



# LE FACCIATE STORICHE



**FUNZIONAMENTO DEI SISTEMI MURARI**  
**intonaci e finiture**  
**patologie e analisi diagnostiche**  
**confronti tra la tradizione e la tecnologia moderna**

**INDICE**

<b><i>Introduzione</i></b>	pag. 05
<b>I SISTEMI MURARI</b>	
L'elasticità dei muri	pag. 05
La permeabilità al vapore dei materiali	pag. 06
<b>CENNI STORICI</b>	pag. 09
<b>I LEGANTI PER GLI INTONACI</b>	
Il Gesso	pag. 10
La Calce Aerea	pag. 10
La cottura, lo spegnimento e la stagionatura	pag. 11
La presa e l'indurimento	pag. 12
Le calci idrauliche	pag. 13
le normative europee sulle calci	pag. 15
Il cemento	pag. 17
<b>GLI INERTI PER LE MALTE</b>	pag. 18
<b>LE MALTE DA MURO E DA INTONACO</b>	pag. 19
<b>TECNICHE APPLICATIVE DEGLI INTONACI A CALCE</b>	
Preparazione dei vecchi supporti	pag. 20
Preparazione dei supporti nuovi	pag. 21
Miscelazione dei materiali	pag. 21
Applicazione	pag. 22
<b>LE FINITURE COLORATE</b>	pag. 25
Distinzione tra finiture	
L'Adesione	pag. 27
Lo Spessore	pag. 28
La Composizione	pag. 28
Composizione Finiture in calce	pag. 28
Composizione Silicati liquidi di Potassio	pag. 29
Composizione delle Finiture Sintetiche	pag. 31
L'Invecchiamento	pag. 32

<b>LE TERRE COLORANTI NATURALI</b>	pag. 33
<b>TECNICHE APPLICATIVE DELLE FINITURE COLORATE</b>	
Preparazione dei supporti	pag. 36
Cicli applicativi delle Finiture Colorate	
Prodotti a Calce	pag. 39
Prodotti Silossanici	pag. 42
Prodotti ai Silicati di Potassio	pag. 46
Velature con Terre Colorate	pag. 47
<b>IL RESTAURO E RECUPERO DELLE FACCIATE STORICHE</b>	
Le patologie più comuni	pag. 49
Le indagini diagnostiche applicate ai sistemi murari storici	pag. 50
Analisi più utilizzate in situ	pag. 51
Termografia a raggi IR	pag. 51
Ultrasuoni	pag. 52
Rilievo colore con spettrofotometro e colorimetro	pag. 52
Rilievi umidità in situ	pag. 52
Metodo elettrico	pag. 52
Il Termoigrometro	pag. 53
Metodo dielettrico	pag. 53
Metodo ponderale con carburo di calcio	pag. 53
Metodo ponderale con bilancia termo gravimetrica	pag. 53
Verifica concentrazione e natura Sali	pag. 54
Endoscopia	pag. 55
Fessurimetri per monitoraggi strutturali	pag. 55
Monitoraggio microclimatico	pag. 56
Analisi stratigrafiche	pag. 56
Analisi più utilizzate in laboratorio	pag. 56
Esempi di analisi microstratigrafiche di laboratorio	pag. 58
<b>GLOSSARIO</b>	pag. 59
<b>BIBLIOGRAFIA RAGIONATA</b>	pag. 63

## L'ELASTICITA' DEI MURI

Il muro è costituito, solitamente, da elementi geometrici assemblati, legati e collegati tra loro.

Il materiale che costituisce il giunto è sabbia, un legante (calce aerea, calce idraulica o cemento), additivi e aggregati.

Vediamo cosa è cambiato nei secoli.

Questo a lato è un mattone fotografato nel sito archeologico di Nora in Sardegna. Conserva ancora, dopo circa 2.100 anni, attaccata la malta di allettamento che costituiva il giunto tra una mano e l'altra di mattoni. Come notiamo, **lo spessore della malta**, costituita da grassello di calce aerea, sabbia mista e granuli di cocchiopesto, **è uguale allo spessore del mattone**.



Il muro dell'immagine sottostante è un particolare delle murature che costituiscono la basilica di San Vitale a Ravenna, costruita in epoca bizantina.

E' interessante notare i puntini neri nella malta di allettamento composta con grassello di calce aerea. E' pozzolana, utilizzata, come era abitudine, per idraulicizzare la malta e accelerare i tempi di maturazione (vedremo in seguito come questo avviene).



Anche in questo caso i giunti sono di dimensioni generose ma, non solo, è noto che **la malta di calce è, mediamente, trenta volte più elastica della malta cementizia**.

Ovviamente, il modulo elastico della malta di calce è inferiore a quello del mattone cotto.

Il **giunto** assolve quindi alla funzione per il quale è stato creato: **tenere uniti elementi più rigidi assorbendo i movimenti dovuti a dilatazioni termiche e assestamenti statici**.

### Ed ecco il tipico muro contemporaneo:

Il rapporto dimensionale giunto/mattone è completamente cambiato. Il giunto ha uno spessore così esiguo da non riuscire a contenere i cambiamenti dimensionali dei mattoni ma, quello che è peggio, è che si sono invertiti i moduli elastici dei due materiali.

**Il giunto di malta cementizia è più rigido del cotto.**

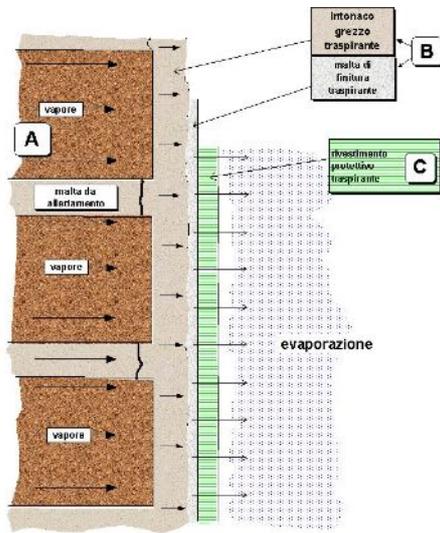
Allora possiamo arrivare solo ad una conclusione: **oggi è il mattone a far da "giunto" alla malta cementizia!!**

Questo spiega perché sulle superfici degli intonaci moderni applicati ai nuovi muri compaiono spesso dei cavilli che disegnano perfettamente la cortina muraria.



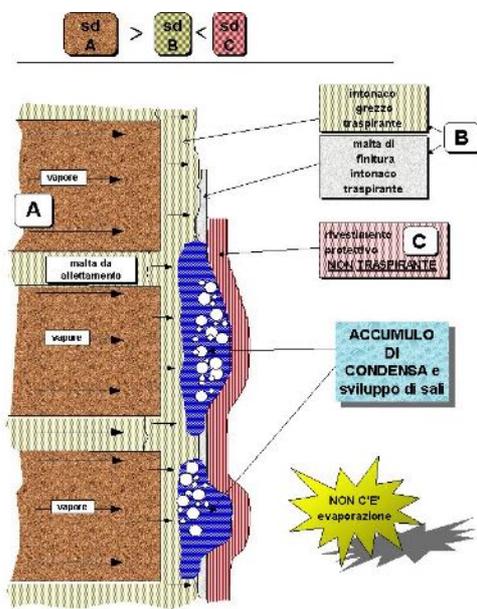
## LA PERMEABILITA' AL VAPORE

Nella solita università tedesca, diversi anni fa, calcolarono che in un'abitazione abitata normalmente da quattro persone sono emessi, giornalmente, circa **nove litri d'acqua sotto forma di vapore** per attività domestiche, bagni, cucina e camere da letto (ogni persona emette durante il sonno notturno da mezzo litro ad un litro di vapore acqueo).



PASSAGGIO DEL VAPORE D'ACQUA ATTRAVERSO UN MURO CON RIVESTIMENTO PROTETTIVO TRASPIRANTE

Se invece applichiamo una pittura sintetica poco permeabile su di un intonaco a calce, notoriamente molto permeabile, produrremo un fenomeno di condensazione del vapore stesso dietro al rivestimento sintetico.



PASSAGGIO DEL VAPORE D'ACQUA ATTRAVERSO UN MURO CON RIVESTIMENTO PROTETTIVO NON TRASPIRANTE

Quest'acqua in parte fuoriesce attraverso le finestre ed in parte attraverso i muri.

Diversamente deve essere estratta dall'appartamento con sistemi meccanici attraverso condotti e tubazioni, come in alcuni casi d'edilizia moderna francese, costruita con sistemi di cemento armato prefabbricato.

E' importante quindi capire come e perché i materiali che compongono un muro devono essere permeabili al vapore.

Vediamo brevemente cosa succede al passaggio del vapore attraverso diversi materiali.

Se eseguiamo una finitura traspirante, (vedi schema a lato) ad esempio un intonachino di calce steso su di un intonaco di calce, applicato a sua volta su di un muro tradizionale di mattoni, **creiamo un sistema che funziona perfettamente sotto il profilo della migrazione di vapore attraverso il muro.**

La formazione di **sacche di acqua** (vedi schema a lato) nel rivestimento sintetico **porta a sviluppare nuove patologie**, prima non esistenti.

L'acqua sotto forma di liquido, al contrario del vapore acqueo, che è un gas, è **in grado di disciogliere i sali** contenuti normalmente nelle malte o nelle argille che compongono i mattoni.

**Questi sali**, veicolati dall'acqua verso la superficie **crystalizzeranno**, creando degradi che interesseranno prima il rivestimento esterno e successivamente l'intonaco stesso.



Nel caso di un **intonaco cementizio**, poco permeabile al vapore, applicato su di un muro antico (struttura generalmente molto permeabile al vapore) **si svilupperanno patologie simili alle precedenti**, che affioreranno in superficie anche dopo diversi anni, molto elevati di ma-

nutenzione straordinaria e restauro.

### Come misurare la permeabilità al vapore di un materiale.

Ogni materiale, quindi, ha una propria capacità nel far passare il vapore d'acqua, **o meglio, oppone più o meno resistenza al passaggio del vapore.**

Come dare un valore a questa resistenza. **Si è pensato di utilizzare come termine di paragone l'aria.** Però è importante che il rilievo sia fatto, per l'aria e per il materiale da controllare, nelle **stesse condizioni ambientali**, cioè con la stessa temperatura, la stessa umidità atmosferica e la stessa altitudine sul livello del mare. Sappiamo infatti che l'aria, se calda o fredda, se secca o umida, ha diversa capacità di opporre resistenza al passaggio del vapore.

Questa resistenza si chiama  $\mu$ , cioè la m greca.

$\mu$  è un numero puro perché è un rapporto: tra il materiale che prendiamo in esame e l'aria, ovviamente nelle stesse condizioni ambientali per i motivi appena espressi.

Vediamo la capacità di resistere al passaggio del vapore d'acqua di alcuni materiali e manufatti:

$\mu =$

**RESISTENZA  
ALLA DIFFUSIONE DI VAPORE  
OFFERTA DA UN MATERIALE**

---

**RESISTENZA  
ALLA DIFFUSIONE DI VAPORE OFFERTA  
DALL' ARIA NELLE MEDESIME CONDIZIONI**

<b>ALCUNI VALORI DI <math>\mu</math> PER MATERIALI COSTITUENTI SISTEMI MURARI</b>			
<b>Materiali</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b>Peso Specifico</b>	
<b>MURATURE</b>			<b>kg/mc</b>
Murature in mattoni pieni e malta di cemento	120		2.000
Murature in mattoni pieni e malta di calce	70		1.800
Murature in mattoni forati e malta di cemento	20		600 - 1400
Murature in pietra naturale e malta di calce	5 - 25		1300 - 2000
Murature in cemento armato	100 - 150		2.400
Murature in calcestruzzo alleggerito	50 - 100		800 - 1600
Murature in gasbeton	10 - 20		400 - 800
<b>MALTE E LEGANTI PER INTONACI</b>			<b>kg/mc</b>
Malta di calce	10		1.600
Malta di cemento	80 - 100		2.000
Malta di calce e cemento	20 - 70		1.800
Malta di calce e gesso	10		1.500
solo gesso senza sabbia	10		1.200
<b>FINITURE</b>			<b>kg/lt</b>
Rivestimento acrilico e polveri di quarzo	400 - 1800		1,70
Rivestimento in calce e polveri di marmo	7 - 15		1,70
Pittura acrilica	150 - 1600		1,50
Tinta a calce	7 - 10		1,30
Pittura silossanica (acrilsilossanica)	60 - 350		1,40
Tinta ai silicati di potassio	15 - 150		1,70

Però la **capacità di lasciar passare il vapore** di un manufatto **non dipende solamente dal  $\mu$  ma anche dallo spessore** del materiale che il vapore deve attraversare.

E' ovvio che più è grande lo spessore e più tempo ci mette a passare il vapore d'acqua.

Quindi la “traspirazione” di un materiale dipende direttamente dal  $\mu$  e dallo spessore del materiale stesso. Questa moltiplicazione  $\mu \times$  lo spessore del materiale (espresso in metri) porta ad un valore internazionalmente conosciuto come **Sd**.

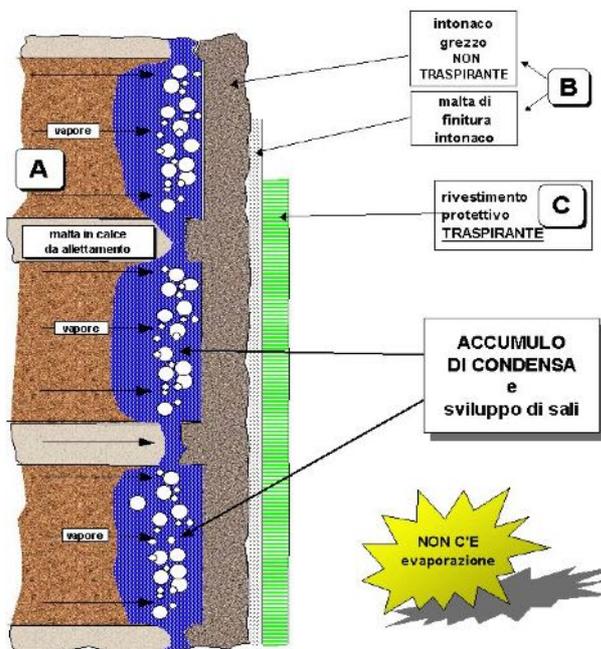
$$Sd = \mu \times s \text{ (in metri)}$$

**ESEMPIO:**

## INTONACO DI CALCE E SABBIA

$$\mu = 10 \times \text{Spessore (in metri)} \quad 0,02$$

$$Sd = 0,20 \text{ m}$$



PASSAGGIO DEL VAPORE D'ACQUA  
ATTAVERSO UN MURO CON  
INTONACO NON TRASPIRANTE

Luigi Vantangoli ©

A questo punto **potremo applicare su questo intonaco qualunque tipo di finitura**, senza creare barriere al passaggio di vapore, a condizione che l'Sd (e non il  $\mu$ ) di questa finitura **sia uguale o inferiore a 0,2 m**.

Consultando le schede tecniche dei prodotti siamo ora in grado di progettare un sistema murario che sia perfettamente in grado di lasciar passare il vapore senza creare tensioni di vapore tra i diversi materiali.

Ecco il motivo per cui, nel muro rappresentato nello schema a lato, l'intonaco cementizio, avendo un Sd maggiore del muro su cui è applicato (vedi schema a lato) provocherà, nel periodo a venire, dei sicuri danni e patologie.

Quando questo succederà, dipende assolutamente dalla differenza numerica dei due valori di Sd.

Se è molto alta vedremo problemi insorgere anche solo dopo pochi mesi. Se è minima, occorreranno anni **ma sarà purtroppo inevitabile**.

## CENNI STORICI

Perché i sistemi costruttivi del passato sono andati così bene da giungere fino ai giorni nostri superando ogni tipo d'avversità? E' ovvio come nell'antichità non esistessero laboratori che verificassero la qualità dei materiali e dei sistemi costruttivi.

**Vi era però il lento trascorrere del tempo.** I ritmi di vita erano molto più rallentati di quelli odierni, ed era normale saper aspettare qualche decennio per vedere i risultati di una nuova metodologia costruttiva.

Una volta trovati i sistemi migliori, si tramandavano naturalmente di generazione in generazione. L'impronta diversa era tutt'al più sul piano architettonico e decorativo, ma non a livello strutturale e tecnico.

Va ricordato, purtroppo che, nella storia, i maggiori impulsi a cercare sistemi tecnologicamente migliorativi, sono pervenuti sempre dalla scienza militare. Le imponenti fortificazioni del passato richiedevano sempre la massima espressione della scienza delle costruzioni.

Ancora oggi, la più rapida evoluzione della tecnologia proviene sempre dal settore militare e, successivamente, trasmessa al settore civile.

I sistemi murari tradizionali sono composti da blocchi, di pietra naturale o di cotto - in qualche caso anche mattoni crudi essiccati al sole - e da malta legante composta prevalentemente da calce aerea, sabbie varie e cotto macinato. Poi vedremo meglio le composizioni.

**Nella storia non sono quasi mai esistiti muri esterni che non fossero protetti dall'intonaco.**

Sin dalle origini i primi muri, costruiti con sassi ed argilla, erano protetti da strati d'argilla, spesso impastata con fibre vegetali o crine animali.

L'abitudine di proteggere le strutture portanti era tale che, **i greci prima ed i romani poi, erano soliti rivestire persino le superfici di marmo dei templi e delle statue esposte nelle piazze**, con piccoli strati a base di calce e polveri di marmo.

**Sui muri di mattoni, nell'antichità, si era soliti riportare uno strato di malta** composta da calce, sabbia e spesso anche granuli ottenuti dalla macinazione di coppi e mattoni - il famoso **cocciopesto**.

**Lo scopo** di questi progenitori degli intonaci, se così possiamo chiamarli, **era quello di proteggere le strutture portanti, in altre parole i muri esterni, dagli agenti atmosferici, sacrificandosi al loro posto.**

Per questo motivo oggi, nel restauro, si parla spesso di **superfici di sacrificio**.

Con il passare dei secoli, l'intonaco è andato sempre più raffinandosi nelle forme. Gli architetti non lo utilizzavano più solamente per proteggere le facciate, ma anche per inventare motivi architettonici che dessero valore e risalto alle facciate e quindi al fabbricato, plasmando finte colonne, finti marmi, false cortine murarie di mattoni a vista o finte zoccolature bugnate ad imitazione della pietra naturale.

La storia c'insegna che **un intonaco, per durare a lungo, dovrebbe essere applicato in diversi e piccoli strati**, e non in un solo ed unico.

Senza dover arrivare ai sette famosi strati prescritti da Vitruvio - il famoso architetto romano vissuto al tempo di Cristo che, per primo, scrisse tutte le regole dell'arte edificatoria raccogliendole in dieci libri - un buon intonaco deve essere realizzato in almeno tre strati, avendo cura di lasciare maturare ogni strato prima di procedere con il successivo:

- Un primo **rinzaffo sottile**, per creare un buon aggancio alla muratura.
- Un **arriccio**, cioè un riporto di malta grezza dallo spessore di circa 1 -2 centimetri, applicato sul primo strato dopo aver eseguito le guide, se occorrono. Questo sarà il vero corpo dell'intonaco.
- Una mano di **stabilitura sottile** 1-2 millimetri che servirà a compattare le superfici, rendendole più resistenti all'aggressione degli agenti atmosferici e pronte per ricevere le finiture colorate.



Lacerto di intonaco in terra cruda e paglia ricoperto successivamente da intonaco di calce

## I LEGANTI PER GLI INTONACI

I leganti degli intonaci tradizionali sono, in ordine di scoperta:

- **il gesso**
- **la calce aerea bagnata, cioè il grassello**
- **la calce idraulica artificiale (malta idraulica creata da un artificio dell'uomo)**
- **la calce idraulica naturale**
- **il cemento (prodotto composto da clinker e gesso e additivi)**
- **la calce idraulica sintetica (derivata dalla produzione di clinker)**
- **calce aerea in polvere, cioè la calce idrata**

### IL GESSO

E' l'unico legante minerale a Ph acido, circa 4,5. Tutti gli altri sono alcalini, Ph da 10 in poi. Messo quindi a contatto con il ferro lo corrode (la corrosione avviene sotto al Ph 9,7), a differenza della calce e il cemento che, essendo fortemente alcalini, lo proteggono.

In natura si trova sotto forme diverse, dai cristalli lenticolari alle rose del deserto. In Italia lo troviamo soprattutto in Emilia Romagna, Toscana, Sicilia.

Scaldato a 120° - 180° C. perde una molecola d'acqua e si chiama semidrato, noto commercialmente come gesso da stucco o gesso da modellatori.

Questo, miscelato con gesso crudo cristallino, tritato molto fine, dà origine alla scagliola.

Portando la cottura a 200° - 300° C., perde completamente l'acqua di cristallizzazione e si trasforma in anidride (utilizzata per alcuni intonaci moderni e sottofondi per pavimenti).

Gesso da stucco, Scagliola ed Anidride, impastati con l'acqua, fanno rapidamente presa riprendendosi le due molecole d'acqua e sviluppando un moderato calore.

Oltre i 500° C. si ottiene il gesso Idraulico, o gesso Bruciato, o gesso Morto.

Il Gesso è un prodotto molto igroscopico e con proprietà idrofile, cioè assorbe facilmente acqua, crescendo contemporaneamente di volume.

Deve quindi essere usato con molta cautela negli esterni, nelle parti umide e in ambienti che producono vapore.

### LA CALCE AEREA

Risale come scoperta a circa 6-7.000 anni orsono. Possiamo affermare che ha quindi subito un lungo collaudo dal tempo.

**La calce aerea si ottiene dalla cottura**, in forni continui e verticali dalla caratteristica forma di tino, **di calcare, il carbonato di calcio.**

La materia prima può essere costituita **da ciottoli di fiume** (che contengono normalmente più impurità - ma secondo alcuni luminari proprio queste impurità conferiscono maggiore qualità al grassello) **o da materiale di cava** (che dà origine appunto ad una calce più pura).



## LA COTTURA LO SPEGNIMENTO E LA STAGIONATURA

**La cottura in forni a legna garantisce una cottura a temperature idonee, data la bassa emissione di calorie del combustibile**, e per questo motivo è preferita, se non addirittura pretesa, dalle Soprintendenze ai Beni Architettonici ed Ambientali italiane.

Il **Carbonato di Calcio** ( $\text{CaCO}_3$ ), **nella fase di cottura**, perde circa il 30% di peso e aumenta leggermente di volume, **diventando Ossido di Calcio** ( $\text{CaO}$ ), **cioè calce viva**. Il nome deriva dal fatto che il sasso cotto, lasciato anche solo esposto all'aria, perde la sua forma diventando lentamente polvere.

La cottura, in forni a legna, avviene tra i  $900^\circ$  ed i  $1.100^\circ$  C.; in forni industriali a metano, carbone o gasolio può arrivare anche a  $1.250^\circ$  -  $1.300^\circ$  C., con il rischio però di snaturare il prodotto finito.

Lo spegnimento della calce viva avviene in una specie di grossa betoniera, chiamata "ciclone" dove viene introdotta anche l'acqua necessaria allo scopo. L'**Ossido di calcio** si trasforma così in **Idrossido di calcio**, cioè in **Calce Spenta** ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

Durante l'azione di spegnimento avviene una reazione chimica esotermica, che produce cioè calore, circa  $150^\circ$  C.

Se aggiungiamo invece alla calce viva solo l'acqua necessaria per spegnerla chimicamente, si dice in modo *stechiometrico*, otteniamo la **Calce Aerea Idrata in polvere**.

La **differenza che c'è tra** la calce aerea in polvere, **la calce idrata (attenzione: idrata e non idraulica)**, e quella bagnata, **il grassello**, è nel **diverso contenuto di acqua**.

