

## **RISALITA CAPILLARE: COME RISOLVERE LE CAUSE DI DEGRADO PROVOCATE DALL'UMIDITÀ NELLE MURATURE**

Un problema frequente degli edifici esistenti, sia di recente costruzione che antica, è l'umidità di risalita che si genera quando, in assenza di un sistema di impermeabilizzazione o in presenza di un sistema non correttamente progettato, l'acqua e i sali dal terreno risalgono all'interno delle pareti per "capillarità" provocando danni alle murature, agli intonaci e alle finiture.

In questo articolo Mapei, attraverso gli specialisti della linea Prodotti per il Risanamento delle Murature, fa chiarezza sulle cause di degrado che possono verificarsi negli edifici e illustra le soluzioni per risolvere il problema.

### **IL FENOMENO DELL'UMIDITÀ DI RISALITA CAPILLARE**

Negli edifici in muratura, due delle cause di degrado più frequenti sono l'umidità di risalita capillare e l'azione disgregante prodotta dai sali solubili, quali ad esempio i solfati, i cloruri e i nitrati.

L'umidità di risalita è un fenomeno fisico molto diffuso nelle murature di edifici sia nuovi, sia di antica costruzione, causato dalla presenza di acqua alla base di un edificio sprovvisto degli adeguati sistemi di impermeabilizzazione. La mancanza o l'interruzione di una barriera di "protezione", innesca la maggior parte dei fenomeni di degrado del sistema costruttivo che si concretizzano con la comparsa di macchie sulle pareti, con la disgregazione degli intonaci o dei materiali da costruzione o con il distaccamento degli strati pittorici o, più in generale, con lo sfogliamento delle tinteggiature. La risalita capillare si verifica quando l'acqua e i sali presenti nel sottosuolo salgono all'interno delle pareti grazie al fenomeno fisico della capillarità, la cui velocità di diffusione è governata da molteplici parametri chimico-fisici e meccanici della muratura in esame; i più rilevanti al fine di questo approfondimento riguardano i materiali usati e le condizioni di esercizio come la quantità di umidità, la temperatura, l'evaporazione superficiale che subiscono e la concentrazione salina dell'acqua che li attraversa. Dallo stato termo-igrometrico dipendono la resistenza al gelo, la conducibilità termica, il modulo di elasticità e quindi la resistenza alle sollecitazioni oltre alle numerose reazioni chimiche che si ottengono dalla sua variazione. L'acqua, dal sottosuolo, sale attraverso le murature grazie al fenomeno fisico della capillarità, modificando in modo sostanziale il loro stato igrometrico. Il fenomeno della risalita capillare incide in modo rilevante sulla percentuale di umidità negli edifici, in quanto, una muratura può assorbire fino al 30% del suo volume (*BISCONTIN, La risalita capillare dell'acqua nelle murature: note per la diagnosi e il risanamento, 1988*).

La presenza di umidità nelle murature è senza dubbio una delle principali cause di deterioramento dei materiali da costruzione. L'alterazione dello stato igrometrico dei materiali porta al degrado fisico e a quello chimico biologico (azioni biologiche come attacchi da muffe, funghi o vegetali in generale).

### **1. IL DEGRADO FISICO**

Il degrado fisico delle murature manifesta la sua presenza sugli intonaci o comunque sugli strati più esterni dei rivestimenti degli edifici; la comparsa di fratture, di deformazioni localizzate e l'aumento di porosità, sono fenomeni che provocano una forte diminuzione della tenuta meccanica dei materiali che costituiscono il pacchetto costruttivo. Queste patologie hanno di norma cause fisiche come variazione di temperatura e umidità, trasferimenti di energia termica e alterazione degli equilibri statici.



### 1.1. Danni da cristallizzazione salina

Nei materiali da costruzione e nell'acqua che risale per capillarità dal terreno, possono essere presenti grandi quantità di sali; l'alta solubilità e igroscopicità di questi ultimi, li rendono estremamente mobili facilitando il loro trasporto all'interno delle murature.

