

Indice

Generalità del lavoro	p. 02
Cantierabilità e credenziali normative adottate	p. 02
Relazione storica	p. 03
bibliografia	p. 07
foto	p. 08
Relazione tecnica	p. 14
descrizione dei luoghi	p. 14
analisi del degrado	p. 15
interventi	p. 18

Intervento: Recupero della chiesa della Madonna della Greca

Committente: Parrocchia di San Giorgio Martire- Arcidiocesi di Brindisi-Ostuni

Progettista: Arch. SASSO DOMENICO

Importo progetto:

€ 561.000,00

APPROVAZIONI ED AUTORIZZAZIONI PER LA CANTIERABILITÀ

- Parere diocesano

- Atto autorizzativo comunale

- Parere della Soprintendenza ai Beni Architettonici e Ambientali di Bari.

PRESCRIZIONI NORMATIVE, TECNICHE E LEGISLATIVE DI RIFERIMENTO

- *Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137*
- *Carta di Venezia (The Venice Charter) del 1964* realizzata a conclusione del Congresso Nazione degli architetti e dei tecnici dei monumenti storici,
- *Carta del Restauro del 1972* promossa da Cesare Brandi per conto del Consiglio Superiore di Antichità e Belle Arti,
- *Carta Italiana del 1987* realizzata in seguito al Convegno del 1985 coordinato da Paolo Marconi e promosso dal C.N.R. e dal Ministero dei Beni Culturali
- Raccomandazioni *NORMAL* (NORmativaMAterialiLApidei), nello specifico:
 - nr.17/84 per quanto concerne la determinazione grafica degli elaborati,
 - nr.20/85 per gli interventi conservativi relativi alla progettazione esecuzione e valutazione preventiva ,
 - nr.1/88 per il lessico delle alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei.
- *Norme UNI n. 9124 parti 1, 2, 3* per gli interventi di recupero
- Cir. Min. Pubblica Istruzione nr. 117 del 06/04/1972 "*CARTA DEL RESTAURO*"
- *Carta sulle destinazioni d'uso degli antichi edifici ecclesiastici del 1987*
- *Convenzione per la salvaguardia del Patrimonio Architettonico d'Europa (Granada 1985)*
- *Delibera G. R. del 13/06/2008 nr.905* per quanto riguarda le categorie di opere e prezzi unitari di riferimento.

Il sottoscritto arch. Domenico Sasso, con studio in via Mons. F. Tamborrino nr. 5, Ostuni, iscritto all'Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della provincia di Brindisi al nr. 172 in esecuzione all'incarico ricevuto dalla parrocchia San Giorgio Martire in Locorotondo relaziona quanto segue:

RELAZIONE STORICA

Il primo riferimento documentario sulla genesi di questo splendido edificio risale al 1520 seppure sia una sua anteriore fondazione¹. Ciò concorda con la tradizione che vuole la chiesa edificata intorno al 1480 per volere di Pirro del Balzo Orsini (c. 1430 - 1487), signore di Altamura e duca di Andria. Questi, come conferma la ricostruzione di Giovanni Liuzzi, dopo aver combattuto valorosamente contro i turchi nella guerra d'Otranto nel 1480, si sarebbe ritirato in Locorotondo, feudo del fratello Angilberto. Si pensa che Pirro del Balzo abbia preso sotto la sua protezione la comunità degli esuli greco-albanesi rifugiatisi in Locorotondo, così come in altri comuni pugliesi, sotto il progressivo incalzare delle armate turche. L'intitolazione della chiesa a Santa Maria della Greca suggerisce la presenza a Locorotondo del rito greco-ortodosso; la dedicazione è memoria di culto mariano proprio dei paesi di provenienza dei profughi.

IL PROSPETTO PRINCIPALE

Il prospetto a capanna con spioventi laterali (fig.1) denota la ripartizione dell'interno in tre navate, di cui quella centrale articolata in quattro campate con volte a crociera costolonate, e quelle laterali con coperture a semibotti rampanti. Questo tipo di volta a semibotte è propria delle chiese pugliesi a cupola in asse, che ebbero diffusione nel XII e nel XIII secolo. Animano la facciata il portale lunettato, le due statue all'estremità raffiguranti *San Pietro e San Paolo*, il grande rosone ricostruito il 1981 dal maestro locorotondese Domenico Rosato su disegno di Vito Giuseppe Curri. Si tratta di un leggerissimo traforato ricavato sul modello di quello della cattedrale d'Acquaviva delle Fonti in sostituzione dell'originale andato distrutto. (fig.2) In alto, a completamento della facciata, campeggia il timpano, lineare e dal profilo canonico, con al centro un piccolo rilievo; esso ricorda l'affidamento della chiesa nel 1893 alla confraternita di san Rocco responsabile di sconiderati riassetto tanto dell'apparato interno quanto dell'esterno. Le due statue, assai logorate dei santi Pietro e Paolo, all'estremità della facciata, originariamente poste all'ingresso del cimitero antistante la chiesa, provengono da un trittico esistente nell'abside della vecchia Chiesa Madre. La copertura esterna, dalla tipica fattura locale detta a *cummersse*, mostra un'armoniosa articolazione delle falde caratterizzate dalla ordinata disposizione a filari sovrapposti e aggettanti, delle lastre calcaree qui denominate *chiancarelle*(fig.3).

L'INTERNO

Nelle decorazioni dei capitelli si avverte un'impronta prettamente rinascimentale anche se la composizione architettonica risulta ricca di rimandi a prototipi romanici: collarini di forme

¹ È di comprovata esistenza la presenza di un libro di pergamene del 1520 appartenuto alla chiesa della Madonna della Greca. Citato in un inventario del 1666, se ne conserva solo menzione.

semplici e di forme intrecciate e ondulate al di sopra dei quali si elevano forme coniche, formando capitelli ornati con figure, conclusi nella parte superiore da cornici concave su cui posano doppi echini ornamentali e ricoperti da un semplice abaco. Luigi Russo sostiene che la chiesa della Greca «non ha stile definito, ma la torre campanaria, gli arconi ogivali, i pilastri polistili, lo slancio della navata centrale, riportano ad una tradizione romanica che si attarda accogliendo stilemi goticizzanti. Nei capitelli alita già lo spirito della Rinascenza»².

Oltre ai numerosi capitelli, finemente scolpiti e tutti differenti tra loro, posti sulle semicolonne addossate ai pilastri, si conservano diverse e preziose testimonianze della scultura rinascimentale in pietra locale: primo fra tutti si impone il polittico dell'altare centrale (fig.4) intitolato alla Madonna delle Rose³ con le immagini, da sinistra, di santa Lucia, san Pietro, la Madonna con il Bambino, san Paolo e sant'Oronzo letto anche come san Donato. Al di sopra sono bassorilievi dei quattro Evangelisti e, nel timpano, la consueta immagine dell'Eterno Padre benedicente. L'impostazione architettonica è abbastanza rigorosa nonostante alcune incongruenze proporzionali o altre dovute a manomissioni. Accanto a questo gruppo scultoreo sorge sulla destra, nel vano un tempo adibito a coro, il prezioso e splendido bassorilievo della Deposizione nel Sepolcro (fig.5) formante, con quattro colonnine dal fusto riccamente decorato con testine di angeli e tralci di vite, un altare composto in epoca moderna. In origine è molto probabile che questa lastra scolpita ornasse il paliotto della mensa originale posta sotto il suddetto polittico.

Nel nicchione posto sul fondo della navata sinistra vi è il gruppo scultoreo di san Giorgio realizzato il 1559 (fig.6). Un'epigrafe, risalente al 1794, murata al lato dell'altare di San Giorgio, lungo la parete sinistra della chiesa, informa che il cinquecentesco gruppo scultoreo del santo, al momento della demolizione della cappella in cui era collocato, all'interno della chiesa Matrice, venne integralmente ricollocato nella chiesa della Madonna della Greca:

DEO MAGNO AETERNO SACRUM IN MEMORIAM GEORGII MARTYRIS
CUSTODIS URBIS ORDO ET POPULUS LOCOROTUNDI OB AMPLA BENEFICIA A
FORTISSIMO MARTYRUM IN SE COLLATA STATUAM EQUESTREM QUAE IN
PERVETUSTA AEDE AB ANNO ML IMMERITO SQUALEBAT NOVE TEMPLO A
FUNDAMENTIS ERECTO ELEGANTIORI ORNATIS HEIC PONENDAM CURAVIT
FERD. IV FELICITER REGNANTE A.D. MDCCXCIV

Accanto a questo altare è posta una statua di un notevole personaggio genuflesso in atto di preghiera (fig.7), del quale nonostante la dicitura PIRRUS TARENT. PRINC. P. S. D. FF è dubbia l'identità: potrebbe egli essere Pirro del Balzo Orsini, principe di Altamura, oppure Ottaviano Loffredo, barone di Locorotondo verso la metà del '500 e probabile committente del polittico, visto che il piccolo stemma messo al centro del fregio dello stesso è proprio di quella casata. Negli atti della Santa Visita compiuta dal vescovo Magnesio nel 1642 l'arciprete precisa esser stato Ottaviano Loffredo a far erigere l'inferrata che protegge l'altare della Madonna della Greca; lo stesso Loffredo era stato il committente dell'altare maggiore con il polittico ed era rappresentato nella statua del guerriero genuflesso. L'anacronistica designazione di principe di Taranto è anche in una lapide ubicata presso la chiesa di Santa Chiara a Napoli; qui i del Balzo sono indistintamente considerati principi di Taranto. La statua lapidea della Madonna delle Grazie, posta sotto l'arcata della retrostante parete, proviene dall'omonima cappella esistente nella distrutta Chiesa Madre (fig.8). Sul tratto murario della navata centrale si intravede ancora un frammento d'affresco, di una *Madonna con Bambino* (fig.9) forse fulcro della primitiva costruzione, cui nel corso del '500 fu anteposto un ciborio in pietra formato da un padiglione piramidale su quattro colonnine, delle quali restano alcuni frammenti scanalati e i quattro accostati al paliotto della *Deposizione*. Attorno

² RUSSO L., *Antonio Bruno. Medico e filosofo locorotondese*, Bari: Grafica Bigiemme, 1980.

³ La mensa è seriore rispetto al polittico.

all'immagine suddetta facevano da cornice tredici riquadri a bassorilievo; i superstiti nove sono ora collocati sulla parete a sinistra dell'ingresso.

L'attuale aspetto della chiesa è ben diverso da quello originale. I primi interventi su di essa si sono presumibilmente avuti già nei primi anni del 1600; dagli atti di santa visita del 1608 si evince che la chiesa, ancora a una sola navata, ha tre porte, un altare maggiore e due laterali; nell'ala sinistra erano la sacrestia e l'altare della *Beata Vergine* protetto da un'inferriata.

A diverse fasi di costruzione dell'edificio rimandano vari elementi. Sulla navata centrale vi sono volte a crociera costolonate mentre le due navatelle sono coperte da semibotti. C'è differenza di altezza fra le due campate all'ingresso e le due verso l'altare maggiore; si tratta di elementi che, con altri, Vittorio De Michele considera a sostegno della tesi delle due fasi successive di edificazione: «Un elemento su cui vale la pena soffermarsi è la differenza d'altezza delle volte delle due campate all'ingresso rispetto alle due verso l'altare maggiore; questo potrebbe essere un'indicazione per avanzare l'ipotesi di due fasi successive e ravvicinate di costruzione, durante le quali si cercò di mantenere la medesima configurazione decorativa. Questa ipotesi è altresì confermata dal dislivello esistente tra le basi dei pilastri posteriori e di quelli anteriori»⁴.

Va aggiunto che i capitelli presenti nelle navate laterali risultano di stile completamente differente e di più semplice fattura artistica rispetto a quelli della navata centrale. Ne fornisce un ulteriore dato probante la porta a lunetta rialzata e murata sul lato sinistro della chiesa (fig.12), chiaramente di tipo medievale. Il suo orientamento, collegato alla parete interna messa di fronte ad essa e recante un frammento d'affresco, potrebbe far pensare a un nucleo primitivo più piccolo con asse ruotato di 90 ° rispetto all'attuale (fig. 10 e seg.).

La zona retrostante la parete con affresco, era quindi un tempo completamente chiusa, con accesso dal coro, e serviva da sagrestia; il suo tratto murario esterno, come si vede, è stato ricostruito nel corso di un restauro risalente agli anni '60 quando vennero rimosse alcune superfetazioni. La piccola acquasantiera a conchiglia posta subito dopo ci ricorda che l'arcata corrispondente era fino a gran parte del '700 un ingresso secondario che dava sul cortile pergolato adiacente la chiesa e comunicante con l'abitazione annessa (fig. 14). Occorre ricordare la presenza di una finestra murata sullo stesso tratto murario, emersa dopo i restauri, che ora affaccia sulla navata laterale destra dove non ha ragione di essere e che, invece, si giustifica supponendo che questo muro sia stato un tempo parete di fondo della primitiva cappella della *Beata Vergine dell'Assunta*. L'altare doveva sicuramente essere il maggiore; secondo la tradizione costruttiva del tempo era posto di fronte all'ingresso principale che si apriva su importanti assi viari che dirigevano verso Cisternino e Francavilla Fontana.

Fu originariamente eretta *extra moenia*, per mancanza di suolo edificatorio nel recinto urbano, di per sé molto ristretto, su uno slargo del declivio del colle sulla cui sommità era arroccato il paese. Su quello slargo, innanzi la chiesa, ebbe svolgimento la fiera del 15 agosto, coincidente con la festività dell'Assunta; meta di pellegrinaggio era il 15 aprile per le perdonanze di primavera, occasione per ricordare i miracoli ottenuti grazie all'intercessione della Vergine. Nel Cinquecento la chiesa era un importante santuario mariano; ne è memoria nei documenti menzionanti la ricchezza dei sacri arredi è ne è testimonianza nei cospicui ex-voto d'argento.

La chiesa oggi appare spoglia di qualsiasi arredo sacro o accessorio; sino alla fine dell'Ottocento tutte le nicchie perimetrali ospitavano ciascuna un altare. La loro distruzione ha comportato la perdita delle opere d'arte di riferimento. Negli atti di santa visita sono inventari dell'arredo d'epoca:

⁴ G. LIUZZI, V. DE MICHELE E P. CORDASCO, *Ricerche per una storia di Locorotondo*, Fasano: Grafischena, 1990.