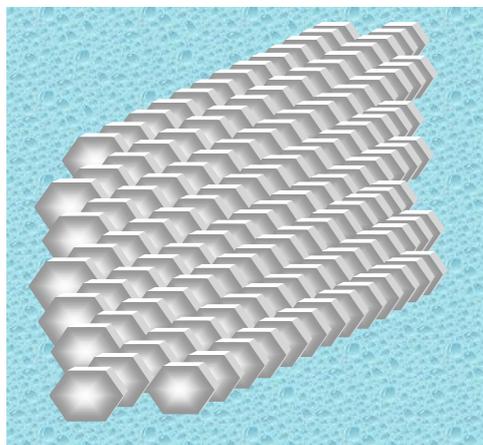
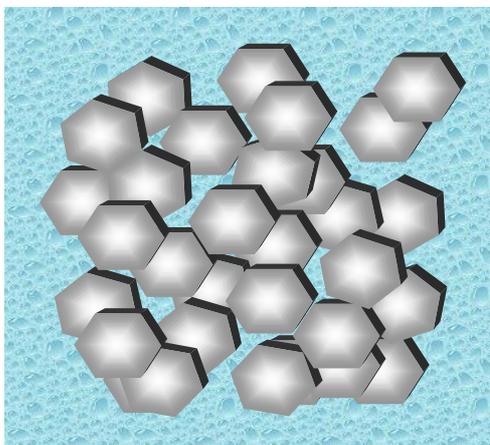
Se, infatti, continuiamo ad immettere acqua, otteniamo il **Grassello di Calce aerea**. Il Grassello è poi posto in vasche o buche a stagionare.



Durante la stagionatura non avviene alcun cambiamento chimico, ma solo fisico. I cristalli dell'Idrossido di Calcio, cioè del grassello, che hanno una forma esagonale, da una situazione di grande disordine, si dispongono, gradualmente e lentamente, in tante file parallele, come tanti salsicciotti posti uno accanto all'altro.

A questo ordine microfisico corrisponde un materiale più compatto e tenace, molto più lavorabile con l'attrezzo, rispetto al grassello non stagionato.

Il buon Vitruvio, circa 2.000 anni fa, prescriveva una stagionatura del grassello di 7 anni, prima dell'utilizzo.



## LA PRESA E L'INDURIMENTO DELLA CALCE AEREA

La calce aerea bagnata, cioè il grassello, fino a quando non è a contatto con l'aria, non attiva alcun processo di presa ed indurimento. Una volta posta in opera invece, **venendo a contatto con l'aria, o meglio, con l'Anidride Carbonica** che è nell'aria, si attiva prima la presa (paragoniamola alla nascita) e poi il processo di **indurimento (che definiamo la vita), chiamati Carbonatazione**.

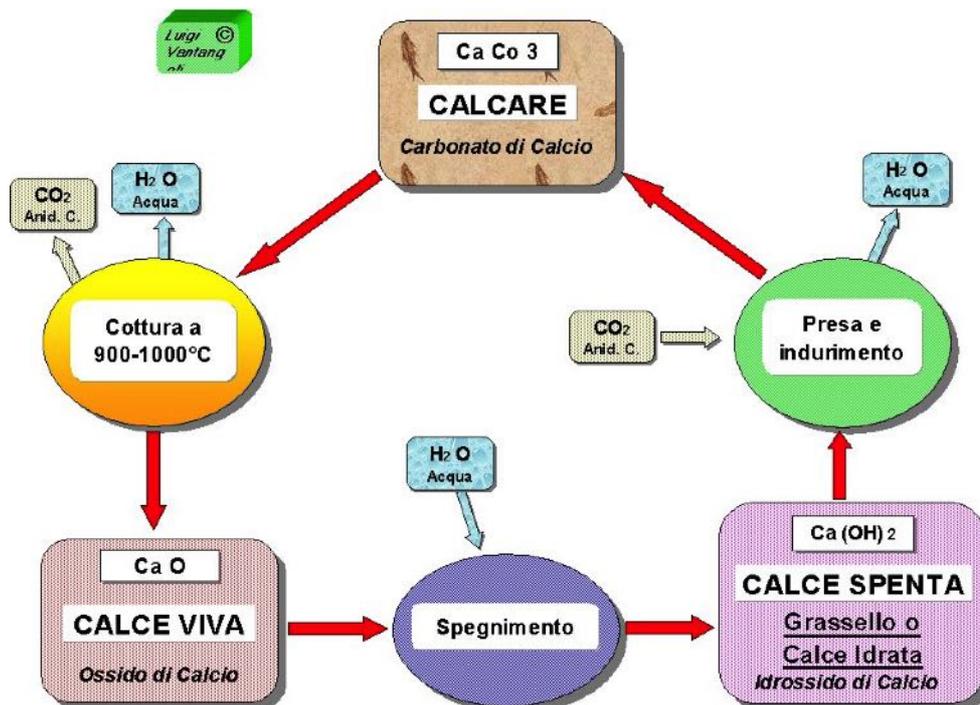
Il processo di carbonatazione è molto lento in quanto, **per ottenere 100 chili di calce carbonatata - cioè il Carbonato di Calcio o Calcere** dal quale si era partiti per ottenere la calce -, **occorrono 63 Kg d'Idrossido di Calcio (cioè di grassello) e ben 37 Kg d'Anidride Carbonica**.



Se pensiamo che, nell'aria, l'Anidride Carbonica è presente in percentuale bassissima, solo nella misura dello 0,03%, possiamo spiegarci la lentezza di questo fenomeno.

Abbiamo quindi visto come l'uomo, in una delle maggiori e meravigliose scoperte che abbia mai fatto, sia stato in grado di trasformare la roccia, plasmandola e facendola tornare ancora roccia. Un vero miracolo!

### *Il ciclo vitale della calce aerea*



## LE CALCI IDRAULICHE

Come tante scoperte avvenute per caso (in realtà non molto per caso, visto che questa invenzione della malta idraulica artificiale risale agli assiro-babilonesi 6.000 anni orsono), gli antichi romani videro che, aggiungendo al grassello di calce aerea una sabbia d'origine vulcanica, tipica dell'Italia Centrale, **la pozzolana**, la calce aerea stessa subiva una reazione diversa dal solito, molto più veloce. **La malta** confezionata in questo modo **induriva con la stessa acqua contenuta nel grassello, senza dover attendere di essere esposta all'aria.**

Era nata la calce idraulica, che chiameremo **la calce idraulica artificiale.**

Cosa rende idraulica la malta di calce aerea? **Sono elementi acidi**, provenienti dal sottosuolo attraverso le eruzioni vulcaniche, **come l'Ossido di Silice, l'Ossido di Alluminio, l'Ossido di Ferro** ecc. che, miscelati con la calce aerea spenta, **danno origine a reazioni chimiche idrauliche.**

Da quel momento in poi lo sviluppo delle grandi opere edili subì un'accelerazione enorme. **Finalmente si potevano fare getti di calcestruzzo anche di grande spessore, perché il legante faceva presa e induriva contemporaneamente sia in superficie sia in profondità.**

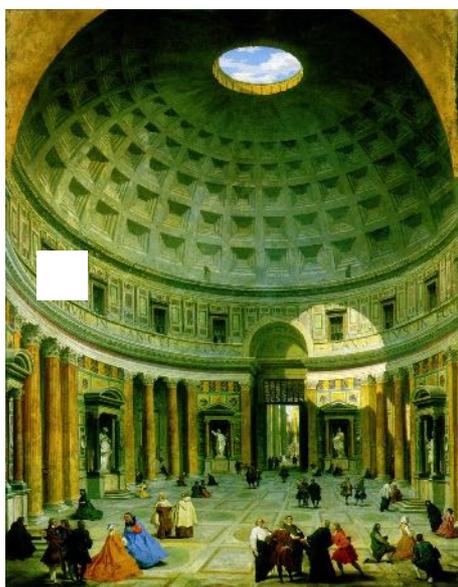
Nella storia edificatoria si è utilizzato, per la composizione di malte e calcestruzzi, **anche uno strano inerte artificiale che, in realtà, non è assolutamente inerte dal punto di vista chimico.** Reagisce, infatti, con la calce aerea, mettendole a disposizione quegli **stessi elementi acidi** che abbiamo appena visto, cioè gli ossidi di silice, alluminio e ferro.

E' il famoso **Cocciopesto**, cioè l'argilla cotta (cotto=coccio) e successivamente frantumata (pesto).

Ebbene sì, **possiamo creare una calce idraulica artificiale (la giusta denominazione è: malta idraulica artificiale) se al grassello aggiungiamo il cocciopesto**, al momento del confezionamento in cantiere.

Questa scoperta ha permesso agli antichi Romani di edificare con il calcestruzzo in tutta Europa, dal momento che l'argilla - materia prima necessaria per ottenere il cotto - e il calcare - materia prima da cui si ottiene la calce aerea - sono presenti in ogni Paese, a differenza della pozzolana (presente solo in una regione tedesca).

Con calcestruzzo composto da calce, cocciopesto, pozzolana ed inerti vari si è costruito, millenovecento anni orsono, il Pantheon di Roma, progettato per essere luogo di cure termali e poi monumento funerario di imperatori e re, che ha una volta di ben quarantatré metri di diametro, uno in più di San Pietro. Il calcestruzzo dei muri del Pantheon, oggi, dopo quasi 2.000 anni, ha raggiunto resistenze a compressione che si aggirano tra i 500 ed i 900 kg/cmq.



Lo stesso Colosseo ha inferiormente un anello di fondazione dalla larghezza di circa 50 m e dall'altezza di oltre 10 m.

Su 100.000 km di strade realizzate nell'Impero Romano ben 20.000 avevano un sottofondo in calcestruzzo.

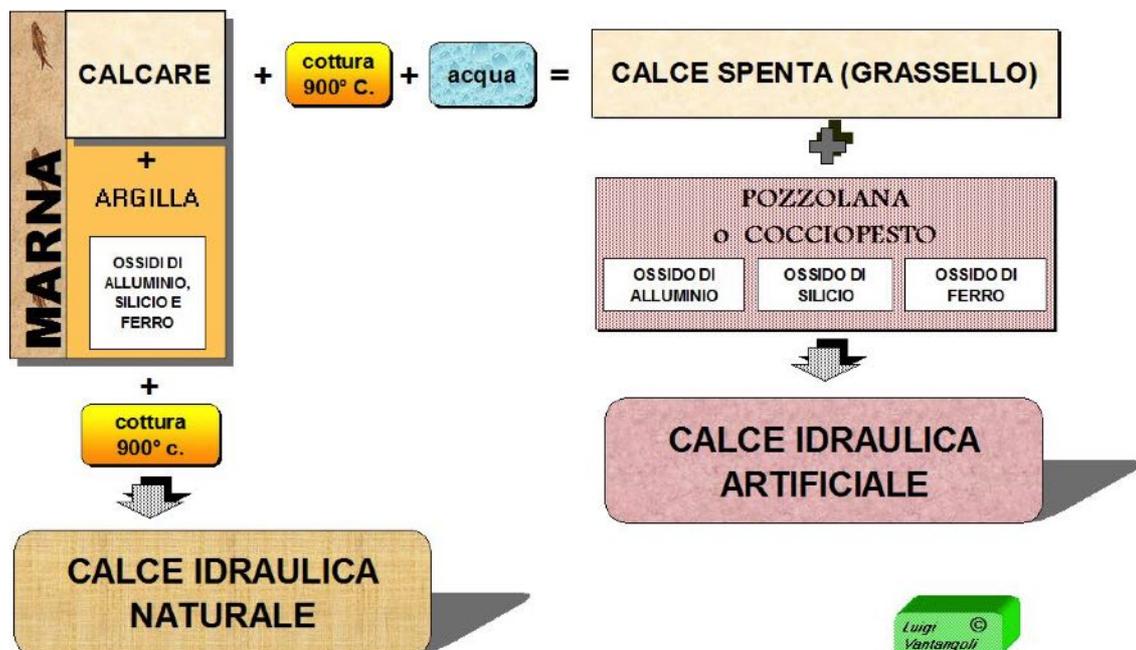


In epoche successive i Romani scoprirono cave e miniere di calcare di colore più scuro, non più bianco, da cui ricavavano una calce che, cotta nel solito modo, dava però origine ad un legante che faceva presa ed induriva direttamente con l'acqua e non più con l'aria.

In pratica, questo calcare aveva imprigionato in sé dell'argilla nel momento del raffreddamento della crosta terrestre, all'epoca del quaternario, dando origine a "marne argillose", che offrono naturalmente la miscela di calcare e argilla, materia prima per ottenere una buona calce idraulica.

E' la **Calce Idraulica Naturale**, la famosa *calce mora*, *calce albazzana*, ecc., che ebbe sempre più utilizzo nel Medio Evo, fino a diventare il legante preferito dei grandi architetti del Rinascimento, Palladio in testa.

Sul mercato troviamo anche calci idrauliche naturali bianche; queste, di origine francese e spagnola, derivano da cotture di rocce contenenti **caolino**, un'argilla bianca particolare.



La calce idraulica sintetica (detta anche "plastificata") è invece nata con l'avvento del cemento, ed è ottenuta sfruttando gli scarti di produzione del clinker. E' quella calce presente in tutti i moderni cantieri e conosciuta

per le scarse qualità meccaniche. Di solito viene usata come additivo del cemento nelle malte bastarde, per rallentare un po' i tempi di presa del cemento e diminuire la rigidità che assumerebbe il manufatto, ma che non è possibile utilizzare da sola come legante, in quanto inconsistente.

E' una "finta calce", sottoprodotto della produzione di clinker, spesso additivata con un pizzico di cemento e di gesso per conferirle un minimo di potere legante.

L'enorme differenza che c'è tra questa calce e quella vera, cioè l'idraulica naturale, è che entrambe esprimono basse resistenze meccaniche a 28 giorni dalla posa ma, mentre quella vera continua l'indurimento nei mesi e anni successivi (fino a raggiungere resistenze simili a quelle del cemento), quella plastificata mantiene, per tutta la sua vita, quelle scarse qualità meccaniche.

### LA CLASSIFICAZIONE DELLE CALCI IDRAULICHE SECONDO IL CONTENUTO DI ELEMENTI IDRAULICIZZANTI

CALCI	I Indice di idraulicità	% DI ARGILLA	PRESA
		(in misc.)	GG.
DEBOLMENTE IDRAULICHE	0,10 - 0,16	5,3 - 8,2	15 - 30
MEDIAMENTE IDRAULICHE	0,16 - 0,31	8,2 - 14,8	7 - 11
PROPRIAMENTE IDRAULICHE	0,31 - 0,41	14,8 - 19,1	4 - 7
EMINENTEMENTE IDRAULICHE	0,41 - 0,52	19,1 - 21,8	4
CALCI LIMITI: CEMENTO A P.L.	0,52 - 0,65	21,8 - 26,8	4
CEMENTO A P.R.	0,65 - 1,28	26,8 - 40	4

dove I =	Silice + Allumina	
	Ossido di Calcio	

### LE NORMATIVE EUROPEE SULLE CALCI

Nel 2002 sono state emanate nuove normative europee per la classificazione dei leganti e malte da costruzione, le UNI EN 459. In Italia assumono la denominazione UNI EN ISO 459.

Nel caso particolare delle calci si è cercato di porre maggiore chiarezza sul contenuto e sul modo di essere prodotte. Una volta adottate da tutti i produttori e marchi presenti in Italia, si potrà porre fine all'inganno e confusione che ha determinato l'introduzione nel mercato, negli anni '70, della famosa calce idraulica plastica, materiale che nulla ha a che vedere con la vera calce e che non è altro che una sottoprodotto del clinker.

In particolare, potremo sapere che una calce idraulica, quando porterà in aggiunta alla sigla NHL (Natural Hydraulic Lime) la lettera Z, sarà una calce idraulica naturale con un'aggiunta di elementi idraulicizzanti (non viene però distinto se naturali o sintetici) massima del 20%.

La considerazione amara di fondo è che nelle commissioni che hanno elaborato le nuove norme non erano presenti produttori di sale calce naturale ma solo produttori di clinker e cementi.

## UNI EN 459-1:2002

### Cap. 3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma europea, si applicano i termini e le definizioni seguenti [per ulteriori informazioni vedere appendice A (informativa)].

#### 3.1 calce

: Materiale che comprende tutte le forme fisiche e chimiche sotto le quali possono presentarsi gli ossidi di calcio e/o magnesio (CaO e MgO) e/o gli idrossidi [Ca(OH)<sub>2</sub> e Mg(OH)<sub>2</sub>].

#### 3.2 calci da costruzione

: Calci utilizzate nel campo delle costruzioni edilizie e dell'ingegneria civile. Includono tutti i tipi indicati nel prospetto 1.

#### 3.3 calci aeree 1)

: Calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio che induriscono lentamente all'aria reagendo con l'anidride carbonica atmosferica. Generalmente non induriscono sotto l'acqua perché non possiedono proprietà idrauliche. Possono essere calci vive (3.4) o calci idrate (3.5).

#### 3.4 calci vive (Q)

: Calci aeree costituite prevalentemente da ossido di calcio e ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Le calci vive sono vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato. Esse includono calci calciche (3.6) e calci dolomitiche (3.7).

#### 3.5 calci idrate (S)

Calci aeree, calci calciche o calci dolomitiche ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

#### 3.6 calci calciche (CL)

: Calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio senza alcuna aggiunta di materiali idraulici o pozzolanici.

*Nota: Le calci di conchiglie sono calci calciche idrate, ottenute mediante calcinazione di conchiglie e successivo spegnimento. Le calci di carburo sono calci calciche idrate ottenute come sottoprodotto nella produzione dell'acetilene dal carburo di calcio.*

#### 3.7 calci dolomitiche (DL)

: Calci costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio senza alcuna aggiunta di materiali idraulici o pozzolanici.

#### 3.8 calci dolomitiche semi-idrate

: Calci dolomitiche idrate consistenti principalmente in idrossido di calcio e ossido di magnesio.

#### 3.9 calci dolomitiche idrate

: Calci dolomitiche idrate costituite principalmente da idrossido di calcio e idrossido di magnesio.

#### 3.10 calci idrauliche naturali (NHL)

##### 3.10.1 calci idrauliche naturali

: Calci prodotte dalla cottura di calcari più o meno argillosi o silicei, con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento con o senza macinazione.

Tutte le NHL hanno la proprietà di far presa e indurire sotto l'acqua. L'anidride carbonica atmosferica contribuisce al processo di indurimento.

##### 3.10.2 calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (Z)

Per le NHL vedere 3.10.1. I prodotti speciali che possono contenere aggiunte di idonei materiali pozzolanici o idraulici, fino al 20% in massa, sono contrassegnati con l'aggiunta di "Z".

#### 3.11 calci idrauliche (HL)

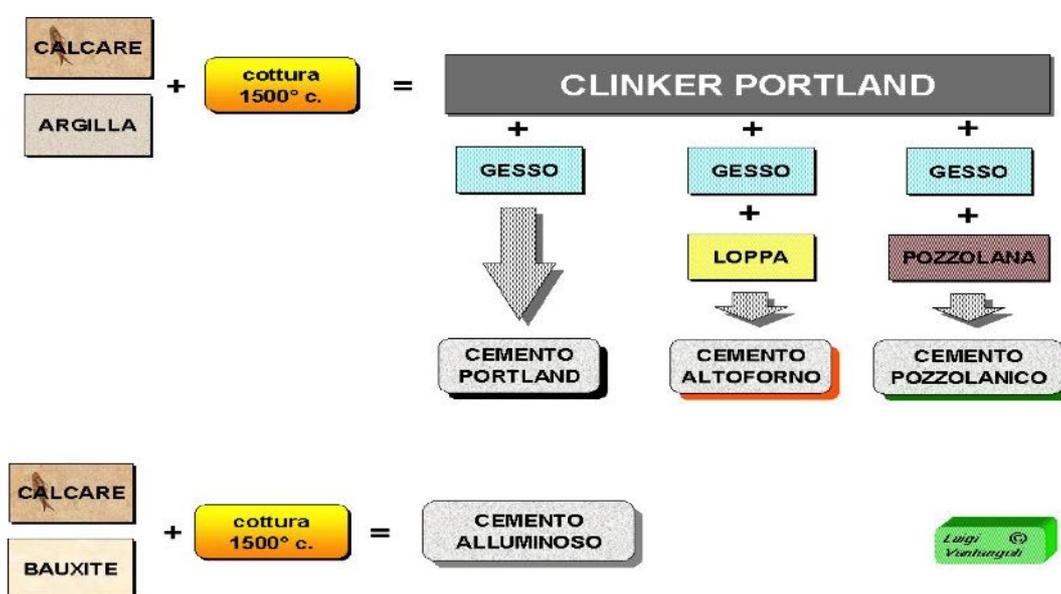
: Calci costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Queste calci possiedono la proprietà di far presa e indurire sotto l'acqua. L'anidride carbonica atmosferica contribuisce al processo di indurimento.

## IL CEMENTO

Brevettato nel 1824 da un ingegnere inglese, un certo Joseph Aspdin, è una miscela di clinker, materia prima ottenuta dalla cottura di Calcare miscelato con argille, in forni continui ed a temperature attorno ai 1.500° C, e additivato successivamente con altri elementi.

Il Clinker prodotto dalla cottura viene ancora miscelato con altri elementi, quali gesso, pozzolana e loppa di scarto della produzione della ghisa per dare origine rispettivamente ai Cementi Portland, Cementi Pozzolatici e Cementi d'Altoforno. Una diversa strada è utilizzata per fabbricare il Cemento Alluminoso, quello espansivo, ottenuto dalla cottura di Calcare miscelato alla Bauxite, il minerale da cui si ricava l'alluminio.

La nota rigidità degli intonaci cementizi (elemento estremamente negativo per un manufatto esterno sottoposto a escursioni termiche che raggiungono anche i 60° C. nel corso dell'anno) e la scarsa traspirazione ( $\mu$  superiore di circa 10 volte!), e la forte alcalinità che fa scatenare correnti elettriche tra muro e intonaco, hanno provocato un insieme di problematiche che però, data la diffusione massiccia nel mercato, di tali prodotti, vengono



recepiti come “normalità”.

Altri elementi che differenziano in negativo gli intonaci di Cemento da quelli di Calce sono:

- **Pigroscopicità**, cioè la capacità di trattenere l'acqua assorbita.
- **La notevole rigidità** (modulo elastico 30 volte superiore)
- **La massa molto più elevata a cui corrisponde però minore capacità termica** (disperdono il calore più rapidamente).
- **La capacità di creare corrente elettrochimica con il muro** (differenze di Ph maggiori con il muro rispetto agli intonaci di calce); solitamente si sviluppano circa da 300 a 500 mv di corrente continua nell'interfaccia intonaco/muro che richiamano acqua in continuazione.
- **La minore permeabilità al vapore** (rapporto di circa 1 a 10).

**Per questi motivi gli intonaci di calce naturale durano più a lungo degli intonaci cementizi!**

Ormai abbiamo la consapevolezza che il cemento (grande invenzione da non disconoscere in assoluto), negli intonaci, produce solo effetti negativi e patologie che, prima, per circa 6000 anni gli intonaci stessi non avevano mai conosciuto. L'unica ragione che ha determinato il suo ingresso nella composizione degli intonaci moderni è perché permette di realizzare gli intonaci più rapidamente, contenendo i costi della manodopera, che sono purtroppo sempre più elevati.

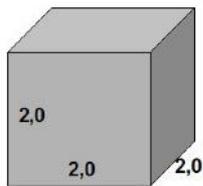
## GLI INERTI

La loro pulizia, la composizione, la loro forma e la miscelazione fra le varie dimensioni sono determinanti, ripetiamo DETERMINANTI, per ottenere malte e calcestruzzi di qualità.

Pensate che il buon Vitruvio prescriveva di lavarli almeno tre volte e con cura prima del loro utilizzo!

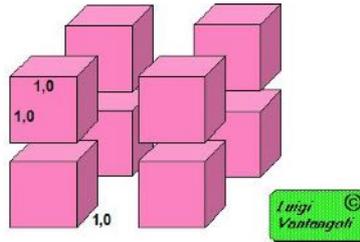
Gli inerti possono essere prelevati dal fiume o dalla cava.

