

Cap. IV: Interazione con l'ambiente e stati di conservazione L' ambiente di conservazione

Il Tempietto pentastilo a pianta centrale in sobrio stile neoclassico misto ad eclettismo ottocentesco⁵⁸, a forma di mezzo ottagono, è una costruzione aperta, sopraelevata rispetto alla strada da 3 gradini in calcarenite grigia⁵⁹, di provenienza locale⁶⁰.

Quattro lati del pentagono irregolare sono aperti e delimitati ai vertici da colonne in breccia rosa, il quinto lato, costruito in continuità sul Muraglione, è murato⁶¹. Il Tempietto guarda a mezzogiorno e possiede un affaccio sopraelevato rispetto agli edifici sottostanti. Esso si erge sul Muraglione, in un punto che si discosta di pochissimo dal punto più alto della città (826 metri sul livello del mare).

All'interno del Tempietto, appoggiato al muro perimetrale, avanti alla vetrata policroma, è stato realizzato e più volte rimaneggiato, un altare irregolare, realizzato con lastre di marmo, il quale sostiene la cosiddetta statua di "San Gerardo di marmo".

La struttura interna protetta dalla copertura, si spalanca sulla strada circostante.

La copertura è a falde, costituita da quattro piani inclinati che fanno scivolare le acque meteoriche nel canale di gronda. La posizione sopraelevata, rispetto alla vallata sottostante, espone il Tempietto all'azione di venti che soffiano principalmente da Sud-Ovest in tutte e quattro le stagioni. In inverno è notevole anche la frequenza del vento di tramontana da Nord⁶².

Strettamente dipendente dal regime dei venti sono la nuvolosità e la luminosità dell'atmosfera; il soleggiamento è massimo durante i mesi estivi, mentre il Tempietto non è mai irraggiato frontalmente d'inverno. Dall'osservazione invernale, essendo l'inverno la stagione che determina maggiori rischi di aggressività da parte degli agenti atmosferici, risulta che di primo mattino la struttura subisce il massimo irraggiamento da Est e proietta la sua ombra sul vicino palazzo Benvignati, posto alla sua sinistra. Il sole, man mano che compie il suo corso verso Sud, illumina il Muraglione e la parete posteriore del Tempietto. I raggi solari attraversano la vetrata che riflette i suoi cromatismi all'interno del Tempietto, sul busto del Santo, sulla terza colonna e sul pavimento, fino a scomparire. Nel pomeriggio nessuna parte del Tempietto risulta più irraggiata da luce diretta.

Il clima appenninico comporta sbalzi termici di una decina di gradi tra il giorno e la notte, che provocano espansioni e contrazioni diverse tra minerali con differente coefficiente di dilatazione, i quali possono portare al deterioramento per decoesione, di entità tanto maggiore quanto più è rapida la variazione di temperatura⁶³.

Sarebbe molto opportuno monitorare i parametri fisici di umidità e temperatura, per correlare precisamente gli sbalzi termici alle disgregazioni.

Il Tempietto, anticamente marginale all'edificato, risulta oggi essere inserito in pieno centro urbano, situato ai bordi di una strada a un solo senso di percorrenza, dove transitano

⁵⁸ Relazione descrittiva del restauro del 1997, depositata presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici di Basilicata.

⁵⁹ Si veda la scheda relativa ai collegamenti verticali (CVSc), nel V capitolo del presente lavoro.

⁶⁰ Si veda il III capitolo in questo testo.

⁶¹ Si veda la scheda relativa alla Muratura Continua (SVMc), nel V capitolo del presente lavoro.

⁶² Ranieri 1961, p. 96.

⁶³ Lazzarini e Laurenzi Tabasso, 2003, p. 24.

quotidianamente automobili e autobus di linea che costituiscono le principali sorgenti antropiche di inquinanti nell'area e determinano azioni microsismiche sulle strutture, strettamente dipendenti dal tipo di asperità del manto stradale in cubetti di porfido, dal tipo di suolo (oggi terreno di riporto), dalla velocità dei veicoli meccanici e dalla loro massa. *Sarebbe opportuno chiudere la strada al traffico, ciò garantirebbe un'evoluzione lenta dei processi di degrado, secondo l'invecchiamento naturale dei materiali.*

Le sorgenti di traffico veicolare emettono nell'ambiente sostanze chimiche che alterano la salubrità dell'aria: gli inquinanti gassosi sono ossidi acidi di carbonio (CO_2) di azoto (NO_x) e di zolfo (SO_2) che diventano dannosi quando reagiscono con l'acqua delle precipitazioni, dando origine a acidi forti, con abbassamento del pH e formazione di piogge acide. Le deposizioni acide possono essere anche secche: gli ossidi si depositano sui monumenti e reagiscono con l'acqua piovana direttamente sulla superficie bagnata. Sia le deposizioni secche che quelle umide corrodono le pietre calcaree, di cui il Tempietto è costituito. L'ossido di zolfo è in netto calo, vista la sostituzione delle benzine ad alto tenore di zolfo (ATS) con altre a basso tenore di zolfo; negli anni passati però, ha prodotto grandi danni ai materiali causando la formazione di gesso (solfato di calcio bi-idrato) sulle superfici carbonatiche non esposte a dilavamento diretto, quindi in particolare sul lato interno delle colonne e nei sottosquadri della cornice. Il gesso aveva inglobato i particellati carboniosi dell'aria inquinata, formando croste nere, che sono penetrate anche nella struttura interna del supporto lapideo, disgregandolo. Dove batteva la pioggia il gesso è stato disciolto dall'acqua e la superficie è diventata rugosa e ha intrappolato nelle microirregolarità, per azione di cariche elettrostatiche, le polveri dell'aria. Negli ultimi dieci anni le croste nere non si sono riformate, essendo diminuite le emissioni di ossidi di zolfo, in quanto le benzine oggi in commercio hanno basso tenore di zolfo. Sulle superfici è evidente l'erosione per corrosione (fenomeno attivato soprattutto dagli acidi nitrici) e la deposizione di polveri aerodisperse preferenzialmente nelle rugosità della pietra, dove si accumula l'acqua, che attira le particelle con la sua polarità.

