



La Calce come legante Idraulico

G Mastroianni

Info.pontinpietra@gmail.com

15 settembre 2018 – Fornace Calce Raffinata

Savignano sul Panaro (MO)





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



CANTIERI SCUOLA



Pontinpietra, G Mastroianni, Napoli - Italy

www.pontinpietra.eu

<https://www.facebook.com/Pontinpietra-286800348414178/>





*... al tecnico consapevole che ogni singola scelta
progettuale è azione presente e soluzione per il futuro....*

*... Affinché lo Studente possa avere la voglia di toccare e
sentire la materia del costruire....*





LA SCUOLA DEL FARE

INDICE

- I LEGANTI: ANTICHI E MODERNI
- IL LEGANTE IDRAULICO: LA CALCE
- LE MALTE: DA COSTRUZIONE E RESTAURO
- LE CALCHERE
- I COLORI
- PER IL CANTIERE
- LA REGOLA D'ARTE





«La metamorfosi della materia»



la calce «che cambia, si trasforma, si ricomponne per ritornare alla fine sempre uguale a se stessa»





LA SCUOLA DEL FARE

I LEGANTI: ANTICHI E MODERNI

LA FIGURA DEL MAGISTER CALCARIARUM TRA I ROMANI ERA MOLTO CONSIDERATA

OPERA DI MARCO POLLIO VITRUVIO:

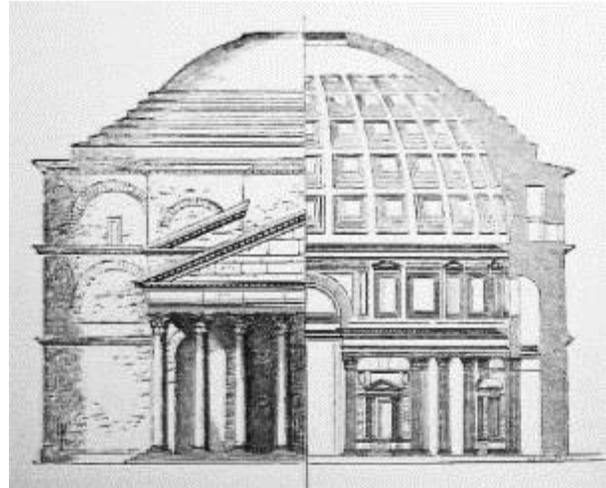
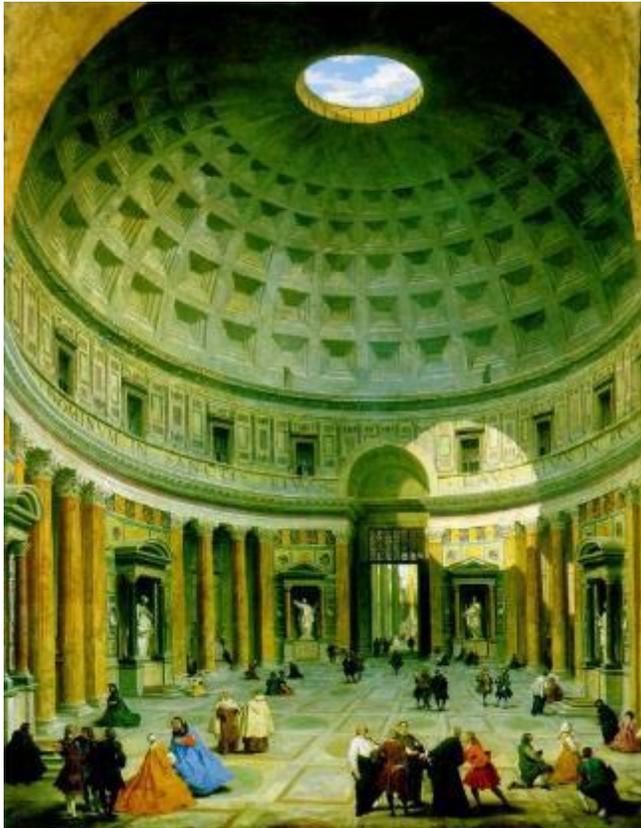
UN'OPERA ORGANICA E PERVENUTA INTERA A NOI SULL'OPUS CAEMENTICIUM (MISCELA DI CALCE VIVA, POZZOLANA, COCCIO PESTO E SABBIA)

Molto probabilmente, alla calce da calcari puri sono stati aggiunti cocchiopesto, terra di Santorini, pozzolana di Pozzuoli ecc come semplici sabbie da costruzione, e dall'uso sono state poi constatate le proprietà idrauliche





I LEGANTI: ANTICHI E MODERNI



Cupola del Pantheon: 44 m di diametro di base a spessore variabile (anelli concentrici sovrapposti), inerti sempre più leggeri negli anelli superiori; le nicchie alleggeriscono ulteriormente la cupola, realizzando piacevole effetto architettonico



LA SCUOLA DEL FARE

I LEGANTI: ANTICHI E MODERNI

*Inizia a scomparire la figura del
Magister Calcariarum*

JOHNSON INTRODUSSE L'ALTA
TEMPERATURA DI COTTURA 1844

Un po' di storia sul cemento
portland:

«..ASPDIN .. A NARRATIVE
OF THE EDDYSTONE
LIGHTHOUSE»

PRIMA FABBRICA ITALIANA
COMPARE A PALAZZOLO SULL'
OGLIO NEL 1870

(periodo in cui si scopre che si
possono migliorare le capacità
meccaniche inserendo scorie di
altoforno)

(CALCE DI ABERTHAW (BLU
LIAS) DEL SUD DEL GALLES
POZZOLANA FATTA
ARRIVARE DA
CIVITAVECCHIA)



Immagine 2.7 Vista del faro di Eddyston oggi



PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



LE CALCI AEREE ED IDRAULICHE

LA CALCE IDRAULICA

- CALCINATA A BASSA TEMPERATURA (900-1000°C)
- SILICATO BICALCICO BC_2S
- LIBERO DA SOLFATI SO_3
- LIBERO DA CLINKER C_3S

CEMENTI

- CALCINATI AD ALTA TEMPERATURA (1200-1500°C)
- SOLFATI SO_3
- CLINKER C_3S





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



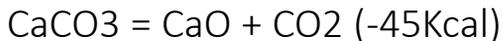
LA CALCINAZIONE DELLE PIETRE

Con la Cottura delle Pietre Calcaree si ha la decomposizione dei carbonati di calcio e magnesio, e l'eliminazione dell'acqua di cristallizzazione e dell'anidrite carbonica.

Tale decomposizione avviene sotto effetto di calore

Il processo di carbonatazione avviene in presenza di aria per dar sfogo all'anidrite carbonica e al vapor acqueo

Cottura delle pietre a circa 950°C



Dissociazione termica del Carbonato di Calcio in Ossido di Calcio e CO₂





LA SCUOLA DEL FARE

LA CALCINAZIONE DELLE PIETRE

L'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA DI COTTURA

Il lavoro di cottura



Dal peso molecolare abbiamo che alla cottura di circa 100gr di CaCO_3 si producono circa 56 gr di CaO;

quindi un materiale con circa il 52% di pori ideali

Alla temperatura di cottura costante di:

900°C

Densità 1.6 gr/cm³

Porosità circa 52%

1100°C

Densità 2.0 gr/cm³

Porosità circa 35%

1300°C

Densità 2.8 gr/cm³

Porosità circa 10%





LA SCUOLA DEL FARE

SPEGNIMENTO - GRASSELLO - LATTE DI CALCE



> Purezza > facilità di cottura a basse temperature

< la temperatura > porosità della calce

> Porosità > acqua viene assorbita nella fase di spegnimento

> Acqua è assorbita > aumento di Volume > la Resa in Grassetto



LA SCUOLA DEL FARE

SPEGNIMENTO - GRASSELLO - LATTE DI CALCE

La bontà di una Calce viene dedotta dalla sua Resa in Grassetto:
dal Volume della pasta che si ottiene dopo lo spegnimento

Calce grassa: pasta bianca, untuosa, plastica, forte rigonfiamento dopo lo spegnimento

1kg Calce viva -----1.8-2.4 litri di grassetto e fissa 1.7 -2.8 litri d'acqua

Calce magra: contenuto rigonfiamento dopo lo spegnimento

1kg Calce viva-----1.4 -1.8 litri di grassetto e fissa da 1.0-1.7 l d'acqua

In fase di spegnimento, in forte eccesso d'acqua si ottiene una sospensione di idrato di calce in acqua: *latte di calce*





LA SCUOLA DEL FARE

CALCE IDRATA

Calce Viva bagnata con circa $\frac{1}{4}$ dell'acqua necessaria per renderla pasta.
Così idratata secca si definisce *Fior di Calce*

Cioè spenta con la bastante quantità di acqua necessaria ad idratarla e farla cadere in polvere. L'aggiunta in cantiere dell'acqua di impasto la rende GRASSELLO (alla stregua del prodotto bagnato in fossa)

Calce Idrata in polvere ha una curva granulometrica passante fra i 40 e gli 80 microns





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Chi Siamo



Calce Raffinata: calce idraulica naturale... italiana e certificata!