I primi sono tondeggianti e danno origine a malte più lavorabili, i secondi invece spigolosi perché provengono dalla frantumazione di pezzi più grandi, e danno origine a malte con maggiori resistenze meccaniche.



$$V = 2 \times 2 \times 2 = 8$$

$$S = 2 \times 2 \times n.6 = 24$$

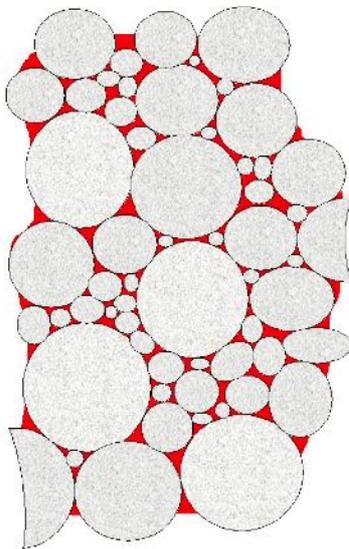


$$V = 1 \times 1 \times 1 \times n.8 = 8$$

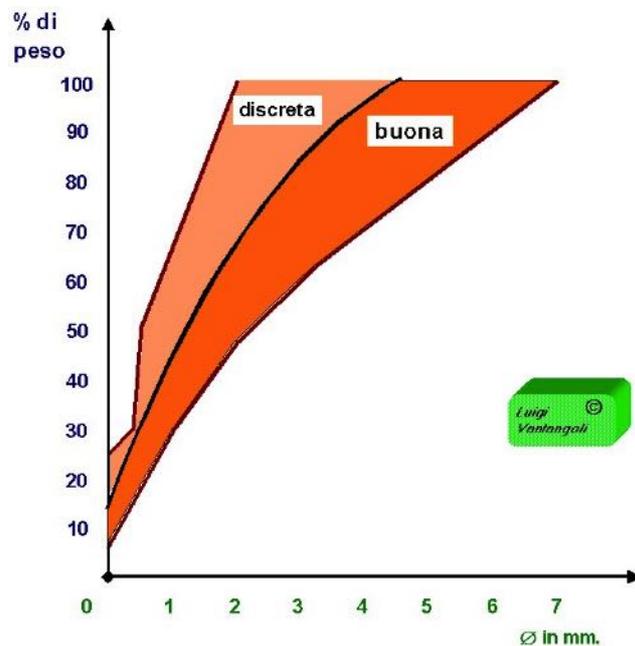
$$S = 1 \times 1 \times n.6 \times n.8 = 48$$

La dimensione dell'inerte utilizzato nelle malte è fondamentale per ottenere un prodotto di buona qualità. Inerti piccoli richiedono maggiori quantità di legante: vediamo, infatti, che se compariamo **un granulo** dalle dimensioni ipotetiche di **2 millimetri per lato**, che avrà quindi un **volume di 8 millimetri cubi ed una superficie di 24 millimetri quadrati**, con **otto granuli dalle dimensioni di 1 mm per lato**, a parità di volume, cioè 8 mmc, **la superficie raddoppia, diventando 48 mmq** e richiedendo quindi molto più legante per creare la stessa coesione.

E' fondamentale quindi ottenere una buona curva granulometrica, cioè la giusta miscelazione fra diverse dimensioni di inerti, per ottenere un impasto dalla consistenza e dalle caratteristiche omogenee e migliori. Gli inerti piccoli andranno infatti a colmare i vuoti fra gli inerti più grossi, diminuendo le superfici da ricoprire con il legante.



Una malta da intonaco, composta **senza curva granulometrica**, sarà una malta di **difficile lavorabilità**, e **dai ritiri incontrollati ed eccessivi**. In casi estremi può arrivare anche a distaccarsi dal muro nei giorni seguenti l'applicazione.



**GRANULOMETRIA  
DEGLI INERTI  
PER UNA MALTA DI CALCE**

## LE MALTE DA MURO E DA INTONACO

Bene, visti i leganti e gli inerti - o aggregati che siano – ora sappiamo come comporre le malte.

Le malte, dopo aver assolta la funzione di allettare i componenti di una muratura tradizionale, sono state usate per proteggere dagli assalti del tempo le strutture murarie stesse.

Inizialmente si apportava un piccolo strato di malta, che poteva essere composta da calce aerea e polveri di marmo, o da calce aerea e frammenti di cocchiopesto – come da ritrovamenti sui resti delle mura di Cartagine dei Fenici - .

Questo piccolo strato ha assunto nella storia il nome generico di **Strato di sacrificio**. Infatti, si sacrificava per salvare la struttura portante dell'edificio, la cortina muraria.

Ma, ripetiamo, lo strato di sacrificio non ricopriva solo i muri di mattoni o pietra, ma anche i bellissimi templi greci e romani (ne è stata trovata traccia sulle colonne della Valle dei Templi di Agrigento, ricostruite per anastilosi, nelle parti rimaste sepolte dal terreno per secoli).



Cioè gli antichi avevano capito, meglio di noi, che la manutenzione preventiva comportava una miglior preservazione dell'edificio nel tempo.

Gli architetti militari romani, sugli edifici importanti, prescrivevano i futuri interventi di manutenzione (dai 15 ai 30 anni circa) già nel momento in cui terminavano e consegnavano le opere.

I marmi bianchi dell'antichità venivano sovente ricoperti da scialbi composti da grassello, polveri di marmo e, guarda caso, pigmenti colorati. Già, perchè anche nel passato, il colore era considerato energia e comunicava significati importanti di vita. Tutti sappiamo che il Partenone era colorato, così come lo erano anche le state equestri nelle piazze dell'antica Roma.



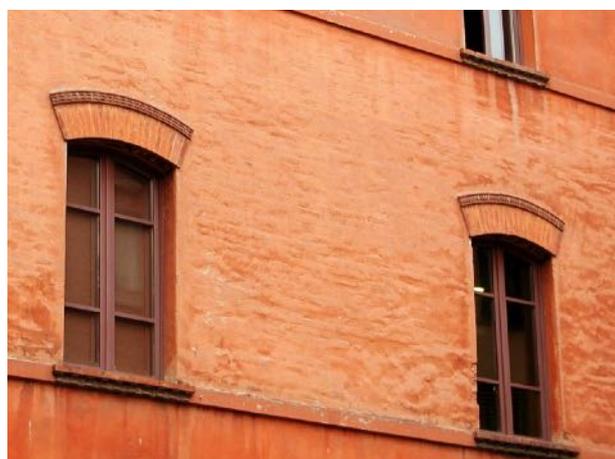
Nel tempo poi questo semplice strato di sacrificio è andato raffinandosi.

Tecniche antiche, riprese anche nel Rinascimento, portavano a rivestire le cortine murarie con un leggero strato di calce e polveri di cocchiopesto che, uniformando cromaticamente i diversi colori delle cor-

tine murarie, le lasciava ancora intravedere. Questa tecnica, sviluppata in diversi modi e in tutto il territorio italiano, è detta della **Sagramatura**.

Ingrossando un po' lo strato di sacrificio gli operatori videro che potevano nascondere le eventuali imperfezioni della cortina muraria, creare superfici architettoniche, giocare, ingannare con false superfici e colori.

**Era nato l'Intonaco.**



Vedete come, per gioco e per necessità - spesso le imprese erano costrette a risparmiare anche allora - gli applicatori di intonaci e rifinitori di superfici si siano divertiti a creare le finte facciate di mattoni in faccia a vista, i finti marmi.



In ogni caso rimaneva ben presente e lucido il concetto che questo strato corticale serviva a proteggere i muri sottostanti, e non a portarli, come si fa quasi oggi. Il muratore classico di oggi pensa: un buon intonaco deve essere forte e duro per resistere, e quindi esagera con il cemento.

Niente di più sbagliato. Il cemento crea una massa troppo pesante e non fa passare il vapore del muro, come abbiamo già visto, ma, soprattutto, il cemento è rigido. E' assurdo mettere un materiale molto rigido all'esterno, dove le sollecitazioni dovute alle escursioni termiche provocano dilatazioni e movimenti.

Che senso ha avere un intonaco con resistenze alla compressione superiori ai 100 kg/cm<sup>2</sup> quando la fondazione di un palazzo antico "lavora" a 3-4 kg/cm<sup>2</sup>!

La conseguenza è un insieme di patologie che porteranno poi ad un veloce degrado dell'intonaco stesso e, cosa ancora più grave, anche della muratura sottostante.

Ancora più evidente è il problema degli spacchi e distacchi se applichiamo un intonaco cementizio su di un muro vecchio o antico che, per sua natura, è una struttura "morbida ed elastica".

Quando si risarcisce e protegge un muro antico è importante intervenire quindi con malte che abbiano la composizione uguale o simile per caratteristiche fisico-chimiche a quelle originali. Ricostruire una parte di muro antico con il cemento è come fare un trapianto di pelle utilizzando una lamiera di ferro, invece che altra pelle.

## **TECNICHE APPLICATIVE DEGLI INTONACI A CALCE**

### **Preparazione del supporto vecchio**

La parete da intonacare deve essere ben pulita, esente da problemi di umidità per risalita capillare e da sali. Eventuali tracce di gesso devono essere rimosse completamente o quantomeno per diversi centimetri di profondità verso l'interno del muro.

Le parti di muro che devono essere risarcite, perché labenti o ammalorate, saranno ricostruite con la stessa malta di calce utilizzata per gli intonaci. Questa malta ha infatti caratteristiche fisico-chimiche molto simili od uguali a quella originale impiegata per costruire il muro.

Intervenendo in questo modo, evitiamo di procurare danni ed innescare future patologie ad un muro, come ad esempio lo sviluppo di sali, cosa invece che succede facilmente quando impieghiamo malta cementizia per riparare vecchi muri. Il cemento venduto oggi contiene quasi sempre dei sali che derivano dalle impurità delle materie prime impiegate per la produzione.

La malta cementizia è notoriamente molto rigida e non si adatta a vecchie strutture costruite con malta di calce e sabbia o addirittura terra, molto più elastica e traspirante.

## **Preparazione del supporto nuovo**

Nel supporto nuovo cureremo la pulizia delle superfici con una veloce passata di spazzola o scopa, soprattutto per eliminare eventuali efflorescenze saline, e procederemo all'operazione di bagnatura con acqua ben pulita, abbondando sempre nella stagione calda.

## **Miscelazione dei materiali**

Il contenuto del sacco va svuotato in una betoniera, mescolato per pochi minuti per omogeneizzarlo e renderlo plastico, ed essere applicato con facilità.

Evitare l'uso della molazza perché la miscelazione in questa macchina macina gli inerti, rompendone la curva granulometrica e modificandone le caratteristiche fisico-meccaniche.

Se vogliamo rendere idraulica la malta di grassello e sabbia, non dobbiamo far altro che aggiungere la polvere di cocciopesto. Come abbiamo visto in precedenza, l'aggiunta del cocciopesto, che in questo caso potrà variare tra i due ed i sei chilogrammi per ogni confezione da venticinque chili di calce, provoca una reazione che trasforma la calce aerea in calce idraulica.

Questa additivazione è sempre consigliata quando ci si trova davanti a superfici poco consistenti, come muri antichi, oppure difficili per l'aggrappaggio, quali il cemento armato.

L'additivazione con cocciopesto alla malta di grassello è necessaria anche quando è molto freddo e umido, condizioni queste che di solito inibiscono la presa e l'indurimento della calce aerea, rallentandoli notevolmente.

Un altro modo per accelerare la presa, durante la stagione fredda, della malta di calce che utilizzeremo per realizzare spigoli e fasce, ma da usare però con molta cautela e attenzione, è quello di additivare il contenuto del sacco di malta grezza con qualche cazzuola di calce idraulica naturale. Questa piccola additivazione è più che sufficiente per far indurire fasce e spigoli nel giro di poche ore, permettendo agli applicatori di lavorare senza avere tempi morti.

La omogeneizzazione del materiale è ottenuta con pochi giri di betoniera.

Quando il materiale è pronto, resta attaccato alla cazzuola rovesciata e sviluppa tutte le caratteristiche di plasticità e lavorabilità intrinseche.

Una volta omogeneizzata la malta in betoniera, possiamo applicarla sia a mano sia con le macchine in dotazione alle squadre specializzate. Questo è possibile grazie alla elevata plasticità e fluidità, naturale, della malta di calce, caratteristiche che vengono invece conferite alle malte cementizie moderne con la massiccia introduzione di additivi plastificanti, aeranti, fluidificanti, ecc.

## **MALTE COMPOSTE IN CANTIERE CON CALCE IDRAULICA NATURALE E INERTI**

La calce idraulica naturale si presenta in polvere e deve essere miscelata in betoniera con gli inerti ben puliti ed in opportuna curva granulometrica. Evitare l'uso della molazza. Il rapporto di miscelazione è di circa 3 – 4 quintali di calce per metro cubo di sabbia, dipende dall'utilizzo della malta, dalla dimensione e dalla pulizia degli inerti. In volume il rapporto è di 1 a 3, come già scriveva il Vitruvio circa 2.000 anni orsono. Se si utilizzano inerti fini il rapporto può scendere a 1 : 2.

Il tempo giusto di omogeneizzazione si ha quando la malta resta attaccata alla cazzuola rovesciata.



## **L'applicazione**

### **1. Il rinzaffo**

Come già dicevamo, è importante applicare un primo rinzaffo sottile alla parete da intonacare. Se ritenuto necessario, secondo le proprie abitudini, solo però per questa fase applicativa, è possibile aggiungere acqua nell'impasto per renderlo più liquido. Altrettanto importante è bagnare il muro prima di cominciare il lavoro, abbondantemente se si è in stagione calda e ventilata.

Il rinzaffo serve come mano d'aggancio al supporto e, lasciandolo maturare (normalmente sono sufficienti 24 ore), elimina i diversi assorbimenti del supporto quando questo è eterogeneo.



### **2. I punti, le guide e gli spigoli**

Terminato il rinzaffo è molto importante attendere la perfetta essiccazione dello stesso prima di procedere alle successive lavorazioni. La malta di calce infatti privilegia l'adesione del successivo strato su quello applicato in precedenza già essiccato, a differenza della



**malta cementizia** che deve essere assolutamente attaccata allo strato precedente (ricordiamo che il cemento termina la presa in sole tre ore).



mentre questo è ancora umido

I tempi per la essiccazione variano secondo l'assorbimento del supporto e le condizioni atmosferiche. Diciamo che possono variare tra le poche ore in piena estate ad un giorno o due nella stagione fredda e umida.

Ma attenzione! Se siamo in piena estate ed in giornate ventilate, prima di procedere alla seconda mano di malta (l'arriccio) possiamo e, anzi, dobbiamo bagnare con acqua la superficie del primo rinzaffo.

### **3. L'arriccio**

Realizzati i punti, le guide e gli spigoli possiamo procedere ora all'arriccio, riportando uno spessore di uno o due centimetri per volta, per riempire gli spazi tra una guida e l'altra con l'ausilio di una staggia di alluminio, spinta dal basso verso l'alto ed in movimento sincrono, toglieremo l'eccesso di spessore rispetto al piano ideale creato dalle fasce.

E' possibile realizzare anche grossi spessori - anche otto o dieci centimetri - lavorando per mani successive da uno o due centimetri di spessore per volta, lasciando però maturare ogni strato da 1 a 3 – 4 giorni, dipende dalla stagione. In questo modo si possono realizzare betoncini armati di consolidamento strutturale senza usare cemento.

Dopo alcune ore, se si vuole, è possibile compattare le superfici con un frattazzo di legno o graffiare la superficie con il “rabbot” (*rabbottare*).

La malta **di calce aerea** rimasta alla sera può essere ancora utilizzata con tranquillità il giorno seguente, a condizione che sia protetta dall'aria. Anche nel caso di applicazione a macchina, non dovremo procedere al loro svuotamento ogni sera: sarà necessario solamente mettere la spingarda dentro un secchio di acqua e ricoprire la macchina con un nainon. La mattina seguente la macchina ripartirà subito, risparmiando costosi tempi di attesa e di pulizia.

La malta grezza di calce idraulica naturale, in normali condizioni di temperatura e umidità dell'aria, può essere utilizzata per diverse ore dopo la miscelazione in betoniera. Qui è opportuno lo svuotamento della macchina alla sera.



#### **4. La rifinitura**

Terminato l'arriccio, dovremo attendere alcuni giorni prima di applicare la mano di stabilitura, detta anche colletta, velo, secondo la regione. Questo intervallo è indispensabile per permettere all'intonaco la prima maturazione. Durante questa prima maturazione si verificherà un calo di volume fisiologico dell'intonaco grezzo. L'acqua contenuta nella malta infatti evaporerà, lasciando dei vuoti.

Dobbiamo impedire una evaporazione troppo veloce dell'acqua e quindi, se siamo in stagioni calde e ventilate, provvederemo a bagnare le superfici dell'intonaco grezzo una volta al giorno per almeno due o tre giorni. In questo modo eviteremo che l'intonaco appena realizzato perda consistenza e si polverizzi (nel gergo di cantiere: “*si bruci*”) e garantiremo quindi una maturazione ottimale, creando un intonaco molto tenace e consistente, che durerà molti decenni prima di deteriorarsi.

**Al termine di questa prima maturazione la superficie dell'intonaco grezzo presenterà diverse cavillature. Questo fenomeno non deve spaventare, fa parte di un processo naturale.**

**Scompariranno tutte perché ricucite chimicamente dallo strato di malta fine che applicheremo ora.**

La malta fine, chiamata **stabilitura**, è composta normalmente da calce aerea e/o calce idraulica naturale e sabbia fine. L'inerte è ovviamente molto più piccolo rispetto a quello dell'intonaco grezzo.

Omogeneizzata velocemente in beto-



"rinfrescare" le superfici troppo asciutte. In questo modo le faremo rinvenire e renderemo uniforme tutta la superficie.

E' importante, dal punto di vista estetico, che l'applicazione della mano a finire sia realizzata senza interruzioni durante la lavorazione. Nel caso di grandi superfici su facciate esterne è consigliabile, nel caso si debba interrompere la lavorazione, fermarsi in corrispondenza dei pluviali od di altri particolari architettonici quali marcapiani, lesene, ecc.

A questo punto l'intonaco di calce, finito, è pronto per ricevere tutte le finiture colorate esistenti sul mercato, da quelle minerali di calce o con silicati, a quelle sintetiche, purché traspiranti.

niera, o in contenitori con l'ausilio di trapano con frusta, la stabilitura sarà applicata sull'intonaco grezzo - precedentemente bagnato se lavoriamo con stagione calda e ventilata - utilizzando una cazzuola americana di forma rettangolare od un frattazzo, stendendo uno strato di circa 1 o 2 millimetri. Secondo le proprie abitudini è possibile applicare anche un secondo strato di malta fine su quello precedente mentre questo sta asciugando.

Quando l'ultimo strato di finitura sta asciugando - indicativamente la superficie deve mostrarsi "appassita" per un trenta-quaranta per cento - lo levigheremo con un frattazzino dotato di spugna, aiutandoci con una pennellina ed acqua ben pulita per

## LE FINITURE COLORATE

Ora, dopo aver parlato di muri e di malte, affrontiamo il delicato argomento delle finiture.

Le prime finiture, come abbiamo visto, erano costituite da scialbi di grassello, polveri di marmo o altri inerti, e pigmenti quali le terre naturali.

Il massimo della raffinatezza per le finiture venne raggiunto nel Rinascimento, fu una gara fra le varie città importanti, in Italia ma anche nel resto dell'Europa, a chi faceva più belle ed artistiche le facciate.

Si intrecciavano superfici in pietra ed in marmo con superfici intonacate colorate sia ad imitazione dei marmi, ma anche con colori propri.

A Venezia, dato il clima particolarmente aggressivo, trovò molto impiego il Marmorino, intonaco composto appunto da frammenti di marmo provenienti dalla bocciardatura dei marmi della facciata adiacente e grassello, lavorata, compressa e levigata fino ad assumere l'aspetto della Pietra d'Istria o del Marmo Greco, i marmi più presenti nelle facciate veneziane.

Ma i veneziani non si accontentavano dei finti marmi, così presero a rivestire le facciate con la foglia d'oro, in segno di opulenza e magnificenza. Si racconta che verso la fine del '500 non fosse solo la famosa Cà d'oro ad essere rivestita in oro, ma la maggior parte delle facciate che si specchiavano nel Canal Grande.

Gli stessi veneziani avevano scoperto le eccezionali doti di elasticità dell'intonaco grezzo costituito da grassello e cocciopesto - infatti è l'intonaco a più basso modulo elastico che esista - e lo utilizzavano come sottofondo, in tutte le facciate o quasi, al Marmorino. Se andate a Venezia notatelo, è così in molti palazzi antichi.

Il Marmorino invece ha dimostrato, di gran lunga, di essere il rivestimento esterno più resistente nella storia di tutti i tempi. La particolare lavorazione e la superficie resa quasi impermeabile alle intemperie, ha permesso ad intonaci di marmorino veneziano di resistere anche centinaia di anni.



Venezia - Intonaco a marmorino di oltre 200 anni

Ma la stessa superficie la ritroviamo per esempio anche nella curia di Frascati, ex castello - in questo caso il Marmorino si chiama Stucco Romano - e anche nel castello di Corigliano Calabro (vedi foto a fianco) - qui hanno agito sicuramente le influenze delle tradizioni greche.

A Roma il Rinascimento ha portato ad avere palazzi dalle facciate incredibilmente belle e maestose; si giocava con i finti marmi, le finte cortine murarie gli inganni visivi ottenute dalle "brodature" fatte con le Terre coloranti e, perché no, anche con i marmi veri, provenienti dalle cave limitrofe alla città e, purtroppo anche dagli antichi e magnificenti monumenti romani dell'antichità.

Il Colosseo fu considerato alla stregua di una cava e fu sistematicamente demolito. La famiglia dei nobili Barberini fu particolarmente attiva nello smontare queste vestigia del passato, vedi il famoso detto romano "ciò che non fecero i barbari lo fecero i Barberini".

Gli imbianchini del Rinascimento furono figure importantissime nell'eseguire le opere di rifinitura, in perfetta sintonia con gli architetti, erano dei veri e propri maestri d'arte.

I colori degli sfondati, in abbinamento ai particolari architettonici dei rilievi, creavano movimenti di dimensioni e profondità.



Verso la fine del '700 e primi '800 si videro anche colori tenui, ispirantesi al cielo ed all'acqua, definiti appunto “colori d'aria e di acqua”, nati per “alleggerire” le moli dei palazzi, applicati spesso alle superfetazioni degli ultimi piani, che si perdevano così e confondevano con il cielo stesso, in un vibrare armonico delle superfici.

Vi fu anche un periodo, con l'avvento dell' *Illuminismo*, in cui si decorticarono molte facciate, per mettere a nudo la struttura muraria ed esporre così la sua mole, la sua “vera natura”, ma questa brutta abitudine non apparteneva all'esperienza storica, salvo rarissimi casi.



Così alcuni di noi, oggi, sono convinti che la faccia a vista sia sempre esistita e che certi palazzi siano sempre stati così “nudi”.



## LA NATURA DIVERSA DELLE FINITURE

### Prima distinzione tra tipi di finiture: l'adesione al supporto

La prima distinzione che è fondamentale evidenziare, è la differenza nel tipo di adesione al supporto.



Le finiture minerali, che sono rappresentate dalle finiture di calce aerea e da quelle ai silicati liquidi di potassio, **aderiscono chimicamente alla superficie su cui vengono applicate.**

Per questo motivo dobbiamo fare particolare attenzione al tipo di intonaco che vogliamo ricoprire con la finitura minerale. Ricordiamo che **sia le finiture in calce sia quelle ai silicati uti-**

**lizzano, per reagire, il carbonato di calcio presente nel supporto, oltre all'anidride carbonica presente nell'aria.** Un intonaco molto cementizio non garantirà quindi un'adesione ottimale della finitura, in quanto contiene poco carbonato di calcio, a differenza degli intonaci naturali in calce.

