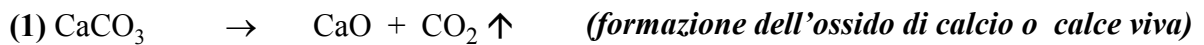


Il grassello di calce nel restauro conservativo

Pietro Rosanò (*)

E' il legante utilizzato fin dai tempi più remoti.

Si ottiene per via industriale operando una serie di trasformazioni riassunte nelle seguenti reazioni chimiche:



Al momento dell'impiego avviene un'altra reazione riportata di seguito:



La (1) è una reazione di **decomposizione** cui viene sottoposto il Carbonato di Calcio che costituisce la materia prima per la produzione dell'ossido di calcio. Viene condotta a temperature superiori a 900 °C anche se già a 850 °C sarebbe completa. Si preferisce lavorare a temperature maggiori anche per sopperire alle eventuali perdite di calore che si possono avere durante il processo. Da questa reazione si ottengono quindi due prodotti: *Ossido di Calcio (calce viva)* e *anidride carbonica*. L'ossido di Calcio viene, successivamente, sottoposto ad idratazione (2) per ottenere il prodotto idratato che si chiama **idrossido di calcio** o anche **calce spenta**. Per questa reazione la quantità d'acqua teorica sarebbe di circa 32 litri per ogni 100 Kg di Calce ma in pratica se ne aggiunge almeno il doppio poiché la reazione è fortemente esotermica (sviluppa calore) e una buona parte dell'acqua viene persa sotto forma di vapore. Le notevoli quantità di calore sviluppato provocano anche uno sbriciolamento delle zolle di calce viva cosa che porta alla loro polverizzazione. Mediante opportuni accorgimenti è possibile separare due frazioni di questa calce in polvere: una, più fine, bianca, molto pura che si chiama **fiore di calce** e un'altra, meno pura, che viene messa in commercio con il nome di **calce idrata da costruzione**.

Un altro prodotto commerciale, ampiamente utilizzato e conosciuto, è il **Grassello di calce** che si ottiene aggiungendo alla calce viva circa tre volte il proprio peso di acqua. Si ottiene in questo caso una pasta morbida, bianca, untuosa al tatto, che costituisce il legante maggiormente utilizzato per lavori di particolare pregio.

Continuando ad aggiungere acqua al grassello di calce si ottiene una sospensione acquosa bianca che si chiama **latte di calce**. Lasciando a riposo il latte di calce si separano due

fasi: una, in basso che è ancora una volta il grassello e una soluzione chiara, in alto, costituita da una soluzione acquosa satura di idrossido di calcio chiamata **acqua di calce**.