Alla colonna sopra l'altare verso la porta grande, voti 195. Sopra l'armerino vicino la Madonna, verso la porta maggiore altri voti d'argento numero 240. All'altra colonna sopra l'altare verso l'altare maggiore, altri voti d'argento numero 181. Di sopra al traverso dell'altare, attaccata ad una fassa rossa altri voti d'argento numero 173 et altri 10 pendenti sopra la testa della Madonna numero 10 di più ci è una corona d'argento d'8 pezzi fatti a gigli con otto pietre false con sette tramezzi di rame sopra dorati, ligati sopra un archetto di legno, a detta coronò sta attaccata un'aquila di rame sopra dorata, antica con un cimiera del medesimo che spicca in mezzo alle due teste d'aquila, detta coronò fu levata dalla Madonna per l'occasione che ci si accomodò un velo innanzi, e fu ordinato che si accomodi detta corona dal fatto che due gigli sono spezzati si pongono sopra il capo della detta immagine. E più voti d'argento pendenti dal panno che fa da baldacchino sopra detto altare 140. E più anelli d'argento pendenti in detto baldacchino a una cordola numero 25, alla seconda cordola numero 33, alla terza cordola numero 35, alla quarta cordola numero 40. E più nel medesimo baldacchino in diverse parti altri anelli numero 14. Corone di filo d'argento con certi bottoni infilzati numero 15, due file di bottoni lunghi e di anelli d'argenti posti in croci pendenti da detto baldacchino con due lunette d'argento 26 per una, che in tutto fanno 52, et più in detto baldacchino pende una filza di paternostri rossi di smalto di numero novanta colli tramezzi ogni dieci d'argento dorati numero 90, quattro filze di coralli rossi lunghi e quattro altri piccoli con certi altri filzi di granelli nigri.⁵

Nel 1617 è attestata inoltre, l'esistenza di undici altari dei quali nove lungo le pareti laterali, uno sulla parete di fondo della navata centrale, l'ultimo sul tratto murario della navata centrale. Dietro quest'ultimo era stata ricavata una stanzetta adibita a sacrestia dalla quale, per una porticina sulla parete perimetrale, si entrava nell'orto adiacente la chiesa e per un'altra nel coro corrispondente all'attuale braccio destro voltato a botte.

*In eadem ecclesia Santa Maria de Greca sunt alia novem altaria quae non sunt patronatae sed fuerunt edificata à primaeva edificationis dictae aecclisia sub arculis in parietibus ipsius ecclesiae...*⁶

Degli antichi altari il primo a destra dell'ingresso era dedicato alla *Beata Vergine Maria del Monte Carmelo*, con immagine dipinta sulla parete; gli altri cinque sulla sinistra erano spogli e presentavano diverse immagini di santi. Ciò concorda con la descrizione di Angelo Convertini:

Nella navata di sinistra entrando vi sono più altari: Sant'Antonio, l'Addolorata, San Francesco da Paola, San Vincenzo Ferreri, il Crocifisso. Nella navata di destra la Madonna del Carmelo, l'Immacolata con San Gaetano. Nella navata di mezzo vi è l'altare maggiore della Vergine con varie effigie di scultura. Prima di giungere a detto altare a destra vi è la bella ed antica e miracolosa immagine della Madonna della Greca, fatta sulla pietra da mano ignota, chiusa con lastra di cristallo, ove ancora vi è un dente di pesce, mandato dalle Indie, e propriamente da Goa nel 1794 dal missionario D. Francesco Saverio Convertini...».

In un atto del 1728 sono descritti gli spazi esterni con il cimitero, l'orto, il campanile:

Item essendo usciti da detta terra per camminare il territorio ci siamo conferiti nella chiesa di Santa Maria della Greca per la via di San Rocco che va in Cisternino, poco distante dalle mura di detta terra, e prima di entrare nella medesima vi è un cimitero profundato, e girato di fabbriche alte in cui si scende per gradini otto, e dentro del medesimo vi è un pozzo ad acqua, un

⁵ Foglio aggiunto alla filza degli atti della santa visita compiuta dal vescovo Vincenzo Meligne (1606-39) il 1617, conservati nell'Archivio Storico Diocesano di Ostuni (d'ora innanzi ADO), contenente l'inventario della chiesa della Madonna della Greca.

⁶ ADO, *Visitatio* 1617, chiesa della Madonna della Greca.

albero di celso vecchio ed un arcone coperto a man dritta dirimpetto al quale vi è un'altra uscita di detto cimitero di gradini cinque verso tramontana alla cantonata di detta chiesa a man sinistra grande entresi. Questa chiesa è posseduta e governata per esso reverendo Capitolo. Onde entrando in essa si vedono diversi altari cioè sei dove celebrasi messa, e fra questi l'altare di detta Madonna della Greca quale sta girata di ferrata dietro vi è la sagrestia serradadi fabbriche e choro aderente aperto per cui entra in detta sagrestia dirimpetto alla porta piccola di detta chiesa verso tramontana, e vi sono altri nicchi con altarini ed un'altra porta verso scirocco per dove si entra in un cortile con diverse colonne e pergolate e nel medesimo verso ponente vi è una porta che esce in detto cimitero dirimpetto alla quale vi è un pozzo d'acqua verso levante, e da vicino detto pozzo si sale nel campanile dove si vede appesa una campana...⁷

Giuseppe Baccari informa che ancora durante il colera del 1867 la chiesa della Greca fu adibita a cimitero e che, in quell'occasione, ne vennero murate porte e finestre. Fu riaperta solo nel 1893 allorché dal Comune fu offerta alla confraternita di San Rocco che vi operò una serie di interventi radicali. Distrusse il grande cortile con l'annessa scalinata all'ingresso della chiesa; disfece i due pilastri che esistevano all'ingresso della scalinata stessa su cui erano le statue in pietra dei *Santi Apostoli Pietro e Paolo*; alterò la prospettiva e ne disfece il grande rosone in pietra a lavori intagliati che formava la grande finestra centrale di prospetto. All'interno dipinse a colori le antiche statue e i bassorilievi dell'altare maggiore, nonché la statua in memoria di Pirro del Balzo. Coprì di stucco le colonne in pietra che formano i pilastri della volta. Venne distrutto l'altare votivo con l'antichissima cancellata in ferro battuto che lo custodiva. A causa dell'ultimo oltraggioso intervento di restauro, avvenuto intorno al 1950, furono rimossi gli altari laterali e le suppellettili insieme al pavimento di basole in pietra locale, sostituito da lastroni di finto marmo; in tal modo si operò anche sul Calvario alle spalle della chiesa.

Nonostante i liberi riattamenti, i rimaneggiamenti e le rimozioni susseguitesesi nel corso del tempo, la chiesa rimane una raffinata espressione della cultura di maestranze che denotano, ancora in età rinascimentale, memoria dei linguaggi architettonici medievali.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Ricerche per una storia di Locorotondo*, Fasano: Grafischena 1990
BACCARI G., *Memorie storiche di Locorotondo*, Locorotondo: Biblioteca del lavoratore, 1968
CARITO G., *L'archivio storico delle chiese di Locorotondo*, in: *La chiesa di San Giorgio martire in Locorotondo*, Locorotondo 2004
GUARELLA G., *La Chiesa della Greca in Locorotondo*, Locorotondo: Cassa rurale ed artigiana di Locorotondo, 1983
GUARELLA G., *La storia di Locorotondo nel manoscritto di Angelo Convertini*, Fasano: Grafischena, 1985
RUSSO L., *Antonio Bruno. Medico e filosofo locorotondese*, Bari: Grafica Bigiemme, 1980
SAMPIETRO G., *Fasano. Indagini storiche*. Fasano: Nunzio Schena editore, 1979
SEMERARO HERRMANN M.L., *I capitelli della Chiesa della Madonna della Greca a Locorotondo* in "Locorotondo" 20 (2003), Locorotondo: Banca di Credito Cooperativo, 2003

⁷ APGC, Platea 1728, ms. cit., fol 23-24. Fonte vedi n.3



1. Facciata



2. Domenico Rosato. Rosone. 1981



3. Particolari della copertura a *chiancarelle*



4. Madonna delle Rose. Polittico



5. Altare della Deposizione nel Sepolcro.



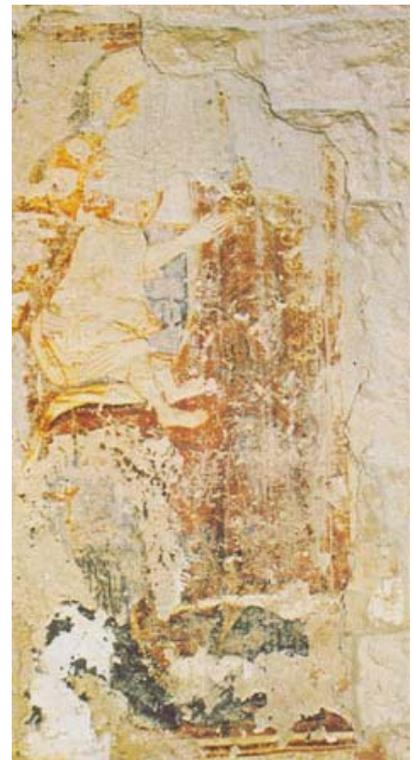
6. Altare di San Giorgio. 1537.



7. Statua avente a soggetto Pirro del Balzo Orsini o Ottaviano Loffredo



8. Madonna delle Grazie.



9. Madonna con Bambino. Affresco.



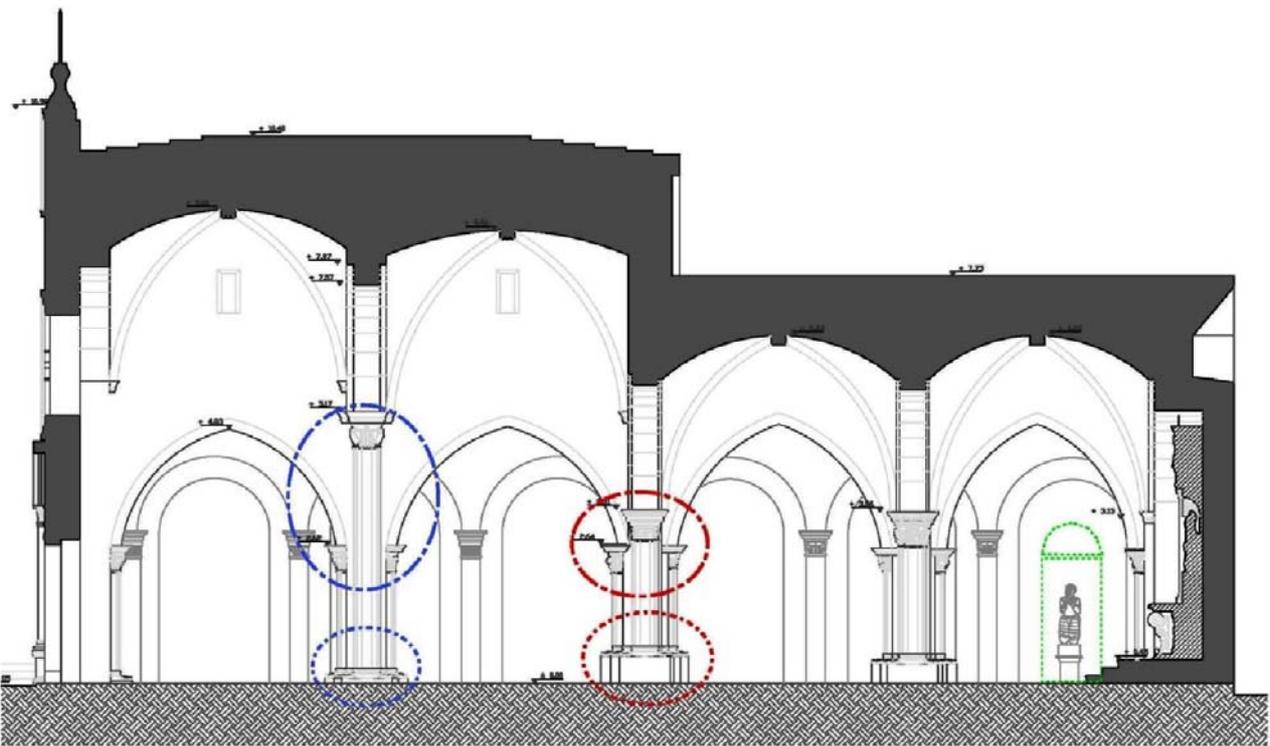
10. A sinistra, i capitelli supposti più recenti, con motivi più lineari, in posizione più alta rispetto agli altri e basamento più basso (cfr fig. 11 corrispondente); a destra i relativi della zona prospiciente l'altare, di fattura più accurata, posizionati a una quota inferiore, come impone la stessa struttura della chiesa e aventi basamenti più alti (vedi fig. sottostante e marcati in rosso nello schema a seguire fig.12).



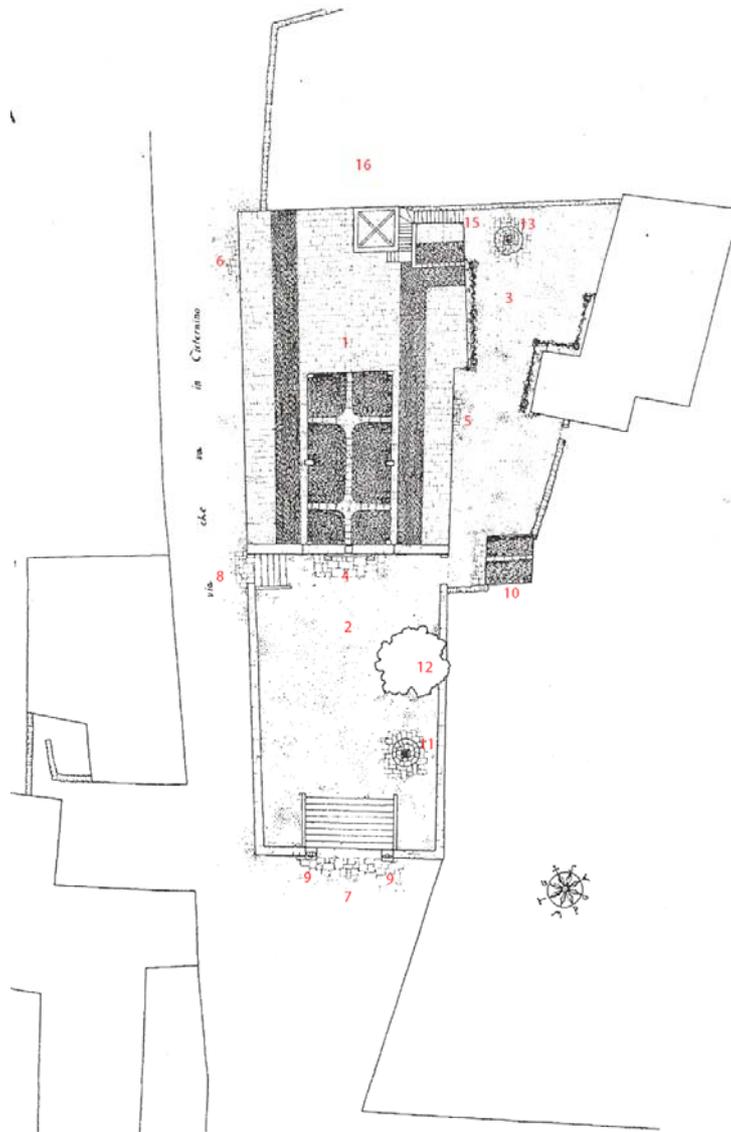
11. Basamenti del gruppo di colonne della navata centrale a confronto; a sinistra: tipologia ipoteticamente più recente costituente la parte attigua all'ingresso principale (in fig.12 marcati in blu). a destra, quelli che si ritengono attribuibili alla struttura originaria, più prossimi all'altare (nella stesso schema marcati in rosso).



