

-  **Pulitura con metodi enzimatici**
-  **Impacchi con sospensioni stabili di idrossido di calcio**
-  **Desolfatazione e consolidamento col metodo del bario**
-  **Integrazione cromatica con velature**

perché essi non formano uno strato superficiale completamente impermeabile e, inoltre, se correttamente applicati, possono penetrare molto a fondo all'interno dei manufatti trattati. Il principale svantaggio che comporta l'impiego di consolidanti contenenti silicone è invece rappresentato dalla loro tendenza a scurire la pietra trattata. Lo scurimento non è dovuto al colore del liquido impiegato, essendo quest'ultimo incolore, ma, piuttosto, agli effetti di rifrazione e riflessione della luce che esso possiede e che risultano diversi rispetto a quelli propri della superficie della pietra non trattata. Per superare tale inconveniente, si può tuttavia procedere con una leggerissima abrasione della superficie, seguita da un trattamento con solvente (toluolo) che ha l'effetto di eliminare l'eccessivo schiarimento provocato dall'abrasione, poiché riscioglie e rende omogenea la distribuzione della resina consolidante in superficie. In questo modo, la pietra riacquista il suo colore originale. Un altro metodo per evitare lo scurimento della pietra è quello di diminuire la concentrazione della resina in superficie, mediante applicazioni di solvente puro. Un ulteriore prodotto consolidante, impiegato per le sue capacità di penetrazione e per la sua facilità di applicazione, è l'estere dell'acido silicico, diluito in una miscela di solventi

Accorgimenti varianti, limiti

Nel caso si debbano consolidare manufatti costituiti da materiali porosi e caratterizzati da superfici con croste parzialmente distaccate a sfoglie più o meno sottili, è utile eseguire in primo luogo un loro **preconsolidamento**. Esso consiste nel bagnare la superficie con uno spray finissimo di una miscela di due resine, una acrilica (Paraloid B72 al 30% in solvente nitro) e una siliconica (silicone Dri Film 104 al 70% in solvente organico) diluite in clorotene nelle percentuali di 10%, 10% e 80%. Tale trattamento

è perfettamente reversibile anche dopo la polimerizzazione, cioè nuovamente solubile nello stesso solvente. In questo modo si fissano preventivamente le sfoglie e le scaglie in via di distacco dalla superficie de manufatto; quindi si ricopre l'intera zona da trattare con fogli quadrati, di 3-4 cm di lato, di carta giapponese, incollandola con una soluzione acquosa al 3% di un alcool polivinilico. Si asciuga poi, con un flusso d'aria calda, la superficie trattata e si cerca di essiccare il più possibile la pietra, per eseguire una impregnazione e un consolidamento profondi. L'impiego di soluzioni a concentrazioni man mano crescenti, o un leggero riscaldamento della soluzione o dell'oggetto, facilitano inoltre la diffusione del consolidante all'interno del manufatto da consolidare. In genere, tuttavia, l'applicazione del prodotto consolidante a pennello «fino a rifiuto», e quella «a spruzzo», sebbene si possa cercare di migliorare la profondità di penetrazione del consolidante giocando su un impiego di soluzioni inizialmente molto diluite e poi sempre più concentrate, non forniscono sufficienti garanzie di buona penetrazione del consolidante e, quindi, di efficacia del trattamento. Affinché il processo di consolidamento sia ben condotto è invece necessario che l'impregnazione sia omogenea e ben distribuita anche in profondità, al fine di non determinare un ripristino della coesione del manufatto solo parziale o localizzato in alcune aree del manufatto o in prossimità della sua superficie esterna. Dal momento che la penetrazione è in rapporto alla viscosità del consolidante, conviene quindi utilizzare prodotti molto diluiti o, meglio, caratterizzati da basse viscosità. È inoltre buona norma stendere il prodotto in più mani successive, delle quali la prima molto diluita, per favorire la sua penetrazione nel manufatto in profondità e, poi, utilizzando concentrazioni di resina via via crescenti.