Altro problema che si crea con le finiture minerali è un risultato estetico mediocre o scarso nel caso di applicazioni su intonaci rappazzati con materiale eterogeneo rispetto all'originale. Facile ottenere, in questi casi, facciate macchiate, a "pelle di leopardo".

Per evitare questi difetti dobbiamo preparare la superficie rappazzata con fondi intermedi, preparati apposta per risolvere o, quantomeno, attenuare il problema. Si possono utilizzare Rasanti di calce, utili quando è richiesto un po' di spessore o quando sia necessario inserire una rete d'armatura in fibra di vetro, oppure il Fondo riempitivo a calce o ai silicati di potassio, comodo perché applicabile sia a rullo che a pennello.

Le finiture sintetiche aderiscono invece al supporto con un'adesione di tipo fisico.

In pratica, quando applichiamo un prodotto sintetico sopra ad un supporto, creiamo un film che si "incolla" alla superficie grazie alla resina contenuta nel prodotto.

Le più comuni resine, contenute nel 99% dei prodotti sintetici oggi esistenti sul mercato, sono di tipo vinilico (colla utilizzata prevalentemente nelle finiture per interni), acrilico (colla usata nella maggioranza dei prodotti per esterni) e, ultima arrivata ai primi degli anni '90, la resina acril-silossanica.



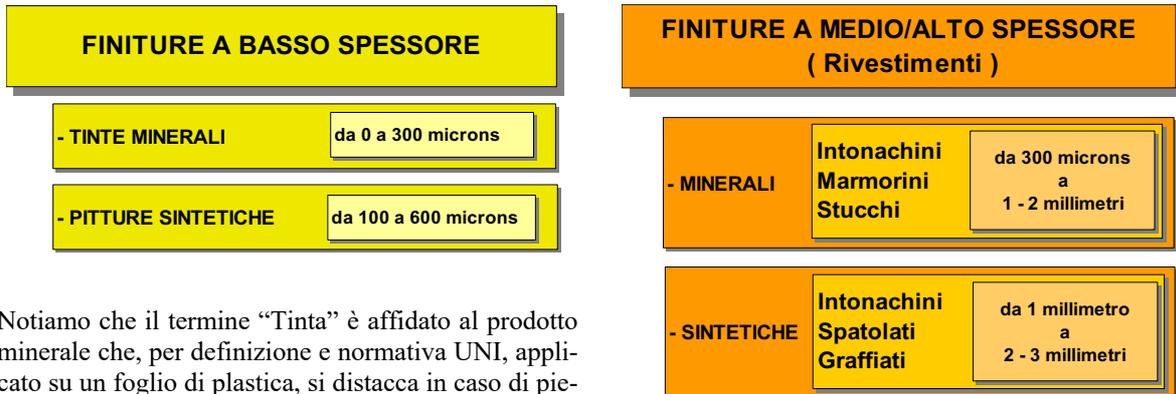
Queste finiture, non interagendo chimicamente con il supporto, non "leggono" le differenze di materiale presenti sulla stessa parete. È importante, comunque, lavorare su di un supporto ben consistente e non troppo assorbente.

Indispensabile prevedere allora, nella quasi totalità dei casi, un trattamento del supporto con un fissativo consolidante e isolante.



Un caso particolare, che merita menzione a parte, è rappresentato dalle finiture acril-silossaniche che contengono una componente che interagisce chimicamente con il supporto (resina silossanica) ed una che aderisce per principio fisico (resina acrilica). Questa sinergia tra tecnologie permette di rivestire il supporto con un film dallo spessore omogeneo, anche di fronte alle piccole scabrosità (vedi foto a lato), a differenza delle normali pitture sintetiche.

## Seconda distinzione: lo spessore



Notiamo che il termine “Tinta” è affidato al prodotto minerale che, per definizione e normativa UNI, applicato su un foglio di plastica, si distacca in caso di piegatura del supporto.

La “Pittura” è invece quel materiale che, applicato sullo stesso supporto, resta attaccato in caso di piegatura.

## Terza distinzione: la composizione

Confrontiamo, con sommari schemi, il contenuto dei componenti di ogni tipologia di prodotto.

### **Le finiture in calce**

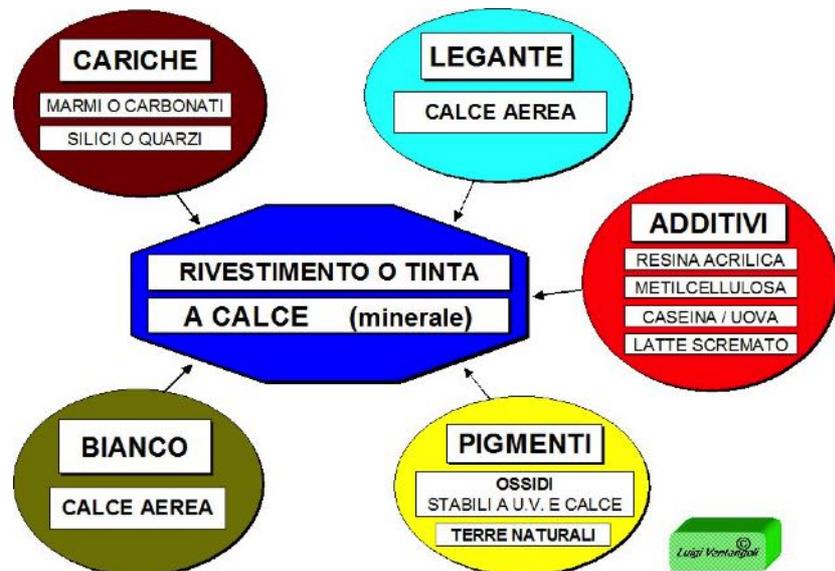
Allora, vediamo come è composta una finitura minerale a calce, diciamo la finitura storica per eccellenza, non ha importanza che sia a spessore come un tonachino, o che sia senza corpo come una Tinta al latte di calce.

**Il legante è la calce aerea, secondo la formulazione può essere utilizzato grassello o calce idrata che viene bagnata poche ore o pochi giorni prima dell'utilizzo.**

Le cariche sono introdotte per dare corpo al prodotto. Possono essere polveri impalpabili o sabbia di marmo e/o silicee, utilizzati nei prodotti a spessore.

Il bianco è fondamentale come base per la preparazione delle tinte. Nel caso dei prodotti a calce, il bianco è dato dallo stesso legante. Ricordiamo che il bianco della calce è un bianco che ha una sua “trasparenza”.

L'applicatore deve porre attenzione alla stesura del materiale, in quanto la parziale copertura del colore in calce potrebbe far notare esteticamente i segni dell'attrezzo applicativo.



Sfruttando questa trasparenza, nel ciclo di tinteggio con tinta al latte di calce, **dobbiamo applicare sempre la prima mano color bianco**. Il colore finale godrà di maggior luminosità e vibrazione. Importante è anche l'applicazione con il pennello, che permette spessori minori rispetto al rullo, strumento moderno non troppo adatto alla Tinta al latte di calce.

I pigmenti, cioè i coloranti, possono essere sia ossidi sia terre naturali. Gli ossidi, oggi, sono tutti, o quasi, di natura sintetica e devono possedere caratteristiche di alta qualità perché, oltre a resistere ai raggi U.V. presenti

all'esterno, devono resistere anche alla forte aggressione prodotta dall'ambiente alcalino generato dalla calce (mediamente Ph 10 – 12). Devono essere quindi ossidi classificati in classe 5 o 6, le migliori. Chi non ha visto una facciata rossa diventare rosa dopo pochi mesi?

Le terre coloranti naturali, che descriveremo ampiamente in seguito, sono di per sé molto stabili chimicamente, perché hanno già subito tutte le trasformazioni, chimiche e fisiche, restando sotto terra per milioni di anni. Il prodotto colorato con le terre naturali avrà quindi una maggior tenuta del colore nel tempo.

Gli additivi che troviamo nei prodotti a calce in commercio possono essere sia di natura sintetica sia naturale. Ricordiamo che, spessissimo, nella storia, le calce venivano modificate con additivi di natura organica, vedi olio di lino, latte, caseina, uova, aceto, urina, ecc. Il motivo era ed è ancora questo: migliorare la lavorabilità del prodotto nel momento dell'applicazione e conferire un minimo di idrorepellenza al manufatto in calce, di per sé non idrorepellente.

Oggi si utilizzano resine sintetiche, acriliche o viniliche, additivi naturali come latte e/o caseina ed olio di lino cotto e, quasi sempre, metilcellulosa che, essendo un ritentore d'acqua, aiuta il prodotto a calce a inglobare anidride carbonica nella fase di presa, trasformandola in acido carbonico. L'additivazione con resina sintetica varia, solitamente, tra l'1 e l'8%, dipende dal tipo di prodotto. Ricordiamo la circolare dell'I.C.R. (Istituto Centrale del Restauro, oggi I.S.C.R.) rivolta alle Soprintendenze, emanata ancora negli anni '70, che riportava le indicazioni dei coniugi Mora, allora famosi tecnici ricercatori dell'Istituto, risultate dalle esperienze di formulazioni contenenti grassello di calce, resina acrilica (il famoso Primal AC 33, oggi sostituito dalla casa madre con un'acrilica non tossica e meno pellicolante, denominata genericamente Primal) e latte scremato.

### Le finiture ai silicati liquidi di potassio

Queste finiture, di origine minerale come quelle in calce, erano già conosciute verso la fine del medioevo sotto il nome di *Liquor Silicium*.

Nel 1768 Johann Wolfgang von Goethe si dedicò a numerosi esperimenti con il silicato di potassio. Nell'ottavo libro della sua "Poesia e verità" scriveva: "quello che mi ha tenuto occupato per la maggior parte del tempo è il cosiddetto "*liquor silicium*", che si ottiene sciogliendo selce quarzifera pura (*crystalli di silicato di potassio – vedi foto a lato*) con una parte appropriata di alcali. Si ottiene così una massa vetrificata che si scioglie all'aria formando un liquido chiaro e trasparente...".



Nel 1878 fu brevettata, sempre in Germania, la prima tinta ai silicati di potassio da un chimico bavarese.

Il silicato liquido di potassio, dal colore giallo paglierino o incolore (dipende dal grado di raffinatezza), applicato su un intonaco di calce, ripetiamo, di calce, interagisce chimicamente con il carbonato di calcio, presente in gran quantità in questo tipo di intonaco, e con l'anidride carbonica presente nell'aria e si trasforma in silice pura (vetro).

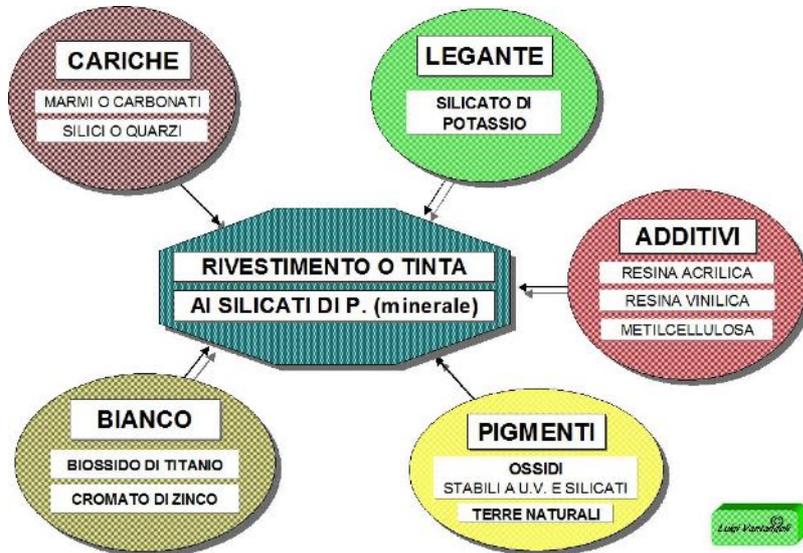
Come tutti sanno il vetro resiste perfettamente all'aggressione acida (di conseguenza non resiste ad aggressioni alcaline, cioè l'opposto dell'acido). Formando, quindi, questo strato di vetro sulla parte corticale dell'intonaco – non si deve però pensare a una pellicola, in quanto la trasformazione interessa i primi millimetri di intonaco senza rimanere in superficie – offre un'incredibile protezione al supporto dalle piogge acide aggressive, lasciandolo inalterato per parecchi decenni.

Oggi conosciamo tinte o pitture ai silicati di potassio che ben poco hanno a che vedere con le tinte originali. Non solo, gli intonaci cementizi, non contenendo molto carbonato di calce, permettono un'adesione limitata dei prodotti ai silicati, pregiudicandone la durabilità. Nello stesso ordine con cui abbiamo analizzato la composizione dei prodotti in calce, vediamo che le cariche minerali sono le stesse dei prodotti a calce mentre, per ottenere un bianco di base che permetta la colorazione del prodotto, dobbiamo introdurre una carica bianca che può essere fosfato di zinco o, più frequentemente, biossido di titanio.

Il biossido di titanio è una carica ad alto indice di rifrazione e con un potere coprente assoluto. Per questi motivi oggi è molto utilizzato anche nei prodotti sintetici. Ha però alcuni svantaggi che sono:



- Produzione di 100 tonnellate di scarti tossico-nocivi per ogni tonnellata di titanio resa, con elevati costi di smaltimento e inertizzazione dei rifiuti.
- Capacità di “raffreddare” i colori, ottenendo colori “sordi” e “ciprioti”.



Facciamo attenzione quindi a sostituire il colore originale in calce di un edificio storico con prodotti a base di silicati di potassio. Il risultato che otterremo sarà molto simile all'esempio sotto riportato. La facciata, anche se mantenuta in modo ineccepibile sotto il profilo tecnico, avrà probabilmente perduto la sua personalità.

I pigmenti utilizzati per i prodotti ai silicati devono essere stabili alla luce e all'aggressione alcalina del silicato, ancora maggiore della calce.

Gli additivi che troviamo solitamente nei silicati sono re-

sine sintetiche e metilcellulosa. In Germania il prodotto a base di silicati liquidi di potassio è considerato puro se contiene fino ad un massimo del 5% di resina sintetica. A tal proposito però è importante notare come nel 1997 siano cambiate le stesse norme DIN tedesche permettendo di raddoppiare il contenuto di resina. Si è passati infatti da un contenuto percentuale massimo di resina, espresso in volume liquido, ad un contenuto percentuale massimo espresso in residuo secco (normalmente il residuo secco di una resina è pari al 46-48% del volume liquido originale). Il motivo è che, purtroppo, gli intonaci sono sempre più cementizi e limitano quindi l'adesione chimica dei silicati al supporto.

In Italia non esistono norme che tutelino il consumatore sull'effettivo contenuto percentuale di resina e, stando quest'ultima meno del silicato (al contrario del prodotto in calce dove la resina acrilica costa dalle due alle quattro volte in più della calce stessa), ci ritroviamo con prodotti definiti "ai silicati" dove il contenuto effettivo di silicato liquido di potassio è decisamente basso.

Una piccola prova che invitiamo a fare, per verificare se il prodotto prescelto ha un elevato contenuto di silicato, è quella di applicare un po' di materiale su di una lastra di vetro. Una volta essiccato proviamo a rimuoverlo: se ha corrosa la superficie ci indicherà che il prodotto contiene una buona percentuale di silicato. Se non ha prodotto abrasioni superficiali invece vorrà significare che il prodotto è in realtà una emulsione sintetica con un piccolo contenuto di silicati.

E' altrettanto evidente la considerazione che, aumentando la resina sintetica nella formulazione, aumenterà proporzionalmente anche il  $\mu$  del prodotto, perdendo capacità traspiranti.



## Le finiture sintetiche

Le finiture sintetiche sono nate alla fine della seconda guerra mondiale. A qualche chimico venne in mente l'idea di smaltire le enormi riserve americane di gomma sintetica, allora vinilica, che serviva all'industria bellica, introducendola nelle pitture murarie. Nacque allora quello che in Italia si chiamò "Ducotone", famoso ancora oggi anche se, ovviamente, è cambiata la formulazione con materie prime più sofisticate.

Negli anni '50 nacquero le prime resine acriliche che, mantenendo maggior lavorabilità anche con clima freddo e umido, ha soppiantato quasi del tutto le resine viniliche negli esterni. Oggi quindi, in formulazione, vediamo utilizzare le resine viniliche per i prodotti da interno e quelle acriliche per gli esterni.

Negli anni '60 la Goodyear brevettò una resina particolare, non solubile in acqua come le altre ma solo in solvente: la Pliolite ®. Una resina che manteneva a lungo flessibilità nonostante l'aggressione dei raggi U.V. Oggi però è poco utilizzata, in quanto i prodotti in fase solvente sono sempre meno richiesti dagli applicatori.

Un capitolo a parte è giusto destinarlo alle resine acril-silossaniche (o siliconiche o acril-siliconiche che dir si voglia): sono state l'ultima invenzione nel mercato delle finiture per esterni. Nate verso la fine degli anni '80 in Germania (dove è tuttora concentrata la maggior produzione di materie prime per finiture sintetiche colorate a livello europeo), sfruttano le caratteristiche intrinseche delle resine silossaniche (resine che derivano dalla stessa famiglia dei siliconi, cioè dalla sintesi del quarzo) di conferire traspirazione ed idrorepellenza al materiale nel quale vengono introdotte. Nel prodotto deve rimanere però anche la componente acrilica, in grado di "tenere aggregato" tutti i componenti della formula. La resina silossanica non ha potere collante e non può quindi essere utilizzata da sola. In compenso ha la capacità di interagire chimicamente con il supporto, permettendo al film di aderire al supporto stesso in modo ottimale e, soprattutto, mantenendo uno spessore uniforme anche nei punti critici, come le microasperità della superficie (vedi sezione sottile nella foto posto a fondo pagina 27).



Oggi troviamo tantissime produzioni di materiali acril-silossanici, dai prezzi più svariati. La solita mancanza di tutela del consumatore, porta a chiamare "prodotto acril-silossanico" anche il prodotto contenente una piccolissima percentuale di materia silossanica, ben più costosa per la fabbrica della resina acrilica. L'unico consiglio che possiamo dare è quello di verificare il  $\mu$  del prodotto sulla scheda tecnica, con la speranza che sia veritiero. Più è alto e più identifica un prodotto con maggior componente acrilica rispetto a quella silossanica.

In Italia esistono infinite tipologie di prodotti sintetici per tinteggiare pareti.

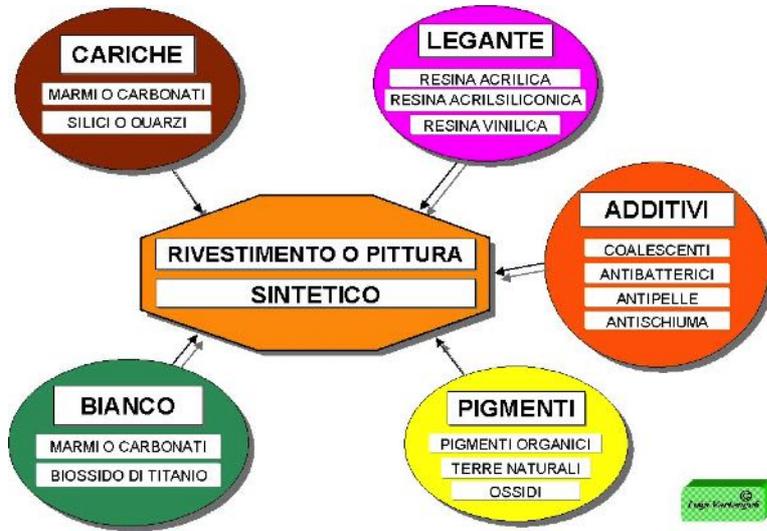
Nei prodotti per interni troviamo le normali tempere, i "traspiranti" (evoluzione delle tempere dove, sostituendo le cariche e le resine si migliora la traspirazione del film applicato) le "semilavabili" (non si capisce bene cosa siano in quanto non devono superare alcuna prova di lavabilità), le pitture "idrorepellenti", da non confondere con le pitture silossaniche di qualità ben più elevata, le pitture lavabili (si dovrebbero chiamare così solo dopo aver superato certi test eseguiti secondo le norme, con appositi macchinari di laboratorio, *vedi foto a fianco*).

Per esterni troviamo pitture acriliche pure o caricate con farina di quarzo, pitture elastomeriche (adatte a facciate con crepe, di solito utilizzano resine stirolo-acriliche) e pitture acril-silossaniche.

Come vedete il mercato è vastissimo. Nel nord Europa, su pareti murarie esterne, troviamo spesso anche smalti all'acqua o in solvente, da noi utilizzati normalmente per verniciare legno e ferro.



Vediamo di seguito come è composto un rivestimento sintetico - anche qui non ha importanza che sia a piccolo o grosso spessore -.



Procedendo nel solito ordine di lettura, verificiamo che le cariche minerali sono le stesse, mentre la carica bianca può essere titanio o, nei prodotti più poveri come e tempere, semplice carbonato di calcio.

I pigmenti coloranti dei prodotti sintetici possono essere anche di origine organica, pigmenti utilizzati solamente nei materiali per interni, come particolari decorativi, in quanto poco resistenti agli U.V.

Gli additivi introdotti nei prodotti sintetici servono soprattutto a mantenere inalterato il materiale all'interno delle confezioni per al-

meno un anno, il periodo minimo richiesto per la commercializzazione attraverso gli scaffali dei distributori.

Come avrete notato, nei prodotti a calce e nei silicati, non vengono usati pigmenti organici, in quanto la loro resistenza alla forte alcalinità della calce stessa è molto limitata.

#### Quarta distinzione: l'invecchiamento

L'invecchiamento dei prodotti minerali è molto differente da quello dei prodotti sintetici.

Le finiture minerali, calci e silicati, aderendo intimamente al supporto grazie alla interazione chimica, subiscono l'aggressione degli agenti atmosferici consumandosi, dilavandosi, degradando, ma senza distaccarsi dal muro.

Per quanto proceda questo degrado, possiamo parlare di **invecchiamento nobile**. La foto sotto ne è valida testimonianza.



L'invecchiamento del materiale sintetico consiste invece in una graduale perdita di elasticità del film, attaccato al supporto grazie alla colla, la resina che contiene. I raggi U.V. degradano la resina impoverendo il film e provocando un graduale distacco dal supporto.

I primi segni sono la rottura del film in corrispondenza delle tensioni nella superficie

dell'intonaco. Attraverso queste lacerazioni l'acqua, il gelo e i microrganismi provvedono ad accelerare in modo esponenziale l'invecchiamento.

Ulteriore fase di degrado è il distacco del film attraverso un sfogliamento, o spellamento, della finitura sintetica. Non possiamo più parlare di invecchiamento nobile.

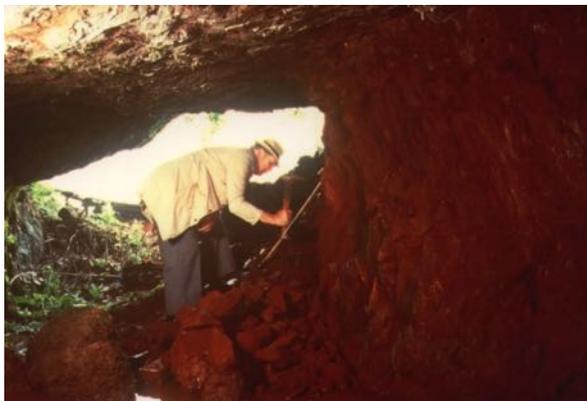


E' invece interessante approfondire il discorso sui pigmenti coloranti naturali, le Terre coloranti naturali.

## **Le terre coloranti naturali**

Le terre, come dice la parola stessa, vengono "cavate" dal terreno.

Possiamo definire terre coloranti quei pigmenti che si trovano in natura che abbiano caratteristiche di terrosità e finezza, in modo da poter essere utilizzate come sostanze coloranti.