12. Porta laterale murata visibile all'esterno



13. Sezione longitudinale indicativa, asse NW/SE. In blu gli elementi che il De Michele attribuisce a un periodo posteriore a quelli in rosso. In verde è evidenziata la porta murata d'accesso alla struttura originaria che risultava quindi ruotata di 90 gradi rispetto all'attuale.



14. PASQUALE MONTANARO. Ricostruzione planimetrica degli spazi adiacenti la chiesa di Santa Maria della Greca nel XVIII secolo. 1-chiesa, 2-cimitero, 3-ortale con pergolato, 4-ingresso principale, 5-ingresso di scirocco, 6-ingresso di tramontana, 7-ingresso principale al cimitero, 8-ingresso laterale al cimitero, 9-pilastri, collocati il 1790, con le statue dei santi Pietro e Paolo, 10-arcone forse adibito a cappella, 11-pozzo nel cimitero, 12-albero di gelso, 13-pozzo di levante, 14-scala di accesso al campanile, 15-abitazione annessa alla chiesa, 16-giardini della chiesa.

RELAZIONE TECNICA

DESCRIZIONE DEI LUOGHI

L'impianto strutturale e tipologico della chiesa della Madonna della Greca offre chiari rimandi a precedenze proprie del romanico pugliese. Sebbene i presupposti che si chiarificano all'esterno nella linearità delle forme e nell'ornamento di facciata creino aspettative confermate nel lessico strutturale al di là della soglia d'ingresso, non mancano spunti d'eccezione negli elementi di sostegno verticale e nei, seppur essenziali, elementi d'arredo.

La struttura, orientata sull'asse Nord - Ovest, ha piano di calpestio a una quota ribassata di circa 40 cm. rispetto al piano stradale e vi si accede tramite 3 bassi gradini e un esiguo sagrato di circa 2 m. di larghezza.

Il prospetto, a capanna e con spioventi laterali ribassati, è animato in alto da un lineare frontone recante al centro un piccolo fregio in aggetto. All'apice degli spioventi del timpano, un sostegno modanato regge una piccola croce in ferro.

Al centro della facciata spicca il rosone, leggermente strombato e finemente traforato a raggiera; alla medesima altezza, ai margini, le statue dei santi Pietro e Paolo su lesene lievemente sporgenti sul piano di facciata.

Il portone d'ingresso, incorniciato, è affiancato da due semicolonne con capitelli di stile misto e diversi tra loro; a sinistra prevalgono temi vegetali, a destra forme geometriche stilizzate, espressioni tipiche dell'arte romanica.

La parete esterna destra, in via Madonna della Greca, presenta conci di pietra per lo più squadrati e definiti in faccia a vista; nella zona attigua alla facciata la tessitura è meno ordinata e curata ed è ancora ben visibile parte di preesistenza d'intonaco. Da segnalare un leggero cambiamento del profilo della parete verso il campanile, con una parte aggettante di circa 70 cm., corrispondente alla campata interna della navata destra, recante al centro una piccola finestra a sesto acuto.

La parete destra, in via Camillo Benso conte di Cavour, mostra un'omogenea disposizione di conci di varie dimensioni e una porta lunettata e murata nella parte terminale, corrispondente alla relativa parte sporgente dell'opposta parete.

Il retro si articola in una leggera successione di volumi; nell'apparato murario in conci ben disposti s'incunea, rientrante, un nicchione strombato e a tutto sesto, probabile finestra oggi murata; sulla sinistra si eleva il profilo del discreto campanile con accanto, in basso, due rampe di scale d'accesso a quest'ultimo, di cui la prima dal piano stradale è sostenuta da un arco rampante formante un nicchione aperto.

L'impostazione interna è a pianta longitudinale ripartita in tre navate di cui quella centrale articolata in quattro campate con volte a crociera costolonate mentre quelle laterali sono con coperture a semibotte rampanti su lesene addossate alle pareti. La quota delle volte delle due campate prossime all'ingresso è evidentemente superiore rispetto alle altre verso l'altare maggiore; è probabile indicazione di un rifacimento dell'impianto originario.

I capitelli, degni di distinzione per la ricca e variegata fattura, sono tutti diversi tra loro; si nota una chiara differenza di stile e cura tra quelli componenti le lesene delle navate laterali, con motivi per lo più geometrici e molto semplici e i pilastri polistili della navata centrale riccamente decorati con figure antropomorfe e motivi vegetali.

La chiesa non presenta accessi a vani attigui; è un ambiente unico le cui uniche fonti di luce sono costituite dal portale d'accesso, il rosone soprastante e una piccola finestra ad arco acuto presente nella campata laterale destra prospiciente l'altare.

Degni di nota sono il polittico della *Madonna delle Rose* sull'altare centrale e, nella navata laterale sinistra, il gruppo scultoreo di *San Giorgio*. Altre due statue pitree hanno a soggetto la *Madonna col Bambino* e un *Genuflesso*.

Gli interni sono tutti intonacati a esclusione degli elementi strutturali; una parete conserva un resto d'affresco raffigurante la *Madonna col Bambino*. Il pavimento, di chiara sostituzione in epoca recente, appare ammalorato soprattutto nella zona rasente le pareti delle navate laterali.

ANALISI DEL DEGRADO

Lo stato di deterioramento di un materiale porta a un'alterazione delle caratteristiche chimiche, fisiche, meccaniche e formali che possedeva nel suo stato di posa prima dell'estrazione. Approfondirne le cause scatenanti e diagnosticarne gli effetti è un atto dovuto e necessario per improntare correttamente la scelta di operazioni utili ad un buon intervento conservativo. Operazione non semplice considerando che la stessa tecnologia d'estrazione e prima lavorazione della pietra potrebbe intaccare la compattezza superficiale del materiale costituendo una possibile e più facile condizione di vulnerabilità. Questo veloce cenno per evidenziare che, le forme attraverso cui il deterioramento diventa visibile sono svariate e dipendono dall'interazioni di molteplici fattori, inoltre nel caso di manufatti storici, queste condizioni possono mutare nel corso del tempo, e quindi spesso non accertabili o ipotizzabili soltanto in modo molto impreciso. È da tener conto inoltre, di un fattore molto importante che è strettamente congiunto alle cause di degrado, il tempo. La velocità con cui il deterioramento si innesca e procede, cresce con una funzione che si può definire esponenziale rispetto al tempo: all'inizio la velocità è bassissima ed in genere occorrono almeno alcuni anni o decenni prima che i segni del deterioramento siano percepibili, poi man mano che il materiale comincia ad intaccarsi, il procedere del degrado diventa sempre più veloce ed evidente, ecco perché intervenire al più presto diventa un'operazione di fondamentale importanza. La seconda fase è la progettazione degli interventi sulle cause che la diagnostica ha messo in luce. È questo un processo da ponderare attentamente, in cui bisognerà porre attenzione alle scelte esecutive, districandosi tra operazioni il meno invasive possibile, ma puntando comunque ad eliminare le cause di deterioramento anziché curarne solo la rimozione degli effetti. Così come saranno da preferire trattamenti reversibili e aggiornabili con l'attenzione a non alterare tanto la lettura del documento storico quanto i segni del tempo incorrendo nell'ambiguità del "falso storico". Nella trattativa del restauro, questa serie di linee guida va sotto il nome di "minimo intervento", presupposto fondamentale della deontologia professionale per un corretto restauro, seppur di volta in volta si sceglierà in base alle contingenze.

Nel caso in questione lo stato di conservazione della cortina muraria esterna delle strutture verticali mostra già a occhio nudo chiari meccanismi di degrado in atto. In seguito a sopralluoghi e relative indagini in loco, si possono identificare le seguenti patologie che si elencano in ordine decrescente per entità presente:

- *patina biologica*
- *pitting*
- *crosta nera*

e in maniera puntuale limitata ad alcuni elementi:

- *degrado degli elementi in ferro*
- *presenza di intonaco ammalorato*
- *presenza di malta cementizia*
- *manca*

Per quanto riguarda l'interno sono ormai in stato avanzato fenomeni diffusi di:

- *effluorescenze per risalita capillare*, evidenti nella pavimentazione come nelle parti basse degli intonaci e degli appoggi verticali in pietra
- *patina biologica e alterazione cromatica* degli intonaci soprattutto nelle parti alte e voltate, causate da chiari processi di *infiltrazione dell'acqua dall'alto* della copertura
- *fratture e micro fessurazioni* localizzate

I principali processi di degrado a cui ricondurre i fattori innescanti sono:

a) PROCESSI CHIMICI:

Le piogge acide penetrando nel sottosuolo provocano (anche se in minima parte) dei processi di degrado derivanti dall'attacco del carbonato di calcio. Questo tipo di processo attacca tutti i materiali lapidei con contenuto di carbonato di calcio e quindi tutte le pietre calcaree, quelle a legante calcareo e le malte di allettamento. Infatti il carbonato di calcio, che è insolubile, reagendo con l'acqua e l'anidride carbonica in esse contenuta si trasforma in carbonato, che è causa della sua solubilità, si scioglie lentamente. L'effetto della sua reazione chimica è duplice: infatti può causare la corrosione della superficie con conseguente riduzione della protezione ed esposizione ad ulteriori aggressioni, ovvero può determinare una ricristallizzazione del carbonato di calcio con la formazione di incrostazioni e successivo loro distacco. Infatti l'anidride solforosa, contenuta nelle acque piovane, ossidandosi, forma l'acido solforico, che reagendo con il carbonato di calcio dà luogo a solfato di calcio. L'effetto che si determina è una progressiva disgregazione della superficie lapidea ovvero la formazione di una spessa patina contenente gesso. La quasi totalità degli aggressivi chimici innanzi descritti, contenenti nell'atmosfera e che compongono le famigerate "piogge acide".

b) PROCESSI FISICI:

Le variazioni tensionali, che si producono all'interno e sulla superficie dei materiali lapidei, determinano un tipo di degrado come la cristallizzazione dei sali solubili: le calcareniti, in funzione del livello di porosità, assorbono acqua al cui interno stesso sono contenuti sali solubili, quali i solfati, i nitrati ed i cloruri. Durante la fase di evaporazione, questi cristallizzano con diverse molecole d'acqua, aumentando di volume e producono danni per l'effetto meccanico dovuto alla pressione esercitata. In tempi successivi i sali possono nuovamente solubilizzare a contatto con l'acqua per poi ricristallizzare, dando inizio ad un nuovo ciclo variazione pressorie.

c) PROCESSI BIOLOGICI:

Alla base di questi processi stanno i batteri contenuti nell'acqua infatti essi producono sostanze nocive come l'acido solforico. I batteri prendono il nome di Tiobacilli che trasformano l'acido solforico presente nell'aria, ed i solfuri provenienti dal sottosuolo. Anche i licheni, i funghi, le erbe e le essenze vegetali di essenza legnosa sono cause di danni per l'effetto meccanico indotto da radici e ramificazioni sui materiali. Le forme assunte dal degrado sono in stretta relazione con le caratteristiche strutturali del materiale lapideo e derivano da una degradazione del tipo selettivo.

Per la terminologia delle degradazioni menzionate si riporta di seguito, come da definizione normativa esistente (NORmativaMATERialiLapidei - NORMAL 1/88)

Patina biologica: strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.

Causata dagli agenti atmosferici (animali o vegetali).

Pitting: degradazione puntiforme che si manifesta attraverso la formazione di fori ciechi, numerosi e ravvicinati. I fori hanno tendenzialmente forma cilindrica con diametro massimo di pochi millimetri.

Crosta: stato superficiale di alterazione del materiale lapideo o dei prodotti utilizzati per eventuali trattamenti. Di spessore variabile, è dura, fragile e distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e, spesso per il colore. Può distaccarsi anche spontaneamente dal substrato che, in genere, si presenta disgregato e/o polverulento.
Causata dalla presenza di sostanze inquinanti e dalla formazione di condensa.

Degrado degli elementi in ferro:

Ossidazione: fenomeno di combinazione chimica con l'ossigeno dei componenti di un materiale metallico, attraverso la formazione di ossidi, può produrre alterazioni cromatiche permanenti. Nell'ossidazione dei metalli ferrosi la combinazione con l'ossigeno (sia libero sia combinato con altri elementi, come il vapor d'acqua, negli alogeni, negli idracidi, negli ioni di metalli nobili) produce, tranne che la ghisa uno strato di idrossido di ferro (ruggine) con un volume oltre cinque volte superiore a quello originario dello strato originario dello strato ossidato, che progressivamente si distacca dal metallo sottostante non ossidato mettendolo allo scoperto e rendendolo a sua volta attaccabile dall'ossigeno; questo fenomeno, quando interessa l'armatura delle membrature in cemento armato, produce il distacco del copriferro e accelera il degrado della membratura.

Presenza di intonaco ammalorato e di malta cementizia: questi vengono menzionati in quanto sicuramente impattanti a livello estetico, ma ancor più importante è l'interazione tra materiale lapideo/preesistenza di malta di calce/inserti di malta cementizia che è origine di gravose patologie per cui è bene rimuoverne la presenza.⁸

Effluorescenza: formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può avvenire talvolta all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende il allora il nome di cripto efflorescenza o sub florescenza.

⁸ Un po' più in dettaglio va spiegato che è dagli anni '50 che il cemento ha soppiantato l'uso della calce idraulica per murare ed intonacare poiché costituiva un materiale dalla resistenza e "forza" decisamente maggiore ma la nostra architettura, soprattutto quella storica, era e ancora lo è murata a calce. Chiariamo i parametri: una muratura portante lavora max a 15kg/cmq, una malta di calce ne da 40-50, più che sufficienti, una di cemento 300kg/cmq quindi ben oltre le richieste. Ciò che è dannoso è altro. Il cemento è un materiale del tutto impermeabile mentre la malta di vecchia calce era addirittura più permeabile del mattone o della pietra per cui l'evaporazione e il deposito dei sali avvenivano preferibilmente dai corsi, che come si nota ancora oggi, si logoravano per l'azione dei sali salvando il muro. Ricostituirli era un'operazione semplice e consueta che garantiva la buona conservazione delle pareti. Va da sé che giunti in malta cementizia non solo non consentono l'evaporazione ma rimandano e trattengono i sali e l'umidità negli elementi strutturali. I componenti alluminosi del cemento reagiscono con la vecchia calce formando sali di thaumasite e ettringite. La seconda soprattutto, tende a espandere essendo molto igroscopica con conseguente cavillature e spaccature. È da aggiungere che, operare su malte cementizie o cemento, visto che sono fortemente resistenti e dalla presa forte, comporta inevitabilmente perdita di materiale di supporto, cosa che non avverrebbe nell'uso della base di calce.

Mancanza: caduta e perdita di parti.

Alterazione cromatica: alterazione che si misura attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può manifestarsi con morfologie diverse a seconda delle condizioni e può riferirsi a zone ampie o localizzate.

