

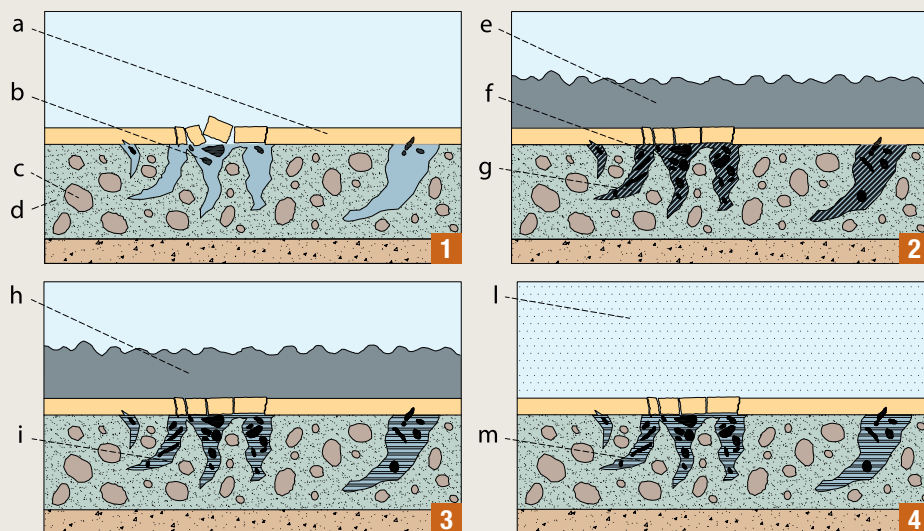
occhiali protettivi di sicurezza, occorre altresì proteggere con una mascherina le vie respiratorie dall'inalazione di polveri e vapori prodotti durante il trattamento.

Cautele e limiti

La metodologia del bario è una procedura tecnico-operativa abbastanza complessa, che richiede personale specializzato. È opportuno eseguire delle indagini preliminari per analizzare a fondo le condizioni generali dell'opera (proprietà chimico fisiche della malta e dell'eventuale strato pittorico, tipo di degrado presente). L'esperienza di tecnici qualificati, permette di individuare, caso per caso, le condizioni operative più opportune della metodologia. In particolare, bisogna porre attenzione alla tecnica pittorica della superficie dipinta e agli eventuali ritocchi successivi. L'idrato di bario, infatti, va usato con molta cautela sulla **tempera**, in quanto, essendo alcalino, potrebbe provocare fenomeni di ammorbidimento,

rigonfiamento e solubilizzazione. Tale problema, tuttavia, nella maggior parte dei casi non sussiste, in quanto i leganti organici utilizzati nella realizzazione dell'opera (uovo o altro tipo di colla animale) sono ormai diventati, per lentissimi processi di mineralizzazione, dei prodotti inorganici e stabili, e pertanto insensibili all'azione di sostanze alcaline. Anche nel caso di aree dipinte con **pigmenti di rame**, in particolare la malachite e l'azzurrite, l'uso del procedimento del «bario» è sconsigliabile, in quanto questi pigmenti risultano sensibili all'azione dell'ammoniaca presente nell'impacco con carbonato di ammonio. In tali casi, qualora si decida di procedere ugualmente con questo tipo di intervento, le aree devono essere preventivamente trattate con dei protettivi e deve essere attentamente valutato il tempo di applicazione dell'impacco, in modo da evitare l'attacco dei pigmenti. La metodica è invece perfettamente applicabile ai dipinti