Alla decrescita degli ossidi di zolfo oggi corrisponde un aumento degli ossidi d'azoto, che attirati dai dipoli dell'acqua presente in atmosfera, danno origine a acidi nitrosi e nitrici che corrodono le pietre carbonatiche. Gli acidi nitrici e nitrosi reagiscono con il calcio del substrato formando sali molto solubili che non cristallizzano mai.

Tutti i litotipi costituenti il Tempietto, essendo costituiti prevalentemente da calcite, sono esposti all'azione aggressiva delle piogge acide.

I motori a scoppio, producono anche PTS, polveri sospese nell'aria, in sensibile crescita, molto fini e leggere che si depositano sul monumento e preferenzialmente nelle rugosità della pietra, sviluppando uno strato di "sporco" comunemente detto "soiling" o deposito con annerimento. Le polveri sono costituite da carbonio e metalli pesanti (molto ricchi in metalli pesanti sono i gasoli, combustibili poco raffinati bruciati dai motori Diesel). Le polveri possono contenere anche composti organici semicombusti derivati dal benzene, detti IPA (idrocarburi policiclici aromatici), resistenti al dilavamento e fissati in modo permanente sulla pietra. Gli IPA, per la loro natura grassa e appiccicosa favoriscono l'adesione di ulteriore particellato carbonioso sulla pietra. Il particellato può inoltre contenere componenti idrosolubili come sali o acidi che dopo il deposito, possono sciogliersi con l'umidità e migrare nelle porosità, provocando danni fisici e chimici alla struttura.

Risulta necessario che gli inquinanti siano discriminati.

Esistono rilevatori passivi di gas e di polveri che funzionano senza energia né necessità di sorveglianza, che potrebbero essere posizionati nelle vicinanze del Tempietto, per rilevare le concentrazioni degli inquinanti, ma purtroppo non esistono ancora degli indicatori di pericolosità dell'inquinamento, che fissino la dose massima di inquinante che un materiale lapideo può sopportare senza subire danni. Sia i risultati ottenuti dai rilevatori passivi che i valori di umidità e temperatura calcolati in prossimità del Tempietto, potrebbero essere messi in relazione con quelli di una centrale di rilevamento dell'Arpab a Potenza. Il risultato finale, sarebbe quello di poter avere dei dati di riferimento relativi a ciò che accade sul monumento, sfruttando alcuni algoritmi, sulla base dei dati ottenuti dalla centrale remota, come è stato messo a punto ad Aosta, per il teatro romano⁶⁴.

Collegare i rilevamenti ambientali alle evoluzioni del degrado è l'unico modo per poter correlare scientificamente la causa agli effetti secondo una relazione che permetterà di prevedere l'evoluzione del degrado in determinate condizioni ambientali.

Ai fattori di deterioramento ambientale, bisogna aggiungere quelli di origine antropico-vandalica: nel maggio del 2007 sono terminati i lavori di riqualificazione dell'intorno del Tempietto, in occasione dei quali oltre alla nuova pavimentazione della piazza Matteotti, si è proceduto anche a smontare la cancellata che racchiudeva il Tempietto, a ricostruire i primi gradini e ad intonacare la parete perimetrale interna. Nel giro di pochi mesi, in assenza di una costante e regolare manutenzione, la situazione risulta già alterata. La nuova pavimentazione è cosparsa di macchie di "caramelle a molla", la catena perimetrale è stata sganciata dai blocchi di pietra che la sorreggevano (un blocco è stato rotto) e già si sono verificati casi di graffi sul muro merlato, sulle pareti perimetrali e sui piedistalli delle colonne.

*"A questo punto la conclusione appare ovvia: la conservazione delle città e dei suoi monumenti dipende in primo luogo dagli abitanti"*⁶⁵.

Lo stato di conservazione del Tempietto nel 1997 e l'intervento di restauro

Le informazioni sullo stato di degrado in cui versava il Tempietto prima del 1997 sono custodite nella Relazione descrittiva del restauro del 1997, depositata presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici di Basilicata. Nella relazione sono anche elencate le diverse fasi dell'intervento di restauro quali, la pulitura, la stuccatura, il consolidamento e la protezione, ma non sono stati discriminati i punti trattati, ne sono state fornite indicazioni a proposito delle cause produttrici dei prodotti di restauro, delle loro caratteristiche e della concentrazione utilizzata.

Prima del 1997, sul Tempietto risaltava uno strato scuro di patine di natura biologica (soprattutto sulla trabeazione), patine artificiali, indotte dall'inquinamento e pellicole di ossalato di calcio. Funghi e batteri si nutrono della sostanza organica degli antichi trattamenti di restauro e nel loro metabolismo producono ione ossalico (COO⁻) che reagisce col calcio del calcare o del gesso per formare ossalato di calcio, secondo la reazione $\text{COO}^- + \text{Ca} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$.

L'ossalato di calcio (CaC₂O₄) cristallizza come un materiale inorganico e costituisce una

⁶⁴ Crovieri e Chiantore, 2005, p. 25.

