

Il bene e il suo contesto: il monitoraggio termografico e ambientale, metodo integrato per orientare strategie di conservazione e verificarne l'efficacia

Monica Volinia
monica.volinia@polito.it

Mario Girotto
mario.girotto@polito.it

Dipartimento di Architettura
e Design (DAD), Politecnico di
Torino

pagina a fronte

Fig. 1
Cappella di Sant'Eldrado. Setup
di rilievo termografico della
parete sud (foto LabDIA, 2014).

Abstract

Long-term monitoring of the Chapel of Sant'Eldrado at Novalesa Abbey has been crucial in developing integrated analytical methods to support conservation strategies. The research, since 2012 assessed the preservation of the chapel's frescoes. Thermographic and environmental monitoring have underlined the importance of thermal fluctuations on the walls, rather than water infiltration or condensation, as the primary cause of decay. These findings led to the development of corrective actions to mitigate environmental factors contributing to the deterioration, including installing a natural heat shield that stabilized the temperature on the affected walls. This integrated approach proved essential for tracking, addressing, and preventing the ongoing degradation and emphasized the importance of continuous monitoring. It also highlighted the value of collaboration between professionals and institutions to ensure the long-term protection and preservation of the chapel's historical and artistic heritage.

Key-words

Cultural Heritage, Conservation strategies, Infrared thermography, Environmental monitoring.

Introduzione

L'opportunità di condurre un monitoraggio non invasivo nel lungo periodo su di un bene di particolare pregio storico-artistico ha consentito di mettere a punto metodologie di analisi integrate fondamentali per la definizione di strategie per la conservazione. L'impiego imprescindibile di tecniche non distruttive sta permettendo, in questa fase, di valutare l'efficacia degli interventi attuati, reversibili, anche nella prospettiva di un'eventuale azione correttiva a maggior impatto rispetto a quanto attualmente proposto.

La Cappella di Sant'Eldrado dell'Abbazia della Novalesa manifesta da oltre cinquant'anni problematiche di conservazione del pregevole ciclo di affreschi che ne qualifica le superfici interne. Per questo motivo nel 2012 la Provincia di Torino, ora Città Metropolitana e attuale proprietaria del complesso abbaziale, ha deciso di affidare una campagna di ac-





Fig. 2
Cappella di Sant'Eldrado. Vista
da nord (foto LabDIA, 2022).



Fig. 3
Abbazia della Novalesa.
Monastero (foto Luca
Tomassone, 2015).

quisizioni termografiche al Laboratorio di Diagnostica non distruttiva del Politecnico di Torino. I singoli rilievi all'infrarosso si sono inevitabilmente trasformati in monitoraggio e la complessità del caso ha reso necessaria una ricerca approfondita sui meccanismi di interazione tra manufatto e ambiente. Lo studio si è avvalso del contributo dell'Arpa Piemonte (2013-2023) e ha ricevuto un significativo impulso a partire dal 2021 quando, grazie al sostegno economico ottenuto dalla Fondazione Compagnia di San Paolo¹, il Team di Ricerca ha potuto avvalersi di nuove figure professionali. Tutte le attività sono state condotte sotto la supervisione dei funzionari della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino (SABAP-TO)².

Oggetto di studio

La Cappella di Sant'Eldrado è una delle quattro cappelle medievali del complesso abbaziale della Novalesa, antico monastero benedettino situato a circa 70 km da Torino in direzione ovest, verso la Francia (Figure 2-3).

Ubicata su uno sperone roccioso, venne costruita all'inizio dell'XI secolo su una preesistenza preromanica che custodiva la tomba di Eldrado, abate di Novalesa nella prima metà del IX secolo.

La struttura è a navata unica con abside semicircolare; la muratura, a vista, è costituita da conci lastroidi e ciottoli³. I fronti esterni settentrionale e meridionale non presentano ornati, mentre l'abside è caratterizzata da una decorazione ad archetti pensili binati. La facciata è preceduta da un atrio edificato nella seconda metà del XVII secolo.

La superficie interna è interamente ricoperta da un importante ciclo di affreschi, realizzato tra il 1096 e il 1097, testimonianza della pittura medievale nell'ambito del romanico lombardo (Figura 4).

All'interno della Cappella sono visibili alterazioni cromatiche coerenti con la presenza di fronti di umidità ascendente. L'apparato decorativo è generalmente ben conservato, fatta eccezione per la parete sud, dove è presente degrado diffuso, particolarmente evidente nella perdita parziale del registro pittorico inferiore.

Anamnesi degli interventi pregressi

La fase iniziale della ricerca ha riguardato l'analisi dei documenti d'archivio (Volpi, 2014) con la finalità di ricostruire lo stato di conservazione diacronico dell'edificio attraverso gli interventi di manutenzione e restauro effettuati nel tempo.

