



Analisi del rilevamento microclimatico dell'ambiente della chiesa parrocchiale di Campiglia Cervo

L'obiettivo della ricerca era quello di comprendere l'influenza dell'ambiente esterno e del clima interno in relazione al possibile degrado a cui le opere (o i materiali) contenute all'interno sono soggette.

Prima di riassumere le principali risultanze, riporto brevemente le fasi relative alla costruzione dell'edificio, con l'avvertenza che la sintesi sotto riportata non costituisce lavoro di prima mano, ma proviene da fonti disponibili in varie risorse on line, principalmente dalla scheda di censimento delle chiese delle diocesi italiane. Esulava dagli obiettivi della ricerca l'indagine storica approfondita e condotta tra fonti archiviste, bibliografiche e fonti dirette, ma era ovviamente necessario per noi almeno comprendere i punti salienti di una storia secolare.

Note storiche

Una prima consacrazione della chiesa per opera del Vescovo Guglielmo di Nicomedia (che deve corrispondere anche ad una sua ricostruzione) compare nel libro dei conti del Canonico Carraria nel 1535. Seguono alcune notizie contenute nelle Visite Pastorali della seconda metà del XVI secolo, tuttavia le prime vere descrizioni emergono - sempre dalle Visite Pastorali - nei primi anni del 1600.

In quella del 1602 sono descritti tre altari, il maggiore dedicato alla Madonna e i due laterali al SS. Sacramento; nel pavimento della chiesa sono presenti, a quella data, circa 30 sepolture, caso unico nella storia delle chiese biellesi, dovuto al fatto che durante l'inverno il gelo e le neviccate abbondanti impedivano l'inumazione dei cadaveri nel cimitero esterno.

Negli anni immediatamente successivi l'altare della Madonna viene dedicato al Rosario, come attestato dalla visita del 1606 che contiene una descrizione della chiesa, all'epoca divisa in tre navate complete di volta e pavimento, seppur in condizioni strutturali precarie e con la sacrestia definita come 'angusta'; nello stesso documento si annuncia l'ampliamento dell'edificio, attestato dalla data 1607 presente sulla facciata, a cui fa seguito - nella visita del 1612 - l'indicazione di rifare il coro che risultava troppo piccolo.

Non vi sono fonti che attestano l'entità dei lavori eseguiti, ma la nuova consacrazione nel 1622 lascia intendere che siano stati consistenti. È il momento della dedizione della chiesa a S. Bernardo e S. Giuseppe, con la concessione al parroco del titolo di priore a ricordo dell'antico priorato monastico. In questo arco temporale viene costruito il pulpito ligneo, datato 12 maggio 1620, composto da una balaustrata formata da pannelli lavorati a motivi ornamentali, divisi da cariatidi e sorretti da una base dotata di altri elementi lignei di minor dimensione, con motivi a teste di leone che originano da una base a forma di testa di cherubino. L'opera presenta somiglianze con il pulpito di Zimone, per questo motivo viene attribuita allo stesso autore Nicolao Serpentiere di Andorno. L'attuale campanile, in pietra squadrata della Valle e con doppie pareti, risale al 1653. La cella campanaria fu consacrata dal Vescovo di Vercelli nel 1664. Con il passare degli anni all'interno della chiesa si innalzano altri altari laterali, situati in sei piccole cappelle, descritti nella visita Pastorale del 1661, dedicati al SS. Nome di Gesù, alla SS. Trinità, a S. Giovanni Battista a sinistra entrando, mentre a destra a S. Antonio di Padova, S. Carlo e alla Madonna del Rosario.

Nel 1665 si comincia la costruzione di un'ancona lignea per l'altare di S. Antonio, affidata allo scultore Pietro Antonio Serpentiere di Sagliano; successivamente si passa al tabernacolo affidando l'incarico al mastro Bartolomeo Termine. Lo stesso scultore si occupa anche dell'ancona dell'altare di S. Filippo Neri. L'ancona dell'altare maggiore viene demolita nel XIX secolo, mentre quella di S. Filippo esiste ancora.

Alla fine del Seicento l'altare maggiore e le cappelle laterali risultano cinte da balaustre in ferro battuto. Nel 1714 Carlo Serpentiere scolpisce un nuovo crocifisso per il pulpito, e 4 anni dopo si realizza la parte superiore del credenzione della sacrestia ad opera dei mastri locali Pietro Magnano e Antonio Piatto, più semplice rispetto a quella inferiore, lavorata con estrema eleganza in basso rilievo nel secolo precedente e attribuita, per via della somiglianza con quello della parrocchia di Sagliano, a Pietro Antonio Serpentiere senior.

