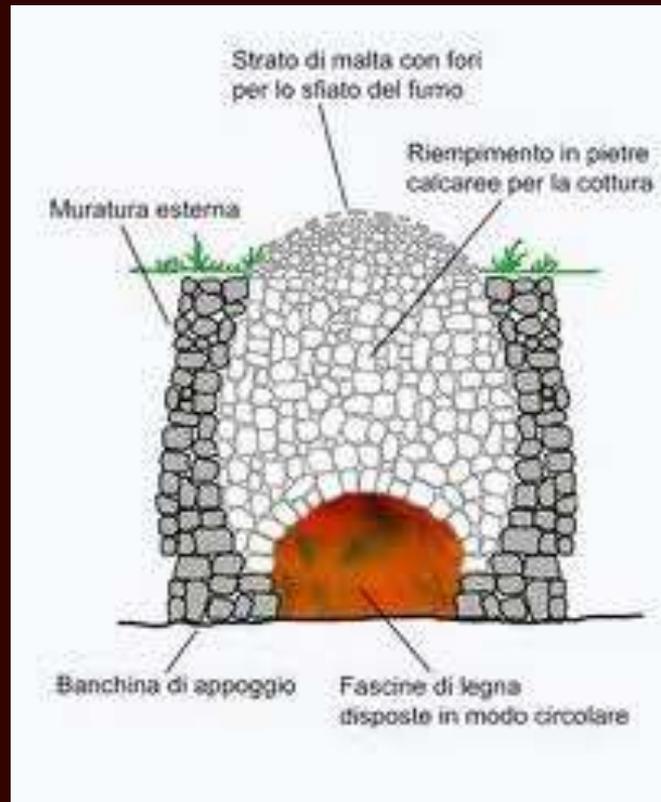


Gilberto QUARNETI

STORIA DELLA CALCE

www.quaderniquarneti.it

Come veniva prodotta la calce in passato?
Le «*calchère a tino*» sono state utilizzate sin dal III sec. a.C. (Catone), in ambito rurale, fino alla prima metà del 1900.





A photograph showing a stone wall made of white limestone blocks. The wall is built with irregularly shaped stones, some of which are light-colored and others are darker. The wall is situated on a grassy slope. In the background, a metal railing is visible. The text is overlaid on the upper right portion of the image.