murali a «**buon fresco**» e anche a quelli quasi del tutto privi di leganti organici (**mezzo fresco**). Inoltre, l'errata esecuzione dell'impacco con carbonato di ammonio e qualora non si utilizzi un idoneo supportante dell'idrossido di bario può dare luogo a imbiancamenti della superficie. Vanno perciò utilizzate esclusivamente la pasta di legno o alcuni speciali granulati cellullosici che sono in grado di far rilasciare gradualmente l'idrossido all'interno delle porosità, e nello stesso tempo assicurano la protezione della superficie da ogni interazione diretta con l'atmosfera. Un altro caso in cui il trattamento con il bario non si rivela efficace, o può addirittura risultare dannoso, è quando ci si trova in presenza di **nitrati**. Questi ultimi infatti possono portare alla formazione di nitrato di Bario, un sale discretamente solubile e con una spiccata tendenza a cristallizzare. Tale eventualità può comportare la formazione efflorescenze saline trasparenti o biancastre. Se tale cristallizzazione si manifesta in superficie non produce danni e può essere facilmente eliminata con un pennello. Quando invece la cristallizzazione avviene all'interno può provocare gravi fenomeni di disgregazione e si deve intervenire con impacchi assorbenti. Infine, bisogna tener presente che non per tutte le situazioni il bario produce un consolidamento efficace, anche perché il ripristino della coesione dei frammenti distaccati è subordinato all'entità della loro separazione. In pratica, se le separazioni dei frammenti sono di ordine microscopico, come spesso si verifica in affreschi alterati (polverizzazione, microsollemani), allora è effettivamente possibile ricreare una tessitura cristallina coerente e stabile tra le parti disgregate, senza peraltro diminuirne in maniera sensibile la porosità rispetto agli intonaci sani; ma laddove le separazioni superano un certo limite dimensionale e si configurano come distacchi, esfoliazioni ecc. più o meno macroscopiche, la metodologia del «bario» non riesce a esplicare un'efficace azione consolidante.



Schemi con le fasi del trattamento con idrossido di bario.

1) La superficie presenta fenomeni di solfatazione e disgregazione.

- a) intonachino dipinto
- b) cristalli di solfato di calcio
- c) aggregato
- d) legante

2) Applicazione dell'impacco di carbonato di ammonio. Il solfato di calcio è trasformato in solfato di ammonio. Si forma anche del carbonato di calcio.

- e) impacco di carbonato di ammonio
- f) carbonato di calcio
- g) solfato di ammonio

3) Applicazione dell'impacco di

idrossido di bario. L'idrossido di bario trasforma il solfato di ammonio in solfato di bario un composto inerte e insolubile. Nell'intonaco rimane dell'idrossido di bario in eccesso.

- h) impacco di idrossido di bario
- i) solfato di bario

4) Dopo la rimozione dell'impacco l'anidride carbonica dell'aria trasforma l'idrossido di bario in eccesso in carbonato di bario che restituisce coesione all'intonaco e ferma la polverizzazione e i microsollemani della pellicola pittorica.

- l) anidride carbonica
- m) carbonato di bario

Le Guide Pratiche

Sui prossimi numeri

- Integrazione cromatica con velature
- Integrazione mediante astrazione cromatica
- Integrazione mediante selezione cromatica
- Integrazione pittorica con colori a tratteggio

16 Conservazione

Desolfatazione e consolidamento con il metodo del Bario



Settori operativi

Il metodo del «bario» è una tecnica utilizzata principalmente per contrastare l'azione di degrado operata dai fenomeni di «solfatazione» nei manufatti realizzati con materiali contenenti carbonato di calcio (malte e intonaci a base di calce, rocce carbonatiche).

Il metodo del «bario» è utilizzato principalmente per contrastare l'azione di degrado operata dai fenomeni di «solfatazione» nei manufatti realizzati con materiali contenenti carbonato di calcio (malte e intonaci a base di calce, rocce carbonatiche, ecc.). L'utilizzo diffuso di questa tecnica ha permesso di constatarne l'azione consolidante e di farla divenire, in presenza di fenomeni di disgregazione e polverizzazione delle superfici dipinte, una **valida alternativa alle consuete procedure di consolidamento** fondate sull'utilizzo di fissativi polimerici naturali o di sintesi. La tecnica ha dunque lo scopo di eliminare il solfato di calcio biidrato (gesso) grazie alla reazione di scambio tra questo e il carbonato d'ammonio, e di eliminare in seguito il solfato di ammonio così formato facendolo reagire con l'idrossido di bario, nome con il quale ormai s'identifica l'intero procedimento.

