

OPIFICIO
BIO
AEDILITIA

LE VERE MALTE ANTICHE REALIZZATE SECONDO TRADIZIONE

presenta



MATERIE PRIME |

MALTE STORICHE |

BIO EDILIZIA |

ARTE & DECORI |

CONSOLIDAMENTI

Con l'avvento di: *nuove **tecniche e filosofie costruttive**, esigenze di **restauro**, introduzione di **normative** sulla selezione qualitativa delle materie prime*, oggi esistono più tipi di filosofia con cui una malta viene concepita:

Questa suddivisione si può riassumere in:



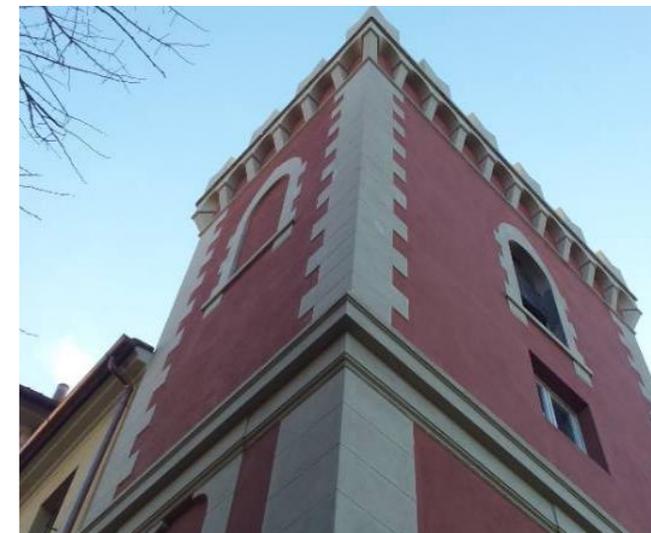
**MALTE
TRADIZIONALI**



**PREMISCELATI
COMUNI**



**MALTE BIO ECO
COMPATIBILI**



**MALTE
STORICHE**

1.1.1

MALTE TRADIZIONALI

Sono quelle ancor'oggi **preparate in cantiere** dallo stesso personale che poi applicherà il prodotto.

Con l'introduzione della normativa EN 998-1 (malte da intonaci e finiture) sono passate in secondo piano, anche se negli ultimi anni, dopo un decennio di massiccio utilizzo di premiscelati comuni, molti utilizzatori le hanno rivalutate sacrificando comodità di stoccaggio a favore dell'utilizzo di materiali scelti a proprio piacere e di qualità.

Oggi preparare una malta in cantiere "legalmente" implica l'utilizzo di **materie prime certificate EN** e un'**autocertificazione** dell'impresa sull'impasto.



Appartengono a questa categoria le malte composte da **sabbie carbonato di calcio**.

Sul mercato si possono trovare a base cemento, calce/cemento o sola calce idraulica naturale.

A causa dell'inerte utilizzato paesano evidenti limiti di tenuta nel tempo non solo a contatto con umidità e sali (intonaci risananti), ma sono state spesso concausa di formazione di **muffe**

in edifici di nuova costruzione. I premiscelati a base carbonato di calcio e calce idraulica naturale sono **“erroneamente” considerati** anche malte bio-eco compatibili (gli inerti non sono eco compatibili come le sabbie ricavate dalla manutenzione fluviale) e malte storiche (le sabbie sono moderne).



Sono le malte del nuovo millennio basate su:

- l'utilizzo di **materie prime naturali** ottenute con sistemi produttivi a **basso impatto ambientale**;
- l'utilizzo di una parte di **materiale riciclato**;
- il potere di offrire il massimo **benessere** per gli occupanti della casa.

Non sempre è facile valutare quanto una malta possa essere più o meno bio eco compatibile

anche perché, spesso, una non **“limpida”** informazione tecnica legata al business della bio edilizia ha portato a catalogare come naturali ed eco compatibili materie prime e prodotti convenzionali.



Questo tipo di malte sono strettamente legate al settore del **Restauro Storico Conservativo**.

Esistono regolamentazioni come il D.L. 42/2004 e la EN 11189 (malte storiche e da restauro) che stabiliscono quali sono i canoni e le **materie prime idonee** per questo tipo di prodotti.

In particolare è fondamentale l'utilizzo di:

➤ *Materiali naturali con valenza storica e tipici del luogo di utilizzo;*

Per soddisfare queste caratteristiche a volte non basta nemmeno la più vasta gamma di prodotti che le migliori aziende del settore offrono, è necessario intervenire con veri e propri **Rifacimenti Storici** di malte come in origine.



Una malta, qualsiasi tipo sia, è formata da **materie prime** come: **leganti** (il collante dell'impasto), da **inerti** (la struttura) e preferibilmente da **cariche pozzolaniche** (la protezione).

Per classificare una malta, verificarne la qualità o valutare se essa sia una malta storica, eco compatibile o convenzionale bisogna saper conoscere e riconoscere le **materie prime** di cui essa è composta.

proporzioni "tipo" di una malta



■ legante ■ inerte ■ cariche pozzolaniche

I leganti sono materiali da costruzione impiegati allo scopo di legare e cementare altri materiali (pietre, blocchi, laterizi... etc.), forniscono una massa plastica che una volta indurita è in grado di sviluppare, nel tempo, resistenze meccaniche talvolta assai elevate.

Essi sono classificabili, in funzione del loro comportamento, in due grandi categorie:

Leganti aerei (induriscono solo con l'aria):

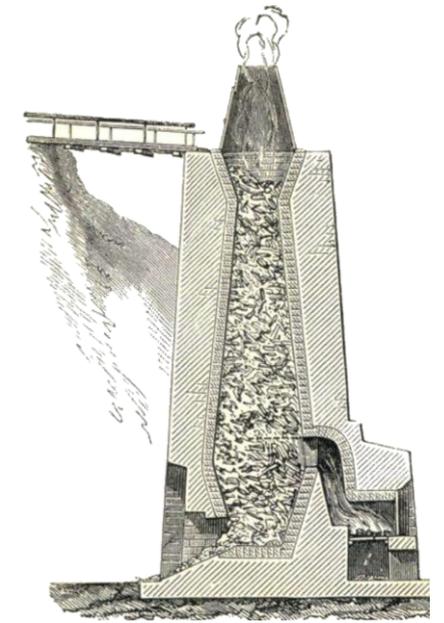
Gesso, calce aerea, grassello di calce.

Leganti idraulici (*induriscono anche con acqua e induriti resistono all'acqua*):

Cementi, calci idrauliche.



La **calce idraulica naturale NHL** (natural hydraulic lime) è un legante ottenuto dalla lavorazione di una marna calcarea senza l'aggiunta di altri componenti. Viene cotta in forni verticali ad una temperatura fra 1000° e 1150° C e dopo un'adeguata perdita di volume, segno di una corretta cottura, le pietre vengono idratate utilizzando la quantità di acqua necessaria; né troppa che causerebbe la diminuzione della forza della calce, né poca che potrebbe bruciarla.



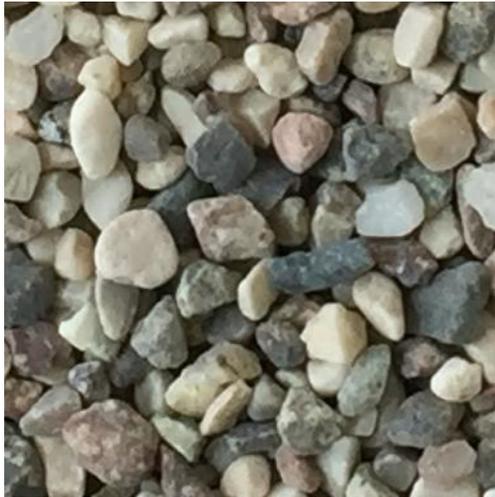
I tipi di calci idrauliche

NHL	Calce idraulica naturale - <i>Pura senza aggiunte</i>
HL	Calce Idraulica - <i>Composta da calce con l'aggiunta di materiali come: cemento, clinker, ceneri volanti.</i>
FL	Calce formulata - <i>Composta da calce idraulica naturale (NHL) con l'aggiunta di materiali idraulici e/o pozzolanici.</i>

Le classi di resistenza meccanica alla compressione dopo 28 gg (EN 459-1)

NHL 2	da 2 a 5 MPa
NHL 3,5	da 3,5 a 10 MPa
NHL 5	da 5 a 15 MPa

Gli inerti costituiscono lo scheletro strutturale di ogni malta e la loro qualità è fondamentale per la durata nel tempo della malte. Le sabbie possono essere:



NATURALI
SABBIE DI CAVA O
FIUME ESTRATTE
SENZA ALTERARE LA
LORO MORFOLOGIA



RICICLATE
COCCIOPESTO,
SUGHERO,
GRANULI DI CANAPA,
SEGATURA DI TUFO.



ARTIFICIALI
SABBIE OTTENUTE
DALLA LAVORAZIONE
DI ROCCE COME IL
CARBONATO DI
CALCIO E/O MARMO



INDUSTRIALI
LO SONO GLI INERTI
ESPANSI COME LA
PERLITE O IL
POLISTIROLO

Estrate da fiume o da cave si presentano tondeggianti e sono composte da numerosi componenti di natura chimica diversa, questo caratterizza una colorazione molto variegata che va dal nocciola al grigio, dal chiaro allo scuro.