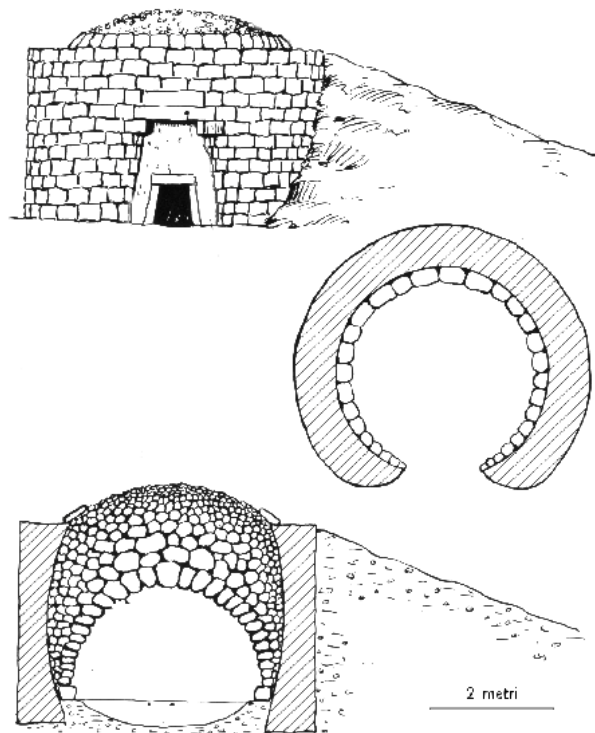
PRODUZIONE DELLA CALCE

Anticamente la calce veniva preparata mediante cottura di frammenti di pietra calcarea, caricati in un forno discontinuo preparato all'uopo. Questi frammenti, di dimensioni via via decrescenti, venivano introdotti in un forno a tino, da una porticina laterale. Generalmente il forno era costituito da una grande stanza (4 X 4) a cielo aperto con i muri perimetrali alti circa 3 metri e intonacati. La porticina d'accesso era formata da due pilastri in pietra che sorreggevano un blocco orizzontale. All'interno della fornace venivano posti i frammenti di pietra calcarea, iniziando da terra con pezzi piccoli disposti in corsi circolari e da una certa altezza leggermente sporgenti. Le dimensioni aumentavano man mano che si saliva e gli ultimi frammenti raggiungevano dimensioni dell'ordine del metro. Veniva in questo modo predisposta la *camera di combustione*. Verso l'esterno però i sassi avevano dimensioni con andamento opposto, muovendosi cioè verso l'alto le dimensioni diminuivano. La volta infine veniva quasi chiusa da sassi appuntiti e infilati tra i blocchi più grossi

Si otteneva quindi una camera interna alta circa 2 metri con una volta a botte che culminava in una cupola alta circa mezzo metro in più dei muri perimetrali. Alla base della camera di combustione e quindi nel terreno, veniva inoltre scavata una buca di circa mezzo metro di profondità e inoltre, all'esterno, alla base della cupola, per impedire infiltrazione di acqua piovana, veniva predisposta una serie di pietre oblique. La cupola non veniva intonacata e gli spazi che restavano tra i sassi erano la via preferenziale di uscita dei fumi e dell'anidride carbonica che si formava durante la cottura. La sola preparazione della fornace impiegava quattro uomini per circa due giorni mentre per la cottura occorrevano altri due giorni durante i quali si bruciava il legname accatastato nella camera di combustione.

Molta importanza aveva il *fuoco* (la temperatura) che per assicurare una sortita ottimale non doveva mai diminuire di intensità.

Per effetto della cottura (e della conseguente perdita di anidride carbonica) il volume delle pietre calcaree diminuiva e quando si osservava la scomparsa degli spazi tra le pietre (la



massa calando di volume si assestava) si spegneva il fuoco e si lasciava raffreddare per circa 30 ore.

Le zolle venivano estratte dalla porticina laterale, ridotti in pezzatura uniforme, e venduti tal quali. **Il grassello veniva infatti quasi sempre preparato nel luogo di utilizzazione.**
MATERIE PRIME PER LA PRODUZIONE DELLA CALCE

Come già brevemente accennato, le materie prime per la produzione della calce risultano essere, in prima approssimazione, tutti i materiali calcarei. Generalmente la scelta cade però su materiali che hanno determinati requisiti che vengono di seguito riassunti:

- 1) Elevata purezza
- 2) struttura cripto cristallina
- 3) Assenza di Carbonato di Magnesio

La qualità di una calce, cioè la proprietà di impastarsi con una maggiore o minore quantità di acqua - dal che deriva la classificazione delle calci in Calci grasse e Calci magre - e la caratteristica di resistere o meno all'azione dell'acqua, ciò che porta a suddividerle in idrauliche e in aeree, sono intimamente legate alla costituzione chimica e mineralogica dei calcari di partenza. Tratteremo pertanto in primo luogo della composizione dei calcari, specificando quali requisiti debbano possedere affinché possano originare, a seguito della cottura, calcari con le migliori caratteristiche.

