

Stefano Damiola
Giuseppe Mori

Per la salute della casa intonaci di calce aerea

(parte prima)

Negli articoli già usciti sui numeri scorsi della rivista abbiamo trattato argomenti che vanno dalla valutazione bioecologica del sito sul quale si intende costruire, alle strutture orizzontali e verticali dell'edificio realizzate secondo i criteri della bioedilizia; ora tratteremo della scelta dei materiali di finitura interna che sono in sintonia con i medesimi principi costruttivi.

Si tratta di procedere a scelte forse ancor più delicate che per le strutture portanti, perché tali materiali sono destinati a stare a contatto dell'uomo, che nella casa vive e respira.

Più volte abbiamo accennato alla "sindrome da edificio malato" (Sick Building Syndrome o SBS) come malattia, ormai codificata, derivante dalla presenza di inquinanti nelle abitazioni. Numerosi studi hanno infatti evidenziato come dentro l'abitazione moderna la quantità di inquinanti superi spesso quella dell'ambiente esterno. Ciò dipende dal fatto che all'aria esterna già inquinata si sommano le emissioni di sostanze nocive e di solventi che si trovano all'interno dell'abitazione. Da ciò deriva che, se vogliamo realizzare ambienti sani, i materiali di finitura da utilizzare debbano essere esenti da sostanze tossiche; debbano essere traspiranti; debbano essere capaci di assorbire eccessi momentanei di umidità da rilasciare in periodi di scarsa umidità ambientale; debbano essere, dal punto di vista olfattivo neutri e da quello tattile ed estetico gradevoli.

Partendo da questi presupposti cominciamo a esaminare quali sono i materiali sani, cominciando da quello sano per eccellenza, impiegato nelle

costruzioni fin da tempi antichissimi: la calce. Vediamo come si fabbrica.

La calce si ottiene per cottura (calcinazione) di rocce calcaree o di altre forme di carbonato di calcio come ciottoli, conchiglie, barriere coralline, ecc.

La migliore calce aerea si ottiene attraverso la cottura lenta dei materiali sopra citati a temperature vicine ai 900°C, normalmente in forni a legna, nei quali l'acqua e l'anidride carbonica evaporando lentamente, conferiscono al calcare cotto (la cosiddetta "zolla") una più accentuata porosità. La cottura può avvenire anche in forni a metano o a gasolio con temperature di 1200-1300°C, con

evaporazione più rapida e qualità del prodotto meno pregiata.

La calcinazione trasforma il materiale di partenza (carbonato di calcio) in ossido di calcio, appunto la calce viva, detta anche "calce in zolle".

A questo punto del processo di fabbricazione, si procede allo "spegnimento" della calce viva con abbondante acqua. A seconda della quantità d'acqua impiegata nello spegnimento si possono ottenere due prodotti distinti: la calce idrata in polvere e il grassello di calce.

La calce idrata in polvere si produce aggiungendo alla calce viva la minima quantità d'acqua necessaria a innescare la reazione di idratazione (che è fortemente esotermica, cioè genera calore). Ne sortisce una polvere finissima, la cui parte più leggera e più pura è detta "fiore".

Il grassello di calce invece si ottiene partendo sempre dalla calce viva, ma addizionandola con abbondante acqua entro apposite vasche, dove rimane per una lunga stagionatura.

La qualità di una calce si giudica dalla sua resa in grassello. Le calci grasse mostrano un forte aumento di volume dopo lo spegnimento. Avidissime d'acqua, sono molto bianche, pastose e untuose al tatto.

Una calce è grassa quando spegnendo 1 kg di calce viva con l'aggiunta di 1,7÷2,8 lt d'acqua si ottengono 1,8÷2,4 lt di grassello.

Una calce è magra quando spegnendo 1 kg di calce viva con l'aggiunta di 1÷1,7 lt d'acqua si ottengono 1,4÷1,8 lt di grassello.