⁶⁵ Urbani, 2000, p. 42.

patina resistentissima all'attacco acido delle atmosfere urbane, che non va mai rimossa, in quanto è uno strato di protettivo naturale per le superfici. La patina di ossalato di calcio, anche detta "patina nobile", fu mantenuta sul busto marmoreo del Santo Patrono dove si presenta tutt'oggi di colore giallastro, mentre fu eliminata con non pochi sforzi, essendo altamente insolubile, dagli altri elementi, forse perché aveva inglobato particellati più scuri, compromettenti l'originalità cromatica dei materiali.

Nelle zone più riparate dalla pioggia battente e in particolare sulla parte interna delle colonne, sugli elementi decorativi del fregio e nelle profondità dei capitelli, l'alterazione superficiale assumeva la consistenza di una crosta nera, costituita da uno strato di gesso (dalla caratteristica morfologia lamellare) che inglobava particelle carboniose scure⁶⁶; la pulitura delle coste nere risultava necessaria oltre che per motivi estetici, anche per bloccare la disgregazione indotta dall'insinuarsi in profondità del gesso nel materiale lapideo.

⁶⁶ Si veda la reazione di formazione delle croste nere nel V capitolo di questo stesso volume.

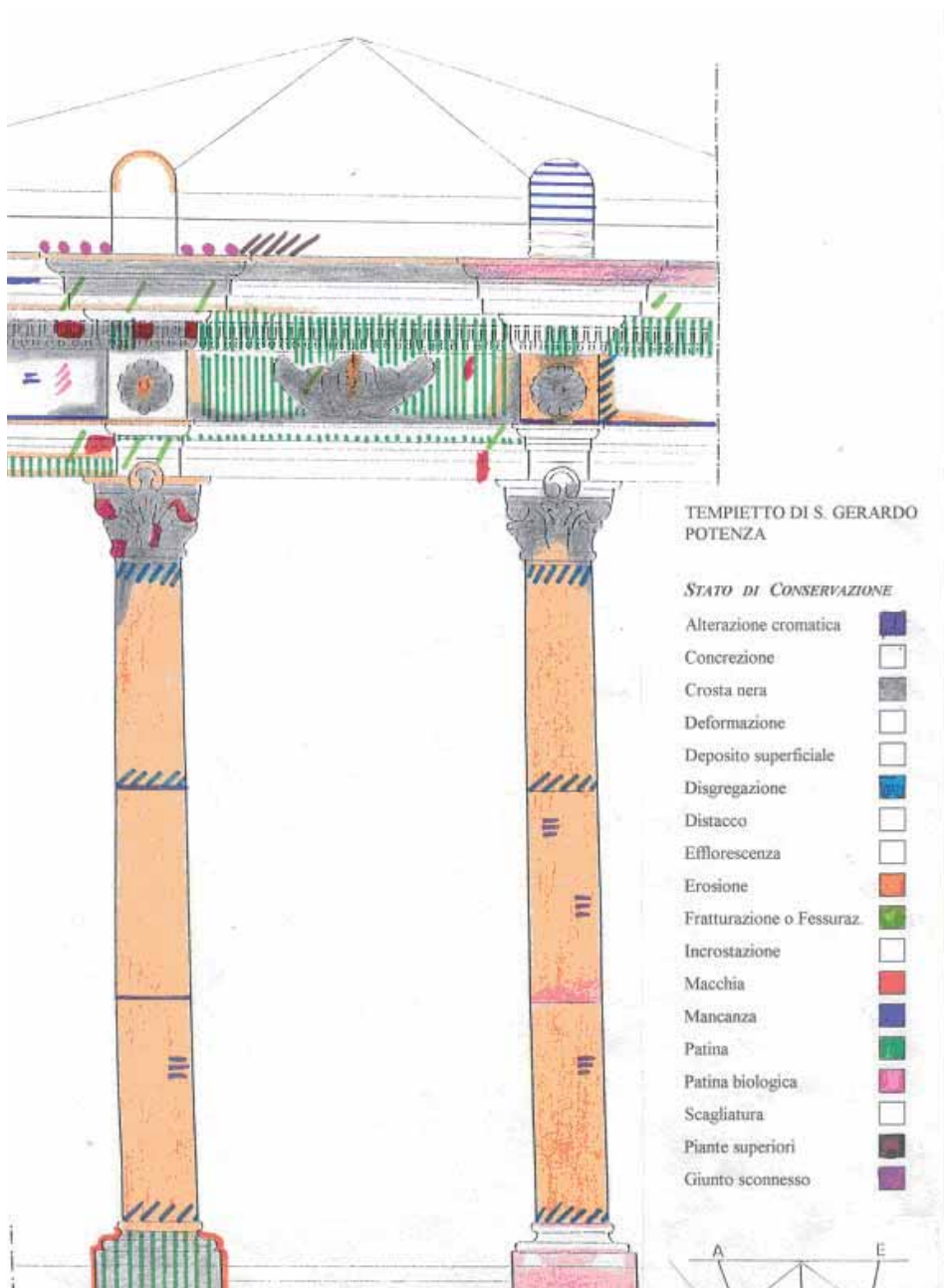


Figura 1. Mappatura del degrado del 1997.

La pulitura delle croste nere fu eseguita con metodi chimici a base di impacchi di *AB57*, soluzione solvente messa a punto dall'ICR, che contiene bicarbonato di azoto e bicarbonato di sodio, EDTA, Carbossimetilcellulosa e Desogen.

L'*EDTA* (acido etilen diammino tetra acetico) è un complessante che crea dei composti stabili col calcio del gesso (c'è il rischio che si leghi anche il calcio del Carbonato di calcio).