Nel 1738 un nuovo organo è in fase di costruzione, collaudato due anni dopo.

Nel 1791 si realizzano due dei quattro confessionali ancora oggi esistenti, disegnati da Pietro Antonio Serpentiere.

All'inizio del XIX secolo l'altare maggiore viene modificato, rimuovendo la balaustra in ferro che separava il presbiterio dalla navata, sostituita da una in marmo, scolpita da Stefano Catella.

Nel 1832 l'amministrazione parrocchiale decide la progettazione di una nuova cupola sopra al presbiterio dopo la demolizione della volta attuale; i lavori iniziano nel 1835, affidati al mastro Bernardo Gilardi che nel 1839 viene pagato per l'opera.

Ben presto però nella cupola si manifestano diverse fenditure e si decide di ricostruire la volta con l'aggiunta di un cupolino, su progetto di Giovanni Battista Rosazza. Nel 1844 il pittore Mecco dipinge l'attuale quadro dell'altare maggiore raffigurante i santi patroni. Nel settembre 1848 si incarica l'ingegner Alessandro Mazzucchetti di realizzare il progetto e il calcolo dei lavori per la facciata della chiesa.

La chiesa conserva due opere pittoriche di particolare pregio: la tela raffigurante Cristo in croce con la Madonna, S. Giovanni e la Maddalena nell'altare dell'Addolorata, opera di un pittore operante nella prima metà del XVIII secolo.



La seconda rappresenta l'opera pittorica più importante e di pregio di tutta la Valle e fu dipinta intorno al 1565 da Bernardino Lanino. Si tratta di una grande ancona, divisa in tre piani, con ricca cornice rinascimentale, dorata e dipinta. Nel primo ordine sono rappresentati la Madonna col Bambino e santi; nel secondo la Pietà e quattro santi; nella cimasa l'Eterno; nella predella i Padri della Chiesa e angeli adoranti il Santissimo Sacramento.