**Sassi bianchi di pietra calcarea.
Il carico è di 300-350 q.li circa per cotta.**

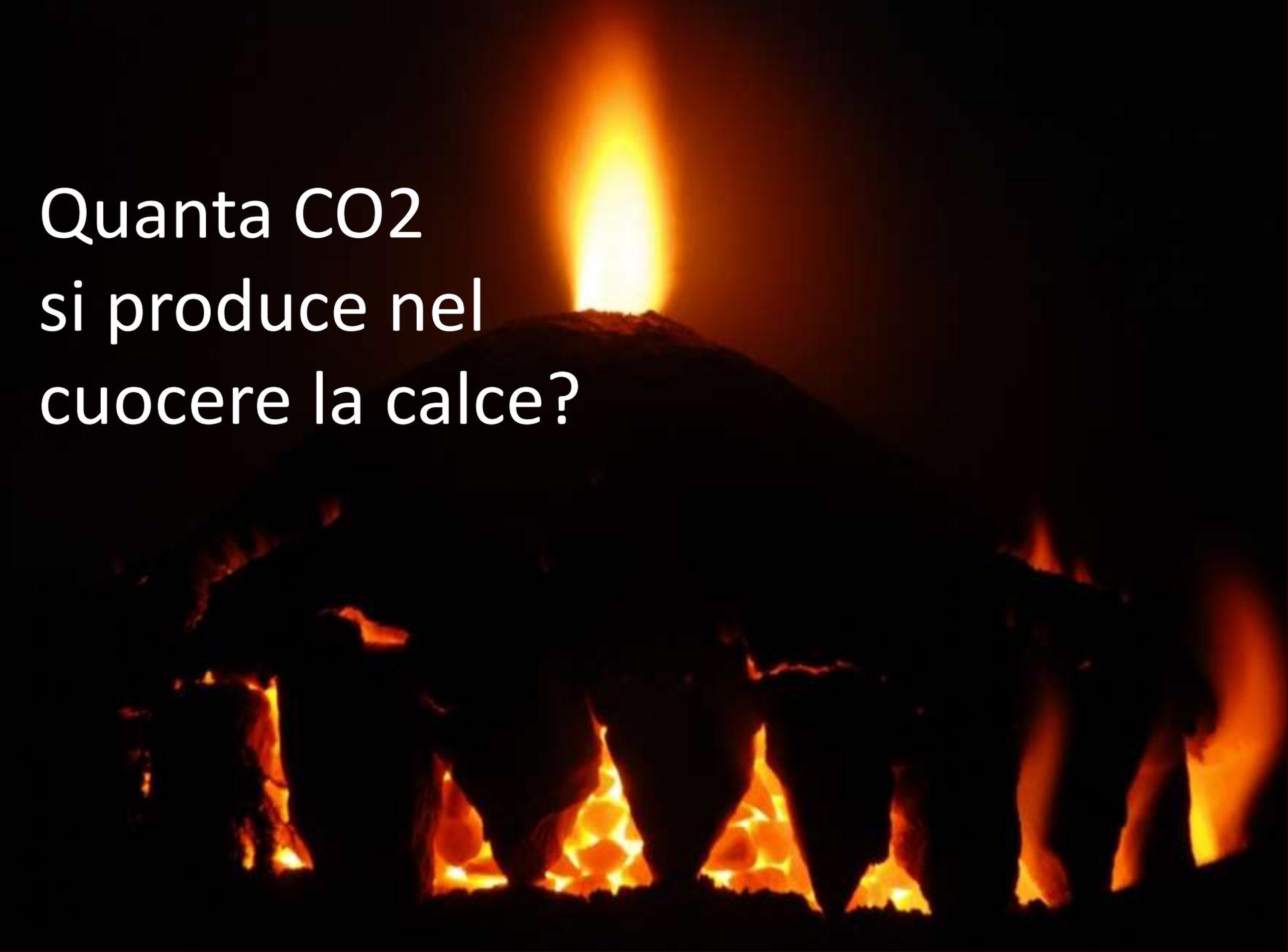


Fascine di legna – stessa quantità dei sassi in peso



Si inserisce mediamente una fascina ogni 4/10 minuti per 5/7 giorni

Quanta CO₂
si produce nel
cuocere la calce?



Su carbonato di calcio (CaCO_3)	100%
Calce viva (CaO)	56%
Anidride carbonica (CO_2)	44%