Una storia che ha inizio nel 1955

La Società Calce Raffinata opera nel settore delle calce idrauliche, prodotte nello stabilimento di Savignano sul Panaro, fin dagli inizi del secolo scorso.

Fonti documentali indicano l'esistenza ancora più antica di fornaci nei pressi di Savignano e testimoniano le straordinarie qualità della calce ottenuta dalla cottura di marne calcaree delle prime colline emiliane.

A seguito della costante attività di ricerca e dei lavori di adeguamento degli impianti, tutta la nostra produzione di calce ha ottenuto la certificazione CE, secondo la norma europea UNI EN 459-1:2015.

Particolare rilievo è dato alla Calce Idraulica Naturale (NHL) impiegata nella realizzazione di malte per muratura ed intonaci, nella bioedilizia, in ristrutturazioni e nei restauri conservativi di beni di particolare valore architettonico e monumentale.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Ciclo di Produzione

Nella nostra fornace produciamo calci idrauliche (HL) e calci idrauliche naturali (NHL).

La nostra calce nasce da materie prime di origine naturale (calcarei marnosi) estratte in cave locali, ancora attive nei pressi della fornace.

Le materie prime, prima della cottura, subiscono un processo di selezione in base a precisi caratteri composizionali.

La cottura avviene in forni verticali, alimentati da combustibili fossili, in cui si raggiungono temperature non superiori ai 1200 °C.

Il prodotto calcinato, una volta raffreddato, subisce un attento processo di idratazione, macinazione e, solo nel caso delle HL, miscelazione con pozzonali naturali.

La calce viene successivamente trasportata a destinazione sfusa o in sacchi da 25 kg.

L'intero processo produttivo è costantemente controllato, per garantire qualità del prodotto, conformità e rispetto degli standard nazionali e internazionali.

Il nostro ciclo di produzione è documentato di questo [video](#)>>

Cava

La nostra calce nasce da materie prime di origine naturale (calcarei marnosi) estratte in cave locali, ancora attive nei pressi della fornace.



Selezione del calcare marnoso

Le materie prime subiscono un processo di selezione in base a precisi caratteri composizionali.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL

Cava: calcari marnosi

Pezzatura:

Cottura: forni verticali a combustibili
fossini, temperature $< 1200^{\circ}\text{C}$



CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL

15 Settembre 2018 – Visita Tecnica Fornace Calce Raffinata – Savignano Sul Panaro Pontinpietra G Mastroianni

CALCIPIETRA
S.p.A. - Savignano sul Panaro
Via S. Maria Maddalena, 10
41012 Savignano sul Panaro (MO)



PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL



CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL

15 Settembre 2018 – Visita Tecnica Fornace Calce Raffinata – Savignano Sul Panaro Pontinpietra G Mastroianni

CALCIPIETRA
S.p.A. - Savignano sul Panaro
Via S. Maria Maddalena, 10
41012 Savignano sul Panaro (MO) - Italy



PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



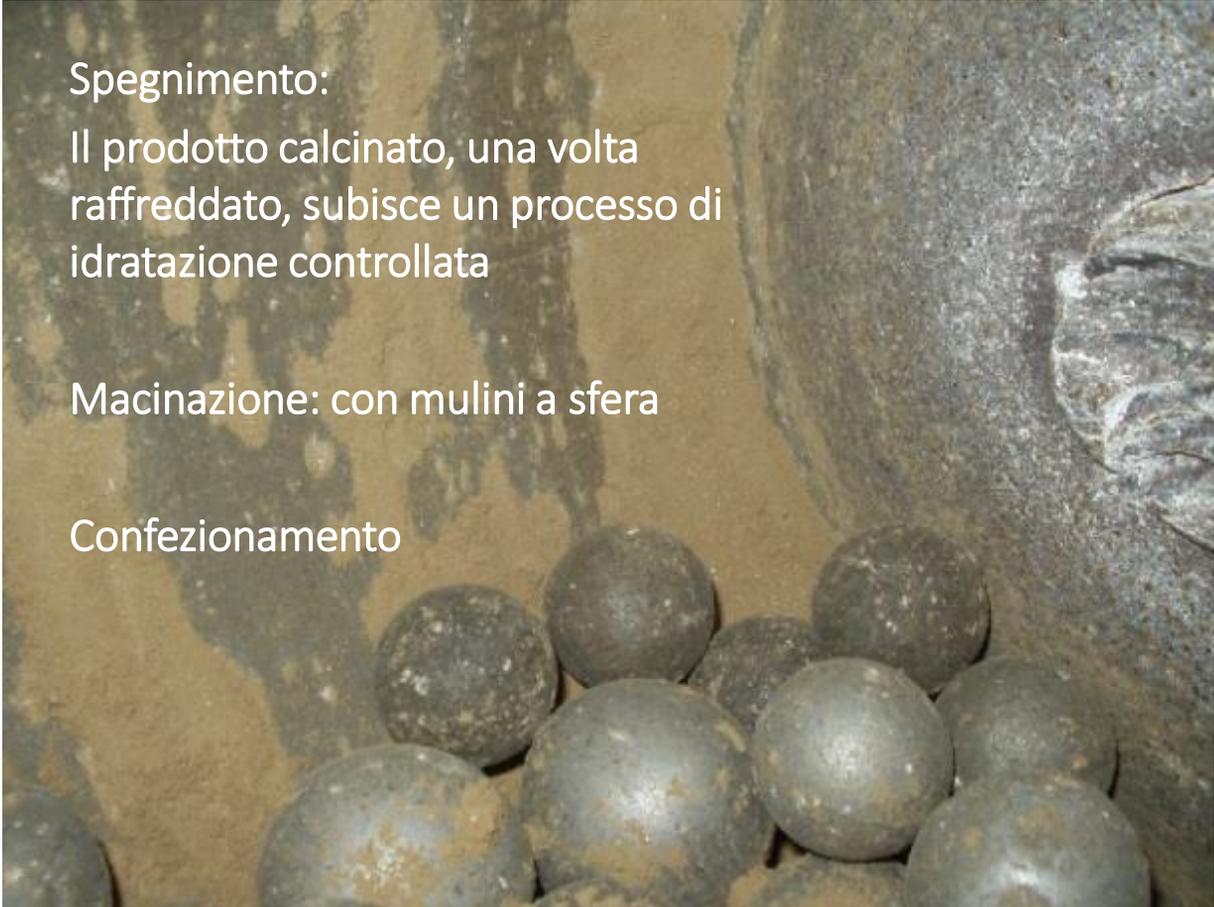
CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL

Spegnimento:

Il prodotto calcinato, una volta raffreddato, subisce un processo di idratazione controllata

Macinazione: con mulini a sfera

Confezionamento



CR CALCE RAFFINATA
DI SAVIGNANO SUL PANARO SRL

15 Settembre 2018 – Visita Tecnica Fornace Calce Raffinata – Savignano Sul Panaro Pontinpietra G Mastroianni

CALCIPIETRA
S.p.A. - Savignano sul Panaro
Via S. Maria Maddalena, 10
41012 Savignano sul Panaro (MO)



Prodotti

Nella nostra fornace, produciamo due tipologie di calce idraulica, nel rispetto della normativa UNI EN 459-1:2015, nelle varianti FL 2.0 e NHL 3.5.

Calce Idraulica Naturale NHL 3.5

Calce Idraulica Naturale NHL 3.5 (conforme alla norma UNI EN 459-1:2015) costituita da silicati e alluminati di calcio e da idrossido di calcio, prodotta per cottura di marna calcarea in forni verticali a temperature inferiori di 1200°C.



[Scheda Tecnica NHL 3.5 >>](#)



[Certificato CE NHL 3.5 >>](#)



[Scheda Dati Sicurezza NHL 3.5 >>](#)



[Registrazione REACH >>](#)

Resistenza a compressione	MPa/Psi
a 28 giorni	4,0 MPa/580,15 Psi
a 40 giorni	5,0 MPa/725,18 Psi
a 60giorni	7,0 MPa/1015,26 Psi
a 90giorni	8,8 MPa/1276,33 Psi
a 120 giorni	9,8 MPa/1421,36 Psi





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



SOC.
CALCE RAFFINATA
di SAVIGNANO SUL PANARO a r.l.

Via Ghirella 9 - Fraz. GARDFALO
41066 SAVIGNANO SUL PANARO (MO)
Tel. 059.771433 - Fax 059.784465
www.calceaffinata.it
info@calceaffinata.it

CALCE IDRAULICA NATURALE - NHL 3,5

Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 destinata alla realizzazione di malte e intonaci, specifica per il restauro di edifici storici, le costruzioni di pregio e la bioedilizia.