Si è orientati a non considerare terre coloranti l'oltremare naturale (Lapislazzuli) e il cinabro, pigmenti minerali che sono stati utilizzati esclusivamente in campo artistico per usi pregiati.

La maggior parte delle terre coloranti contiene un composto del ferro; un ossido, un idrossido, un silicato idrato. Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere.

Normalmente i giacimenti sono a 1 - 3 m di profondità, e quindi occorre prima di tutto un decortico del terreno, poi si raccoglie la Terra che, ovviamente, non è di una sola tonalità di colore, ma di diverse. Esistono anche cave in miniera.

La terra viene poi portata in stabilimenti artigianali e successivamente lavorata, depurata dai corpi estranei, macinata fine, cotta - o meglio "bruciata" per farle assumere altri colori, e poi rivenduta. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte dalle cave e asciugate, si differenzia da tipo a tipo; alcune vengono frantumate grossolanamente, separate da impurità, macinate con mulini a martelli o a palle.

Altre terre vengono cotte (bruciate), si determinano così profonde trasformazioni mineralogiche che permettono di ottenere svariate tonalità.

Ogni lotto viene poi controllato con spettrofotometro a scansione e confrontato con campione standard.



## **TIPOLOGIA DELLE TERRE**

### ***Terre gialle***

Le terre gialle sono idrossidi di ferro (limoniti) associate ad argille, il contenuto di minerale di ferro può variare tra il 15-20% e il 60-70%.

La terra gialla di Verona fu sfruttata sin dai tempi dei Romani, che la calcinavano per ottenere un colore rosso vivo.

I giacimenti di terra gialla si trovano in cavità carsiche che si formarono nell'Eocene Medio, entro le colline adiacenti alla città (Torricelle); si tratta di gallerie riempite di acqua, colmate di terra gialla derivante da dissoluzione di tali rocce.

Altri giacimenti sono stati sfruttati in altre aree vicine a Verona: Valpantena, Val d'Ilasi, ecc.

Le terre di Siena furono coltivate nel secolo scorso ed ancora in quello attuale.

I giacimenti sono situati nel Monte Amiata e sembra che siano formati dal vulcanismo di questa regione, causati dallo stesso monte che, in epoche remote, fu un vulcano che con la sua attività formò dei piccoli bacini lacustri, nei quali poi si sedimentarono delle argille ricchissime di idrossido di ferro.



### ***Terre rosse***

Il colore rosso è imputabile alla presenza di ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi, la varietà mineralogica di questo ossido è l'ematite.

Si può ottenere anche per calcinazione a temperature dai 200° ai 400° di terre gialle. A Verona, si trova una terra rossa di ottima qualità, situata in tubi basaltici.

### ***Terre ombre***

Il colore delle terre ombre è dovuto principalmente alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa. L'ossido di manganese si presenta con varietà terrose molto soffici costituite da Pirolusite ( $MnO_2$ ) e hausmanite ( $Mn_3O_2$ ).

Per calcinazione si ottengono tonalità più scure. Le terre ombra di Cipro sono considerate da sempre le migliori disponibili.

Il contenuto di  $MnO_2$  è molto alto, da lì la tonalità scura del pigmento, che con la bruciatura si trasforma da bruno-verdastra a bruno-marrone.

### ***Terre verdi***

Le specie mineralogiche che danno la colorazione sono principalmente dei silicati idrati di ferro, magnesio, alcali. Tra di queste la glauconite che si presenta disseminata nelle argille.



L'origine è ancora controversa, si ipotizza che le terre verdi si siano formate da alterazioni di minerali in acque marine non molto profonde (le terre verdi di Nizza.)

La terra verde di Brentonico, invece si è formata da alterazioni di rocce vulcaniche, la terra verde di Prun, si trova a S.Cristina (Verona) in tufi basaltici.

La terra verde di Cipro, trovandosi nella zona invasa dai Turchi, non è più reperibile.

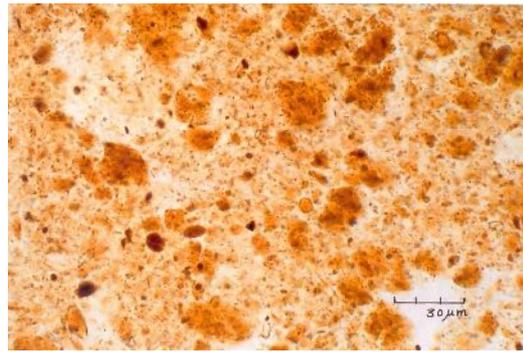
### ***Terre nere***

Le terre nere furono un tempo molto usate nella coloritura murale per la loro facile disperdibilità in acqua.

## La trasparenza delle terre

Osservando al microscopio di mineralogia una particella di Terra Naturale possiamo notare che si lascia attraversare dai raggi di luce; è cioè un pigmento trasparente, ha una forma cristallina, mentre l'Ossido non permette il passaggio ai raggi di luce.

Questa differenza la notiamo anche sulla facciata. La superficie colorata con terre naturali, applicate su fondo bianco riflettente, è una superficie trasparente, vibrante, mentre quella colorata con Ossidi è sorda, piatta.

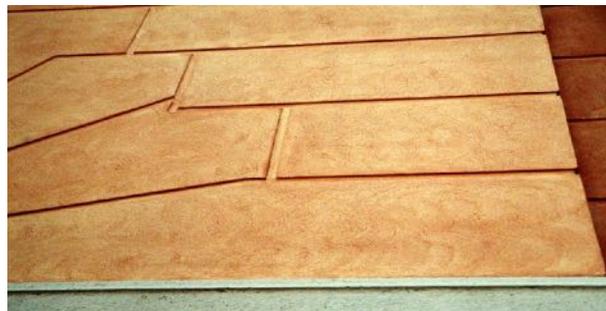


## Esempi di finitura colorata con terre in velatura

*Colore storico veneziano (finitura in calce color rosa pastello e successive mani in velatura di terre rosse)*



*Velatura con terre su intonachino di calce (palazzetto in stile liberty a Lavagna - Genova)*



*Velatura con terre in affresco su tinta a calce, confronto dopo dieci anni (1998 – 2008). Carpi - Modena*



## APPLICAZIONE DELLE FINITURE COLORATE

Di seguito pubblichiamo delle tabelle riassuntive i cicli di preparazione dei supporti in funzione della natura e delle patologie. Ricordiamo che un'accurata preparazione del supporto comporterà un allungamento della vita (maggior durabilità) della finitura sopra applicata.

PREPARAZIONE DEI SUPPORTI PER L'APPLICAZIONE DELLE FINITURE				
PATOLOGIA	FINITURE MINERALI		FINITURE SINTETICHE	
	ADESIONE CHIMICA		ADESIONE FISICA	
MUFFE	1	Lavaggio con acqua e ipoclorito di sodio		
	2	Trattamento con antimuffa (biocida)		
	3	Dopo 24 ore Spazzolatura dei residui morti		
	4	Applicazione finitura	4	Applicazione finitura (solo prodotti specifici antimuffa)
MUSCHI E LICHENI	1	Trattamento con antimuschio (biocida)		
	2	Dopo 24 ore idrolavaggio a pressione		
	3	Applicazione finitura		
SALI	1	Valutare presenza e concentrazione		
	2	Valutare se il fenomeno che ha portato i sali in superficie è esaurito o se è in atto		
	3	Se il fenomeno è esaurito eliminare i sali in superficie spazzolando e trattandoli con convertitore specifico		
	3 A	Se non è esaurito (es. umidità da risalita capillare dal terreno), risanare la muratura con trattamenti specifici, quali barriere chimiche o fisiche e intonaci deumidificanti		
	4	Applicare qualsiasi tipo di finitura minerale (sono tutte traspiranti e quindi compatibili con i deumidificanti)	4	Applicare solo finiture sintetiche traspiranti (per est. pitture e rivestimenti silossanici, per int. Idropitture traspiranti)

PATOLOGIA	FINITURE MINERALI	FINITURE SINTETICHE
	ADESIONE CHIMICA	ADESIONE FISICA
<b>UMIDITA' DA RISALITA CAPILLARE</b>	<b>1</b> Risanare la muratura con trattamenti specifici, quali barriere chimiche o fisiche e intonaci deumidificanti	
	<b>2</b> Accertarsi di aver risolto ANCHE le problematiche dei sali	
	<b>3</b> Applicare qualsiasi tipo di finitura minerale (sono tutte traspiranti e quindi compatibili con i deumidificanti)	<b>3</b> Applicare solo finiture sintetiche traspiranti (per est. pitture e rivestimenti silossanici, per int. Idropitture traspiranti)
<b>LACUNE SUPERFICIALI E/O PROFONDE DELL'INTONACO</b>	<b>1</b> Ripristinare la planarità con rasanti di piccolo, medio, alto spessore secondo lo spessore. Preferire rasanti a base di calce naturale perché mantengono il basso modulo elastico per sempre	
	<b>2</b> Lasciare maturare i rappezi qualche giorno prima di applicare la finitura	
	<b>3</b> Attenzione alle diversità cromatiche sui rappezi!! Procedere con trattamenti che rendano uniformi gli assorbimenti	<b>3</b> Valutare l'eventuale differenza della rugosità delle superfici
<b>CREPE DA RITIRO DELL'INTONACO</b>	<b>1</b> Rasare tutta la superficie con rasanti (sempre a calce)	<b>1</b> Idem (van bene anche i rasanti fibrati)
	<b>2</b> In alternativa prevedere una rete in fibra di vetro se si applica un rivestimento a spessore	<b>2</b> In alternativa prevedere un tessuto o rete d'armatura se si applica un rivestimento a spessore
	<b>3</b> Lasciare maturare il rasante qualche giorno prima di applicare la finitura	

## CICLI APPLICATIVI DELLE FINITURE

### I Prodotti a calce

#### TINTA AL LATTE DI CALCE

La superficie deve presentarsi asciutta, priva di polveri, macchie di sali e umidità.

Operare tra temperature dell'aria, ma anche del supporto su cui si lavora, comprese tra 5 e 35° C.

Lavorare su superfici non esposte direttamente ai raggi del sole o che non risentano del soleggiamento di diverse ore.

E' sconsigliato l'uso di colori forti, non compatibili con i prodotti a calce. Ricordiamoci che nel passato le tinte forti venivano realizzate applicando più mani di pigmento trasparente (terre coloranti naturali) sul colore pastello della calce. Solo in questo modo si possono realizzare tinte forti stabili nel tempo.

Mantenere protette le superfici tinteggiate dalla pioggia per alcuni giorni (tenere presente che in caso di freddo e forte umidità relativa dell'aria la carbonatazione rallenta moltissimo e potrebbero essere necessarie parecchie giornate prima di essere fuori pericolo dal dilavamento delle piogge) fino al termine della *presa*.

Utilizzare per la diluizione dei prodotti sempre acqua fresca di rubinetto. L'acqua raccolta in un contenitore è in grado di sviluppare batteri e altre forme organiche anche solo dopo 1 ora, se lasciata al sole e al caldo.

Gli attrezzi, in questo caso il pennello e lo straccio, vanno *caricati* di prodotto prima di essere utilizzati. Pennelli nuovi devono essere tenuti in acqua per alcune ore prima dell'utilizzo.

Ricordiamo che la preparazione del supporto è di importanza fondamentale per la buona riuscita del lavoro e per la durabilità della finitura nel tempo.

#### Preparazione del supporto

- ❖ **Intonaci nuovi in calce naturale:** attendere almeno 20 giorni di maturazione ed applicare direttamente la **TINTA AL LATTE DI CALCE** sulla superficie prima inumidita o bagnata copiosamente, se in stagioni calde e ventilate.
- ❖ **Intonaci nuovi o recenti in malta bastarda, premiscelati moderni, gesso e cartongesso:** il consiglio è quello di applicare a pennello una mano di fondo che abbia funzione isolante; la composizione, provata e consolidata dall'esperienza, potrebbe essere costituita da 1 parte di **TINTA AL LATTE DI CALCE**, 1 parte di **fissativo isolante all'acqua** (i migliori, perché lasciano inalterata la capacità di traspirazione del supporto, sono i consolidanti acrilossilossanici) e 3 – 5 parti d'acqua ben pulita di rubinetto. Attendere almeno 6 – 12 ore prima di applicare la **TINTA AL LATTE DI CALCE**. In alternativa applicare il **FONDO RIEMPITIVO AI SILICATI**.
- ❖ **Vecchi intonaci in calce con superfici incoerenti e sfarinanti:** rimuovere le parti degradate ed in fase di distacco con raschietto od idrolavaggio, applicare a pennello una mano di fondo composta da 1 parte di **TINTA AL LATTE DI CALCE**, 1 parte di **fissativo isolante all'acqua** e 3 – 5 parti d'acqua ben pulita. Dopo alcune ore, se necessario, rasare la superficie, con una mano di **rasante a base di calce** (escludere rasanti cementizi in quanto non adatti alla successiva tinteggiatura a calce). Attendere almeno 24 ore prima di applicare la **TINTA AL LATTE DI CALCE**.
- ❖ **Vecchi intonaci di calce, rappezzati in parte con nuove malte (di calce naturale o cementizie):** rasare tutte le superfici, vecchie e nuove, con una mano rasante di calce. Attendere non meno di due-tre giorni prima di applicare la **TINTA AL LATTE DI CALCE**.
- ❖ **intonaci con vecchi rivestimenti e pitture sintetici:** rimuovere la vecchia finitura sintetica con utilizzo di sverniciatore, esente da paraffina. Lavare in seguito le superfici con idrolavaggio. Secondo la natura dell'intonaco coperto, procedere come nei tre casi precedenti.

#### Applicazione

La **TINTA AL LATTE DI CALCE** deve essere, solitamente, applicata in due o tre mani, distanziate di 4 - 12 ore l'una dall'altra (secondo la stagione), con pennello per la calce. La diluizione non dovrebbe mai essere inferiore al 30-40% d'acqua in ogni mano.

## CICLO COMPLETO DELL'APPLICAZIONE DEL TINTEGGIO A CALCE

**a** stesura di solo tinta al latte di calce per limitare l'assorbimento (eventualmente miscelata con fissativo come ai punti superiori)

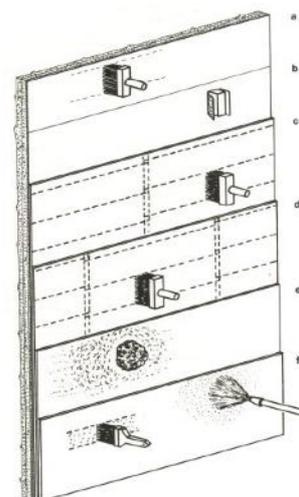
**b** eventuale leggera carteggiatura con carte abrasive

**c** prima mano di tinta a pennello per passate orizzontali

**d** seconda mano di tinta a pennello per passate orizzontali sovrapposte alle prime

**e** eventuali effetti di variazione tonale a spugnatura

**f** eventuali effetti di variazione tonale a pennello o a spruzzo



Procedere a pennellate orizzontali dando continuità al lavoro, senza interruzioni. Non *stirare* troppo il prodotto perché potrebbero verificarsi delle *sfiammature* nel colore. Effetti di velatura, patinatura o coloritura trasparente si ottengono applicando le **terre colorate naturali**, opportunamente diluite in acqua, con uso di pennello, straccio, spugna, ecc., secondo l'effetto desiderato, a distanza di almeno 4 ore ma non oltre le 24 dall'ultima mano della **TINTA AL LATTE DI CALCE**, secondo la tecnica dell'afresco.

Nel caso di velature con la tecnica a secco (passate le 24 ore dall'ultima mano di tinteggio), è opportuno miscelare le **terre colorate naturali** con colle leganti, naturali o sintetiche (colla di coniglio, collanti vegetali, resine acriliche o acrilossilossaniche, queste migliori delle prime perché traspiranti) oppure con leganti minerali come l'acqua di calce raccolta dalle *buche* dove stagiona il grassello e diluire successivamente con acqua per ottenere l'intensità di tono voluta.

## CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA TINTA AL LATTE DI CALCE

La resa della **TINTA AL LATTE DI CALCE** è in funzione dell'assorbimento e dell'asperità della superficie. Normalmente varia da 2 a 4 mq per chilogrammo. Rammentiamo che il peso specifico della **TINTA AL LATTE DI CALCE** è circa di 1,3 kg per lt.

La permeabilità al vapore può variare da  $\mu = 7$  a 12

## INTONACHINO DI CALCE

### Consigli di carattere generale

Sul mercato si trovano INTONACHINI DI CALCE di varie granulometrie, ricordiamo che per **INTONACHINO FINE** si intende un intonachino con granulometria che va da 0,5 a 0,7 mm, per **INTONACHINO MEDIO** si intende una granulometria da 1,0 a 1,5 mm, per **INTONACHINO GROSSO** la granulometria varia da 2,0 a 3,0 mm.

La superficie deve presentarsi asciutta, priva di polveri, macchie di sali e umidità.

Operare tra temperature dell'aria, ma anche del supporto su cui si lavora, comprese tra 5 e 35° C.

Lavorare su superfici non esposte direttamente ai raggi del sole o che non risentano del soleggiamento di diverse ore.

E' sconsigliato l'uso di colori forti, non compatibili con i prodotti a calce. Ricordiamoci che nel passato le tinte forti venivano realizzate applicando più mani di pigmento trasparente (terre coloranti naturali) sul colore pastello della calce. Solo in questo modo si possono realizzare tinte forti stabili nel tempo.

L'INTONACHINO DI CALCE deve essere applicato utilizzando i ponteggi fissi, montati su tutta la facciata o comunque su una porzione di facciata delimitata da confini ben delimitati. L'uso di ponteggi mobili su ruote,

o ponti autosollevanti elettrici, porta facilmente a risultati estetici assai sgradevoli (segni di giuntura evidenti tra una fascia di lavoro e quella adiacente).

E' molto opportuno, quando si lavora in esterni, prevedere la stesura dell'intonachino di calce in due passate successive. L'intervallo di tempo tra le due mani varia secondo la stagione; può andare da un minimo di mezza giornata, se in clima caldo e ventilato, a diversi giorni, se in clima fresco e umido.

Tenere presente che, lasciando maturare bene la prima mano (occorrono alcuni giorni), prima di applicare la seconda, si avrà un effetto di isolamento dal supporto evitando l'eventuale lettura di rappezzi o eterogeneità dell'intonaco di facciata, dovuto a interventi di manutenzione in diverse epoche.

L'intervallo lungo tra le due mani è utile anche quando si lavora in climi freddi. Lasciando carbonatare la prima mano, ridurremo il tempo in cui il rivestimento colorato rimane a rischio di dilavamento o di colature biancastre.

Raccomandiamo di non lasciare troppo grezza la superficie dell'intonaco di supporto (spesso capita, considerando che l'intonachino di calce sia in grado di coprire anche gravi irregolarità della superficie) anzi, riteniamo opportuno applicare una mano di stabilitura costituita da grassello di calce e sabbia fine (o stabiliture in polvere preconfezionate, ma comunque a base di calce), pur senza rifinirla troppo.

Nel caso ci si trovi comunque davanti a superfici troppo irregolari è opportuno, sia per risparmiare prodotto ma soprattutto per evitare che i tempi di presa si allungino troppo, esponendosi a rischi di dilavamento, applicare la prima mano rasando a zero, cioè applicando il prodotto sulla superficie e portandolo immediatamente via, strisciando la cazzuola americana sulla superficie in modo energico.

Mantenere protette le superfici tinteggiate dalla pioggia per alcuni giorni (tenere presente che in caso di freddo e forte umidità relativa dell'aria la carbonatazione rallenta moltissimo e potrebbero essere necessarie diverse settimane prima di essere fuori pericolo dal dilavamento delle piogge) fino al termine della presa.

Se dovesse piovere a lungo dilavando le superfici, anche a distanza di settimane dalla posa in opera, potrebbero verificarsi macchie biancastre dovute all'idrossido di calcio (il legante), non ancora carbonatato, che viene richiamato in superficie dall'azione dilavante. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei colori forti.

Se le macchie sono di entità e consistenza minima si proverà a rimuoverle sfregandole con una spugna imbevuta di soluzione di aceto bianco e acqua, in rapporto di 1 a 3. Se l'operazione non risolve il problema sarà purtroppo necessario applicare nuovamente una mano di **INTONACHINO DI CALCE**, rimontando nuovamente il ponteggio fisso. Per evitare i considerevoli costi dovuti al rimontaggio del ponteggio consigliamo di applicare, al posto di una nuova mano di **INTONACHINO DI CALCE**, una mano di **TINTA AL LATTE DI CALCE** prodotta nello stesso colore dell'intonachino, diluita con acqua, applicata a pennello e lavorata immediatamente col frattazzino di spugna (stesso attrezzo utilizzato per rifinire l'intonachino). La mano di **TINTA AL LATTE DI CALCE** può essere applicata anche con semplici ponteggi a ruote, dal costo decisamente contenuto.

Di solito l'**INTONACHINO DI CALCE** è pronto all'uso, cioè si presenta bagnato, con consistenza tixotropica e non va diluito in acqua. Nel caso di intonachini formulati in polvere, con utilizzo di calce idrata, calce idraulica o cemento bianco, è indispensabile utilizzare sempre, per la miscelazione dei prodotti, acqua fresca di rubinetto. Ricordiamo che l'acqua raccolta in un contenitore è in grado di sviluppare batteri e altre forme organiche anche dopo 1 ora, se lasciata al sole e al caldo.

Evidenziamo che la preparazione del supporto è di importanza fondamentale per la buona riuscita del lavoro e per la durabilità della finitura nel tempo.

## Preparazione del supporto

- ❖ **Su intonaci nuovi in calce naturale:** attendere almeno 10 giorni di maturazione ed applicare direttamente le due mani di **INTONACHINO DI CALCE** sulla superficie prima inumidita o bagnata copiosamente, se in stagioni calde e ventilate.
- ❖ **Su intonaci nuovi o recenti in malta bastarda, premiscelati moderni, gesso e cartongesso:** il consiglio è quello di applicare a pennello una mano di fondo che abbia funzione isolante per esempio il **FONDO RIEMPITIVO AI SILICATI**. Attendere almeno 6 – 12 ore prima di applicare la prima mano di **INTONACHINO DI CALCE**.
- ❖ **Su vecchi intonaci in calce con superfici incoerenti e sfarinanti:** rimuovere le parti degradate ed in fase di distacco con raschietto od idrolavaggio, applicare a pennello una mano di fondo composta da **FONDO RIEMPITIVO AI SILICATI**. Attendere almeno 6 – 12 ore prima di applicare la prima mano di **INTONACHINO DI CALCE**.

- ❖ **Su vecchi intonaci di calce, rappezzati in parte con nuove malte (di calce naturale o cementizie):** procedere come alla voce precedente.
- ❖ **Su intonaci con vecchi rivestimenti e pitture sintetiche:** rimuovere la vecchia finitura sintetica con utilizzo di sverniciatore, esente da paraffina. Lavare in seguito le superfici con idrolavaggio. Secondo la natura dell'intonaco scoperto, procedere come nei tre casi precedenti.

## **Applicazione**

Per ottenere un buon risultato estetico e offrire una protezione duratura alla facciata è indispensabile applicare l'INTONACHINO DI CALCE in due mani.

La prima mano va stesa su di un supporto, preparato come alle voci precedenti, con l'utilizzo di cazzuola americana. E' opportuno non applicare troppo prodotto, ma il minimo indispensabile a ricoprire la superficie. Dopo qualche ora controllare le superfici e rimuovere rapidamente le creste con un raschietto.

A maturazione avvenuta (dopo poche ore o giorni, dipende dalle condizioni meteorologiche), procedere con la seconda mano, stesa con cazzuola americana e ripassata con frattazzino di spugna quando la superficie comincia ad appassire. Se necessario bagnare la prima mano, prima di applicare della seconda.