Fratturazione o fessurazione: degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

INTERVENTI

Il progetto di recupero prevede:

- Recupero delle coperture mediante la rimozione e successivo ricollocamento delle chiancarelle e del basolato, previa realizzazione di idonea impermeabilizzazione su massetto in conglomerato cementizio.
- Restauro e consolidamento delle facciate esterne mediante la rimozione di porzioni di intonaco fatiscente, revisione generale delle cortine in pietra e paramenti murari, pulizia, trattamento biocida, preconsolidamento, stilatura sottile dei giunti, consolidamento e patinatura finale ;
- Restauro dei fregi, capitelli, sculture;
- Realizzazione di vespaio areato interno previo svellimento della pavimentazione esistente;
- Realizzazione di intercapedine su tutti e quattro i lati;
- Realizzazione di ciclo deumidificante tramite realizzazione di sbarramento chimico orizzontale e realizzazione di intonaco macroporoso.
- Finitura interna tramite realizzazione di intonaco nelle parti mancanti, stuccatura e successiva tinteggiatura delle pareti interne, pulizia e consolidamento degli elementi scutorei in pietra;
- Realizzazione impianto elettrico a norma;
- Fornitura posa pavimento di nuova pavimentazione .
- Il tutto meglio evidenziato nell'allegato "liste delle lavorazioni e forniture previste per l'esecuzione dell'opera e dei lavori"

OPERAZIONI PRELIMINARI

Revisione generale della cortina in pietra e dei paramenti murari in genere, da eseguirsi a carico di personale qualificato avendo cura di accertarsi dello stato delle parti architettoniche da salvaguardare prima dell'inizio del trattamento conservativo vero e proprio. Quindi, dopo

l'attento esame delle parti, procedere con operazioni di leggero e mirato preconsolidamento e velintura delle parti decoese o a rischio di perdita che potrebbe avvenire con le successive operazioni di trattamento. Tale preconsolidamento si può effettuare anche con impregnazioni a spruzzo di silicato d'etile, nonché piccole stuccare di riempimento ed appoggio delle scaglie ove presenti, con malte a base di calce e basso contenuto salino eventualmente additivate con silicato d'etile. La stessa operazione per le parti meno compromesse può adempiersi tramite carta giapponese e silicato d'etile o piccole iniezioni di primal. Quindi un volta assicurata la stabilità delle parti più compromesse si potrà procedere alla rimozione di eventuali chiodi, zanche, staffe e corpi estranei ed eventuale inserimento di perni per il fissaggio di pezzi precari.

IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA COPERTURA

Le indagini interne al manufatto mostrano fenomeni d'infiltrazioni diffuse in più parti e di importante entità.

Quando si ha a che fare con piccole infiltrazioni dalla copertura è sempre consigliato intervenire puntualmente seppur si sa che il luogo in cui si manifesta la patologia non è detto corrisponda al luogo in cui s'innesca. Tali problematiche comuni alla maggior parte degli edifici, risultano ancor più intricate nella fattispecie di coperture fatte di *chiancarelle*, tipiche delle nostre zone.

Aiuta a capirne il perché la stessa struttura compositiva della copertura. Sulla volta in conci di pietra (nel caso in questione a crociera e sui lati a botte rampanti) insiste uno strato di terra e materiale di scarto delle lavorazioni, (come il pieno di una muratura a sacco), e su questo strato si intessono i filari di *chiancarelle* a formare ora il cono di un trullo o una *cummersa* come nel caso in esame. Lo strato interno quindi, non costituendo elemento fisico puntuale ma ammasso disomogeneo, non permette di localizzare il punto d'infiltrazione, o la disconnessione che ne ha dato adito.

Nel qual caso la patologia manifesta, fosse limitata ad una zona determinata, si procederebbe per gradi, allargando man mano l'area di smontaggio, per trovare il punto d'innescò e poi passare alla impermeabilizzazione e ricostituzione. Interessando la patologia l'intera copertura (come mostra la documentazione fotografica e la relativa tavola delle patologie), una soluzione puntuale sarebbe una cura palliativa che sposterebbe solo più in là un problema già avanzato, quindi si procederà con una risoluzione a livello esteso con l'attenzione di recuperare e ricollocare tutte le *chiancarelle* ancora in buono stato. Il concetto di restauro conservativo passa anche attraverso il recupero dell'integrità strutturale al fine di garantire la piena funzionalità dell'organismo architettonico.

L'intervento consiste quindi, nello smontaggio dei lastrici solari e delle *chiancarelle* della *cummersa*, per costituire uno strato di supporto in magrone di cemento dello spessore di 8-15 cm. su cui verrà steso lo strato impermeabilizzante (Mapei plastic). L'ultima fase riguarderà il ricollocamento e sostituzione lì dove condizioni lo richiedano, delle *chiancarelle* di copertura e dei lastrici solari, andando a ricostituire le medesime fattezze dell'odierna copertura.

MANUTENZIONE DI LASTRICI SOLARI O A CIELO

La copertura piana orizzontale è una tipologia presente in tutto il bacino del Mediterraneo, in quanto favorita da condizioni climatiche privilegiate. La scarsa piovosità e la mancanza quasi totale di carichi accidentali quali la neve, insieme all'abbondanza locale di rocce impregnate di bitume (rocce asfaltiche), hanno favorito la diffusione di questo tipo di copertura nella maggior parte delle regioni meridionali. Tali manufatti, pur essendo assimilabili per certi aspetti alle pavimentazioni, non possono rientrare in questa categoria, per almeno due ragioni: 1) devono svolgere la funzione predominante di proteggere l'edificio dall'ambiente esterno (pioggia, neve, umidità) e di esercitare un'azione coibente rispetto al caldo e al freddo; 2) nonostante siano superfici calpestabili, i lastrici solari non sono destinati a essere percorsi e praticati

quotidianamente e con continuità, e non possono essere assimilati ai normali pavimenti. Per queste peculiari caratteristiche, anche le opere di manutenzione devono rispondere a criteri specifici.

Sul piano costruttivo la copertura piana può essere assimilata ai solai, a parte la leggera pendenza di circa 1-2%, che deve essere realizzata per favorire il deflusso dell'acqua piovana, e la necessità di creare uno strato impermeabile che non deve presentare soluzioni di continuità.

Ancora più che per le coperture inclinate, infatti, è necessario realizzare uno strato di tenuta che consenta di riparare in modo durevole la costruzione dall'acqua. Negli edifici antichi il manto era ottenuto con spessi strati battuti e con successivi strati di malte speciali pozzolaniche lisciate, secondo una tecnica poi conservata nel tempo e utilizzata sino a non molti anni fa nell'area napoletana e in quella pugliese, nota anche con il nome di battuto di lapillo.

Nel lastrico solare lo strato di tenuta è costituito da una malta di calce e tufo o calce e lapillo, che può essere nero o bianco. Questo strato è posto in opera allo stato plastico, con spessori variabili dai 12 ai 22 cm, secondo la luce della copertura. Dopo un'energica battitura, lo spessore iniziale dello strato si dimezza, raggiungendo una consistenza molto compatta. In altre aree, come ad esempio, nel Salento, i lastrici solari delle vecchie costruzioni sono anche realizzati con una pavimentazione eseguita con lastre di tufo compatto o di "pietra leccese", disposte sul sottofondo coibente di detriti di tufo e su un letto di malta tufacea. L'intervento di risanamento del lastrico solare si applica in tutti quei casi in cui il manto di copertura ha perso le caratteristiche di manto continuo, presentando soluzioni di continuità più o meno evidenti che provocano infiltrazioni nella costruzione sottostante. La manutenzione investe anche i sistemi di allontanamento delle acque, come canali di scolo e doccioni, e tutte quelle parti il cui cattivo stato di conservazione sono causa di ristagni, infiltrazioni e assorbimenti d'acqua. Generalmente per le coperture piane è abbastanza semplice operare dei risanamenti localizzati o anche delle sostituzioni integrali approfittando dei periodi di scarsa piovosità così frequenti nelle regioni meridionali. Un primo intervento manutentivo generale consiste nel tenere perfettamente pulite le superfici. La pulitura consiste certamente nell'eliminazione di polveri e detriti che possono ostacolare il deflusso dell'acqua piovana, creando ristagni pericolosi e conseguenti rischi d'infiltrazione. Ma la pulitura deve essere estesa anche alla rimozione di depositi e ingombri non strettamente necessari e, soprattutto, all'eliminazione delle specie vegetali superiori, dannose non soltanto perché possono creare ostacoli allo smaltimento dell'acqua, ma anche perché la loro presenza è indice e causa di rotture del manto protettivo e, di conseguenza, d'infiltrazioni. Le stesse prescrizioni valgono per i muschi. Vi sono pareri discordi sulla necessità di estendere la disinfestazione agli strati lichenici, considerati da alcuni come agenti di degrado delle superfici protettive e da altri come patine protettive e impermeabilizzanti. Questa seconda versione è sostenuta dal fatto che nella tradizione costruttiva di alcune regioni, come il Salento meridionale, era consuetudine strofinare i cladodi dei fichi d'India sul terrazzo appena terminato, per favorire l'attecchimento delle colonie licheniche, considerate protettive e impermeabilizzanti. Il fatto sembrerebbe confermato dall'ottima tenuta dei lastrici solari di questa regione (sia di quelli realizzati con il battuto, sia di quelli pavimentati con lastre di tufo). In ogni caso, da numerose esperienze, non pare che le infiltrazioni d'acqua o di umidità abbiano origine, in questi lastrici, dalle zone infestate dai licheni, quanto piuttosto dai giunti disconnessi o dalle crepe. Ne consegue che un altro aspetto della manutenzione di questi manufatti risiede nel continuo e accurato controllo della continuità del manto. È necessaria, in altre parole, un'ispezione attenta di tutti i giunti e di ogni zona del manto stesso, per individuare scarnificazioni, perdite di adesione, distacchi, fessurazioni e simili. Il controllo va eseguito con particolare accuratezza lungo i bordi perimetrali dei lastrici solari, in corrispondenza dei loro raccordi con i parapetti o con muretti di ripartizione. È proprio in queste zone, infatti, che si annidano piccole lesioni e distacchi, spesso camuffati o nascosti da muschi, licheni o detriti.

La riparazione di queste discontinuità con l'impiego di sostanze bituminose o di resine siliconiche (o, peggio, con malta cementizia), come si tende a fare comunemente, è sconsigliata, perché determina un cambiamento nell'omogeneità di materiale su cui si basa il funzionamento di questi manufatti, e perché le applicazioni di questo genere hanno dato, sino ad oggi, risultati insoddisfacenti (rinsecchimento e perdita di elasticità del nuovo materiale e ricomparsa delle lesioni entro due o tre anni). Un procedimento adottato dai vecchi muratori della zona prevede le seguenti operazioni, da realizzare in periodo estivo e con il manto perfettamente asciutto:

- pulitura accurata di una fascia della larghezza di circa 5 cm su entrambi i lati della fessura o del giunto, con raschiatura di licheni, muschi e alghe, sino a portare allo scoperto il materiale del manto;
- scarnificazione del giunto o della fessura, sino in profondità, con l'aiuto di spatole e lame ed eventualmente allargando di poco l'interstizio con uno scalpello. Pulitura dello stesso da ogni residuo di polvere o detriti;
- bagnatura della zona da trattare con una quantità d'acqua sufficiente a impregnare il materiale ma tale da non creare depositi o ristagni di liquido;
- riempimento, della fessura o del giunto, con una malta fluida e grassa a base di calce idraulica e polvere fine ottenuta dalla macinazione di un materiale identico a quello del manto di copertura con aggiunta di polvere di tegole pestate. La penetrazione della malta va aiutata con la cazzuola e poi forzata a entrare in profondità e costipata con l'aiuto di un cuneo di legno.

Per recuperare una copertura piana, molto spesso non basta agire solo sul manto, ma occorre verificare il sistema di smaltimento delle acque meteoriche il cui non corretto funzionamento può provocare non pochi danni al manufatto. Occorre intervenire, pertanto, con opere di risanamento, di ricostruzione o di sostituzione, anche razionalizzando, a volte, il meccanismo di raccolta e smaltimento.

Altro accorgimento è verificare l'eventuale presenza di fenomeni di dissesto statico delle strutture, la cui presenza può essere origine di processi fessurativi e inficiare qualsiasi intervento localizzato.

PULITURA DEI MATERIALI LAPIDEI CON IMPACCO BIOLOGICO

L'impacco biologico o bio-pack, è una tecnica di pulitura che K. Hempel mise a pulito nel 1978, in occasione dell'intervento conservativo delle superfici in pietra d'Istria e marmo cristallino della porta della Carta al palazzo Ducale di Venezia.

L'impacco è costituito essenzialmente da argille adsorbenti (sepiolite, attapulgitite), amalgamate con una soluzione acquosa di glicerina e urea. La poltiglia fangosa ottenuta è in grado di rimuovere depositi carboniosi di notevole spessore, difficilmente aggredibili da impacchi basati sull'azione di assorbimento della sepiolite o dell'attapulgitite impastate unicamente con acqua. I materiali argillosi inerti e adsorbenti sono generalmente mescolati con 50 g di urea e 20 cc di glicerina per ogni litro d'acqua.

L'urea è un composto organico azotato che si presenta sotto forma di sostanza solida bianca, cristallina, inodore, di sapore salino, solubile in acqua. Costituisce il prodotto finale del metabolismo delle sostanze proteiche nei mammiferi, ma può essere prodotta anche industrialmente, per sintesi.

La glicerina è un alcol trivalente che si trova combinata negli oli e nei grassi dai quali viene estratta durante il processo di saponificazione. È ottenuta anche come prodotto secondario della fermentazione alcolica, e può essere ricavata per via sintetica. È una sostanza liquida, vischiosa, dolciastra, solubile in acqua in tutte le proporzioni.

