



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

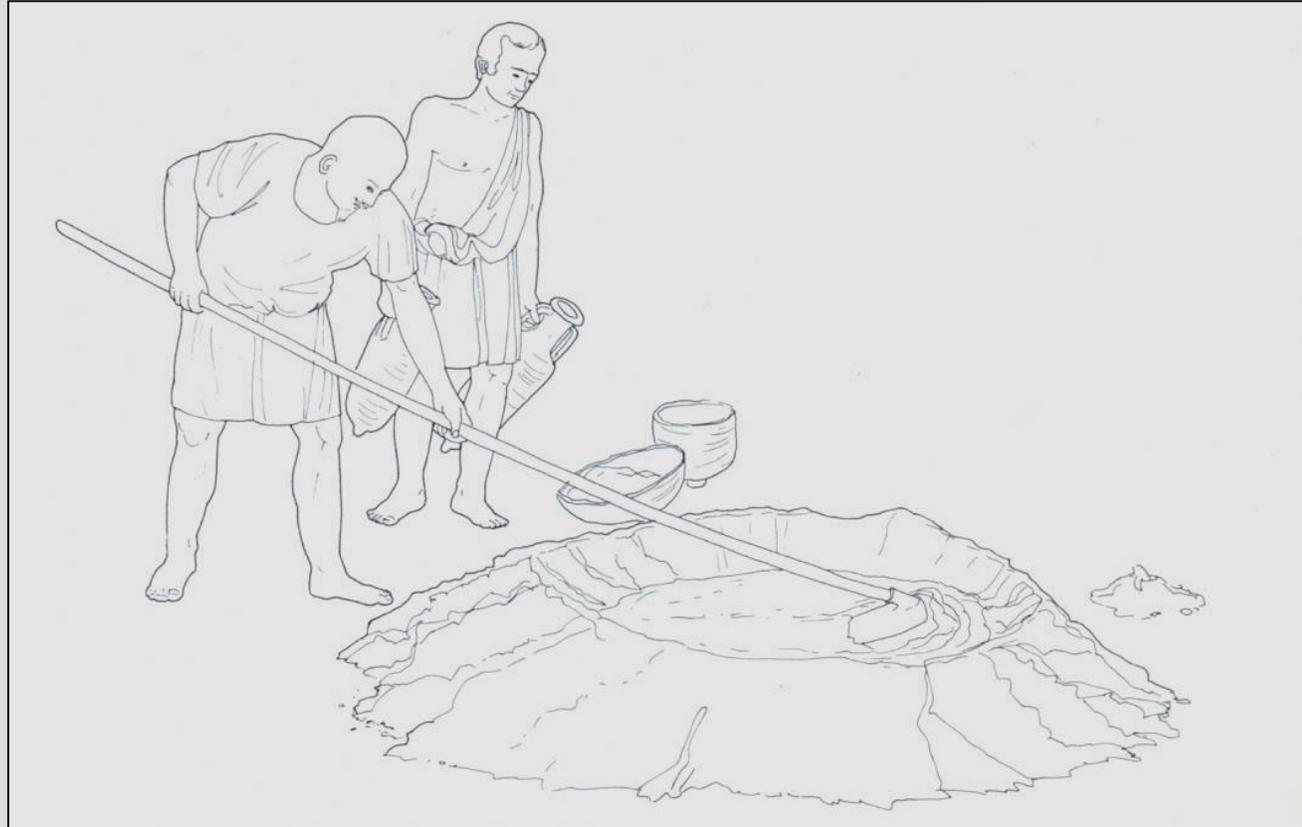
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Le malte

**La materia
dell'opera fatta
dalla regola
d'arte.**



Docenti: Prof. Giuseppe Alberto Centauro e Prof. Silvio Van Riel

Tutor: Ph.D Arch. Andrea Bacci, Arch. Francesco Masci,
e con la collaborazione di: Arch. Luca Brandini



Con il termine malta si indica un qualsiasi impasto reso plastico da una adeguata quantità d'acqua e composto dal legante e da una o più sostanze, aggiunte in funzione di scheletro inerte per conferire particolari doti alla miscela.

La malta, dopo un certo periodo di tempo, si solidifica per reazione chimica o per evaporazione dell'acqua, producendo una massa dura in grado di aderire ai materiali da costruzione e collegarli tra di loro, fase questa chiamata "coesione".

Malta:

Acqua	+	Legante	+	Inerte
		O		
		Miscele di leganti		Sabbia, ghiaia, pietrisco o paglia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La qualità della malta dipende dalla presenza di **impurità** e di **sostanze estranee** tra i materiali che la compongono, occorre rispettare una serie di **regole** già ben conosciute dai costruttori del passato e **che se non applicate**, possono limitare le caratteristiche di **resistenza** e rendere **irregolare la presa** e **l'indurimento del legante**.

Acqua

L'acqua condiziona la **qualità** delle malta in funzione dei **requisiti**, della **temperatura** e della **quantità**.

I requisiti: l'acqua deve risultare priva o quasi di impurità in sospensione o disciolte. Dalla limpidezza si determina immediatamente la presenza di particelle fini che impediscono la perfetta adesione tra legante e inerti. L'individuazione di sali disciolti si ha per mezzo di analisi, ma in base alla loro provenienza è possibile stabilire la maggiore o minore purezza.

Varie “limpidezze”
dell'acqua





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Nel passato le **acque piovane**, raccolte in serbatoi e lasciate decantare dal pulviscolo atmosferico, vengono indicate come le migliori in ragione dei minori sali disciolti.

Come alternativa alle acque meteoriche vengono adoperate quelle **di fiume** o **di lago**, ma solo quando sono esenti da sostanze organiche e derivano da zone con continuo ricambio d'acqua, ma è sempre necessario filtrarle per eliminare le particelle in sospensione.

Le **acque sotterranee**, di pozzo o di sorgente, sono le meno adatte al confezionamento delle malte perché spesso presentano una durezza elevata e sono ricche di minerali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

L'acqua di mare e in genere quella salmastra che deriva da pozzi scavati in zona litoranea non può essere usata.

La presenza di **solforati, cloruri, nitrati e composti ammoniacali**, risultano dannosi e provocano un lento asciugamento della malta con produzione di efflorescenze e macchie insieme a scadenti qualità di resistenza dopo la presa e l'indurimento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Per le malte aeree un certo tenore di **bicarbonati di calcio** o di **magnesio** non condiziona molto la presa e l'indurimento, per le malte idrauliche anche una limitata quantità di **solforati** può dar luogo alla formazione di componenti espansivi (**solfo – alluminati di calcio**) che provocano la fessurazione e il disgregamento delle malte anche dopo che si è prodotta la loro solidificazione.

La presenza di **cloruro di sodio**, molto igroscopico, lascia i manufatti umidi per molto tempo con la formazione di croste e cristallizzazioni bianche sulla superficie.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

In cantiere, per una rudimentale depurazione dell'acqua, viene aggiunto sempre un piccolo quantitativo di **latte di calce** che provoca la separazione dei **bicarbonati** e la loro trasformazione in **carbonati**.

L'acqua così corretta può essere filtrata con un telo per togliere la fanghiglia precipitata sul fondo.



La temperatura: il tempo di presa della malta è influenzato dalla temperatura dell'acqua, con l'acqua calda si accelera la presa e sovente nelle stagioni fredde viene appositamente riscaldata per evitare che le malte a base di calce aerea e di calce idraulica siano sottoposte al gelo prima della presa e si disgreghino per l'aumento di volume conseguente alla formazione di ghiaccio negli interstizi.

Le malte cementizie resistono a temperature al di sotto del punto di congelamento, poiché il legante interrompe la presa che rimane sospesa fino al disgelo senza far perdere alla malta le sue proprietà finali.

Anche quando si ricorre al cemento, in caso di gelo, i lavori vengono sospesi per evitare discontinuità dovute al diverso grado di consolidamento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Tra ottocento e novecento vengono sperimentati i primi **composti antigelo**, formati soprattutto da soluzioni di carbonato di sodio aggiunte all'acqua di impasto, ma questa sostanza può provocare efflorescenze e mantiene il muro sempre umido.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

**Corso di Laurea Magistrale, quinquennale
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)**

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La quantità d'acqua dovrebbe essere quella minima necessaria per produrre un impasto omogeneo.

Il reale quantitativo dipende da svariati fattori, i principali sono la qualità del legante e la dose di sabbia.