I *bicarbonati di azoto e sodio* sono sali debolmente basici che contribuiscono a sciogliere il gesso. Questi inoltre favoriscono l'aumento della concentrazione in soluzione dello ione carbonato (CO_3^{2-}) e la conseguente diminuzione della concentrazione dello ione calcio (Ca^{2+}). Ne consegue quindi che con l'aggiunta in soluzione dei bicarbonati, la solubilità del carbonato di calcio è fortemente ridotta e si complessa preferibilmente il calcio del gesso, per rispetto della costante del prodotto di solubilità $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}]$.

La *carbossimetilcellulosa* permette di ottenere un liquido molto viscoso che penetra difficilmente nelle profondità della pietra e conferisce una azione pulente solo sulla crosta superficiale.

Infine il composto *AB57* contiene il *Desogen*, un tensioattivo che modifica la tensione superficiale della soluzione liquida e facilita la bagnabilità della crosta da rimuovere.

In alcuni punti le croste avevano una consistenza particolarmente coriacea e per la rimozione fu necessario agire anche con il bisturi o con microsabbiatrice. L'asportazione meccanica delle croste risulta sempre dannosa per i materiali perché crea vibrazioni interne e favorisce l'abrasione della pietra sottostante già parzialmente disgregata dalla penetrazione della crosta.

Sia le colonne in breccia che la parete in calcarenite subirono un preconsolidamento prima di poter essere pulite, per ovviare al rischio di perdere materiale: le zone friabili presenti soprattutto sui rocchi basali delle colonne furono preconsolidate con il *Paraloid B72* (resina sintetica acrilica - copolimero dell'etil metacrilato e del metil acrilato - in percentuale variabile in funzione della disgregazione).



Figura 2. pulitura delle croste nere sul marmo del capitello nel 1997 con il composto *AB57* e con metodi meccanici.

Sulla parete del Tempietto la calcarenite era esfoliata: le sfoglie furono fatte riaderire con microiniezioni e parziale stuccatura della parte in distacco eseguita con malta idraulica, composta da calce idraulica Lafrange, pozzolana super ventilata e Primal (in soluzione al 10 %). Il *Primal* è un polimero usato come legante e adesivo per inerti, che conferisce alla malta un indurimento veloce.

La parete poi fu pulita e infine consolidata con *silicato d'etile*, estere siliceo prodotto dalla reazione tra l'alcol etilico e l'acido silicico, facilmente applicabile e con un buon potere penetrante nella pietra (dato che la molecola è molto piccola).

Il silicato d'etile risulta maggiormente efficace sui materiali silicatici, contenenti gruppi ossidrilici (OH-) che formino ponti a idrogeno con gli ossidrilici dell'estere silicico. Dato che la parete è in calcarenite e risulta costituita quasi esclusivamente da calcite (Campione G6), è plausibile ipotizzare che non sia stata particolarmente ricettiva all'azione del silicato d'etile.

La stuccatura diffusa di tutta la parete, non fu eseguita, ma è auspicabile che si provveda al più presto a stendere uno strato protettivo di intonaco impermeabile, così riducendo la penetrazione di acqua all'interno del muro, che causa la caduta dell'intonaco sulla parete interna e danni alle due colonne in breccia affioranti dalla parete.

Dopo il preconsolidamento e la pulitura, si procedette all'incollaggio con resina epossidica bicomponente delle parti fratturate e distaccate della cornice, sul quarto capitello (Ca 4), sul plinto della terza colonna (Ba 3) e sulla voluta sinistra dell'altare (la destra era già mancante nel 1997).

I blocchi di marmo della trabeazione votati alla chiusura d'angolo, si presentavano mal sigillati: furono rimossi e dopo aver trattato con un convertitore di ruggine i perni ossidati e aver inserito delle piattine di ferro nelle zone dove la corrosione aveva ridotto fortemente la sezione delle staffature, furono ricollocati e fissati con malta.

La relazione descrittiva non specifica i punti dove furono inserite le piattine di ferro, né se fossero state preventivamente trattate con prodotti antiruggine; in ogni modo sarebbero da preferire piattine in titanio, famoso per la sua resistenza a corrosione, in acciaio inox oppure in nitrato di silice⁶⁷, materiale lapideo artificiale con coefficiente di dilatazione simile al coefficiente di dilatazione dei materiali lapidei naturali.

Nel 1997 sulla terza colonna (SVC03), non era presente la grande macchia di ruggine che oggi si estende dal capitello al primo roccchio, eppure la ruggine si era ipoteticamente già formata in profondità, considerato che i perni erano già fortemente corrosi. Nel 1997 l'acqua era presumibilmente filtrata nell'architrave passando attraverso i giunti sconnessi e le fratture della cornice ed era venuta a contatto col perno di ferro, ossidandolo. E' possibile che negli anni l'acqua piovana, permeata nella porosità della breccia del roccchio, abbia mobilitato gli ossidi di ferro dall'interno della pietra, verso la superficie. Eppure non si può escludere che la ruggine si sia formata negli ultimi anni, proprio per corrosione dei nuovi perni di ferro.

La corrosione è un fenomeno spontaneo di decadimento chimico del metallo, che si realizza in presenza d'acqua, per interazione con un ambiente ossidante.