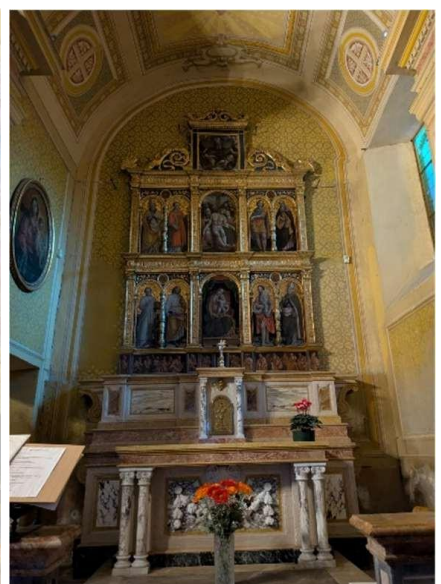


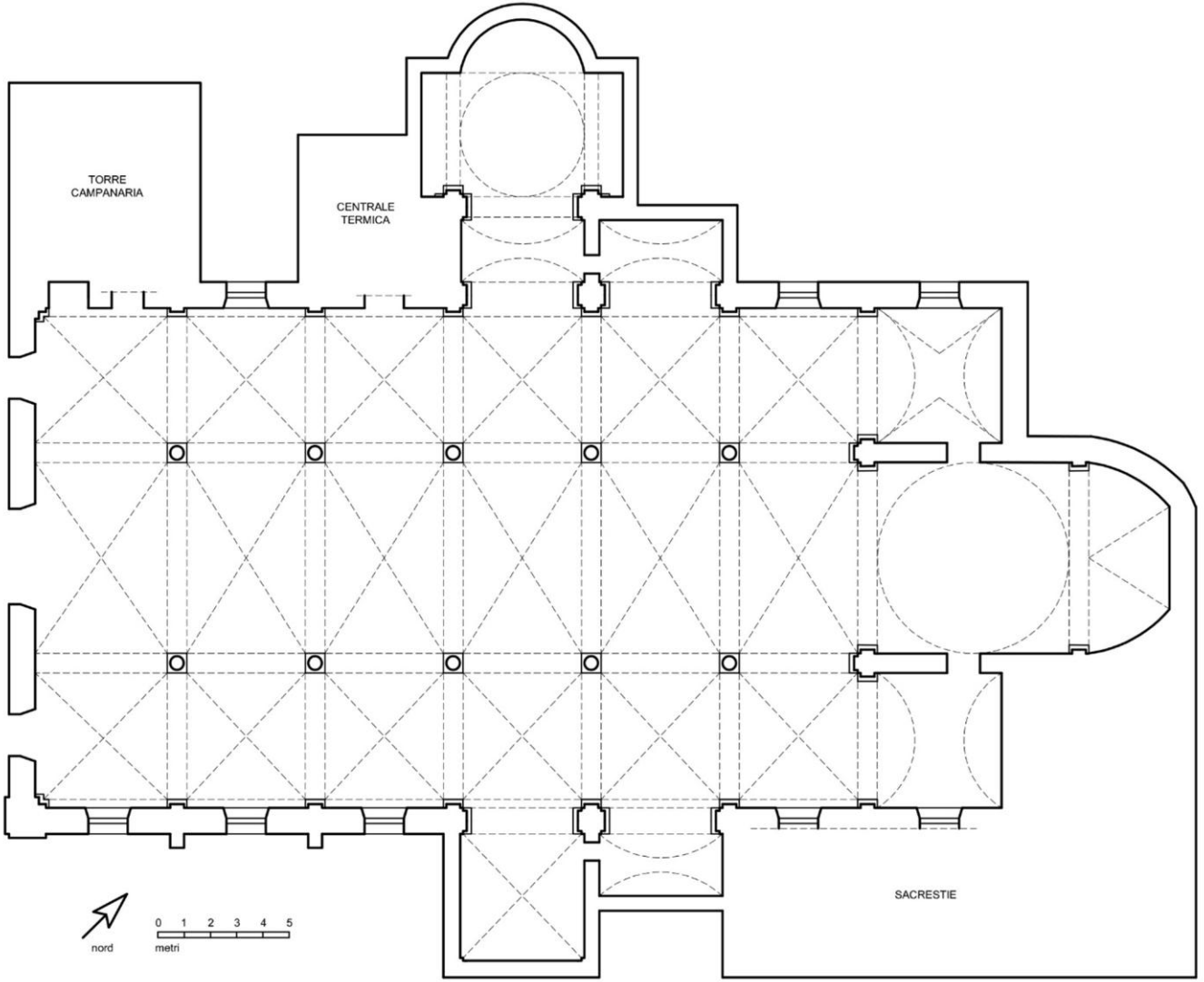
La mancanza di ricerche approfondite sulla chiesa, tesi di laurea o saggi specifici, ha comportato la necessità di rilevare l'oggetto di studio, non avendo trovato materiale già disponibile.