Il volume d'acqua necessario cresce con l'aumento del tenore di inerti; la quantità dipende anche dal grado di finezza del legante, come avviene nelle malte a base di cemento dove la macinazione è molto accurata.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

In particolari condizioni quando la malta è assoggettata a forti carichi o impiegata in stagioni umide oppure con elementi di muratura poco porosi, la quantità di acqua deve essere più scarsa.

Al contrario quando durante la stagione calda o per murature sottoposte a carichi limitati e soprattutto quando laterizi e pietre da costruzione possiedono una struttura porosa, è meglio dosare in eccesso la quantità d'acqua.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Nella preparazione della malte tradizionali a base di calce aerea valgono sempre le regole seguite dai costruttori del passato: l'acqua va versata gradatamente sul legante e sulla sabbia continuando a rimescolare la miscela.

Quando il composto è ben aggregato deve presentarsi di consistenza non troppo morbida, ma omogenea, senza parti grumose e senza acqua in eccesso che formi dei ristagni alla sommità del cumulo o scorra intorno ad esso.

Il ferro (la pala) usato per manipolare l'impasto deve uscire dal mucchio pressoché pulito e la malta deve scivolare senza lasciare granuli che denotano scarsità d'acqua o un velo lattiginoso che indica un eccesso della medesima.

I materiali *Inerti*

Vengono chiamati inerti perché una volta miscelati nella malta partecipano all'impasto con funzioni quasi del tutto meccaniche.

I processi di presa e indurimento dei leganti vengono accompagnati da una diminuzione di volume derivata dalla evaporazione dell'acqua d'impasto e dal prodursi di un nuovo assetto cristallino.

Gli **inerti** costituiscono uno **scheletro diffuso** in tutto il corpo della malta e talmente frammisto alle particelle di legante da poter distribuire questo ritiro sulla superficie dei singoli granuli e impedire alle tensioni di sommarsi e produrre fessurazioni nella massa o distacchi tra i cristalli formatisi dopo l'idratazione.

La Sabbia

La sabbia è il prodotto del disfacimento di rocce compatte ad opera degli agenti atmosferici, dei corsi d'acqua o dall'azione delle onde marine.

Si trova in depositi clastici di varia origine e è composta da una o più specie di minerali.

Il colore è determinato dalla provenienza e dalla composizione, può variare dal bianco al grigio chiaro e può tendere al rosso e al nero (rocce di origine vulcaniche) oppure a tonalità azzurro-verdastre.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La sabbia migliore è quella col minimo contenuto di parti terrose. Si possono estrarre da cave subacquee ubicate negli alvei dei grandi fiumi.

Nei fiumi le sabbie più idonee, ben lavate dalle acque correnti e in parte già classate, si rinvengono lungo il corso medio dei fiumi.

Le sabbie marine, per il contenuto di cloruro di sodio possono essere usate dopo un prolungato lavaggio.

Questo in passato l'attuale normativa tecnica vieta l'uso di tali sabbie.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Al giorno d’oggi le sabbie utilizzate in cantiere provengono, nella loro quasi totalità, da *sabbie di frantoio*.

Sono prodotte, cioè, attraverso la rottura meccanica di elementi lapidei e grazie all’utilizzo di vagli meccanici (setacci) può essere determinata la granulometria delle sabbie, per un migliore e più prestazionale utilizzo delle malte.



Per la confezione delle malte devono essere usate delle sabbie con granuli di **natura compatta e non friabile**.

Quelle **silicee** con, un alto contenuto di minerali quarzosi, rispondono a questi requisiti così come le sabbie derivate da *rocce granitiche*, che sono ricche di quarzo.

Le sabbie di origine **calcareae** spesso sono friabili e tendono ad assorbire parte dell'acqua d'impasto a differenza di quelle silicee.

Le sabbie con granuli a spigoli vivi e con superficie scabra assicura un maggior contatto al legante rispetto alla sabbia con elementi arrotondati.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La sabbia migliore è a grana grossa e non deve essere mescolata con un tenore superiore al 10% di parti fini, che provocano una scarsa aderenza tra il legante e l'inerte.

Tra le prove empiriche usate nel passato si ha che l'inerte di buona qualità scricchiola e “canta” se sfregato energicamente con le mani e non lascia tracce di sporco quando viene stropicciato con una tela, così come, una volta gettato nell'acqua non la deve far intorbidire.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Le dimensioni dei granuli e l'assortimento tra la frazione più grossa e le parti medie e fini devono essere scelti in funzione dell'impiego per garantire all'impasto il massimo della compattezza.

Nella costruzioni tradizionali viene adoperata di preferenza la sabbia di grana grossa, che accelera i tempi di indurimento della malta e ne aumenta la resistenza finale.

In genere la sabbia passante al vaglio da 5 mm risulta adatta alla confezione di calcestruzzi da impiegare sovente in piccole gettate.



Per la murature ordinarie in pietrame e in laterizio viene usata la sabbia passante a 3 mm.

Nei muri in laterizi a vista e per gli intonaci l'impasto di malta richiede la sabbia passante a 1 mm.

La sabbia con granulometria inferiore a ½ mm da malte porose e poco resistenti alla compressione, ma fortemente adesive e quindi usate solo per l'intonaco quale ultima finitura (il velo).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Immagini relative a
varie tipologie di
sabbia di fiume



LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020





La ghiaia e il pietrisco

La ghiaia deriva da depositi naturali analoghi a quelli descritti per le sabbie.

La ghiaia è il prodotto del rotolamento di pezzi di roccia staccati dalle pendici montuose.

Le diverse denominazioni: ghiaia grossa, media e piccola, ghiaiettone, ghiaietto, ghiaietto comune e minuto, identificano le varie classi di grossezza.

La frazione più piccola ha dimensione compresa tra 0,75 e 1,5 cm mentre la ghiaia grossa varia tra 5 e 8 cm.

Elementi con misure maggiori vengono chiamati ciottoli.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Il pietrisco è formato da schegge e frammenti di pietra a spigoli vivi e viene ricavato da rocce dure per frantumazione.

La ghiaia e il pietrisco, dopo il lavaggio per eliminare le parti argillose o terrose, sono usate in miscela con la sabbia e con il legante per la produzione del calcestruzzo, di cui formano la massa principale.

Il **litotipo** più idoneo sono le rocce calcaree più compatte e resistenti, oppure le rocce granitiche o silicee.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

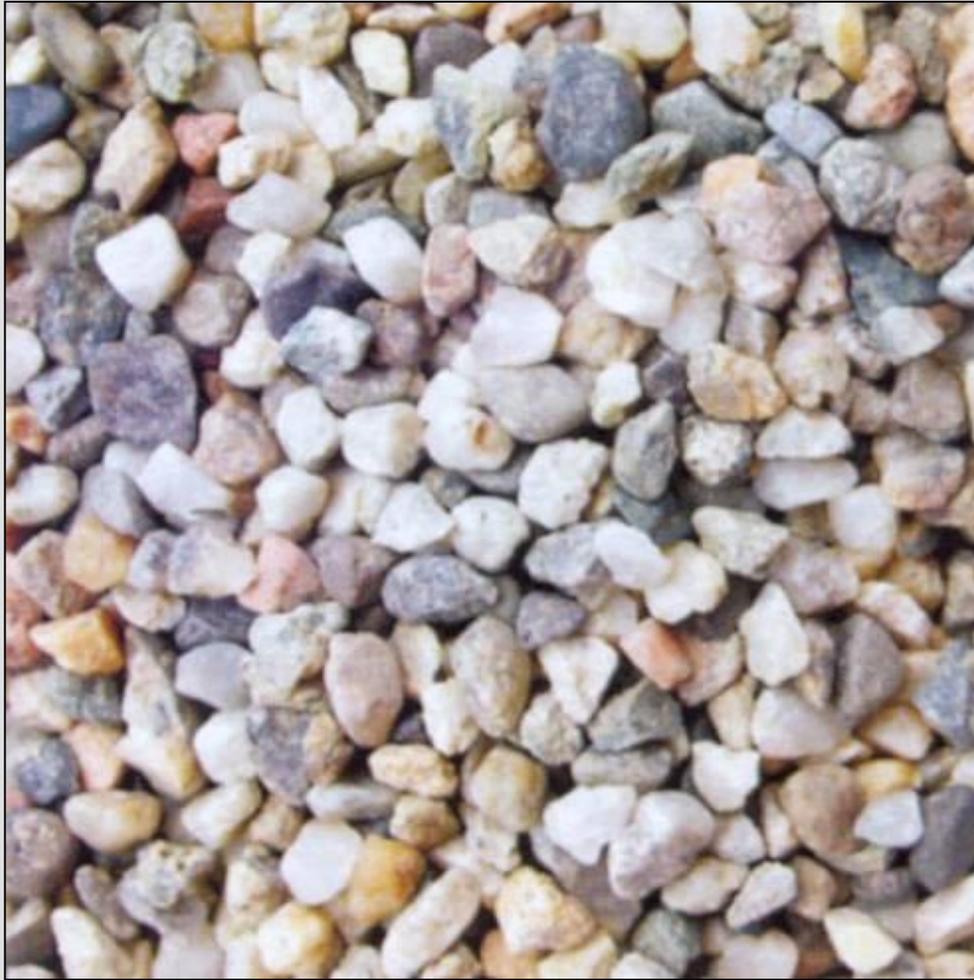
LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Ghiaia di fiume



Pietrisco



La ghiaia e il pietrisco

La ghiaia deriva da depositi naturali analoghi a quelli descritti per le sabbie.