Caratteristiche delle sabbie di natura alluvionale

- ✓ **elevata resistenza al degrado** ed ai sali con una struttura chimico fisica ideale per creare intonaci microporosi efficaci per risanamenti ad elevate prestazioni;
- ✓ non assorbenti, non gelive, non attaccabili da muffe, funghi, alghe; resistenti alle piogge acide;
- ✓ **materia prima naturale e di origine storica idonea per il restauro e risanamento conservativo** di edifici tutelati dalle Soprintendenze per i Beni Culturali D.L. 42/2004;
- ✓ **la loro estrazione non deturpa il paesaggio** (manutenzione dei letti del fiume) e non necessita di macchinari inquinanti, quindi ottenute a **bassissimo impatto ambientale (ecologiche)**;
- ✓ ottima lavorabilità grazie alla forma sferica;
- ✓ certificate come aggregati per malte generiche **EN 13139** e malte strutturali **EN 12620**.

Sono le sabbie più utilizzate negli intonaci e malte premiscelate dagli anni '70 ad oggi. Questa categoria di inerti comprende tutte le sabbie che derivano dalla frantumazione di rocce di carbonato di calcio (marmo o la roccia "dolomia").



Caratteristiche delle sabbie di carbonato di calcio

- ✓ economiche, facili da reperire e da lavorare;
- ✗ **a contatto con le piogge acide, si trasformano in solfato di calcio (gesso).**
- ✗ struttura assorbente attaccabile da umidità e sali;
- ✗ in combinazione con umidità e calore crea l'ambiente ideale alla proliferazione di muffe, funghi, alghe;
- ✗ **materia prima moderna e artificiale non idonea per il rifacimento storico, il restauro e risanamento conservativo** di edifici tutelati dalle Soprintendenze per i Beni Culturali ai sensi del D. Lgs 42/2004;
- ✗ **prodotto ad elevato impatto ambientale** ottenuto con l'ausilio di perforatrici, dinamiti, mulini altamente inquinanti per l'ambiente e il paesaggio;

**SABBIA CARBONATO DI
CALCIO FRANTUMATO**

(Calcare, Marmo, Dolomia)

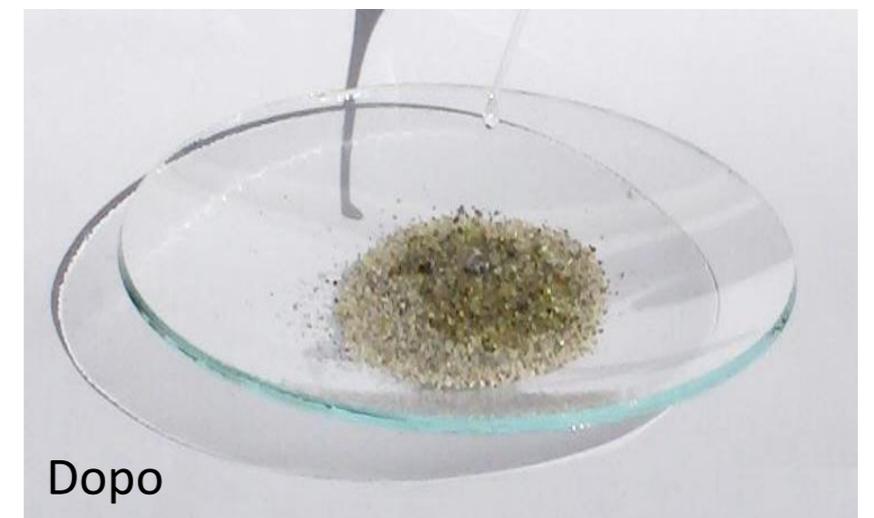
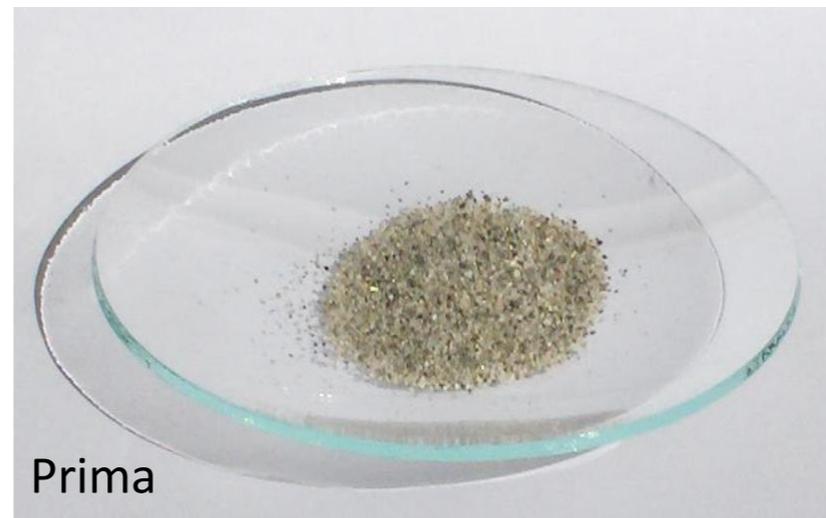
*Gli inerti presenti nei
premiscelati comuni*



APPLICAZIONE SOLUZIONE ACIDO-SALINA

**SABBIA NATURALE DI
ORIGINE ALLUVIONALE
NON MACINATA.**

*(certificata EN 13139 e
EN 12620)*



Conosciute anche come **materiali idraulicizzanti** le pozzolane, se micronizzate e a **reattività certificata EN 197-1**, a differenza degli inerti, reagiscono con la calce libera presente nei leganti modificandone caratteristiche e prestazioni:



I silicati ed alluminati di calcio idrati contribuiscono ad **incrementare le prestazioni meccaniche**; mentre gli idrossidi di sodio e di potassio conferiscono ai composti il valore massimo dell'alcalinità (pH 14) garantendo la **resistenza all'aggressione chimica** di sali, agenti inquinanti, piogge acide oltre a contrastare la proliferazione di muffe e funghi.

2.3.1

LE POZZOLANE NATURALI STORICHE

Utilizzate sin dai tempi degli antichi romani che le impiegavano per produrre una sorta di cemento a pronta presa, l'opus coementicium, in grado di fare presa anche sott'acqua; le **POZZOLANE NATURALI** permisero la costruzione di opere millenarie come acquedotti, anfiteatri, ville e monumenti. Le più comuni sono: la **POZZOLANA**, la **POMICE**, il **LAPILLO**, la **ZEOLITE**.



2.3.3.1

IL VERO COCCIOPESTO STORICO

Il vero **COCCIOPESTO STORICO** è ottenuto esclusivamente dalla frantumazione di cocci di **tegole** o **coppi** (*realizzati con pregiate argille di tipo “secondario”*) fino ad ottenere la voluta granulometria; molti infatti non sanno che esiste anche una sottocategoria meno pregiata, con aggregato di argille “primarie” grezze, ottenuto dalla frantumazione di mattoni e/o tavelle, denominata “mattonpesto”.



Vi è anche un più raro tipo di Cocciopesto giallo, ottenuto dalla frantumazione di tegole e coppi color ocra tipiche dell’architettura del centro Italia.

Entrambi i cocciopesti, se di qualità e adeguatamente lavorati, possiedono le caratteristiche sia di **attività pozzolanica** (reattività > 25 % - EN 197-1) che di **leggerezza** (inerti leggeri per malte EN 13055).

Confronto fra cocchiopesto e mattonpesto

categoria	materiale d'origine	tipo di argille utilizzate	carica inerte inserita	temperatura di cottura	resistenza al gelo	potere idrorepellente	indice di pozzolanicità	dim. pori
COCCIOPESTO	tegole / coppi	secondarie (finissime)	sabbia fine silicea	1050 °C	altissima	altissimo	alto	nano pori
MATTONPESTO	mattoni pieni, forati, tavelle	Primarie (grossolane)	carbonato di calcio	800 / 950 °C	bassissima	nullo	basso	macro pori

- *Tutto il “cocchiopesto” ha un comportamento pozzolanico?*
- *Posso utilizzare la graniglia di “cocchiopesto” per preparare una malta?*
- *Perché se utilizzo cocci di laterizio da costruzione ottengo un “cocchiopesto” di qualità inferiore?*
- *Perché è così importante utilizzare cocciame “puro” derivante da un solo tipo di laterizio?*
- *Il “cocchiopesto” è un inerte leggero?*
- *Si può utilizzare il cocchiopesto ricavato da vecchi mattoni, tegole o laterizi in genere?*



1. DEGRADO PROVOCATO DA UMIDITÀ E SALI

I solfati portano alla formazione di alcuni tipi di sali igroscopici "ETTRINGITE e THAUMASITE" che causano il deterioramento e lo sfaldamento degli intonaci.



2. DEGRADO CAUSATO DA MUFFE E FUNGHI

La formazione di muffe e funghi in malte e intonaci a base carbonato di calcio.



3. DEGRADO CAUSATO DA AGENTI ATMOSFERICI

Le piogge acide e lo smog aggrediscono quotidianamente malte e intonaci che, se non adeguatamente composti, subiscono un repentino degrado.



4. DEGRADO DA UMIDITA' DA COSTRUZIONE

Errori di progettazione, tempi di posa e costruzione scorretti, elementi isolanti non traspiranti sono fra le cause più comuni del degrado degli intonaci.