12 Conservazione

Consolidamento

impregnazione con resine



Viso di Maria del sogno di Giuseppe affetto da generale sollevamento della pellicola pittorica, prima e dopo la riadesione della medianta pellicola pittorica mediante impregnazione con resine.

Settori operativi

Consolidamento sulle superfici degli intonaci dipinti con fenomeni di decoesione, esfoliazione e sollevamento di strati pittorici, fessurazioni con distacchi di porzioni di finitura cromatica o dell'intonaco, ridotto in frammenti instabili.



Preparazione sottovuoto dell'impacco di idrossido di bario: acqua deionizzata, pasta cellulosica, idrossido di bario. Messa in azione della pompa per creare il sottovuoto.



Consolidamento finale con stesura dell'impacco di idrossido di bario.

I consolidamento di un materiale decoeso e degradato può avvenire grazie all'impiego di diverse sostanze che, penetrando al suo interno e impregnandone i pori, ne rinsaldano i legami strutturali.

L'impregnazione si basa sul principio fisico della **capillarità**, cioè sulla proprietà che hanno i fluidi in genere, e i liquidi in particolare, di penetrare naturalmente, per adesione, entro lo spazio intercluso tra due pareti molto vicine di una cavità, come avviene nei capillari dei corpi porosi. I parametri che regolano il processo della penetrazione di un fluido per capillarità sono sostanzialmente: a) **la viscosità** del fluido stesso (in questo caso del prodotto consolidante), b) **il diametro dei pori e dei capillari interessati**, c) la loro **distribuzione** all'interno del manufatto trattato, d) **la**

bagnabilità del materiale di cui è costituito il manufatto. Un prodotto consolidante, nella fattispecie, penetra all'interno del corpo sottoposto a trattamento, in una **prima fase per capillarità** e, in un secondo tempo, si distribuisce al suo interno per diffusione. Quest'ultimo processo si sviluppa molto lentamente e occorre pertanto che il prodotto adottato non indurisca (o polimerizzi) troppo rapidamente, poiché in caso contrario non riesce a penetrare e a distribuirsi con sufficiente uniformità nel manufatto, pregiudicando l'efficacia del consolidamento. Per favorire la penetrazione del prodotto consolidante all'interno del manufatto, è quindi opportuno applicare sulle sue superfici una **sostanza molto fluida**, quale può essere un polimero a basso peso molecolare, oppure un monomero allo stato liquido, unito, al

Alex Riolfo,
 Facoltà di
 Architettura di
 Genova, Dsa
 Dipartimento di
 Scienze per
 l'Architettura

momento della stesura, a un catalizzatore che ne consentirà la polimerizzazione all'interno del materiale trattato. In conseguenza della solidificazione del prodotto, le pareti dei pori del corpo trattato risulteranno, infatti, rivestite da **un film della sostanza consolidante, la cui presenza determina alcune modifiche delle proprietà fisiche** (riduzione della porosità e un aumento della coesione) **e meccaniche** (un incremento della resistenza a compressione) del materiale trattato.

Campi di applicazione e finalità

Per la natura composita ed eterogenea della pellicola pittorica dei dipinti murali e per l'eventuale variazione delle condizioni ambientali, si può verificare la perdita di coesione (polverizzazione) dello strato pittorico. Il consolidamento mediante impregnazioni si effettua, in particolare, sulle superfici degli intonaci dipinti quando presentano fenomeni di decoesione, esfoliazione e sollevamento di strati pittorici, fessurazioni con distacchi di porzioni di finitura cromatica o dell'intonaco, ridotto in frammenti instabili.

Le modalità di applicazione mutano in base al fenomeno di degrado, a seconda che esso interessi gli strati pittorici o il supporto prevedendo, nel primo caso, la stesura superficiale del prodotto consolidante e, generalmente, nel secondo caso, l'iniezione puntuale dello stesso.