L'acqua in risalita, tende a spostarsi verso gli strati più esterni delle murature dove, evaporando, rilascia i sali che rimangono inglobati nelle porosità, liberi di cristallizzare formando efflorescenze e subflorescenze.

Per efflorescenze si intendono quei depositi di cristalli che si formano sulla superficie di un materiale, mentre le subflorescenze sono quelle cristallizzazioni che avvengono all'interno dei primi 15-20 mm degli strati più esterni della muratura, nella maggior parte dell'intonaco di cui è rivestita.

Col passare del tempo, se questo fenomeno non viene interrotto, il processo risulta continuativo e cumulativo, portando i prodotti salini inglobati a riempire completamente i pori e a creare, un aumento delle pressioni interne. Il conseguente stress meccanico, a cui sono sottoposti i materiali da costruzione, può produrre il distacco degli strati più esterni delle murature o portare al loro sbriciolamento.

Si possono identificare grazie ad analisi di laboratorio, quattro principali gruppi di sali che si trovano nelle murature e che producono efflorescenze e subflorescenze:

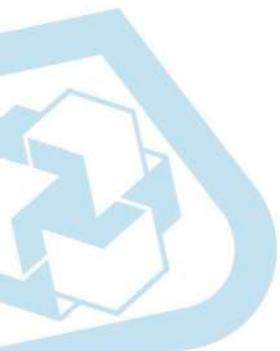
- solfati: contenuti nei terreni, nei leganti idraulici ed aerei, nelle rocce, nelle atmosfere inquinate e in quelle marine;
- nitrati: presenti nelle zone rurali, sono sali di origine organica che normalmente attaccano strutture dove si utilizzano concimi animali o in edifici ecclesiastici dove si trovano luoghi di sepoltura;
- cloruri: trasportati dal vento, presenti di norma nell'atmosfera di aree costiere e nei terreni di tipo lagunare, mantengono umide le superfici e creano i presupposti per la formazione di muffe;
- carbonati: responsabili della formazione di stalattiti e stalagmiti



*A sinistra la cristallizzazione salina superficiale;  
a destra la disgregazione superficiale dei blocchi di tufo di Palazzo d'Avalos a Napoli*

### 1.2. Danni da "gelo-disgelo"

Il livello di gelività dei materiali da costruzione, cioè la loro attitudine a disgregarsi per azione del gelo, dipende fortemente dalla porosità che li caratterizza. Infatti, l'acqua imprigionata all'interno della muratura, nel passaggio dallo stato liquido a quello solido, aumenta il suo volume del 9%; questo



fenomeno espansivo causa l'incremento degli sforzi all'interno dei pori che, non resistendo allo stress meccanico, giungono a rottura. Le conseguenze di tale processo sono spesso ben visibili sugli edifici in quanto portano alla disgregazione dei mattoni o delle pietre, allo sgretolamento degli intonaci e al distacco degli strati pittorici.

## 2. IL DEGRADO CHIMICO

La presenza dei sali nelle murature è causa di degrado, non solo attraverso fenomeni puramente fisici, ma anche per il risultato di reazioni chimiche interne ai materiali da costruzione; queste interazioni avvengono sia fra le componenti stesse delle murature, sia per semplice contaminazione da sali solubili e igroscopici.