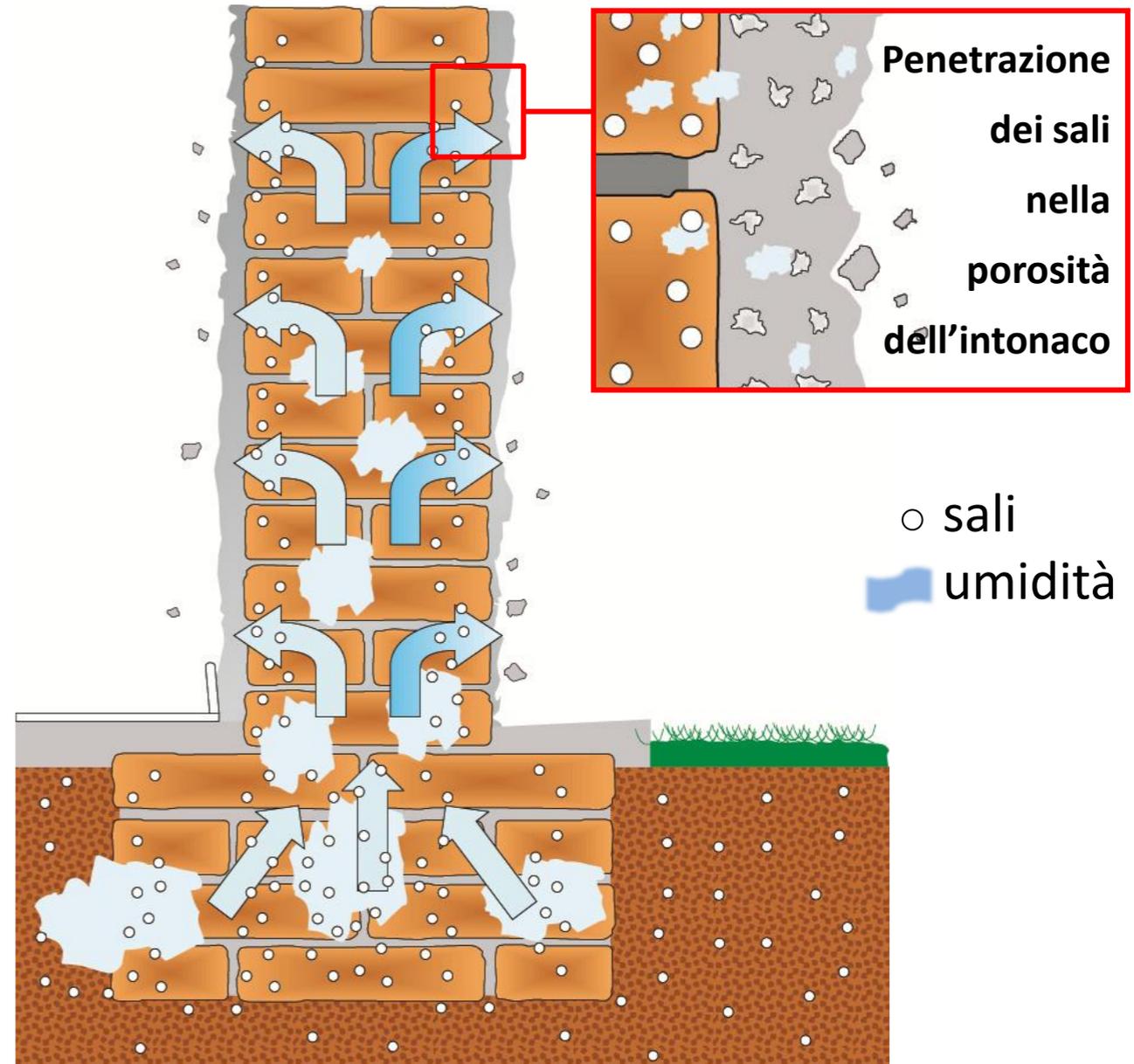
3.1

DEGRADO A CAUSA DI UMIDITA' E SALI

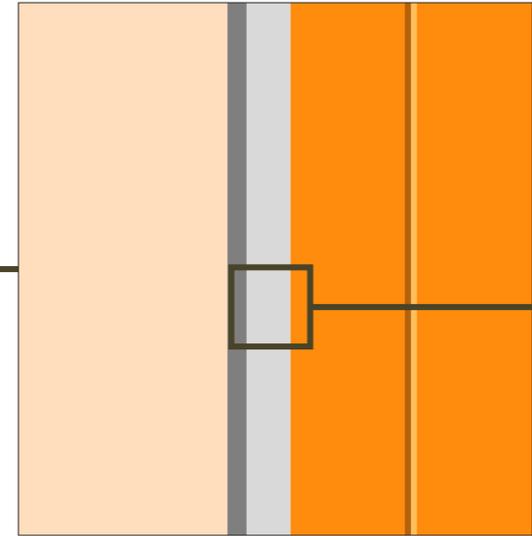
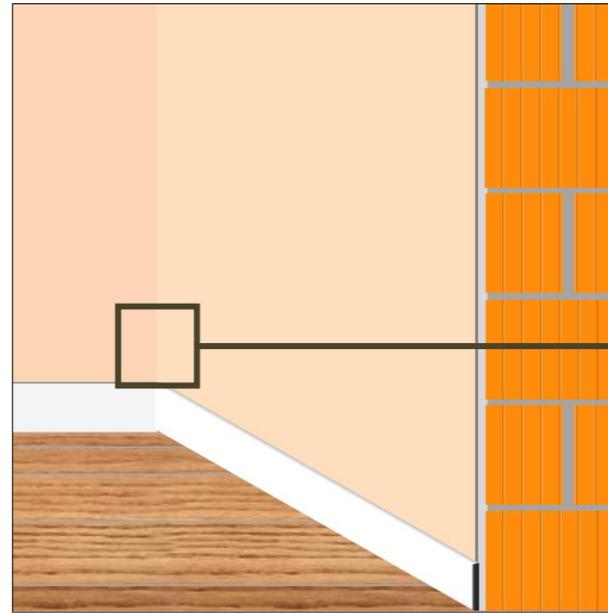
Umidità da risalita

causa: i muri a contatto col terreno, per effetto dell'assorbimento capillare, assorbono umidità contenente vari tipi e forme di sali.

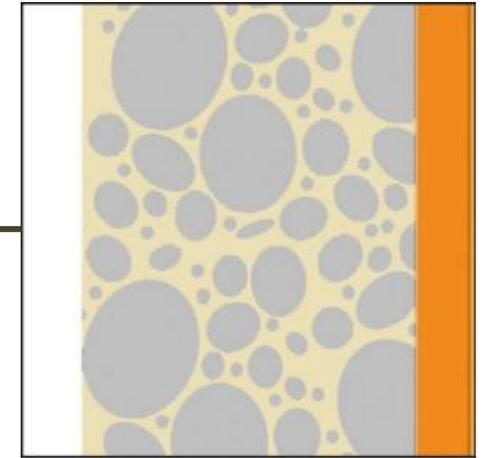
effetto: l'umidità risalendo nella muratura arriva a contatto con l'intonaco e per effetto della pressione vi penetra dentro. I sali trasportati dall'acqua si depositano nei pori o macropori dell'intonaco, cristallizzano e, a saturazione avvenuta, formano una "crosta" che ostacola la fuoriuscita dell'umidità e del vapore acqueo, causando di conseguenza la **disgregazione** dell'intonaco.



**INTONACO
CON SABBIE
NATURALI DI
ORIGINE
ALLUVIONALE
NON MACINATE**



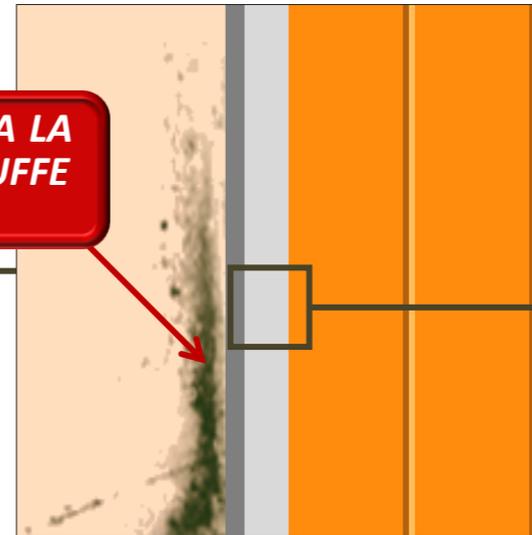
*... LA TRASPIRAZIONE
RESTA COSTANTE*



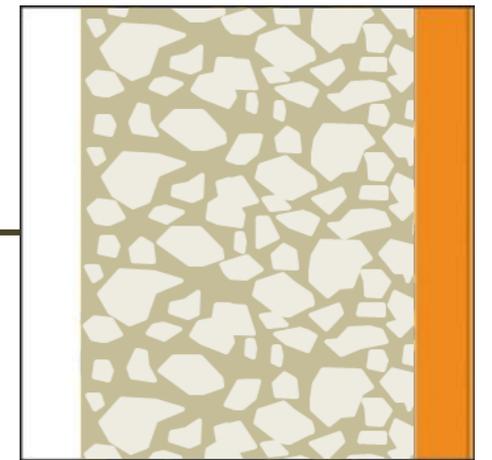
**INTONACO
CON SABBIE
CARBONATO DI
CALCIO
FRANTUMATO**



*... COL CALORE SI HA LA
FORMAZIONE DI MUFFE
E FUNGHI*



*... LA TRASPIRAZIONE E'
COMPROMESSA E ...*





L'aggressione chimica provocata dagli agenti atmosferici.

La **pioggia acida** attacca le strutture edili arrecando danni anche enormi al patrimonio culturale del paese. L'azione corrosiva di questi acidi dissolti nell'acqua piovana forma una pellicola attorno alle strutture, la quale provoca un graduale e costante degrado dei materiali. Questa azione di erosione viene poi accentuata dal successivo dilavamento che le strutture subiscono nel corso degli anni. Le sabbie calcaree di cava macinate o di manufatti che ne derivano, sono fra le più soggette all'aggressione da parte di questo tipo di degrado.