CALCARI

Dal punto di vista mineralogico i calcari sono costituiti generalmente da Calcite (cioè carbonato di calcio romboedrico), e talvolta, da aragonite (carbonato di calcio trimetrico). Molta importanza presentano le dimensioni dei cristalli: si hanno infatti dei calcari a struttura macrocristallina (marmi, figura 1) e tali prodotti, anche se puri, forniscono una calce magrissima. Viceversa i calcari a struttura criptocristallina, detti anche calcari "compatti" o clastici (fig. 2), forniscono le migliori calci.



Fig. 1 marmo di carrara

I calcari propriamente detti sono di origine sedimentaria; questo fa sì che raramente essi siano costituiti da solo carbonato di calcio. Le impurezze che si riscontrano più frequentemente, e talvolta in quantità predominanti, sono il **carbonato di magnesio** e l'**argilla** (comprendendo sotto questo nome il silicato idrato di alluminio, il quarzo, gli ossidi di ferro, i feldspati ecc.)

Nei riguardi del carbonato di magnesio, se esso è in quantità nettamente inferiore a quella del CaCO_3 si



Fig. 2 Biancone

hanno i calcari dolomitici; se e' presente in quantità' equimolecolare si ha la roccia denominata **dolomite**.

La presenza di Carbonato di Magnesio conduce a delle calci magre (gli inconvenienti dovuti alla presenza del magnesio saranno trattati più avanti).

La presenza di argilla conduce ugualmente a delle calci magre ma che presentano delle particolari proprietà di resistenza nei confronti dell'acqua. In pratica si possono ottenere le **calci idrauliche**. L'argilla comincia a impartire alle calci nette proprietà idrauliche quando essa è presente nei calcari in quantità' superiori al 5-7 %.

Riassumendo, affinché un calcare possa impiegarsi come pietra da calce deve possedere i seguenti requisiti:

- presentare una struttura microcristallina (sono quindi da escludersi i marmi). Le relativamente grosse dimensioni dei cristalli di marmo impediscono una corretta cottura del carbonato di calcio interno al cristallo stesso, quindi nel cuore dei granuli non si formerà l'ossido di calcio e di conseguenza, al momento della messa in opera, queste parti si comporteranno più da cariche che non da leganti.
- contenere piccole quantità di impurezze (al massimo 5 %)

Questo per ottenere una calce grassa e di colore quasi bianco. Va tuttavia notato che se non e' possibile reperire calcari di elevata purezza, si ricorre all'ottenimento di calci magre le quali, se ottenute da calcari argillosi, prendono il nome di **Calci forti** e, per determinati impieghi sono considerati da alcuni operatori superiori alle stesse calci grasse.