Sicuramente le calci di qualità sono grasse (con maggiore resa in grassello), perché la "magrezza" (minor resa) è determinata dalla presenza di impurità, cioè di quei componenti che rimangono "inerti" nell'assorbimento di acqua. Ecco cosa dice al proposito Gilberto Quarenti nel suo trattato "Sulle calci, gli intonaci, i tinteggi" (ed. Lafarge-coatings Italia):

«Maggiori responsabili della magrezza delle calci sono le impurità: massimamente la presenza dell'ossido di magnesio che, assumendo acqua, non rigonfia; inoltre si sa che più impuri sono i calcari, a più alta temperatura si lasciano calcinare; ed è perciò che i detti calcari impuri producono calci vive meno porose e di conseguenza meno avidi d'acqua. In conclusione, le migliori calci sono quelle che si lasciano calcinare alla più bassa temperatura».

(G.M.)

La stagionatura

Per la formazione del grassello la stagionatura è indispensabile e deve protrarsi in vasche coperte d'acqua, sabbia o altro sistema ermetico atto ad evitarne il con-

tatto con l'aria per almeno 12/14 mesi. (Il prodotto commerciale stagionato al massimo per 30/60 giorni che si acquista normalmente in sacchi di plastica sotto forma di pasta con eccesso d'a-



FOTO GIUSEPPE MORI



Nella pagina precedente, Cividate Camuno, anfiteatro romano. Murature in pietrame e malta di calce tuttora in ottimo stato di conservazione. In basso, la facciata di una casa ottocentesca intonacata a calce, ancora perfettamente integra.

In questa pagina: Cividate Camuno, cava di calcare, ora abbandonata, da cui si ricavava la materia prima per la fabbricazione della calce.

cqua dovrebbe denominarsi "pasta di calce idrata" e non "grassello"; per diventare tale, dovrebbe stagionare per ulteriori 10/12 mesi).

Durante il periodo di stagionatura l'idratazione continua sempre più in profondità fino ad annullare il rischio della presenza nella massa dei cosiddetti "calcinaroli" (o bottaccioli), cioè piccoli aggregati di calce viva che idratando tardivamente e rigonfiando all'interno della malta indurita provocherebbero il distacco di porzioni della stessa. Soprattutto però durante questo periodo di "maturazione" i cristalli di idrato di calcio (portlandite) mutano profondamente la loro struttura e dimensione, passando da una forma prismatica ad una lamellare, con cristalli di seconda formazione con dimensioni che scendono dal micrometrico al submicro-nanometrico ridotte in modo esponenziale. Forma e dimensione dei cristalli sono importantissime, perché aumentano a dismisura la superficie esposta degli stessi, ed è proprio sulla superficie dei cristalli che avviene "l'adsorbimento" d'acqua, cioè il fissaggio di quell'acqua che sarà poi responsabile, nelle varie reazioni, della formazione di un prodotto finale tenace, ben carbonatato, poroso e traspirante. Oltre a ciò la disposizione dei suddetti cristalli si distribuisce sempre più secondo file parallele conferendo alla massa una incomparabile



FOTO GIUSEPPE MORI

plasticità e lavorabilità. Tutto ciò a beneficio di una migliore "carbonatazione" e conseguente sviluppo di caratteristiche meccaniche e di traspirabilità.

Le fasi di presa e indurimento avvengono esclusivamente in presenza di aria, per evaporazione dell'acqua e ingresso di anidride carbonica all'interno della massa (reazione di "carbonatazione"). La reazione di carbonatazione porta alla trasformazione dell'idrato di calcio nuovamente in carbonato di calcio e acqua. Si realizza così il "ciclo della calce", che partendo dal carbonato di calcio della pietra calcarea, passa attraverso cottura, idratazione e carbonatazione per riottenere la

"pietra" di partenza. Come scrive il filosofo, poeta e scienziato greco Empedocle (482-426 a.C.) nel suo poema "Della Natura": «C'è del magico nel cogliere un sasso dalla Terra, demolirlo col Fuoco, modellarlo con l'Acqua secondo arte e ingegno, e riottenerlo solido e tenace come in origine sotto l'influsso dell'Aria: una pratica costruttiva e una filosofia antica quanto l'uomo...». In sintesi, dal punto di vista chimico:

$\text{CaCO}_3 + \text{calore} (\sim 875^\circ \text{C}) = \text{CaO} + \text{CO}_2$
carbonato di calcio + calore = ossido di calcio (calce viva) + anidride carbonica

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$
ossido di calcio (calce viva) +

acqua = idrossido di calcio (calce spenta-calce idrata-grassello)

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Idrossido di calcio + anidride carbonica = carbonato di calcio + acqua

Questa sequenza di reazioni è rappresentata in formula semplificata, infatti è importante sottolineare che, nella realtà, la ri-trasformazione dell'idrossido in carbonato di calcio avviene sì per mezzo dell'anidride carbonica, ma trasformata in acido carbonico. Ed è proprio per mantenere le condizioni di umidità necessarie alla formazione intermedia di acido carbonico che bisogna proteggere da un'asciugatura troppo veloce (esposi-

A sinistra in basso, vecchia fornace da calce a Cividate Camuno e a destra, una delle due bocche di estrazione del medesimo impianto.

zione a sole battente, correnti d'aria, ecc.) le malte di calce aerea; per scongiurare il fenomeno della "bruciatu- ra" che porterebbe all'in- terruzione della presa e con- seguenti sfarinatura e di- sgregazione delle malte stesse.

Il processo di indurimento delle calce aeree avviene in tempi molto lunghi sia per la difficoltà per l'anidride carbonica di penetrare negli strati interni delle malte, sia per la gran quantità proprio di CO₂ necessaria al processo di carbonatazione; infatti per ogni kg. di idrossido di calcio posato sono neces- sari 587 gr di anidride carbo- nica e quest'ultima è pre- sente nell'atmosfera per lo 0,03% del suo volume.

Da quanto sopra esposto si capisce come la migliore

FOTO GIUSEPPE MORI



FOTO GIUSEPPE MORI

malta di calce aerea sia quella ottenuta partendo dal grassello stagionato (di seguito la definizione malta di calce area si riferirà solo a quella ot- tenuta dal grassello).

Il termine malta indica genericamente un impasto di più componenti che vengono opportunamente mescolati tra loro in determinate proporzioni al fine di conferire alla miscela, allo stato fresco un'opportuna lavorabilità e, allo stato indurito, adeguate caratteristiche fisico-meccaniche, estetiche, di durabilità, ecc. Nell'accezione comune, una malta si ottiene mescolando intimamente un aggregato di dimensione arenacea (sabbia) con un legante e aggiungendo acqua fino ad ottenere un impasto perfettamente amalgamato e coeso, della consistenza

desiderata per l'uso che se ne deve fare: allettamento di murature, sottofondi, intonaci, decorazioni, ecc. l'impiego di grassello di calce come legante, in associazione ad aggregati comuni, dà luogo a malte ordinarie di tipo aereo.

L'aggregato nelle malte sia aeree che idrauliche, oltre a costituirne l'ossatura svolge una funzione di contrasto del ritiro dimensionale che il legante subisce nella fase di presa a causa della evaporazione dell'acqua di impasto evitando il formarsi di crepe e fessurazioni. Nelle malte di calce aerea inoltre contribuisce in modo determinante al processo di carbonatazione interna della malta stessa, favorendo il passaggio dell'aria tra la superficie dei granuli e quella del legante; pertanto una corretta granulometria (con

diametri anche abbastanza grossi) risulta indispensabile per un buon processo di indurimento.

I pregi di un intonaco (o malta in genere) a base di grassello di calce sono:

- Alta deformabilità relativa, dovuta al modulo elastico relativamente basso, che consente di sopportare bene gli assestamenti iniziali delle strutture e successivamente le sollecitazioni dovute ad escursioni termiche, variazioni di umidità nell'aria, vibrazioni, ecc.

- Minimo contenuto di sali idrosolubili e conseguente sensibile riduzione del rischio di formazione di efflorescenze e sub-efflorescenze saline. Le calce idrauliche e, soprattutto, i cementi possono viceversa rilasciare o formare notevoli quantitativi di sali alcalini idrosolubili (sodio e po-

Una delle due bocche di caricamento e la parte sommitale della fornace da calce di Civate Camuno.

tassio), che determinano l'insorgere di difetti estetici e, tramite l'espansione dovuta alla cristallizzazione di tali sali, la disgregazione della malta e conseguenti danni alle strutture.