Prodotto è conforme alla normativa UNI EN 459-1:2015, classificato come NHL 3,5 (Natural Hydraulic Lime 3,5) e marcato CE, con certificazione numero 0925 CPD 167/2008

CARATTERISTICHE E IMPIEGHI

La Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 di Calce Raffinata è prodotta per calcinazione di calcari marnosi estratti dalle cave appenniniche adiacenti alla nostra fornace. Il processo produttivo, del tutto tradizionale, non prevede aggiunta di alcun materiale estraneo che modifichi la composizione naturale delle rocce di partenza. Alla cottura, segue lo spegnimento e la maturazione prima di procedere alla macinazione e infine al confezionamento.

La Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 è impiegata nella preparazione in cantiere di malte per muratura e intonaci interni ed esterni.

Nel Restauro Architettonico e nelle recupero di edilizia storica, le caratteristiche meccaniche, la porosità e il basso contenuto di sali solubili, assicurano completa compatibilità della Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 con i materiali da costruzione tradizionali (murature in pietra, mattone pieno, terra cruda ecc).

Alta permeabilità al vapore acqueo, capacità di prevenire funghi e muffe, ottima funzione regolatrice igrometrica degli ambienti, garantiscono l'esecuzione di manufatti con elevati standard abitativi e fanno della Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 il legante privilegiato per l'Architettura di pregio e la Bioedilizia.

CONFEZIONE E STOCCAGGIO

Il prodotto è disponibile in sacchi da 25 kg, sfuso in cisterna.

Stoccare in luogo coperto e asciutto

DOSAGGI

Il dosaggio della Calce Idraulica Naturale NHL 3,5 varia da 350 a 600 kilogrammi per metro cubo di aggregato (sabbie, polvere di marmo, cocciopesto, ecc.) in funzione della granulometria dell'aggregato stesso.

L'acqua d'impasto deve essere determinata in cantiere, in base al tipo di intervento da realizzarsi e alla tipologia di aggregato utilizzato.

Al fine di preservare le caratteristiche peculiari della Calce Idraulica Naturale NHL 3,5, non è opportuno aggiungere agli impasti alcun legante idraulico artificiale, in particolare di natura cementizia.

INDICAZIONI PER LA POSA

- Temperatura di applicazione tra 5° C e 35° C del supporto e dell'aria. Una volta in opera, il prodotto messo deve essere protetto per 48 ore da pioggia, dilavamento, gelo e rapida asciugatura dovute dal sole battente o forte ventilazione.

- Prima della posa, bagnare le superfici particolarmente assorbenti, evitando però ristagni d'acqua.

- Impiegare solo su supporti puliti, resistenti e compatti, eseguendo una accurata pulizia delle murature ed eliminando le parti friabili ed inconsistenti.
- Su supporti lisci o poco assorbenti, trattare le superficie con *primer latex* e posare le malte con la tecnica "fresco su fresco".
- Per esaltare le caratteristiche di plasticità del prodotto, lasciare riposare l'impasto per 10-15 minuti prima dell'applicazione.
- Le malte debbono essere messe in opera evitando spessori in unica applicazione superiori ai 2 cm, spessori superiori si possono realizzare in successive applicazioni.
- Su murature con numerosi interstizi, livellare il sottofondo con adeguato rinzaffo 24-48 ore prima dell'esecuzione degli intonaci.
- Su murature miste, uniformare il supporto con adeguato rinzaffo 24-48 ore prima dell'esecuzione degli intonaci.
- Predisporre il collegamento degli elementi strutturali (travi e pilastri-trampanature e murature portanti) applicando idonea rete porta-intonaco.
- Non applicare su sottofondi di gesso/scagliola, su supporti verniciati, su elementi in legno, metallo o plastica.
- Per non pregiudicare la permeabilità al vapore, impiegare finiture traspiranti.

CARATTERISTICHE TECNICHE *

	Calce Idraulica Naturale NHL 3,5	Requisiti UNI-EN 459-1:2015
Massa volumica apparente	0,7g/cm ³	
Stato fisico e colore	Polvere nocciola	
Resistenza a compressione a 28 gg.	4,0 MPa / 580,15 Psi	3,5 MPa / 507,63 Psi
Residuo a 200 micron	≤ 1%	≤ 2%
Residuo a 90 micron	≤ 5%	≤ 15%
Stabilità	≤ 0,50 mm	≤ 2 mm
Contenuto di calce libera	25 %	≥ 25 %
Contenuto SO ₂	≤ 1%	≤ 2 %
Tempi di inizio presa	6 ore	≥ 1 ora
Reazione al fuoco	Non combustibile	

Resistenza a compressione a 40 giorni 5,0 Mpa / 725,18 Psi

Resistenza a compressione a 60 giorni 7,0 Mpa / 1015,26 Psi

Resistenza a compressione a 90 giorni 8,8 Mpa / 1276,33 Psi

Resistenza a compressione a 120 giorni 9,8 Mpa / 1421,36 Psi

SICUREZZA

Per informazioni relative al corretto smaltimento, stoccaggio e manipolazione del prodotto, si prega di consultare la relativa Scheda Dati di Sicurezza.

EDIZIONE

Ottobre 2015 - Questa scheda tecnica annulla e sostituisce ogni edizione precedente.

* I dati forniti sono ricavati da prove di laboratorio effettuate durante le normali procedure di controllo della produzione ed eseguite in condizioni standard conformi alle norme di Legge, potranno quindi variare in funzione delle condizioni di mezzo in opera e sono da considerarsi indicativi.

Illecite le false applicazioni avvenute in cantiere al di fuori del nostro controllo, la Soc. Calce Raffinata non si assume alcuna responsabilità sul resto dell'applicazione dei propri prodotti.



CALCE RAFFINATA
di SAVIGNANO SUL PANARO





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



La norma UNI EN 459-1:2010

classifica le calce idrauliche in tre sotto categorie.

- Calci Idrauliche Naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, senza l'aggiunta di altro se non l'acqua per lo spegnimento;
- Calci Idrauliche (HL): calce costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di "materiali appropriati".
- Calci Idrauliche Formulate (FL): nuova classe che permette di ottenere una calce idraulica mescolando calce aerea, calce idraulica naturale e una serie di aggiunte (di cui si deve dichiarare il nome e la percentuale)





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



CALCE IDRAULICA

Il numero che accompagna la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5) indica la resistenza meccanica della calce, riferita come minima resistenza alla compressione di un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, espressa in MegaPascal (Mpa).

La classificazione delle resistenze vale anche per le altre due categorie di calce idrauliche, la HL e la FL, create ovviamente per lasciare spazio a tutti quei prodotti che sino ad ieri hanno occupato il campo della calce idraulica naturale propriamente detta.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE





LA SCUOLA DEL FARE

LE MALTE: DA COSTRUZIONE E RESTAURO

LA BUONA RIUSCITA DI UNA MALTA DIPENDE:
DALLA BUONA QUALITÀ DEGLI INGREDIENTI
DALLA LORO GIUSTA PROPORZIONE
DALLA PERFETTA LAVORAZIONE

LE MALTE SEMPLICI: ACQUA + LEGANTE

LE MALTE COMPOSTE: ACQUA + LEGANTE + ALTRO MATERIALE INERTE

LE MALTE COMUNI O AEREE:

ACQUA + SABBIA + CALCE
COMUNE (OVVERO
GRASSELLO)

LE MALTE IDRAULICHE:

ACQUA + SABBIA + CALCE
FORTI
ACQUA + SABBIA + CALCE
GRASSA + POZZOLANA

LE MALTE BASTARDE:

ACQUA + SABBIA + CALCE
+ CEMENTO





LA SCUOLA DEL FARE

LE MALTE

PER LA COSTRUZIONE

Gli ingredienti si dosano in parti in VOLUME

Generalmente si realizzano malte con quantità di calce e sabbia proporzionando la calce alla sabbia/pozzolana in maniera che occupi tutti gli spazi esistenti fra i granelli (malte piene)...durante la mescolazione quindi non è + visibile la sabbia

Cantiere:

sulla cazzuola si possono verificare sbavature bianche: troppa calce nell'impasto

«la malta deve scivolar via dal ferro della cazzuola lasciandolo ben lucido e pulito»





LA SCUOLA DEL FARE

LE MALTE

COME CAPIRE LA GIUSTA PROPORZIONE TRA CALCINA E SABBIA

LA PROPORZIONE IN VOLUME DELLE MATERIE E NON IN PESO

1:3

1 VOLUME DI CALCINA

3 VOLUMI DI SABBIA ASCIUTTA

- Riempire un vaso dalla capacità nota con sabbia asciutta e livellata
- Versare quantità d'acqua tale che il livello giunga alla superficie superiore della sabbia
- Il Volume d'acqua è circa uguale al volume della calcina in pasta da mescolare con la sabbia nel vaso
 - Grassello di calce aerea
 - Calce aerea idrata in fiore bagnata
 - Impasto di Calce idraulica naturale