### 2.1. Attacco solfatico

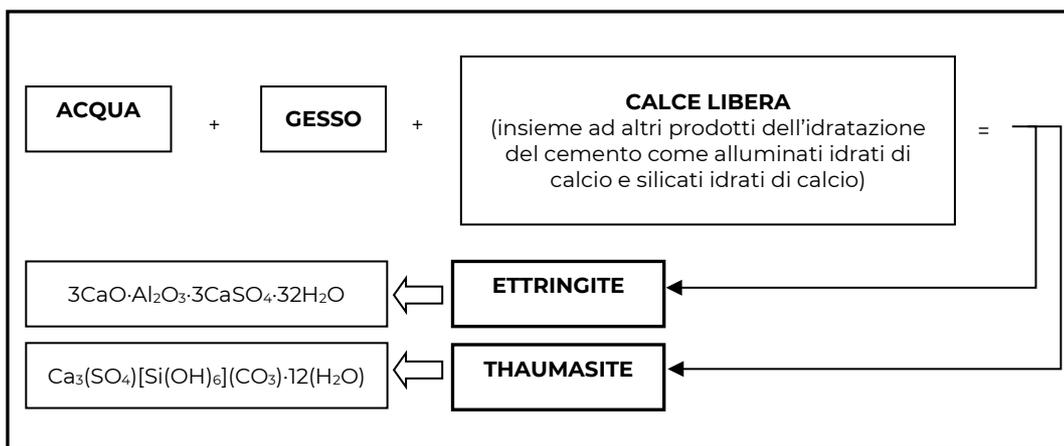
Nei vecchi muri, in cui sono state utilizzate malte a base di calce idraulica, o di cocchiopesto, ma anche nelle nuove costruzioni in cemento, l'umidità di risalita può reagire con gli alluminati e/o silicati di origine argillosa, producendo due sali complessi particolarmente dannosi denominati ettringite e thaumasite.

Queste reazioni, che richiedono, oltre all'acqua, anche un ambiente alcalino e la presenza di solfato di calcio  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (gesso), si possono verificare in qualsiasi parte della muratura che presenta le condizioni adatte. La presenza di solfato di calcio nel cemento Portland è motivata dal fatto che il gesso viene miscelato con i clinker durante la macinazione per regolarizzare il processo di presa.

L'ettringite, che si forma in presenza di calce libera (prodotto dell'idratazione dei leganti) e degli alluminati di calcio idrati (C-A-H), contenuto nelle malte di cemento, o in presenza di alluminato bicalcico, incluso nelle malte idrauliche con cocchiopesto, causa il rigonfiamento degli strati più esterni della muratura e il loro conseguente distacco.

Altro effetto dell'attacco solfatico, è la formazione, a basse temperature (tra  $0^\circ$  e  $15^\circ$ ), di thaumasite che è formata dalla reazione chimica tra carbonati di calcio, solfato di calcio, acqua e dei silicati di calcio idrati (C-S-H) presenti nelle malte di cemento, in quelle di calce idraulica naturale o in quelle idrauliche pozzolaniche; questa rende incoerenti e dilavabili le finiture in quanto determina una forte perdita di resistenza meccanica.

L'ettringite e la thaumasite, che producono i loro effetti distruttivi nei materiali a seguito di cambiamenti di volume, si possono formare anche nella sola interfaccia degli strati che compongono la muratura, come ad esempio, nella superficie di contatto tra intonaco con gesso e una malta di calce aerea (*Risanamento di murature umide e degradate, Pinto Guerra*).



## 2.2. Dissoluzione e dilavamento

Un'altra reazione chimica che può trasformare il solido materiale della pietra calcarea in nuovi composti meccanicamente deboli e molto solubili, come il gesso e il bicarbonato di sodio, è quella che avviene in presenza di acido carbonico. Questi nuovi composti possono essere facilmente disciolti o dilavati dalle piogge producendo, ad esempio, profonde lacune nelle malte di allettamento.