- Igienicità, dovuta alla forte basicità (pH 12÷12.8) che gli conferisce proprietà disinfettanti notevoli e quindi, in riferimento alla salubrità degli ambienti, un'importante attività antibatterica e antimuffa, specialmente se sostenuta su tutto il pacchetto di finitura da arricci, tonachini e tinteggiature sempre a base di grassello e quindi completamente minerali e non "commestibili" per qualsivoglia forma di batterio (muffe o alghe che dir si voglia).

- Grandi plasticità e lavorabilità in fase di stesura, che generano ottimi risultati dal punto di vista sia tecnico che estetico, consentendo l'applicazione senza aumentare il rapporto acqua/legante (aggiunta d'acqua) che accrescerebbe eccessivamente la porosità col rischio di segregazione e ritiro eccessivi. Un vecchio detto sull'impasto della malta di grassello afferma che «a fare una buona malta basta il sudore dell'uomo che la impasta, a patto che lo faccia bene e a lungo» (oggi all'impasto si procede con impastatrice meccanica).

- Un'elevata porosità e traspirabilità, cioè la capacità di favorire il passaggio dell'umidità sotto forma di vapore acqueo dall'ambiente abitato alle murature e da queste all'ambiente e-

FOTO GIUSEPPE MORI



FOTO GIUSEPPE MORI



sterno, preservandole dai fenomeni degenerativi dovuti alla formazione di condensa. Queste caratteristiche dipendono soprattutto dalla frazione di pori larghi (diametro compreso tra 0,1 e 100 µm). La resistenza alla diffusione del vapore acqueo in una malta di grassello è da 3 a 5 volte minore di quella di una malta di calce idraulica e fino a 100 volte inferiore di quella di

una malta cementizia (dati ottenuti su malte confezionate con rapporto legante/aggiunto di 1: 3).

- Un comportamento di regolazione igrometrica eccellente, generante il cosiddetto polmone idrometrico e conseguente "effetto spugna" con assorbimento dell'eccesso di vapore acqueo dall'aria in ambiente troppo umido e la restituzione dello stesso in caso di

secchezza eccessiva.

- Un effetto "purificante" dell'ambiente, prolungato per tutto il periodo dell'indurimento, con un lento e continuo assorbimento di anidride carbonica dall'aria dell'ambiente stesso.

- Un impareggiabile aspetto superficiale di finiture e tinteggi dovute alla plasticità e morbidezza delle superfici lavorate e soprattutto all'effetto ottico generato dai milioni di microcristalli di calcite formanti il film carbonatato del latte di calce. Ciò è dovuto ad una delle più importanti caratteristiche fisiche del cristallo di calcite, la bi-rifrangenza, ossia lo sdoppiamento dei raggi di luce che lo attraversano, dando origine agli apprezzati effetti di continuo "movimento cromatico" della superficie a seconda del punto di osservazione (effetto non ottenibile con prodotti sintetici).

Gli intonaci e le finiture a grassello di calce presentano tuttavia alcuni limiti, ampiamente compensati dalle già citate virtù, che non devono comunque essere sottovalutati nella progettazione ed esecuzione di un'opera. In particolare:

- Ridotta resistenza meccanica, che costituisce forse il principale limite di una malta ordinaria formulata con grassello di calce e sabbia; i valori caratteristici sono compresi tra 1 e 2 N/mmq. La resistenza meccanica può essere sensibilmente aumentata, fino a 4 –

Antiche fornaci per la fabbricazione della calce a Ponte Crotte di Brescia

8 N/mmq, con l'aggiunta di materiali pozzolanici oltre che ad un indispensabile controllo dell'ambiente di maturazione della malta (disponibilità di umidità e anidride carbonica).