I vantaggi. Il principale vantaggio si fonda sull'alta compatibilità chimico fisica del carbonato di bario con i componenti costitutivi delle malte, degli intonaci e dei dipinti murali «a buon fresco», che sono principalmente di tipo minerale. Il trattamento con il bario è più durevole rispetto ai trattamenti con i consolidanti organici, in quanto la natura minerale garantisce una migliore stabilità e resistenza all'invecchiamento. È irreversibile, ma consente di conservare l'idrofilia e la permeabilità ai liquidi delle superfici trattate. Permette, inoltre, di riportare verso valori di normalità la porosità, generalmente alterata dal degrado, dei materiali trattati. È perciò sempre possibile effettuare nuovi trattamenti consolidanti e/o protettivi con lo stesso «bario» o con altri tipi di prodotti qualora ne fossero trovati di più adeguati ed efficaci.

Carla Arcolao,
Facoltà di
Architettura di
Genova, Dsa
Dipartimento
di Scienze per
l'Architettura

Accorgimenti. Tale sistema di consolidamento deve essere eseguito da personale altamente specializzato perché può dare luogo alla formazione di patine bianche superficiali. Gli «imbiancamenti» superficiali possono essere dovuti a due differenti cause: un'errata esecuzione dell'impacco con carbonato di ammonio oppure ad una trasformazione troppo rapida e non corretta dell'idrato di bario in carbonato. Nel primo caso, l'impacco con il carbonato di ammonio infatti oltre che sciogliere il solfato di calcio comporta anche una contemporanea formazione di carbonato di calcio. Se tale reazione avviene in superficie si formerà una patina biancastra permanente. Quando è ancora umido però ha la consistenza di un gel e può essere rimosso facilmente a condizione che il restauratore esegua con scrupolo e attenzione la rimozione di qualcosa praticamente invisibile ma che si deve supporre presente. Nel secondo caso, la trasformazione dell'idrato di Bario nel corrispondente carbonato è molto lenta, in quanto condizionata dall'interazione spontanea con l'anidride carbonica dell'aria. Se il processo non avviene correttamente, tale trasformazione avviene principalmente in superficie e questo può comportare la formazione di patine biancastre. Da questo discende l'esigenza di utilizzare **come tecnica di applicazione l'impacco e come supportante la pasta di legno o alcuni granulati cellulostici in modo da far penetrare l'idrato all'interno delle porosità del materiale**, proteggendo allo stesso tempo la superficie da un'interazione diretta con l'atmosfera.

Azione esercitata. È principalmente di tipo chimico. Il carbonato di bario, che in seguito all'applicazione dell'idrossido di bario viene a formarsi gradualmente (da una settimana ad alcuni mesi) e in maniera naturale all'interno delle porosità dell'intonaco, determina un'equilibrata azione coesiva ed è una sostanza minerale chimicamente compatibile con i materiali costitutivi dell'affresco. Il carbonato di bario che si viene a formare per carbonatazione spontanea, dopo i trattamenti con l'idrossido di bario, può considerarsi cristallograficamente e chimicamente simile a quella del carbonato di calcio presente nei materiali lapidei naturali e artificiali.

Varianti. Nei manufatti realizzati con malte a base di gesso è stata sperimentata una variante del consolidamento con l'idrossido di bario. Tale variante prevede l'utilizzo come consolidante del caseinato di bario. La caseina, proteina di natura acida, forma con le basi i caseinati, tra i quali il più noto è quello di calcio. In

tempi più recenti è stato sperimentato quello di ammonio come legante pittorico negli interventi di ritocco pittorico. Il caseinato di bario è una sostanza trasparente, con un modesto potere fissativo, capace di preservare l'idrofilia dei sistemi minerali. Il suo utilizzo come consolidante è stato sperimentato utilizzando il caseinato di bario non in maniera diretta (caseina + idrossido di bario) ma partendo dal caseinato di ammonio.