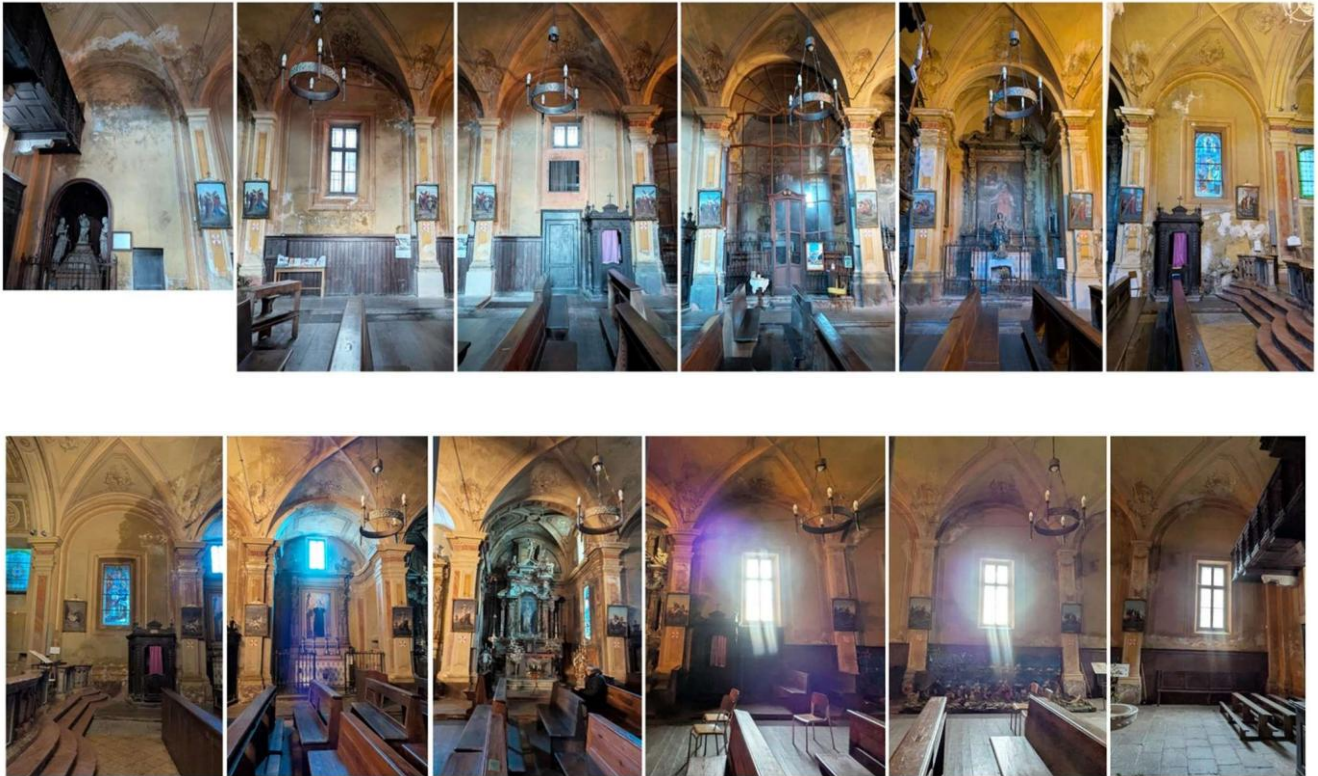
Un primo esito

Un primo esito della ricerca è dunque il rilievo qui sotto allegato che, pur non essendo eseguito con strumenti di precisione ed in non più di 3 ore in chiesa (a cui si aggiungono le ore di verifica ridisegno e controllo ex post) è almeno un primo strumento di lavoro, per il quale va ringraziato il Professor Gianfranco Pertot, del Politecnico di Milano.

Si riporta quindi l'impianto planimetrico a croce latina; la suddivisione in tre navate con tre altari laterali per lato, una cappella feriale a sinistra e due altari laterali posti in testa alle navate laterali. Il presbiterio termina con abside semicircolare. La navata principale è coperta da volta a botte con lunette mentre le navate laterali sono sormontate da volte a crociera.







I dati del monitoraggio ambientale in sintesi

A premessa va ricordato che qualsiasi oggetto (o materiale) si adatta all'ambiente circostante entrando con esso in equilibrio; un eventuale rischio per la sua conservazione deriva dunque dall'entità e dalla velocità dello spostamento rispetto all'equilibrio stabilito, quindi dai gradienti spaziali e temporali dei parametri ambientali, accentuando e/o accelerando i processi di deterioramento in atto. I materiali, infatti, rispondono alle variazioni cicliche delle condizioni termo-igrometriche assorbendo o cedendo calore e/o umidità; questi cicli possono dunque causare sollecitazioni meccaniche e deformazioni o anche determinare cambiamenti nel loro stato, innescare reazioni chimiche e di degrado biologico.

Temperatura (T) e Umidità Relativa (UR), dal punto di vista fisico, sono le grandezze che maggiormente caratterizzano un ambiente confinato e le interazioni che avvengono con gli oggetti contenuti al suo interno.

La **temperatura** gioca un ruolo chiave in quanto le sue fluttuazioni repentine possono indurre l'espansione o la contrazione degli oggetti: quando un materiale assorbe energia sotto forma di calore, le vibrazioni delle molecole attorno alla loro posizione di equilibrio aumentano, causando l'espansione dell'oggetto nelle tre dimensioni o la sua contrazione se il calore viene rilasciato. I cicli di temperatura contribuiscono quindi a danneggiare i materiali, ed il danno risulterà tanto maggiore quanto più rapida sarà la loro frequenza. Per questo motivo i gradienti spazio-temporali, le escursioni, i cicli giornalieri e stagionali di temperatura, sono fenomeni da tenere sotto controllo.

Anche l'**umidità relativa** dell'aria è parametro fondamentale: negli ambienti confinati il suo valore è influenzato dagli scambi con l'esterno (apertura di porte e finestre), dalle modalità di condizionamento e dall'afflusso dei visitatori. Per esempio, nei materiali non igroscopici come i metalli, un elevato livello di umidità relativa può determinare la formazione di film di molecole d'acqua che in seguito può formare una soluzione di inquinanti gassosi o particellari presenti, favorendo i fenomeni ossidativi e corrosivi.

In materiali igroscopici come il legno o la carta invece, l'assorbimento di molecole d'acqua può generare delle condizioni di habitat favorevoli all'infestazione microbiologica e allo sviluppo di muffe.

Anche la ventilazione, se inadeguata, favorisce l'accumulo di contaminanti o presenza di umidità e, se eccessiva, danni meccanici e stress fisici.

L'**inquinamento atmosferico**, cioè le particelle sospese, gli ossidi di zolfo e di azoto reagiscono con i materiali costituenti accelerando processi quali la solfatazione e la corrosione, oltre a nuocere alla salute umana.