Temperatura di cottura 900 – 1100 °C

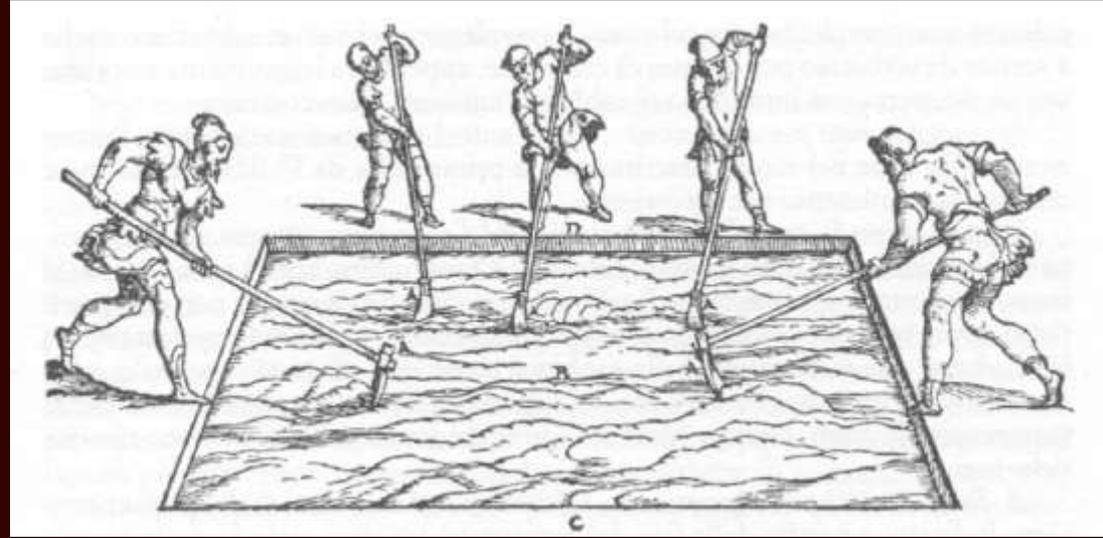
Cottura tradizionale della calce



Cottura ultimata



Idratazione e macerazione della calce



Calce viva (CaO)



**+ Acqua
(H₂O)**



Ca(OH)₂

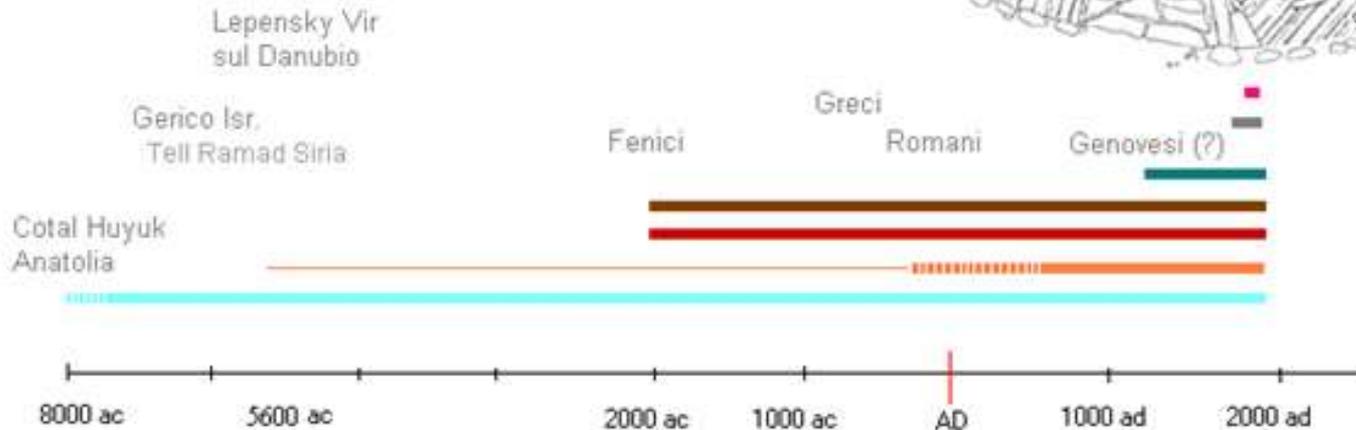
Grassello – calce spenta



- CALCE AEREA
- CALCI IDRAULICHE NATURALI
- MALTE DI COCCIOPESTO
- MALTE POZZOLANICHE
- MALTE PORCELLANE
- CALCI IDRAULICHE ARTIFICIALI E CEMENTO PORTLAND
- PITTURE AI SILICATI DI POTASSIO



La capanna sul Danubio a Lepensky Vir (5600 a.C.).



Le calce idrauliche naturali, ottenute da marna, non hanno origine certa (color arancio). Si trovano espliciti riferimenti dal 1400 in poi. Leon Battista Alberti, Francesco di Giorgio Martini, Piero Cattaneo, Andrea Palladio, ecc.