Le diverse prove di laboratorio, eseguite per accertare l'efficacia e la compatibilità del sistema di pulitura, sembrano confermare che la solubilizzazione del gesso e degli altri leganti delle croste

nera sia effettivamente favorita dall'azione biologica di colonie di nitrobatteri sviluppati dalla miscela glicerina-urea. Hempel, in collaborazione con A. MonCrieff, responsabile del laboratorio scientifico del Victoria and Albert Museum di Londra, appurò che il meccanismo di solubilizzazione dei depositi di alterazione non era riconducibile a una semplice azione chimica, bensì a un processo di rimozione più complesso, molto probabilmente favorito dalla presenza simultanea di un'attività batterica. A tutt'oggi non sono ancora sufficientemente noti né il tipo di batterio capace di favorire tale processo di solubilizzazione, né i meccanismi che inducono i medesimi microrganismi a spiegare l'azione solvente nei confronti dei leganti delle incrostazioni. Dagli esiti delle prove eseguite in laboratorio è stato anche dedotto che l'urea stessa, decomponendosi, dà origine ad anidride carbonica e ammoniaca, due prodotti di reazione in grado di reagire chimicamente con i minerali costitutivi dei materiali lapidei. Hempel faceva risalire il processo di solubilizzazione delle croste nere a un endogeno contenuto biologico dell'alterazione, cioè a dei microrganismi già presenti nelle incrostazioni e che verrebbero nutriti dagli ingredienti dell'impacco. Tale interpretazione confermerebbe che l'ossidazione dell'anidride solforosa presente in atmosfera urbana inquinata avverrebbe anche per intervento di solfobatteri che, metabolizzando i composti solforati contenuti nell'aria, li convertirebbero in acido solforico, il principale responsabile della trasformazione della calcite delle pietre carbonatiche in solfato di calcio biidrato (gesso). L'origine biologica delle croste nere, tuttavia, viene ancor oggi ritenuta secondaria. Affinché tale processo accada, infatti, è indispensabile che nell'aria siano presenti concentrazioni molto elevate di anidride solforosa, oltre a un alto numero di batteri solfoossidanti che, al contrario, sulle superfici lapidee sono presenti in concentrazioni assai limitate. L'azione solvente esercitata dal bio-pack è ancor oggi indicata per la rimozione di depositi carboniosi coerenti e di un certo spessore da pietre compatte, soprattutto qualora s'intendano impiegare tempi di applicazione minori di quelli necessari agli impacchi a base di sola argilla e acqua. L'impacco, inoltre, può sostituire l'impiego dell'acqua nebulizzata o atomizzata, l'adozione degli impacchi a base di materiali adsorbenti veicolanti soluzioni solventi e/o complessanti, l'applicazione di altri sistemi di pulitura anche leggeri, ma rischiosi. In questi ultimi casi, infatti, è consigliabile evitare i tempi protratti della nebulizzazione o l'impiego di agenti chimici che, seppur blandi, potrebbero lasciare sulla superficie residui igroscopici, favorire la formazione di sali facilmente solubili e la diffusione in profondità di soluzioni pericolose. L'incremento dell'azione solubilizzante rende possibili puliture anche complesse, e quindi interventi su superfici particolarmente delicate. È stato utilizzato su superfici policrome ricoperte da depositi coerenti, rimossi i quali, sono per l'appunto comparse tracce di pigmenti e foglia d'oro; su marmi antichi interessati da gravi fenomeni d'alterazione; su litotipi compatti di natura calcarea, occultati da concrezioni di notevole spessore ecc. Tra i numerosi sistemi di pulitura sperimentati, l'impacco biologico viene ritenuto quello in grado di offrire maggiori garanzie negli interventi programmati sulle superfici in marmo Pentelico del Partenone. Osservazioni al microscopio ottico di campioni di calcare cristallino greco, appena estratti e trattati con l'impacco a base di glicerina e urea, non hanno evidenziato alcuna variazione di lucentezza o attacchi alla struttura granulare; anche la solubilità del calcio e quindi la variazione di peso dei campioni trattati è risultata molto più contenuta rispetto ad un normale intervento eseguito con acqua a 20°C.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

I modi di preparazione del supporto e dell'impacco, le fasi dell'intervento e alcune precauzioni alle quali attenersi, ricalcano le condizioni operative descritte alla tecnica di pulitura con argille adsorbenti alla quale si rinvia. Secondo le indicazioni di Hempel, la poltiglia fangosa deve essere applicata in spessori di almeno due centimetri e lasciata agire per periodi variabili fra i trenta e i quaranta giorni. Per contenere i tempi di applicazione e ottenere risultati soddisfacenti anche nel caso di puliture difficili, è indispensabile programmare con attenzione tutte le fasi dell'intervento e

stabilire il periodo dell'anno durante il quale l'azione dell'impacco può svolgersi in modo completo ed efficace.

L'adozione di provvedimenti atti a ottimizzare il processo di dissoluzione delle incrostazioni e a limitare i tempi di permanenza in sito del fango consente di escludere la comparsa di eventuali effetti secondari, imputabili principalmente ad attacchi chimici ai minerali della pietra o alla formazione di colonie di biodeteriogeni. Indicativamente, l'intervento non deve aver luogo durante il tardo autunno e l'inverno, mentre è consigliabile operare con una temperatura esterna vicina ai 15°C. È sufficiente una sola applicazione, e quindi, pur richiedendo lunghi tempi di contatto con la superficie, il sistema può dimostrarsi vantaggioso se confrontato con le ripetute operazioni necessarie per lo stesso tipo di pulitura con impacchi a base di argille amalgamate unicamente con acqua. Durante l'applicazione si possono utilizzare spatole flessibili e pennelli, ma è opportuno premere leggermente il fango sulle superfici scolpite o particolarmente elaborate, per garantire una buona adesione dell'impacco ai rilievi e ai sottosquadri. Nell'applicazione della poltiglia si deve prestare particolare attenzione al tipo di spatole e pennelli utilizzati, onde evitare che attrezzi sovradimensionati possano causare abrasioni, scalfitture e graffiature su superfici dipinte o finemente scolpite. I tempi di stesura del fango devono inoltre mantenersi entro intervalli ragionevolmente brevi, così da escludere precoci essiccamenti della poltiglia appena stesa. Anche la preparazione dell'impasto deve limitarsi alle quantità strettamente necessarie al completamento dell'intervento fissato per la giornata o per le ore di lavoro programmate. L'impacco va poi ricoperto con fogli di polietilene sufficientemente sottili, in modo da garantire perfetta aderenza alle ondulazioni del fango. I fogli impermeabili, inoltre, devono essere ben sigillati ai bordi, per prevenire un rapido essiccamento della poltiglia, l'interruzione del processo di solubilizzazione dei depositi e la perdita d'efficacia della mistura (fig. 2).

A conclusione del trattamento, i residui di fango e le incrostazioni carboniose ammorbidite, ma ancora aderenti alla superficie, possono essere eliminati ricorrendo all'impiego di spatoline e bastoncini di legno di balsa o materiale plastico tenero e flessibile, a punte smussate e arrotondate, ovvero mediante spazzole e pennelli di setola e/o di nylon, morbidi e asciutti. In alternativa all'uso di tali utensili, si possono impiegare spazzole morbide di nylon rotate meccanicamente a bassa velocità. Lo sporco, le velature fangose, i residui polverulenti rimasti in superficie dopo la rimozione della massa dell'impacco possono essere allontanati con una spugna o con batuffoli di cotone intrisi d'acqua deionizzata (figg. 3-4).

ELIMINAZIONE DI MACROVEGETALI CON TRATTAMENTI CHIMICI

Per impedire ed eliminare la crescita spontanea di piante superiori (erbacee, arbustive e legnose) sui manufatti architettonici e al loro interno, si può intervenire, secondo i singoli e specifici casi, ricorrendo all'estrazione meccanica (eliminazione meccanica di agenti biodeteriogeni), a opportuni trattamenti biocidi oppure ancora, variamente combinando tra loro i due sistemi. In genere, il trattamento biocida è preferibile, rispetto a quello meccanico, in quanto l'azione specifica di un prodotto chimico è di maggiore efficacia e di minore rischio per il substrato, anche se la sua applicazione può richiedere tempi maggiori, manodopera specializzata e specifiche cautele a tutela dell'ambiente e degli operatori. Spesso, infatti, soprattutto se si devono eliminare piante legnose (ad es. le piante di edera e di olmo), l'estrazione meccanica può compromettere l'integrità di un manufatto (per le sollecitazioni che tale intervento inevitabilmente esercita sul manufatto stesso), mentre l'applicazione di un diserbante facilita l'asportazione ed elimina la possibilità di nuovi getti dalle radici eventualmente rimaste in loco.

In ogni caso, prima di scegliere qualsiasi tipo di intervento, è necessario eseguire una specifica e accurata indagine di tipo floristico e fitologico, per distinguere tra le specie che infestano un manufatto, quelle effettivamente dannose da quelle pur sempre compatibili con la sua

conservazione e accertarne, quindi, la pericolosità per i diversi substrati e le diverse componenti costruttive interessate dalla loro aggressione.

Le procedure e i tempi di applicazione dei prodotti chimici biocidi possono così essere differenziati e graduati in ragione delle specie vegetali presenti e alle effettive condizioni dei manufatti aggrediti.

I biocidi impiegati per l'eliminazione degli agenti biodeteriogeni, ossia dei macro-organismi vegetali infestanti:

- devono essere incolori o trasparenti e avere principi attivi poco solubili in acqua (per evitare il rischio della dispersione nell'ambiente in quanto sono, solitamente, tossici);
- non devono lasciare, dopo l'applicazione, residui inerti che siano immediatamente dilavati dalle piogge. Devono quindi essere evitati tutti i formulati colorati, oleosi o quelli che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego;
- devono essere degradabili nel tempo;
- devono presentare neutralità chimica (ossia non devono essere né acidi, né alcalini);
- devono avere uno spettro d'azione il più ampio possibile (in modo da estenderne l'efficacia a molte specie di organismi infestanti);
- non devono procurare fenomeni inquinanti per le acque superficiali e profonde della zona interessata all'applicazione, né danni alla salute di operatori e popolazione in genere;
- devono rigorosamente essere registrati presso i competenti organi preposti alla tutela dell'igiene pubblica.

Per precauzione, è comunque sempre consigliabile fare una prova preliminare di trattamento, in una piccola area campione, anche se a volte tale prova non è sufficiente per valutare l'effettiva interazione del prodotto con il substrato e con l'ambiente, in quanto il prodotto potrebbe non reagire immediatamente e rivelarsi quindi poco stabile nel tempo.

Prodotti impiegati

In genere, gli erbicidi impiegati per l'eliminazione di organismi macrovegetali sono composti definiti come "azoto-organici", quali le triazine e i derivati dell'urea. Il prodotto a base di triazine ha in genere un effetto immediato sulle foglie e sugli steli delle piante, che essicano nel giro di due o tre giorni, come se avessero subito una forte ustione. Questo trattamento, pur essendo immediato, non sempre è efficace in quanto la pianta, attaccata nella parte alta del suo fogliame, non trasferisce interamente il prodotto alle radici che possono così sopravvivere al trattamento e rigenerare nuovamente. Per queste ragioni, sono ritenuti preferibili i biocidi che sono assorbiti più lentamente dalle foglie, poiché sono messi in circolo fino a raggiungere l'apparato radicale. Inoltre, tali prodotti chimici hanno generalmente un basso grado di tossicità per gli operatori, inquinano poco l'ambiente, sono compatibili con i materiali del substrato e si applicano con facilità.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

Le procedure di applicazione dei prodotti biocidi sono diverse e comprendono essenzialmente:

- a) l'irrorazione o trattamento a spruzzo,
- b) l'iniezione,
- c) l'impacco
- d) lo spargimento di granuli.

a) Nel caso dell'irrorazione, il diserbante va diluito in acqua (generalmente allo 0,1-1%) e la quantità di soluzione da impiegare dipende dalla superficie complessiva da sottoporre a trattamento. L'irrorazione può essere eseguita utilizzando particolari annaffiatoi, dotati di pompe manuali simili a quelle impiegate per disinfestare le vigne, o più specifici nebulizzatori. Deve in ogni caso essere evitato l'impiego di pompe a pressione, poiché il loro utilizzo può avere effetti collaterali negativi per le superfici trattate (per effetti meccanici e abrasivi) e non permette un sufficiente controllo della dispersione del prodotto biocida. È comunque consigliabile eseguire

questo tipo di trattamento solo in primavera o in autunno, quando le piante sono in pieno rigoglio, e distribuire il prodotto, nelle ore meno calde della giornata (al mattino) per evitarne l'evaporazione e la dispersione nell'ambiente. L'applicazione, inoltre, deve avvenire in assenza di vento, in quanto esso ridurrebbe l'efficacia del trattamento oltre ad aumentare, a sua volta, i rischi per l'operatore e per l'ambiente.

b) Quando si devono eliminare piante legnose di una certa dimensione, inserite nel substrato in modo tale che non se ne possa agevolmente estirpare l'apparato radicale per via meccanica, senza danneggiare il manufatto stesso, si consiglia di procedere anzitutto al taglio del tronco, nella zona del colletto radicale, e di eseguire poi un trattamento chimico, mediante iniezioni di soluzioni biocide concentrate nella parte tagliata. Per facilitare la penetrazione del prodotto, si praticano alcuni fori con un trapano dotato di punta da 10 mm al massimo, distribuiti a brevi intervalli su tutta la ceppaia.

Il disseccamento dell'intera pianta avviene generalmente dopo 3/4 settimane dal trattamento. Tale procedimento presenta il vantaggio di evitare la dispersione del prodotto biocida al di fuori dell'area trattata e una sua possibile interferenza indesiderata con il manufatto e con le sue componenti materiali e costruttive.

c) Un altro trattamento, che limita la dispersione del prodotto nell'ambiente e che risulta efficace contro le piante lignificate, è il sistema cosiddetto "a impacco". Gli impacchi, generalmente costituiti da argille impregnate con le sostanze biocide prescelte, che si presentano in commercio sotto forma di cristalli o di polveri da sciogliere in opportuni solventi, si applicano sul colletto radicale delle ceppaie appena tagliate. Dopo l'applicazione dell'impacco, in genere a distanza di 24 ore, si procede inoltre a una pulitura con mezzi meccanici ossia con spazzole morbide e a un leggero lavaggio delle superfici trattate, eseguito con acqua distillata.

d) Il trattamento che prevede lo spargimento sulla zona infestata di sostanze biocide in granuli, può essere applicato soltanto su superfici orizzontali tra le quali, ad esempio, le aree pavimentali e quelle di scavo. Esso consiste nell'impiego di formulazioni granulari che, una volta disperse sul terreno, per l'azione dilavante delle piogge, rilasciano lentamente i loro principi attivi. È in ogni caso preferibile eseguire lo spargimento nel periodo invernale, per impedire la germinazione stessa dei semi delle piante che si intendono eliminare.

ELIMINAZIONE DI VEGETAZIONE INFERIORE MEDIANTE TRATTAMENTI CHIMICI

Qualsiasi manufatto esposto all'aperto è sottoposto a diverse azioni aggressive e, in particolare:

-all' azione dei fattori climatici (pioggia, irraggiamento solare, vento, cicli di gelo e disgelo ecc.);

-all' azione corrosiva esercitata dai prodotti acidi inquinanti presenti nell'atmosfera;

-all' azione dei processi di trasformazione indotti da meccanismi di tipo biologico, quali il metabolismo di micro e macroorganismi vegetali insediatisi.