I danni - che possono essere quindi di tipo fisico, chimico e biologico - sono strettamente da riferirsi al tipo di materiale presente in relazione all'ambiente in cui si trova; in forma molto generale si può affermare che:

- per i materiali lapidei, l'esposizione a CO₂ e SO₂ può causare dissoluzione della superficie, e in presenza di particolato atmosferico, deposizione di croste nere con ulteriori effetti perniciosi;
- per i metalli, i fenomeni principali sono legati alla corrosione in presenza di alti tenori di umidità;
- per i materiali organici, gli stress termici inducono dilatazioni e contrazioni con tensioni che portano a fessure e deformazioni o degrado biologico con crescita di funghi, batteri e microrganismi;
- per colori e vernici, il fattore UV combinato con temperatura e umidità sbiadisce i pigmenti e degrada i leganti, compromettendone intensità e consistenza.

Individuati come fattori fondamentali Temperatura, Umidità Relativa e contaminanti e, sinteticamente, spiegate le ragioni che li rendono potenzialmente dannosi, vanno per conseguenza definite delle soglie giudicate adeguate, oltre le quali si potrebbero avere fenomeni indesiderati (il rischio).

Come in ambito medico, sulla base della letteratura scientifica, si hanno **range di riferimento** che sono stati definiti per la **T come intervallo tra 10° e 24°** e per l'**UR tra 40% e 60%**.

Campiglia	Totale ore	8301
Zona climatica F		3312 Gradi giorno
fluttuazioni T	76	0,916%
in range	4883	58,824%
out range	3418	41,175%
media	12,063	
fluttuazioni UR	63	0,759%
in range	6	0,072%
out range	8295	99,927
media	80,882	

Come prima osservazione va notato che non vi sono fluttuazioni brusche né per la T, né per la UR (0,91% e 0,75% sono valori quasi trascurabili). Ciò è positivo perché evita gli stress meccanici, ed è condizione abbastanza comune negli edifici in cui non vi sono impianti attivi. La massa muraria e la sua inerzia termica stabilizzano le condizioni interne.

Per quanto riguarda la temperatura, i valori registrati sono fuori dall'intervallo di sicurezza per il 40% circa del tempo, perché in clima freddo come questo, spesso la T scende sotto i 10°, ma paradossalmente, data la condizione davvero grave che è quella riferita all'UR, la bassa T non è in questo caso nociva perché evita il proliferare di materiale biologico.

Il problema serio è dato appunto dalla UR che è al di fuori del range giudicato ottimale per il 99,9% del tempo, con un valore medio per ogni ora dell'anno pari quasi all'81%.

Per capire la portata del fenomeno si può fare una comparazione con i valori registrati in una cripta di una chiesa in provincia di Mantova (Asola) in cui anche lì si ha che per il 98% del tempo si è al di là del range, ma la media è pari al 75%, lo stesso vale per la chiesa di Predappio con il 97% di valori out ma con una UR media pari al 69%. Un solo caso, tra i 20 esaminati, ha una condizione peggiore di quella di Campiglia, ma è un ipogeo (Caivano) e quindi i dati sono più facilmente spiegabili: sfioramento dai parametri del 100% e media di UR pari a 89%.

Se volessimo sintetizzare la condizione della nostra chiesa, il grafico sottostante mostra il rettangolo con linea nera corrispondente all'area di sicurezza in cui dovremmo trovare i valori di UR e T: risulta così immediato comprendere come in questo caso si sia sempre al di fuori.