FABBRICAZIONE DELLA CALCE

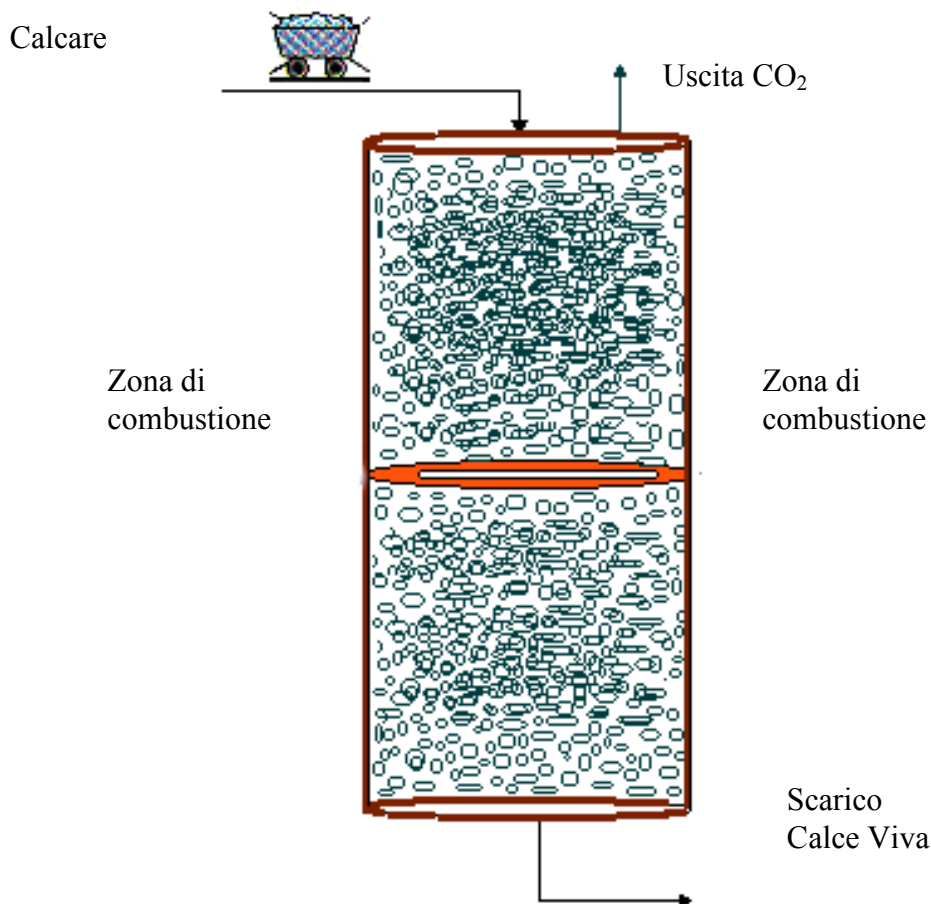
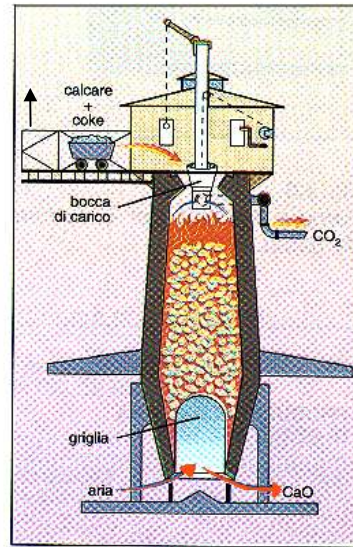
La decomposizione del carbonato di Calcio e' una reazione di equilibrio che avviene con assorbimento di energia:



g 100.08 56.08 44

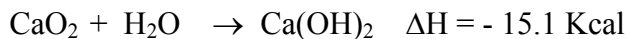
essa sarà perciò favorita da un aumento di temperatura e da una diminuzione di pressione.

La decomposizione del carbonato inizia verso i 450 °C e a 850 °C la pressione della CO₂ e' di 760 mmHg. In pratica si lavora a 900 °C per aumentare la velocità di reazione. Dalla reazione soprariportata si calcola che per decomporre 1 Kg di Carbonato accorrono 425 Kcal e quindi impiegando un carbone con potere calorifico di 8000 Kcal sarebbero necessari circa 5 Kg di combustibile per quintale di Calcare. In pratica se ne impiega più' del doppio a causa delle perdite di calore che inevitabilmente si hanno durante la cottura. Inoltre si nota che 100 parti di calcare dovrebbero fornire 56 parti di calce viva ma, in media, si può calcolare, tenendo conto che la pietra contiene sempre dell'umidità', che da 1 q.le di calcare si ottiene mezzo q.le di calce viva. Contro una diminuzione del 50 % in peso si ha una diminuzione in volume soltanto del 20 %; da ciò' risulta che la calce e' molto più' porosa del calcare di partenza (e questo è un vantaggio notevole per le successive fasi).



ESTINZIONE O SPEGNIMENTO DELLA CALCE VIVA.

La calce viva esce dai forni generalmente in pezzi di notevoli dimensioni, cioè come calce in zolle o in frammenti più minuti se provenienti da forni a griglia rotante o da forni rotativi. L'estinzione, come già ricordato, consiste nella trasformazione dell'ossido di Calcio nel corrispondente idrossido a seguito della reazione:



Evidentemente tale reazione avviene con liberazione di energia, cioè con uno sviluppo di calore che è di circa 270 Kcal per ogni Kg di CaO.