LEGANTE	PARTI IN PESO								
Calce magna magnesiana	2	1							
Calce grassa (grassello)			1	1			1		
Calce idraulica naturale					1	1		1	1
SABBIA									
Sabbia di frantoio (carbonatica)		1		2	3				
Sabbia silicea	3	3				3	2	1	
Cocciopesto							1	2	3



LA SCUOLA DEL FARE

LE SABBIE PER LE MALTE DA COSTRUZIONE

FRAZIONE GRANULOMETRICA CONTINUA DELLE SABBIE DA UTILIZZARE PER LE MALTE

SABBIE FINI: DA 0.08 A 0.6 mm

SABBIE MEDIE: DA 0.6 A 2 mm

SABBIE GROSSE: DA 2 A 8 mm

Fuso di Fuller – ASTM 144-76





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



LE SABBIE PER LE MALTE DA COSTRUZIONE

FRAZIONE GRANULOMETRICA CONTINUA DELLE SABBIE DA UTILIZZARE PERLE MALTE

- Per le malte da muro: Sabbie che passino al setaccio da 3-4mm
- Per murare con ciottoli, si aumenterà la sabbia e la ghiaietta fino a 7-10mm
- Per gli intonaci: Sabbie che passino al setaccio da 3mm
- Per le stabiliture: Sabbie che passino al setaccio da 1-2 mm





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



LE SABBIE PER LE MALTE DA COSTRUZIONE

Le impurezze nelle sabbie si ripercuotono nelle malte:

Sostanze organiche – azione chimica - intervengono nel processo di idratazione dei leganti idraulici rallentando o impedendo i fenomeni di presa e indurimento

Sostanze argillose - azione fisica –formano uno strato inerte tra la pasta del legante ed il granulo dell'aggregato impedendone l'aderenza





LE SABBIE PER LE MALTE DA COSTRUZIONE

CALCOLO DELLE IMPUREZZE NEGLI AGGREGATI:

ARGILLA

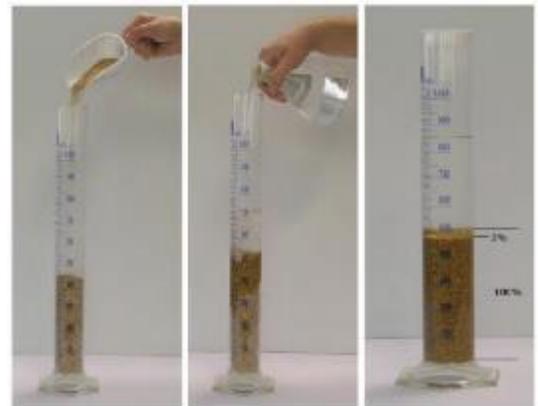
Riempire cilindro di vetro graduato da 1l fino a 500cm³ con sabbia

Aggiungere acqua pulita fino al 1l
Agitare energicamente per 3-4 volte

Lasciare riposare 1h

Valutazione dello strato argilloso
se $> 3\%$ di h_{tot} (sabbia+argilla)

Malta con impurezze argillose





LE SABBIE PER LE MALTE DA COSTRUZIONE

CALCOLO DELLE IMPUREZZE NEGLI AGGREGATI:

SOSTANZE ORGANICHE

Riempire cilindro di vetro graduato
da 1l fino a 130 cm³ con sabbia

Aggiungere soluzione di soda caustica al
3% (quindi 30gr di NaOH in 970 cm³ di
acqua distillata)

quindi il livello sabbia + liquido 200 cm³

Agitare e lasciar riposare 24h

Se colore sopra la sabbia è giallino **OK**

Se colore rosso-bruno **NO MALTA**





LA SCUOLA DEL FARE

POZZOLANA

«Avvi ancora un'altra specie di polvere che fa naturalmente effetti meravigliosi. Si trova essa ne' contorni di Baja, e ne' territorj de municipj che son intorno al Vesuvio; la quale mescolata con calcina e pietre, reca fermezze non solo ad ogni specie di fabbriche, ma particolarmente assoda quelle moli che si fanno in mare sott'acqua» Vitruvio Pollione – De Architectura- libro II, Cap VI.

Le pozzolane sono ceneri o deiezioni vulcaniche, modificate dall'azione del tempo e dagli agenti atmosferici.

Sono composte di Silice – Allumina – Ossido di Ferro, Calce, Magnesio ecc

Silicati Multipli più o meno basici





LA SCUOLA DEL FARE

POZZOLANA

L'Opus Caementitium

Materiali che hanno comportamento pozzolanico cioè che unite alla calce e all'acqua creano un legame idraulico:

Tufo giallo Napoletano, tufi pozzolanici,

Materiali argillosi cotti a temperature comprese 600-900°C, macinati in polvere per il loro contenuto di silicati hanno una buona attività pozzolanica – macinazione vecchi mattoni, coppi, e vario materiale fittile cotto a bassa temperatura Cocciopesto





LA SCUOLA DEL FARE

LE CALCI AEREE ED IDRAULICHE

I materiali argillosi cotti al alte temperature non producono effetti pozzolanici nelle malte.

I mattoni cotti intorno ai 900 °C possono avere una buona attività pozzolanica;

Cioè riescono a fissare l'idrato di calcio costituito dalle calci grasse spente, dando origine al fenomeno di indurimento dalla caratteristiche idrauliche e non propriamente aeree.

Questo è dovuto alla presenza dei silicati ed alluminati presenti nell'argilla calcinata a queste temperature. Il tempo di indurimento delle malte di cocchiopesto è molto lungo – lunghissimo ∞





COCCIOPESTO

..E IL TEMPO DA FORZA
ALL'INTONACO..

La definizione comune « l'intonaci di cocchiopesto sono impermeabili » è impropria

- A fine reazione tra silico-alluminati del cocchiopesto e la calce con la formazione di idrosilicati CSH la crosta formatasi è impermeabile – ma i tempi sono lunghissimi (intonaci romani ancora attivi)
- Gli intonaci di cocchiopesto servono per omogeneizzare la superficie dei supporti sottostanti creando uno strato monolitico con la sottostante muratura
- Una volta essiccate le malte signine diventano con la muratura tutto un solido: perché idrossido di calce Ca(OH)_2 la calce aerea reagisce con i silico-alluminati $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ contenuti nei mattoni frantumati ridotti in sabbia, innescando un processo pozzolanico a presa idraulica



COCCIOPESTO

..E IL TEMPO DA FORZA
ALL'INTONACO..

BUONE CARATTERISTICHE DI POZZOLANICITÀ



- Tanto più porosi sono i mattoni frantumati, tanto maggiore sarà la superficie di scambio di reazione



- La presa idraulica sarà tanto maggiore quanto maggiore è la possibilità di far penetrare la calce tra i meandri e le cavità dei mattoni



- Il cocchiopesto ottenuto da mattoni sovraccotti o invetriati non ha alcun potere pozzolanico



PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE





LA SCUOLA DEL FARE

INDURIMENTO -----CARBONATAZIONE

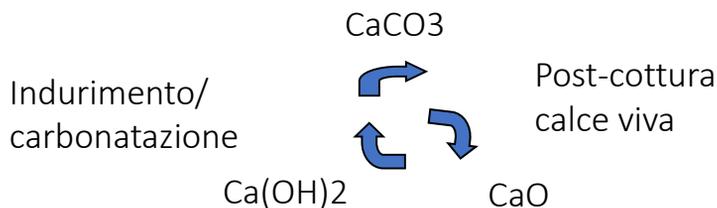
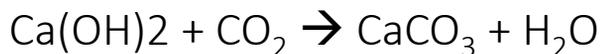
Importante il ruolo della sabbia nelle malte:

Da un lato limita il ritiro delle malte durante l'essiccamento

Dall'altro mantiene la malta porosa in modo da permettere una buona carbonatazione nell'intero spessore

Indurimento -----carbonatazione

Cioè l'assunzione da parte dell'idrato di calce dell' CO_2



Spegnimento malta



Indurimento ---carbonatazione



L'importanza di bagnare i mattoni prima di porli in opera

L'anidrite carbonica reagisce con l'idrato di calcio quando questo si trova in soluzione satura nell'acqua

I mattoni asciutti sottraggono velocemente acqua alle malte arrestando così il fenomeno della carbonatazione e di indurimento proprio dove c'è il contatto fra malta e mattoni



LA SCUOLA DEL FARE

Fioriture di Sali sui muri

- Cloruro di Sodio
- Cloruro di magnesio
- Nitrati
- Carbonati di potassio ecc

Sono presenti:

- nelle acque utilizzate per la preparazione delle malte
- Nei mattoni
- Nelle acque che ristagnano attorno alle fondazioni e che vengono assorbite dalle mura





LA SCUOLA DEL FARE

Fioriture di Sali sui muri

I cementi moderni sono ricchi di Sali idrosolubili

cedono i Sali all'acqua di impasto

attraverso la muratura fuoriescono in superficie e cristallizzando formano le bianche e fastidiose fioriture





LA SCUOLA DEL FARE

TEMPI DI PROSCIUGAMENTO DI UN MURO UMIDO

$$t = p * s^2$$

t tempo [giorni]

s spessore del muro [cm]

p coefficiente di prosciugamento f(materiali)

Cristallizzazione dei Sali all'interno tra intonaco e muratura:

> volume quindi cause di pressioni che portano alla sgretolamento della sup dei mattoni e scollamento degli intonaci

Malte deumidificanti super leggere p=0.15

Malta di calce aerea e sabbia p=0.25

Malta di calce forte e sabbia p=0.27

Malta bastarda p=1.35

Malta cementizia p=1.58

Mattoni fatti a mano p=0.28

Pietra calcarea p=1.22

Mattoni fatti a mano p=0.28

Calcestruzzo strutturale p=1.60

Esempio muratura in mattoni di spessore di 70cm
 $t = 0.28 * 70^2 =$ quasi 4 anni

Esempio muratura in mattoni di spessore di 70cm con intonaco deumidificante
 $t = 0.15 * (3+70+3)^2 =$ 2 anni e 4 mesi

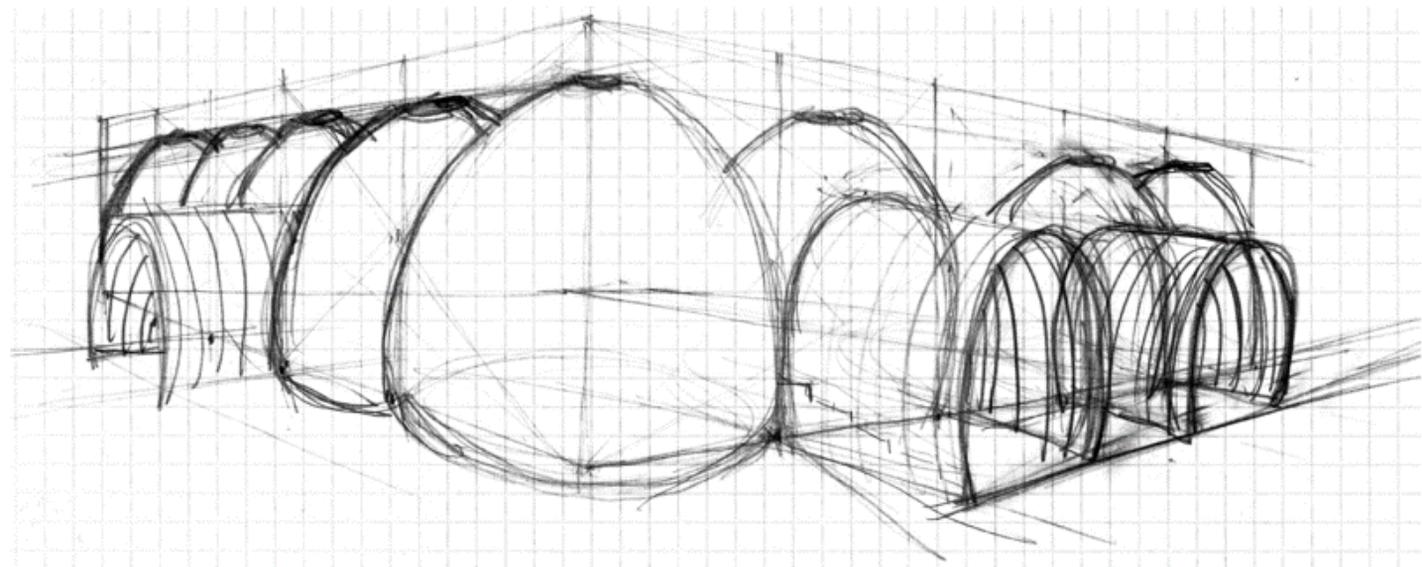
Esempio muratura in mattoni di spessore di 70cm con malta cementizia
 $t = 1.58 * (3+70+3)^2 =$ 25 anni!





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



La Calce come legante Idraulico





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE





LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1)
Gianfranco Cellai (2)
Simone Secchi (2)
Alessandro Grazzini (3)
Andrea Prato (1)
Fabio Brocchi(2)



- (1) INRiM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino
- (2) Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze
- (3) Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino

RIFLESSIONI SULLE PRESTAZIONI STRUTTURALI, TERMICHE E ACUSTICHE DI EDIFICI COSTRUITI IN MURATURA LAPIDEA



PONTINPIETRA



LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

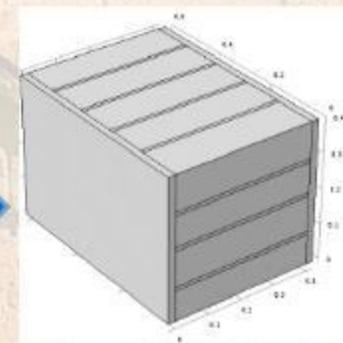
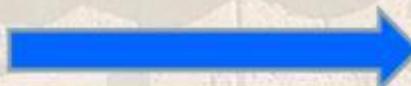
Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



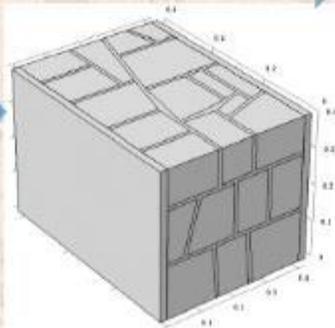
Gli aspetti fisico-tecnici: Prestazioni termiche delle murature

Le prestazioni descritte sono influenzate dalla tipologia muraria che, per lo studio in esame, è stata sinteticamente *modellata*¹ ed indagata per due grandi categorie:

- Muratura in pietra squadrata;



- Muratura in pietra non squadrata



¹Software di calcolo agli elementi finiti COMSOL





PONTINPIETRA



LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



Gli aspetti fisico-tecnici: Prestazioni termiche delle murature

Dai risultati preliminari delle simulazioni è emerso che le prestazioni, in termini di trasmittanza termica periodica, possono essere sensibilmente influenzata dalla tipologia muraria in quanto più la muratura è caotica/frammentata e maggiore è il rapporto Vol_{Malta}/Vol_{pietra} : in altri termini aumentando la percentuale di malta le caratteristiche termofisiche della stessa assumono un *peso* non trascurabile.

A titolo esemplificativo per una muratura in pietrame di spessore pari a 40 cm, il rapporto suddetto passa dal 12% al 15%, rispettivamente per pietra squadrata rispetto a pietra non squadrata, con Y_{IE} che passa da 0,49 a 0,42 W/m²K.

Appare evidente che il *livello di caoticità* del tipo murario va a influenzare anche le prestazioni acustiche per quanto descritto in seguito, per cui il duplice aspetto percentuale di malta e caratteristiche della stessa anche in termini *meccanici* va a costituire un campo di indagine sicuramente meritevole di approfondimento.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

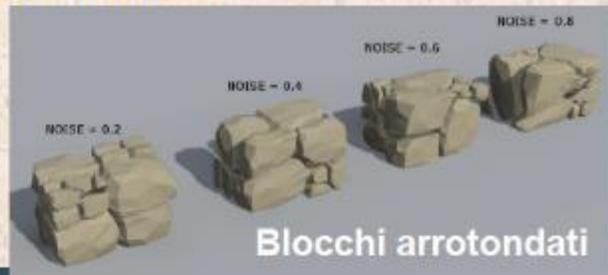
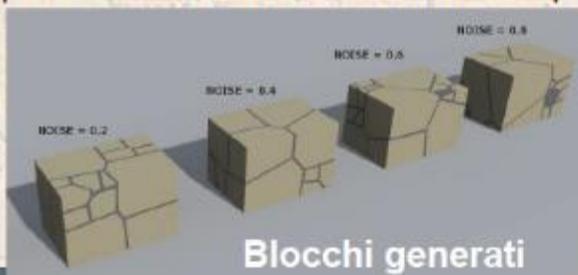
Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



Influenza degli aspetti fisico-geometrici: Prestazioni termiche ed acustiche delle murature

Al fine di approfondire il ruolo della tipologia muraria è allo studio l'approntamento di modelli geometrici di murature incoerenti. Tuttavia, la modellazione "diretta" del tipo risulta inevitabilmente condizionata dalla scelta dell'operatore e, pertanto, si è deciso di utilizzare algoritmi grafici che potessero generare il modello automaticamente creando un disturbo random del frazionamento (NOISE da 0,2 a 0,8). A tal fine si utilizzano software che permettono di *frazionare* e in seguito *arrotondare*, simulando più propriamente la muratura, un solido secondo parametri specifici preimpostati. La quantificazione dei giunti di malta è poi realizzata sottraendo il volume del pietrame dal volume totale.