### LE SOLUZIONI TECNICHE

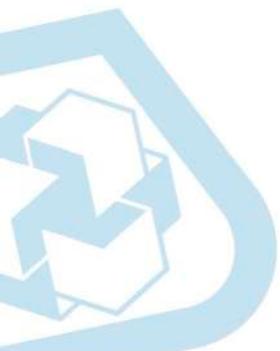
Nel caso in cui, dopo una accurata diagnosi, si concluda che la presenza di acqua all'interno di una muratura sia da attribuire alla risalita capillare e non a perdite dovute alla rottura di tubazioni o ad infiltrazioni, si dovrebbe provvedere normalmente ad effettuare delle analisi di laboratorio di alcuni campioni di materiale prelevati dal sito, al fine di determinare la quantità e la natura dei sali presenti. Sono inoltre realizzabili analisi più approfondite per stabilire l'altezza a cui arriva la risalita e il volume di umidità presente in una determinata zona, rendendo possibile la determinazione dello stato di contaminazione della muratura e le fonti d'acqua da bloccare (GUERRA, *Risanamento di murature umide e degradate*, 2008). Un altro fondamentale intervento precedente all'utilizzo di qualsiasi tecnica di risanamento della muratura è la preparazione del supporto, quindi il trattamento dei sali al suo interno; preceduto dalla rimozione completa degli intonaci esistenti, questo processo può essere effettuato in vari modi tra cui l'utilizzo di impacchi o il lavaggio con acqua a bassa pressione al fine di rimuovere i sali presenti negli strati superficiali. Attualmente, nella pratica edilizia, ci sono vari tipi di sistemi che vengono utilizzati per interrompere o limitare al massimo i processi di degrado dovuti alla presenza di acqua nelle murature; i principali sono:

- i sistemi di allontanamento delle acque
- gli intonaci deumidificanti
- le barriere chimiche.

Queste differenti tipologie di soluzione, possono essere usate singolarmente, oppure associate al fine di garantire risultati più efficaci e duraturi. Precedentemente all'utilizzo di qualsiasi tecnica di risanamento delle murature affette da umidità di risalita, è di fondamentale importanza procedere ad una accurata diagnosi delle cause del degrado.

#### Deumidificazione con intonaci deumidificanti

Lo studio delle cause delle tipologie di degrado (fisico e chimico) e dei fenomeni che si verificano nelle murature poste in ambienti "aggressivi", ha portato Mapei, attraverso i suoi laboratori di ricerca, a sviluppare degli intonaci basati principalmente su tre caratteristiche fondamentali: macroporosità, resistenza ai sali e traspirabilità. In particolare, per risanare le murature degradate, Mapei ha studiato e sviluppato l'intonaco deumidificante PoroMap DEUMIDIFICANTE, intonaco monoprodotta e monostrato composto da leganti idraulici speciali a reattività pozzolanica e resistenti ai sali solubili, sabbie naturali, aggregati leggeri, speciali additivi, a bassissima emissione di sostanze organiche volatili (EMICODE EC1<sup>PLUS</sup>), secondo una formula sviluppata nei laboratori di ricerca Mapei. Le malte confezionate con PoroMap DEUMIDIFICANTE possiedono caratteristiche molto simili in termini di resistenza meccanica, modulo elastico, traspirabilità e porosità, a quelle delle malte a base di calce, calce-pozzolana o calce idraulica, impiegate originariamente nella costruzione degli edifici, anche di quelli di interesse storico. Rispetto a tali malte, però, PoroMap DEUMIDIFICANTE presenta delle proprietà che rendono il prodotto resistente alle piogge acide, all'azione dilavante delle acque piovane, alla reazione alcali-aggregato e ai sali solubili, spesso presenti nelle murature e nei terreni su cui poggiano.

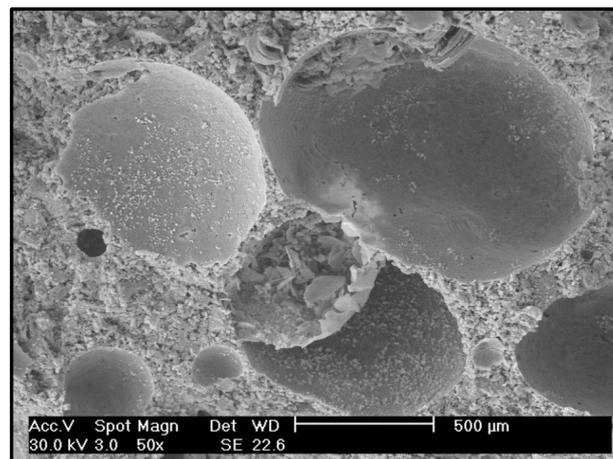




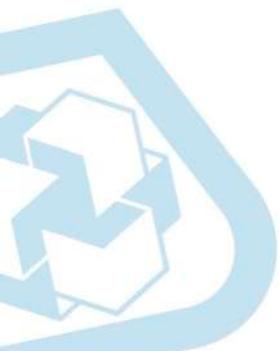
*PoroMap DEUMIDIFICANTE, intonaco deumidificante monoprodotto, resistente ai sali, per il risanamento di murature soggette ad umidità di risalita*