La ghiaia è il prodotto del rotolamento di pezzi di roccia staccati dalle pendici montuose.

Le diverse denominazioni: ghiaia grossa, media e piccola, ghiaiettone, ghiaietto, ghiaiettino comune e minuto, identificano le varie classi di grossezza (definita altrimenti granulometria).

La frazione più piccola ha dimensione compresa tra 0,75 e 1,5 cm mentre la ghiaia grossa varia tra 5 e 8 cm.

Elementi con misure maggiori vengono chiamati ciottoli.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Il pietrisco è formato da schegge e frammenti di pietra a spigoli vivi e viene ricavato da rocce dure per frantumazione.

La ghiaia e il pietrisco, dopo il lavaggio per eliminare le parti argillose o terrose, sono usate in miscela con la sabbia e con il legante per la produzione del calcestruzzo, di cui formano la massa principale.

Il **litotipo** più idoneo sono le rocce calcaree più compatte e resistenti, oppure le rocce granitiche o silicee.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Ghiaia di fiume



Pietrisco



Le cariche idrauliche

La pozzolana naturale: è una roccia di origine vulcanica, diffusa in varie località del Lazio, della Campania e della Sicilia.

È in genere costituita da un tufo poco coerente, a grana fine originato da lapilli e da ceneri vulcaniche debolmente cementate dall'azione degli agenti atmosferici.

Il materiale appena dopo l'eruzione e al momento della deposizione, si raffredda rapidamente e assume un assetto vetroso e consistente.



La sua composizione in prevalenza acida (tenore in silice: 45-60%, allumina: 15-20%, ossido di ferro: 4-12%, calcio, magnesio, sodio e potassio combinati: 3-10%).

Soprattutto la struttura vetrosa metastabile consentono alla pozzolana di reagire con calce idrata, formando in tempi brevi, anche a temperatura ambiente, degli **idrauliti** stabili e insolubili, simili a quelli caratteristici dei **leganti idraulici**.

Come questi in grado di indurire sia in aria che in luoghi umidi oppure in ambiente sommerso.

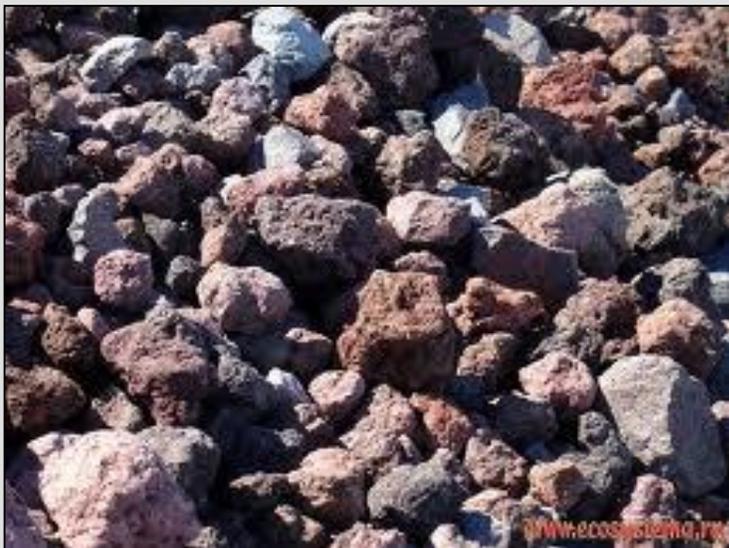


Immagine relative
alla pozzolana





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La denominazione di pozzolana viene estesa anche a materiali di diversa natura provenienti da altri luoghi di antica attività vulcanica.

Un comportamento analogo a quello dei tufi dell'Italia centrale e meridionale si osserva nella cosiddetta **terra di Santorino** estratta dall'isola di Santos in Grecia.

Nelle **ceneri vetrose** di origine vulcanica dell'Alvernia in Francia e soprattutto nel cosiddetto **trass o tarras**, tufo vulcanico compatto della regione di Andernach e dell'Eifel in Germania.



Anche alcune rocce friabili chiamate **tripoli** o **farine fossili**, composte in prevalenza dai gusci di diatomee o altri organismi unicellulari marini e lacustri, presentano un comportamento pozzolanico per l'alto contenuto di silice.

Questo può essere accentuato calcinando (cuocendo) la roccia ad alta temperatura.

Le **scorie siderurgiche** fanno parte delle pozzolane artificiali per il loro contenuto di silice, allumina e ossidi di ferro, molto utilizzate, oggi, per la produzione dei cementi.

Le “pozzolane” possono anche sostituire del tutto la sabbia.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Il cocchiopesto è molto impiegato nelle zone lontane dai giacimenti di pozzolana naturale per rendere idrauliche le malte aeree.

Si ottiene polverizzando i laterizi ed in particolare quei prodotti con spessore sottile (tegole, mattonelle, vasellame ecc.), in cui l'azione del calore ha determinato una scomposizione più spinta del silicato di alluminio e la vetrificazione di parte della massa.

La presenza analoghe a quelle della pozzolana naturale provoca la reazione con la calce e la formazione degli **idrauliti**.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Per fabbricare il cocchiopesto vengono usati anche mattoni poco cotti, che una volta granulati sono sottoposti a una ulteriore cottura.

Questo nuovo trattamento crea un prodotto reso in parte stabile dall'elevata temperatura, migliora le caratteristiche delle calce idrauliche, aumenta la rapidità di indurimento ed infine si possono confezionare malte di calce aerea con alta resistenza finale.

Immagini relative al cocchiopesto





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La malta a base di argilla

Le malte più antiche sono certamente quelle in terra o argilla. In tutto l'Oriente mediterraneo, compresa la Grecia, il legante più usato, prima dell'introduzione della calce era l'argilla.

Nell'Italia antica, il legante a base di terra è presente soprattutto nelle costruzioni rurali, o in alcune strutture preromane (nuraghi).

Si tratta prevalentemente di terra argillosa mescolata con paglia triturrata, o terra ad alto contenuto di calcio e inerti.

L'uso dovette perdurare anche nel medioevo, per le larghe murature in pietra, dove veniva usato come riempimento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Argilla



Intonaco in
argilla e paglia

Malta in argilla





La malta di gesso

La malta che si ottiene con il gesso, è di tipo semplice e viene composta soltanto con acqua; l'impasto indurisce solo all'aria, se bagnato o a contatto con parti umide, il gesso si solubilizza e si dilava anche dopo l'indurimento.

Quando viene mescolato con acqua (60-70% in volume), il gesso semidrato o anidro passa in soluzione e riacquista le molecole d'acqua di combinazione, dalla soluzione si separa il gesso idrato per sovra saturazione, dando luogo a un nuovo assetto con crescita e sviluppo di cristalli aghiformi.



La struttura a cristalli intrecciati, indurisce con rapidità mentre la malta si riscalda e aumenta di volume, una volta rappresa la massa risulta porosa e leggera che tende a migliorare le sue qualità di resistenza durante la progressiva perdita dell'acqua in eccesso per evaporazione.

L'impasto tradizionale viene confezionato in recipienti di legno dove dapprima si versa l'acqua e quindi la polvere di gesso in modo che il cumulo oltrepassi la superficie del liquido.

Solo allora con una spatola di legno si miscela energicamente fino a quando la malta di gesso risulti priva di grumi non idratati e si presenti in forma di pasta uniforme dotata di consistenza fluida.