(tenere presente che la calce in zolle è avidissima d'acqua: lasciata all'aria assorbe umidità e si sgretola, ossia sfiorisce)

Quando si effettua lo spegnimento, le zolle di calce, data la loro struttura porosa, assorbono rapidamente l'acqua; questa in parte dà luogo alla reazione di idratazione e in parte, in seguito all'intenso sviluppo di calore che si ha nella reazione (la temperatura può superare anche i 150 °C), vaporizza rapidamente creando nell'interno della massa forti tensioni; le zolle dapprima rigonfiano e si fendono, quindi si sbriciolano originando una polvere con struttura altamente porosa. Ne deriva che quanto più rapido è lo spegnimento, tanto più intenso è lo sviluppo di calore e tanto maggiore è il grado di porosità della calce spenta. Poiché la capacità di fissare più o meno acqua è legata alla porosità dei granuli di Ca(OH)_2 ne consegue che **lo spegnimento della calce risulta essenziale per l'ottenimento di un prodotto di elevata qualità e che non dà luogo ad inconvenienti durante la messa in opera.** La calce spenta infatti, a causa della sua particolare struttura quando viene impastata con l'acqua, l'assorbe tenacemente dando origine ad una pasta morbida, fine, adesiva, quasi untuosa al tatto, chiamata **GRASSELLO**. Le calce grasse forniscono un grassello quasi perfetto, di colore bianco, ed assorbono acqua per circa tre volte il loro peso; le calce magre si idratano lentamente e danno un grassello leggermente granuloso, spesso non perfettamente bianco e assorbono acqua per circa due volte il loro peso.

In pratica l'estinzione della calce viva viene effettuata in due modi distinti, a seconda che si voglia preparare direttamente il grassello oppure si voglia ottenere la calce idrata in polvere.

L'impiego della calce viva in zolle, la cui estinzione si effettua in cantiere e' conveniente soltanto nel caso di lavori di notevole importanza e che si protraggono nel tempo, giacché fra il momento in cui si provvede allo spegnimento della calce e quello in cui si metterà in opera il grassello, devono intercorrere alcuni mesi. Sembra molto più comodo nel caso di lavori che si debbano eseguire rapidamente e' l'impiego della calce idrata in polvere con la quale è possibile la preparazione estemporanea del grassello ma come dimostreremo più avanti, per opera di particolare importanza, questa preparazione del grassello è assolutamente da evitarsi.

Per preparare la calce idrata (che è ovviamente idrossido di calcio) la calce viva in zolle, viene dapprima frantumata in pezzi non superiori ai 20 mm. Il prodotto così frantumato viene disposto in strato sottile sopra un nastro trasportatore ed innaffiato con la quantità voluta di acqua che si fa arrivare sotto forma di pioggia finissima; la calce così parzialmente idratata passa in un silos dove si completa lo spegnimento. Il trattamento con acqua può essere effettuato anche con tamburi rotanti o per mezzo di vapore. Comunque ottenuto il prodotto viene poi macinato. In questa calce idrata si trova sempre una certa quantità di calce viva; tuttavia la sua presenza non è dannosa perché, dato che essa si trova in granuli di piccole dimensioni, si idrata immediatamente quando si confeziona la malta.