Il ferro non è un metallo nativo, ma viene estratto dai minerali (in cui è presente in forma

⁶⁷ Fiori, 1992, pp. 197-204.

ossidata come FeO , Fe_2O_3 ,...) tramite un processo metallurgico che, fornendo calore, separa l'ossigeno dal ferro. Il ferro così ottenuto è allo stato metallico e ha carica elettrica pari a zero (Fe^0). Il ferro metallico è termodinamicamente instabile e tende a dissipare l'energia accumulata sotto forma di calore nel processo metallurgico, per tornare alla forma ossidata (Fe^{+2}) di partenza, termodinamicamente stabile. Nel processo di corrosione, dunque il metallo si rimineralizza, tornando alla forma ossidata; lo svolgimento è descritto da una reazione elettrochimica di ossido-riduzione, nella quale avviene trasferimento di elettroni, che sono particelle del nucleo con carica elettrica negativa.

Il ferro non è un metallo nobile ed ha un potenziale di ossidoriduzione negativo (- 0.44 E° volt) e dunque risulta molto reattivo all'azione ossidante dell'ambiente: perde facilmente due elettroni se reagisce con l'ossigeno dell'aria, che ha un alto potere ossidante e potenziale di ossidoriduzione positivo (+0.68 E° volt). Nel processo di corrosione interagiscono il metallo e l'ambiente, caratterizzato anche da numerosi inquinanti acidi, che velocizzano l'ossidazione, ma non sono necessari affinché il processo si attivi.

La cinetica di corrosione dei metalli è influenzata dalla presenza di acqua, dal tempo di contatto col metallo e dalla frequenza con cui il metallo risulta bagnato. Tanto più lungo è il tempo in cui il metallo si presenta bagnato, tanto maggiore sarà la gravità del fenomeno corrosivo. Il rischio più grande da tenere in considerazione, non è la macchia di ruggine in sé, ma il maggiore volume molare della ruggine rispetto al ferro, che può provocare l'espulsione del materiale lapideo.

La macchia è costituita da ossidi molto resistenti di difficile rimozione, anche perché si sviluppano anche in profondità (non escludo la possibilità che la formazione di ruggine abbia disgregato la struttura interna).

La fase successiva all'incollaggio dei pezzi di materiale distaccato, fu la stuccatura delle lacune e delle discontinuità più grandi, per evitare la penetrazione d'acqua nei materiali, con malte idrauliche esenti da sali solubili.

Sul marmo furono eseguite stuccature di finitura, utilizzando malta idraulica composta da sabbia di fiume (1/3), calce idraulica (1/3), polvere di marmo e *Primal* al 10% in acqua, per velocizzare l'indurimento della malta.

Sulla superficie della breccia furono eseguite stuccature di profondità e di finitura, con malta idraulica composta da Calce idraulica (1/2), polvere di marmo (1) e polvere di mattone (1 e 1/2), sostituita da sabbia di Acerenza nei punti in cui la breccia si presentava di colore giallino, per via dell'alterazione della matrice in limonite.

Le stuccature sono ben distinguibili, ad un'osservazione attenta, essendo di un tono cromatico leggermente inferiore al colore del materiale. Le stuccature effettuate nel 1997, garantiscono ancora la tenuta all'acqua, ma negli anni, le fessure più piccole, non stuccate nel 1997, sono aumentate in volume e meriterebbero oggi lo stesso trattamento di stuccatura.

Le ultime operazioni, di consolidamento e protezione dei materiali non sono state descritte nella relazione (a parte il già citato consolidamento della parete con silicato d'etile).

Riporto di seguito, un esempio di mappatura grafica relativa agli interventi effettuati nel corso del restauro, nel 1997. La mappatura, realizzata per ogni lato del Tempio, rappresenta graficamente quali interventi di restauro sono stati effettuati: un protettivo è stato steso sulla trabeazione e sui capitelli, ma non è stato steso sulle colonne.

