilla ad alto contenuto di ferro, che ha conferito una colorazione che vira ai toni del rosso bruno; l'impasto è stato preparato, pressato e cotto al punto da ottenere prodotti dalla superficie poco porosa (Figura 8, f₁). I laterizi che costituiscono le murature del corpo di testa (braccio sud del transetto, cappelle e abside) sono invece realizzati attraverso un impasto d'argilla con poco



Figura 6. Esterno della chiesa di Sant'Andrea.

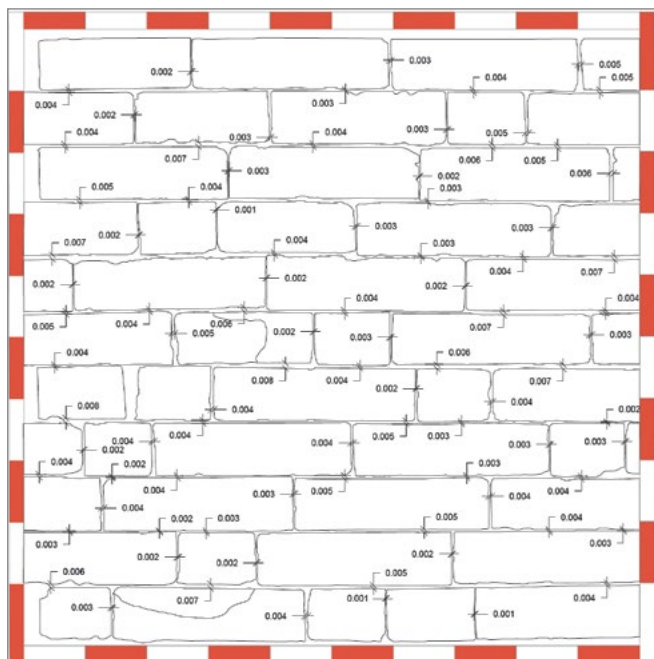


Figura 7. Misurazione sugli eidotipi dei punti con variazione di spessore dei giunti malta.

contenuto ferreo, caratterizzati da una colorazione arancio e da una superficie più porosa (Figura 8, f_2). Entrambe le partite di laterizi presentano graffiature¹⁰ superficiali che si configurano con incisioni inclinate, estese fin quasi al bordo esterno, probabilmente realizzate con uno strumento a percussione diretta del tipo *ascettino*. Nel caso del corpo longitudinale, le graffiature si presentano ben definite e interessano la quasi totalità dei laterizi costituenti la muratura, mentre nel corpo di testa sono meno diffuse, più superficiali e difficili da individuare.

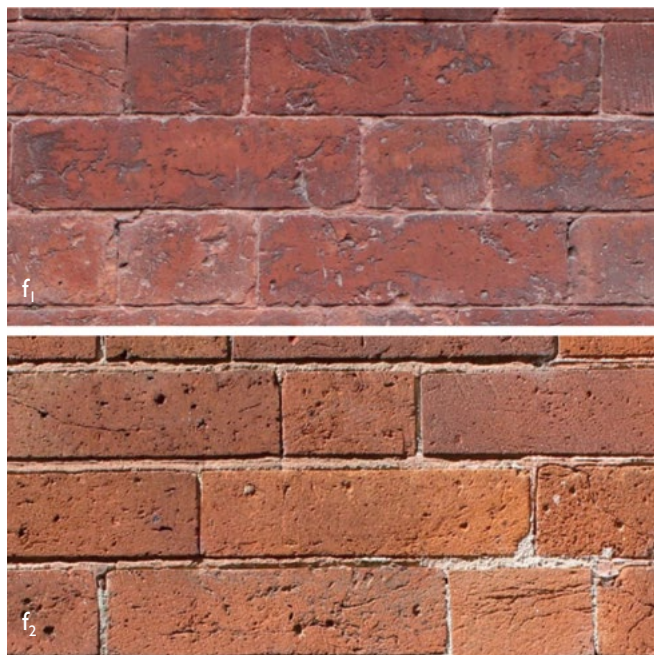


Figura 8. Muratura del corpo longitudinale (f_1) e del corpo di testa della chiesa (f_2).

A livello qualitativo si riscontrano ulteriori differenze dall'osservazione delle malte impiegate e del trattamento dei giunti. In tutti i casi i giunti sono piani, lisciati a filo dei laterizi e costituiti da tre diverse qualità di malta: una di calce aerea, una idraulicizzata di color rosato, e infine una di rifinitura del giunto, bianchissima. Nel corpo longitudinale, rispetto alla zona di testa della chiesa, la malta di calce è più chiara e caratterizzata da una miscela di inerti più fini, e quella di rifinitura dei giunti da uno spessore ridotto e diversa consistenza materica¹¹ (Figura 9).

