

Stefano Damiola

Le calci in bioedilizia

(parte seconda)

Abbiamo trattato nella prima parte il tema della calce aerea con particolare attenzione al processo produttivo evidenziando i vantaggi insieme ai limiti. Questo articolo si occuperà invece della calce "idrauliche", ovvero di quelle calce in grado di fare presa anche in acqua. Il collega Damiola tratterà questo tema partendo da alcuni cenni storici fino alle sue trasformazioni recenti dell'epoca industriale e la nascita dei cementi. (G.M.)

La calce idraulica

Il grande limite della calce aerea, come abbiamo visto, è quello di non far presa in ambiente anaerobico e particolarmente in acqua. Già i Romani però scoprirono che si potevano ottenere delle malte a comportamento idraulico aggiungendo alla calce della pozzolana e, più tardi, dei frammenti di laterizio macinato (coccio pesto). Ciò diede impulso alla realizzazione di grandi opere (acquedotti, teatri, anfiteatri come quello di Civitate Camuno.) basate su enormi masse di muratura "a sacco" (impasti di malta e pietrame gettati alla rinfusa entro murature perimetrali di contenimento), in quanto malta e calcestruzzo indurivano tanto in superficie quanto in profondità. Così, per secoli, le caratteristiche di idraulicità nelle malte si ottennero partendo da un legante aereo (la calce), aggregati inerti di vario tipo (sabbie e ghiaie) e additivi con caratteristiche idraulizzanti (pozzolane, coccio pesto).

Va detto che l'aggiunta di additivi naturali rimane ancora oggi il miglior tipo di intervento per rendere idraulica una malta di calce aerea. Infatti le aggiunte di leganti

idraulici di vario genere sono sconsigliabili in quanto portano la malta a reagire come se al suo interno i fenomeni di presa e indurimento procedessero in modo diverso per ognuna delle frazioni (idraulica e aerea) componenti la massa stessa della malta, nonostante l'intima miscelazione dei componenti.

In epoca rinascimentale furono scoperte invece le calce idrauliche naturali, che assunsero nomi come: mo-

retta, nigra, bigia, berettina o livida, ad indicare colorazioni diverse dal bianco candido della calce aerea. Queste infatti erano e sono tutt'oggi il prodotto della calcinazione di calcari "sporchi", argillosi o, più correttamente, calcari marnosi, cioè pietre calcaree contenenti in natura una quantità di argilla variabile dal 5 al 20 per cento.

Fanno eccezione le calce idrauliche naturali bianche, che traggono origine da calcari silicei, ricchi cioè di silice, ma privi di allumina e soprattutto di ferro che è l'elemento maggiormente responsabile delle varie colorazioni assunte dal prodotto finale (la "sbiancatura", come per i cementi bianchi,

si potrebbe ottenere anche aggiungendo elementi che intervengono sulla cristallizzazione del ferro come il boro, il titanio e il vanadio, innescando però un procedimento costoso). Queste calce sono oggi molto ricercate nei lavori di restauro.

In pratica nelle calce idrauliche naturali la silice, l'allumina e il ferro, elementi acidi formati dalla cottura della frazione argillosa di questi calcari marnosi, danno luogo ad una reazione non aerobica (quindi anche sott'acqua) con gli idrossidi di calcio (basici) per formare composti stabili quali silicati (alluminosi, ferrosi o puri) di calcio (silicato bicalcico).

Le calce idrauliche naturali possono essere classificate, a seconda del loro grado di idraulicità, debolmente i-



drauliche, mediamente idrauliche, propriamente idrauliche ed eminentemente idrauliche. Questa classificazione è riferita a un indice di idraulicità che rappresenta il rapporto tra gli elementi idraulici (silice + allumina) e l'ossido di calcio.

Dal secondo dopoguerra in Italia, con la decisa affermazione del cemento, la calce idraulica naturale, non più tutelata per legge, è stata sostituita nell'uso comune dalla calce idraulica artificiale, molto più economica, prodotta dalle loppe (scorie) di scarto del cemento a cui vengono aggiunti gesso e cemento per conferirle un minimo di potere legante.

La cottura delle calci idrauliche naturali avviene normalmente in forni verticali a ciclo continuo. Nella parte alta del forno vengono introdotti, per strati successivi, la pietra e il combustibile (carbone). Questa miscela scende molto lentamente, per caduta, nel forno, avvicinandosi progressivamente alla parte più calda. Possiamo individuare le seguenti tre fasi di cottura:

– A circa 200° C: nella parte più alta del forno abbiamo una sorta di zona di preriscaldamento, che provoca l'evaporazione dell'acqua libera e la disidratazione del calcare.