Le prime informazioni reperite risalgono alla fine del XIX secolo e documentano il buono stato di conservazione degli interni della Cappella. Alfredo de Andrade nella sua raccolta di schizzi relativi all'Abbazia appunta relativamente agli affreschi di Sant'Eldrado che «[...] Queste pitture sarebbero quasi tutte di una conservazione perfetta se non fosse stato un recente restauro ad olio» (1883)⁴.

Nel 1956 sono documentate problematiche legate a infiltrazioni dal terreno dovute alla vegetazione che interessano la Cappella nella zona absidale, ma è a partire dal 1976 che si rintracciano missive che denunciano il profondo stato di degrado in cui versano gli affreschi. Le cause indicate sono relative a infiltrazioni dalla copertura e all'imbibizione delle murature per capillarità e per infiltrazione dall'esterno.

Dall'analisi delle fonti emergono due interventi che potrebbero essere stati determinanti nel contribuire al peggioramento dello stato di conservazione dell'edificio: la rimozione dell'intonaco a copertura dei paramenti esterni nel 1967 e, sul lato sud, la riapertura nel 2004 della monofora già tamponata a fine XI secolo per dare continuità al ciclo di affreschi.

¹ Bando "PRIMA, Prevenzione Ricerca Indagine Manutenzione Ascolto per il patrimonio culturale"; Progetto finanziato "Gli intonaci dipinti del complesso abbaziale di Novalesa, dal restauro alla conservazione preventiva", 2021-25.

² Il Gruppo di Ricerca è composto dai seguenti attori. Politecnico di Torino-DAD: M. Volinia, M. Girotto, con la collaborazione di S. Troja; Politecnico di Torino-DIST: M. Gomez-Serito; Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Piemonte - ARPA Piemonte: L. Tomassone; Koinè Conservazione Beni Culturali: M. C. Capua, G. Rollo, F. Perossini, L. Micotto; Città Metropolitana di Torino: L. Garavoglia, M. Di Salvo; Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino: V. Moratti.

³ Secondo M. Gomez Serito «La muratura della Cappella è realizzata secondo i parametri di massima qualità vigenti nel territorio subalpino nell'XI secolo. Tale caratteristica si esplicita per l'impiego di conci in forma di spesse lastre di pietra posate insieme a ciottoli calibrati con l'impiego abbondante di ottima malta di calce. Tale posa prevede la continuità trasversale tra il lato esterno e quello interno del muro secondo livelli subparalleli dove i ciottoli disposti a 'spinapesce' completano, per equivalente spessore, il piano di posa individuato dai conci», 2025.

⁴ GAM - GALLERIA CIVICA D'ARTE MODERNA E CONTEMPORANEA DI TORINO, GABINETTO DISEGNI E STAMPE [LT 91], *Fondo d'Andrade*, fl/8253, «Novalesa - Abbazia, Cappella di San Eldrado, finestre», 1883.

La Cappella negli anni è stata oggetto di continuo controllo da parte degli Enti di tutela e di importanti interventi volti a migliorarne lo stato di conservazione⁵. Ciononostante, le superfici interne dipinte hanno continuato a presentare degradi talora importanti che hanno imposto l'impiego di approfondite indagini scientifiche volte alla valutazione del sistema edificio/ambiente.

Attività e risultati del monitoraggio ambientale e termografico

Dal 2012 la Cappella è stata oggetto di indagini termografiche, tuttora in corso, con lo scopo di monitorare il processo di degrado evidente soprattutto sul fianco interno esposto a sud (Volinia, Girotto, 2023).

Il punto di partenza per una corretta diagnosi termografica è la conoscenza dei parametri ambientali al contorno sia durante le prove che nel periodo che le precede. A tal fine all'interno dell'edificio sono stati installati due data logger per monitorare i parametri di temperatura e umidità relativa dell'aria⁶. Tuttavia, per una valutazione oggettiva dell'influenza dell'ambiente sui magisteri murari, risultava necessario condurre nel contempo delle misurazioni meteorologiche.

L'Abbazia della Novalesa, situata su un altipiano a 828 m sul livello del mare, gode di condizioni ambientali peculiari per la zona, influenzate dalla catena montuosa circostante che determina un clima generalmente secco e ventoso, difforme da quanto rilevato dalle stazioni presenti sul territorio anche a pochi chilometri di distanza. Per questo motivo l'ARPA Piemonte, in un'ottica di collaborazione tra Enti, ha installato una stazione meteorologica in prossimità della Cappella che ha consentito il rilievo dei dati di temperatura, umidità relativa, velocità e direzione del vento, radiazione solare e precipitazioni. Tale stazione è rimasta attiva per dieci anni, e attualmente è stata sostituita da una nuova centralina gestita dal team di ricerca⁷.