Il rilievo dimensionale dei laterizi ha consentito di individuare la presenza di mattoni prodotti *ex novo* con dimensioni superiori a quelli in uso nel Vercellese tra XII e XIII secolo¹². Questi laterizi di grandi dimensioni e di nuova produzione presentano lunghezze che raggiungono in alcuni casi i 49 cm, il cui modulo è ascrivibile a quello dei *sesquipedales* romani (pari ad un piede romano, corrispondente a 29,6 cm + 1/2 piede, pari all'incirca a 14,8 cm). A tale modulo, in considerazione delle variazioni dimensionali di alcuni centimetri, si ascrivono laterizi di lato lungo compreso tra i 42 e i 49 cm. Dall'osservazione della distribuzione degli elementi di tali dimensioni all'interno dei campioni, emerge il loro impiego generalmente nei primi due filari sopra al basamento litico, lungo il corpo longitudinale. Nel corpo di testa, invece, sono presenti in numero maggiore e collocati in filari più numerosi. Ad esclusione dell'inserimento di questi elementi, le murature perimetrali sono costituite da laterizi di dimensioni assimilabili a quelle dei *pedales* romani (con lato lungo pari a un piede). Anche in questo caso si nota che nel corpo longitudinale il lato lungo dei laterizi si attesta intorno ai 30 cm (dimensioni minime 29 cm, massime 34 cm), mentre nella muratura delle cappelle laterali



Figura 9. Rifugatura dei giunti malta.

del transetto e nell'abside supera abbondantemente questa misura, con variazioni in positivo fino a 6 cm. Inoltre, lungo il corpo longitudinale, il valor medio della sezione dei giunti orizzontali di malta è compreso tra i 4 e i 7 mm, con valori minimi di 1,83 mm, ed aumenta considerevolmente nella zona absidale, dove raggiunge i 13 mm. Tale variazione si registra anche nei giunti verticali che, fino al contrafforte della cappella minore del braccio sud del transetto, attestano un valor medio del campione compreso tra 2 e 5 mm, mentre nella zona di testa arrivano a misurare 8 mm.

Queste osservazioni non trovano piena corrispondenza lungo il perimetrale longitudinale nord, adiacente al chiostro, oggetto degli interventi di restauro condotti da Paolo Verzone a partire dal 1937¹³. Lungo questo lato della chiesa, infatti, le caratteristiche degli elementi costruttivi sono riscontrabili unicamente nelle murature dei contrafforti, mentre in tutti gli altri casi i campioni evidenziano l'uso diffuso di laterizi di dimensioni ridotte, soprattutto in altezza, che si attesta intorno ai 7 cm, regolarizzati attraverso giunti di malta di circa 1 cm.

Laterizi di tipologia diversa e un diverso trattamento dei giunti di malta contraddistinguono anche le murature della torre campanaria, risalente al principio del XV secolo. In questo caso vengono impiegati elementi di dimensioni medie confrontabili a quelle delle murature perimetrali sud della chiesa (lato lungo di circa 30 cm), ma di diversa qualità. I paramenti murari sono infatti costituiti da laterizi a superficie rugosa e contorno irregolare, e da giunti di spessore superiore al centimetro (compreso tra gli 11 e i 16 mm). Nel basamento è riconoscibile un'ulteriore tipologia di muratura, caratterizzata da laterizi prevalentemente ferrioli di dimensioni estremamente ridotte e malta di tipo cementizio. La diversità dei materiali da costruzione e delle modalità di apparecchiatura muraria portano ad ipotizzare un intervento di rifacimento del paramento murario della porzione basamentale, la cui attribuzione cronologica è incerta, ma da collocarsi in una fase successiva ai restauri noti della prima metà del XIX secolo.

A partire dal 1822, infatti, il complesso abbaziale di Sant'Andrea fu oggetto di un'importante campagna di restauro sotto la direzione generale di Carlo Emanuele Arborio Mella¹⁴, che si occupò dell'interno della chiesa, degli ambienti monastici, e del ripristino dei contrafforti danneggiati durante il XVII secolo¹⁵, collocati nelle due cappelle laterali del braccio nord del transetto. Nell'area esterna, che interessa il fronte nord absidale e le due cappelle con i relativi contrafforti è stato intrapreso uno studio di analisi stratigrafica dell'elevato che, di concerto con il campionamento e lo studio dei tipi murari individuati, ha consentito di circoscrivere l'opera di Mella ad alcuni interventi puntuali.