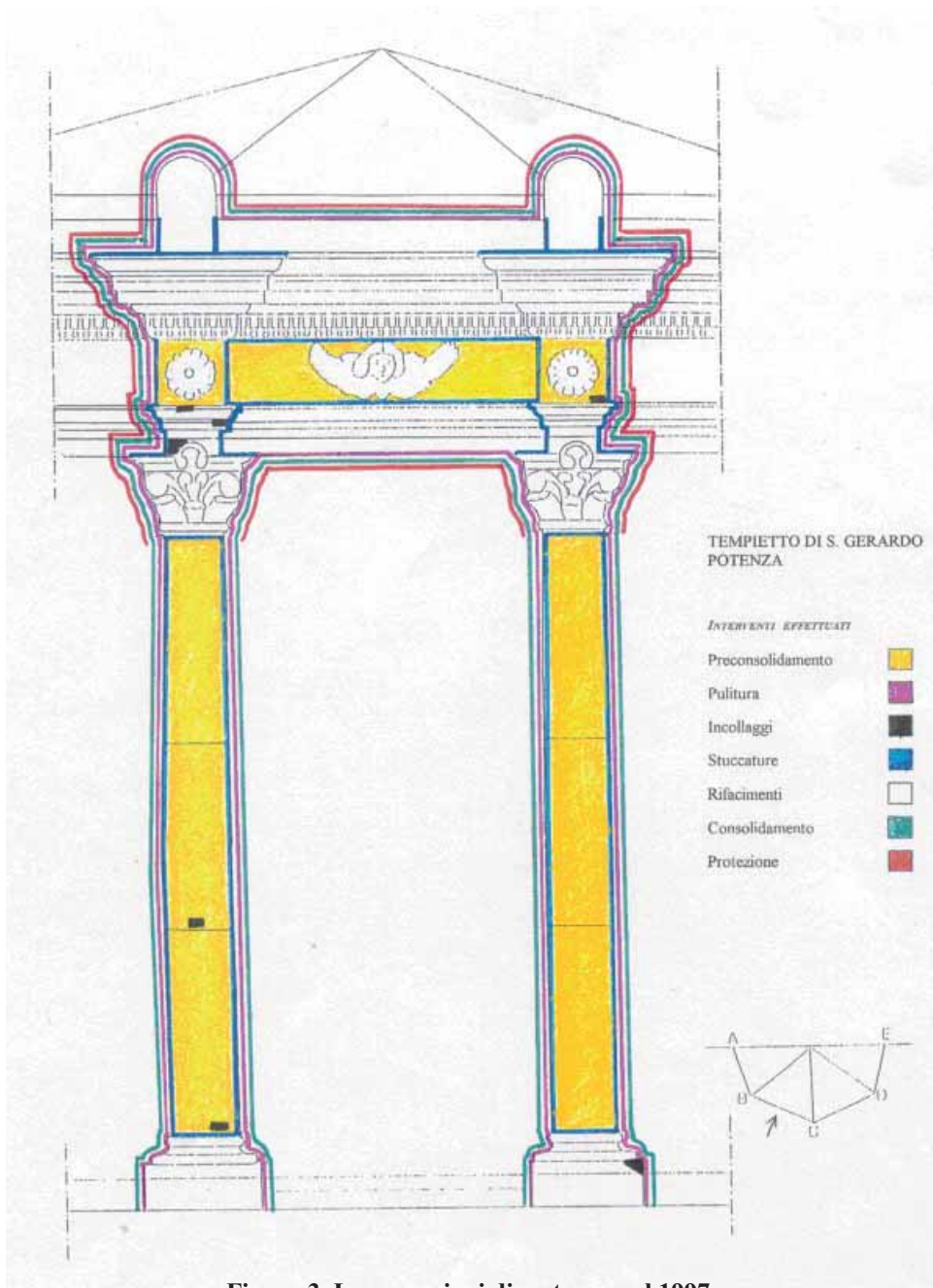


Figura 3. Le operazioni di restauro nel 1997.

In giallo si evidenziano le zone che hanno subito il preconsolidamento, in blu la pulitura, in fuxia la stuccatura, in verde il consolidamento e in rosso la protezione, che si è fermata al capitello

Evoluzione dello stato di conservazione dal 1997

Le informazioni riportate nel II capitolo di questo testo, hanno tentato di ricostruire per grandi linee la storia conservativa del Tempietto, ricavandola da immagini che descrivono le numerose modifiche, mai documentate, che furono apportate negli anni.

La prima documentazione di uno stato di conservazione è quella relativa alla situazione di degrado precedente all'intervento di restauro del 1997, descritta nella relazione custodita presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici di Basilicata, a cura dell'Architetto Vincenza Molinari.

Esiste una relazione tra lo stato di conservazione attuale del Tempietto $t(0)$ e le patologie di degrado che si presentavano prima dell'intervento di restauro del 1997 $t(R-1)$ ⁶⁸. La correlazione tra i due stati di conservazione distanti tra loro di dieci anni, è nelle operazioni di restauro, eseguite proprio nel 1997, indicato come $t(R)$, per ovviare allo stato di danno in cui il Tempietto versava ormai da tempo.

Le considerazioni sull'evoluzione delle patologie di degrado, derivano dal confronto tra le mappature dello stato di degrado nel 1997 e il rilievo delle forme di alterazione e degrado presenti attualmente sul Tempietto.

Per facilitare la comprensione del parallelismo, ho riprodotto le mappature del 1997 nello stesso formato grafico del rilievo dello stato di fatto⁶⁹, fornito dal Comune di Potenza e realizzato con il raffinato metodo del "Laser scanner 3D", dalla Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Basilicata Unibas, redatto nel corrente anno 2008.⁷⁰

La restituzione tridimensionale, si è rivelata particolarmente adatta alla rappresentazione di modelli complessi e morfologicamente articolati come appunto il Tempietto. La tecnica di rilievo "Laser scanner 3D", ha permesso di "spalmare" sulla nuvola di punti prima scansionata e quindi restituita graficamente, le immagini digitali fotografiche del Tempietto.

Un rilievo così ottenuto ha garantito una buona qualità grafica e la possibilità di ottenere, in tempi anche diversi, differenti rappresentazioni (potendo sempre sezionare in qualsiasi punto l'oggetto). Tale tecnica, inoltre, potrebbe rappresentare un ottimo strumento nel processo della conservazione programmata, essa infatti potrebbe garantire nel tempo un confronto oggettivo e scientifico, che attesti le minime variazioni patologiche, tanto volumetriche quanto di superficie, semplicemente concatenando sulla stessa nuvola di punti, ulteriori fotografie digitali, riprese in momenti diversi di tempo, con le stesse modalità definite nel corso della prima ripresa.

La documentazione grafica delle alterazioni e degradazioni macroscopiche dei materiali lapidei, realizzata sulla linea delle raccomandazioni Normal - 1/88⁷¹, fornisce

⁶⁸ Si veda il I capitolo di questo volume.

⁶⁹ Si vedano i rilievi grafici alla fine del volume.

⁷⁰ Il rilievo architettonico è stato eseguito dal gruppo di lavoro D.A.P.I.T. –UNIBAS, con la strumentazione scientifica del CIRCOVA, fondato con finanziamenti dell'Unione Europea (Progetto n.2915/12), Regione Basilicata e Università degli Studi della Basilicata. RESPONSABILE SCIENTIFICO: Prof. Arch. Antonio Conte. GRUPPO DI LAVORO: Ing. Antonio Bixio, Arch. Marianna Calia, Ing. Jr. Donato Locantore, Arch. Maria Onorina Panza.