PONTINPIETRA



LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino

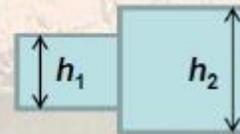
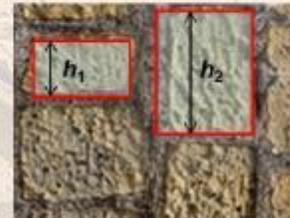


Gli aspetti fisico-tecnici: Prestazioni acustiche

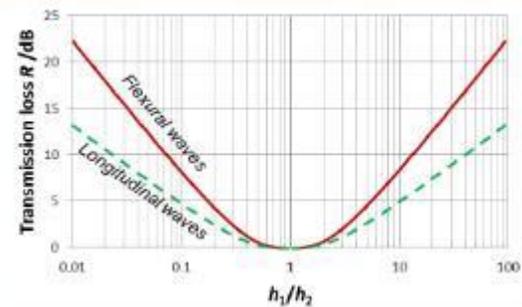
Lo studio prima descritto è in diretta correlazione con un aspetto tecnologico particolarmente interessante delle costruzioni in materiale lapideo ovvero l'attitudine ad attenuare la trasmissione di suoni e vibrazioni.

In prima analisi, i due fattori che maggiormente concorrono a tale prestazione si possono individuare nell'elevata massa per unità di superficie dei materiali lapidei e nella discontinuità strutturale tra gli elementi.

Il fitto insieme degli elementi lapidei e del materiale di collegamento tra essi (malta), costituisce infatti un significativo ostacolo alla libera propagazione di vibrazioni e riduce il campo di onde flessionali che principalmente concorre alla radiazione sonora di una partizione.



$$R = f\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$



Cremer et al., «Structure-Borne Sound», 1988





PONTINPIETRA



LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

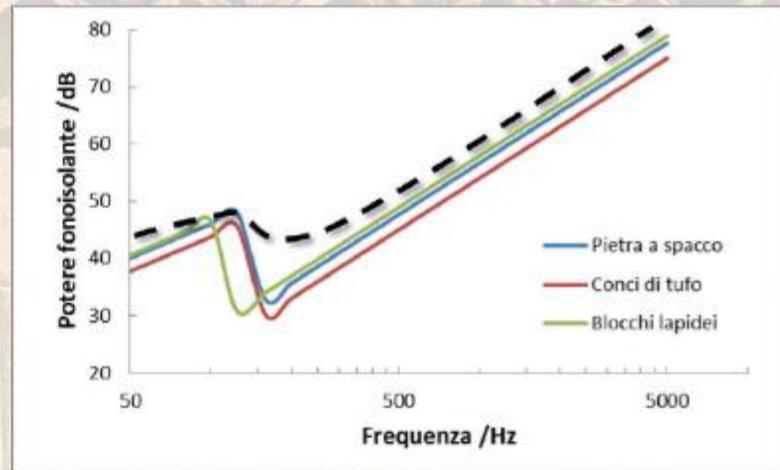
Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



Gli aspetti fisico-tecnici: Prestazioni acustiche

Stima empirica del potere fonoisolante R
delle tre partizioni in materiale lapideo.
Le linee continue rappresentano il
comportamento del potere fonoisolante di
partizioni monolitiche, mentre la linea nera
tratteggiata rappresenta il comportamento
ipotizzato in presenza di discontinuità
strutturali (ossia di blocchi lapidei e malta).

Si suppone che, tramite l'utilizzo di malte
cementizie caratterizzate da basso modulo
elastico, si possa incrementare ulteriormente
il valore del potere fonoisolante.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

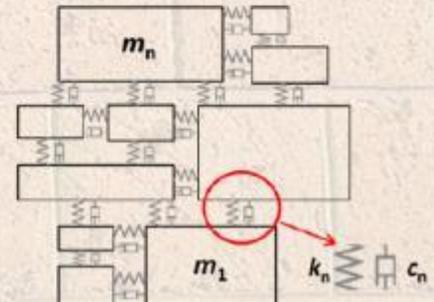
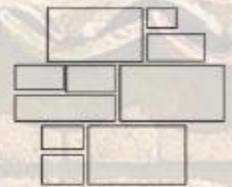
Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



Gli aspetti fisico-tecnici: Attenuazione alle vibrazioni

Una muratura in materiale lapideo è un sistema meccanico complesso a molti gradi di libertà, composto da un insieme di corpi rigidi (pietre) interconnessi tra loro tramite malta. L'azione di una forza su tale sistema pone in accelerazione i corpi rigidi e si propaga, in forma di vibrazione, attraverso l'intero sistema.

Le discontinuità del sistema sono un primo ostacolo alla libera propagazione delle vibrazioni e riducono l'ampiezza della vibrazione trasmessa. In tale sistema la malta può essere considerata come un insieme di molle e smorzatori interconnessi.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

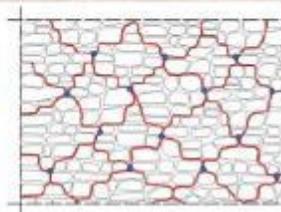
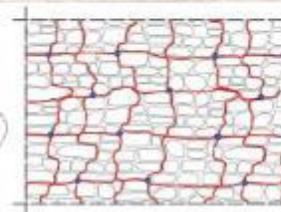
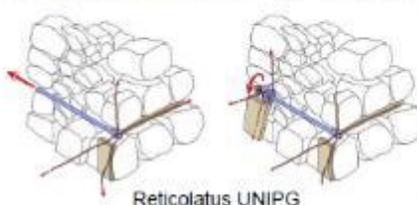
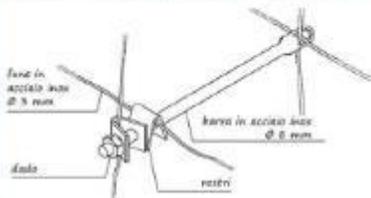
Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



Ipotesi di incremento antisismico e di dissipazione delle vibrazioni

Tra le tecnologie più recenti per il consolidamento delle strutture in muratura lapidea e per l'azione antisismica, l'impiego di maglie di acciaio a reticolo, risulta molto interessante.

Ad esempio, la tecnica di rinforzo chiamata Reticolatus (UNIPG) e la tecnica Fibrebuild Reticola (Fibre Net S.r.L.) consistono nell'inserimento nei giunti di malta, di una maglia continua realizzata con funi di acciaio inox, i cui nodi, generalmente uno ogni due, sono fissati al paramento murario mediante barre trasversali, anch'esse in acciaio inox, previste nel numero di 5 a m² secondo uno schema a quinconce irregolare (Fonte UNIPG).





PONTINPIETRA



LA SCUOLA DEL FARE

Alessandro Schiavi (1) , Andrea Prato (1) –
INRIM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino

Gianfranco Cellai (2), Simone Secchi (2), Fabio Brocchi(2)
Dipartimento di Ingegneria industriale – Università di Firenze

Alessandro Grazzini (3)
Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Torino



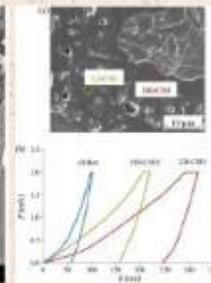
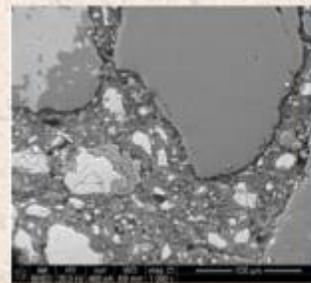
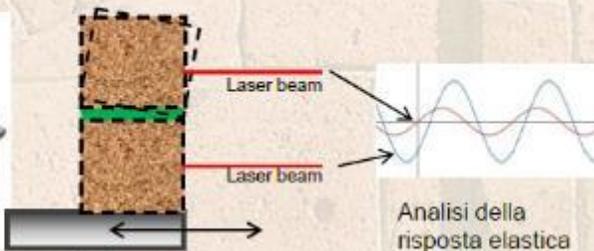
Ipotesi di incremento antisismico e di dissipazione delle vibrazioni

L'impiego di malte cementizie strutturali speciali, caratterizzate da bassi Moduli Elastici ($< 8\text{GPa}$) rispetto alle malte tradizionali ($\sim 12\text{GPa}$), congiuntamente alle maglie a reticolo, possono ridurre ulteriormente la trasmissione dell'energia di vibrazione meccanica, per dissipazione termica.