Un pericolo venuto dal mare

Nelle zone marittime vi è inoltre **l'aggressione della sabbia portata dal vento** e la presenza di **condense saline**. Le zone costiere sono notoriamente molto ventilate. Spesso questi venti trasportano sabbia e varie particelle di conchiglie altamente abrasive in grado di graffiare e deteriorare gli intonaci anche per millimetri di spessore. In tali situazioni l'utilizzo di inerti resistenti in grado di contrastare l'erosione di sabbie della stessa natura e di pozzolane altamente resistenti ai sali, aumenta enormemente la durata degli intonaci.

Umidità da costruzione

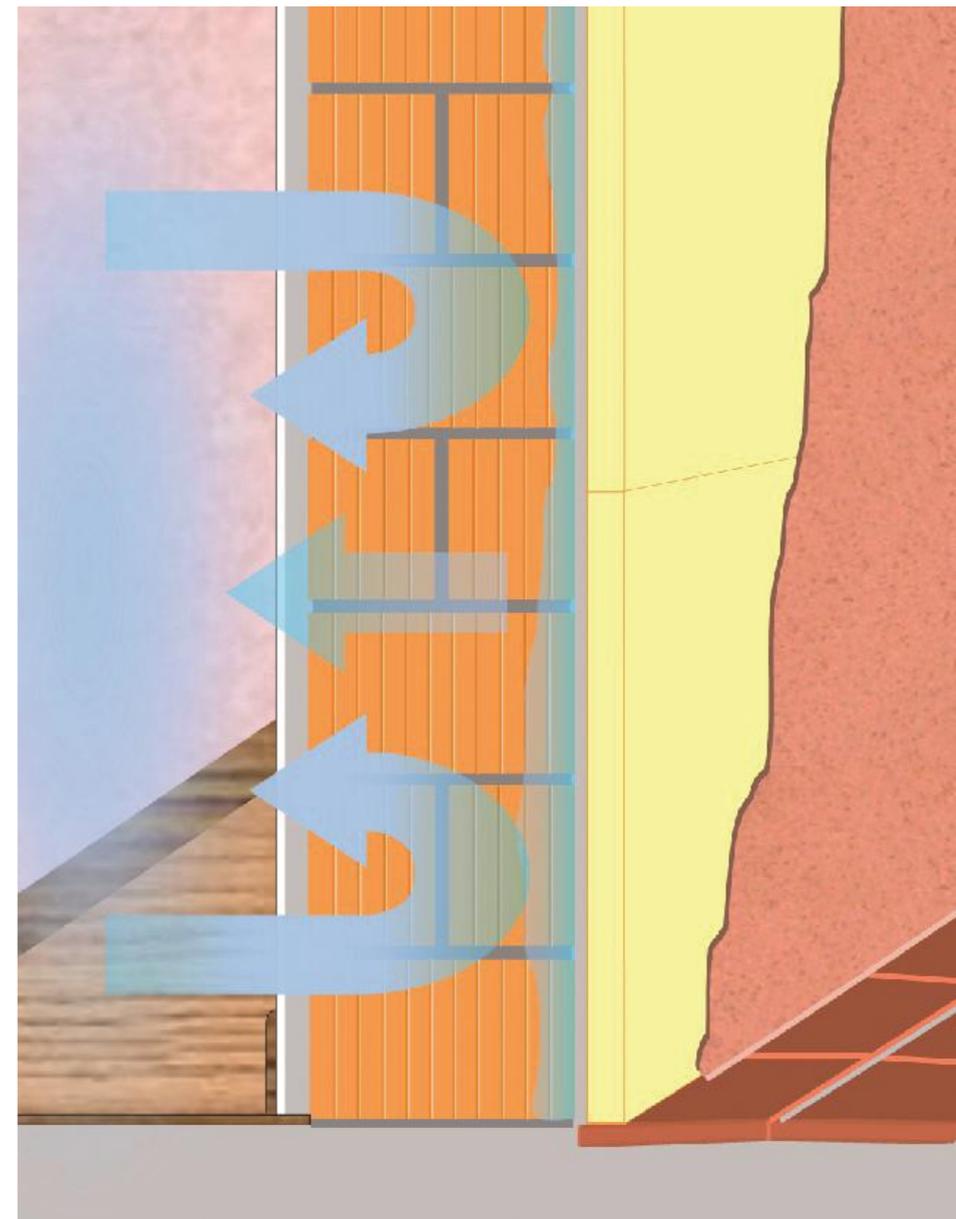
causa: Intonacare murature costruite in periodi molto piovosi e freddi (inverno) prima che si siano asciugate.

effetto: l'essiccazione della muratura è molto più lenta e se "alimentata", dal vapore acqueo, da origine a condense interstiziali che arrivate all'intonaco possono deteriorarlo.

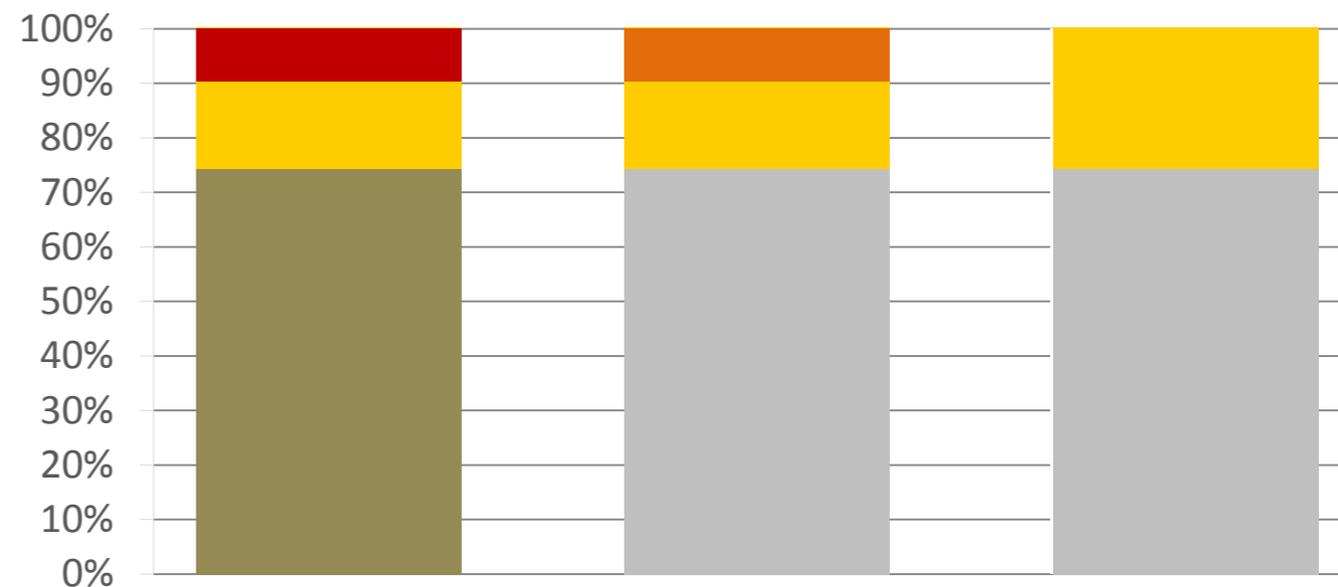
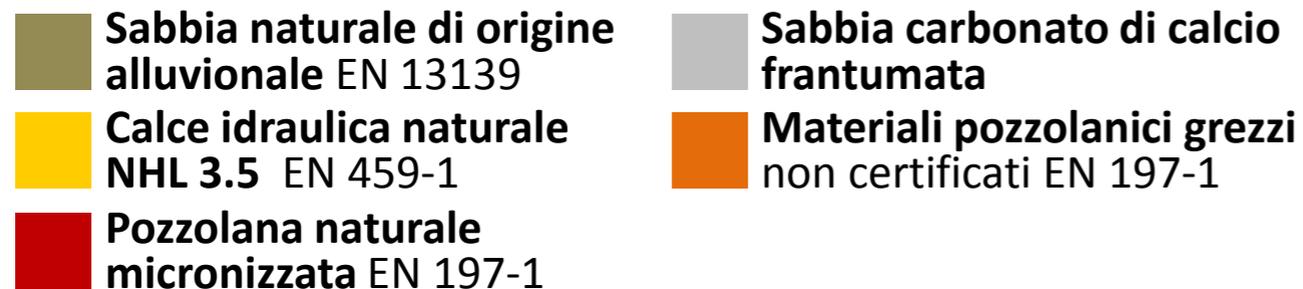
Umidità causata da elementi isolanti non traspiranti

causa: muri non completamente asciutti ricoperti con rivestimenti lapidei o con pannelli termoisolanti.

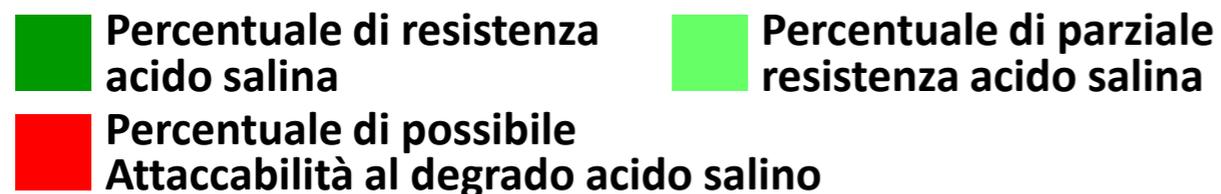
effetto: Si crea così una barriera che non permette la regolare traspirabilità del pacchetto muro-intonaco. Il supporto invece di asciugarsi incamera sempre più umidità e una volta saturo sprigiona all'interno della casa il vapore acqueo rendendo gli ambienti umidi e malsani.