– A circa 900° C: scendendo nella parte mediana del forno, la pietra, disidratata, attraversa la cosiddetta zona di calcinazione, dove

Per saperne di più

Le differenze tra calce idraulica e cemento

Può essere interessante paragonare i processi di formazione di calci idrauliche naturali e cementi:

CALCE IDRAULICA NATURALE

Componente base: calcare + 5÷20% circa di argilla o silice calcare marnoso naturale)
Temperatura di cottura: massimo 1000° C

CEMENTO PORTLAND

Componente base: calcare + 21÷27% circa di argilla o silice (miscela artificiale)
Temperatura di cottura: oltre 1300° C e fino ai 1450 - 1500° C

Risulta evidente la similitudine tra i componenti base che sono praticamente gli stessi; per le calci

idrauliche naturali si trovano già miscelati e composti in natura, mentre per il cemento vengono miscelati artificialmente secondo percentuali prestabilite. Per quanto riguarda la temperatura di cottura si deve invece rilevare un divario di 300 - 500° C.

Se ora consideriamo che i produttori delle più comuni calci idrauliche naturali dichiarano temperature di cottura "inferiori ai 1250° C" (magari per velocizzare i processi di cottura o per migliorare le caratteristiche meccaniche qualche grado di temperatura in più ci scappa...e a 1300° ecco il famigerato silicato tricalcico), viene spontaneo assimilarle più al cemento (fatta eccezione per i componenti naturali e puri) che non a delle calci aeree idraulicizzate con pozzolane.

Anche le caratteristiche meccaniche, con resistenze a compressione a 28 giorni che vanno dai 2 ÷ 7 Mpa delle NHL 2 ai 5 ÷ 15 Mpa delle NHL 5, le allontanano concettualmente dalle calci aeree con i loro 1 ÷ 2 Mpa aumentabili a 4 ÷ 8 Mpa se idraulicizzate con pozzolana o cocchio pesto, e di nuovo le avvicinano al cemento.

avviene la decarbonazione (~ 875° C).

– A circa 1000° C: scendendo nella parte bassa del forno, la pietra si trova nella zona di cottura vera e propria: è qui che si formano i silicati e gli alluminati di calcio. A questa temperatura si formano unicamente composti bi-calci, caratterizzati dall'aver ancora un legame libero.

L'idraulicità della calce dipende proprio dalla temperatura di cottura oltre che dalla composizione della pietra calcarea-marnosa di partenza.

Se il procedimento di cottura venisse spinto oltre queste temperature, attorno ai 1300° C si formerebbe il silicato tri-calcico (3CaSiO₂) composto caratterizzante il

cemento Portland e responsabile delle elevate resistenze meccaniche a breve tempo che quest'ultimo è in grado di sviluppare.

In sostanza le calci idrauliche naturali e il cemento Portland sono parenti più o meno stretti a seconda dell'idraulicità, ma a differenza del cemento la calce idraulica presenta comunque una notevole porosità che le conferisce una certa traspirabilità e capacità di regolazione igrometrica.

Inoltre la calce idraulica naturale a differenza del cemento è dotata di una buona plasticità che le viene conferita dal contenuto di calce al suo interno (derivata dallo spegnimento dell'ossido di calcio). Naturalmente questa è calce idrata in polvere e pertanto

le sue caratteristiche risulteranno ben inferiori a quelle del grassello di calce.

Non raggiungendo poi gli elevati valori di modulo elastico caratteristici dei cementi, mantiene una certa flessibilità che le permette di sposarsi alle murature senza creare le tensioni proprie del cemento a causa delle sue elevate resistenze meccaniche. Per questi motivi le calci idrauliche naturali trovano un loro ideale impiego nel recupero del patrimonio architettonico-edilizio.

Per quanto riguarda invece il loro impiego nel restauro di murature e soprattutto di intonaci antichi, finiture e affreschi (dove il grassello sta-

gionato può sicuramente essere impiegato), questo deve essere necessariamente preceduto da un'approfondita indagine di com-

patibilità per evitarne l'impiego su supporti che non reggerebbero le sollecitazioni imposte dalla "forza" della calce stessa.

studi di I.C. Johnson e di Le Chatelier.

La prima versione del cemento risultava ancora essere "naturale", in quanto al granulato (clinker) che si otteneva dalla cottura di calcare ed argilla, o di calcare

marnoso, si aggiungeva una piccola quantità di gesso (fino al 4%) come regolatore della velocità di presa, e, macinato il tutto in polvere finissima, si produceva il Cemento Portland.

Oggi, tutto il cemento pro-

Gli intonaci cementizi

Il cemento è l'ultimo nato nella categoria dei leganti per malte. Le sue origini si possono far risalire al 1756, quando l'inglese J. Smeaton scoprì che le mescolanze tra calcari puri e argilla, calcinati assieme, davano un legante dalle notevoli virtù idrauliche e che le malte con esso confezionate potevano essere utilizzate per le costruzioni "acquatiche". Successive esperienze e ricerche in tal senso vennero svolte fin verso la fine del 1700 da vari ricercatori come Higgins, Bergmann e Parker, e portarono alla produzione di apprezzabili cementi idraulici (Joseph Parker nel 1759 denominò il suo "cemento romano", perché per il colore brunastro ricordava le malte di calce e pozzolana).