2000 ANNI

IN ANTICO

Calce aerea

MISCELAZIONE A FREDDO (Fenici – Romani)

Calce aerea + cocchiopesto

Calce aerea + pozzolana

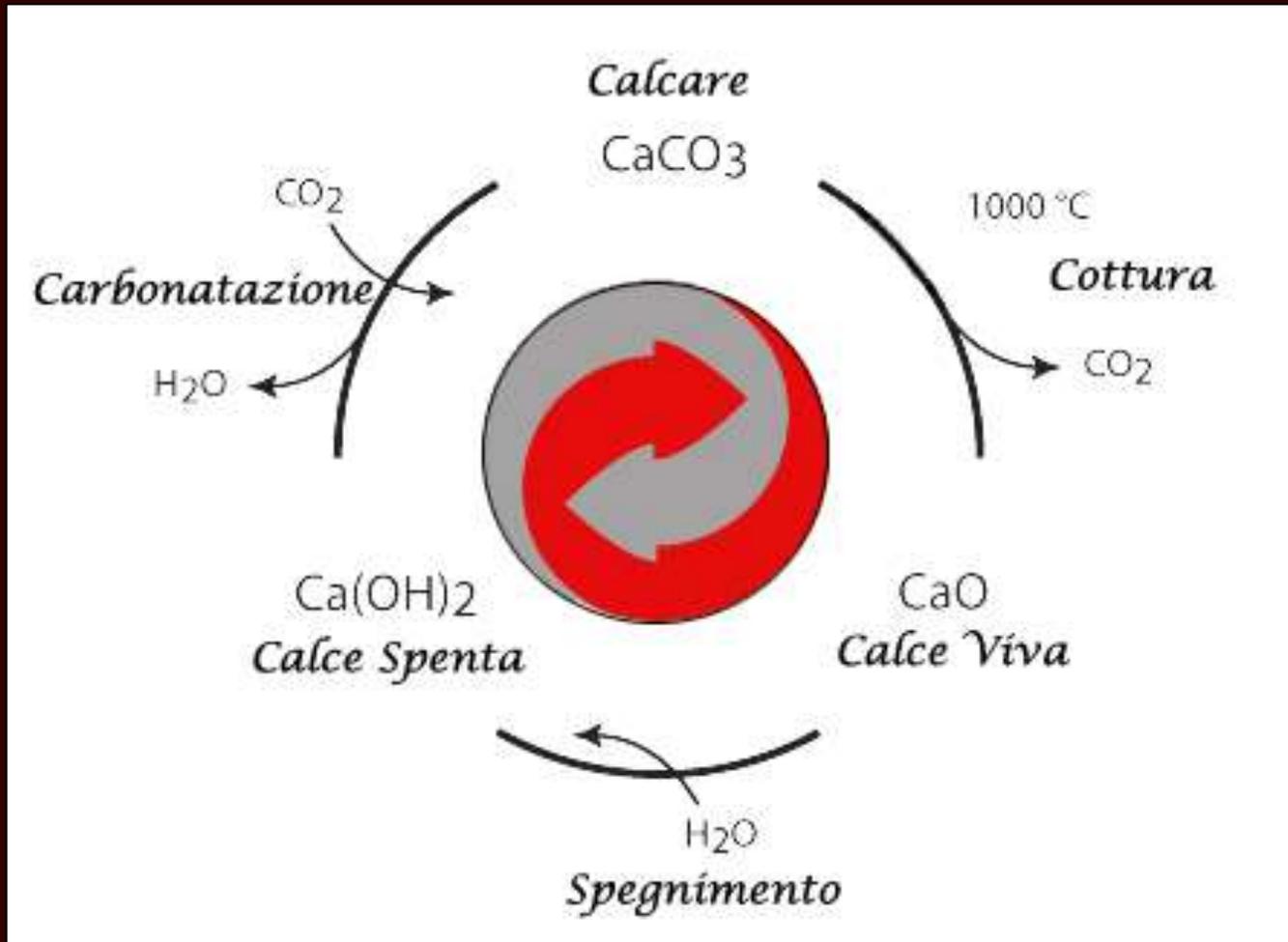
IN EPOCA MODERNA

MISCELAZIONE A CALDO

Calci idrauliche naturali (Cementini da marna)