⁷¹ La commissione Normal (Normativa Manufatti Lapedei) ha lo scopo di stabilire metodi unificati per lo studio delle alterazioni dei materiali lapidei e per il controllo dell'efficacia dei trattamenti conservativi.

immediatamente la comprensione dell'evoluzione del degrado, ma purtroppo non permette di determinare se, ad esempio, l'intensità dell'erosione già presente nel 1997, sia aumentata negli ultimi dieci anni⁷². Dalla comparazione dei due rilievi, infatti, risulta evidente, ad esempio, che nel 2008 sono notevolmente aumentati, rispetto al 1997, i punti in cui l'erosione e la disgregazione hanno portato a una vera e propria mancanza di materiale (in particolare delle breccie e delle calcareniti), ma solo indirettamente si può sostenere che l'intensità dell'erosione della superficie è aumentata nel corso degli ultimi anni.

In futuro potrebbe essere possibile determinare l'evoluzione delle rugosità superficiali, facendo riferimento al confronto tra macrofotografie di aree campione della superficie.

La ripresa fotografica, programmata nelle schede del quaderno di conservazione⁷³, dovrà essere effettuata sempre sulle stesse aree riprese in data 11 marzo 2008, a distanze intervallate di tempo ed eventualmente anche su altre zone ritenute opportune, creando un database di confronto. Questa semplice tecnica diagnostica permetterà di determinare l'evoluzione e l'entità delle modifiche superficiali dei materiali.



Figura 4. La macrofotografia della base della seconda colonna mostra la degradazione differenziale della breccia e la stuccatura del 1997. Ripresa fotografica effettuata in data 11 marzo 2008.

Dalla combinazione dell'analisi dei dati sull'intervento di restauro, dedotti dalla relazione descrittiva con l'interpretazione delle informazioni grafiche, sono scaturite alcune considerazioni utili a comprendere un particolare momento della storia conservativa del Tempietto.

⁷² Si vedano i rilievi grafici del degrado riportati alla fine del volume.

⁷³ Si rimanda al V capitolo di questo stesso volume.

Col restauro del 1997, per il Tempietto è iniziata una nuova fase di vita definita t (R), caratterizzata da un'evoluzione più lenta del degrado, a seguito di interventi ben ponderati e realizzati da operatori esperti. Il monumento restaurato ha così costituito un nuovo sistema, individuato dall'insieme delle caratteristiche dei prodotti applicati e dei materiali originali trattati. Nella cinetica del degrado, il restauro del 1997 ha rappresentato un punto di rallentamento, restituendo nitore e migliori caratteristiche fisiche ai materiali⁷⁴.

Nel corso degli anni, dal 1997 al 2008, la situazione non è rimasta immobile e l'evoluzione del degrado ha determinato nuovamente la perdita di coesione di alcune zone prima consolidate e la modifica del sistema materiale-prodotto, ad opera dei fattori ambientali aggressivi.

In questo contesto, non è stato possibile effettuare la misurazione dell'efficacia residua dei trattamenti di restauro. Risulta quindi difficile concludere se l'incremento delle patologie di degrado a cui si assiste oggi, sia una conseguenza della perdita delle qualità prestazionali di quei trattamenti, piuttosto che di un'evoluzione naturale del degrado dei materiali del Tempietto.

Ritengo che in un futuro prossimo, potrebbe essere necessario procedere all'analisi in spettroscopia FT-IR degli stessi campioni in polvere analizzati in diffrazione a raggi X⁷⁵, al fine di perseguire la conoscenza della stabilità chimica dei prodotti stesi nel 1997, facilitando la previsione delle patologie di degrado attese sul sistema materiale-prodotto. I prodotti di restauro potrebbero aver perso, nel corso di questi ultimi undici anni, la capacità di svolgere quelle funzioni per cui erano stati applicati e c'è il rischio che diventino la causa di danni fisici e chimici sui materiali.

Analisi dello stato di conservazione e morfologie di degrado nel 2008

Nel Tempietto di San Gerardo si riconosce una parte più interna, al di sotto della copertura, maggiormente riparata dalla pioggia e una parte direttamente esposta all'azione delle acque meteoriche. Sia la parte coperta che quella più esterna, subiscono l'azione di venti e le variazioni climatiche; solo il muraglione e il lato esposto a Sud-Est subiscono irraggiamento diretto, che può provocare sforzi di taglio interni al materiale, dato che le superfici si riscaldano molto di più degli strati sottostanti, e portare al distacco di scaglie e frammenti. Il lato esposto a Nord-Ovest è all'ombra durante le prime ore del giorno: l'acqua di condensa (che si genera in determinate condizioni di temperatura e umidità, soprattutto dopo il tramonto, a causa del fatto che la pietra si raffredda più velocemente dell'aria) viene assorbita dal materiale e inizia a evaporare solo in mattinata tarda, lasciando la pietra bagnata per lungo tempo. La presenza di acqua sugli elementi esposti a Nord-Ovest, ha danneggiato persino il plinto in marmo della quinta colonna, che è disgregato e fratturato.

⁷⁴ Lo stato di conservazione del tempietto restaurato è stato indicato come "t (R)". Si rimanda al I capitolo, in questo stesso testo.

⁷⁵ Si rimanda al III capitolo, in questo stesso testo.



Figura 5. macrofotografia del plinto e di parte del basamento della quinta colonna. Ripresa, realizzata in data 11-03-2008.