Campi di applicazione e finalità

Il trattamento con il bario può essere utilizzato su superfici intonacate e dipinte ad affresco e in generale su manufatti di malta di calce aerea o materiali lapidei naturali a base di carbonato di calcio interessati da fenomeni di solfatazione e disgregazione. L'idrossido di bario viene utilizzato anche come preconsolidante di affreschi trattati con polimeri di sintesi in precedenti restauri e che dopo alcuni decenni tornino a manifestare gli effetti di fenomeni di degrado. In casi di questo genere, la pulitura risulterebbe impraticabile con la maggioranza dei metodi. Il «bario» stabilizza le parti che presentano nuovo degrado e permette l'operazione di pulitura per esempio con solventi organici.

Fasi operative

Per poter applicare il metodo del bario nelle concentrazioni, di volta in volta più opportune, è necessario eseguire una serie di indagini in cantiere e in laboratorio, prima e dopo le operazioni di consolidamento. **In estrema sintesi, la desolfatazione con il metodo del bario prevede l'applicazione, mediante impacco, di una soluzione di carbonato di ammonio e successivamente di una a base di idrossido di bario.** L'applicazione sulle pitture murali prevede la seguente successione di operazioni.

Pulitura preventiva con acqua deionizzata. L'uso del carbonato d'ammonio su di una superficie non perfettamente pulita porterebbe portare alla solubilizzazione delle impurità, che, veicolate dall'acqua, migrerebbero all'interno del materiale, provocando macchie e variazioni cromatiche sulla superficie dipinta (Guida Pratica in Progetto Colore n. 4/2006).

Applicazione dell'impacco di carbonato d'ammonio. Per quanto riguarda le procedure d'applicazione dell'impacco di carbonato d'ammonio (utilizzo di carta giapponese, tempi di posa, rimozione del reagente ecc), si fa riferimento alla Guida Pratica in Progetto Colore n. 5/2006). È necessario però sottolineare che occorrerà adottare alcune cautele nell'applicazione della

soluzione di carbonato d'ammonio. La concentrazione della soluzione deve essere calibrata, in relazione alle condizioni dell'affresco, dal 20% al 30%, sino a soluzione satura, è sarà stabilita in base a piccoli saggi che consentano di individuare il grado di assorbimento della muratura. Come supportante si usa la cellulosa in polvere, che è ben modellabile e in grado di trattenere le soluzioni acquose. La pasta di cellulosa è applicata generalmente interponendo a diretto contatto con il manufatto un foglio di carta giapponese.

Rimozione del carbonato di calcio per mezzo di un tampone bagnato che si presenta sottoforma di un gel incoerente e quasi invisibile, dovuto alla reazione del carbonato di ammonio con il solfato di calcio (gesso). L'operazione, come detto, va realizzata con estrema attenzione.

Eliminazione con acqua deionizzata dei residui di materiale organico ancora presenti dopo il trattamento con il carbonato di ammonio. Tale operazione va effettuata con estrema delicatezza, per non asportare frammenti di colore. Se la superficie è molto degradata occorrerà interporre dei fogli di carta giapponese.

Rimozione del secondo sottoprodotto del trattamento con carbonato di ammonio, il solfato di ammonio, sale parzialmente solubile che in parte è assorbito dall'impacco e quindi eliminato direttamente, in parte rimane sulla superficie del dipinto murale, continuando a costituire fonte di solfatazione. È proprio per eliminare questa presenza residua che si applica, sempre mediante impacco, la soluzione d'idrossido di bario, la quale provoca la definitiva trasformazione dei solfati in un'altra specie chimica, il solfato di bario, che è inerte e insolubile. L'impacco di idrossido di bario va preparato con pasta di legno o alcuni granulati cellulostici e idrossido di bario in polvere. La percentuale di polvere deve essere intorno al 10% in peso rispetto alla pasta di legno bagnata. Il contenuto d'acqua della pasta di legno va stabilito, invece, in base alla capacità d'assorbimento del materiale sul quale andrà applicata che andrà preventivamente valutata con apposite prove. I diversi componenti dell'impacco vanno ben amalgamati sino a ottenere un impasto da applicarsi con uno spessore uniforme (sui 3-4 mm), per consentire una distribuzione omogenea della soluzione all'interno. L'impacco dovrà restare applicato per circa quattro ore, ed essere eliminato quando non è ancora del tutto secco. Nel caso di temperature elevate e ambiente con scarsa umidità relativa, l'impacco può essere protetto con una