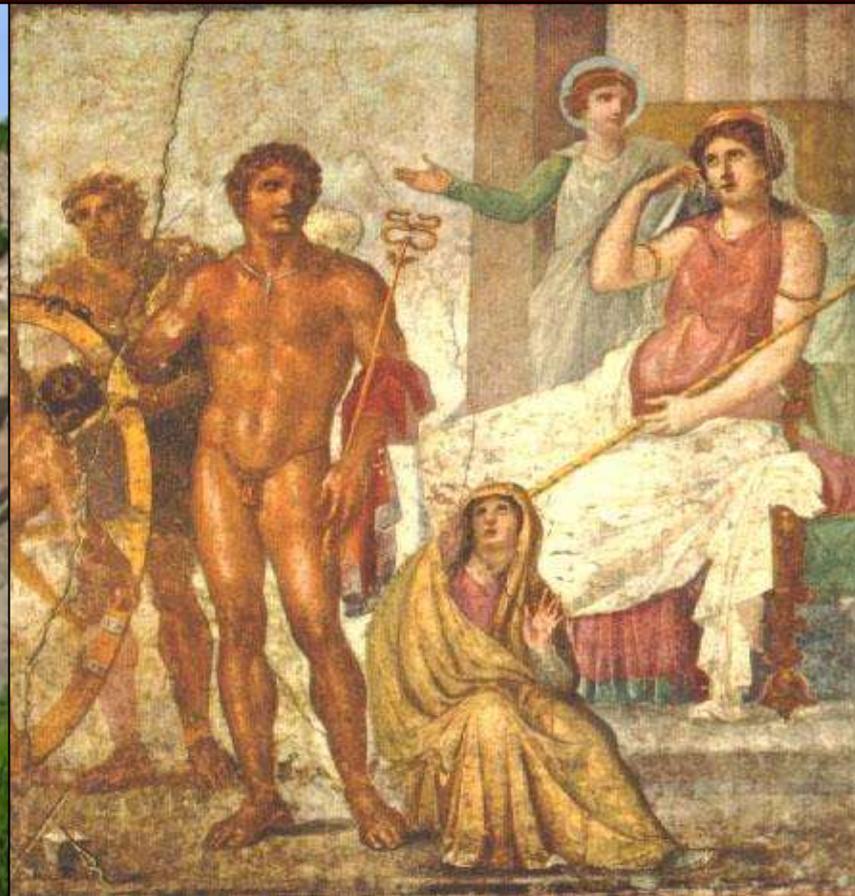
I cementi Portland

I manufatti che hanno dimostrato maggior resistenza alla storia sono quelli costruiti con calce aerea + pozzolana (Romani)



Ciclo della calce

La calce venne impiegata nell'antichità, prevalentemente per la preparazione di malte da costruzione e da intonaco; inoltre venne diffusamente impiegata per la tecnica dell'affresco la tinteggiatura e la formazione dei pavimenti.



La pozzolana



**Componenti principali
silice allumina ferro**

Le pozzolane naturali sono sabbie di composizione argillosa modificate dalle eruzioni vulcaniche in strati geologici profondi. La più conosciuta è quella di Pozzuoli.

Le pozzolane artificiali sono essenzialmente delle argille che hanno subito un processo termico la più conosciuta il cocchiopesto (laterizi macinati)



La calce aerea mescolata a freddo con la pozzolana dà origine ad un legante idraulico, che era la base dell' Opus Caementitium (cemento romano) che compone quasi tutti i monumenti di epoca romana.





Fig. 28. — Four à chaux.