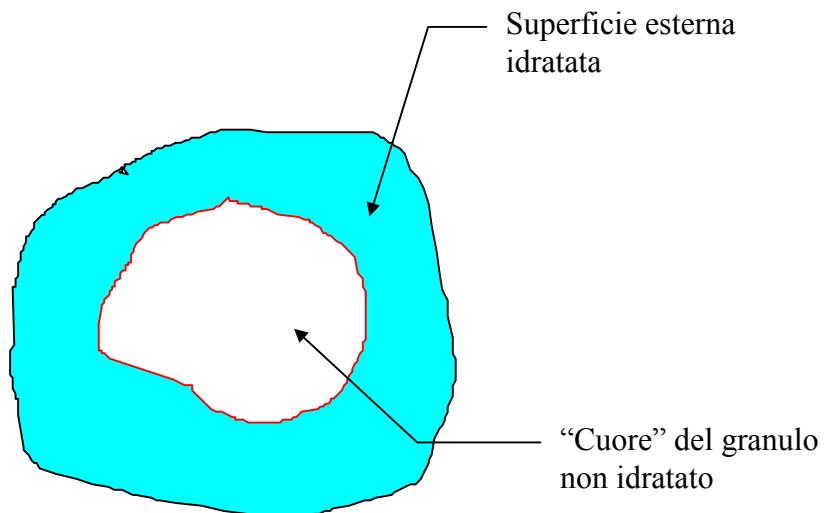
IL GRASSELLO

Molte delle fornaci che al giorno d'oggi producono calce provvedono direttamente anche alla preparazione del grassello che viene messo commercio confezionato in sacchi di polietilene contenenti un volume di prodotto di circa 20-30 litri.

Come già accennato, per lavori di pregio, e se si vogliono evitare particolari inconvenienti, è opportuno usare un grassello di calce molto ben stagionato.

La stagionatura infatti rappresenta la fase più delicata per l'ottenimento di un legante con ottime caratteristiche e che non dia inconvenienti dopo la messa in opera.

Ciò dipende dal fatto che la fase di idratazione del granulo di calce, per quanto piccolo esso sia, richiede tempi molto lunghi. Avviene cioè che l'idratazione comincia sulla superficie del granulo e affinché l'acqua arrivi in profondità occorrono tempi lunghi, dell'ordine di qualche mese.



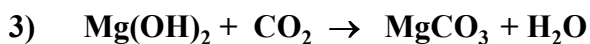
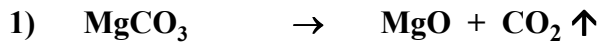
Se il cuore del granulo di calce non si idrata si formeranno i calcinaroli i cui effetti sono ben noti a chi opera in edilizia. Il calcinarolo infatti non fa presa assieme al resto ma, spesso - in seguito ad infiltrazioni d'acqua - molto più tardi, quando cioè l'intorno è tutto indurito. Come già ricordato la carbonatazione avviene con aumento di volume perciò il calcinarolo, carbonatandosi, provoca tensioni all'interno della massa con successive fratture e, nei casi più gravi, si osservano distacchi e cadute di materiale.

La formazione dei calcinaroli rappresenta dunque un grave inconveniente che può essere evitato con lunghe stagionature.

E' difficilmente reperibile sul mercato al giorno d'oggi una calce lungamente stagionata anche perchè i ritmi di produzione non prevedono tempi morti così lunghi. Le poche fornaci inoltre non riescono a soddisfare la richiesta di calce per cui - normalmente - i tempi di idratazione nello stabilimento si aggirano intorno a qualche settimana.

L'ossido di MAGNESIO NELLA CALCE AEREA

Come già ricordato il magnesio è presente, come carbonato, nei calcari magnesiaci ed in quelli dolomitici che rappresentano le materie prime per la produzione della calce in molte zone d'Italia. E' necessario ricordare che la dolomite presenta una struttura macrocristallina e quindi mal si presta ad essere cotta nei forni per la calce ma l'ossido di Magnesio contribuisce comunque a rendere magra la calce. Infatti, poichè esso durante la cottura si forma prima dell'ossido di calcio (il carbonato di magnesio si decompone a temperature più basse) , alla fine della cottura esso risulterà stracotto per cui si idraterà molto più lentamente: un grassello contenente un certo quantitativo di ossido di magnesio richiederà tempi di idratazione ancora più lunghi.



(*) Pietro Rosano', chimico industriale, direttore tecnico di TSA srl (www.tsasrl.it)
Esperto di *degrado e di risanamento degli edifici di interesse storico artistico e monumentale.*