Sono attualmente in corso prove sperimentali su macro-scala al fine di individuare l'attitudine di malte strutturali speciali a dissipare efficacemente l'energia meccanica. E sono in programma anche analisi microstrutturali tramite micro- e nano-indentazione.



Tavola vibrante



Siming Liang, Ya Wei, Zehong Wu, *Construction and Building Materials*, 154, 2017





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE





LA SCUOLA DEL FARE

I COLORI

Terre più reperibili:

-  -Bianco (calce + TiO₂)
-  -Giallo oca
-  -Terra di siena naturale
-  -Terra di siena bruciata
-  -Rosso pozzuoli
-  -Verde brentonico
-  -Blu oltremare
-  -Nero di vite

PREPARAZIONE DEI COLORI BASE

- MESCOLARE IN UN BARATTOLO DI VETRO LA TERRA COLORATA E POCA ACQUA (QUANTITÀ DI ACQUA IN PESO CIRCA QUANTO LA TERRA O CMQ TALE DA RENDERE LA MISCELA CREMOSA FLUIDA)
- MESCOLARE ENERGICAMENTE E BENE AL FINE DI EVITARE GRUMI DI TERRE NON STEMPERATE
- UTILIZZARE UNA BILANCIA
- UNIRE IN UN RECIPIENTE I VARI COLORI
- MESCOLARE BENE SENZA LASCIARE STRIATURE NELL'IMPASTO





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



I COLORI

PREPARATA LA TINTA CIOÈ IL GRASSELLO DI CALCE COLORATO SI DILUISCE CON 30-40% DI ACQUA E SI OTTIENE IL LATTE DI CALCE COLORATO PRONTO AD ESSERE STESO A PENNELLO SUL MANUFATTO DA DIPINGERE



CONVIENE PREPARARE LA QUANTITÀ DI LATTE DI CALCE PER L'INTERA OPERA DA DIPINGERE
-10KG DI GRASSELLO DI CALCE COLORATO PER CIRCA 30MQ DI PARTE « PASSATI A DUE MANI»
- QUINDI 30 KG - UN SECCHIO - DI GRASSELLO DI CALCE COLORATO E DILUITO PER 100MQ DI FACCIATA/PARETE



IL TONO: $> 0 <$ LA QUANTITÀ DI COLORE DA MESCOLARE CON IL BIANCO

FENOMENO DI SATURAZIONE DEL COLORE NELLA CALCE:

CIOÈ CON L'AUMENTO DELLA FRAZIONE DI COLORE MESCOLATA ALLA CALCE NON SI HA PIÙ L'INCREMENTO CROMATICO (PER TERRE PIGMENTI INORGANICI È DI CIRCA IL 12%)





LA SCUOLA DEL FARE

GLI ADDITIVI

GLI ADDITIVI sono prodotti aggiunti ai materiali, in modo da conferire ad essi caratteristiche migliorative di lavorabilità, adesione, ecc

- AREANTI: migliorano la lavorabilità Malto birra ecc
- IMPERMEABILIZZANTI : emulsioni di cera, emulsioni di olio ecc
- LEGANTI: caseina, colle varie, olio di noce e di lino, tuorlo d'uovo
- RIEMPITIVI: migliorano la resistenza meccanica colla di pesce colla arabica ecc

- AREANTI: Ossido di Polietilene
- IMPERMEABILIZZANTI : Siliconici
- LEGANTI: Resine Epossidiche
- RIEMPITIVI: Silicio Pirogenico





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Passi leggeri sulla terra

Mestieri etnici, Materiali naturali, Educazione ambientale



Andrea Magnolini

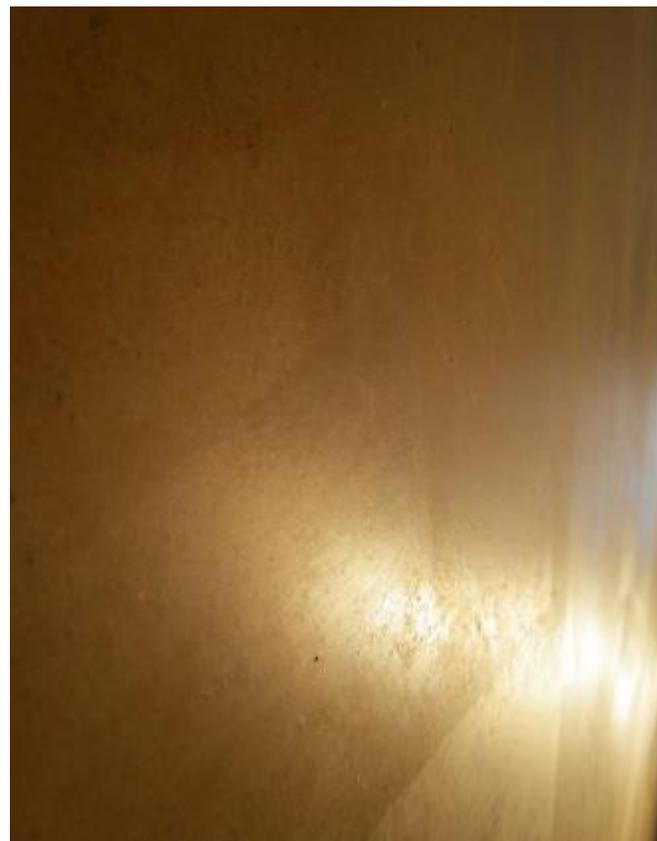
<http://www.passileggerisullaterra.it/>





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Andrea Magnolini

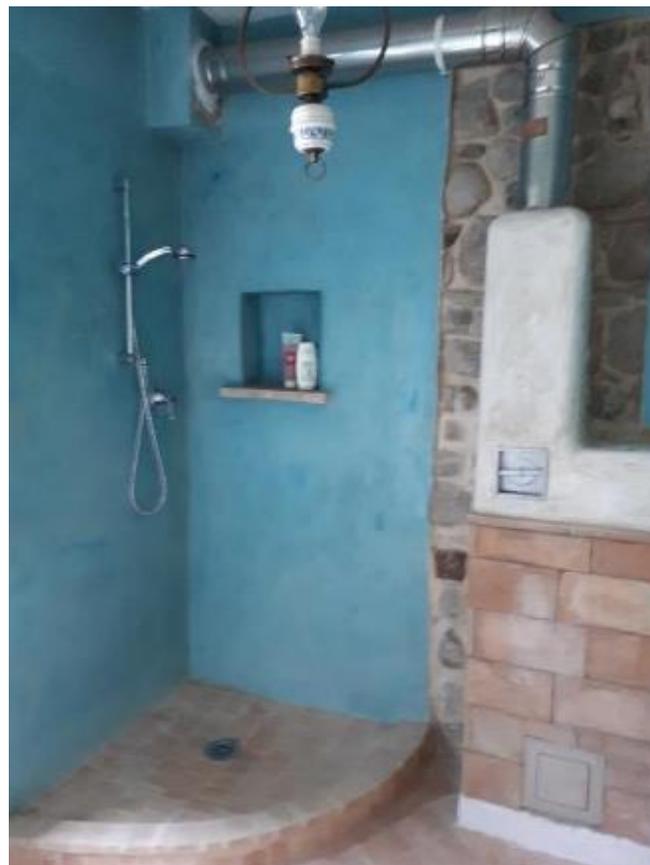
<http://www.passileggerisullaterra.it/>





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Andrea Magnolini

<http://www.passileggerisullaterra.it/>





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Andrea Magnolini

<http://www.passileggerisullaterra.it/>





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Andrea Magnolini

<http://www.passileggerisullaterra.it/>





LA SCUOLA DEL FARE

LA REGOLA D'ARTE

«L'esperire è venire in cognizione provando e riprovando e si connette con la capacità del soggetto di apprendere dal contatto *con le cose*, oltre che di lasciarsi guidare per agire *sulle cose*.»

Maestro G.Quarneti

Tecnici di oggi dovrebbero avere l'abilità della commistione tra Approccio Scientifico e Regole del CapoMastro

L'uno senza l'altro: Carezza nella progettazione e nel risultato finale dell'opera





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



LA REGOLA D'ARTE





LA SCUOLA DEL FARE

... AFFINCHÉ LO STUDENTE POSSA AVERE LA VOGLIA DI TOCCARE E SENTIRE LA MATERIA DEL COSTRUIRE....

... AL TECNICO CONSAPEVOLE CHE OGNI SINGOLA SCELTA PROGETTUALE È AZIONE PRESENTE E SOLUZIONE PER IL FUTURO....

... GIANFRANCA MASTROIANNI...