La Cappella di Sant'Eldrado è stata oggetto di analisi termografiche con la finalità di mappare eventuali fronti evaporativi, valutare la distribuzione termica sulle pareti interne e monitorare l'evoluzione nel tempo dei fenomeni osservati. Le campagne all'infrarosso – ventitré nell'arco di tredici anni – sono state condotte in condizioni ambientali e stagionali differenti sfruttando il gradiente termico naturale tra l'interno e l'esterno dell'edificio. Le acquisizioni non si sono avvalse dell'impiego di stimolazione termica artificiale, né di ventilazione forzata per non alterare ulteriormente lo stato di conservazione degli affreschi già compromesso dalla presenza di umidità. Fin dalle prime fasi di acquisizione, il segnale IR ha rivelato l'influenza significativa dell'orientamento delle pareti, la cui sezione misura circa 70 cm, sull'andamento termico delle superfici interne, evidenziando l'assenza di discontinuità nella struttura muraria.

Oltre alle acquisizioni qualitative condotte sull'intera superficie affrescata, i protocolli impiegati hanno previsto l'effettuazione di scansioni in continuo della durata variabile tra 48 e 96 ore, da postazione fissa, con due termocamere operanti in contemporanea su porzioni di pareti interne esposte a nord e a sud. Tali rilievi hanno permesso di valutare l'andamento nel tempo della temperatura superficiale media di aree campione definite in base ai degradi visibili e alle anomalie termiche riscontrate nelle prime campagne termografiche.

In particolare, sul fronte interno esposto a sud, la temperatura varia sensibilmente in funzione delle condizioni ambientali esterne, riflettendo l'andamento periodico dello stimolo termico solare, ma con uno sfasamento di circa 12 ore rispetto alla temperatura dell'aria esterna e una fluttuazione giornaliera di circa 1,5°C. Al contrario, la parete settentrionale mantiene una temperatura pressoché stabile nel tempo, indipendentemente

⁵ La realizzazione di un'intercapedine attorno al suo perimetro (1978); il rifacimento della copertura (1984); la stuccatura dei giunti delle pareti esterne possibile veicolo d'acqua a seguito della rimozione dell'intonaco (1985); vari cicli di pulitura e restauro delle superfici dipinte e rimozione dei rattoppi in gesso. Inoltre, a seguito dei monitoraggi termografici sono state adottate ulteriori azioni correttive: per limitare il degrado dovuto al ponte termico generato dall'apertura della monofora, si è optato per riempire nuovamente la sezione muraria (Capua et al., 2016); il sistema di illuminazione è stato sostituito con lampade a Led per ridurre gli aumenti localizzati di temperatura sui dipinti ed è stato ridotto il numero di visitatori per ogni gruppo che, essendo troppo numerosi e concentrati in un breve periodo, causavano aumenti repentini improvvisi della temperatura.

⁶ Dal 2012 al 2021 Data Logger TESTO 174H; dal 2021 Sistema WiFi TESTO Saveris 2H.

⁷ Dal 2013 al 2023 Stazione meteorologica MAWS; dal 2023 Stazione meteo DAVIS VANTAGE PRO2.



dalle condizioni ambientali e stagionali, con un'oscillazione massima tra il giorno e la notte di appena 0,5°C.

L'analisi dei dati microclimatici e meteorologici acquisiti nell'arco dei tredici anni di ricerca ha evidenziato la significativa influenza delle condizioni meteorologiche sui parametri interni di temperatura e umidità relativa, come peraltro prevedibile essendo l'ambiente solo parzialmente confinato.

Un'attenzione particolare è stata rivolta all'analisi dei dati sulla radiazione solare globale e riflessa per valutarne l'incidenza sulla parete sud. Inoltre, sono stati confrontati i parametri relativi a direzione e velocità del vento, insieme alle precipitazioni cumulate, per verificare le ipotesi formulate nella documentazione tecnica riguardo all'infiltrazione dai giunti come possibile concausa della presenza di umidità. Nel dettaglio, per quanto attiene a quest'ultimo aspetto, si segnala che in generale la zona è soggetta a precipitazioni di scarsa intensità. I venti provengono principalmente dal settore nord-ovest, inclusi quelli che spirano in concomitanza con le precipitazioni. La percentuale di venti che, associati a

Fig. 4
Cappella di Sant'Eldrado.
Affreschi (foto LabDIA, 2023).