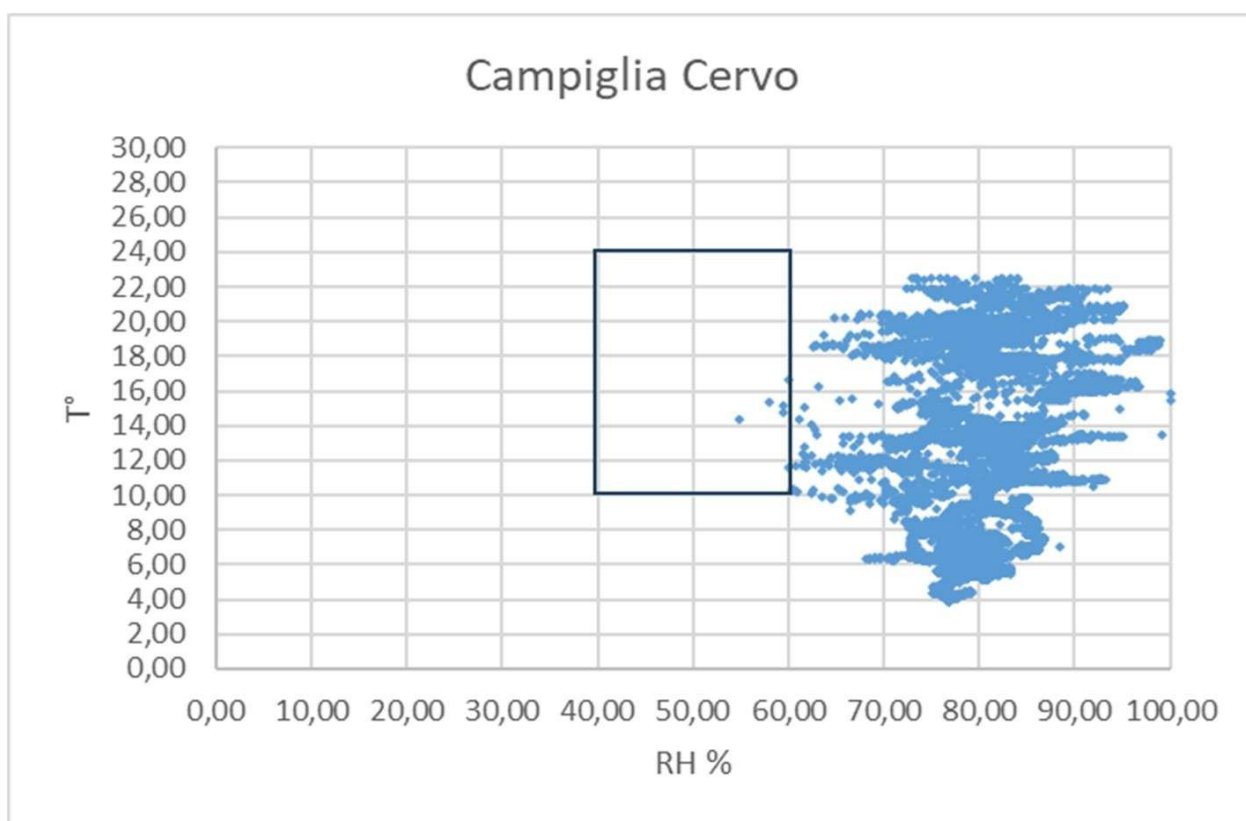


Grafico che evidenzia per ogni ora di monitoraggio l'andamento della T e della UR.

In una condizione di questo tipo il fenomeno più probabile (ma lo si può osservare anche ad occhio nudo) è la formazione di condensa sulle superfici che si ha quando la T dell'aria è più alta della T della parete. Durante l'anno di monitoraggio il periodo più critico è stato giugno e luglio, ma ogni anno questo può variare, senza però diminuire di intensità se le condizioni di UR restano queste.

Anche in questo caso la chiesa risulta uno dei casi più a rischio, perché la differenza media tra T dell'aria e T della parete è di circa 2°, l'unico caso più a rischio rimane l'ipogeo di Caivano con una media di 1,7°. (La cripta di Asola e la chiesa di Predappio, citati prima come casi comparabili, hanno rispettivamente 4,3° e 5,8° come differenza di temperatura).

I fenomeni di degrado

Cosa accade in condizioni come queste? Si è già anticipato che la risposta alla sollecitazione climatica dipende dal materiale e dai suoi processi di decadimento. Ad esempio, un materiale organico come il legno si è assestato (per quanto possibile) trovando un equilibrio con l'alta percentuale di U presente e, seppure siano visibili dei fenomeni di degrado, la situazione non appare così grave.