La maculatura, caratteristica estetica di questo rivestimento, può essere più o meno accentuata dall'applicazione (non è il prodotto che determina il livello di maculatura, ma la manodopera). Sarà più evidente se si lascerà asciugare più a lungo l'ultima mano, prima di procedere alla levigatura con frattazzino di spugna; la maggior lavorazione, necessaria per pareggiare le superfici, porterà in superficie l'idrossido di calcio (il legante) dal colore biancastro, che accentuerà le macature.

Effetti di velatura, patinatura o coloritura trasparente si ottengono applicando le terre colorate naturali, opportunamente diluite in acqua, con uso di pennello, straccio, spugna, ecc., secondo l'effetto desiderato, a distanza di almeno 4 ore ma non oltre le 24 dall'ultima mano di INTONACHINO DI CALCE, secondo la tecnica dell'affresco.

Nel caso di velature con la tecnica a secco (passate le 24 ore dall'ultima mano di tinteggio), è opportuno miscelare le terre colorate naturali con colle leganti, naturali o sintetiche (colla di coniglio, collanti vegetali, resine acriliche o acrilsilossaniche (queste migliori delle prime perché traspiranti) oppure con leganti minerali come l'acqua di calce raccolta dalle buche dove stagiona il grassello e diluire successivamente con acqua per ottenere l'intensità di tono voluta.

## **Caratteristiche tecniche dell'intonachino di calce**

La resa dell'INTONACHINO DI CALCE è in funzione della granulometria e dell'asperità della superficie da trattare. Normalmente varia da 1,5 a 4,0 kg per metro quadrato (riferita già alle due mani).

Il peso specifico dell'INTONACHINO DI CALCE è circa di 1,6 – 2,0 kg per lt.

La permeabilità al vapore può variare da  $\mu = 9$  a 15

## **I Prodotti Silossanici**

### **PITTURA SILOSSANICA**

#### **Descrizione**

La pittura silossanica è, di norma, composta da resine acriliche miscelate a resine silossaniche, pigmenti coloranti e cariche varie come farine di quarzo, biossido di titanio, ecc.

E' una pittura di alta tecnologia, proveniente dalla ricerca nei laboratori tedeschi, che abbina ottime caratteristiche di traspirazione e forte protezione idrorepellente.

**La componente acrilica è necessaria in quanto rappresenta la parte “collante” del prodotto.** La resina silossanica infatti, pur offrendo appunto traspirazione e idrorepellenza, non è in grado di “legare” tutte le cariche. Il giusto dosaggio delle due resine può garantire le massime prestazioni al film applicato.

Le migliori produzioni garantiscono un film essiccato a bassissimo spessore (a cui corrisponde quindi un’ottima resa di mq coperti per lt di prodotto). A volte però questo esiguo spessore può esaltare le imperfezioni dell’intonaco mal rifinito dai muratori. Per questo motivo quasi tutte le aziende hanno affiancato alla pittura “pura” di alte prestazioni anche un pittura più “caricata” con farine di quarzo che, se da un lato impoveriscono leggermente la qualità del prodotto a discapito delle prestazioni, dall’altro permettono di ottenere un film a maggior spessore, che nasconde meglio le irregolarità del supporto.

La pittura silossanica è un po’ uno strano ibrido, a metà strada tra le tinte minerali (calci e silicati), grazie all’interazione chimica della resina silossanica con il supporto, e le pitture sintetiche che tendono a pellicolare e si attaccano alla superficie in modo fisico, come le classiche acriliche per esterni.

Per questo motivo sono indicate per tutti i tipi di supporti, sintetico e minerale, a condizione che questi siano solidi, coesi, non sfarinanti e puliti.

## **Ciclo applicativo**

### **1. PREPARAZIONE DEL SUPPORTO**

#### **1°. Vecchi intonaci con tinte minerali.**

Eseguire un controllo generale sulla consistenza dell’intonaco.

Parti di intonaco distaccate, o in fase di distacco, vanno asportate (e sostituite con intonaci nuovi di calce naturale) o riagganciate al supporto murario con iniezioni di materiale resinoso, solitamente si utilizza resina acrilica Primal più o meno “caricata” con polveri di marmo, o con calci fluide, anch’esse più o meno “caricate” (vedi voci a parte).

Le parti di intonaco degradate da patologie di umidità per risalita capillare, con conseguente sviluppo di efflorescenze saline, devono essere sostituite con appositi intonaci deumidificanti (meglio se di calce naturale), previo trattamento dei sali.

Eventuali parti di intonaco degradate da fenomeni salini dovuti a percolazioni di acqua, derivate da perdite di grondaie e pluviali, dovranno essere sostituite con malte strutturali denominate “antisale” perché formulate con speciali additivi che impediscono ai sali (presenti in forti concentrazioni in queste zone) di migrare sulle nuove superfici e degradare il rivestimento protettivo finale.

Eventuali crepe, se statiche (dovute quindi a cedimenti strutturali dei muri ma definitivi) devono essere aperte, possibilmente creando una sezione a coda di rondine verso l’interno, e stuccate con malte antiritiro, possibilmente a basso modulo elastico (cioè più elastiche). Quelle di calce naturale sono le più indicate.

Crepe dinamiche (dovute a movimenti di dilatazione dei supporti murari, o a differenza di impiego di materiali, es. telaio in cemento armato e tamponamento in cotto leggero) devono essere affrontate in modo più radicale, e cioè rimuovendo una fascia di intonaco per una larghezza di circa 1 m in asse con la crepa; si provvederà quindi al rifacimento con intonaco (meglio se di calce naturale) avendo cura di incorporare nello stesso una rete in filo di ferro zincato, elettrosaldato, a maglia fine.

E’ consigliato un idrolavaggio per rimuovere le particelle grasse e carboniose di smog, meglio se eseguito con acqua calda. In alternativa procedere con accurata spazzolatura.

Attendere la maturazione dei nuovi rappezzi di intonaco (almeno 15 giorni) prima di procedere con il ciclo applicativo.

#### **2°. Vecchi intonaci con pitture sintetiche**

Sostituire le parti di intonaco degradato seguendo i consigli dati nel capitolo precedente.

Operare sulle crepe esistenti come al capitolo precedente.

Eliminare, quando possibile, la vecchia pittura sintetica, rimuovendola con sistemi meccanici (sabbatura), fisici (bruciatori a fiamma), o chimici (sverniciatori). Nell’utilizzo di sverniciatori è consigliabile l’uso di prodotti ecologici, meglio se esenti da paraffina; all’utilizzo di sverniciatori dovrà far seguito, obbligatoriamente, un lavaggio delle superfici sverniciate.

### 3°. Intonaci nuovi non pitturati

Gli intonaci nuovi non necessitano di norma di alcuna preparazione, fatta eccezione di un trattamento di spolveratura, utile per affrontare gli intonaci premiscelati moderni, spesso dalla superficie pulverulenta.

Operare sulle crepe esistenti come al capitolo precedente.

### 4°. Intonaci nuovi già pitturati

Operare sulle eventuali crepe come al capitolo precedente.

Verificare la consistenza della pittura esistente.

Le pitture minerali (calci e silicati di potassio) saranno ripulite con un buon idrolavaggio a pressione, meglio se con acqua calda per rimuovere le particelle grasse di smog.

Le pitture sintetiche, se ben ancorate, vanno ripulite anch'esse con un'idrolavaggio. Parti distaccate vanno rimosse e raschiate via aiutandosi, se necessario, con uno sverniciatore chimico.

## TRATTAMENTO DEL SUPPORTO

Dopo aver preparato il supporto seguendo le indicazioni fornite nel capitolo precedente, si procederà all'imprimatura delle superfici con *Consolidanti Acrilsilossanici*, chiamati anche *Fissativi acrilsilossanici*, *Isolanti acrilsilossanici* o *Primer Acrilsilossanici*. Per tutte le superfici menzionate precedentemente, ad esclusione di quelle pitturate con vecchie pitture sintetiche, è opportuno applicare Consolidanti Acrilsilossanici all'acqua, opportunamente diluiti (in acqua fresca ben pulita).

E' indispensabile procedere ad una prova preventiva di applicazione, avendo cura di lasciarla asciugare accuratamente. Se la superficie trattata apparirà traslucida sarà necessario aumentare la diluizione del Consolidante con acqua.

Nel caso di superfici già pitturate con vecchie pitture sintetiche è opportuno utilizzare Consolidanti (denominati anche Fissativi o Isolanti o Primer) Acrilsilossanici in solvente. Questi consolidanti hanno la capacità di penetrare attraverso le vecchie pitture giungendo fino al supporto minerale (l'intonaco) e fissarle in modo molto efficace. Non solo, alcuni di questi prodotti hanno anche un effetto "sverniciatore"; nel senso che se la vecchia pittura è distaccata in certi punti, verrà "sollevata" e quindi sarà semplice rimuoverla con un raschietto. I consolidanti in fase solvente devono essere utilizzati solo su superfici esterne, in condizioni di aerazione e ventilazione e con utilizzo di mezzi protettivi per gli applicatori (mascherina, occhiali, ecc.).

Tutti i trattamenti di impregnazione dei supporti DEVONO essere applicati dal basso verso l'alto, per poter avere la garanzia di un'impregnazione uniforme su tutte le superfici.

Ricordiamo che il miglior attrezzo per impregnare le superfici è, da sempre, il pennello. Le setole del pennello svolgono un'azione meccanica di spinta del materiale dentro ai pori della superficie.

In alternativa sarà possibile anche l'utilizzo del rullo con pelo raso o sistemi a spruzzo (pistola o airless) ma con risultati di qualità e, di conseguenza, durabilità inferiori.

Alcune aziende propongono anche versioni di Consolidanti, sia all'acqua sia in fase solvente, già colorate (bianco o colori di cartella). Il consolidante colorato ha minor penetrazione del supporto ma aiuta nel risultato estetico della finitura finale. E' indicato quindi su supporti sani e coerenti, dove è richiesta una minor prestazione a questa mano di fondo.

**ATTENZIONE!!** Se la superficie preparata e trattata si presenta ora molto eterogenea come scabrosità (può succedere facilmente che i nuovi rappezzi di intonaco siano più ruvidi rispetto al vecchio intonaco, o che la rimozione parziale della vecchia pittura sintetica abbia comportato delle "ferite" al vecchio intonaco provocate dal raschietto) diventa indispensabile procedere ad una rasatura delle superfici prima di applicare la pittura silossanica. Sulla rasatura, se minerale, sarà necessario ripetere l'applicazione del Consolidante Acrilsilossanici, prima della pitturazione.

In alternativa alla rasatura è possibile applicare un Fondo Riempitivo sintetico o minerale (solitamente a base di silicati di potassio). Questo fondo, pur facendo minor spessore rispetto alla rasatura, è più pratico e veloce, perché applicato con pennello e/o rullo invece che l'uso di cazzuola americana richiesta dalla rasatura. Ha sicuramente un costo applicativo inferiore ed è adatto in situazioni dove le differenze di superficie non siano troppo evidenti (in questo caso la rasatura è indispensabile).

Sul Fondo Riempitivo, solitamente, non è necessario ripetere l'applicazione del Consolidante Acrilsilossanico.

## **2. APPLICAZIONE DELLA PITTURA SILOSSANICA**

Dopo aver atteso il tempo di polimerizzazione del Consolidante (secondo la formulazione e condizioni atmosferiche può variare da un minimo di 4 - 5 ore fino a 24 ore), potremo procedere con l'applicazione della Pittura Silossanica.

La Pittura Silossanica, anche nella versione più caricata, quella Riempitiva, sarà applicata in due mani, date a pennello, rullo o, per certe superfici ampie, anche a spruzzo (chiedere preventivamente al proprio fornitore).

Le due mani saranno separate da un intervallo minimo di 4 – 6 ore.

Il prodotto, contenente solitamente una buona percentuale di biossido di titanio (carica molto bianca e co-rente), può essere applicato senza particolari accorgimenti.

Evitare di lavorare direttamente sotto l'esposizione solare o su di una facciata che sia rimasta esposta al soleggiamento estivo per diverse ore.

Volendo, si possono eseguire velature con colori trasparenti anche sulla Pittura Silossanica. E' evidente che questi pigmenti dovranno essere "legati" con opportune resine. Solitamente sono utilizzate resine acrilossilossaniche, compatibili con il ciclo silossanico.

## **INTONACHINO SILOSSANICO**

L'intonachino silossanico, rivestimento a spessore (da 1 a 3 mm circa) composto da resine acrilossilossaniche e sabbie carbonatiche e/o silicee, è nato, seguendo la stessa filosofia delle pitture silossaniche, per garantire, con un rivestimento a spessore che imita i vecchi rivestimenti minerali in calce, una miglior protezione all'intonaco sul quale è applicato e al tempo stesso non comprometterne la traspirabilità.

Gli intonachini silossanici sono prodotti in diverse granulometrie, per soddisfare le più svariate esigenze di protezione di facciate vecchie e nuove.

Il più fine utilizza polveri e sabbie fino a 0,6 mm circa. La granulometria media si attesta attorno a 1 – 1,3 mm e la grossa da 2 a 3 mm.

La fine e la media devono essere normalmente applicate in due mani, la grossa in una unica. Al contrario di quello che si potrebbe pensare, la granulometria più grossa offre meno protezione del supporto, a livello di idrorepellenza. Il granello grosso lascia infatti più vuoti e cavità al rivestimento. Ne beneficia la traspirazione, a discapito però della continuità del film protettivo. Per migliorare la durabilità e la capacità protettiva del supporto di questo rivestimento più grosso, è opportuno applicare una mano preventiva di pittura silossanica dello stesso colore dell'intonachino. Questa mano di pittura non sostituisce peraltro la mano di fissativo/isolante che deve comunque essere applicata come prima fase del ciclo.

### **Ciclo applicativo:**

#### **1. PREPARAZIONE DEL SUPPORTO**

**Procedere come nel caso della Pittura Silossanica**

#### **2. TRATTAMENTO DEL SUPPORTO**

**Procedere come nel caso della Pittura Silossanica**

#### **3. APPLICAZIONE DELL'INTONACHINO SILOSSANICO**

Dopo aver atteso il tempo di polimerizzazione del Consolidante (secondo la formulazione e condizioni atmosferiche può variare da un minimo di 4 - 5 ore fino a 24 ore), potremo procedere con l'applicazione dell'Intonachino Silossanico.

Le granulometrie fine e media devono essere applicate, di norma, in due mani, distanziate da un intervallo di tempo che può variare dalle 4 alle 24 ore.

La prima mano è applicata con spatola americana, chiamata anche taloscia, avendo cura di lisciare velocemente le creste più evidenti con lo stesso attrezzo.

Attenzione!! Nel caso si lavori su superfici molto irregolari e/o grezze, viene spontaneo applicare molto materiale in prima mano per nascondere le irregolarità della superficie. Niente di più sbagliato. Si consumerà molto materiale ed il risultato estetico sarà mediocre. E' invece consigliato applicare la prima mano con la tecnica della "rasatura a zero". Applicare cioè il materiale e portarlo via strisciando con forza la cazzuola americana (utilizzata di taglio). Questa azione porterà a riempire solamente le lacune della superficie, creando una nuova superficie molto planare e regolare, anche se in diverse zone apparirà in trasparenza il colore del supporto. Non deve preoccupare perché saranno ricoperte dalla seconda mano.

La seconda mano sarà applicata sempre con cazzuola americana e rifinita, secondo le indicazioni delle case produttrici, con frattazzino di spugna (lo stesso utilizzato per gli intonachini minerali di calce ed ai silicati), oppure liscio con frettazzi e/o calosce di plastica o in acciaio inox.

Volendo, si possono eseguire velature con colori trasparenti anche sull'intonachino silossanico. E' evidente che questi pigmenti dovranno essere "legati" con opportune resine. Solitamente sono utilizzate resine acrililossaniche, compatibili con il ciclo silossanico.

## **I prodotti a base di Silicati liquidi di potassio**

### **TINTA MINERALE AI SILICATI DI POTASSIO**

La TINTA MINERALE AI SILICATI a base di silicato liquido di potassio e pigmenti inorganici, è indicata nel caso sia richiesta una elevata traspirabilità della superficie, unitamente ad una ottima resistenza all'azione degli agenti atmosferici.

E' utilizzata per finiture sia interne che esterne.

La TINTA AI SILICATI DI POTASSIO è adatta a edifici storici, moderni e rurali. La sua resistenza alle piogge acide conferisce agli intonaci tinteggiati una protezione dall'elevata durabilità. E' importante a tal proposito ricordare che il silicato di potassio completa in modo ottimale la sua reazione quando reagisce con il carbonato di calcio del supporto, presente in quantità negli intonaci di calce naturale e limitato in quelli cementizi. Il parametro da adottare per avere il massimo della durabilità delle finiture ai silicati è quindi:

**+ calce negli intonaci di supporto = + durabilità nel tempo della finitura ai silicati.**

#### **Applicazione**

Applicare solo su intonaci minerali esenti da patologie di umidità e sali.

Lavorare con temperature del supporto e dell'ambiente comprese tra i +5°C e i +35°C.

Non operare su facciate esposte in pieno sole.

Precedenti pitture e rivestimenti sintetici devono essere rimosse. Utilizzare sverniciatori esenti da paraffina.

Evitare superfici di gesso e legno.

#### **Preparazione e trattamento dei supporti**

Rimuovere tracce di sporco con spazzolatura e/o idropulizia. Consolidare le superfici con uno specifico FISSATIVO MINERALE AI SILICATI.

Nel caso di superfici eterogenee, es. rappezzi nuovi su vecchi intonaci, si consiglia di uniformare con una mano di FONDO RIEMPITIVO AI SILICATI, materiale presente ormai in tutti le produzioni di finiture ai silicati, applicato a pennello o rullo.

Attendere almeno 24 ore e applicare TINTA MINERALE AI SILICATI in due mani, a pennello o rullo, diluite con acqua secondo le specifiche delle aziende produttrici. Agitare bene le confezioni prima dell'uso.

#### **Caratteristiche tecniche**

Aspetto: liquido opaco colorato.

Legante minerale: silicato liquido di potassio stabilizzato.

Coadiuvante d'adesione: copolimeri stiroil-acrilici in dispersione (secondo norme DIN tedesche max 5% in residuo secco)

Peso specifico medio: 1500-1700 gr/lit ca.

Resa: 0.30 – 0.50 kg/mq per due mani

Coeff. di resistenza al passaggio vapore:  $\mu$  = da 15 a 150 ca.

### **Precauzioni**

Coprire accuratamente tutte le superfici confinanti a quelle da verniciare ed in modo particolare: vetri, ceramica, mattoni, ecc.

Lavare immediatamente eventuali spruzzi di prodotto.

Proteggere gli occhi e la pelle da contatto diretto con il prodotto.

Pulire con abbondante acqua gli attrezzi subito dopo l'uso.

## **Le velature trasparenti con terre colorate**

### **Caratteristiche**

Le **TERRE COLORATE NATURALI**, date in affresco o miscelate, se necessario, con leganti minerali come l'acqua di calce o con leganti sintetici, di natura acrilica o acril-silossanica, creano effetti cromatici trasparenti, uguali alle antiche coloriture, tipiche della tradizione storica.

Nella coloritura a secco, i due diversi leganti, minerale o sintetico, opportunamente miscelati con le **TERRE NATURALI**, permettono di creare effetti decorativi e di coloritura su qualunque tipo di finitura attualmente in commercio, per esterni ed interni, sia minerale sia sintetica.

La miscela di **TERRE COLORATE NATURALI** con i leganti sarà poi diluita con tutta l'acqua necessaria ad ottenere il tono di saturazione voluto.

Come l'acquerello dell'artista sul cartoncino, il sistema di coloritura trasparente **TERRE COLORATE NATURALI** permette la lettura dei colori degli strati precedenti. I raggi di luce penetrano i colori della velatura e sono riflessi dal supporto sottostante, riemergendo in superficie trasportano anche il colore del supporto. L'effetto è di un colore composto vibrante e molto luminoso, vivo.

Ad esempio, per ottenere un Rosso Bologna originale, applicheremo alla facciata una finitura protettiva gialla (tinta, pittura, tonachino, ecc.) e sovrapporremo due mani di **TERRE COLORATE NATURALI** di colore rosso.

Il risultato ottenuto sarà un rosso aranciato vibrante, tipico delle facciate storiche bolognesi.

### **Campi d'impiego**

Coloriture di facciate esterne di centri storici e complessi rurali, in sintonia con la tradizione storica dell'ambiente urbano e rurale.

Velature e patinature su superfici nuove o già esistenti.

Coloritura di superfici esterne sintetiche, dove siano richiesti particolari ed esclusivi effetti di pregio.

Decorazione di ambienti interni.

### **Preparazione del supporto**

La superficie deve presentarsi asciutta, priva di polveri, macchie di sali e umidità.

Superfici nuove: applicare direttamente **TERRE COLORATE NATURALI**, miscelate con il veicolo richiesto e diluite successivamente con acqua fresca e ben pulita.

Superfici già esistenti:

- ◆ Se in ottime condizioni procedere ad una semplice pulizia con spazzola o idropulizia.
- ◆ Se incoerenti o sfarinanti, sarà opportuno effettuare un'energica spazzolatura ed un successivo trattamento

consolidante con prodotto specifico, meglio se di natura acrilossilossanica, diluito secondo le prescrizioni della propria scheda tecnica. Attendere 24 ore prima di applicare **TERRE COLORATE NATURALI**.

### **Applicazione e raccomandazioni**

Miscelare **TERRE COLORATE NATURALI** con il veicolo scelto (**ACQUADICALCE** o **VEICOLO ACRILSILOSSANICO**) rispettando le proporzioni di 1 parte di **TERRE COLORATE NATURALI** e 5 parti di **ACQUADICALCE** o **VEICOLO ACRILSILOSSANICO** (le confezioni sono già proporzionate).

Diluire la miscela ottenuta con acqua nella proporzione voluta (minimo 1 a 1) fino ad ottenere la saturazione di tono desiderata.

Eseguire l'applicazione con la tecnica richiesta, cioè a pennello, straccio, spugna di mare, spruzzo, avendo cura di applicare almeno due mani di prodotto.

Una sola mano può creare effetti estetici poco gradevoli, quali incrementi di tono nei punti di sovrapposizione quando ci si sposta tra un piano e l'altro del ponteggio.

Ogni mano applicata in successione su quella precedente incrementerà il tono del colore rendendolo più saturo.

Per ottenere tinte composte da più colori primari, si consiglia di sovrapporre mani di colore diverso piuttosto che miscelare i diversi colori prima dell'applicazione. L'effetto finale sarà molto più raffinato e pregevole.

La tecnica dell'affresco è ottenuta applicando **TERRE COLORATE NATURALI** non miscelate con alcun veicolo ma diluite direttamente in acqua (almeno 1 a 10), su **INTONACHINO DI CALCE** o **TINTA AL LATTE DI CALCE** o **MARMORINO** entro le prime ore dalla stesura di questi ultimi. Il colore si unirà indissolubilmente con la calce mentre questa farà presa ed indurimento.

Non lavorare su superfici esposte o riscaldate dal sole.

Non applicare con tempo piovoso o a temperature dell'aria e del supporto inferiori a 5° C.

Proteggere le superfici dal dilavamento meteorico per almeno 48 ore.

### **Caratteristiche tecniche**

Aspetto: colore trasparente opaco.

Peso specifico: **TERRE COLORATE NATURALI**: da 1,1 a 1,7 kg per dmc

Resa: Da 20 a 40 mq per lt di miscela, composta da **TERRE COLORATE NATURALI** e apposito legante, secondo l'assorbimento del supporto e l'intensità di tono richiesta.