Lo scopo dell'operazione è di **riconferire nuova coesione al materiale** deteriorato ristabilendo l'unità del sistema. L'intervento è così finalizzato a rendere definitivamente stabili gli strati pittorici o il loro supporto, incrementandone o ricostituendone l'ancoraggio al materiale retrostante sia esso intonaco, pietra, legno o altro.

Più in dettaglio, il consolidamento mediante impregnazioni persegue i seguenti scopi:

- Stabilizzazione permanente e protezione delle superfici dipinte affinché, durante le operazioni successive di restauro (disinfestazioni, puliture, consolidamenti profondi della muratura, ecc.), non si verifichino danni irreparabili (perdite di frammenti, di pigmenti, di forme e di dettagli decorativi);
- Stabilizzazione e protezione delle superfici durante

l'esecuzione di altri lavori all'intorno, nel caso dei quali, pur non agendo direttamente su di esse, si potrebbero accidentalmente danneggiare;

- Interventi mirati alla prevenzione alla caduta e alla perdita di frammenti instabili.

Tecniche di esecuzione

Per impregnazione. A pennello, a tampone, a impacco.

A spruzzo. Per nebulizzazione o per « pioggia orizzontale» a bassa pressione.

Per iniezione. Per infiltrazione con siringhe, con iniettori o per percolamento.

Fasi operative

- 1) Rimozione preventiva, ove possibile senza danneggiare il supporto, di depositi superficiali incoerenti (ragnatele, polvere atmosferica, ecc.), utilizzando spazzole a setola morbida, o flussi d'aria di debole potenza.
- 2) Nel caso in cui il distacco della pellicola pittorica sia dovuto alla presenza di subflorescenze saline, così rigide da non permettere il suo riadagiamento sarà necessario effettuare, preventivamente, le operazioni di controllo dei fenomeni di cristallizzazione dei sali.
- 3) Nel caso in cui i difetti di adesione siano localizzati in zone in cui è visibile materiale consolidante alterato o applicato in eccesso durante precedenti interventi di restauro, possono essere utilizzate le tecniche di «reforming» (rimozione di materiali applicati in precedenti interventi di restauro con sistemi meccanici, fisici, chimici, chimico-fisici, biochimici e misti) del materiale stesso.
- 4) Eliminazione di eventuali difetti della pellicola pittorica e degli strati preparatori per bloccare i fenomeni di pulverulenza mediante la nebulizzazione di prodotto preconsolidante, in soluzione molto diluita.
- 5) Eventuale applicazione di velinatura nel caso le successive applicazioni di prodotto consolidante possano causare danni come perdite di frammenti, di pigmenti, di forme e di dettagli decorativi
- 6) Nel caso di polverizzazione all'interno dello strato pittorico, il prodotto consolidante, di tipo organico, inorganico (naturale o sintetico), verrà applicato o a spruzzo (ripetendo l'operazione più volte se

necessario) o per impregnazione, con tamponi, previa eventuale velinatura.

7) Nel caso di perdite di adesione (distacchi) tra la pellicola pittorica e il supporto e/o tra le diverse stesure della pellicola stessa, i prodotti saranno applicati, a seconda del tipo di danno, o per percolamento o per impregnazione, previa velinatura, o per infiltrazione con trattamenti che tengano conto delle caratteristiche chimiche e fisiche dei materiali da trattare, evitando consistenti accumuli localizzati o diffusi del prodotto.

Materiali, strumenti e requisiti generali

Per il trattamento consolidante si potranno usare prodotti organici, inorganici, naturali o sintetici selezionati anche in funzione delle condizioni termoisometriche del supporto e dell'ambiente. I prodotti saranno inoltre scelti in base alle loro caratteristiche consolidanti, alla loro penetrabilità, alla stabilità nel tempo e alla potenziale reversibilità, anche in base alla compatibilità con i materiali costitutivi e con i prodotti da applicarsi con i successivi interventi. In particolare, in base ai fenomeni di degrado che interessano la pellicola pittorica o l'intonaco è possibile individuare i materiali impiegabili per il consolidamento, raggruppandoli in base alla loro natura, sia essa sintetica o naturale.

