

## **MALTE IDROREPELLENTI ED ANTIVEGETATIVE**

I trattamenti tradizionali di restauro nella protezione e nella conservazione delle superfici erose delle strutture murarie normalmente prevedono la realizzazione, sulle stesse creste, di particolari volumi di “sacrificio” la cui funzione tecnica è quella di rallentare l’azione degli eventi meteorologici, ambientali ed antropici (piogge, umidità di condensa, sole, agenti inquinanti, visitatori, ecc.), che instaurano un processo di degrado dell’opera con continui decoesioni, spolverii del materiale. Il volume di sacrificio è quindi “un bauletto” di muro nuovo, di composizione ed aspetto uguale a quello antico, che funge da protettivo della cresta muraria archeologica. Il volume di sacrificio tradizionale non presenta però delle opportune proprietà che gli permettano di opporre resistenza all’ingresso dell’acqua (e degli inquinanti da essa veicolati) o alla crescita delle specie infestanti ruderali.

Al fine di sopperire alle carenze mostrate dagli attuali trattamenti, la ricerca ha reso disponibili dei sistemi di conservazione e protezione dei manufatti edilizi, tecnologicamente avanzati ed al tempo stesso appropriati alle caratteristiche ed alle esigenze peculiari delle grandi aree monumentali ed archeologiche nazionali. Tale ricerca ha infatti realizzato dei sistemi multifunzionali, in grado di effettuare in un unico intervento più categorie di azioni (nello specifico quella idrorepellente e quella biocida), che attualmente vengono eseguite distintamente, con sovrapposizioni di tempi e di costi. Infatti le malte speciali messe a punto per gli interventi di conservazione e di protezione delle murature e delle strutture verticali sono al tempo stesso caratterizzate da elevata durabilità, da compatibilità con l’antica muratura e cosa del tutto nuova, capacità antivegetativa. Per ottenere l’elevata durabilità e la capacità antivegetativa, le malte contengono sia un polimero fluorurato con funzione idrorepellente, sia un biocida, o complesso di biocidi, atto/i ad impedire la germinazione e/o lo sviluppo della vegetazione infestante. Intervenendo nella fase di germinazione e di sviluppo precoce della vegetazione, si dovrebbero superare gli inconvenienti connessi ai trattamenti meccanici o chimici tradizionali attualmente in uso per la rimozione dei biodeteriogeni dei materiali lapidei ed in particolare della vegetazione infestante, dopo che si è già sviluppata. La formulazione di tali malte è stata pensata in modo da correggere i difetti riscontrati in quelle utilizzate fin’ora e, contemporaneamente essere in grado di impedire, mediante l’azione dei biocidi, opportunamente scelti, la crescita di eventuali microrganismi e delle specie ruderali sia erbacee sia arbustive. L’impiego, inoltre, della resina fluorurata con caratteristiche di elevata idrorepellenza in combinazione con una calce idraulica a basso contenuto di sali, ha l’effetto di ridurre la formazione di efflorescenze saline e contemporaneamente di creare un ambiente fortemente ostile allo sviluppo della flora.

Per conferire proprietà di idrorepellenza alle malte sono stati selezionati dei polimeri fluorurati da additivare ai componenti solidi nella fase di impasto e preparazione delle malte stesse. Fra la numerosa gamma dei polimeri fluorurati disponibili sono stati scelti dei prodotti di natura elastomerica, perché si è ritenuto che le loro proprietà meccaniche fossero le più idonee per evitare i problemi di eccessiva rigidità e di soluzione di continuità che spesso si creano quando si operano delle integrazioni con materiali moderni su manufatti storici. I due elastomeri selezionati sono dei terpolimeri a base di vinilidene fluoruro, esafluoropropene e tetrafluoroetilene, di cui uno formulato in dispersione acquosa ed uno in microemulsione (Akeogard LTX ed Akeogard ME). Entrambi questi prodotti sono privi di gruppi funzionali che possano reagire chimicamente con i componenti dei substrati lapidei su cui verranno applicati, non subiscono variazioni chimiche per esposizione alle radiazioni luminose ed hanno un pH sempre vicino alla neutralità (pH = 7-8).

Per individuare i biocidi specifici per la flora e microflora presente nei siti archeologici, con particolare attenzione per la situazione di Pompei, sono stati tenuti in considerazione prioritariamente i seguenti fattori: stato del principio attivo erbicida alla luce della direttiva europea 91/414 (la direttiva comporterà il bando di una grande quantità di principi attivi), proprietà chimico – fisiche del principio attivo (in particolare dovrà essere stabile chimicamente per brevi periodi a pH elevati e in condizioni drastiche di temperatura e irraggiamento solare, nonché sufficientemente persistente da garantire la sua attività nel tempo), meccanismo e spettro d'azione (è preferibile un prodotto di tipo antigerminello, efficace su una vasta gamma di infestanti dicotiledoni e graminacee) e caratteristiche tossicologiche (a parità di altre caratteristiche la scelta si indirizzerà preferibilmente su molecole poco tossiche, e in ogni caso in sede di formulazione verranno vagliate tutte le ipotesi in modo che il prodotto finito non ricada nella classe dei tossici – nocivi, classificazione Xn). Da una accurata analisi della letteratura accoppiata agli esiti di alcuni test preliminari di laboratorio è emerso che fra i prodotti più interessanti vi sono le triazine, quali ad esempio la Simazina e la Terbutilazina, eventualmente accoppiate con altri principi attivi che ne completano lo spettro d'azione su graminacee.