pagina a fronte

Fig. 5
Cappella di
Sant'Eldrado. Particolari
delle pareti nord
(a sinistra)
e sud (a destra) (foto
LabDIA e Koiné
Conservazione Beni
Culturali, 2023).

precipitazioni superiori a 1 mm/h, impattano direttamente sulla parete sud (calcolata nel settore compreso tra ovest-sud-ovest e est-nord-est) è molto bassa, pari allo 0,6% del totale. Questa percentuale si riduce ulteriormente allo 0,05% per precipitazioni superiori a 4 mm/h, rendendo quindi improbabile l'accumulo di umidità dovuto alla pioggia battente. Tra le possibili cause di degrado non è stato trascurato il fenomeno della condensa superficiale. Considerando la particolare vulnerabilità delle superfici affrescate, è stato sviluppato un protocollo per il calcolo IR del punto di rugiada in modo da evitare il contatto diretto delle sonde con le fragili finiture dipinte⁸. Nella quasi totalità delle verifiche condotte, che comprendono cicli diurni e notturni e diverse condizioni stagionali, la curva del dew-point ottenuta è risultata inferiore a quella della temperatura di parete (in 21 scansioni temporali su 23). I risultati portano pertanto ad escludere che la formazione di condensa superficiale sulle pareti interne sia un fenomeno ricorrente.

Azioni correttive sul bene derivanti dal metodo integrato

In sintesi, dai dati raccolti è emerso che le principali cause di degrado degli affreschi della Cappella di Sant'Eldrado non sono direttamente legate a infiltrazioni di acqua piovana dai giunti o alla condensa superficiale, ma piuttosto alle oscillazioni termiche cui è sottoposta la parete sud. Queste fluttuazioni in presenza di umidità potrebbero favorire la migrazione dei sali in superficie.

Poiché non è possibile intervenire sulla probabile principale fonte di apporto di umidità nelle murature, identificata nelle caratteristiche geomorfologiche del sito⁹, sono state proposte azioni correttive volte a mitigare gli effetti dell'incidenza solare non più attenuata a causa dell'assenza della finitura superficiale.

A tal proposito, il gruppo di ricerca, in collaborazione con l'autorità preposta alla tutela del bene, ha proposto l'installazione di una schermatura termica con l'obiettivo di ottenere, sulla parete sud, un andamento termico simile a quello rilevato sulla superficie nord, che risulta in buono stato di conservazione nonostante il fronte evaporativo visibile all'infrarosso.

La struttura, realizzata con tubi metallici e tavole lignee, è stata installata nel 2018 ed è rimasta *in situ* solo per alcuni mesi, prima di essere rimossa a causa dello sradicamento provocato dall'azione del vento. I risultati delle prime acquisizioni condotte con questo sistema di schermatura hanno fornito evidenze a supporto del raggiungimento dell'obiettivo prefissato, mostrando una riduzione delle escursioni della temperatura superficiale di parete dovute all'incidenza solare.

Grazie al finanziamento della Fondazione Compagnia di San Paolo nell'ambito del Progetto PRIMA, è stato possibile riprendere la sperimentazione, cambiando il sistema di ombreggiamento con l'obiettivo di adottare un approccio a minore impatto visivo. Ciò è stato reso possibile attraverso la posa in opera, nel 2022, di una schermatura naturale, realizzata mediante la piantumazione in vaso di alberi a medio fusto¹⁰ selezionati per la loro resistenza alle temperature caratteristiche dell'ambiente montano in cui si trova l'Abbazia.