I parametri più importanti che occorre tenere in considerazione nella scelta dei prodotti chimici utilizzati nella disinfezione, sono, in ogni caso la loro:

a) efficacia,

b) tossicità,

c) non interferenza con il substrato.

a) L'efficacia riguarda l'azione che il prodotto impiegato è in grado di esercitare contro i diversi tipi di biodeteriogeni e dovrebbe essere massima quando utilizzato al minimo dosaggio e di lunga durata.

b) La caratteristica tossicologica di un biocida deve essere valutata sia in funzione del rischio di esposizione cui sono sottoposti gli operatori e gli utenti, sia del rischio di inquinamento ambientale, sia, infine, per gli effetti collaterali su insetti, piante e animali che non siano oggetto della disinfezione (ad es. gli animali domestici).

c) La non interferenza con il substrato riguarda la necessità che il prodotto utilizzato non abbia né interazioni di tipo chimico né di tipo fisico con i materiali costituenti il substrato su cui sono insediati gli agenti biodeteriogeni da eliminare. L'interferenza con il substrato, in particolare, può verificarsi in due modi:

-per reattività con alcuni componenti del materiale;

-per effetti di natura estetica come la colorazione, l'opacizzazione, e l'aumento della brillantezza del materiale. I biocidi usualmente utilizzati per l'eliminazione degli organismi vegetali derivano principalmente dal settore medico (ad es. disinfettanti, insetticidi) e dal settore agrario (ad es. battericidi, fungicidi, erbicidi).

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

A) Metodi meccanici. La rimozione meccanica è sufficiente solo quando si è in presenza di licheni fogliosi poiché questi, avendo un tallo a forma fogliacea attaccato al substrato per mezzo di rizine, hanno un rapporto particolarmente labile con il substrato. Il trattamento meccanico è, in genere, preferibile anche nel caso di licheni endolitici (con tallo interno al substrato), poiché l'applicazione di un biocida, pur determinando la morte di alghe e funghi, provoca una degenerazione del tallo secondo una desquamazione progressiva dello strato corticale, che si stacca in piccole scaglie; si ha quindi l'esposizione all'atmosfera di una superficie del manufatto litico maggiore di quella originaria, con un sensibile aumento del rischio che s'innescino altri processi di degrado a suo carico. La rimozione meccanica è in genere effettuata con l'impiego di bisturi e spazzole e può essere facilitata dall'applicazione di una soluzione di ammoniaca debolmente concentrata (2 a 5%) poiché l'ammoniaca provoca il rigonfiamento e l'ammorbidimento del tallo, ne diminuisce l'adesione al substrato e ne facilita quindi la rimozione.

B) Metodi chimici. In presenza di licheni crostosi (con tallo a forma crostosa tenacemente ancorato al substrato e senza rizine), è necessario applicare un biocida e, solo dopo la loro morte, è possibile rimuoverli meccanicamente. Anche per i licheni sorediati (licheni che hanno riproduzione agamica attraverso i soredii, formati da un'alga contornata da ife fungine, che sono dispersi dal vento favorendo la propagazione del tallo) è preferibile l'impiego di un biocida. Un'asportazione dei talli con metodi meccanici, infatti, causerebbe in questi casi la dispersione nell'aria d'innomerevoli propagali vegetativi.

I biocidi comunemente utilizzati per l'eliminazione dei licheni sono solubili in acqua e sono pertanto applicati in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Le soluzioni sono preparate al momento dell'uso, perché, se conservate per lungo tempo, l'efficacia del principio attivo in esse presente può sensibilmente diminuire.

I prodotti lichenicidi impiegati comprendono, essenzialmente:

- i sali di ammonio quaternario
- gli enzimi proteolitici.

Dopo l'applicazione dei prodotti biocidi, per uccidere le colonie di batteri (funghi, alghe e licheni) sarà eseguita anche una pulitura del substrato mediante lavaggio con acqua. In genere, questa operazione tende a rimuovere i residui delle colonizzazioni biologiche macroscopicamente ancora presenti in situ, quando esistono problemi di incompatibilità con protettivi e consolidanti utilizzati nelle fasi successive, quando si vuole evitare una possibile interferenza con i materiali del substrato o, infine, quando si siano utilizzati biocidi a rischio tossicologico non trascurabile.

RISARCIMENTO DEI GIUNTI DI MALTA

Il risarcimento o ripresa dei giunti di malta di allettamento esistenti tra le pietre o i mattoni delle murature, o tra altri elementi costruttivi assemblati con l'uso di tale materiale, prevede l'integrazione delle porzioni di malta mancanti eseguita utilizzando e stendendo nelle mancanze impasti plastici dotati di resistenza analoga a quella del materiale preesistente e di caratteristiche

fisiche (colore, grana, tessitura, rapporti clasti-matrice ecc.) analoghi o differenti in relazione alle intenzioni del progetto. L'impasto può essere realizzato, ad esempio, utilizzando composti a base di grassello di calce, sabbia e altri aggregati minerali di granulometria e colore simili a quelli contenuti nelle malte esistenti. La granulometria della sabbia, in particolare, incide sulla consistenza, sulla plasticità, sulla resistenza e sulla tessitura della nuova malta. È importante anche il colore degli inerti, perché da questo dipende come si percepirà visivamente il giunto reintegrato, sia nel caso si voglia ottenere un risultato mimetico, sia che si voglia invece marcare la differenza tra la nuova e la vecchia malta.

Va rilevato, tuttavia, che lo scopo principale dell'integrazione è di preservare la muratura da possibili ulteriori fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura muraria per impedire infiltrazioni o attecchimenti di vegetazione infestante, rafforzandone le proprietà statiche. L'integrazione della malta mancante nei giunti li rende inoltre più resistenti conferendogli una funzione di barriera alla penetrazione dell'acqua, all'attecchimento di vegetali e patine biologiche, ai depositi organici e inorganici.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

In generale, l'applicazione di questa tecnica prevede la sequenza di operazioni di seguito sinteticamente descritte.

1. Innanzitutto, devono essere rimossi, dal giunto che occorre risarcire, la polvere e i detriti, pulendone il fondo e le altre superfici di delimitazione, per eliminare eventuali patine che impedirebbero l'ancoraggio della nuova malta d'integrazione. I vecchi allettamenti possono essere puliti con stecche da stilatura e con scalpelli dentati da muratore, ma è bene evitare il ricorso a strumenti che li scalzino e provochino scheggiature.

L'impatto dello strumento sulla superficie del giunto deve avvenire con un angolo inclinato rispetto ad essa e non perpendicolarmente. Tutte le operazioni di pulitura devono tendere a lasciare l'interno del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, in modo da favorire un contatto efficace con la nuova malta.

2. Una volta preparato, il giunto deve essere ripassato con una spazzola e con un getto d'acqua pulita a bassa pressione, per fornire alla malta superstite e alle superfici contermini dei materiali la necessaria saturazione e l'inumidimento, essenziale per evitare che assorbano l'acqua della nuova malta pregiudicandone la presa.

3. Nel caso in cui si esegua l'integrazione dei giunti di una muratura, la polvere e tutti i materiali incoerenti presenti sulle sue superfici devono essere rimossi, prima di ogni altra operazione, procedendo dalla sommità verso il piede dello stesso. Questo per evitare che detriti e polveri si depositino sulle parti già pulite. In presenza di alghe e licheni è necessario integrare la pulizia con un trattamento teso a eliminare le alterazioni di natura biologica.

4. Prima di procedere all'integrazione dei giunti è necessario proteggere le superfici non trattate con una pellicola protettiva o con un telo, per evitare che esse siano sporcate. La protezione è necessaria soprattutto se vi sono serramenti, aree ornamentali, materiali non lapidei, ecc. adiacenti al punto in cui si interviene.

5. Una volta pulito e inumidito, con un getto d'acqua, il giunto da risarcire, si applica ad esso, per tutta la larghezza e la profondità, la nuova malta utilizzando una piccola cazzuola o ferri lunghi e stretti in grado di raggiungere tutti i vuoti esistenti nel giunto. La malta può essere spinta nelle fessure anche con un'asticella o, se la dimensione del giunto lo permette, con il frattazzo da muratore, esercitando la massima pressione possibile per facilitare la presa della nuova malta su quella antica. Se i giunti da risarcire sono ampi e profondi, possono essere riempiti anche a spruzzo o con iniezioni, e in seguito stilati. La stilatura, ossia la compressione della malta nel giunto, ha il compito di farla penetrare in modo uniforme in tutta la profondità dell'interstizio.

6. La superficie esterna del giunto può poi essere portata allo stesso piano esterno del paramento oppure lasciata "sottolivello", evitando che la sua superficie esterna sia complanare a quella del muro o, addirittura, che debordi rispetto a essa, causando un'alterazione dei contorni nei blocchi lapidei o fittili.

7. Dopo che la malta ha iniziato il suo processo di presa, la si comprime e tira, con la punta della cazzuola o con la spatola, e si ripete l'operazione dopo 5-6 ore, d'estate, o dopo 24 ore, d'inverno, esercitando una leggera pressione con la punta della cazzuola piccola, per far uscire l'acqua in eccesso. Si ripete quest'operazione nell'arco di mezza giornata, fino a che il giunto appare compatto e senza crepe.

Al termine delle operazioni, la zona d'intervento deve in ogni caso essere protetta dal sole diretto e dalla pioggia, fino a quando l'impasto sia completamente indurito.

RICOMPOSIZIONE, RIADESIONE, ANCORAGGI DEGLI ELEMENTI SCORNICIATI

Un manufatto può, per cause diverse, presentare fenomeni di distacco, totale o parziale, che interessano parte degli elementi di cui è costituito. Per ripristinare la continuità tra le porzioni staccatesi e l'oggetto da cui si sono separate, è possibile ricorrere, tra gli altri metodi disponibili, all'utilizzo congiunto di perni e di adesivi. Negli ancoraggi, i perni svolgono un ruolo di sostegno della parte staccata, collegandola al resto del manufatto, migliorando la solidità dell'ancoraggio grazie all'aumento che essi offrono alla superficie dell'eventuale incollaggio e, soprattutto, alla capacità che esprimono di estendere la connessione oltre le sole superfici di contatto reciproche tra frammento e manufatto da integrare.

I perni sono impiegati per molteplici scopi e su manufatti realizzati con materiali diversi quali, ad esempio, rivestimenti o paramenti lapidei, ceramici e lignei, manufatti lignei tridimensionali quali travi, montanti e traversi di serramenti, strutture di arredi fissi e mobili, elementi scolpiti e plastici. Di seguito sono schematicamente riportate le principali fasi esecutive del generico intervento di impennatura eseguito per ricostituire la perduta continuità tra un frammento e il manufatto da cui proviene.

1. Nel caso si debba intervenire per riparare rotture o distacchi parziali, può essere talvolta necessario separare completamente le diverse parti interessate, prima di procedere alla ricostituzione della loro adesione, per realizzare le condizioni migliori per operare e per assicurare la riuscita dell'intervento;

2. inoltre, se il materiale di cui sono costituite le parti da ricollegare è caratterizzato da decoesione o, comunque, da una riduzione delle sue caratteristiche fisiche e meccaniche, occorre prima di tutto consolidarle, preferibilmente per impregnazione utilizzando prodotti che possano restituire loro almeno parte della resistenza perduta, per evitare che le perforazioni, necessarie alla successiva introduzione dei perni, inducano ulteriori e indesiderati danni;

3. una volta stabiliti il numero, le dimensioni dei perni da inserire (in relazione alla previsione delle sollecitazioni cui l'unione sarà sottoposta e alle sue caratteristiche morfologiche) nonché l'orientamento dei fori, si eseguono le perforazioni per ricavare nel corpo del manufatto e nel frammento le sedi d'alloggiamento dei perni, utilizzando un trapano. Le perforazioni devono attraversare la porzione in fase di distacco o completamente distaccata, che è quindi mantenuta nella sua precaria posizione con puntellature o altri sistemi di sostegno provvisori, e il corpo sano del manufatto cui si intende ancorarla. Il diametro del foro deve essere leggermente maggiore rispetto a quello del perno da inserire al suo interno (sono sufficienti 3-4 mm in eccesso, o anche meno, se i perni sono di piccole dimensioni) e lo stesso accorgimento riguarda la profondità del foro (in questo caso possono essere necessari anche 2-3 cm in eccesso, affinché l'estremità del perno resti leggermente arretrata rispetto alla testa del foro, per rendere possibile la sua stuccatura finale);

4. una volta praticato il foro, occorre eseguirne un'accurata pulizia, utilizzando ad esempio un getto di aria compressa e, successivamente, un lavaggio eseguito con una miscela di acqua e alcol (l'aggiunta di alcol all'acqua ha la duplice finalità di migliorare l'azione bagnante di quest'ultima e di aumentare la sua velocità di evaporazione), per rimuovere i detriti prodotti della perforazione. La presenza di residui pulverulenti all'interno dei fori può infatti ridurre l'adesione del composto che collega i perni alle pareti di ciascun foro, compromettendo l'efficacia dell'ancoraggio;

5. si inietta quindi un piccola quantità di adesivo all'interno del foro, per assicurare l'adesione della testa del perno alla parte salda del manufatto da integrare; la siringa utilizzata deve essere preferibilmente del tipo utilizzato per manipolare miscele plastiche, deve essere azionata ad aria, in quanto ciò consente un migliore controllo della fuoriuscita dell'adesivo e deve essere dotata di un ugello di ottone o di rame;

6. dopo di ciò, si intinge il perno, accuratamente pulito con acetone o alcol puro, nell'adesivo e lo si fa scorrere all'interno del foro per rivestirne le pareti con una piccola quantità di collante e favorire la successiva presa dell'adesivo, con il definitivo bloccaggio del perno;

7. a questo punto, si può iniettare il formulato adesivo all'interno del foro in quantità sufficiente per riempire quasi completamente la cavità, possibilmente a partire dal fondo del foro, se la lunghezza dell'ago lo consente e, in ogni caso, non troppo velocemente, per evitare l'inclusione di bolle d'aria che potrebbero ridurre la superficie d'adesione tra il perno e le pareti del foro. La consistenza dell'adesivo non deve essere troppo fluida, per evitarne la fuoriuscita durante l'iniezione o l'eccessivo assorbimento da parte delle porosità presenti nel materiale in cui il foro è praticato;

8. si inserisce quindi il perno all'interno della cavità predisposta, avendo cura di rimuovere con un tampone di cotone o con un panno umido l'adesivo che fuoriesce dal foro. I perni utilizzati possono essere in legno (se il manufatto su cui si applicano i perni è di legno) o anche in vetroresina e in acciaio inossidabile (utili anche in presenza di altri materiali); in quest'ultimo caso debbono essere impiegati i tipi d'acciaio elencati nella tabella Sias (Società Italiana Acciai Speciali), mentre le barre devono preferibilmente essere ad aderenza migliorata per rendere più facile l'aggrappaggio dell'adesivo;

9. infine, si procede alla stuccatura della testa del foro utilizzando una malta composta dal collante impiegato e dai detriti provenienti dal materiale perforato, per mimetizzare la traccia del foro sulla superficie del manufatto (se destinata a rimanere in vista); nel caso in cui si sia invece deciso di non nascondere l'impernatura (ciò accade soprattutto nel caso di riparazioni di oggetti di legno eseguite con perni o cavicchi lignei), si utilizzano perni più lunghi dei fori in cui debbono essere introdotti e, alla fine, se ne taglia semplicemente la porzione eccedente, provvedendo successivamente a levigarne e a rifinire.