pellicola impermeabile per impedire un'evaporazione troppo veloce ed evitare che l'impacco, al momento della sua rimozione, sia troppo asciutto, perché ciò potrebbe provocare strappi di materiale dalla superficie. Tuttavia non deve essere troppo bagnato, in quanto, rilasciando un'umidità residua sulla superficie della pietra, potrebbe provocare a contatto con l'aria dei lievi imbiancamenti dovuti alla carbonatazione troppo veloce.

Rimozione dell'impacco sollevando i fogli di carta giapponese precedentemente interposti fra la superficie pittorica e l'impasto.

Bagnatura, dopo circa una settimana (secondo le stagioni questo tempo può variare), della superficie pittorica tamponando con acqua deionizzata, il periodo migliore per l'applicazione del metodo del bario è l'autunno, quando i muri sono più asciutti e tendono ad assorbire più in profondità l'umidità presente in superficie. Ciò consente alla soluzione di bario di penetrare più a fondo senza fermarsi negli strati più superficiali.

Risultati. A seguito dell'applicazione degli impacchi di carbonato di ammonio e idrossido di bario si ottiene un'azione fondamentalmente antisolfatante. L'azione consolidante vera e propria si sviluppa, in seguito, per un lento processo reattivo naturale che trasforma gradualmente l'idrossido di bario in **carbonato di bario**. Il processo di carbonatazione è reso possibile dall'anidride carbonica che, presente in piccola percentuale nell'atmosfera, penetra nelle porosità dell'intonaco, come per la carbonatazione della calce. Il carbonato di bario darà così luogo a una formazione di microscopici cristalli che s'intrecceranno con la massa cristallina del carbonato di calcio dell'intonaco, ridando coesione al film pittorico e all'intonaco disgregati, almeno parzialmente.

Materiali, strumenti e requisiti generali

In termini schematici, l'operazione prevede l'utilizzo dei seguenti materiali e strumenti: Pasta di legno e di cellulosa (per eseguire gli impacchi); carta giapponese (per proteggere la superficie trattata); carbonato di ammonio; idrossido di bario; tamponi; nebulizzatore manuale; occhiali protettivi, guanti e mascherine (per lavorare in sicurezza).

Da ricordare. L'idrossido di bario è un composto nocivo per la salute degli operatori. La soluzione di idrossido di bario può provocare ustioni e causare gravi danni agli occhi e alle vie respiratorie, è pertanto necessario eseguire tutte le operazioni con i guanti e gli appositi



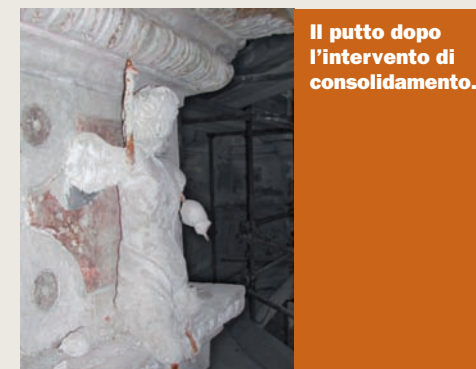
Fasi del trattamento con idrossido di bario: la superficie durante il trattamento con l'impacco con idrossido di bario e pasta di cellulosa, la superficie trattata dopo la rimozione dell'impacco e l'integrazione degli stucchi.



Putto in malta di calce con problemi di solfatazione e disgregazione.



Il putto durante l'impacco con idrossido di bario. Il sacchetto di plastica impedisce una evaporazione troppo rapida.



Il putto dopo l'intervento di consolidamento.