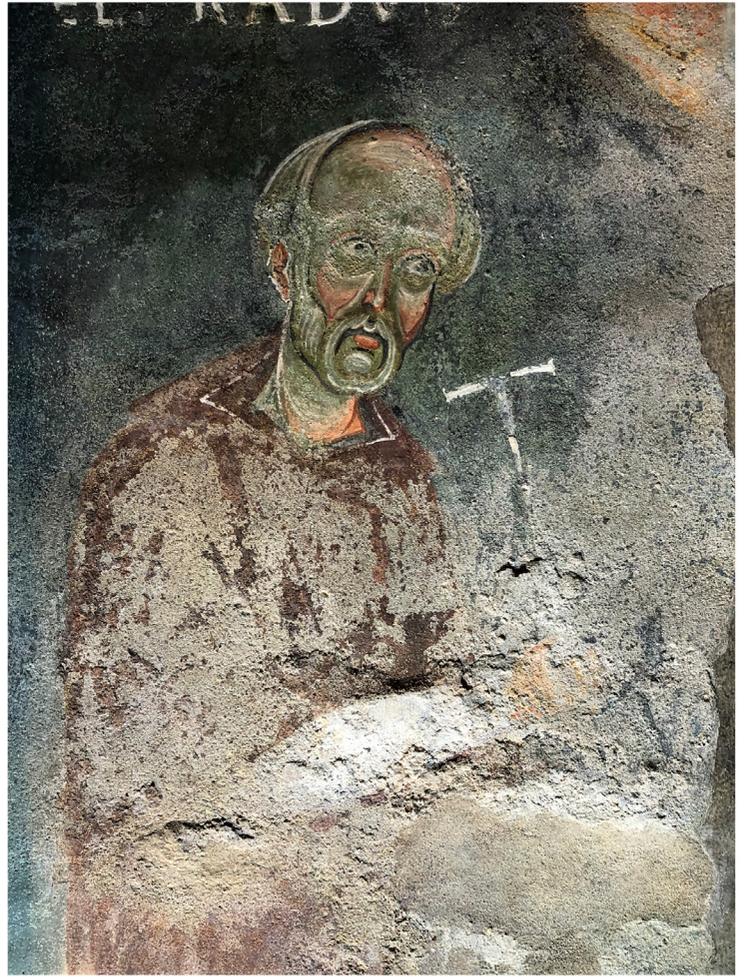
Il monitoraggio termografico di verifica condotto nei due anni successivi ha confermato l'efficacia del sistema proposto, evidenziando, in tutte quattro le campagne condotte, il raggiungimento di un trend termico stabile nel tempo sulla superficie affrescata e confrontabile con quello della parete nord (Figura 6).

A seguito della nuova condizione termica della parete sud, i restauratori hanno avviato sistematiche campagne di controllo delle superfici, che finora non hanno evidenziato la formazione di particolari nuove alterazioni.

⁸ Le misurazioni della temperatura superficiale con sonde a contatto condotte nelle prime campagne termografiche sono state impiegate come dato di calibrazione per la correzione della matrice di temperature apparenti rilevate all'infrarosso.

⁹ Roccia a reggi-poggio, in contropendenza da sud verso nord.

¹⁰ *Carpinus betulus*.



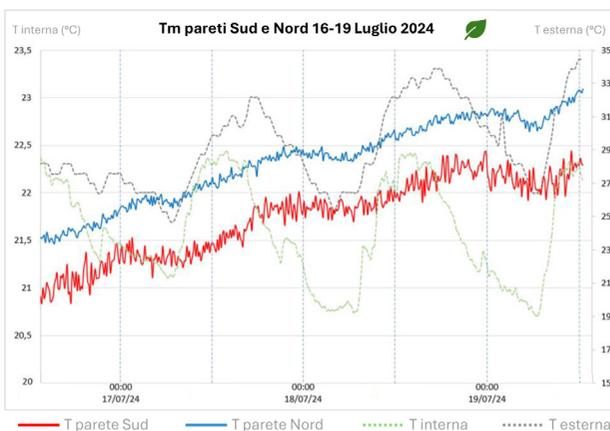
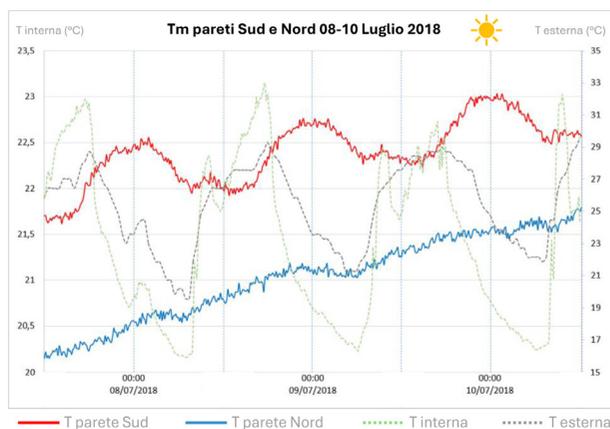


Fig. 6
Cappella di Sant'Eldrado.
Parete sud senza e con
sistema di schermatura.
Grafici delle temperature
di parete interne (foto
LabDIA, 2018, 2024).