Composizione tipo di un intonaco Bio eco compatibile



Ipotesi di resistenza/attaccabilità al degrado acido-salino



La norma **EN 998 "Specifiche per malte per opere murarie"** si suddivide in:

EN 998-1: MALTE PER INTONACI INTERNI ED ESTERNI

EN 998-2: MALTE DA MURATURA

Questo sistema permette agli applicatori, professionisti e soprintendenti di identificare facilmente i prodotti secondo il loro campo d'impiego e le loro caratteristiche tecniche nel rispetto della qualità.

Infatti "le malte per opere murarie" che hanno prestazioni inferiori ai requisiti minimi richiesti **non possono essere marchiate con il simbolo di conformità CE.**



LA NORMA EN 998-1:

***Malte per intonaci interni ed esterni,
divide le malte in 6 tipi:***

- [GP]** - Malta per scopi generali per intonaci interni/esterni
- [LW]** - Malta leggera per intonaci interni/esterni
- [CR]** - Malta colorata per intonaci esterni
- [OC]** - Malta monostrato per intonaci esterni
- [R]** - Malta per risanamento
- [T]** - Malta per isolamento termico

proprietà	categoria	valori
Intervalli di resistenza a compressione dopo 28 giorni	CS I	da 0,4 N/mm ² a 2,5 N/mm ²
	CS II	da 1,5 N/mm ² a 5,0 N/mm ²
	CS III	da 3,5 N/mm ² a 7,5 N/mm ²
	CS IV	> 6,0 N/mm ²

Classificazione delle malte non risananti in base all'assorbimento d'acqua per capillarità

categoria	Valori di assorbimento
W0	Non specificato
W1	Assorb. ≤ 0,4 Kg/m ² (dopo 90 min.)
W2	Assorb. ≤ 0,2 Kg/m ² (dopo 90 min.)

4.1.1

PARAMETRI SECONDO NORMA EN 998-1

Parametro di prova	Metodo di prova	GP - Malta per intonaci generici interni/esterni	LW Malta leggera per intonaci interni/esterni	CR - Malta colorata per intonaci esterni	OC - Malta monostrato per intonaci esterni	R - Malta per risanamento	T - Malta per isolamento termico
Massa volumica apparente allo stato secco (Kg/m ³) :	EN 1015-10	Valore dichiarato	≤ 1300 Kg/m ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla compressione (categorie)	EN 1015-11	da CS I a CS IV	da CS I a CS III	da CS I a CS IV	da CS I a CS IV	CS II	da CS I a CS II
Adesione al supporto (N/mm ²) e modo di rottura (FP):	EN 1015-12	> al valore dic. / modo di rottura	> al valore dic. / modo di rottura	> al valore dic. / modo di rottura	-	> al valore dic. / modo di rottura	> al valore dic. / modo di rottura
Adesione al supporto (N/mm ²) e modo di rottura (FP) <i>dopo i cicli di esposizione agli agenti atmosferici :</i>	EN 1015-21	-	-	-	> al valore dic. / modo di rottura	-	-
Assorbimento d'acqua dopo la prova di assorbimento d'acqua per capillarità (<i>per malte utilizzate all'esterno</i>):	EN 1015-18	da W0 a W2	da W0 a W2	da W0 a W2	da W1 a W2	≥ 0,3 Kg/m ² (dopo 24 ore)	da W1
Penetrazione d'acqua dopo la prova di assorbimento d'acqua per capillarità (mm):	EN 1015-18	-	-	-	-	≤ 5 mm	-
Permeabilità all'acqua su substrati pertinenti <i>dopo i cicli di esposizione agli agenti atmosferici :</i>	EN 1015-21	-	-	-	≤ 1 ml/Kg/m ² (dopo 48 ore)	-	-
Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo (μ) (<i>per malte destinate all'utilizzo esterno</i>):	EN 1015-19	≤ Valore dichiarato	≤ Valore dichiarato	≤ Valore dichiarato	≤ Valore dichiarato	≤ 15	≤ 15
Valori di conducibilità termica λ _{10 dry} medi (W/m*K):	EN 1745:2002 prosp. A.12	Valore medio da prosp. (P=50%)	Valore medio da prosp. (P=50%)	Valore medio da prosp. (P=50%)	Valore medio da prosp. (P=50%)	Valore medio da prosp. (P=50%)	-
<i>(per malte destinate ad essere utilizzate in elementi soggetti a requisiti termici):</i>	EN 1745:2002 4.2.2	-	-	-	-	-	T1 ≤ 0,10 T2 ≤ 0,20
Reazione al fuoco (classe):	EN 13501-1	Dichiarazione come da punti 5.2.2					
Durabilità:	-	Dichiarazione come da punti 5.2.2					

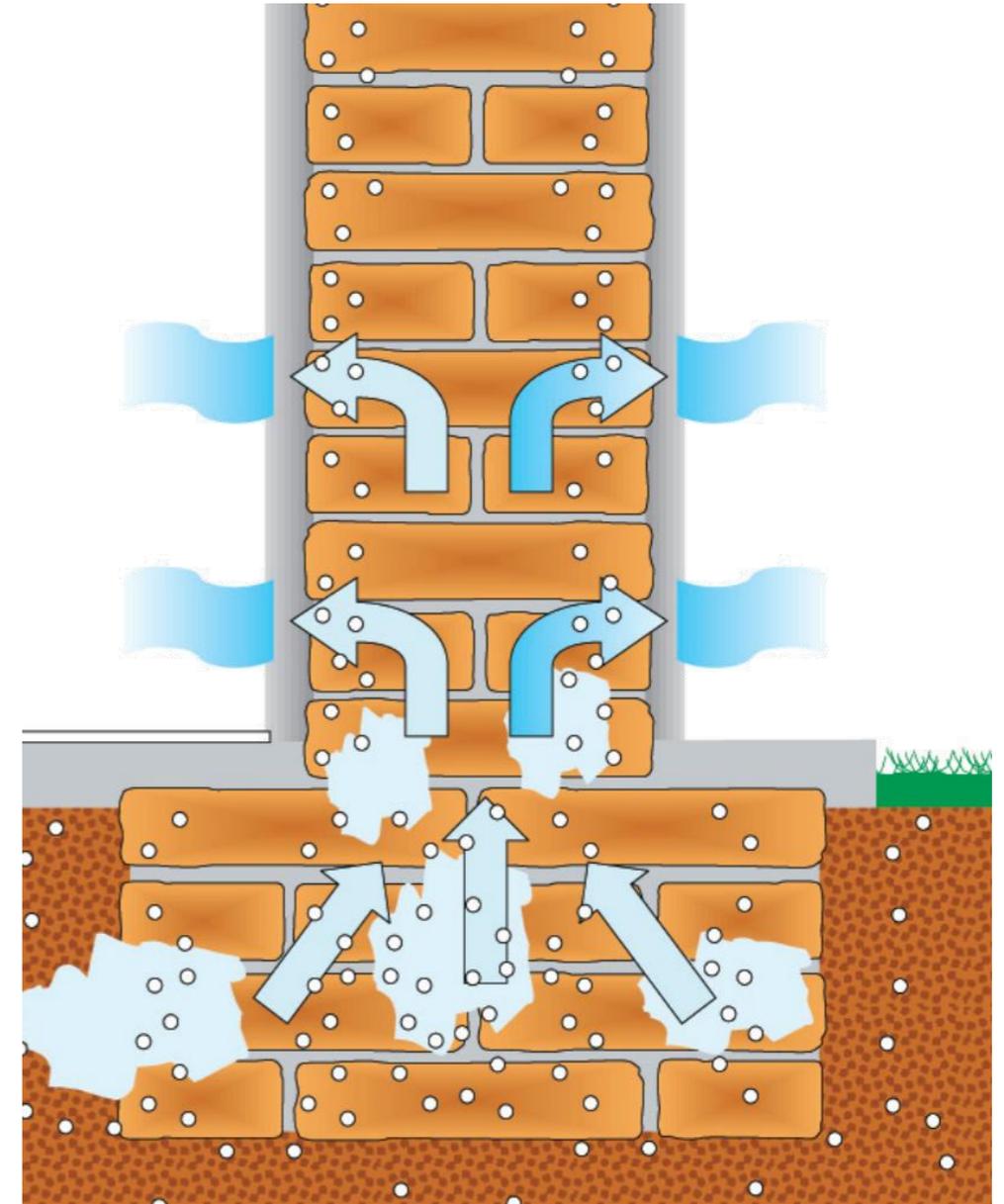
LA NORMA EN 998-2:***Malte da muratura,****divide le malte in 3 tipi:***[G]** - Malta da muratura per scopi generali**[T]** - Malta da muratura a strato sottile**[L]** - Malta da muratura leggera

Le malte da muratura sono definite in base ai concetti di **prestazione** (M...) e di **dosaggio** (elenco e proporzioni dei componenti della malta)

categoria	Resistenza a compressione a 28 gg	
M 1	> 1 N/mm ²	10 Kg/cm ²
M 2.5	> 2,5 N/mm ²	25 Kg/cm ²
M 5	> 5 N/mm ²	50 Kg/cm ²
M 10	> 10 N/mm ²	100 Kg/cm ²
M 15	> 15 N/mm ²	150 Kg/cm ²
M 20	> 20 N/mm ²	200 Kg/cm ²
M d	Valore dichiarato	

Per il trattamento di murature colpite da sali e umidità da risalita, percolazione o condensa, esistono malte specifiche denominate “intonaci da risanamento” ben regolamentate dalla normativa EN 998-1. I termini: intonaco antiumido o intonaco deumidificante oggi non hanno più una valenza di veri “intonaci risananti” se non contraddistinti da una **marchiatura CE** che li classifichi, secondo parametri ben precisi, con la categoria **R - malte da risanamento** appunto.