## IL RESTAURO E RECUPERO DELLE FACCIATE STORICHE

### LE PATOLOGIE PIU' COMUNI

Etimologia di **Patologia**: *Pathos* (Malattia) *Logos* (discorso, dottrina)

Definizione: *Scienza che tratta dei disordini, relativi alla disposizione materiale degli “organi” e alle loro funzioni.*

Le patologie riscontrate in facciata possono interessare solo particolari o elementi della facciata stessa o essere generalizzate

La distinzione in funzione dell'estensione è:

- **Puntuale**, se riferita solo a particolari o piccole estensioni superficiali.
- **A zone**, se si ripete più volte nella facciata o allo stesso piano.
- **Diffusa**, se interessa completamente una facciata o un piano della stessa.

E' importante documentare la collocazione in riferimento all'altezza o al piano, per poter essere in grado di verificare nel tempo se il trattamento eseguito ha provveduto alla completa eliminazione della patologia o se questa si ripresenta (potremo anche capirne i motivi se provvederemo a periodici monitoraggi dell'intervento).

Le patologie possono coinvolgere solo le superficie esterne o interessare anche il substrato (intonaco) o addirittura l'intero spessore murario. In tal caso la tecnologia ha inventato strumenti diagnostici che ci permettono di “vedere” cosa succede all'interno dei muri (endoscopia, raggi infrarossi e raggi x, ultrasuoni, georadar, ecc).

E' noto che vi sono patologie nate al momento della costruzione (solitamente per errore umano); in questo caso parleremo di **patologie fisiologiche**. Un esempio può essere un muro calcolato male strutturalmente, che subisce cedimenti originanti crepe, che si manifestano anche sulla superficie esterna.

La maggior parte delle patologie si manifesta però durante la vita dell'edificio; di norma le patologie insorgono per:

- **Naturale invecchiamento dell'edificio**
- **Mancanza di manutenzione dell'uomo**
- **Manutenzioni e/o restauri errati dell'uomo.**

**Nei primi due casi va notato che la maggior parte dei danni sono provocati dall'acqua** o da elementi contenuti e veicolati dall'acqua stessa; acqua meteorica, acqua a Ph acido, acqua da condensazione, acqua da schizzi provocati dal traffico stradale, acqua sotto forma di gelo, acqua da risalita capillare, acqua sotto forma di aerosol e nebbia, acqua da percolazioni di lattenierie malandate, acqua come attivatore di reazioni chimiche disgreganti ecc. E assieme all'acqua troviamo frequentemente i sali, che provocano distruzione chimica, attraverso trasformazioni molecolari e fisica, data dalla crescita enorme di volume nel momento in cui il sale passa dalla fase di soluzione a quella cristallina.

Elenchiamo, sommariamente, le patologie che ricorrono più frequentemente nelle facciate storiche. Alcune sono macroscopiche, molto diffuse e ben conosciute. Altre sono meno evidenti e più “subdole”.

- Umidità per risalita capillare.
- Percolazioni d'acqua dal tetto, da aggetti quali balconi, da opere di lattenieria.
- Problematiche dovute a concentrazioni di Sali veicolati dall'acqua.
- Aggressioni di organismi vegetali (muffe, licheni, erba, cespugli).
- Degrado di intonaci a calce ed elementi lapidei calcari, dovuto ad aggressioni chimiche come le piogge acide o lo smog (carbonato di calcio si trasforma in gesso, solfato di calcio).
- Degrado degli intonaci dovuto ad erosioni fisiche del vento.
- Crepe a cavilli di varia natura e dimensione.
- Dilavamento delle finiture colorate.
- Uso errato ed incongruo di materiali o tecniche di manutenzione e restauro (cemento, pitture e rivestimenti sintetici pellicolanti e non traspiranti, ecc.).

Il buon tecnico o impresa che si avvicinano ad una facciata storica sanno che non bisogna fare analisi sommarie e troppo rapide.

L'approccio ad una facciata storica da manutentare, recuperare o restaurare deve essere, in primo luogo, visivo. E' opportuno non focalizzarsi da subito sui particolari di facciata, ma iniziare da un contesto generale, non solo della facciata stessa, ma anche dell'ambiente circostante, il cosiddetto "intorno".

La tecnica d'approccio giusta è quindi quella del "Contesto prima del Testo".

In questo modo possiamo renderci conto meglio dell'origine di eventuali patologie, che potrebbero essere determinate da fattori estrinseci alla facciata stessa.

Alla prima ricognizione visiva deve seguire una documentata e varia ricognizione fotografica, sia dell'intorno che dei particolari del testo. Molte volte sfuggono elementi, anche importanti, che vengono notati solo nel successivo esame della documentazione fotografica raccolta.

Secondo l'importanza dell'edificio e la valenza dei lavori previsti, è utile raccogliere vecchi documenti, iconografie, vecchie fotografie, documenti di precedenti e storici appalti da Archivi di Stato, biblioteche, archivi parrocchiali e curiali, ecc.

A completare questa documentazione potrebbe essere necessario procedere ad una campagna di analisi diagnostiche, mirata a conoscere meglio l'origine e la caratterizzazione dei materiali e manufatti e delle patologie.

Nell'affrontare la manutenzione o il restauro di una facciata storica, è importante disporre di tutte le informazioni possibili sullo stato del supporto, dal quadro patologico alla composizione dei materiali costituenti il supporto.

Le analisi potranno essere svolte in situ e/o in laboratorio.

La "**campagna di analisi diagnostiche**" ci fornirà quindi un quadro completo dei supporti, delle superfici e delle eventuali patologie.

Solo a questo punto, dopo aver raccolto e organizzato tutte le informazioni, saremo in grado, tenendo conto anche dell'elemento filologico (cioè dalle richieste che provengono dall'architettura e dall'uso storico dell'edificio stesso, e nel rispetto della filosofia con il quale fu costruito e mantenuto nel tempo) di "**progettare l'intervento**". Il progetto elaborato, completato dalle documentazioni raccolte potrà, se necessario, essere sottoposto agli organi competenti che provvedono alla tutela del patrimonio storico e artistico.

## **LE INDAGINI DIAGNOSTICHE APPLICATE AI SISTEMI MURARI**

Le indagini, suddivise come detto in precedenza, tra analisi svolte in situ e quelle di laboratorio, servono quindi a fornire utili indicazioni per **progettare l'intervento** di restauro (o manutenzione) attraverso:

- La datazione, l'autenticazione e la caratterizzazione dei materiali che costituiscono il manufatto.
- La valutazione dello stato di conservazione.
- La determinazione degli elementi e delle cause del degrado.
- Il riconoscimento delle tecniche esecutive.
- L'accertamento di interventi di restauro e/o manutenzione precedenti.
- La giusta scelta dei materiali da utilizzare per il restauro (manutenzione) e, di conseguenza, le giuste tecniche applicative.

**Successivamente all'intervento**, le analisi diagnostiche sono altrettanto importanti per monitorare i manufatti e verificare:

- La qualità del lavoro eseguito.
- L'effettiva risoluzione delle patologie riscontrate prima dell'intervento.
- La durabilità dei cicli di intervento eseguiti.
- La messa a punto e il controllo delle condizioni di conservazione future, attraverso operazioni di monitoraggio periodico o in real-time.

- Le informazioni ottenute periodicamente con il monitoraggio ci permetteranno, incrociando i dati ottenuti, di elaborare dei grafici e capire se le curve di degrado sono dovute a un naturale invecchiamento dei materiali utilizzati o a un precoce decadimento, derivante da errate tecniche applicative e/o materiali utilizzati non idonei.

## ANALISI PIU' UTILIZZATE IN SITU

Tra le analisi non distruttive, svolte in situ, le più diffuse sono:

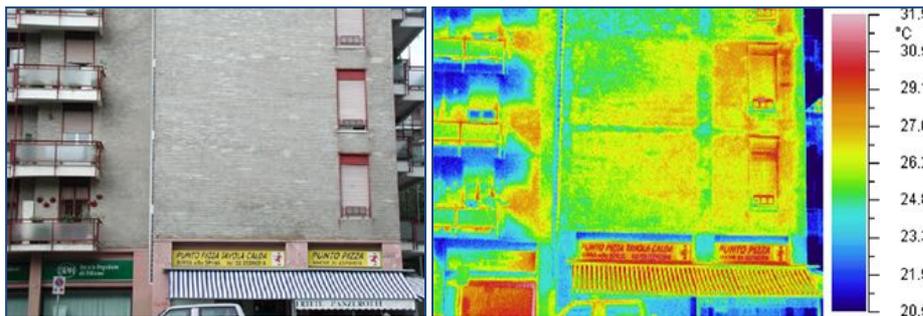
- Termografia a raggi Infrarossi
- Ultrasuoni
- Rilievo dei colori con spettrofotometro o con colorimetro
- Analisi Stratigrafiche
- Rilievo dell'umidità del supporto
- Verifica concentrazione dei sali e loro natura
- Endoscopia
- Fessurimetri
- Monitoraggio microclimatico

## TERMOGRAFIA A RAGGI INFRAROSSI (UNI 9252, ISO 6781)

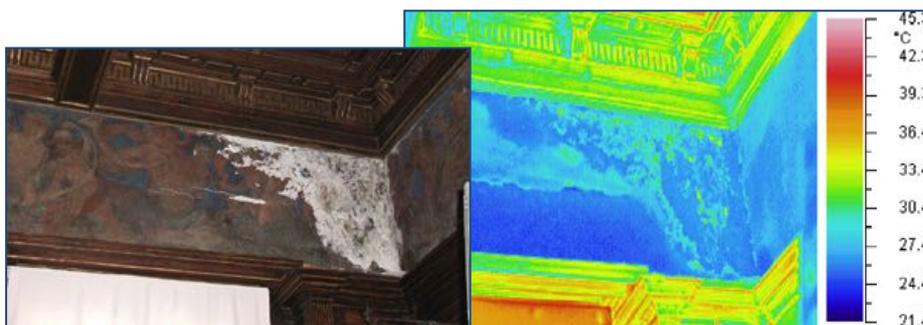
E' utilizzata per verificare l'assetto strutturale della muratura e suoi componenti, i distacchi di elementi corticali come gli intonaci o rivestimenti e per le dispersioni termiche.

Realizzata con termo camera a Infrarossi che, come le videocamere tradizionali, può montare ottiche diverse dal grandangolo al teleobiettivo, evidenzia:

- Distacchi di intonaci, rivestimenti o particolari architettonici
- Strutture diverse nascoste nella muratura
- Zone umide e quindi più fredde causa l'evaporazione
- Ponti termici e dispersioni termiche varie



Dispersioni termiche dalla facciata



Infiltrazioni d'acqua in interni

### ULTRASUONI (Normal 22/86)

Si impiegano per verificare discontinuità strutturali della muratura.

Richiedono la necessità di poter operare su entrambe le facce del muro e permettono di:

- Misurare gli spessori di muri
- Individuare discontinuità all'interno delle strutture
- Verifica degli interventi di consolidamento eseguiti mediante iniezioni



### RILIEVO DEL COLORE CON SPETTROFOTOMETRO E COLORIMETRO

Lo spettrofotometro è un strumento che, emettendo una luce propria calibrata, è in grado di “leggere” oggettivamente il colore senza risentire delle dominanti esterne e dei cambiamenti di temperatura del colore della luce solare nelle varie fasi della giornata. Abbinato, tramite appositi software, ai sistemi tintometrici in dotazione ai punti vendita più importanti, è in grado di riformulare la finitura colorata nello stesso colore.

Il colorimetro rappresenta una variante semplificata, dove il metodo di lettura è simile ma, invece di rendere oggettivamente la lunghezza d'onda del colore, confronta la tinta letta con un archivio digitale di tinte incorporate, tinte appartenenti alle case produttrici. E' quindi uno strumento meno sofisticato (e anche meno oneroso) dello spettrofotometro, ma presenta la massima utilità per l'applicatore che, in cantiere, deve trovare velocemente colori uguali o simili a quello del campione letto.



Esempio di colorimetro portatile per applicatori

Note curiose sul colore: l'occhio della donna è più preciso e selettivo nello scegliere i colori di quello dell'uomo. gli essere umani in genere sono in grado di selezionare maggiori sfumature nel colore verde rispetto al rosso; questo è noto al bravo colorista che deve produrre i colori che sa di dover essere molto più preciso quando produce un verde rispetto a quando produce finiture rosse.

### RILIEVO DELL'UMIDITA' IN SITU

Esistono vari sistemi per rilevare *in situ* l'umidità nelle murature: metodi a conduttività elettrica, metodo dielettrico, metodi ponderali (misurare quanta acqua è presente in percentuale sul peso della muratura) con il Carburante di Calcio o con bilancia elettronica a resistenze termiche. A questi sistemi si aggiungono sistemi sofisticati, usati per lo più nel monitoraggio in continuo, con utilizzo di sonde fisse inserite nelle murature a diversi livelli e profondità che, comunicando via filo o via radio ad una centralina, danno risultati in continuo sull'andamento della patologia.



### METODO ELETTRICO

Lo strumento illustrato a lato misura il contenuto d'acqua attraverso due elettrodi, a forma di chiodo, che vengono spinti nel supporto per la lettura. Questo dispositivo, nato come si può intuire per le misure dell'umidità nell'essenze legnose (non è possibile verniciare il legno con prodotti pelli colanti se c'è un contenuto d'acqua eccessivo), è stato adattato impropriamente anche ai muri. Ricordiamo che anche i Sali conducono elettricità, non solo l'acqua. Per assurdo potremmo trovarci di fronte ad un muro asciutto con formazioni saline in superficie (e non è assolutamente raro come episodio) e lo strumento rileva erroneamente

umidità. **Va quindi sconsigliato come utilizzo per le murature.**

### TERMOIGROMETRO

Questo altro strumento è in grado di misurare, con sonde esterne, i tre parametri che occorre verificare per capire se l'umidità che troviamo spesso su pareti interne è umidità dovuta a condensazione (es. ponti termici). Premendo a rotazione i pulsanti corrispondenti alla Temperatura dell'aria (T), all'Umidità Relativa dell'aria (% Rh), alla Temperatura della superficie (Ts) e, per ultimo, il pulsante C, è in grado di calcolarci il Punto di condensa (Dew Point) della superficie.



### METODO DIELETTICO

Lo strumento della foto a fianco misura invece, attraverso il metodo, dielettrico, il contenuto d'acqua nel supporto a 2 – 3 cm di profondità dalla superficie. E' utile in quanto non è influenzato da eventuali Sali superficiali.



### METODO PONDERALE CON CARBURO DI CALCIO

Il metodo ponderale con il carburo di calcio sono sicuramente più precise, rispetto ai metodi precedenti al punto da essere normate (*norma UNI 11121 del 2004 "Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Determinazione in campo del contenuto di acqua con il metodo al carburo di calcio"*).

Si preleva una quantità predeterminata di polvere all'interno del muro (almeno 8 – 10 cm) e la si immette in un contenitore a chiusura ermetica,



dove si pongono anche una fialetta di carburo di calcio e alcune biglie d'acciaio. Sul tappo del contenitore è posizionato un manometro in grado di misurare la pressione che si sviluppa all'interno del contenitore. Agitando il contenitore le biglie rompono la fialetta ed il carburo di calcio, a contatto con l'umidità presente nel campione prelevato, sviluppa gas acetilene. Secondo la quantità di acqua la lancetta segnerà un valore, corrispondente nella tabella di riferimento a un valore in percentuale di peso sul peso della polvere (e quindi del muro).



presente nel campione prelevato, sviluppa gas acetilene. Secondo la quantità di acqua la lancetta segnerà un valore, corrispondente nella tabella di riferimento a un valore in percentuale di peso sul peso della polvere (e quindi del muro).

### METODO PONDERALE CON BILANCIA TERMOGRAVIMETRICA

Si opera in modo del tutto simile al metodo del carburo di calcio; la polvere prelevata (non più in quantità predeterminata ma casuale, viene messa sul piattino della bilancia elettronica. Nel coperchio sono posizione

resistenze elettriche che asciugano a 105°C. il campione di polvere umida. Quando il prelievo diventa stabile nel peso la bilancia calcola la percentuale di peso persa, corrispondente all'acqua contenuta. E' un metodo più rapido e preciso ancora del precedente.

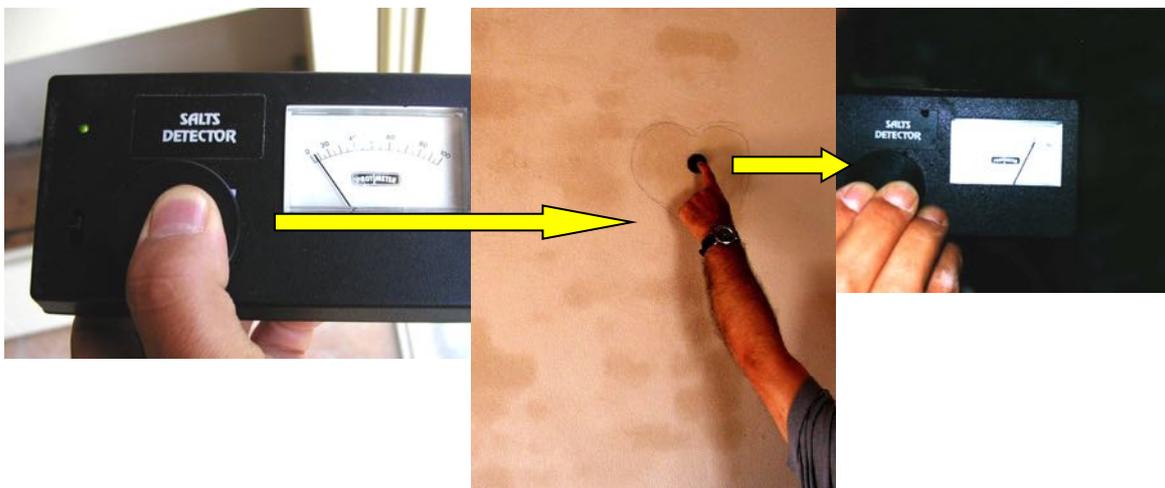
In tutti e due i metodi ponderali è importante operare in modo omogeneo nei prelievi, per avere costanza di risultati. E' fondamentale anche rilevare e trascrivere le condizioni climatiche del giorno, sia interne che esterne, per poter avere confronti omogenei nel tempo.



### VERIFICA DELLA CONCENTRAZIONE DEI SALI E LORO NATURA

Per avere un quadro completo della situazione nelle patologie da umidità per risalita capillare è indispensabile procedere anche alla verifica della presenza, concentrazione e natura dei Sali presenti sulle superfici e veicolati dall'acqua di risalita.

Uno strumento utile per verificare l'eventuale presenza, nei casi sospetti, è il Salt Detector che, attraverso il metodo della conduttività elettrica, analizza cartine di cellulosa imbevute di acqua deionizzata e tenute premute contro le superfici delle pareti per un minuto. I Sali migreranno nella cartina che, posta nuovamente sullo strumento, fornirà letture precise ed esaustive.



Questi sistemi sono solo indicativi e ci aiutano soprattutto nel capire se nel supporto le eventuali macchie che notiamo sono determinate da Sali o da altri elementi.

Una maggior precisione nel determinare sia la concentrazione sia la natura dei Sali (normalmente la ricerca si ferma a Solfati, Cloruri, Nitrati e Nitriti) la possiamo avere con uso di cartine (cartine Merck) o pastiglie reagenti. In entrambi i casi dovremo prelevare una quantità predeterminata di materiale dalla superficie (o dall'interno del muro secondo la necessità) e miscelarla con una quantità determinata di acqua deionizzata. Dopo opportuna decantazione delle impurità potremo immettere le pastiglie reagenti, che porteranno ad eventuali viraggi e colorazioni



del liquido offrendo precise indicazioni o bagnare per pochi secondi le cartine reagenti, dotate di strisce colorate che, cambiando colore, daranno informazioni precise sulla presenza e concentrazione del sale.

Le analisi di laboratorio, ben più sofisticate in quanto separano gli ioni dagli anioni, danno risposte estremamente precise sull'effettiva concentrazione e natura dei Sali.

## ENDOSCOPIA

L'indagine endoscopica è una tecnica di controllo visivo a distanza che è sempre più utilizzata nel settore della diagnostica edilizia, della conservazione e del restauro, in modo particolare nelle murature storiche.

Il sistema si basa sull'utilizzo di una sonda ottica che viene inserita in cavità, con sezioni anche molto piccole. La sonda è corredata da un obiettivo e da un oculare posti rispettivamente alle due estremità. Gli obiettivi intercambiabili consentono di variare la direzione della visione.

La fonte di illuminazione è costituita da una microlampada alogena posta all'estremità dell'obiettivo (endoscopia a luce calda). Collegando inoltre l'endoscopio ad una macchina digitale, con opportuno adattatore, le immagini possono essere acquisite. L'endoscopia è utilizzata per:

- Ispezioni all'interno di murature, e zone inaccessibili in genere come canne fumarie, cavedi, intercapedini, fognature, etc.
- Rilievo delle discontinuità tra paramento e nucleo, presenza di cavità, distacchi e lesioni.
- Determinazione delle caratteristiche fisiche, morfologiche, compositive e del degrado all'interno della struttura indagata.
- Introspezione visiva di parti strutturali nascoste e non accessibili (sottotetti, rinfianchi di volte, solai, etc.)
- Valutazione dello stato di conservazione delle testate di travi lignee

Si realizza un foro di diametro circa 15 mm nella struttura da indagare; si procede all'aspirazione della polvere e all'eventuale lavaggio, per poi procedere con l'ispezione interna visiva tramite la sonda ottica; l'analisi viene poi riportata su apposite schede insieme alla documentazione fotografica.

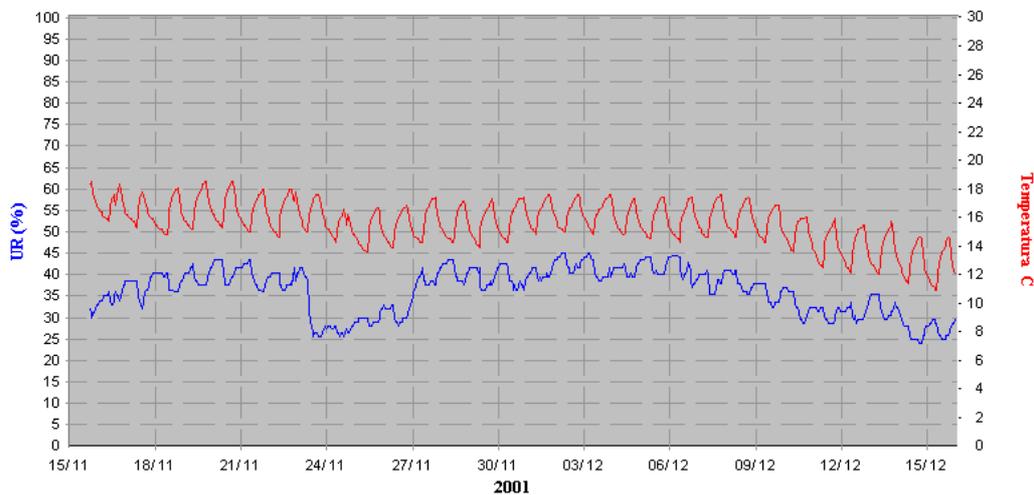


## FESSURIMETRI PER I MONITORAGGI STRUTTURALI

Sono strumenti semplici, realizzati per misurare il movimento di lesioni e l'entità degli spostamenti.



## MONITORAGGIO MICROCLIMATICO



Il monitoraggio microclimatico è utilizzato per verificare i comportamenti dei materiali e manufatti al variare delle condizioni climatiche. Normalmente i parametri sottoposti al monitoraggio sono la temperatura dell'aria (a volte anche la temperatura del supporto) e l'Umidità Relativa dell'aria.

## ANALISI STRATIGRAFICHE

Le analisi stratigrafiche eseguite in loco servono a verificare la successione degli strati pittorici o a mettere in luce decori, dipinti, affreschi e quant'altro sia nascosto da successive pitture manutentive date nel tempo.

Sono analisi riservate a mani esperte. Vengono eseguite da restauratori con il bisturi, unico strumento adatto a separare, grattando delicatamente le superfici, gli strati pittorici.