Il tempo necessario al passaggio dallo stato di fluido a quello pastoso viene chiamato **tempo di gemito** e normalmente non supera i 15 minuti.

Il **tempo di presa**, che si compie in un periodo variabile tra i 7 e 40 minuti, è quello che intercorre tra la fine del gemito e il completo indurimento della malta.

Per la sua velocità di indurimento la malta va confezionata nella quantità minima utilizzabile e va adoperata immediatamente dopo la preparazione senza disturbare la presa una volta messa in opera, pena la perdita delle capacità adesive della malta.



La malta di gesso aderisce a quasi tutti i materiali da costruzione, formando un collegamento abbastanza stabile con la pietra e con il laterizio quando sono provvisti di una superficie scabrosa e leggermente porosa.

L'uso della sabbia mescolata al gesso serve soltanto ad aumentarne la resa in volume del legante, ma non apporta alcun miglioramento alle sue qualità, anzi ne diminuisce la resistenza.

Il gesso è molto usato per il suo rapido indurimento, utile quando occorre fissare velocemente gli elementi della muratura e per formare rivestimenti e finiture di interni.

Il tempo di presa può essere variato aggiungendo sostanze disciolte all'acqua di impasto. Per l'accelerazione della presa vengono usati prodotti che aumentano la solubilità del gesso, come il solfato di sodio, di potassio, di alluminio (allume) o anche il comune sale da cucina.26



Quando il gesso deve essere modellato come negli stucchi per interni, la presa della malta va ritardata con sostanze che ostacolano la formazione dei cristalli biidrati.

Le più usuali sono la colla forte da falegname, che aumenta le doti di adesività del gesso.

La calce idrata, sia come polvere che in forma di latte di calce al posto dell'acqua di impasto, oppure il carbonato di calcio polverizzato finemente.

Queste sostanze aumentano la durezza finale della malta e permettono una migliore levigatura delle superfici ad opera finita.

La **scagliola** è un tipo di gesso fine usato in edilizia e in scultura. Con lo stesso termine si identifica anche la tecnica di intarsio che alla fine del cinquecento primi anni del seicento nacque per "imitare" marmi e pietre dure con una mescolanza dello stesso gesso, unito con colle naturali e pigmenti colorati¹.

La scagliola ha avuto una particolare tradizione nella città di Carpi, dove fu inventata all'inizio del XVII secolo, secondo la tradizione, dal carpigiano Guido Fassi, ed in Val d'Intelvi.

L'arte della scagliola visse momenti gloriosi a Carpi in Emilia nel Seicento poi a Firenze e la Toscana nel Settecento, diffondendosi poi nel resto d'Italia e d'Europa.



Giovan Marco Barzelli (attr.), paliotto con santa Marta, scagliola, 1660-90 ca., palazzo dei Pio, Carpi

1. Scagliola. In: Angela Weyer A. et al. (a cura di), [2015], *EwaGlos, European Illustrated Glossary Of Conservation Terms For Wall Paintings And Architectural Surfaces. English Definitions with translations into Bulgarian, Croatian, French, German, Hungarian, Italian, Polish, Romanian, Spanish and Turkish*, Petersberg, Michael Imhof, p. 117.



Anche dopo la presa e l'indurimento la malta di gesso conserva le caratteristiche della roccia originaria: al calore intenso si sgretola e si polverizza a causa della disidratazione.

Mentre se utilizzata in luoghi umidi o se sottoposta alle intemperie, perde di consistenza e si dilava.

Nei gessi di vecchia data anche se conservata in luoghi asciutti, si ha una riduzione della coesione per assorbimento dell'umidità atmosferica.

Questa igroscopicità può provocare la corrosione delle parti in ferro fissate col gesso.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

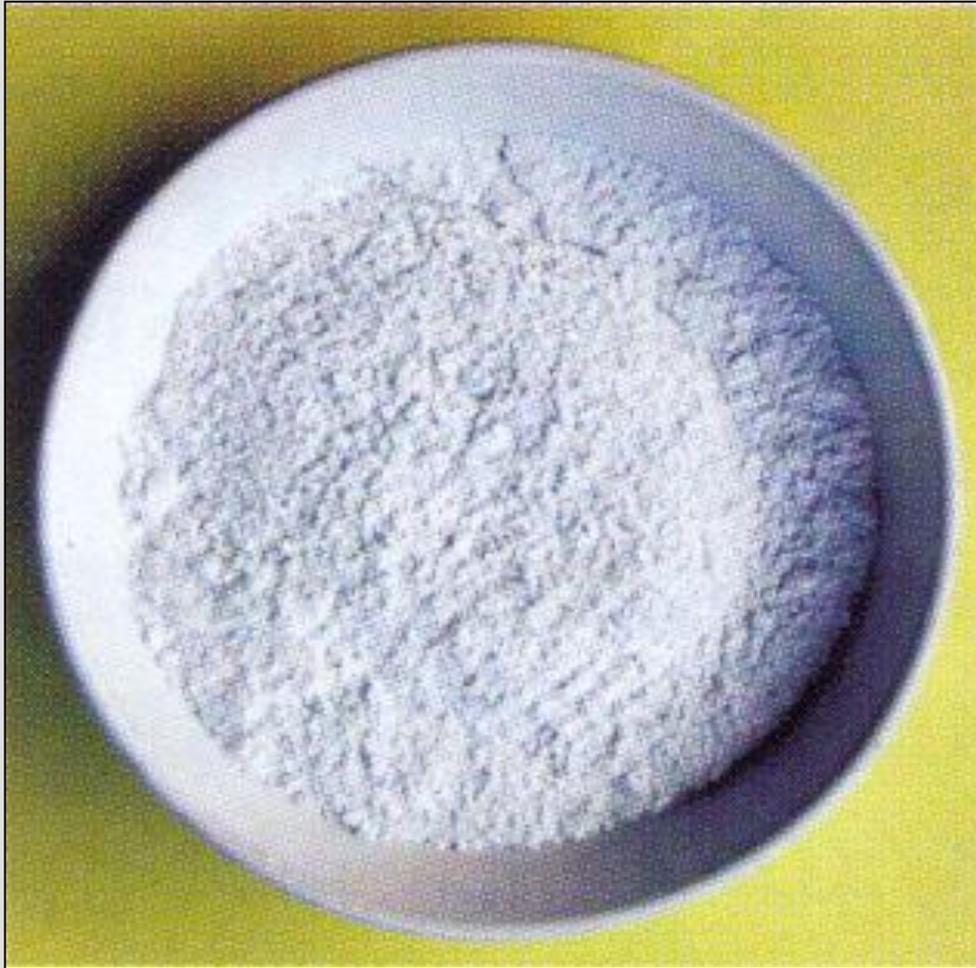
LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Gesso in polvere anidro



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO II –RESTORATION WORKSHOP II

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2018 / 2019



Malta di gesso e acqua



Ingrandimento



La malta di calce aerea

La malta di calce aerea, chiamata anche malta comune, viene confezionata, secondo i metodi tradizionali, formando un impasto tra il grassello di calce e la sabbia in dosi proporzionate secondo il tipo di impiego.

Questo tipo di malta è quella che caratterizza l'architettura e l'edilizia storica.

La quantità d'acqua da aggiungere alla miscela deve essere quella sufficiente a rendere il composto lavorabile e a provocare il processo di presa e di indurimento che avviene solo in presenza di aria.



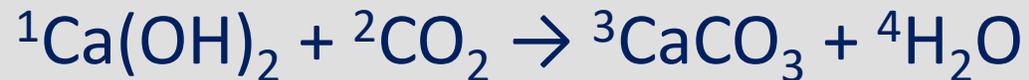
La presa inizia immediatamente dopo la posa in opera, quando una parte dell'acqua viene eliminata per evaporazione e per assorbimento da parte dei materiali resistenti della muratura.

L'idrato di calcio, disciolto in parte nell'acqua di impasto, precipita dalla soluzione satura, dando origine ad un aggregato di microscopici cristalli a forma allungata e intrecciati tra loro.

Questo produce un **addensamento della malta**, che inizia a formare un corpo unico solidale e compatto con i granuli di sabbia.