Qui di seguito vediamo di analizzare e valutare le caratteristiche necessarie che questi intonaci debbono avere per essere considerati intonaci da risanamento a norma:

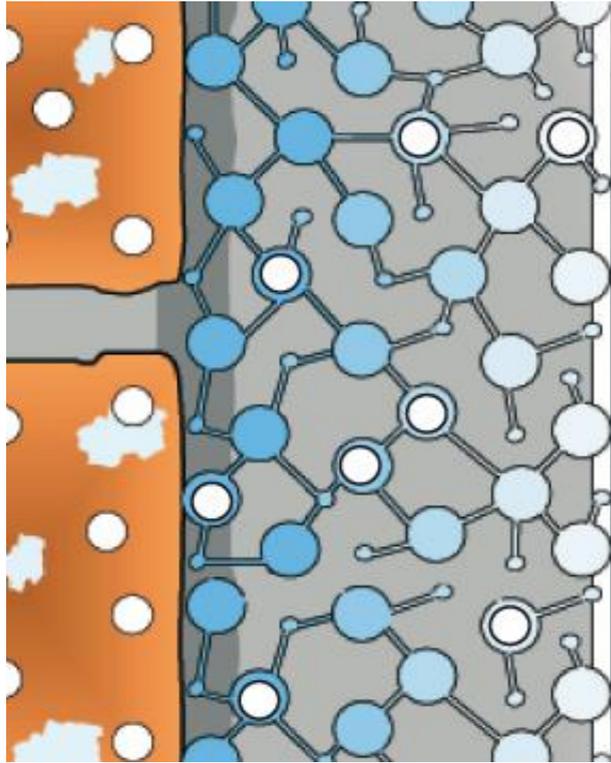


- **resistenza alla compressione: categoria CS II:**
- **coefficiente di permeabilità al vapore acqueo: $\mu < 15$** tale valore indica il grado di permeabilità al vapore cioè in pratica la propria traspirabilità. Più il valore è basso con più la malta traspira.
- **assorbimento d'acqua per capillarità: $> 0,3 \text{ Kg/m}^2$ a 24 ore** un intonaco risanante deve espellere più acqua possibile. Più una malta assorbe acqua più è deumidificante e quindi risanante.
- **penetrazione d'acqua dopo la prova di assorbimento: $< 5 \text{ mm}$** allo stesso tempo un intonaco meno è penetrato dall'acqua che lo oltrepassa più è resistente e duraturo nel tempo.

Dovendo riassumere tutte le valutazioni prese in esame in conclusione si può affermare che l'intonaco di risanamento più **efficace** è quello che **assorbe** (risana) più acqua possibile **senza essere penetrato** (bagnato) da liquidi e dai sali che lo oltrepassano nel processo di evaporazione dell'umidità.

“Fate attenzione all'etichetta”


Ragione sociale, dati e indirizzi del produttore anno della prima marcatura
EN 998-1 malta per risanamento (R)
Reazione al fuoco: classe A1 Adesione al supporto: $0,3 \text{ N/mm}^2$ - FP: B Resistenza alla compressione: CS II Assorbimento d'acqua: $\geq 0,3 \text{ Kg/m}^2$ a 24 ore Risalita capillare: $\leq 5 \text{ mm}$ Coefficiente diffusione vapore acqueo: $\leq \mu 15$ Conducibilità termica: $(\lambda_{10, \text{dry}}) 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ Durabilità: (contro il gelo/disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo della malta.



○ sali ■ umidità

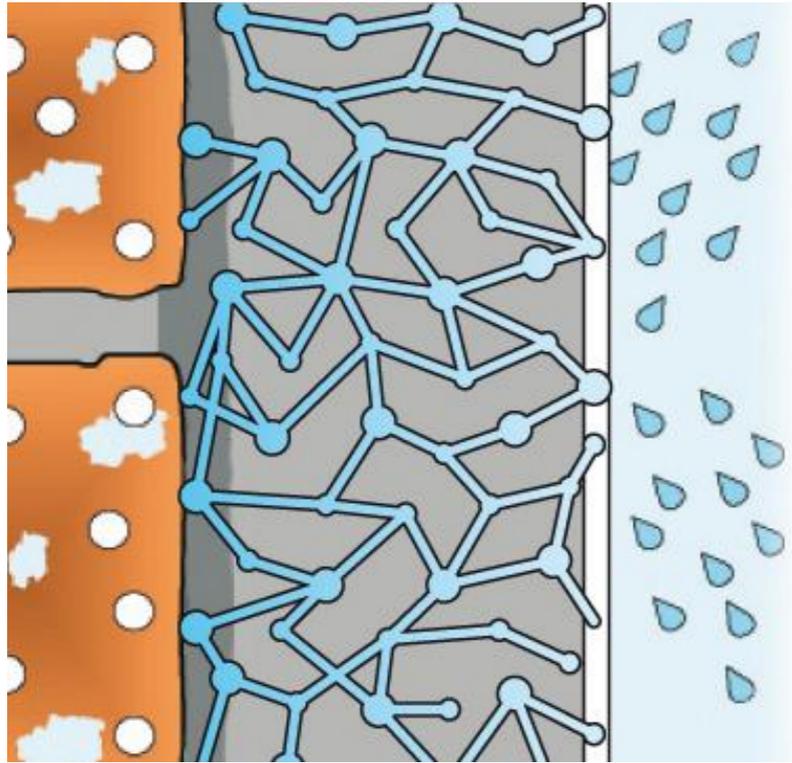
*“I **MACROPORI** generano una bassa pressione che **diminuisce** la portata deumidificante rispetto ai micropori”.*

Gli intonaci **MACROPOROSI** sono ben riconoscibili perché in fase di miscelazione si “gonfiano”, creando artificialmente una rete capillare con però caratteristiche negative tipo:

elevato ritiro strutturale – in fase di maturazione queste malte possono avere un elevato ritiro strutturale accentuato;

maggior attacco dei sali – I pori più grandi aumentano la possibilità che una particella di sale entri nella rete capillare dell’intonaco, intasando le vie di sfogo del vapore acqueo e innescando un processo di deterioramento rapido e inesorabile.

Anche per questo molti intonaci macroporosi sono definiti **“intonaci di sacrificio”** da ripristinare periodicamente. Per limitare questo problema alcuni sistemi utilizzano boiacche altamente idrofobizzate o liquidi antisale, a volte tossici o nocivi, che creando un velo impenetrabile, annullano però il potere risanante della malte, quindi la “deumidificazione”.



○ sali ■ umidità

“I MICROPORI aumentano il potere deumidificante, sono inattaccabili dai sali e proteggono dalle intemperie”.

Gli intonaci **MICROPOROSI** sfruttano la “**naturale porosità**” delle materie prime che la compongono. Pori e capillari sono creati sfruttando: l’**igroscopicità** dei leganti, la **porosità** delle pozzolane micronizzate e **vuoti strutturali** create da particolari curve granulometriche possibili solo grazie all’utilizzo di sabbie naturali (non macinate). Ciò porta a caratteristiche come:

basso ritiro strutturale - pori e capillari di micro dimensioni abbassano il ritiro strutturale in fase di maturazione.

bassissima attaccabilità da sali - i pori molto fini abbassano notevolmente la possibilità che i sali entrino nella rete capillare.

elevatissimo potere risanante - una rete capillare fine aumenta notevolmente il potere risanante della malta, essa infatti sfruttando il **fenomeno naturale della capillarità** accentuato dalla pressione dall’interno verso l’esterno, garantisce prestazioni di deumidificazione molto superiori ad un intonaco macroporoso.

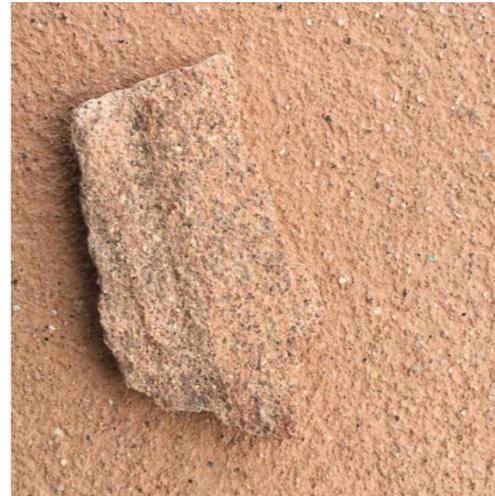
Gli intonaci per isolamento termico (T) sono spesso utilizzati in **edifici storici**, ove la Soprintendenza **vieta** l'utilizzo di **pannelli isolanti** moderni, o in casi dove si predilige la **traspirabilità** globale del pacchetto rispetto al potere isolante assoluto.

Gli intonaci termici oltre a ricoprire una muratura debbono garantire la loro **integrità e funzionamento nel tempo**; è importante perciò tener conto che gli **intonaci termoisolanti**:

- debbono essere composti esclusivamente da **materie prime certificate** specialmente **tutti gli inerti** secondo norma **EN 13055 - Aggregati leggeri per malte**;
- devono lasciar traspirare la muratura, ma non debbono **trattenere l'umidità**; quindi materiali **assorbenti** come: leganti non coadiuvati da pozzolane, **sabbie carbonatiche**, **inerti leggeri espansi assorbenti** (perliti) sono sconsigliabili per la preparazione di malte termiche;
- se assorbenti, non solo non isolano, ma mantengono umido il supporto; per questo un buon intonaco termoisolante deve avere anche **caratteristiche deumidificanti e di risanamento**.

A volte i restauri interessano edifici storici di immenso valore culturale che necessitano di cure e accorgimenti particolari studiati ad hoc. A tal proposito nel **D.L. n.42/2004**, sono indicati i canoni e le tipologie di intervento per i Beni Culturali in particolar modo sugli edifici vincolati dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici.