Nel caso di interventi eseguiti su elementi lapidei, il trapano utilizzato per le perforazioni dovrà essere munito di punte di tipo elicoidale, realizzate con un materiale caratterizzato da durezza e resistenza a flessione elevate (tipo Widia), per ridurre al minimo il rischio di fratture interne nell'elemento sottoposto a perforazione. Le punte di questo tipo sono disponibili in due versioni, da muro e da marmo, perciò si può scegliere la punta più adatta in relazione al materiale da perforare; esse però presentano l'inconveniente di essere utilizzabili solo con trapani a percussore. Pertanto, in casi particolari, in cui sia necessario eseguire fori molto precisi, con angolo di incidenza obbligato e laddove sia necessario evitare ogni vibrazione, occorre orientarsi verso le punte diamantate "a tazza", utilizzabili con trapani senza percussore e montabili su guide. Questo ultimo tipo di punta è disponibile solo di lunghezza limitata, in alcuni casi quindi debbono essere ordinate su misura.

In ogni caso, è comunque necessario valutare la possibilità di eseguire simili perforazioni, o stabilire secondo quali procedure operare, per non mettere a rischio l'integrità del manufatto da integrare o del frammento da ricollegare a esso.

Gli adesivi utilizzati in questi interventi di impernatura variano in relazione al materiale di cui è costituito il manufatto da riparare e alle dimensioni dei pezzi da riancorare tra loro.

PROTEZIONE DEI METALLI CON VERNICI A PENNELLO O A SPRUZZO

L'azione protettiva svolta dalle patine coloranti (pittura, vernice, smalto) consiste nel riparare una superficie dal contatto diretto con gli agenti aggressivi dell'atmosfera e nell'interporre una pellicola di sacrificio a difesa da azioni meccaniche, come strofinio, usura, graffiature e simili. Tale azione dipende dalla natura dei componenti.

Per il recupero degli elementi in ferro sono considerati: la scala che porta alle campane e le campane stesse. Tali manufatti prevedono la demolizione delle tenute o ancoraggi deteriorati e la loro pulizia mediante spazzolatura o sabbiatura o idrosabbiatura sino a portare i ferri a metallo bianco ed in seguito trattato con materiale anticorrosivo. Per concludere vi occorre il riempimento della cavità di ancoraggio mediante semplice colatura di malta premiscelata, fluida ed espansiva.

DEUMIDIFICAZIONE

Non vi è dubbio, perciò, che l'umidità delle costruzioni sia una delle questioni centrali tra i problemi della conservazione dei manufatti storici, perché investe la salubrità degli edifici con le conseguenti possibilità d'uso, e comporta rischi per la tutela della loro integrità materiale.

Per umidità s'intende la quantità di acqua, allo stato gassoso, che è presente nell'aria in un determinato momento e in un determinato luogo. Questa grandezza non è interessante come dato assoluto, cioè come quantità d'acqua presente nell'unità di volume dell'aria, ma come valore riferito anche alla temperatura, alla pressione e ad altri parametri. Per tale ragione si parla di Umidità Relativa (UR), per indicare la percentuale di vapore acqueo contenuto da un volume di aria rispetto a quello massimo contenibile nelle condizioni di temperatura e di pressione in cui l'aria stessa si trova. Ciò significa che una stessa quantità assoluta di acqua in un volume d'aria dà luogo a una UR tanto più bassa quanto più elevate sono la temperatura e la pressione della miscela aria-vapore.

Quando parliamo di umidità, dunque, ci si dovrebbe riferire unicamente al contenuto di vapore presente nell'aria, mentre normalmente si intende con questo termine anche la presenza di acqua all'interno delle murature, anche allo stato liquido e non solo in fase gassosa.

Questa presenza può avere diverse cause e origini, che possiamo schematicamente ridurre a tre: la provenienza dal terreno che determina umidità ascendente, l'aria interna ed esterna che produce condensa sulle pareti e le infiltrazioni che si possono imputare alla pioggia, alla perdita di tubazioni e canali o alla presenza di masse idriche come il mare, gli stagni, i pozzi ecc.

L'umidità ascendente dal terreno, detta anche di risalita, può essere indicata come la causa principale dei fenomeni riscontrabili nelle murature ed è sostanzialmente causata da forze capillari che attraggono all'interno del materiale le acque contenute nel suolo impregnato. La condensazione si manifesta quando il vapore acqueo è presente nell'aria a elevate concentrazioni e, venendo a contatto con una superficie fredda (ad es. le pareti che danno verso l'esterno), passa dallo stato gassoso a quello liquido, depositandosi sui muri. Infine, l'umidità da infiltrazione è causata dalla presenza di discontinuità nelle pareti esposte all'acqua piovana battente, alle perdite degli impianti idrici e fognanti, all'azione dei flutti marini, al passaggio d'acqua dalle pareti di pozzi e cisterne e ad altre analoghe circostanze. È un fenomeno tipico dei manufatti che non hanno subito i necessari cicli di manutenzione e vedono così ridotti i presidi di autoprotezione, come la

tenuta delle coperture, delle gronde e dei pluviali, l'integrità delle tubazioni, la continuità dei paramenti esterni e dei muri interrati, e così via.

La semplice presenza dell'acqua non può in ogni modo provocare danni ingenti in tutte le murature, infatti, ne esiste una percentuale, detta acqua essenziale, che comprende quella di cristallizzazione e quella residua di lavorazione. Ma, se tale percentuale supera la soglia di una determinata proporzione tra il suo volume e quello dei capillari presenti nel materiale, è possibile parlare di presenza patologica. Si innescano, in tal caso, i reali fattori di degrado, quali il trasporto di sali, il ciclo del gelo-disgelo, l'attecchimento di vegetazione infestante, l'attivazione di processi di trasformazione chimico fisica delle croste, la formazione di patine biologiche. L'acqua quindi può provocare fenomeni di natura puramente fisica -ad esempio, tramite i cicli di gelo e disgelo-, chimico-fisica, attraverso l'azione solvente e l'innescare dei processi di dissoluzione, cristallizzazione e idratazione dei sali, e infine biologica, favorendo la formazione di muffe, muschi, licheni e vegetazione superiore.

Quando l'acqua è presente nella fase liquida, sovente lo è sotto forma di soluzione salina i cui sali possono avere diversa provenienza: i nitrati dal terreno, i solfati e i cloruri dall'esterno o, nel caso dei solfati di sodio e di magnesio, direttamente dal materiale che compone la muratura. La soluzione salina risale il muro per capillarità e, quando l'acqua evapora, i sali si depositano cristallizzando sulla superficie e originano efflorescenze che sovente rappresentano anche la traccia visibile che segnala il livello massimo della risalita dell'acqua. Se l'evaporazione è molto rapida, in condizioni di aria molto secca o di forte vento, la cristallizzazione non avviene in superficie ma già all'interno del materiale, dando origine a subefflorescenze, più dannose di quelle esterne, che provocano nel tempo una disgregazione che si

limita alla superficie del materiale. I sali, infatti, cristallizzando all'interno dei pori del materiale, esercitano delle forti tensioni a causa della loro igroscopicità che li fa aumentare di volume in situazioni di accrescimento del tasso di umidità. Questo fa sì che il ciclo di dissoluzione e ricristallizzazione induca una disgregazione profonda del materiale, che in breve dà origine a estese lacune. Allo stesso modo, quando nei climi freddi l'acqua passa dalla fase liquida a quella solida trasformandosi in ghiaccio, aumenta di volume provocando tensioni interne al materiale. Ma anche in questo caso è l'andamento ciclico del fenomeno a creare il degrado maggiore, dal momento che il continuo gelo e disgelo dell'acqua all'interno del materiale porta al suo totale sgretolamento, soprattutto se è molto poroso.

La presenza dell'umidità, poi, è un fattore che favorisce l'attecchimento di patine biologiche e vegetali infestanti, la cui pericolosità (v. sezione -Disinfestazioni) può essere imputata sia all'estensione dell'apparato radicale che essi insinuano tra le commessure delle pietre, sia alla loro capacità di utilizzare, per il proprio nutrimento, alcune componenti della pietra su cui sono insediate.

Questi accenni al degrado indotto dalla presenza d'acqua nelle murature dovrebbero spiegare la pervicacia con cui si cerca di eliminarla. A Venezia, vista la speciale situazione idrogeologica della città, si è adottato a lungo la tecnica del cuci-scuci che, piuttosto che come tecnica di deumidificazione, si poneva soprattutto come indispensabile rinnovo di quei tratti di muratura ormai ammalorata dall'azione dei sali. Da questa forma di opposizione passiva all'umidità si è passati, nel XX secolo, a metodi di tipo attivo che cercano di prevenire i danni indotti dall'umidità e, quando ciò non è più possibile, di limitarne la portata.

Come in altri casi, il degrado indotto dall'acqua non è un fenomeno singolo e isolato, ma appartiene a un processo complesso nel quale le cause e le conseguenze che ne derivano si accavallano, si amplificano e si complicano, associandosi e interagendo le une con le altre.

Non è possibile parlare di umidità di risalita o di condensa come di un fenomeno univoco, schematizzabile e isolabile rispetto ad altri, e in questa difficoltà si nasconde l'insidia maggiore

nella lotta all'umidità, traducendosi nella diffusa tendenza a ricercare "la" causa da combattere con "una" determinata tecnica, eventualmente raffinata e complessa, e possibilmente sostenuta da articolati argomenti di tipo fisico-chimico. Ma in natura, di solito, non esiste la causa unica di un processo, ed è spesso su tale equivoco che si basa l'inefficacia di quasi tutte le tecniche di deumidificazione proposte dal mercato.

REALIZZAZIONE DI INTERCAPEDINE VERTICALE ESTERNA

La tecnica prevede l'eliminazione del contatto diretto tra paramento esterno della muratura interrata e terreno umido. La creazione di un vano vuoto a ridosso del muro da risanare può svolgere il compito di intercettare l'acqua dispersa nel terreno oltre che favorire l'evaporazione di quella eventualmente assorbita dalla muratura. L'intercapedine può quindi funzionare da camera d'evaporazione, e perciò sarà dotata di griglie e canali d'aerazione (intercapedine chiusa ventilata) o presenterà il lato superiore aperto (intercapedine aperta).

Il sistema è impiegato per proteggere le strutture che presentano problemi legati a infiltrazioni d'acqua proveniente dal terreno, ed è applicabile a muri interrati di mattoni, di pietra misti o a sacco, di cemento armato, permettendo di proteggere anche strutture abitate. Il vespaio non blocca, tuttavia, l'acqua di risalita capillare dalle fondazioni, e per questo motivo che si prevede per la parte di muro fuori terra un sistema di sbarramento verticale di seguito esposto (sbarramento chimico) in aggiunta alla finitura con intonaco macroporoso.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

L'intervento andrebbe eseguito su tutto il perimetro dell'edificio interessato e comprende le seguenti fasi:

- scavo del terreno della larghezza minima di 40-50cm (deve essere ispezionabile) e profondità tale da arrivare almeno alla linea di base del muro e, in ogni caso, a una quota inferiore a quella del terreno. Lo scavo va eseguito a tratti, con scavatrice a braccio o mediante fori trivellati, e la lavorazione richiede il puntellamento con robuste armature del terreno, in modo da prevenire i rischi di smottamento.
- realizzazione del muro di sostegno in mattoni, in calcestruzzo armato o in elementi prefabbricati
- realizzazione di tramezze ogni 20cm. circa, in modo da interrompere lo scavo. È importante che vi sia sempre un collegamento tra il terreno, il vespaio e il resto della costruzione, per evitare indebolimenti alla struttura in caso di sisma.
- creazione di un canale drenante sul fondo dell'intercapedine, prevedendo l'impostazione di una pendenza tale da convogliare le acque raccolte in appositi pozzi di raccolta.
- l'intercapedine sul lato superiore può: 1_esser lasciata aperta e coperta da griglie metalliche; 2_esser chiusa con solai realizzati con voltine in mattoni, solai misti, tabelloni poggiati sui muretti ecc. in questo caso occorre l'apertura nel muro perimetrale di canali di aerazione con macchine carotatrici, per assicurare la circolazione di aria tra interno ed esterno.
- se a ridosso della parete, sul lato interno, vi sono locali interrati possono essere aperte finestre a bocca di lupo o canali di aerazione.

Accorgimenti

Nell'adottare questo sistema bisogna fare attenzione all'invasività degli scavi nel terreno circostante l'edificio soprattutto nell'ipotesi di possibile presenze archeologiche. Per tali motivi è di fondamentale importanza fare accertamenti prima e durante i lavori .

Prima di procedere con lo scavo è altresì fondamentale, avere un quadro diagnostico completo sulla tipologia costruttiva e sullo stato di conservazione delle murature interrate e in elevazione. L'eliminazione di una parte consistente di terreno che funge da contenimento per la parte di muro fondale può, difatti, indurre cedimenti e provocare stati fessurativi.

Nell'eventualità che ciò possa accadere, è necessario intervenire prima con il consolidamento delle strutture e poi con il consolidamento delle strutture e lo sbancamento successivo.

I vantaggi rispetto ad altri sistemi di protezione delle murature interrate sono i seguenti:

- migliori condizioni termo igrometriche dei locali interrati a essa adiacente, con miglioramento delle condizioni di aerazione e quindi di abitabilità;
- il vuoto crea una barriera alle vibrazioni meccaniche provenienti dalle strade e dai terreni circostanti.

REALIZZAZIONE DI INTERCAPEDINE ORIZZONTALE O VESPAIO A CAMERA D'ARIA

Prevede l'eliminazione del contatto diretto tra il pavimento ed il terreno umido. Il vano vuoto, asciutto e termicamente coibente creato al di sotto del solaio, svolge il compito di bloccare l'acqua ascendente dispersa nel terreno e di favorire la riduzione della condensazione di origine atmosferica. L'intervento di risanamento igienico previsto è la realizzazione di vespaio areato costituito da manto continuo di mattoni forati dello spessore di 20 cm da poggiare su sottostante piano preventivamente livellato, compreso l'allettamento in malta bastarda nonché la sovrastante caldana in conglomerato cementizio magro dello spessore di 3-4 cm.

Per la realizzazione di detto vespaio sarà necessario lo smontaggio della pavimentazione esistente, lo snellimento del massetto e la realizzazione di uno scavo avendo molta cura alla conservazione di eventuali strati archeologici.

Successivamente alla realizzazione sarà posata in opera la nuova pavimentazione.

INTERCETTAZIONE CAPILLARE (sbarramento chimico)

La tecnica prevede lo sbarramento fisico continuo orizzontale e/o verticale della risalita capillare di acqua all'interno di una parete, mediante l'interruzione del flusso realizzata attraverso l'occlusione di pori e capillari e/o mediante la riduzione del loro potere di assorbimento. Lo sbarramento può avvenire per impregnazione a lenta diffusione o per iniezione riformulati chimici liquidi all'interno di una muratura.

Il sistema basa il suo funzionamento sul fatto che i materiali da costruzione sono caratterizzati da una fitta rete di capillari e che l'acqua sale all'interno della muratura anche per il principio dei vasi comunicanti (legge di Jurin).