Sviluppi futuri

Fino a questo momento il progetto si è focalizzato sugli effetti della trasmissione del calore nella massa muraria, valutando la variazione nel tempo della temperatura media superficiale di aree campione selezionate sulla parete interna affrescata. Il passo successivo consiste nella tracciatura delle mappe delle eventuali anomalie termiche riscontrate sulla superficie dipinta, seguita dall'analisi della loro distribuzione nello spazio e della variazione nel tempo. I primi esiti mostrano una certa ripetibilità dell'evidenza temporale delle alterazioni termiche all'interno della sequenza scansionata. Nelle acquisizioni estive (luglio 2023 e 2024), le mappe delle anomalie sono risultate comparabili. Al contrario, le discontinuità termiche rilevate nel periodo autunnale (ottobre 2023 e 2024) non mostrano corrispondenze tra le due annualità di rilievo. Pur riconoscendo anche in questo caso la ciclicità della comparsa delle anomalie, queste non sembrano localizzarsi nelle medesime aree e appaiono particolarmente influenzate dalle condizioni microclimatiche interne (Figura 7). Il segnale dovrà ora essere correlato allo stato della muratura per verificare, con il supporto dei restauratori, l'eventuale relazione oggettiva tra le alterazioni termiche, i materiali, le tecniche di ripristino e la presenza di fenomeni di degrado sulla superficie.

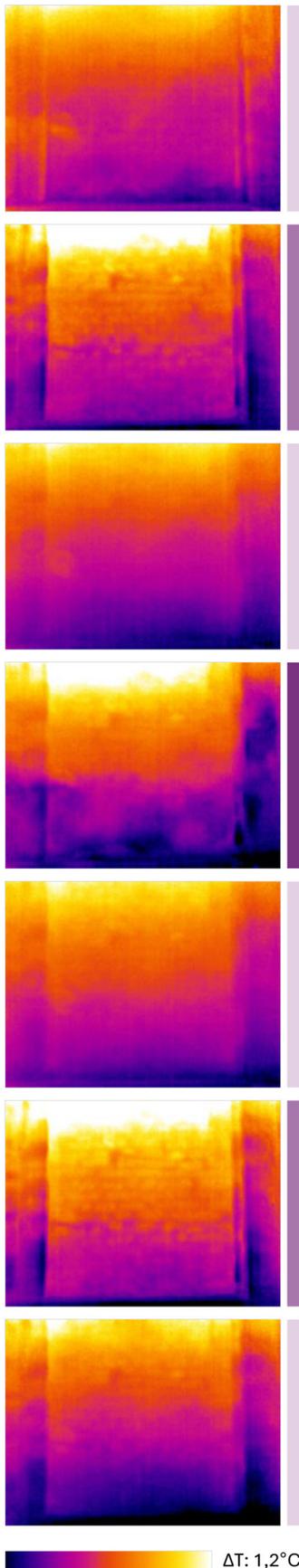
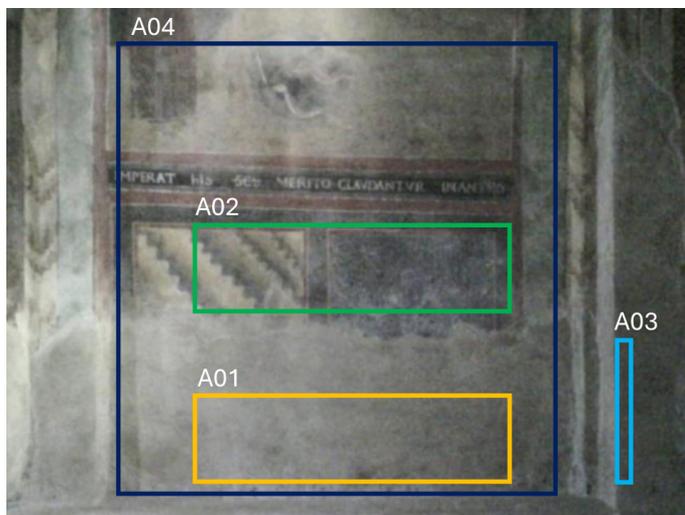
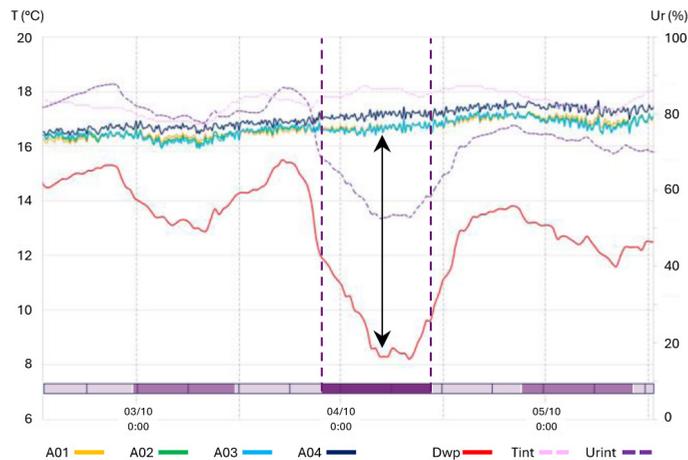


Fig. 7
Cappella di Sant'Eldrado. Parete sud. Analisi IR 2-5 ottobre 2023.