- Velocità di presa e indurimento relativamente lunghi rispetto a quelli di malte formulate con altri leganti. Infatti se per la maggior parte degli altri leganti inorganici la presa si compie entro 2-8 ore e la quasi totalità della fase di indurimento entro 2-3 mesi, per le calce aeree invece la presa si protrae per qualche giorno e l'indurimento per più di un anno. Agli immediati svantaggi "di cantiere", la dilatazione dei tempi di indurimento si traduce in alcuni casi in un vantaggio, consentendo, come già detto, all'impasto di adattarsi ad eventuali variazioni strutturali senza fessurarsi.

- Possibile presenza di bottaccioni/calcinari che creano con la loro idratazione tardiva i già citati distacchi di porzioni di malta in fase di presa avanzata e quindi non più sufficientemente elastica per sostenerne l'espansione. Questo inconveniente può considerarsi definitivamente risolto con i moderni idratatori o, nell'idratazione tradizionale, con un opportuno invecchiamento (12/14 mesi).

- L'assorbimento d'acqua per capillarità, che può essere nell'ordine di $15 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$, rappresenta un ulteriore limite delle malte di grassello. Va tenuta in considerazione soprattutto nelle malte da muratura se a con-



tatto con terreni saturi d'acqua e negli intonaci e finiture superficiali se stesi su pareti direttamente esposte all'acqua piovana, mentre nei restanti tipi di impiego non deve destare alcuna preoccupazione. Soluzione del problema: aggiunte di pozzolane o cocchio pesto.

- Ambiente di utilizzo. Esistono alcune limitazioni in merito all'ambiente di utilizzo di una malta di calce aerea sia rispetto alla possibilità che si compia o meno il processo di indurimento, sia per quanto riguarda la sua velocità. Le condizioni ideali di "asciugamento" (presa) di una malta fresca di calce aerea sono favorite da condizioni di bassa umidità relativa ($30 \div 60\%$), elevata velocità dell'aria ($1 \div 5 \text{ m/s}$) e temperatura relativamente alta ($20 \div 40^\circ \text{C}$). Successivamente le condizioni ideali di carbonatazione (indurimento) sono favorite da un'umidità relativa del $40-90\%$, da una temperatura di

circa 20°C e velocità dell'aria praticamente ininfluente. Quindi nel caso di murature troppo umide e di ambienti particolarmente secchi, i processi di carbonatazione risultano rallentati.

Un ulteriore limite rispetto all'ambiente di utilizzo è dato dalla scarsa resistenza delle malte di calce aerea alle atmosfere acide ($\text{pH} < 4,5$): devono essere quindi protette dall'azione dell'acqua meteorica, specialmente in atmosfere inquinate come quelle cittadine (piogge acide). Anche questo limite si può superare con aggiunte alla malta di additivi pozzolanici.

- Una presunta scarsa durabilità delle malte di calce aerea rispetto a quelle realizzate con altri leganti è assolutamente errata (murature e intonaci romani o medioevali giunti fino a noi ne sono la più chiara dimostrazione) e legata alla convin-

zione che la durabilità dipenda dalla resistenza meccanica. Piuttosto va sottolineato per l'ennesima volta che tutte le caratteristiche finali delle malte di grassello dipendono molto dal rispetto delle regole di formulazione e applicazione dell'impasto. Così in particolare per garantire una buona durabilità la fase di presa dovrà essere il più possibile lenta (evitando la formazione di crepe da ritiro), mentre l'indurimento potrà essere migliorato sottoponendo (dove possibile) la malta indurita ad alcuni cicli di secco - bagnato.

- Formazione della manodopera. A conclusione del discorso sui limiti delle malte di grassello di calce si può affermare che i loro veri nemici sono «la decadenza dell'uso del grassello» e la mancanza di manodopera specializzata in grado di selezionare le materie più adeguate, di formulare e applicare i prodotti con cognizione di causa e competenza o, da un altro punto di vista, di adeguati percorsi formativi delle maestranze.

(S.D.)

Bibliografia di riferimento

- Andrea Rattazzi, *Conosci il grassello di calce?*, Edicom edizioni, 2007.
- Giberto Quarneti, *Sulle calce, gli intonaci e i tinteggi*, Edizioni Lafarge coating Italia, 1992.
- Attura-Micelli, *Schede materiali*, in "Guida alla casa ecologica", a cura di Paolo Bevitori, Maggioli Editore, 2003.