Materiale organico come il legno



Attacchi di insetti xilofagi con perdita di materiale



Sconnessioni, marcescenza



Attacchi di insetti xilofagi con perdita di materiale



Attacchi di insetti xilofagi



Attacchi di insetti xilofagi



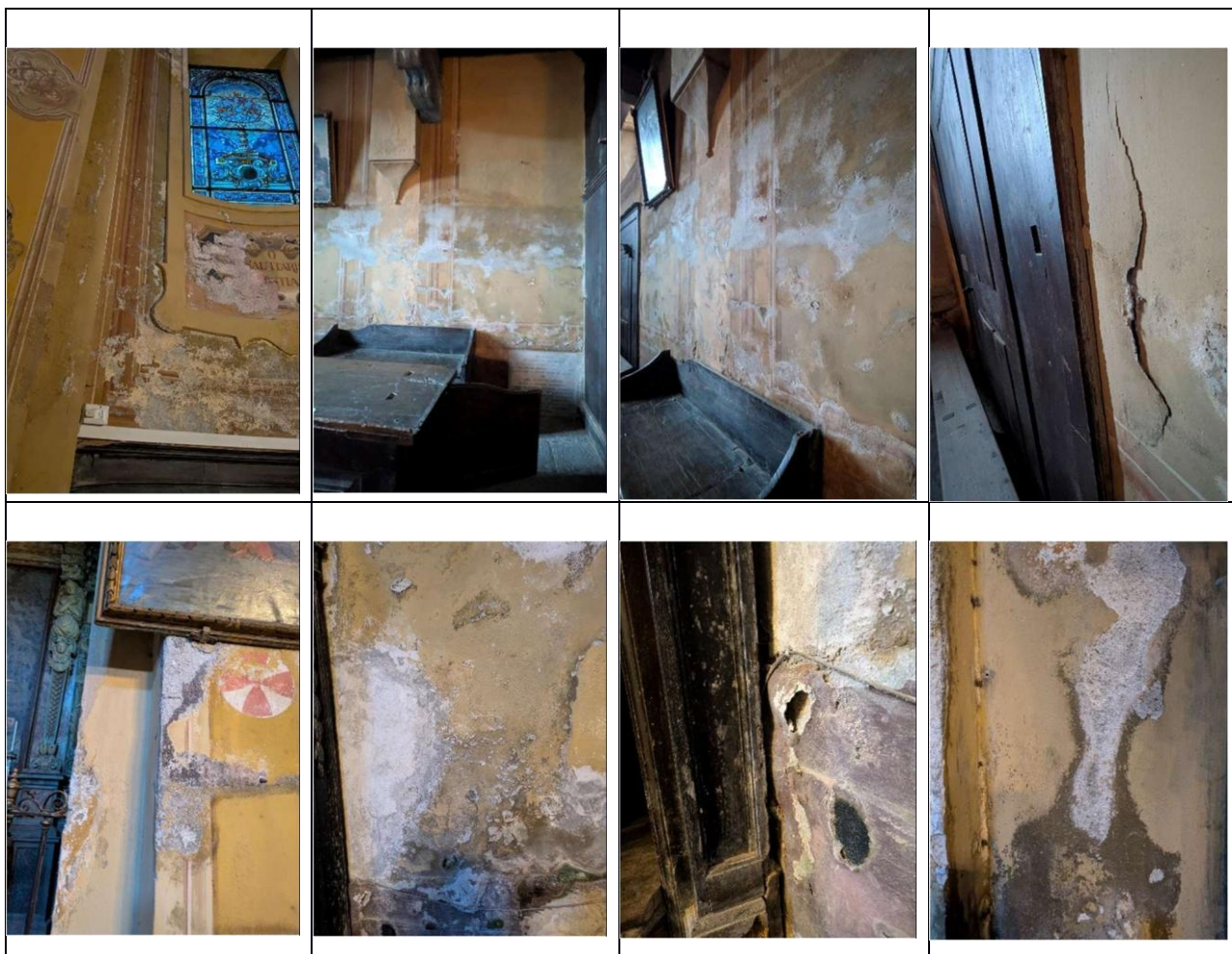
Sconnessioni, marcescenza. Si noti la situazione ben più grave degli intonaci a lato con la presenza di patina biologica.

Il trittico di Bernardino Lanino sembra essere in buone condizioni grazie al distacco dalla parete; si ritiene tuttavia necessaria, al fine di una diagnosi, una ispezione ravvicinata e una indagine del retro, a 30 anni di distanza dal suo restauro.



I materiali inorganici come gli intonaci

I livelli di umidità molto elevati provocano danni strutturali significativi all'intonaco, principalmente attraverso fenomeni di risalita capillare, condensa e cristallizzazione salina. I sintomi includono macchie, rigonfiamenti, distacchi e la formazione di efflorescenze saline.



La situazione della sacrestia

L'ambiente della sacrestia non è stato monitorato, ma esso appare in condizioni conservative migliori probabilmente per un maggior ricambio d'aria attraverso le grandi vetrate e l'esposizione maggiore al sole sul lato Sud.



Le polveri e i contaminanti

Le tipologie rilevate sono riportate nello schema seguente, con il numero di volte in un anno in cui la loro concentrazione supera le soglie di allarme stabilite per legge, in questo caso si è deciso di porre come confronto un caso milanese per aiutare a comprendere i dati.

Tipo		Campiglia Milano	
	Pm 2,5	332	471
	Pm 10	31	121
	VOC	29	18
	NOX	70	7
	CO ₂	0	60

Il particolato (le cosiddette polveri sottili) si distingue, in base al diametro aerodinamico: PM10 inferiore a 10 µm, in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio; PM2,5 inferiore a 2.5 µm, in grado di raggiungere i polmoni ed i bronchi secondari.

I VOC (Volatile Organic Compounds), in italiano COV (Composto Organici Volatili), sono sostanze chimiche a base di carbonio che evaporano facilmente nell'aria a temperatura ambiente. Principale fonte di inquinamento indoor, sono rilasciati da vernici, colle, detergenti, mobili e materiali edili.