Come precedentemente riportato, il degrado fisico fonda i suoi effetti sull'accumulo dei sali, portati dall'umidità di risalita e dai venti, sulle murature e quindi all'interno dei micropori dei materiali; grazie alla loro cristallizzazione, dovuta all'evaporazione dell'acqua, si espandono causando la crisi meccanica del poro.

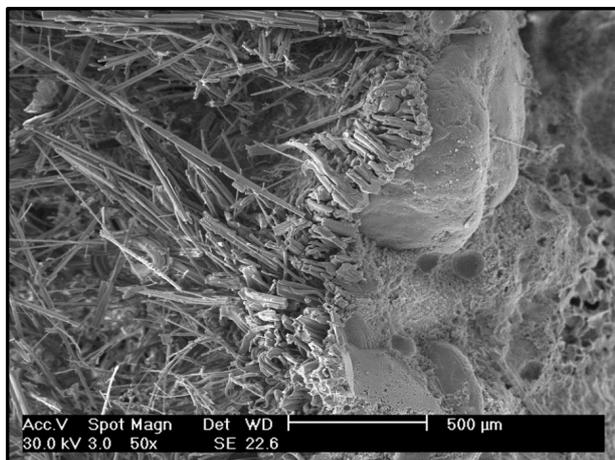
I macropori presenti negli intonaci deumidificanti Mapei ed in particolare nel PoroMap DEUMIDIFICANTE, garantiscono una altissima traspirabilità, e quindi, attraverso l'aspirazione da parte dei capillari, di facilitare il trasporto dell'acqua allo stato liquido, dall'interno della struttura verso l'esterno, oltre che a favorirne l'evaporazione senza apprezzabili variazioni di temperatura o umidità relativa.



*Immagine della superficie della sezione di un campione di malta macroporosa mediante microscopio ESEM "Environmental Scanning Electron Microscope"*



Un altro importante vantaggio che comporta l'utilizzo di malte macroporose è la loro capacità di contenere la cristallizzazione dei sali al proprio interno; infatti i macropori, che possono misurare anche 2 mm, riescono a contenere l'aumento di volume dei sali cristallizzati senza subire stress meccanici e quindi evitando la rottura degli strati più esterni dell'intonaco, rendendo così più durabile l'intervento



*Immagine relativa alla cristallizzazione dei sali sulla superficie di un campione di intonaco mediante microscopio ESEM*

La macroporosità fornisce al PoroMap DEUMIDIFICANTE, anche una eccellente resistenza ai cicli gelo-disgelo, in quanto la dilatazione dell'acqua nel passaggio da liquido a solido viene contenuta all'interno dei macropori. Un altro aspetto che caratterizza il PoroMap DEUMIDIFICANTE è l'elevata resistenza ai sali; questa proprietà è data dall'aggiunta di materiale a reattività pozzolanica.

Per informazioni:

[www.mapei.com/it/it/poromap-deumidificante](http://www.mapei.com/it/it/poromap-deumidificante)  
[restoration@mapei.it](mailto:restoration@mapei.it)

### **Mapei**

*Fondata nel 1937 a Milano, Mapei è tra i maggiori produttori mondiali di adesivi e prodotti complementari per la posa di pavimenti e rivestimenti e numerosi altri materiali chimici per edilizia. Il Gruppo oggi è presente con 90 consociate, inclusa la capogruppo, in 57 paesi e produce in 83 stabilimenti in 36 paesi nei cinque continenti. Con un fatturato consolidato 2019 di €2,8 miliardi, occupa oltre 10.500 dipendenti nel mondo. Alla base del successo dell'azienda: la specializzazione, l'internazionalizzazione, la ricerca e sviluppo e la sostenibilità come driver essenziale per una crescita responsabile.*