I danni più grandi, evidenti sul lato in ombra, sono dati dalla presenza di vegetazione, che con le radici accelera la disgregazione dei materiali. In funzione delle diverse esposizioni alla pioggia, le colonne presentano superfici rugose ed evidente degrado differenziale nelle zone esposte a pioggia battente. Sulla breccia delle colonne (campione G5), la pioggia battente ha eroso preferenzialmente la matrice, lasciando i clasti dello scheletro in rilievo. Il modellato a scanalatura si è attenuato ed è aumentata la porosità, soprattutto nelle parti basali e nei punti di giuntura tra rocchi, che risultano facilmente bagnabili. Oggi, le zone basali di tutte e cinque le colonne, risultano in uno stato di degrado avanzato e in evoluzione. L'incremento del degrado potrebbe essere dipeso dal fatto che il trattamento con Paraloid B72 non ha garantito la durabilità delle prestazioni, ma anche dalla naturale evoluzione delle patologie di degrado, considerato che il Paraloid B72 ha un'ottima stabilità alla luce e alle radiazioni ultraviolette.

Sulla terza colonna è presente una grande macchia di ruggine che si origina nel capitello e prosegue sulla breccia; questo fenomeno non era ancora apprezzabile nel 1997.

Una patologia di degrado non presente sulle colonne nel 1997, è la scagliatura, che si manifesta anche sulla breccia del fregio e può essere interpretata come conseguenza della cristallizzazione di sali al di sotto della scaglia in distacco e in relazione all'orientamento delle strutture sedimentarie. La scagliatura è una deformazione elastica, che in genere avviene su superfici trattate con un consolidante organico: nel 1997, la breccia fu preconsolidata con *Paraloid B72*, per ovviare alla perdita di materiale nella fase di pulitura. Il Paraloid B72 è una resina acrilica che costituisce un film idrofobo sulla superficie, che non permette l'evaporazione dell'acqua dalla pietra all'aria. Ciò favorisce la possibilità che al di sotto dello stato idrofobo si creino subfiorescenze, cristallizzazioni di sale che causano il distacco di scaglie di materiale.

I problemi di degradazione differenziale, di scagliatura e di porosità in progressione, potrebbero compromettere la funzione strutturale delle colonne e devono quindi essere tenuti sotto controllo.

Un'altra deformazione elastica, non presente nel 1997 è l'esfoliazione, che si riscontra sulla calcarenite dei basamenti delle colonne (campione G2), ed è imputabile alla struttura a strati tipica delle rocce sedimentarie e agli sforzi di carico che questi materiali teneri sono costretti a sopportare.

Nel 1997 i basamenti erano coperti di patine che probabilmente proteggevano la pietra. Le patine furono pulite e oggi i basamenti presentano fenomeni di erosione, disgregazione e alveolizzazione ad opera degli agenti atmosferici, patologie che hanno indebolito fortemente i basamenti, che risultano fratturati in molti punti. Nel solo piedistallo (parte del basamento che si allunga sulla strada) è evidente la mancanza di materiale, essendo stato scavato in profondità, per fissare gli appoggi della antica cancellata, eliminata nel 2007.

Al roccchio superiore delle colonne in breccia sono legati, tramite ancoraggi in ferro, i capitelli fogliati di marmo che sorreggono la trabeazione, costituita da architrave in marmo, fregio in breccia e cornice, sporgente rispetto al fregio. Nel 1997, la trabeazione era ricoperta da patine e da croste nere nei punti non soggetti a dilavamento, da parte della pioggia. Negli ultimi dieci anni si è passati da materiali degradati da croste nere a superfici corrose dagli acidi e sporche. La pioggia acida battente ha solcato la struttura lapidea della cornice in marmo: negli incavi si sono depositate particelle carboniose e presumibilmente idrocarburi semicombusti appiccicosi (IPA) che resistono all'azione dilavante dell'acqua, dando luogo a un deposito superficiale localizzato in corrispondenza dei solchi.

La cornice, nasconde il canale di gronda, che scorre su una lamina di latta steso sul marmo e che fa defluire l'acqua piovana ai lati del Tempietto, tramite un piccolo condotto in marmo aggiunto nel 1997 ai lati estremi del canale, riversando l'acqua ad alcuni centimetri dalle colonne esterne. In presenza di vento (da Sud-Ovest) l'acqua stillata dal condotto, è indirizzata sulle colonne che si bagnano profondamente, nei giorni di pioggia e quando la neve raccolta sul tetto inizia a sciogliersi (la massima frequenza di nevicate è di 14 giorni all'anno in media, da novembre a marzo, con decorso di precipitazione assai vario)⁷⁶.

Il muro perimetrale in calcarenite, garantisce ancora la sua funzione strutturale, avendo ricevuto compattezza col consolidamento del 1997, a base di silicato d'etile, ma la struttura è permeabile all'acqua (nel 1997 il muro non fu stuccato con malte idrauliche, né protetto, per mancanza di tempo nell'economia delle 400 ore del corso del corso di formazione per restauratori). Il degrado più evidente innescato dall'acqua è il distacco dell'intonaco, nella parte interna del Tempietto, riscontrabile sulla parte alta del muro, esposto a Nord. Sia l'altare che la statua di San Gerardo, così come le facce interne dei capitelli presentano soltanto un leggero strato di deposito superficiale.

Dopo un'attenta analisi dello stato di degrado, a undici anni dal restauro, è evidente che il Tempietto necessita di un controllo sistematico delle trasformazioni e di cure utili ad allungare il suo ciclo di vita e a garantire la pulitura costante delle superfici annerite dai depositi, per perpetuare il valore dell'opera, testimoniato nella consistenza fisica.

⁷⁶ Ranieri, 1961, p. 102.