- a) Rilievo termografico. Anomalie cicliche comparse in 72 ore di scansione;
- b) Mappa riassuntiva delle principali anomalie termiche riscontrate nelle 72 ore;
- c) Andamento delle temperature medie di superficie calcolate su aree campione comparate con la curva di dew-point;
- d) Visibile della superficie analizzata con indicazione delle aree campione.



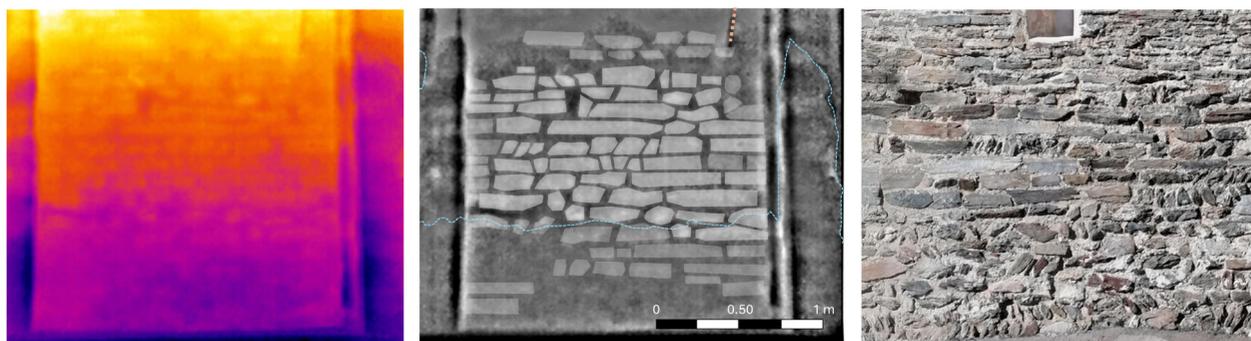


Fig. 8
Cappella di
Sant'Eldrado. Parete sud.
Individuazione all'IR
della tessitura muraria
sulla parete interna.

L'analisi delle sequenze termografiche acquisite ha inoltre consentito di individuare, a seconda delle condizioni ambientali al contorno, in modalità del tutto passiva e tramite elaborazioni matematiche del segnale, la traccia IR delle tessiture murarie al di sotto della finitura dipinta. La fase successiva prevede il confronto tra le tessiture dedotte all'interno e quelle visibili all'esterno, finalizzato al riconoscimento dei piani di giacitura e dell'eventuale presenza di conci passanti, con l'obiettivo ultimo di confermare le ipotesi di continuità della sezione muraria emerse dalla fase termografica (Figura 8).

A conclusione della ricerca svolta, risulta fondamentale pianificare il monitoraggio degli effetti del degrado che potrebbero manifestarsi sulla superficie pittorica in seguito alla modifica delle condizioni termiche della parete, garantendo in tal modo un'azione preventiva e un intervento mirato in caso di necessità.

Considerazioni finali

L'ampia mole di dati acquisiti in un periodo straordinariamente lungo ha evidenziato l'importanza di un approccio integrato, che unisce il monitoraggio termografico e i rilievi ambientali, sia a livello microclimatico che meteorologico, per una comprensione più approfondita dei processi di degrado di un bene culturale. L'analisi IR, se considerata singolarmente, non sarebbe stata in grado di fornire informazioni del tutto esaustive in quanto avrebbe rivelato solo alcune informazioni, senza considerare i fattori ambientali al contorno. Sebbene non sia stato possibile ottenere un riscontro inequivocabile sull'origine del degrado, l'integrazione delle diverse tecniche di monitoraggio ha permesso di escludere alcune ipotesi e di individuarne altre. Nello specifico l'identificazione di soluzioni alternative non volte all'eliminazione della causa, ma alla mitigazione dei suoi effetti, ha consentito di attuare strategie per la conservazione del bene, i cui risultati, grazie all'impiego di tecniche non distruttive, possono essere monitorati nel tempo per valutarne l'efficacia e individuare eventuali criticità prima che diventino irreversibili.

La vasta quantità di dati acquisiti ha altresì consentito la formulazione di un protocollo di conoscenza applicabile su un intervallo temporale significativamente più breve rispetto a quello sperimentato. Tuttavia, è importante sottolineare che questo intervallo non può essere eccessivamente ridotto, poiché il monitoraggio è un processo che deve svilupparsi nel tempo.

Va inoltre considerato che condurre attività scientifiche su un bene destinato alla fruizione pubblica comporta diverse difficoltà. La programmazione delle indagini deve essere estremamente flessibile, adattandosi alle esigenze della struttura e alle variabili meteorologiche, che possono causare interruzioni nella sequenza temporale delle prove.