A questo primo processo abbastanza rapido segue molto lentamente l'indurimento della malta causato da una reazione chimica che si sviluppa sotto la formula:



1. L'idrossido di calcio è un composto con formula chimica $\text{Ca}(\text{OH})_2$. È un cristallo incolore o una polvere bianca ed è prodotto per idratazione a secco dell'ossido di calcio.
2. L'anidride carbonica è un ossido acido formato da un atomo di carbonio legato a due atomi di ossigeno.
3. Il carbonato di calcio è il sale di calcio dell'acido carbonico. Puro, a temperatura ambiente è un solido bianco poco solubile in acqua, cui impartisce una reazione lievemente basica.
4. L'acqua è un composto chimico di formula molecolare H_2O , in cui i due atomi di idrogeno sono legati all'atomo di ossigeno con legame covalente polare.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Nell'impasto avviene la trasformazione dell'idrato di calcio in carbonato, dotato maggiore durezza e consistenza.

La reazione è provocata dall'anidride carbonica dell'atmosfera e procede con continuo sviluppo di acqua che, una volta evaporata, determina la diminuzione di volume della malta.

L'indurimento procede in modo molto lento e per gradi dall'esterno verso l'interno della muratura.

I tempi necessari al completamento del processo di presa ed indurimento dipendono oltre che dalla bontà dei materiali, dalle condizioni atmosferiche.



In genere dopo 2 o 3 settimane il 60-70% della calce è trasformato in carbonato, mentre per l'indurimento completo occorre attendere almeno 1 anno.

Nella preparazione e nell'impiego della malta di calce aerea, la sabbia viene scelta di granulometria non troppo sottile sia per assorbire il ritiro volumetrico dovuto all'evaporazione dell'acqua, che per produrre una certa porosità nella massa e renderla permeabile al passaggio dell'aria.

Quando la malta di calce aerea viene impiegata nelle murature e per le strutture voltate è necessario avere a disposizione varie ggranulometrie.



Durante la posa occorre impiegare abbondante acqua per bagnare fino al rifiuto i materiali di muratura per evitare l'assorbimento dell'acqua di impasto da parte dei mattoni o delle pietre troppo porose e la conseguente disgregazione della malta prima della presa.

L'abitudine di tenere il più possibile umide le malte durante un certo periodo dopo la posa in opera impedisce la formazione di una crosta carbonatica superficiale meno permeabile all'aria e in grado di limitare la reazione di indurimento negli strati più interni.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La malta non deve mai essere posta in opera con temperature al di sotto dello zero, in quanto l'acqua si trasforma in ghiaccio, interrompendo la presa e distaccando, con l'aumento di volume, porzioni di calce più o meno ampie e profonde.

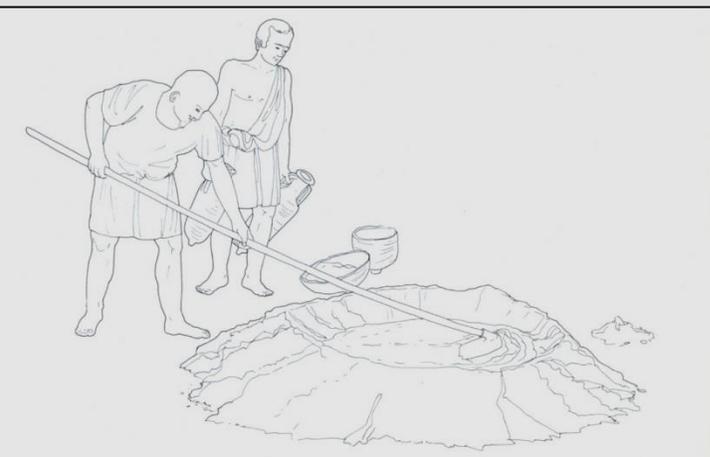
Nella stagione calda la malta viene costantemente inumidita e protetta con stuoie in canna o teloni, poiché l'azione delle alte temperature asciuga troppo rapidamente la malta che perde le sue proprietà e si disgrega in polvere.



La tecnica tradizionale d'impasto degli ingredienti avviene su un piano di mattoni o di legno perfettamente libero da parti estranee.

Sul piano viene disposta la sabbia in un cumulo, chiamato fontana, di forma circolare, all'interno del quale viene posto il grassello di calce, i due prodotti vengono mescolati con la marra a manico lungo e lavorati.

L'acqua di impasto viene versata lentamente a piccole dosi, la malta è pronta all'uso e adoperata immediatamente quando il cumulo iniziale viene ridotto in forma di focaccia appiattita omogenea in cui non si distinguono più i singoli componenti.



Metodi tradizionali e più recenti per la produzione di grassello di calce aerea.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Le proporzioni di grassello di calce e sabbia varia in funzione del tipo di opera a cui la malta è destinata, un valore di riferimento è 1:3 con una parte di grassello e tre di sabbia.

I valori cambiano se per i lavoro in cui è necessaria della malta “grassa” come gli intonaci che devono aderire bene alla muratura e resistere alle intemperie, il rapporto può diventare: 1:2,5 o 1:1,5.



La malta di calce aerea può essere confezionata con calce idrata in polvere, ma l'impasto, una volta posto in opera, risulta inferiore al prodotto ottenuto col grassello.

La causa delle inferiori qualità della calce idrata rispetto al grassello è dovuta a diversi fattori.

Il più importante è che la calce idrata rimane a contatto dell'acqua per un tempo limitato, formandosi solo parzialmente l'abito cristallino che rende regolari il processo di presa, migliora l'adesività e la plasticità necessaria a mescolarsi con gli inerti.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

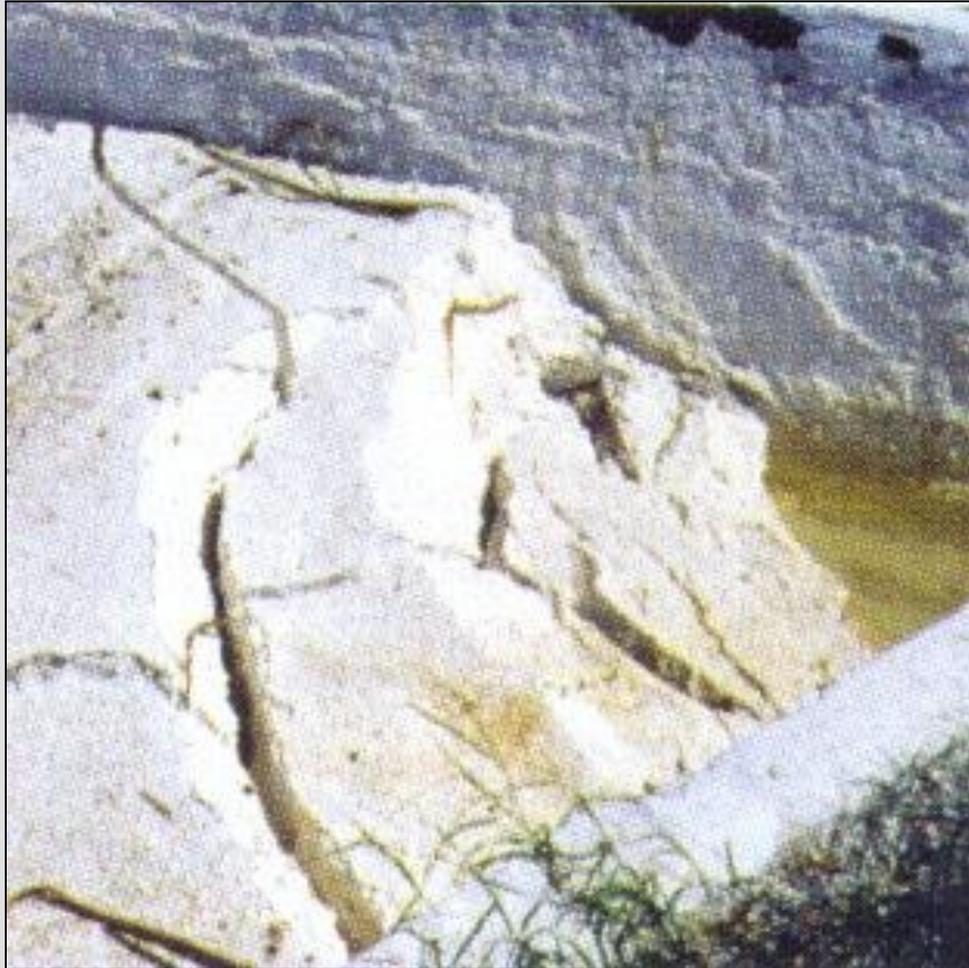
LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Grassello di calce