Lo sbarramento del flusso può essere ottenuto mediante:

- a) l'inserimento di formulati a effetto occludente;
- b) l'immissione di formulati con effetto idrofobizzante, che dovrebbero causare la riduzione delle forze di adesione con l'abbassamento della tensione superficiale (inversione del menisco) rendendo le pareti dei vasi idrorepellenti.

Il sistema è impiegato nei casi di umidità ascendente connessa a fenomeni di risalita capillare in murature verticali e/o orizzontali a contatto con il terreno umido o con acqua di falda. Il metodo è praticabile in muri fuori terra e/o interrati di mattoni, di pietra, misti o a sacco, od calcestrutto. Può essere utilizzato anche nelle murature in pietra dura, con conci non squadriati e disposti su filari non paralleli. Il sistema è applicabile senza interferire con le funzioni d'uso degli edifici, in qualsiasi periodo dell'anno, sia pure considerando che i tempi di indurimento del materiale, a basse temperature, possono aumentare anche del 60% circa. La realizzazione di una barriera chimica non arreca cambiamenti statici alla struttura e non esistono controindicazioni per il suo

impiego su pareti lesionate, sconnesse e non compatte, anche se, come si vedrà in seguito, in questi casi possono esserci dispersioni di materiale non previste e tali da rendere inefficace l'intervento.

Le caratteristiche dimensionali e strutturali della parete, il suo stato di conservazione, il potere di assorbimento del muro e del legante sono fattori che determinano la scelta del formulato e la tecnica di immissione, che varia a sua volta in funzione della sostanza utilizzata.

Le sostanze impiegate per lo sbarramento sono per lo più resine o derivati inorganici del silicio e, in base al tipo di azione che esercitano sulla risalita capillare, si possono suddividere nel modo seguente.

1) Formulati con effetto occludente sono caratterizzati anche da potere consolidante e comprendono: resine poliuretatiche, resine epossidiche, silicati (generalmente di sodio e di potassio), gel acril-ammidici. Altre sostanze utilizzate con effetto occludente sono le paraffine pure, il lattice siliconato e i cementi osmotici. Le resine epossidiche si contraddistinguono per le buone proprietà meccaniche. Esse garantiscono un'ottima adesione alla maggior parte dei supporti, anche se presentano elevata viscosità che potrebbe impedire una profonda penetrazione del prodotto e quindi un'insufficiente protezione. Presentano, inoltre le seguenti caratteristiche:

- ottima capacità di indurimento anche a basse temperature;
- sufficiente adesione, anche in presenza di umidità, su una vasta gamma di materiali da costruzione;
- assorbimento a volte anche capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto;
- tempi di lavorabilità agevoli anche in periodo estivo, quando gli indurimenti sono più rapidi;
- resistenza meccanica alle sollecitazioni superiore a quella della muratura;
- ritiro irrilevante durante l'indurimento.

2) I formulati con effetto idrofobizzante, sono derivati organici e inorganici del silicio di origine sintetica. Le resine siliconiche sono state tra i primi polimeri sintetici a essere impiegati come idrorepellenti, grazie alla loro natura organico-minerale. Caratteristica dei formulati è appunto quella di creare uno strato idrorepellente sulla superficie dei capillari ed evitare, così, la suzione d'acqua. I formulati in soluzione acquosa o in solventi a base di resine siliconiche, ad avvenuta polimerizzazione; non occludono i pori, e perciò la muratura dovrebbe risultare, dopo l'intervento, ancora permeabile al vapore.

Queste sostanze possono essere utilizzate pure con solvente (idrocarbonato, white spirit) e con acqua, o mescolati assieme ad acqua e cemento per il confezionamento di biacche idrofughe.

Si sono ottenuti buoni risultati impiegando in modo combinato siliconati e silicati anche in murature di notevole spessore. Questi formulati polimerizzano in presenza d'acqua, favorendo un rapido funzionamento della barriera ed evitando che agenti esterni ne diminuiscano l'efficacia nel tempo.

Le caratteristiche principali che qualificano il formulato chimico idrofobizzante sono:

- bassa viscosità, per favorire la penetrazione del liquido all'interno della parete;
- buon potere bagnante, per agevolare la loro distribuzione uniforme sulle pareti dei capillari;
- bassa velocità di polimerizzazione, per consentire un'uniforme distribuzione del liquido all'interno della parete;
- bassa tensione superficiale, per esaltarne la capacità idrofobizzante;

- basso contenuto di solventi, per non alterare le reazioni chimiche in fase di polimerizzazione;
- basso peso molecolare;
- basso modulo elastico;
- compatibilità chimico-fisica con i materiali con cui viene a contatto.

Operazioni esecutive comuni ai vari sistemi.

- Eliminazione dell'intonaco, sino al raggiungimento della muratura viva, su entrambe le facce e per un'altezza di 10 cm sopra la linea della barriera (in genere si consiglia di eliminare l'intonaco deteriorato per almeno 30 cm oltre il livello raggiunto dall'umidità di risalita).
- L'operazione è necessaria per favorire l'asciugatura della parete dopo l'intervento, per ridurre la concentrazione di sali igroscopici trasportati sulla superficie in fase di evaporazione e per favorire l'immissione di ossigeno necessario per l'attivazione delle reazioni di polimerizzazione di alcuni prodotti (ad es. siliconati).
- Lavaggio della muratura da trattare. L'operazione consente di eliminare i sali residui.
- Eventuale desalinazione o trasformazione dei sali.
- Verifica della presenza di eventuali impianti sottotraccia che potrebbero essere coinvolti nella foratura (metaldetector).
- Esecuzione dei fori d'immissione ad un'altezza di 15-20 cm dalla quota più alta dei due pavimenti (interno, esterno) che insistono sullo stesso muro.

I fori vanno fatti con trapano a rotopercolazione a punta lunga (fioretti), per spessori murari fino a 2 m, il diametro può variare da 10 a 30 mm, secondo la tecnica d'immissione adottata (25-30 mm per i diffusori, 10 mm per i trasfusori a pressione).

L'allineamento sarà il più possibile orizzontale anche nel caso di muri con giunti irregolari, ma può essere, secondo le necessità, ad andamento orizzontale, verticale o "sparso" in modo da seguire i dislivelli fra gli ambienti e le diverse quote tra interno ed esterno.

Il numero dei fori da eseguire e quindi la quantità di formulato da immettere sono determinati caso per caso, e varia in funzione delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni della parete, oltre che del potere di assorbimento dei materiali.

Se lo spessore del muro è inferiore ai 45-60 cm, i buchi possono essere realizzati solo su lato, per una profondità che può raggiungere l'80% del suo spessore. Per spessori maggiori, i fori vanno realizzati da ambo le parti. In genere, si cerca di lasciare integro uno spessore di 10-20 cm di muro, per evitare la trasudazione del formulato all'esterno.

Nell'iniezione di paraffine o di lattice siliconato la perforazione interesserà tutto lo spessore.

L'inclinazione dei fori varia secondo il metodo di immissione: con iniezioni a pressione, i fori sono realizzati con asse perpendicolare alla superficie muraria; se si usano i trasfusori è possibile inclinare i fori di circa 20-30°, con l'estremità interna rivolta verso il basso. Vanno distanziati, reciprocamente, dai 12 cm (iniezione a pressione) ai 15-25 cm (lenta trasfusione), e praticati sul materiale di struttura (pietre, mattoni ecc.) e sul legante, se entrambi hanno potere assorbente, oppure solo sul legante, se il materiale non è abbastanza poroso. La distribuzione delle forature dipende dallo spessore del muro e della sua natura costruttiva. Nei muri in mattoni pieni si possono eseguire fori nei giunti di malta o nel laterizio (uno o due fori per mattone) e su una sola linea. Nei muri di materiale lapideo non assorbente i fori sono eseguiti esclusivamente nel legante e si procede con una doppia fila di bucatore, la prima a 10 cm dal piano di calpestio e una seconda a 20 cm.

Nei muri misti (pietrame, ciottoli), i fori vanno eseguiti esclusivamente nel legante e su una doppia fila, la prima a 10 cm dal piano di calpestio, la seconda a 20 cm. Nelle murature a sacco, occorre differenziare l'intervento trattando con impregnanti e tecniche diverse il muro di contorno e il riempimento interno. Angoli e incroci tra murature richiedono generalmente un numero maggiore di perforazioni in senso orizzontale, essendo queste zone più ricche di umidità. Se i fori sono stati disposti su più file, è bene che siano sfalsati, in modo da formare una sorta di rete triangolare che può garantire una barriera più continua e uniforme, specialmente dove il muro presenti crepe e lesioni.

- Lavaggio mediante getto d'acqua e/o aria compressa, al fine di eliminare i residui di materia rimasti all'interno.
- Inserimento e sigillatura, con cementi a presa rapida; di trasfusori o di ugelli di iniezione (secondo la tecnica prescelta).
- Realizzazione di uno strato d'intonaco in tutta la porzione di muro a vista, per evitare la fuoriuscita di materiale.
- Immissione del formulato.
- Pulitura del formulato in eccesso.
- Estrazione di iniettori o trasfusori.
- Sigillatura con stucco o malta a presa rapida dei fori aperti.
- Esecuzione di intonaco, se previsto, non prima di 40 giorni, in funzione dell'umidità relativa dell'aria. Se non è possibile aspettare che il muro sia sufficientemente asciutto è possibile realizzare la finitura con speciali prodotti antisalinici.

L'altezza media della barriera sarà di 20-40 cm.

APPLICAZIONE DI INTONACO MACROPOROSO

Nel caso in questione è del tutto superfluo interventi puntualmente nella pulitura degli intonaci poiché versanti in uno stato avanzato di degrado e in aggiunta, un tale tipo d'intervento non risolverebbe la causa patologica. Quindi assieme alla risoluzione del problema dall'alto, andando a ricostituire e impermeabilizzare la copertura, si prevede l'integrale ricostituzione degli intonaci interni con malta macroporosa a garanzia della conservazione dei paramenti. L'applicazione di intonaco macroporoso è una tecnica indicata soprattutto nei casi in cui si vogliono limitare gli effetti dell'umidità di risalita nelle murature e agisce favorendo l'evaporazione dell'acqua presente alloro interno, fornendo una superficie di scambio traspirabile al vapore, più estesa rispetto a quella della parete. L'intonaco macroporoso è inoltre resistente alla pressione dovuta ai fenomeni di cristallizzazione dei sali che durante il processo di evaporazione dell'acqua migrano dall'interno all'esterno della muratura provocando, a volte, ingenti danni, sia quando la cristallizzazione avviene all'interno del materiale (criptoefflorescenza o subefflorescenza) sia quando ha luogo sulla superficie esterna dell'elemento colpito. Gli intonaci macroporosi sono ottenuti miscelando malte di base con agenti porogeni (additivi chimici o schiume minerali in grado di creare vuoti all'interno della massa legante) o sostanze di per se porose (quali perlite, polistirolo ecc.). L'intonaco, così ottenuto, è ricco di macro e micropori. I primi (da 50 a 500 μm di diametro), intercomunicanti, aumentano la superficie di evaporazione del materiale e possono immagazzinare senza danni i sali cristallizzati; i secondi (pori di gel di diametro inferiore a 0,5 μm e pori capillari 0,5-50 μm) hanno, rispetto ai primi, una maggiore capacità di aspirazione capillare e quindi aumentano il trasporto di massa interna di prosciugamento. La soluzione salina presente nelle murature evapora all'interno dei pori di dimensioni maggiori, permettendo la cristallizzazione dei sali in ampie zone che funzionano da serbatoi; poi condensa nuovamente nei pori capillari e giunge, ormai meno ricca di sali, in altri macropori, divenendo così sempre più pura via via che si avvicina alla superficie esterna dell'intonaco.

L'intonaco si asciuga rapidamente e si instaura un'azione costante di richiamo dell'umidità dal centro del muro verso le sue superfici esterne, raggiunte le quali, evapora e si disperde nell'ambiente.

La deumidificazione della muratura su cui l'intonaco è steso, è pertanto basata sul fatto che la velocità di evaporazione dell'acqua dall'intonaco è maggiore della velocità con cui avviene la sua umidificazione.

L'intonaco macroporoso si distinguono due diversi strati con caratteristiche leggermente differenti:

- l'intonaco di base, che deve avere un elevato potere capillare, buona porosità, buona resistenza meccanica;
- l'intonaco di risanamento, più superficiale, caratterizzato da un ridotto assorbimento capillare e da una buona traspirabilità al vapore d'acqua.

L'intonaco macroporoso è usato soprattutto nelle murature fuori terra interessate da fenomeni di risalita capillare e di ristagno di umidità. È utilizzato, inoltre, per consentire il deassorbimento dell'umidità residua nei muri già trattati con altri metodi (barriere chimiche, tagli meccanici e barriere fisiche o con altre tecniche analoghe) e come intonaco interno, soprattutto negli ambienti interrati soggetti a forti concentrazioni di umidità, o per ridurre i fenomeni di condensa sulle pareti degli ambienti confinati. È applicabile su tutti i tipi di murature.

L'applicazione di un intonaco macroporoso su una superficie muraria richiede:

- l'eliminazione dell'intonaco preesistente. Si procede alla rimozione del vecchio intonaco nella porzione di parete interessata da fenomeni di risalita capillare e di ristagno di umidità, avendo cura di demolire anche una porzione di intonaco asciutto adiacente a essa e per una fascia di circa un metro di larghezza;
- la pulitura della superficie muraria, messa a nudo con spazzole o raschietti, in modo da asportare le parti di muratura spugnosa o friabile, i materiali incoerenti, oli, polveri ecc.;
- l'integrazione della muratura, ove occorra, per risarcire le cavità o le irregolarità provocate dalle precedenti operazioni;
- in alcuni casi, ove il muro da risanare presenti forti efflorescenze, può essere opportuno un trattamento di desalinazione;
- l'irrorazione della parete con acqua, sino a rifiuto, con le accortezze che si usano per l'applicazione di un normale intonaco;
- l'applicazione del rinzafo tramite cazzuola, fratazzo o con applicatori a spruzzo; lo spessore di questo strato, a cui è demandato il compito di supporto e d'aggrappo per il successivo strato di intonaco, è di circa 0,25-0,50 cm;
- l'applicazione dell'intonaco macroporoso propriamente detto. Dopo almeno 24-48 ore, a rinzafo ben indurito, questo viene bagnato e si procede ad applicare il successivo strato di intonaco, di spessore variabile tra i 2 e i 4 cm;
- l'applicazione dell'intonaco da risanamento. Questo strato può costituire la finitura superficiale dell'intero pacchetto e può essere quindi tirato a fratazzo o rasato, colorato in pasta o meno, come i normali intonaci. Spesso, gli si applica un ulteriore strato di arenino di rifinitura;
- l'applicazione di un'eventuale coloritura che non alteri le caratteristiche di traspirabilità dell'intonaco; a tal fine, si usano in genere tinte a calce o ai silicati. La coloritura deve in ogni caso essere eseguita quando la superficie intonacata è completamente asciutta.