I NOx indicano gli ossidi di azoto, un gruppo di gas inquinanti (principalmente monossido di azoto e biossido di azoto) prodotti da processi di combustione ad alte temperature. Sono altamente irritanti, contribuiscono alle piogge acide e all'inquinamento atmosferico. La principale fonte antropica di ossidi di azoto è il traffico veicolare, altre fonti sono gli impianti di riscaldamento civili e industriali, le centrali per la produzione di energia e un ampio spettro di processi industriali. La CO₂, o anidride carbonica (biossido di carbonio), è un gas inodore e incolore composto da un atomo di carbonio e due di ossigeno.

Sebbene sia essenziale per la fotosintesi delle piante e componente naturale dell'atmosfera, è uno dei principali gas serra che, in eccesso, contribuisce al riscaldamento globale. Nelle città, la concentrazione di CO₂ è significativamente più elevata a causa della densità delle attività umane e della minore presenza di aree verdi che ne assorbono una parte.

Si nota una percentuale significativa di ore in cui il PM 2,5 supera i valori di norma, Campiglia in questo caso è a metà rispetto ai 20 casi esaminati, sono però i VOC e i NO_x ad essere alti, superiori ai valori riscontrati a Milano, con probabile causa gli impianti di riscaldamento posti nelle vicinanze e nel caso di accensione dell'impianto della chiesa stessa (ad esempio il giorno di Natale).

Le cause della condizione microclimatica generale

Chi vive in Valle sa che il territorio è particolarmente umido per più ragioni, ma la condizione interna della chiesa è in disequilibrio pur tenendo conto delle condizioni esterne. Anche in questo caso pochi dati sono utili per capire: la media della UR esterna nell'anno monitorato è stata pari al 71,5% mentre l'interno supera l'80% sempre. Prendendo in esame il mese più freddo (dicembre) e il più caldo (agosto) si osserva come all'interno ci sia circa il 20% di UR in più rispetto all'esterno.

MEDIA T est. T int. UR est. UR int.

dic-24 3,6 6,93 57,70 77,56

ago-25 20,50 19,91 59,10 79,91

Questo fatto induce a pensare che le cause siano legate da un lato al mancato scambio tra interno ed esterno (poche aperture del luogo, poca ventilazione, nonostante lo stato dei serramenti poco ricambio di aria) e dall'altro ad una presenza di acqua legata a perdite dal tetto e da umidità di risalita alla base delle murature, causata anche dalla condizione esterna al piede delle murature. Altri fattori sono l'uso di materiali non traspiranti (intonaco a base cementizia visibile sulla facciata e boiserie in legno sulle pareti interne che sono utili per evitare l'effetto legato alla parete fredda, ma che lasciano "respirare" meno le murature). Vanno tenute in considerazione, infine, le percolazioni dal tetto e le condizioni generali dell'esterno.



Ingresso di acqua ancora in fase liquida (dunque recente)



Effetti conseguenti all'ingresso di acqua in fase asciutta





Presenza di terreno all'intorno



Presenza di fontana con acqua dispersa



Terreno e mancanza di soleggiamento

Conclusioni

L'analisi dei dati non deve indurre preoccupazioni eccessive: comprendere i problemi e le cause serve per poter individuare soluzioni appropriate. L'importanza di poter disporre di una diagnosi aiuta infatti nella programmazione e nella progettazione di azioni che possono partire da quelle a costo zero, come l'apertura controllata di porte e finestre, per passare a quelle di manutenzione esterna e per discutere di interventi che possono agire sul microclima interno, anche con soluzioni a basso costo e con leggere variazioni microclimatiche in modo da non "mandare in crisi", ad esempio, le opere in legno, che hanno raggiunto un loro equilibrio.

Se si volesse invece pensare al comfort per i fedeli, le soluzioni sarebbero comunque da ricercare adeguando una porzione della chiesa, come accade anche oggi, con interventi più consoni, anche considerando le tecnologie attuali.

Credo di deludere il paziente lettore nel non soffermarmi sulle possibili soluzioni, ma sento l'obbligo, in chiusura, di ricordare che il progetto è stato finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca ed è stato condotto dal Politecnico di Milano, in sinergia con altre università italiane.

La garanzia di una ricerca scientifica è proprio questa: supportare in modo puntuale le scelte strategiche di eventuali futuri interventi 'ad hoc', per garantirne efficacia, efficienza ed economicità, oltre naturalmente alla conservazione delle opere.

Valeria Pracchi

Professore ordinario di Restauro Architettonico presso il Politecnico di Milano