La muratura di ripristino dei contrafforti e quella di tamponamento di un'apertura posta sul fronte della cappella maggiore sono infatti costituite, in maniera analoga, da laterizi alti in media 7,3 cm e giunti in malta cementizia,

irregolari, rifluenti, di spessore talvolta superiore ai 3 cm. Lo studio delle fonti documentarie e dei rapporti stratigrafici ha inoltre permesso di ipotizzare che l'apertura sia stata realizzata nel corso dei lavori di trasformazione ed ampliamento del complesso promossi dall'abate Gaspare Pettenati intorno al 1520.

3. Interpretazione dei dati acquisiti

Attraverso l'analisi delle murature perimetrali, emerge con grande chiarezza la presenza di due fasi di svolgimento del cantiere duecentesco della chiesa di Sant'Andrea: una che interessò la costruzione del corpo longitudinale e l'altra l'area del transetto, delle cappelle e della zona presbiterale. Quest'ipotesi sembra essere altresì suggerita dalle indagini termografiche dei sistemi voltati, che pur richiedono ulteriori approfondimenti riferiti alla logica d'impiego dei materiali. Indagini aggiuntive sarebbero utili a chiarire, inoltre, la ragione del segnale uniforme che caratterizza i costoloni delle volte a crociera, che potrebbero essere realizzati con l'alternanza di conci in pietra a comportamento termico simile a quello dei laterizi, o essere, viceversa, monomaterici. In questo senso, l'ipotesi di costoloni interamente lapidei sembrerebbe più praticabile, in considerazione del fatto che la pietra è impiegata negli archi di sostegno delle volte, nei costoloni del coro e dell'altare, e nelle chiavi di volta.

In ogni caso, la comparazione dei termogrammi acquisiti consente di ricondurre le differenze riscontrate tra il segnale all'infrarosso corrispondente alle volte del corpo longitudinale e quello del corpo di testa della chiesa a uno sviluppo rispettivamente più e meno esteso della sezione delle strutture di copertura, dovuto a differenti tecnologie costruttive impiegate dalle maestranze attive nel cantiere duecentesco. Allo stato attuale delle indagini, infatti, sembra potersi escludere l'ipotesi che tale comportamento termico derivi dalla presenza di una seconda calotta con funzione di consolidamento posta all'estradosso delle volte della navata maggiore: le condizioni ambientali ($\Delta t = 5^\circ\text{C}$) in cui si sono svolte le campagne di acquisizione termografica avrebbero reso estremamente difficile la lettura delle tessiture murarie in presenza di uno spessore tanto significativo.

L'esistenza di queste due fasi di cantiere nella chiesa di Sant'Andrea trova conferma nei risultati delle analisi condotte sulle murature perimetrali esterne, in cui la qualità e la distribuzione dei valori dimensionali dei laterizi e dei giunti di malta consentono di individuare due aree omogenee, che corrispondono rispettivamente al corpo longitudinale e alla testata dell'edificio. Per via della rapidità dei lavori di realizzazione della fabbrica, che si protrassero per poco più di un decennio dal 1219 al 1230 circa¹⁶, non si esclude la possibilità che le due fasi di cantiere si siano svolte in rapida successione o in contemporaneità, e che quindi la costruzione sia iniziata nello stesso momento sui fronti est ed ovest. L'evidente differenza di spessore e di qualità dei giunti di malta e le caratteristiche degli elementi costruttivi

riscontrate nelle murature rendono ipotizzabile, inoltre, la presenza di due gruppi di maestranze, ognuna con una propria partita di laterizi¹⁷. L'approvvigionamento di differenti argille e l'utilizzo di tecniche diverse di preparazione, cottura e finitura del prodotto sembrerebbero evidenziate anche dalla presenza di inclusi di grandi dimensioni annegati nei laterizi a pasta meno porosa, per prevenire un eccessivo ritiro in fase di cottura, poco diffusi nei laterizi del corpo di testa. Per quanto riguarda i moduli di produzione con lato lungo superiore ai 40 cm non è stato possibile individuare, in questa fase della ricerca, impieghi analoghi sul territorio nel XIII secolo¹⁸.