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

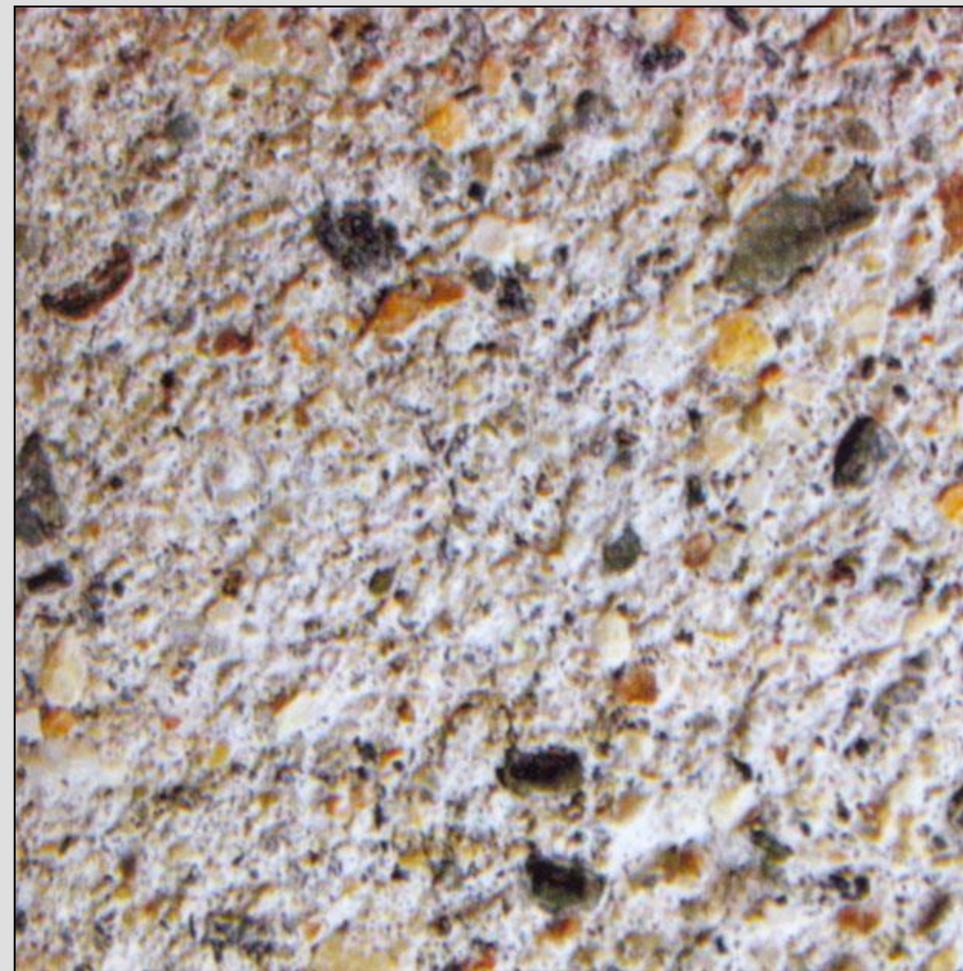
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



**Malta con grassello di calce
e sabbia grossa.**



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta con grassello di calce
e sabbia media.



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



**Malta con grassello di calce
e sabbia fine.**



Ingrandimento



Le Malte idrauliche

Il legante idraulico, conferisce alla malta la facoltà di fare presa e di indurire quando viene posto in opera all'aria, in ambienti umidi o in ambienti sommersi.

Il processo di consolidamento della malta è regolato dalla reazione di idratazione dei silicati, degli alluminati, e dei ferriti di calcio che si trovano nel cemento e nella calce idraulica.

Il cemento si consolida solo a causa della reazione con l'acqua; nella calce idraulica la presa e l'indurimento sono soltanto in parte dovuti agli idrauliti, la malta si rapprende anche per la reazione tra la calce libera e l'anidride carbonica presente nell'aria.



Oltre le reazioni chimiche, ciò che distingue il cemento dalle calce idrauliche sono le proprietà finali della malta in qualità delle loro prestazioni alle sollecitazioni a compressione:

Malta di cemento: resistenza media a compressione 120 daN/cm²

Malta di calce idraulica: resistenza media a compressione 25 daN/cm²

Malta di calce aerea: resistenza media a compressione 6 - 12 daN/cm²



Quando si mescola un legante idraulico con acqua, l'impasto si rapprende e diminuisce di plasticità, solo successivamente indurisce e acquista gradatamente compattezza.

Le reazioni responsabili della presa e dell'indurimento avvengono tra il legante idraulico e l'acqua d'impasto e risultano molto complesse.

In linea generale si può parlare della dissoluzione di prodotti anidri e precipitazione dei nuovi composti idrati, in forma cristallina stabile e la formazione di gel silicatici colloidali e fibrille.



La massa intrecciata dei cristalli e delle fibrille produce un insieme molto resistente e compatto in cui tutte le particelle aderiscono con forza tra loro e ai granuli degli inerti.

La presa avviene quasi esclusivamente ad opera dei **composti alluminati e ferriti**, formando dei cristalli aghiformi intrecciati e stabili anche in ambiente molto umido.

In presenza di **idrato di calcio** si sviluppa un **alluminato basico** molto impermeabile che limita il dilavamento della malta e impedisce la rapida idratazione degli altri alluminati.



La **quantità di acqua** ha una notevole importanza sull'esito finale della malta: un eccesso può formare uno strato liquido che richiama alla superficie della malta gli elementi più fini; mentre il difetto di acqua risulta deleterio per la limitazione delle reazioni di idratazione del legante.

La **temperatura ambiente** condiziona i tempi di indurimento delle malte idrauliche; in quelle a base di cemento, al di sotto dello 0°, le reazioni cessano e riprendono quando la temperatura risale; mentre nelle malte a base di calce idraulica la presa e l'indurimento sono in buona parte compromessi.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Sia nei cementi che nelle calce eminentemente idrauliche, il legante fa presa e indurisce senza fessurarsi eccessivamente anche se impastato con sola acqua.

Quando si tratta di malte a base di calce con minore indice di idraulicità, l'impasto con sabbia diventa necessario per le variazioni di volume date dalla carbonatazione.



Nella preparazione dell'impasto con leganti idraulici la quantità di malta da confezionare non deve superare quella minima impiegabile in opera, infatti una volta avvenuta la presa non è più possibile usare la malta.

Una volta ed ancor oggi per la produzione di piccole quantità di malta, con i leganti in polvere l'impasto avviene disponendo sul tavolato o sul mattonato la sabbia asciutta e il cemento o la calce idraulica, si passa a miscelare a secco i due componenti, fino ad ottenere un mucchio con una depressione centrale entro cui viene poco alla volta versata l'acqua.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

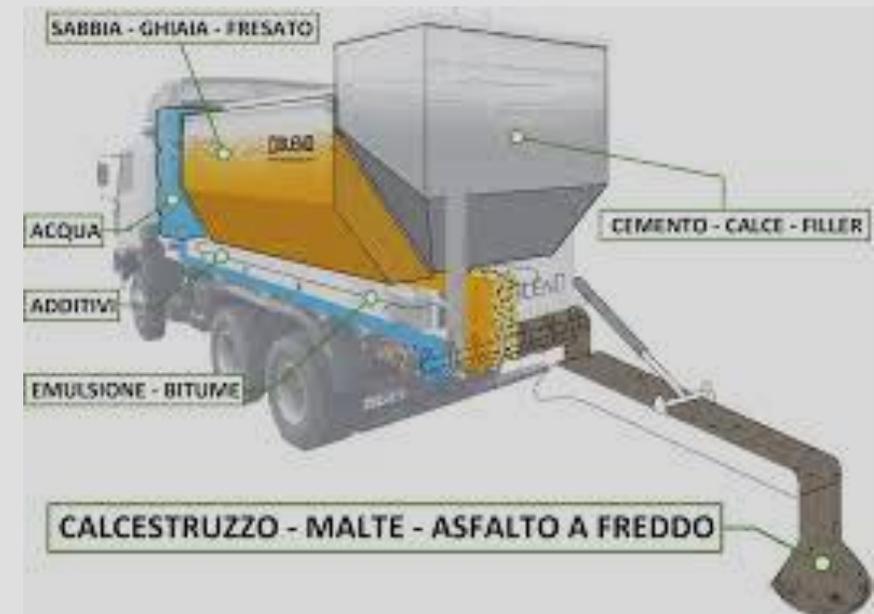
LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro
B015351 – a. a. 2019/ 2020



Sistemi attuali per la miscelazione
meccanica ed il trasporto delle
malte e dei calcestruzzi.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta di calce idraulica