Interventi di restauro di questo tipo oltre che a mani esperte necessitano di prodotti unici, specifici, studiati e **realizzati esclusivamente per quel dato cantiere** secondo norma **EN 11189 (malte storiche e da restauro)**; in tali casi i premiscelati standard, seppur di qualità, non soddisfano totalmente i requisiti richiesti.



**“PROBLEMI
STRUTTURALI,
CONSOLIDAMENTI,
E ADEGUAMENTI
SISMICI DI EDIFICI
STORICI”**



Le NTC2018 afferma «per tutte le tipologie di costruzioni esistenti gli interventi vanno progettati ed eseguiti, per quanto possibile, in modo **regolare ed uniforme**. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata, considerando la **variazione nella distribuzione delle rigidità e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura**. Particolare attenzione deve essere posta alla **fase esecutiva degli interventi**, in quanto **una cattiva esecuzione può peggiorare il comportamento globale della costruzione.**»

L'intervento non può essere finalizzato solo al raggiungimento di un appropriato livello di sicurezza della costruzione, ma deve garantire anche:

- **Durabilità;**
- **Integrazione e non trasformazione della struttura;**
- **Rispetto di concezione e tecniche originarie della struttura;**
- **Limitata invasività;**
- **Se possibile, reversibilità o rimovibilità.**

Obiettivo: migliorare la connessione interna, prevenire la disgregazione dei paramenti murari, elevare la capacità resistente e deformativa del materiale e degli elementi strutturali.

Nel seguito vengono riportate alcune tipologie di intervento:

Scuci - cuci**Ristilatura dei giunti****Iniezione di miscele leganti****Intonaco armato o placcaggio con tessuti / fibre.**

Tutti gli interventi di rinforzo sopra citati devono quindi garantire il risanamento, la riparazione e il miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura deteriorata e danneggiata.

La tecnica del **scuci e cuci** è un tipo di intervento tradizionale ed avviene attraverso il ripristino della continuità muraria, generalmente realizzato:

- in presenza quadri fessurativi di modesta estensione;
- qualora i collegamenti tra le pareti siano scarsi o deteriorati;
- in presenza di setti murari costituiti da materiale di bassa qualità.

Che caratteristiche deve avere una malta da scuci-cuci?

- Deve avere una granulometria massima (circa 3 / 5 mm) compatibile al letto di posa da realizzare o alle cavità da regolarizzare;
- se non intonacata deve essere composta da materie prime certificate in grado di garantire un'adeguata durata nel tempo;
- nei restauri di pregio deve contenere materie prime storiche simili a quelle utilizzate in origine.



L'*intervento di ristilatura*, generalmente realizzato previa scarnitura dei giunti, permette di: **regolarizzare** la trama della muratura, **ridistribuire** uniforme degli sforzi, **migliorare il collegamento** tra gli elementi lapidei e se effettuato su entrambi i lati del muro, di migliorare le caratteristiche meccaniche incrementandone, di fatto, l'area resistente.

L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o piattine metalliche o di altri materiali resistenti a trazione, specie se ancorati alla muratura attraverso connessioni trasversali dei paramenti ed organizzati come sistema continuo nelle tre direzioni, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento.

Che caratteristiche deve avere una malta da ristilatura?

- Deve avere una fluidità e una granulometria massima da consentire una perfetta iniezione al fine di evitare la formazione di vuoti;
- deve essere composta da materie prime certificate in grado di garantire un'adeguata durata nel tempo;
- nei restauri di pregio deve contenere materie prime storiche simili a quelle utilizzate in origine.



L'iniezione di miscele leganti permette di:

- migliorare la connessione interna dei paramenti murari, prevenendone la disgregazione;
- risanare le lesioni, eliminando la presenza di fessure e cavità;
- riempire i vuoti interni.

Che caratteristiche deve avere una malta da iniezione strutturale?

- Deve essere fluida ma al tempo stesso di consistenza cremosa in grado di insinuarsi uniformemente e di aderire alle insenature;
- deve essere composta da materie prime certificate in grado di garantire un'adeguata durata nel tempo;
- nei muri a sacco non deve contenere materiali assorbenti in grado di trattenere e/o trasportare umidità;
- nelle applicazioni su mattoni a vista deve avere una colorazione naturale compatibile alla cromia del supporto;
- nei restauri di pregio deve contenere materie prime storiche simili a quelle utilizzate in origine.



La realizzazione dell'*intonaco armato* permette:

- il miglioramento delle caratteristiche della struttura;
- di incrementare lo spessore strutturale della muratura, se il normale intonaco non si può considerare ai fini strutturali, invece, l'intonaco armato è parte integrante della struttura a tutti gli effetti.

I rinforzi strutturali con intonaco armato possono essere:

- **Tradizionali con reti metalliche elettrosaldate;**
- **SISTEMI FRCM** (Fiber Reinforced Cementitious Matrix) l'8.1.2019, sono state approvate le linee guida: compositi impiegati per il consolidamento strutturale di opere in c.a. o in muratura, costituiti da una rete di rinforzo fissata al supporto con una malta a matrice inorganica. Tali compositi hanno in genere uno spessore compreso nel caso di una singola rete, tra 5 e 15 mm, al netto del livellamento del supporto. Nel caso di più reti lo spessore massimo non può essere superiore a 30 mm. La distanza netta tra il contorno dei fili o i trefoli, nelle direzioni in cui sono presenti, non può essere superiore a 2 volte lo spessore della malta e comunque non può essere maggiore di 30 mm.
- **SISTEMI CRM** (Composite Reinforced Mortar): ad oggi le linee guida di progettazione e di qualificazione sono in fase di approvazione.



Il rinforzo strutturale eseguito mediante rete metallica elettrosaldata connessa alle murature con elementi in acciaio presenta un importante “punto debole” che può causare gravi danni agli intonaci strutturali ovvero **la corrosione del metallo**. L'impiego di malte a comportamento pozzolanico è fondamentale in questo tipo di intervento.

Che caratteristiche deve avere un intonaco armato con rete metallica?

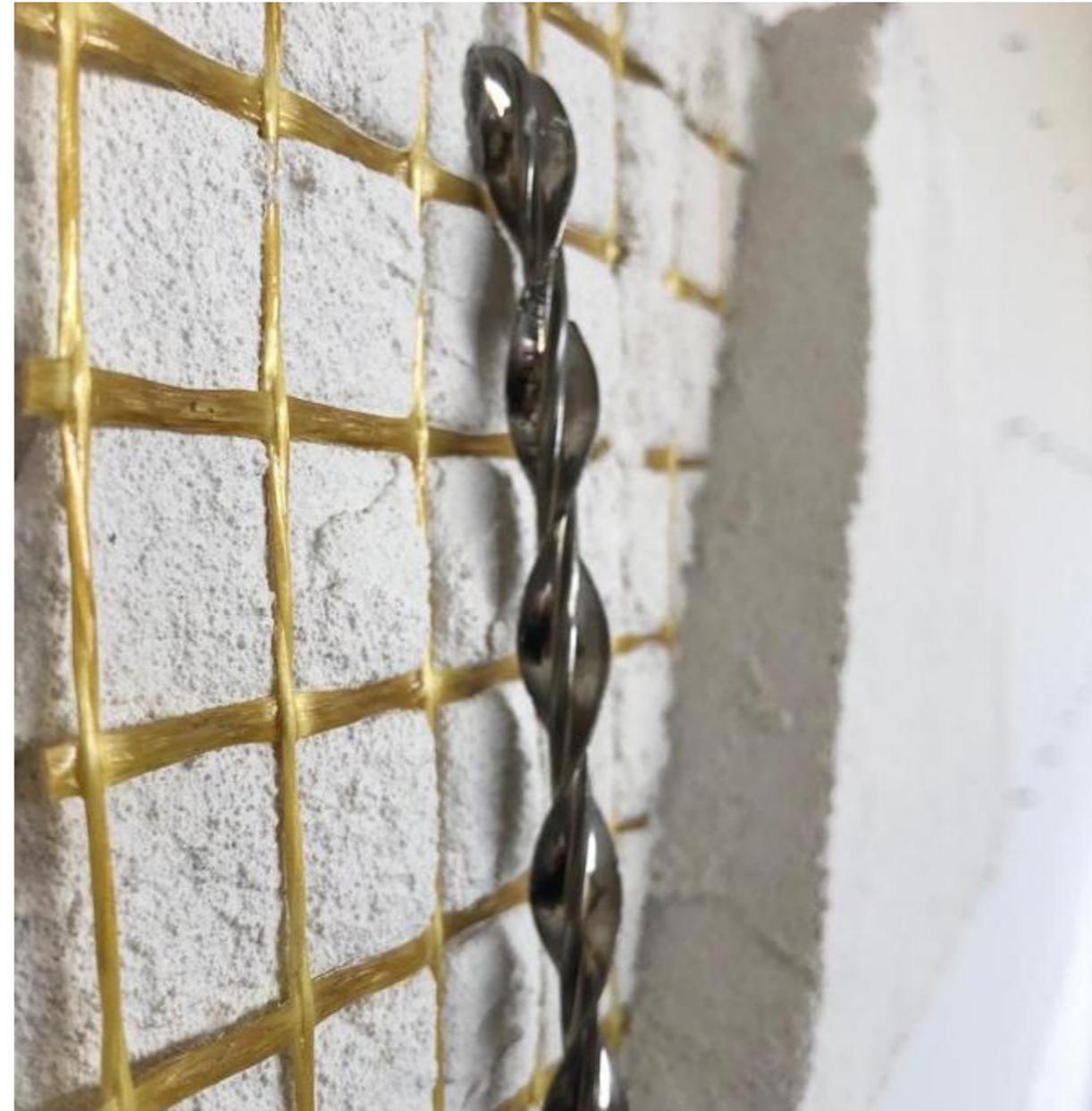
- Deve contenere materiali **non assorbenti** come gli **inerti silicei** e/o quarziferi **certificati EN 12620** e leganti pozzolanici in grado di preservare il metallo e mantenere il pH della malta più elevato possibile;
- deve avere una buona traspirabilità associata ad un adeguato protezione agli agenti atmosferici (categoria W1 / W2 - EN 998-1);
- in tale applicazione è sconsigliato l'utilizzo di malte a base carbonato di calcio, cemento portland, calce idrauliche non coadiuvate da materiali pozzolanici.