La tecnica di posa in opera e gli elementi costitutivi delle murature perimetrali suggeriscono che le maestranze attive in cantiere fossero di provenienza locale, o comunque del medesimo ambito territoriale. A conferma, il trattamento delle malte, con rivestimento impermeabilizzante rosato e rifinitura in calce bianca, trova numerosi riscontri in cantieri cistercensi lombardi¹⁹, seppure la precisione con cui queste finiture si vedono applicate in Sant'Andrea e la raffinatezza dei paramenti murari dimostrano un livello di specializzazione superiore rispetto ad altri casi. Il raffronto con l'interno della chiesa, oltre ad evidenziare la differenza nella gestione del cantiere e delle maestranze impiegate nell'edificazione, pone in risalto la grande perizia tanto nella realizzazione del sistema costruttivo lapideo quanto di quello in laterizio, esiti di un progetto diretto da una attenta regia tecnica che è riuscita a far procedere contemporaneamente maestranze di diversa formazione, squadre di lapicidi e di mastri da muro. L'interpretazione dei dati acquisiti attraverso le analisi, con il supporto delle fonti documentarie, ha reso possibile l'individuazione delle principali fasi costruttive della chiesa di Sant'Andrea e i successivi interventi di trasformazione e restauro. Lo studio delle tecniche, dei materiali impiegati e dei rapporti stratigrafici ha consentito di ricostruire: le due fasi del cantiere duecentesco, svoltesi probabilmente in contemporaneità tra il 1219 e il 1230 circa; la fase di costruzione della torre campanaria, a partire dal primo decennio del XV secolo; quella di ampliamento e trasformazione del complesso monastico, promossa dall'abate Gaspare Pettenati intorno al 1520; quella di restauro ad opera di Carlo Emanuele Arborio Mella, dal 1822; quella di rifacimento del paramento murario del basamento della torre, risalente presumibilmente alla seconda metà del XIX secolo, ma di incerta attribuzione; infine quella riferita ai lavori di Paolo Verzone a partire dal 1937.

Il prosieguo dello studio delle geometrie costruttive in elevato, l'analisi delle murature e l'analisi stratigrafica estese a porzioni più ampie della chiesa e del monastero, nonché indagini termografiche condotte in condizioni di riscaldamento forzato, potranno offrire ulteriori chiarimenti al quadro di conoscenza del manufatto, anche in riferimento al confronto con cantieri di altre fabbriche religiose di XII e XIII secolo.

Note

¹ Convegno internazionale *Sant'Andrea di Vercelli e il Gotico europeo all'inizio del Duecento*, Vercelli, 29 maggio-1 giugno 2019, a cura di Saverio Lomartire.

² Contributi su queste tematiche presentanti dal gruppo di ricerca *Medieval Heritage Platform* del Politecnico di Torino-DIST, referente scientifico Carlo Tosco: Silvia Beltramo, *Sant'Andrea e i cantieri cistercensi del Duecento nell'Italia settentrionale*; Chiara Devoti e Monica Naretto (con Luca Brusotto), *Il corpus documentario per lo studio dei restauri di Sant'Andrea tra Otto e Novecento*; Gabriele Garnero e Michele De Chiaro, *Il rilievo Laser scanner della chiesa di Sant'Andrea: prospettive e applicazioni per le analisi storiche*; Maurizio Gomez Serito, *Pietra e colore. L'architettura della facciata di Sant'Andrea, un prototipo*; Carlo Tosco, *L'architettura di Sant'Andrea: il cantiere e i modelli progettuali*. Per questa ricerca si fa particolare riferimento, tra gli altri, al contributo di Saverio Lomartire, *Ipotesi sul cantiere della basilica di Sant'Andrea e sui contatti con altri cantieri coevi. Appunti di lavoro*.

³ Ilaria Papa, *L'abbazia di Sant'Andrea di Vercelli: analisi del costruito e studio dei laterizi della chiesa*, tesi di laurea magistrale in Architettura per il restauro e la valorizzazione del patrimonio, Politecnico di Torino, relatrici Silvia Beltramo, Paola Greppi, Monica Volinia, a.a. 2018-2019.

⁴ Referente scientifico Carla Bartolozzi, responsabile tecnico Monica Volinia, tecnico di Laboratorio Mario Giroto.

⁵ Nonostante l'esigua differenza di temperatura riscontrata in entrambe le date (TeFebbraio=12°C, TiFebbraio=17°C; TeAprile=24°C, TiAprile=19°C), l'utilizzo della termocamera di ultima generazione *FlirT1030sc*, ad alta risoluzione termica e geometrica dell'immagine IR, ha garantito l'ottenimento di buoni risultati di lettura dalle acquisizioni all'infrarosso.

⁶ I laterizi ferrioli sono riconoscibili per via della temperatura più fredda rispetto al contorno che assumono nel periodo in cui sono state eseguite le indagini, in conseguenza della presenza di dei depositi che fanno seguito al processo di scorificazione. A tale processo si assimila qualsiasi fenomeno che procuri un'emersione di contenuti metallici, come avviene nel caso dei laterizi superata la soglia di temperatura di cottura intorno ai 1000 °C.