Calce idraulica da marna naturale

Prodotta in forni detti a pignone o bottiglia

1100 – 1350°C



Calcare marnoso – contiene argilla



Fornaci 1700 - 1800



produzione industriale della calce



L'invenzione del Cemento Portland

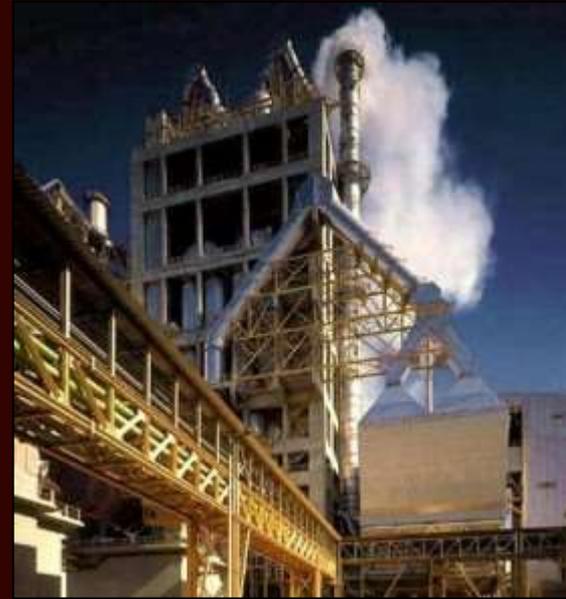
Vicat di Grenoble intuisce nel 1818, che è la silice delle pozzolane a reagire con la calce per produrre una presa idraulica.

Johnson, sempre nell'800, scopre che la "temperatura" influisce direttamente sulla potenza e la velocità di presa del legante idraulico, spingendo la temperatura nei forni oltre il limite dei 1300°C.

Mescolando il 75% di CaCO_3 al 25% di Argilla (ASF) si ottiene a 1250°C-1300°C la sinterizzazione del materiale (ovvero compattazione e riduzione/scomparsa dei pori), e a 1500°C la fusione della materia (calcio/argilla) in un processo detto Klinckerizzazione. (C3S - silicato tricalcico).

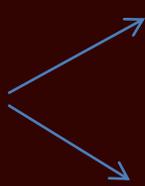
**Il cemento moderno
Portland 1500°C**

**Primo forno fabbricato
nel 1847**



i leganti in edilizia

Calce aerea → **grassello** → **calce idrata**

Calce idraulica  **da marna naturale**
calce aerea + pozzolana

Cemento Portland → **calcio + argilla 1500°C + gesso**

Le malte in edilizia —————> legante + aggregati (sabbie)

MALTA DI CALCE AEREA

MALTA DI CALCE IDRAULICA NATURALE

MALTA DI CALCE AEREA E POZZOLANA (pozzolanica)

MALTA CEMENTIZIA (cemento portland)

MALTA BASTARDA (cemento + calce + sabbie)

Malte di calce aerea

Qualità:

- Molto porose e traspiranti
- non contengono sali idrosolubili dannosi

Difetti:

- Asciugano solo in presenza di aria
- meno resistenti in ambienti perennemente umidi
- meno resistenti all'azione chimica e alle intemperie

GRASSELLO DI CALCE

*calce grassa completamente estinta $[Ca(OH)_2] = 98\%$,
esente da impurità o additivi di qualsiasi tipo.
ottenuta dalla calcinazione, a bassa temperatura
(850-900°C circa), di calcari puri, cotti con le tecniche
ed i modi tramandati dalla tradizione.*

ACQUA DI CALCE

*soluzione di idrato di calcio in sospensione satura
nell'acqua, ottenuta dalla macerazione di grassello di
calce.*

Malte di calce idraulica naturale (max 1100°C)

Qualità :

- **Molto porose e traspiranti**
- **Basso contengono di sali idrosolubili dannosi (cottura con antracite)**
- **Maggiormente resistenti in ambienti umidi**
- **Maggiormente resistenti all'azione chimica e alle intemperie**

Difetti:

- **Contengono comunque una percentuale di calce aerea (calce libera)**



CARATTERISTICHE CHIMICHE

CaO	60,2%
SiO ₂	21,2%
Al ₂ O ₃	3,50%
MgO	2,07%
Fe ₂ O ₃	1,50%
SO ₃	0,17%
NO ₃	< 0,01%
P.F.	10,5%

Calce idraulica naturale, ottenuta dalla cottura di calcari marnosi, ricchi di silice, in forno tradizionale a strati, con processo lento a temperature inferiori ai 1100°C, per ottenere una calce porosa e reattiva.