Il rinforzo strutturale eseguito con intonaci armati con nuovi sistemi prevede l'utilizzo di **reti in fibra di vetro e/o basalto**. Rispetto ai sistemi tradizionali rigidi sono soluzioni più leggere e flessibili che richiedono malte specifiche adeguate alla rete.

Che caratteristiche deve avere un intonaco armato con rete in fibra di vetro o basalto?

- Deve avere caratteristiche meccaniche in grado di conferire al tempo stesso resistenza e flessibilità;
- deve essere composta da inerti non friabili e assorbenti certificati sia come aggregati per intonaci EN 13139 sia per malte strutturali EN 12620;
- devono avere una curva granulometrica adeguata allo spessore e in grado di aderire perfettamente alla rete senza presentare vuoti (debonding).



Spesso i rinforzi riguardano edifici che oltre a problemi strutturali presentano **danni causati da umidità** da risalita e sali. In questi casi, per garantire l'integrità strutturale dell'intervento nel tempo, è indispensabile l'utilizzo di malte che abbiano anche **caratteristiche risananti**.

Che caratteristiche deve avere un intonaco armato applicato su murature umide?

- Deve avere prestazioni risananti riguardo l'assorbimento e la penetrazione idrica tipo **intonaco (R)** - EN 998-1;
- deve contenere materiali **non assorbenti** come gli **inerti silicei** e/o **quarziferi certificati EN 12620** e leganti pozzolanici in grado di mantenere il pH della malta più elevato possibile;
- in tale applicazione è sconsigliato l'utilizzo di malte a base carbonato di calcio, cemento portland, calce idrauliche non coadiuvate da materiali pozzolanici.



In numerosi casi i rinforzi strutturali e/o adeguamenti sismici riguardano edifici a bassa efficienza energetica. Nella filosofia di restauro bio eco compatibile è possibile eseguire intonaci armati con materiali leggeri in grado di offrire buone prestazioni termiche.

Confronto fra un normale intonaco strutturale e il termointonaco strutturale

tipo	classificato	peso	Conducibilità termica	Percent. materiale riciclato	prestazioni risananti	prestazioni termiche
tradizionale	GP	> 1600 Kg/m ³	> 0,67 W/m*K	?	no	no
termico	T / R	≈ 650 Kg/m ³	< 0,2 W/m*K	55 %	R - EN 998-1	T2 - EN 998-1

Gli altri vantaggi dell'utilizzo di intonaco strutturale leggero sono:

- **la bassissima massa specifica** abbatte il peso che grava sulle strutture fino ad un 60 % in meno;
- la particolare natura dell'inerte certificato EN 13055 (aggregati leggeri per malte), associata alla prestazioni termiche, rende la malta un'**anticodensa naturale** che previene la **formazione di muffe**;
- La composizione (≈ 55 % è materiale riciclato) rende la malta **bio eco compatibile**.

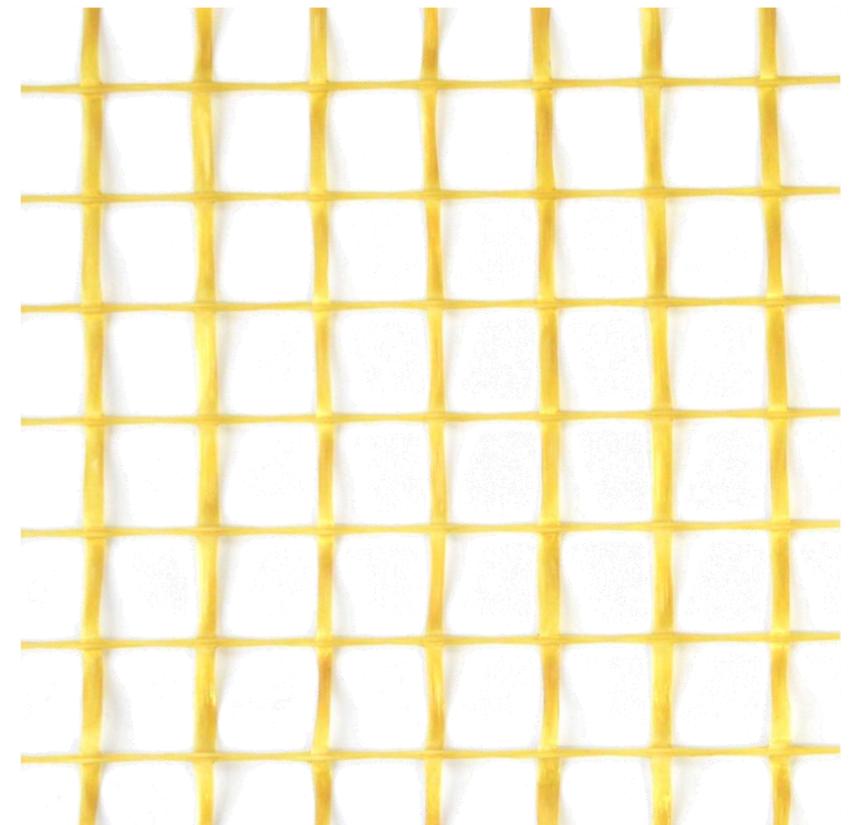
La rete in fibra di vetro deve avere caratteristiche in grado di garantire un pacchetto di qualità, queste sono:

- una materia prima vetrosa di categoria **A.R.** (alcali resistente);
- una costruzione geometrica (maglia e sezione dei filamenti) in grado di distribuire il carico strutturale;
- l'utilizzo di appretti flessibili e resistenti alla corrosione in grado di conferire flessibilità e durevolezza.

ATTENZIONE sul mercato esistono due tipi di rete utilizzate per il rinforzo strutturale

Reti in **vetro AR** (alcali resistente), con un alto contenuto di ossido di zirconio (> 16%), resistente agli alcali ed alla corrosione. Questa tipologia di vetro viene impiegata in edilizia principalmente per la produzione di reti o di tessuti utilizzati per il rinforzo strutturale ed il consolidamento statico degli edifici, garantisce alti valori di resistenza meccanica duraturi nel tempo.

Reti in **vetro E-Glass**, sensibile all'aggressione degli alcali concentrati e pertanto sconsigliato per la preparazione di reti strutturali in quanto non garantisce la stessa resistenza meccanica nel tempo. Spesso le reti composte da questo tipo di vetro sono ricoperte da resine o appretti A.R. che se rovinati o deteriorati perdono la loro efficacia come protettivo lasciando il vetro esposto all'erosione.



C.1 CONSOLIDAMENTO DI ARCHI E VOLTE

Il **consolidamento di archi e volte**, frequentemente adottato negli ultimi decenni, consiste nel collegare la volta esistente ad una controvolta estradossale ad una soletta in calcestruzzo, questo permette:

- di creare una struttura resistente che collabora con quella sottostante comportandosi come una nuova volta di spessore maggiorato;
- alla cappa in calcestruzzo armato di assumersi una percentuale maggiore del carico accidentale agente sulla struttura;
- che l'estradosso della volta riesce, nella fase di parzializzazione pre-collasso della sezione, ad assorbire anche sforzi di trazione;
- di ancorare la muratura in direzione trasversale, soprattutto se l'accoppiamento muratura-malta viene favorito da connettori.

Che caratteristiche deve avere una malta per il consolidamento strutturale di archi e/o volti?

- Deve avere una buona resistenza meccanica associata ad un basso peso specifico;
- Nei restauri di pregio deve contenere materie prime storiche simili a quelle utilizzate in passato (pomice e cocchiopesto sono inerti leggeri storici).



Lo “**sfondellamento**” dei solai consiste nella caduta e/o rottura degli interposti in laterizio o di porzioni di esso. La rottura degli elementi in laterizio è di tipo fragile e avviene quasi sempre rapidamente senza garantire lo sgombero dei locali in sicurezza e determinando forti rischi per l’incolumità delle persone.

Tale fenomeno interessa sia i **solai in latero-cemento** che quelli in **acciaio laterizio**; e le cause possono essere:

- progettuali-realizzative;
- funzionale (per modifica dei carichi);
- ambientale (danni causati da infiltrazioni d’acqua, ecc.)

Negli edifici interessati è possibile intervenire in due modi:

- a secco con rete in fibra di vetro e connettori;
- con rete in fibra di vetro, connettori e malta a matrice inorganica (in questo caso il carico a rottura può risultare fino a 5 volte maggiore del sistema a secco).



Che caratteristiche deve avere una malta per sistemi antisfondellamento?

- Deve avere un’ottima aderenza al supporto al fine di uniformare il più possibile il carico sulla superficie;
- è preferibile avere una malta fibrorinforzata per garantire una buona flessibilità considerando anche il basso spessore del sistema (circa 10 mm);
- è consigliato l’utilizzo di malte “leggere” per non appesantire ulteriormente il solaio.



Grazie dell'attenzione

OPIFICIO BIO AEDILITIA s.r.l.

Viale Matteotti, 115 - 44012 - Bondeno (FE)

Telefono 0532. 898113 – Fax 0532. 892543

info@opificiobioaedilitia.it - www.opificiobioaedilitia.it