■ **In presenza di decoesione della pellicola pittorica dal supporto o di alcuni suoi strati e/o polverizzazione dei pigmenti**, i principali materiali di origine sintetica, impiegabili per il preconsolidamento, sono:

- **Acrilato di metile e metacrilato di etile** in soluzione a bassa percentuale, diluito con una miscela di iso-ottano e alcool isopropilico;
- **Acrilato di metile e metacrilato di etile** in emulsione a bassa percentuale, diluito in acqua;
- **Silicato di etile** in soluzione a bassa percentuale, diluito con nitro, acqua distillata o altro.

Questi prodotti devono essere applicati a pennello, a spruzzo o a tampone, previa eventuale velinatura.

■ **In caso di formazione di bolle e scaglie della pellicola pittorica, o tra i suoi strati**, i principali materiali di origine sintetica, impiegabili per il preconsolidamento, sono:

- **Copolimero acrilico in emulsione acquosa** in

emulsione a medio-bassa percentuale, massimo 15%, attraverso carta giapponese, ove necessario.

- **Paraloid B72 pronto all'uso** in medio-bassa concentrazione percentuale;

- **Silicato di etile** in soluzione ad alta percentuale, diluito con nitro, acqua distillata o altro.

Questi prodotti devono essere applicati mediante iniezioni con siringhe, iniettori di altro genere o per percolamento, dovendo prevedere una velinatura ove necessario.

■ **In presenza di decoesione della pellicola pittorica dal supporto o di alcuni suoi strati e/o polverizzazione dei pigmenti** i principali materiali, di origine naturale, impiegabili per il consolidamento sono:

- **Caseinato di calcio** in soluzione a alta percentuale, diluito in acqua;
- **Caseinato di ammonio** in soluzione a alta percentuale, diluito in acqua;
- **Colle animali** come colla di pelle di coniglio, colla di pesce, colla prodotta impiegando polvere di ossa animale, tutte in soluzione ad alta percentuale, diluite in acqua.

Queste ultime vengono impiegate prevalentemente per dipinti su substrati lignei o tessuti.

Questi prodotti devono essere applicati a pennello o a tampone, previa eventuale velinatura.

■ **In caso di formazione di bolle e scaglie del substrato, come intonaci dipinti a secco o a fresco**, i principali materiali di origine naturale, impiegabili per il consolidamento, sono:

- **Grassello di calce**;
- **Cocciopesto**;
- **Carbonato di calcio micronizzato**.

Questi prodotti devono essere applicati mediante iniezioni con siringhe, iniettori di altro genere o impacchi mirati, dovendo prevedere una velinatura ove necessario.

I prodotti contenenti silicone sono molto efficaci, tanto come consolidanti quanto come protettivi, poiché limitano l'ingresso dell'acqua all'interno dei mandati da consolidare e l'attacco solforico alle loro componenti materiali. Il trattamento eseguito con questi prodotti è inoltre particolarmente duraturo,



Trattamento tramite impregnazione sotto vuoto con resine acriliche.



Vasca per il consolidamento ad immersione delle tavole dell'assito dipinto.



Sigillatura dei bordi dell'intonaco in fase di distacco; la sigillatura permette di creare sacche chiuse tra il muro e la finitura all'interno delle quali iniettare, senza dispersioni, malte fluide o resine in emulsione.



Strumenti necessari all'iniezione di materiale consolidante. Da destra a sinistra: siringhe graduate con aghi di diverso diametri, spatola di precisione, punteruolo, ovatta.



S. Caterina, facciata, pilastro di destra, prima del consolidamento (a destra) e dopo il consolidamento mediante impregnazione con Silicato di etile (a sinistra).