Malta di cemento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

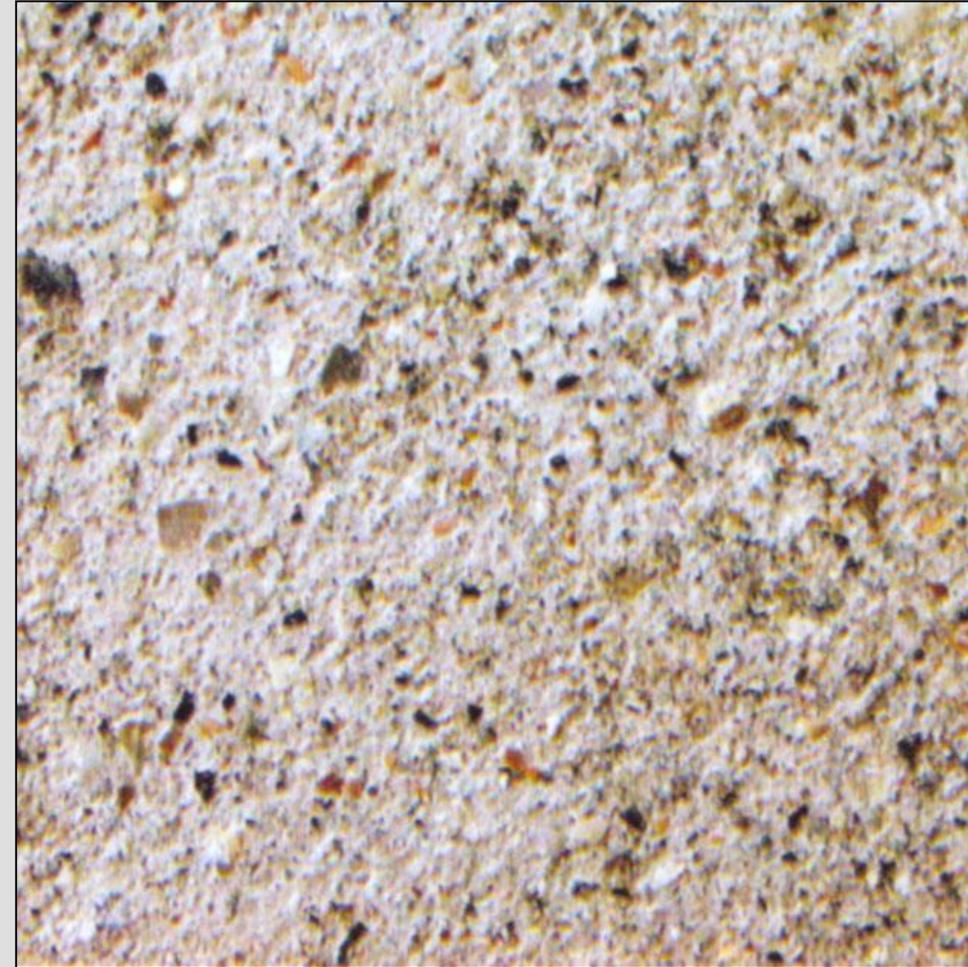
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta a base di calce idraulica
e sabbia.



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta a base di cemento
e sabbia.



Ingrandimento



Le malte miste o bastarde

Sono malte formate da uno o più leganti mescolati in diverse proporzioni allo scopo di ottenere un impasto che presenti le qualità dei diversi agglomerati.

Nella malta formata da **calce aerea** e **gesso** le proporzioni tra i leganti possono variare in funzione del tipo di lavoro, solitamente si usano parti uguali.

La malta così confezionata ha un tempo di presa superiore di quella della sola calce, l'evaporazione più lenta dell'acqua riduce le cretture (piccole fessure sulla superficie) della malta.

Il valore di resistenza finale della malta risulta intermedio tra quelli caratteristici dei due leganti.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Una malta bastarda, particolarmente efficace per fabbricare murature e intonaci in ambiente umido, è quella mista tra **calce aerea** e **calce idraulica**.

L'impasto mantiene le caratteristiche finali di entrambi i leganti, poiché oltre a formare una superficie finemente porosa, fa presa e indurisce anche in presenza di strutture murarie umide.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

Con la diffusione dei cementi, tra ottocento e novecento viene impiegata una malta mista particolarmente adatta agli intonaci per la sua resistenza alle intemperie, viene confezionata con calce idraulica e cemento oppure con calce idrata.

Dopo la finitura l'intonaco si presenta più compatto e liscio, ma spesso si comporta come un corpo troppo rigido e impermeabile, che tende ad accelerare il degrado delle murature sottostanti in presenza di umidità ambientale e capillare di risalita dal sottosuolo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

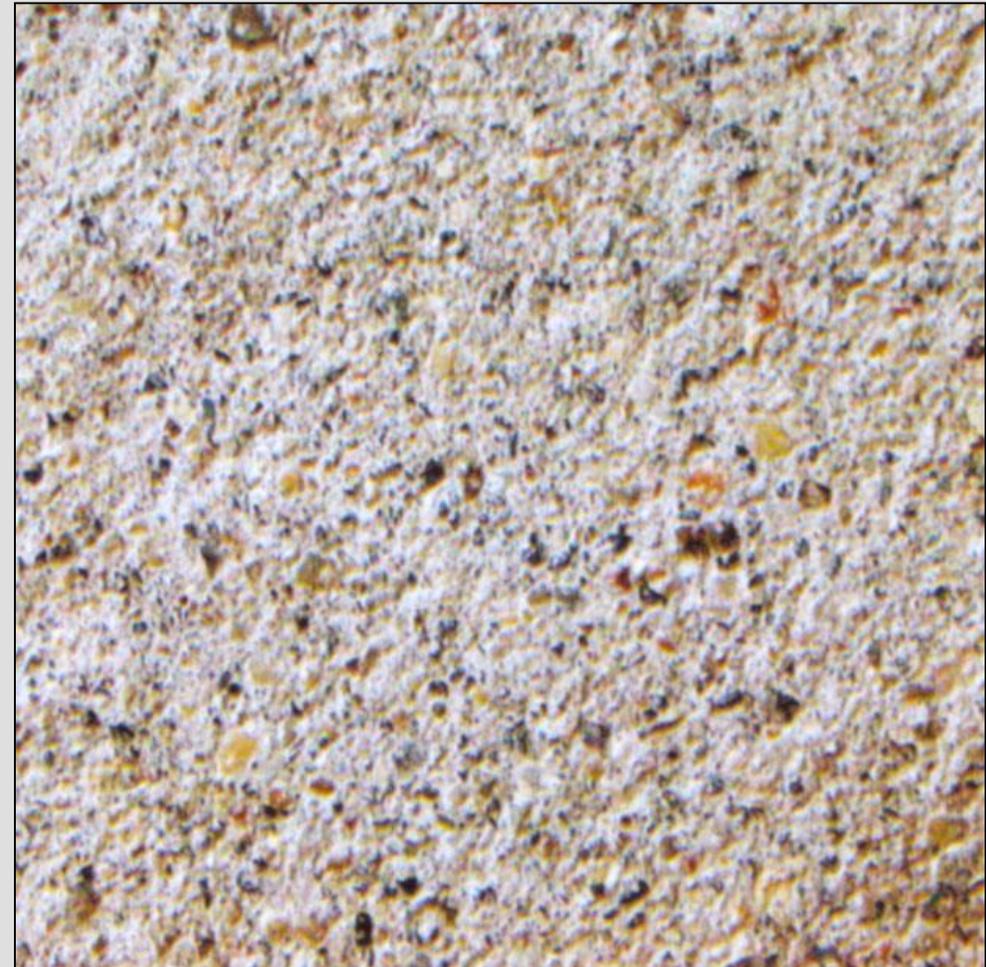
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta bastarda a base di
grassello di calce e cemento.



Ingrandimento



Le malte idrauliche composte

Fin dall'antichità sono conosciute diverse sostanze naturali e artificiali, che si comportano come fattori di idraulicità e quando vengono mescolate alla calce aerea conferiscono alla malta la capacità di rapprendersi e indurire anche in ambiente umido o subacqueo.

La **pozzolana naturale** è di consistenza incoerente, a granuli scarsamente cementati, molto simile alla normale sabbia.

La malta idraulica composta viene confezionata con i sistemi usuali, aggiungendo il grassello di calce aerea alla polvere di pozzolana setacciata per eliminare le parti più grosse.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La possibilità di fare presa anche al di fuori del contatto con l'aria ha favorito l'uso delle malte idrauliche composte nelle murature di forte spessore.