⁷ Si fa riferimento in particolare a Roberto Parenti, *Sulle possibilità di datazione e classificazione delle murature*, in Riccardo Francovich, Roberto Parenti (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti*, All'Insegna del Giglio, Firenze 1988, pp. 280-304; Silvia Beltramo, *Tecniche costruttive, materiali e murature nel territorio di Fenis (Valle d'Aosta)*, in «Archeologia dell'Architettura», XIII, 2008, pp. 77-95; Paola Greppi, *Cantieri, maestranze e materiali nell'edilizia sacra a Milano dal IV al XII secolo*, All'Insegna del Giglio, Firenze 2016.

⁸ Per il vercellese si fa particolare riferimento a Gabriella Pantò, *Mensiocronologia e metrologia negli edifici religiosi di Vercelli tra XII e XIII secolo*, in Simone Caldano, Aldo Settia (a cura di), *Borghi nuovi, castelli e chiese nel Piemonte medievale. Studi in onore di Angelo Marzi*, Nuova Trauben Editrice, Torino 2017, pp. 221-240.

⁹ Per *range*, si intendono gli intervalli in cui sono state raggruppate misure comprese, al massimo, tra una variazione di ± 2 cm.

¹⁰ Per la terminologia *graffiatura* si fa riferimento a Angela Squassina, *Murature di mattoni medioevali a vista e resti di finiture a Venezia*, in «Arqueologia de la arquitectura», n. 8, 2011, pp. 239-271. Si rimanda, inoltre, a Fabio Gabbrielli, *Murature senza intonaco nelle facciate senesi in laterizi del Medioevo*, in

Francesca Tolaini (a cura di), *Il colore delle facciate: Siena e l'Europa nel Medioevo*, Pacini, Siena 2001, pp.119-134 e Silvia Beltramo, *Sant'Andrea e i cantieri cistercensi del Duecento...* cit.

¹¹ Differenze materiche ascrivibili all'uso di latte di calce nel primo caso e malta di gesso nel secondo.

¹² Gabriella Pantò, *Mensioormologia e metrologia...* cit., p. 222.

¹³ Paolo Verzone, *L'abbazia di Sant'Andrea: sacrario dell'eroismo vercellese*, Federaz. dei Fasci di Combattimento, Vercelli 1939. Verzone fu incaricato del restauro della chiesa e dei fabbricati di servizio ancora esistenti e considerò di intervenire prevalentemente sugli ambienti monastici e sul chiostro, giudicandoli alterati e in avanzato stato di degrado. Numerosi documenti di studio e fotografie di cantiere sono conservate presso il Laboratorio di Storia e Beni Culturali, Politecnico di Torino, *Fondo Verzone*.

¹⁴ Carlo Emanuele Arborio Mella, *Cenni storici sulla Chiesa ed Abbazia di Sant'Andrea in Vercelli*, Litografia Giordana, Grandidier e Salussoglia, Torino 1856.

¹⁵ Federico Arborio Mella, *La storia dell'arte del Sant'Andrea di Vercelli*, in Romualdo Pastè, Federico Arborio Mella, *L'abbazia*

di S. Andrea di Vercelli, Gallardi & Ugo, Vercelli 1907 e Carlo Emanuele Arborio Mella, *Cenni storici...* cit.

¹⁶ Per un aggiornato compendio sulla storia del complesso abbaziale di Sant'Andrea di Vercelli: Saverio Lomartire (a cura di), *La Magna Charta. Guala Bicchieri e il suo lascito. L'Europa a Vercelli nel Duecento*, Gallo Editore, Vercelli 2019.

¹⁷ Allo stato attuale di questa ricerca non si sono individuati i luoghi di produzione di questi elementi, ma date le ingenti risorse impiegate per la costruzione dell'opera non si esclude siano state aperte una o due fornaci per il cantiere, nelle quali produrre i diversi tipi di mattoni impiegati.

¹⁸ Federico Arborio Mella ipotizzava (*La storia dell'arte...* cit., p. 503) che «forse tali li vollero gli autori oltramontani del monumento, che non conoscendo il laterizio vercellese, su tutt'altro modulo avevano studiato le dimensioni dei muri».

¹⁹ Per i confronti sul tema dei trattamenti di finitura delle malte nei cantieri cistercensi del nord ovest dell'Italia si fa riferimento a Silvia Beltramo, *Sant'Andrea e i cantieri* cit. e Filippo Gemelli, *Architettura cistercense in Italia settentrionale: Santa Maria di Abbazia Cerreto*, in «Arte Lombarda», n. 1-2, 2015, pp. 17-32.