## ANALISI PIU' UTILIZZATE IN LABORATORIO

Diamo un elenco delle analisi di laboratorio più diffuse; ricordiamo che spesso è necessario sottoporre i campioni prelevati ad analisi diverse, complementari tra lo. L'incrocio dei dati porta ad una maggior precisione delle risposte. Esse sono:

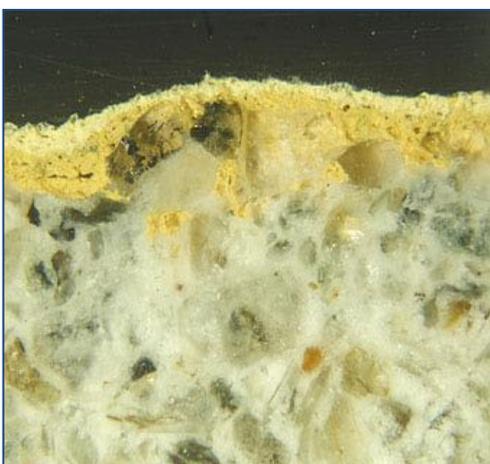
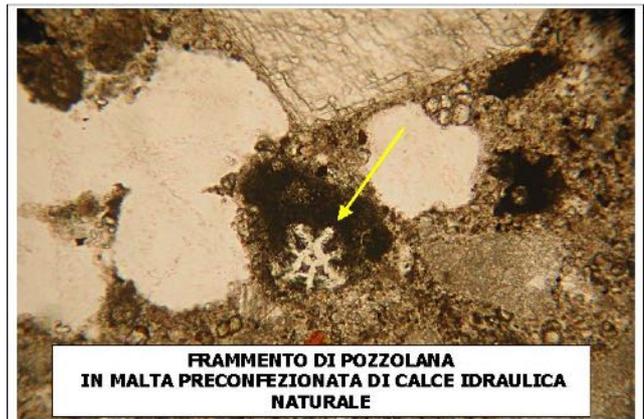
- Preparazione delle sezioni sottile e lucida (vetrini per microscopi ottici ed elettronici) per le successive analisi. Da un piccolo frammento prelevato in situ si ricava, con tecniche sofisticate, una sottilissima “fettina” di materiale e lo incolla con resine trasparenti all'interno di due vetrini ottici da microscopio.
- Analisi microstratigrafica (*Normal 14/83 UNI 10945*) corredata da prove microchimiche, osservazione in luce UV, analisi alla microsonda elettronica (EDS) su ogni strato e analisi spettrofotometrica all'infrarosso (FT/IR) su preparato in sezione lucida trasversale per il riconoscimento dei pigmenti e dei leganti degli strati pittorici e generalmente di sostanze organiche e inorganiche per lo studio delle alterazioni superficiali (depositi di sporco, polveri, croste nere, biodeteriogeni).
- Analisi mineralogico – petrografica con microscopio polarizzatore (MOLP) secondo Normal 10/82 su preparato in sezione sottile trasversale per lo studio dei **materiali lapidei naturali** (classificazione della roccia, la provenienza, e lo stato di conservazione) materiali lapidei artificiali (classificazione del tipo di impasto, caratteristiche micromorfologiche, granulometriche, porosimetriche, provenienza dell'aggregato, stato di conservazione).
- Studio petrografico quali e quantitativo di **lapidei artificiali** al microscopio polarizzatore su preparato in sezione sottile secondo Normal 12/83 corredata da misurazione della resistenza a compressione. L'analisi permette la classificazione dell'impasto, la caratterizzazione degli aggregati e del legante, l'individuazione della zona di provenienza degli aggregati, la determinazione delle caratteristiche micromorfologiche, granulometriche, porosimetriche, fisiche e la valutazione dello stato di conservazione.
- Studio petrografico quali e quantitativo di **malta** al microscopio polarizzatore su preparato in sezione sottile secondo Normal 12/83. L'analisi permette la classificazione dell'impasto, la caratterizzazione degli aggregati e del legante, l'individuazione della zona di provenienza degli aggregati, la determinazione delle caratteristiche micromorfologiche, granulometriche, porosimetriche e la valutazione dello stato di conservazione.
- Studio petrografico quali e quantitativo di un **laterizio** al microscopio polarizzatore su preparato in sezione sottile secondo Normal 15/84. L'analisi permette la classificazione dell'impasto, la determinazione della quantità e della natura degli smagranti e delle caratteristiche dell'argilla di partenza, il riconoscimento dei minerali indicativi della temperatura di cottura, la caratterizzazione micromorfologica, granulometrica e porosimetrica e la valutazione dello stato di conservazione.
- Diffrazione a Raggi X (XRD) (Normal 34/9) per il riconoscimento e la determinazione delle fasi cristalline.
- Fluorescenza ai Raggi X per il riconoscimento di composti inorganici - pigmenti – leghe - materiali ceramici - prodotti di corrosione.
- Spettrofotometria infrarossa a trasformata di Fourier FTIR per il riconoscimento di sostanze organiche ed inorganiche quali leganti, vernici, adesivi, pigmenti.
- Cromatografia ionica HPLC per la determinazione dei sali solubili – Solfati – Nitrati – Cloruri – Nitriti attraverso il dosaggio di anioni.
- Misura ponderale di umidità in superfici murarie (Normal 41/93). Determinazione della perdita in peso del campione dopo essiccazione.
- Permeabilità al vapor d'acqua Normal 21/85.
- Analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredata da microanalisi alla microsonda (EDS). L'analisi si può effettuare solo su campioni conduttivi o resi conduttivi mediante sputterizzazione catodica. E' molto utile da abbinare alla diffrazione a raggi X per il riconoscimento di clinker (cemento) nelle malte per intonaci.
- Supplemento all'analisi C/75 per osservazione in Low Vacuum (LV) di campioni senza la necessità di renderli conduttivi. L'analisi è completamente non distruttiva e non altera in alcun modo la microstruttura del campione analizzato (applicabile a materiali di natura inorganica e di natura organica purché resistenti ad una pressione massima di 1 Torr).

- Analisi ESEM-EDS in modalità Low Vacuum (LV). L'analisi permette la classificazione della roccia, eventualmente l'individuazione della zona di provenienza e la valutazione dello stato di conservazione.
- Determinazione quantitativa multielementare mediante XRF e perdita al fuoco su materiali lapidei naturali e artificiali.
- Distribuzione del volume dei pori in funzione del loro diametro mediante porosimetro al mercurio, secondo Normal 4/80.

## SEGUONO VARI ESEMPI DI ANALISI MICROSTRATIGRAFICHE



3. Strato verde a base di calce e gesso, pigmentato con Ocra Gialla, Ocra Rossa e Nero Carbone. Discreti quantitativi di ossalato.
2. Strato bianco a base di calce e gesso.
1. Intonaco a base di calce aerea magnesiaca e sabbia di composizione quarzoso – silicatica e secondariamente carbonatica.



3. Strato giallo chiaro: Bianco di Titanio, Giallo di Marte, carbonato di calcio, silicati di varia natura, resina acrilica.
2. Strato giallo scuro: Bianco di Titanio, Giallo di Marte, poco carbonato di calcio e con disperse particelle silicatiche (soprattutto quarzo), resina acrilica.
1. Intonaco cementizio caricato con particelle di natura carbonatica e silicatica.

## **BREVE GLOSSARIO**

<b>AGGREGATI</b>	Particolare categoria di inerti che, in realtà, non sono inerti chimicamente ma reagiscono a contatto con il legante. Es. il cocciopesto e la pozzolana miscelati con il grassello di calce aerea.
<b>ANIDRIDE CARBONICA</b>	Gas che compone l'aria, indispensabile per attivare la reazione di presa ed indurimento della calce aerea. Il processo è molto lento in quanto l'anidride carbonica è presente nell'aria in bassissima concentrazione, circa lo 0,03%
<b>ARGILLA</b>	Minerale dal quale si ottengono, per cottura, manufatti quali mattoni, laterizi, tegole, coppi, tavelle, ecc. Frantumando tali elementi si ottiene il cocciopesto, utile per rendere idraulica la calce aerea. Se presente in natura all'interno del calcare, dà origine a Marne Argillose le quali, cotte nel solito modo della calce aerea, producono invece la Calce Idraulica Naturale.
<b>ARRICCIO</b>	Secondo strato dell'intonaco da applicare sul rinzafo. E' composto da calce ed inerti misti in curva granulometrica, applicato con consistenza plastica in spessori di non più di 2 cm alla volta. Deve maturare alcuni giorni prima di ricevere ulteriori strati di arriccio o la malta di finitura. Deve essere mantenuto bagnato per i primi giorni di vita.
<b>CALCARE</b>	Minerale di colore bianco, dal quale si ottiene per cottura e spegnimento la calce aerea. Si presenta sotto forma di ciottoli di fiume o di roccia di montagna.
<b>CALCE AEREA</b>	Legante ottenuto dalla cottura a 900 - 1.000° C. di calcare. Fa presa con l'aria, o meglio con l'Anidride carbonica presente nell'aria. Si divide in calce idrata in polvere e grassello.
<b>CALCE IDRAULICA NATURALE</b>	Legante ottenuto dalla cottura a 900 - 1.000° C. di marne argillose (roccia calcarea contenente, naturalmente, argilla). Fa presa con l'acqua.
<b>CALCE IDRAULICA PLASTICA</b>	Prodotto derivante dagli scarti di produzione del cemento. Deriva quindi da cotture di materiali al di sopra dei 1.500° C. Non va confusa con la Calce Idraulica Naturale.
<b>CALCE SPENTA</b>	Calce Viva miscelata ad acqua. La reazione che si scatena è di tipo esotermico (circa 150 °C.) ed avviene un aumento di volume notevole. La quantità d'acqua esatta ad estinguere la reazione (quantità stechiometrica) produrrà calce spenta in polvere, cioè la Calce Idrata, un ulteriore aggiunta d'acqua produrrà il grassello, che sarà indirizzato alle vasche (o buche) per la stagionatura.
<b>CALCE VIVA</b>	La prima forma di calce ottenuta dalla cottura, in forni a tino, di calcare. E' un materiale instabile che si disgrega da solo a contatto con l'umidità dell'aria. Spento con acqua, produce calce aerea idrata in polvere o grassello, in base al quantitativo d'acqua utilizzato.

<b>CALCESTRUZZO</b>	Conglomerato costituito da leganti minerali ed inerti di varia granulometria, che può arrivare anche a diversi centimetri di diametro. La tecnica del calcestruzzo è stata perfezionata dagli antichi romani che arrivarono a realizzare getti di notevole spessore, anche oltre 10 metri.
<b>CARBONATAZIONE</b>	Processo con cui si identifica la presa ed il successivo indurimento della calce aerea mentre reagisce con l'aria, o meglio con l'anidride carbonica che è presente nell'aria. Nel caso di cemento armato la definizione di carbonatazione è invece la perdita di alcalinità del manufatto dovuta al dilavamento di piogge acide.
<b>CAVILLATURE</b>	Crepe di piccole dimensioni che interessano le finiture e l'intonaco. Normalmente non sono profonde per tutto lo spessore dell'intonaco, come le vere crepe.
<b>CEMENTO</b>	Legante composto da Clinker Portland più una percentuale di gesso ed eventualmente altre materie quali la loppa dello scarto della produzione di ghisa, la pozzolana, ecc.
<b>CLINKER PORTLAND</b>	materiale ottenuto dalla cottura, a 1.500° C. ed in forni continui, di una miscela, micronizzata in precedenza, di calcare ed argilla. E' la materia prima da cui si ricavano molti cementi.
<b>CREPE</b>	Spaccature presenti nel supporto, che interessano almeno lo spessore dell'intonaco e spesso anche il muro. Possono essere statiche, dovute a cedimenti strutturali o a corpi di fabbrica diversi affiancati, o dinamiche, dovute a movimenti di dilatazione tra materiali diversi che compongono la muratura (es. telaio di cemento armato ed elementi di tamponamento).
<b>COCCIOPESTO</b>	Polveri di varie granulometrie ottenute dalla macinazione di elementi in cotto di recupero (mattoni, coppi, tegole) o di cascame di nuove produzioni. Può essere rosso o giallo secondo il tipo di cotto dal quale proviene.
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>	Si chiama così perché, se componiamo una malta od un calcestruzzo utilizzando diverse granulometrie di inerti ed in percentuali prefissate, riportando queste proporzioni in un grafico, leggiamo una linea curva chiamata appunto "curva granulometrica". Una malta da intonaci, composta da una buona curva granulometrica, non avrà problemi di crepe dovute a ritiro incontrollato e distacco dal muro. Sarà inoltre molto lavorabile.
<b>FINITURA</b>	Termine con cui si identifica, di norma, la protezione superficiale dell'intonaco. Spesso è colorata ed è costituita da tinte applicate a pennello o rivestimenti a basso spessore, come intonachini, marmorini o scialbi.
<b>FORNO A TINO</b>	Forno per la cottura continua di calce aerea ed idraulica. Si chiama così perché ha la caratteristica forma del tino per l'uva. E' alto mediamente tra i 20 ed i 30 m. può utilizzare diversi combustibili quali legna, carbone, metano, gasolio ed olio nero.
<b>IGROSCOPICO</b>	Aggettivo che definisce un materiale che ha capacità di assorbire acqua. Spesso l'assorbimento corrisponde anche ad un aumento di volume del materiale.

<b>INDURIMENTO</b>	Reazione chimica che avviene tra un legante e l'elemento reattivo dopo che è terminata la presa.
<b>INERTE</b>	Minerale di varie dimensioni e natura che deriva dalla frantumazione di roccia o dall'estrazione dall'alveo fluviale. E' il componente che, all'interno di una malta o di un calcestruzzo, ha la funzione di creare uno scheletro rigido e migliorare la resistenza meccanica della calce, che è modesta nei primi tempi.
<b>LEGANTE</b>	Elemento che ha la funzione di incollare assieme gli altri elementi inerti. Es. in una malta il legante è la malta.
<b>MALTA</b>	Miscela composta da 1 o più leganti, da inerti e/o aggregati, eventuali additivi e da acqua. Serve per costruire muri, intonaci, rivestimenti e controsoffitti, ecc.
<b>MALTA BASTARDA</b>	Malta costituita da almeno due leganti minerali diversi e da inerti. Fino alla fine del secolo scorso la malta bastarda era composta da grassello di calce aerea e da calce idraulica naturale, sfruttando e compenetrando, le proprietà e qualità dei due leganti. Oggi il termine è utilizzato per identificare, normalmente, una malta mista di calce, cemento e sabbia.
<b>MALTA FINE</b>	Malta composta da legante minerale e sabbia fine, fino ad 1 mm.
<b>MALTA GREZZA</b>	Malta composta da legante e sabbia grossa fino a 4 - 5 mm, in opportuna curva granulometrica.
<b>MALTA IDRAULICA</b>	Malta composta da legante idraulico ed inerti, oppure da grassello di calce aerea ed aggregati quali cocchiopesto e pozzolana, che innescano la reazione idraulica nel grassello.
<b>MALTA POZZOLANICA</b>	Malta composta da calce aerea e pozzolana. Oggi si identificano con questo termine, impropriamente, anche malte di comune reazione idraulica, anche a base cementizia.
<b>MANO DI FINITURA</b>	Ultimo strato dell'intonaco, composto da malta fine di calce ed inerti fini. Viene applicato a distanza di alcuni giorni dall'applicazione dell'arsiccio, in strati di circa 1-2 mm. Normalmente si applica con cazzuola americana o frattazzo. La mano di finitura va quindi successivamente levigata con frattazzino con spugna.
<b>MARNE ARGILLOSE</b>	Rocce generate milioni di anni fa, all'epoca del Quaternario, composte da calcare e argilla, in diverse proporzioni. Frantumate in sassolini e cotte nel forno danno origine alla Calce Idraulica Naturale. Più è elevato il contenuto di argilla e più risulta alto l'indice di idraulicità della Calce Idraulica Naturale.
<b>OSSIDI</b>	Pigmenti colorati, oggi di natura di sintesi, ottenuti da reazioni chimiche del ferro, da altri metalli o minerali. Rispetto alle Terre naturali coloranti non hanno forma cristallina e non sono trasparenti. Hanno invece maggiore potere colorante, all'interno delle finiture.

<b>PATOLOGIA</b>	Malattia del soggetto, quale muro, intonaco o finitura, intervenuta durante la vita del manufatto, per cause esterne non riscontrabili al momento dell'esecuzione.
<b>POZZOLANA</b>	Sabbia di origine vulcanica, presente soprattutto nell'Italia Centrale, che contiene particolari ossidi (alluminio, ferro e silice) che creano la reazione idraulica a contatto con il grassello di calce aerea.
<b>PRESA</b>	Prima ed immediata reazione che avviene in un legante una volta che viene attivato dall'elemento reattivo. Es. l'acqua con la calce idraulica naturale, l'aria con la calce aerea. Dopo la presa, che può durare da poche ore a diversi giorni a seconda del legante utilizzato ed in base alle dimensioni del manufatto, interviene l'indurimento.
<b>RAPPEZZO</b>	Intervento parziale di rifacimento di una porzione mancante del manufatto (per es. di intonaco)
<b>RINZAFFO</b>	Prima mano in aggancio al muro nell'esecuzione dell'intonaco, composto da calce ed inerti misti. Si applica con consistenza più liquida degli strati successivi. Deve avere basso spessore, pochi millimetri. Il rinzaffo deve maturare almeno 24 ore prima di ricevere gli strati successivi.
<b>SCIALBO</b>	Piccolo strato utilizzato dagli antichi per proteggere le superfici dagli agenti atmosferici. In origine era composto da grassello di calce, polveri di marmo, sabbia ed eventuali colori naturali. Veniva applicato con consistenza liquida.
<b>SISTEMA MURARIO</b>	E' l'insieme del muro, intonaci e finiture degli intonaci.
<b>SPEGNIMENTO</b>	Operazione con la quale si ottiene Calce Idrata in polvere, o Grassello, immettendo acqua nella calce viva. La reazione chimica che ne consegue sviluppa un elevato calore, circa 150° C. Continuando ad immettere acqua si produce un raffreddamento di questa reazione: da qui il termine "spegnimento".
<b>STAGIONATURA</b>	Operazione a cui si sottopone il grassello appena prodotto, molto liquido, per ricavare un materiale più consistente, lavorabile e tenace. Durante la stagionatura il grassello perde acqua ed assume una consistenza di materia grassa, burrosa, da cui ne deriva il termine.
<b>SUPERFICIE DI SACRIFICIO</b>	Detto anche "Strato di sacrificio". Superficie esterna delle case, costituita da intonaci, scialbi, pitture e rivestimenti minerali quali intonachini e marmorini che si sacrificano consumandosi e deteriorandosi a contatto con gli agenti atmosferici, salvaguardando però il supporto su cui sono stati applicati.
<b>TERRE COLORANTI NATURALI</b>	Pigmenti minerali cavati dal terreno. Derivano da trasformazioni di particolari ossidi naturali di varia origine, avvenute nel corso di milioni di anni. Sono molto più stabili come colore rispetto agli ossidi moderni di natura sintetica. Sono sempre stati utilizzati per dipingere facciate, realizzare affreschi e quadri.

## **Bibliografia Ragionata**

ARTE E CULTURA DELLA MANUTENZIONE DEI MONUMENTI  
Laterza, Bari - Marconi Paolo - 1984

CONSERVAZIONE DEI MATERIALI - Procedure di intervento  
Maggioli Editore, Rimini - Bernazzani Rino - 1997

DIZIONARIO DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI  
UTET, Torino - a cura di G. Boaga - 1998

DIZIONARIO DELL'EDILIZIA BIOECOLOGICA  
DEI Tipografia del Genio Civile, Roma - Wienke Uwe - 1999

GLOSSARI ILLUSTRATI - ARCHITETTURA  
DE AGOSTINI - Finocchi Anna (a cura di) - 2003

GUIDA AI MATERIALI DA COSTRUZIONE  
Leberit, Roma - Brotzu B. - 1984

I LEGANTI  
Patron Editore, Bologna - Gottardi V. - 1986

I MATERIALI DELL'EDILIZIA STORICA  
NIS La Nuova Italia Scientifica - Menicali Umberto - 1992

I METALLI  
Patron Editore, Bologna - Gottardi V. - 1986

I PIGMENTI, PRONTUARIO PER L'ARTE E IL RESTAURO  
Nardini Editore, Firenze - Giovanni Montagna - 1993

IL CANTIERE DI RESTAURO - Materiali - Tecniche - Applicazioni  
Alinea Editrice, Firenze - Augusto Giuffredi, Fabio Iemmi, Claudio Cigarini - 1991

IL COLORE: IL METODO, LE TECNICHE, I MATERIALI  
Panini, Modena - AA. VV. - 1985

IL PROGETTO DEL COLORE  
Erga Edizioni, Genova - P. Falzone, V. Galimberti, P. Gasparoli, R. Soro - 2001

IL RESTAURO DELLA PIETRA  
CEDAM, Padova - Lazzarini L., Tabasso M. - 1986

INTONACI STORICI E NON - alla ricerca della tradizione  
SAFRA s.p.a. - Giorgio Forte - 1993

INTONACO: UNA SUPERFICIE DI SACRIFICIO  
Etaslibri, Milano - Giovanni Walter Palestra - 1995

ISTITUZIONI DEL RESTAURO DEI BENI ARCHITETTONICI E AMBIENTALI  
Hoepli, Milano - Rocchi G. - 1985

LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA DEL PATRIMONIO STORICO ARCHITETTONICO - Linee guida  
per il piano di manutenzione e il consuntivo scientifico  
Edizioni Angelo Guerini e Associati SpA, Milano - AA. VV. - 2003

LA PIETRA ARTIFICIALE  
Alinea Editrice, Firenze - Marco Cavallini, Claudio Chimenti - 1996

LA PRATICA DEL RESTAURO  
BE-MA, Milano - Tiné S. - 1988

LAVORARE LA PIETRA

La Nuova Italia Scientifica, Roma - Rockwell P. - 1989

LE MALTE NEL RESTAURO

Ediart, Todi - Tufani A. - 1987

LEGNO, PIETRA E TERRA

Giunti, Firenze - Donati P. - 1990

L'ARTE DI EDIFICARE. MANUALI IN ITALIA, 1750-1950

BE-MA, Milano - Guenzi C. (a cura di) - 1981

L'IMMAGINE DELLA CITTÀ STORICA. INTONACI, COLORI, FINITURE DI FACCIATA

Electa, Milano - AA. VV. - 1989

MANUALE DEL RECUPERO DEL COMUNE DI ROMA

Ed. DEI, Roma - Marconi P. (a cura di) - 1989

MANUALE DELLA DECORAZIONE - Guida alla tecnica e agli stili

BE-MA editrice - Conio Claudio - 1999

MATERIALI E TECNICHE D'INTERVENTO

AA.VV. - 1988

RECUPERO DELLE TECNICHE EDILIZIE E DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI TRADIZIONALI

Vicenza - Baroni G. - 1984

SCIENZA, CONSERVAZIONE E RESTAURO

Arcadia Edizioni, Milano - Parrini P.L. (a cura di) - 1990

STRUMENTI E MATERIALI DEL RESTAURO

Ed. Kappa, Roma - Accardo G., Vigliano G. - 1989

TECNICHE DELLA CONSERVAZIONE

Angeli, Milano - Bellini A. (a cura di) - 1988

TECNOLOGIA DEL RECUPERO EDILIZIO

UTET, Torino - Caterina G. - 1989

TECNOLOGIE DELL'ARCHITETTURA

Istituto Geografico De Agostani, Novara - Petrignani A. - 1990

TERRE COLORANTI NATURALI E TINTE MURALI A BASE DI TERRE

Stamperia Artistica Nazionale, Torino - Paolo Scarzella, Pietro Natale - 1989

**Luigi T. Vantangoli**



a t e n a  
inspired by water

Atena srl  
Via Marzeno, 65 - 48013, Brisighella (RA) - Italy  
tel + 39 0546 060600  
info@atena-academy.it  
atena-academy.it