Prima della diffusione dei cementi, le malte idrauliche composte vengono adoperate per realizzare superfici impermeabili, opere subacquee, serbatoi, condutture d'acqua ed anche paramenti per dighe di ritenuta.

L'aggiunta di pozzolana alle malte di cemento destinate alle opere marittime aumenta la resistenza dei manufatti all'azione delle acque saline ricche di magnesio e di solfati.



L'aggiunta di pozzolana alle malte di cemento destinate alle opere marittime aumenta la resistenza dei manufatti all'azione delle acque saline ricche di magnesio e di solfati.

In alternativa alla pozzolana, nella confezione delle malte idrauliche composte vengono utilizzati altri materiali che si rinvencono in natura o che derivano da particolari lavorazioni.

Il **cocciopesto** ricavato macinando i laterizi oppure gli scarti di fornace, impastato con calce aerea, con o senza sabbia, fin dai tempi antichi è impiegato di frequente nei luoghi distanti dalle cave di pozzolana e la malta si confeziona con proporzioni identiche a quelle composte con materiali naturali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020

La malta di cocchiopesto aderisce bene a qualsiasi muratura anche in presenza di acqua o di umidità.

Viene quindi particolarmente impiegato per i sottofondi degli intonaci ed anche per gli strati a finire, a cui la polvere di laterizio finemente setacciata conferisce una buona resistenza alle intemperie.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

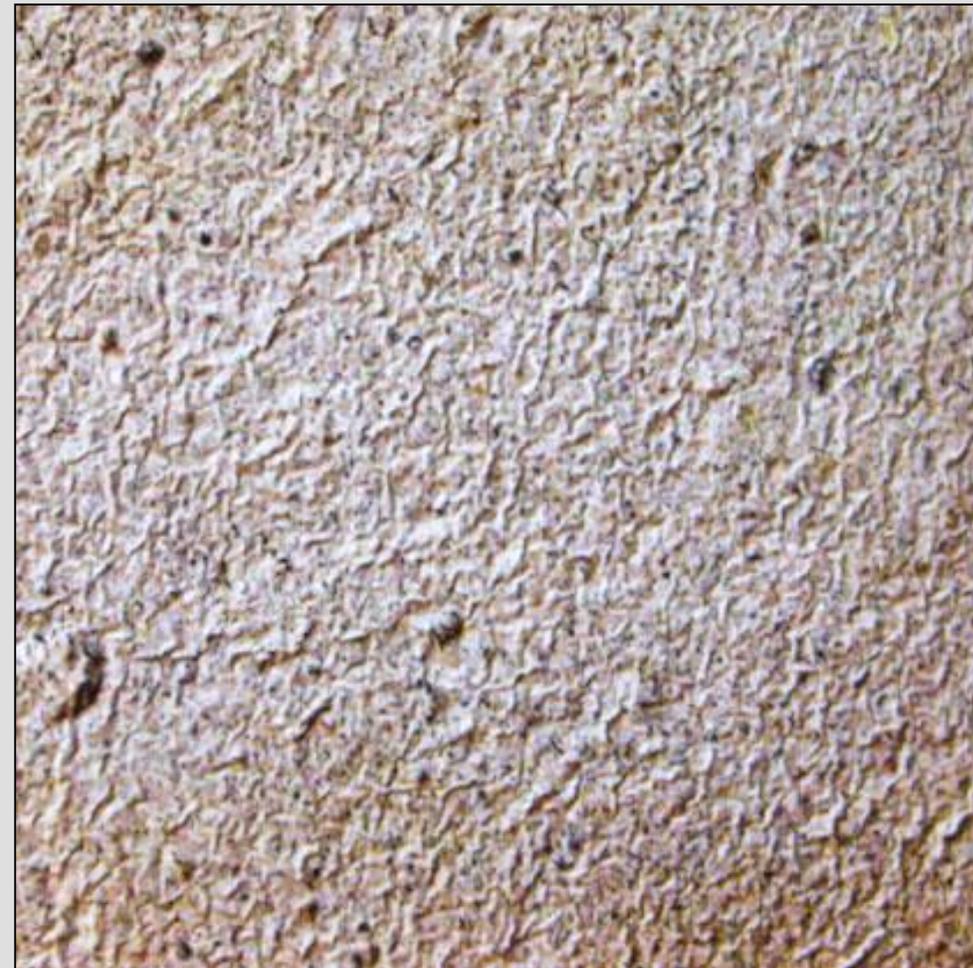
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



**Malta idraulica composta
con pozzolana media**



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I – RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



Malta idraulica composta
con pozzolana fine



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

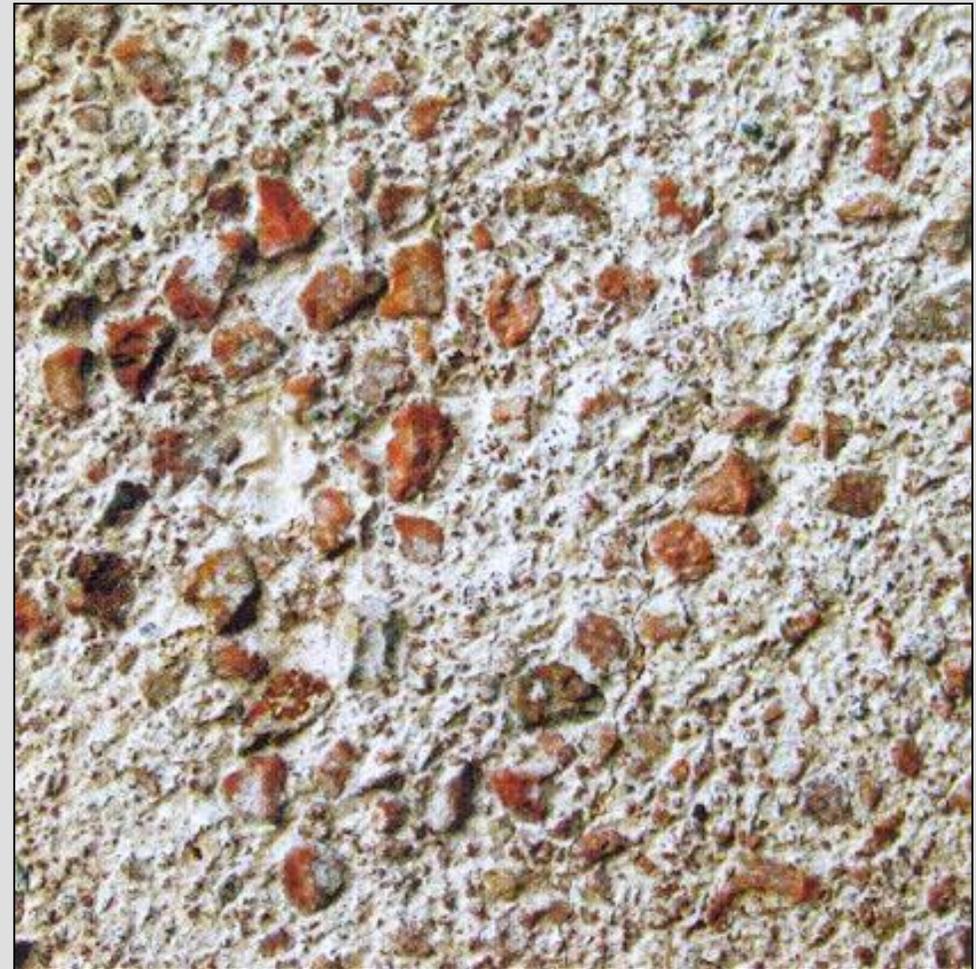
ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



**Malta idraulica composta
con cocchiopesto medio**



Ingrandimento



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

LABORATORIO DI RESTAURO I –RESTORATION WORKSHOP I

Corso di Laurea Magistrale, quinquennale

ARCHITETTURA (CLASSE LM-4 C.U.)

Prof. Arch. Giuseppe A. Centauro

B015351 – a. a. 2019/ 2020



**Malta idraulica composta
con cocchiopesto fine**



Ingrandimento

BIBLIOGRAFIA di RIFERIMENTO

Menicali U. (1992), *I materiali dell'edilizia storica*, Nuova Italia scientifica, Roma.

Carbonara G. (2001), *Trattato di restauro architettonico*, UTET, 2001. vol. I,
Torino.

Adam J.P., (2001), *L'arte di costruire presso i romani*, Longanesi, Milano.