Fonte Bibliografica della Presentazione:

RESTAURO & COLORE - L'EMPIRICO E LA REGOLA DELL'ARTE

GILBERTO QUARNETI - CALCHERA SAN GIORGIO - GRIGNO (TRENTO)

www.calceraffinata.it

www.pontinpietra.eu

www.calcherasangiorgio.it

www.inrim.it

<http://www.passileggerisullaterra.it/>

www.bancadellacalce.it

www.unina.it

Studio 2111 Fabrizio Carola e associati





LA SCUOLA DEL FARE

SCHOOL OF CONSTRUCTION SITE AS A COMMUNITY ACTIVATION TOOL IN URBAN REGENERATION PROCESSES



Farmhouse and traditional constructive techniques

Pontinpietra

Ruviano (CE), Italy 2014-2017

This is the case study of restructuration of farmhouse “Casolare le Coste” in the little town at North of Caserta (Ruviano (CE)- South of Italy internal area), with rural vocation; in the last years, during the renovation were born some workshops, construction school sites, where everybody can learn the traditional local construction techniques, how the masonry arches and domes are realized and their static behavior, the local and traditional construction materials such as natural lime and pozzolana





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Arches

Department of Structural Engineering – Faculty of Engineering Federico II

2017 - 2018 Napoli

Workshop on arches and domes, the static behaviour and realization in full scale with the students

COSTRUZIONI
DI ARCHI
VOLTE
E CUPOLE



CALCE RAFFINATA
IL QUADRANTE DEL BRANCO LIBRE

15 Settembre 2018 – Visita Tecnica Fornace Calce Raffinata – Savignano Sul Panaro Pontinpietra G Mastroianni





LA SCUOLA DEL FARE

Arches

Department of Structural Engineering – Faculty of Engineering Federico II

2017 - 2018 Napoli

Workshop on arches and domes, the static behaviour and realization in full scale with the students





LA SCUOLA DEL FARE

Lime as hydraulic binder

Department of Structural Engineering – Faculty of Engineering Federico II

Pontinpietra, Calchera San Giorgio - Napoli 2016

Workshop on lime like construction material





LA SCUOLA DEL FARE



Lime as hydraulic binder

Department of Structural Engineering – Faculty of Engineering Federico II

Pontinpietra, Calchera San Giorgio - Napoli 2016

Workshop on lime like construction material



 **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base s.r.l. 2015/2016

CALCHERA
S.p.A. (I.C. 00000000999)

Corso di TECNICA DELLE COSTRUZIONI II
Prof. G. Sestini (Mestre) - C.A.I.C. (M. 117) e (54)

24 & 25 Maggio 2015
Sottotitolo:
«L'agorà Medievale: La Calce»

22 ottobre 2015
LEZIONE IN SALA 080 9.20 - 10.30

22 novembre 2015
LABORIO IN SALA 080 9.20 - 10.30 (Sala 080) - 10.30 - 11.30

22 gennaio 2016
SALA IN UNIFORME - PALAZZO REGIO IN NAPOLI ore 15.00

CARRIERE SCOLARE: 3-8 Settimane CALCERA Le Dotti Tecnico

Il corso è finanziato e organizzato dalla Politecnica di Napoli (I.C. 00000000999) e dalla Calchera S.p.A. (I.C. 00000000999)

Per informazioni rivolgetevi a: **STUDENTI**
(ponte@calchera.it) o al numero **081 5411111**






LA SCUOLA DEL FARE

Affresco technique



Frescopolis- Arteside- Pontinpietra

Ruviano (CE), Marzabotto (BO) Italy

Workshops Summer School 2017

workshops where young people, and people of local community have had the possibility to work, to learn and study local and traditional construction technique: the affresco painting technique interacting within community life.





PONTINPIETRA

LA SCUOLA DEL FARE



Affresco technique

Frescopolis- Arteside- Pontinpietra
Ruviano (CE), Marzabotto (BO) Italy
Workshops Summer School 2017



Associazione Culturale Pontinpietra

Un Fine Settimana con la Pittura a Fresco

6, 7 e 8 Ottobre 2017

Loc. Gardeletta – Marzabotto (BO)



Corso Base della tecnica
della Pittura a Fresco
con il Maestro Alessandro Dal Bello
e Gianfranca Mastroianni



Attestato di Partecipazione

VINCENZO MANGANO





LA SCUOLA DEL FARE

Affresco technique

Frescopolis- Arteside- Pontinpietra

Ruviano (CE), Marzabotto (BO) Italy

Workshops Summer School 2017





LA SCUOLA DEL FARE

Affresco technique

Frescopolis- Arteside- Pontinpietra

Ruviano (CE), Marzabotto (BO) Italy

Workshops Summer School 2017





Affresco technique

Frescopolis- Arteside- Pontinpietra

Ruviano (CE), Marzabotto (BO) Italy

Workshops Summer School 2017

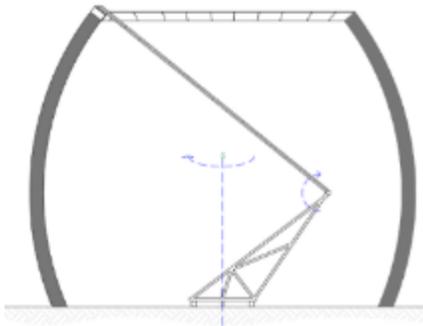




LA SCUOLA DEL FARE

The dome with compass technique

University of Study of Napoli – Federico II – Faculty of Engineering – Fabrizio Carola





LA SCUOLA DEL FARE

The dome with compass technique

University of Study of Napoli – Federico II – Faculty of Engineering – Fabrizio Carola





LA SCUOLA DEL FARE

The dome with compass technique

University of Study of Napoli – Federico II – Faculty of Engineering – Fabrizio Carola





Urban Regeneration

The dome with compass technique – San Potito
Sannita (CE) – Fabrizio Carola - N:eagorà 7 piazze





Urban Regeneration

The dome with compass technique – San Potito
Sannita (CE) – Fabrizio Carola - N:eagorà 7 piazze





LA SCUOLA DEL FARE

Urban Regeneration

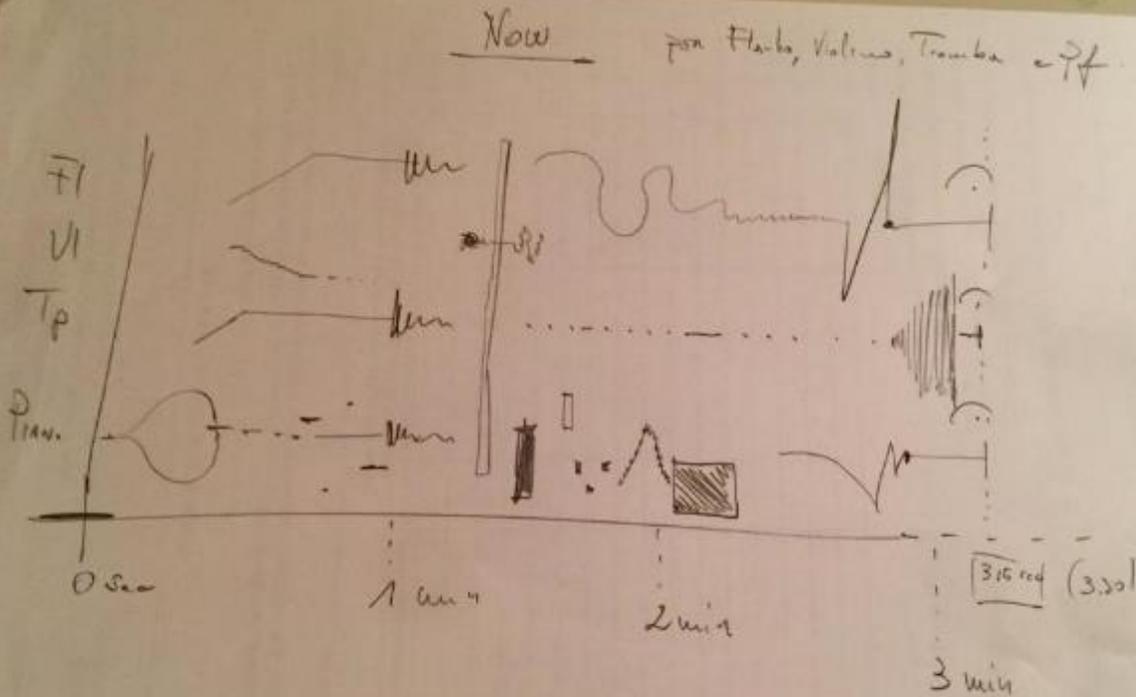
The dome with compass technique – San Potito Sannita (CE) – Fabrizio Carola - N:eagorà 7 piazze





LA SCUOLA DEL FARE

Il progetto di Ingegneria



Frey Ben 3/1/0



La Calce come legante Idraulico

G Mastroianni

Info.pontinpietra@gmail.com

15 settembre 2018 – Fornace Calce Raffinata
Savignano sul Panaro (MO)