In alcuni casi, tali interruzioni potrebbero risultare impossibili da recuperare, generando così lacune nella continuità dei dati da analizzare.

Un altro fattore determinante per il buon esito del progetto è stata la sinergia tra le varie professionalità coinvolte. I restauratori hanno sollevato problematiche e monitorato i fenomeni di degrado intervenendo dove necessario. Gli specialisti in diagnostica non distruttiva hanno stimolato riflessioni e sollevato l'attenzione su criticità non ancora percepibili ad occhio nudo. A queste competenze si aggiungono quelle nel campo dello studio dei materiali e della conoscenza del sottosuolo, nonché il ruolo di chi vive quotidianamente il bene e lo conosce sotto il profilo dell'uso, e quello di chi è proprietario, con il compito di garantirne la conservazione. Tutto ciò sotto la supervisione della Soprintendenza, che ha dimostrato grande attenzione nell'accogliere i suggerimenti derivanti dall'impiego di tecniche innovative.

Bibliografia

- P. BISON ET AL. 2024, *Ermanno Grinzato and the humidity assessment in porous building materials: retrospective and new achievements*, in «Quantitative InfraRed Thermography Journal», vol. 21, Issue 6, London, Taylor & Francis, pp. 384-407.
- BLANDINO C. 1973, *L'abbazia benedettina di S. Pietro della Novalesa*, in «Segusium», vol. X, n. 10, pp. 49-74.
- CADELANO G. ET AL. 2014, *Moisture monitoring of historical frescoes by timed infrared thermography*, in ART'14, 11th international conference on non-destructive investigation and microanalysis for the diagnostics and conservation of cultural and environmental heritage, Madrid, 11-13 giugno 2014.
- CERRI M.G. (a cura di) 2004, *Novalesa: nuove luci dall'Abbazia*, Electa, Milano.
- CAPUA M.C., CARBOTTA E., MORRATTI V. 2016, *La Cappella di Sant'Eldrado a Novalesa (TO): Riflessione critica e uso di materiali innovativi per la restituzione estetica*, in G. Driussi G., Biscontin G. (a cura di), *Eresia e Ortodossia nel restauro. Progetti e realizzazioni*, Atti Convegno Scienza e Beni Culturali, Bressanone, 28 giugno-1 luglio 2016, Arcadia ricerche, Venezia, pp. 246-253.
- CAPUA M.C. ET AL. 2023, *The frescoes of the Novalesa abbey complex, from restoration to preventive conservation through non-destructive diagnostics*, in Volinia M., Tamburrino A. (a cura di), *14th International Conference on non-destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of cultural and environmental heritage*, Proceedings of AIPnD ART'23, Brescia, 28-30 novembre 2023, WriteUp Books, Roma, pp. 227-232.
- FRATIANNI S., CAGNAZZI B., CREMONINI R. 2007, *Il Vento in Piemonte*, in A. Biancotti, S. Bovo (a cura di), *Collana Studi Climatologici in Piemonte*, vol. 5, ARPA Piemonte, Pinerolo.
- LANFRANCO I. 2013, *Dalle immagini ai modelli tridimensionali: i principi della fotomodellazione architettonica e la loro integrazione con la termografia all'infrarosso*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, rel. M. Roggero, M. Volinia, non pubblicato.
- MICHELETTO E. 1982, *Le cappelle dell'Abbazia della Novalesa. Architettura e schema distributivo*, in Atti del V Convegno Nazionale di Archeologia Cristiana, Novara, 22-29 settembre 1979, Viella editrice, Roma, pp. 103-113.
- SAVI S. 1973, *Architettura preromanica e romanica a Novalesa*, in «Segusium», vol. X, n. 10, pp. 81-103.
- SEGRE MONTEL C. 1964, *Gli affreschi della cappella di S. Eldrado alla Novalesa*, in «Bollettino d'arte», vol. 49, Ministero della Pubblica Istruzione, Roma, pp. 21-40.
- VOLINIA M., GIOTTO M. 2023, *Non-destructive monitoring as a methodological approach for the conservation of cultural heritage: 10 years of studies on the Chapel of Sant'Eldrado*, in Volinia M., Tamburrino A. (a cura di) *14th International Conference on non-destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of cultural and environmental heritage*, Proceedings of AIPnD ART'23, Brescia, 28-30 novembre 2023, WriteUp Books, Roma, pp. 271-276.
- VOLPI B. 2014, *Nuove acquisizioni intorno ai problemi di conservazione della cappella di S. Eldrado a Novalesa: storia dei restauri e monitoraggio ambientale*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, rel. M. Naretto, M. Volinia, non pubblicato.