I due principi attivi idrorepellente ed antivegetativo vengono miscelati con la calce (nella sperimentazione è stata utilizzata una calce idraulica e povera di sali, la Lafarge, ma è possibile anche l'impiego di altre calci) e con un inerte locale in modo da minimizzare le soluzioni di continuità con la malta antica (nella sperimentazione è stata utilizzata una sabbia di fiume).

Le malte così ottenute sono state dapprima caratterizzate in laboratorio.

Per valutare le proprietà chimico-fisiche e fisico-meccaniche delle malte, esse sono state sottoposte a test di adesione e di ritiro idraulico, nonché a test di resistenza alla compressione, secondo la metodologia descritta nelle norme UNI.

Per valutare l'idrorepellenza di tali malte speciali sono stati eseguiti i test dell'angolo di contatto e dell'assorbimento d'acqua per capillarità, secondo la metodologia descritta nella Raccomandazioni UNI-Normal.

Per valutare il potere antivegetativo delle malte speciali sono state effettuate delle prove di germinazione preliminari scegliendo i semi di frumento tenero cv. Gemini, poiché dotati di elevata capacità germinativa.

Il procedimento sperimentale è stato il seguente: il campione cilindrico di diametro 10 cm e spessore 2 cm costituito dalla malta e dai diversi ingredienti è stato posizionato in un recipiente contenente acqua distillata e ricoperto da carta da filtro le cui estremità venivano immerse nell'acqua in modo che per il fenomeno della capillarità si creasse una umidificazione della carta (e quindi della malta speciale) su cui venivano appoggiati circa 20 semi. Per mantenere alta l'umidità nel corso della germinazione la superficie portante i semi è stata coperta con una scatola petri del diametro di 9 cm. Una volta avvenuto il primo stadio di germinazione con la comparsa del cotiledone (dopo circa 3 giorni al buio a 25°C), sono state rimosse le piastre petri ed i semi sono stati ricoperti con poca terra (circa 3 mm di terreno agricolo) ed i campioni sono stati trasferiti in serra per 12 giorni. Il seme veniva pertanto "alimentato" dall'acqua del recipiente, la quale nello stesso tempo serviva da veicolo per i diversi principi antivegetativi presenti nella malta.

La valutazione dell'effetto antivegetativo è stata fatta in base ai parametri:

1. lunghezza delle radici, misurabile direttamente;
2. percentuale di germinazione, che si riferisce alla quantità di semi che hanno dato qualsiasi segno di germinazione;
3. score, ossia aspetto vegetativo delle piante, con scala 0-5, che si ottiene da un'osservazione attenta della pianta eventualmente cresciuta e sviluppatasi in diverse misure (0=crescita normale, 5=danno irreversibile).

Un dato molto interessante è emerso dalle prove di germinabilità è che il risultato migliore si consegue con la malta che contiene contemporaneamente il prodotto idrorepellente ed il principio antivegetativo, per cui sembrerebbe esserci un effetto sinergico dei due additivi.

E' stata anche valutata la capacità di influenzare la germinabilità di altri 4 tipi di semi. Sono state scelte 4 specie infestanti presenti nell'area archeologica di Pompei, e cioè le due monocotiledoni *Digitaria sanguinalis* e *Setaria viridis* e le due dicotiledoni *Geranium dissectum* e *Capsella bursa-pastoris*. Sono stati depositati 30 semi delle piante infestanti selezionate e sono stati coperti con un leggero strato di sabbia per mantenere l'umidità necessaria per la germinazione.

I campioni sono stati conservati in cella climatizzata a 24°C per 12 giorni ed al termine di tale periodo è stato effettuato il rilevamento, anche fotografico.

Tutte le malte contenenti l'idrorepellente e l'antivegetativo hanno inibito totalmente la germinazione dei semi, per cui non è avuto nessuno sviluppo delle piante per tutte le 4 specie infestanti esaminate e lo score è stato sempre pari a 5. Invece nel campione tal quale c'è stata una germinabilità del 100% circa delle due specie monocotiledoni e della dicotiledone *Geranium dissectum* e di circa il 30% per la dicotiledone *Capsella bursa-pastoris*, con score pari a 0 per le prime tre specie e pari a 2 per l'ultima specie.

La sperimentazione in campo con le malte idrorepellenti ed antivegetative è partita con l'applicazione di un campione di malta "speciale" effettuata nel 1996, in occasione della registrazione di una trasmissione per Leonardo. Il trattamento aveva riguardato poco più di metà di una cresta muraria della lunghezza di 2-2,5 metri e dello spessore di 30 centimetri circa ed era consistito nella realizzazione di un bauletto di sacrificio costruito con la malta innovativa e con materiale prelevato sul sito (ciottoli, pezzi di lapidei) ed inserito nella malta per limitare la soluzione di continuità rispetto alla muratura antica.

Un sopralluogo effettuato nel maggio del 2003 per la presentazione del Progetto su Pompei, approvato dal Ministero e gestito da Syremont in collaborazione con Sipcam e CST, ha permesso di verificare l'ottima resistenza a livello macroscopico della malta sia dal punto di vista delle sue proprietà chimico-fisiche (assenza di efflorescenze e di cricche), sia dal punto di vista biologico (assenza di microflora sulla malta).

Questo risultato a sette anni dall'applicazione appare molto interessante e promettente, ed è documentato dalle foto che illustrano la cresta muraria in questione prima dell'applicazione della malta, subito dopo l'applicazione della malta ed a sette anni dall'applicazione.