Malte pozzolaniche

Qualità :

- Molto porose e traspiranti
- Assenza di sali idrosolubili dannosi
- Molto resistenti in ambienti umidi
- Molto resistenti all'azione chimica e alle intemperie
- Assenza di calce libera

CALCE POZZOLANICA PANTHEON

legante idraulico ottenuto dalla miscelazione a freddo di calce aerea ad alto titolo di idrato di calcio e pozzolane naturali micronizzate, di diversa superficie specifica ed energia.

Niente sali;

Niente cemento;

Niente calce libera.

CARATTERISTICHE CHIMICHE

CaO	40,4%
SiO ₂	18,2%
Al ₂ O ₃	9,56%
K ₂ O	1,91%
MgO	1,67%
Fe ₂ O ₃	1,56%
SO ₃	0,02%
C ₃ S	assente

The background image shows the interior of the Pantheon in Rome, focusing on the dome. A large, bright circular oculus is visible on the right side, and a rectangular opening is on the left. The dome's surface is covered in a grid of square coffers.

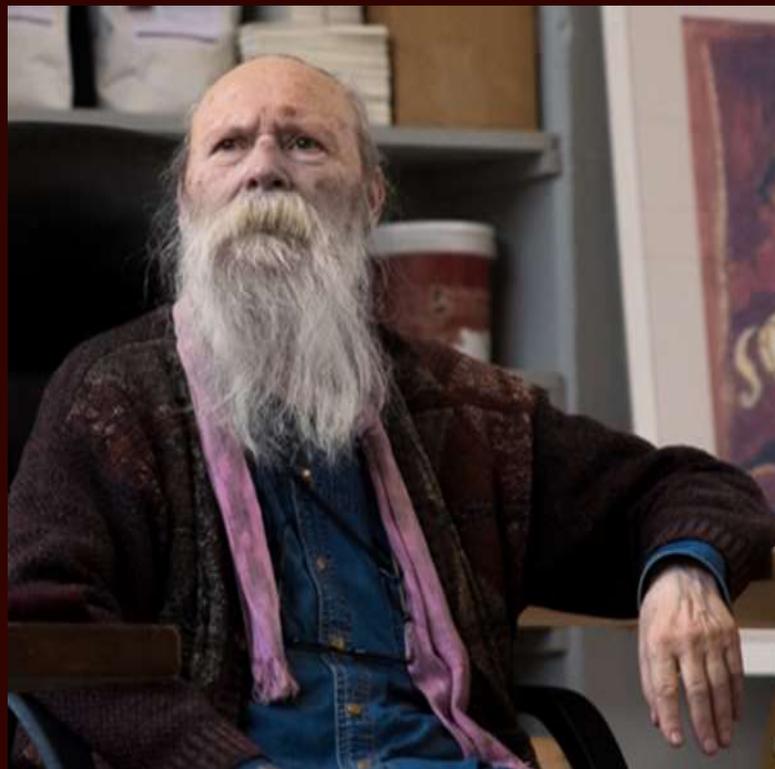
*La Calce Pozzolonica
Pantheon è la sintesi di
tutti i leganti descritti nei
documenti d'archivio, da
Vitruvio alla letteratura
più recente,
perfettamente
compatibile con le
strutture storiche d'ogni
tempo.*

*La ricetta originaria:
Calcis Pinguis,
Pulvis Baianus,
Testa tunsam,
Sabulum &
Pumix.*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

STATEMI SANI

Gilberto QUARNETI



www.quaderniquarneti.it