Proprio il Parker affermò per primo che l'idraulicità del cemento dipende principalmente dalla quantità di silice contenuta o aggiunta al calcare prima della cottura. Nel 1800 le ricerche sui leganti idraulici continuano proficuamente e parallelamente in tutta Europa. Così nel 1818 Vicat sperimentava l'aumentare dell'idraulicità del cemento col crescere della temperatura di cottura e della quantità di silice e argilla nelle aggiunte al calcare di base, mentre a J. F. John veniva conferito nel 1819 di un premio dalla Società Olandese delle Scienze per la scoperta dell'idraulicità ottenuta per aggiunta di silice e argilla alle calcine prodotte per cottura di conchiglie di ostriche e paguri. James Frost sin dal 1811 invece propone un cemento par-

tendo da due parti di gesso e una di argilla e nel 1822 scopre che in natura esistono calcari che contengono irrisorie quantità di alumina e ossido di ferro, ma da nove a quaranta parti di finissima silice e che questi, cotti a bassa temperatura, danno origine a una calce bianca e idraulica, "dalle incredibili virtù" (calce idraulica naturale bianca).

Il 18 dicembre 1824 Joseph Aspdin, 68 anni dopo le sperimentazioni e affermazioni dello Smeaton, brevetta a Leeds, col n. 5022, il cosiddetto Cemento Portland, ottenuto dalla cottura di calcari e opportune quantità di argilla in forni continui a temperature prossime ai 1500°C. In verità la sistematizzazione delle procedure di produzione, che definirono in modo meno empirico la composizione chimica e il dosaggio delle materie prime, arrivò solo una ventina di anni dopo, grazie agli

Chi è Stefano Damiola

Stefano Damiola, l'autore dello studio presentato in queste pagine è nato nel 1957. Geometra e imprenditore edile (di quelli operativi che non temono di sporcarsi le mani) è un collega che lavora a Cividate Camuno e dintorni con l'impresa di cui è titolare che, pur nella sua modesta dimensione, si occupa di costruzioni stradali, edilizie e industriali con un'attenzione particolare agli interventi di recupero e ristrutturazione di qualità.

Cresciuto alla scuola del padre e del nonno, che hanno gestito gli ultimi anni d'attività della cava e del forno da calce del suo paese, è rimasto "innamorato" della calce e dei suoi tradizionali sistemi di produzione. La passione per questo prodotto naturale tanto apprezzato in bioedilizia, lo ha spinto a frequentare corsi di approfondimento che gli hanno confermato i numerosi punti di contatto che la calce ha, sia con la più antica tradizione, sia con un'edilizia moderna ecocompatibile. Uno dei momenti più qualificanti in questo senso vissuti dal Damiola è stata la partecipazione alle prime opere di scavo e restauro dell'Anfiteatro Romano di Cividate, svolto in stretta collaborazione con i progettisti e i tecnici della Soprintendenza, che hanno avuto in lui un valido, preparato e appassionato alleato. Stefano Damiola ha un grande sogno: riportare in vita, almeno a livello artigianale e in forma didattica, la produzione della calce, così come si faceva fino agli anni Sessanta dello scorso secolo, immaginando anche di trasformare l'antica cava in parco didattico, così da arricchire l'offerta turistica del suo paese basata oggi principalmente sulla presenza dello straordinario anfiteatro romano.

(Giuseppe Mori)



dotto è di origine artificiale. Infatti sui 150 tipi e sottotipi di cemento previsti dalla vigente normativa europea UNI EN 197/1, non ne esiste uno solo che per normativa debba essere prodotto partendo da materie prime naturali. Anche il cemento di tipo I, contenente dal 95 al 100% di clinker (quasi introvabile sul mercato), non garantisce naturalità, in quanto la normativa prevede che il clinker stesso possa prodursi partendo non solo da calcari marnosi o calcari e argille, ma bensì da sottoprodotti industriali quali le ceneri di pirite e similari. Gli altri ingredienti che entrano a formare i restanti quattro tipi di cemento sono: la pozzolana naturale o (più facilmente) artificiale, scoria vetrosa delle lavorazioni di leghe metalliche non ferrose; la cenere volante, residuo della combustione nelle centrali termiche a carbone; il fumo di silice, sottoprodotto del processo produttivo del silicio metallico o delle leghe metalliche ferrosilicio; lo scisto calcinato, residuo della torrefazione di scisti argillosi impregnati di bitume ed il calcare unico ingrediente naturale e privo di attività pozzolanica.

Il cemento bianco è sempre stato ritenuto un cemento "pulito", perché in origine si otteneva dalla cottura di marne scelte, prive di ossidi di ferro o manganese, oppure da caolini e calcari puri. Oggi però la tendenza è quella di produrlo aggiungendo ele-

menti che intervengono sulla cristallizzazione del ferro, come il boro, il titanio o il vanadio, oppure dall'iniezione, durante la cottura, di soluzioni ricche di cloruro di calcio.

Le proprietà del cemento, di

calore di reazione, mentre al secondo si deve la resistenza nel tempo, con minore sviluppo di temperatura. Si deve ricordare che l'eccessiva emissione di calore durante la fase di ritiro-asciugatura, è la maggiore

l'acqua (più del carbonato di calcio delle malte di calce aerea e più del silicato bicalcico delle malte di calce idraulica naturale), possiedono tuttavia il peggior comportamento in termini di reattività salina e male reagi-



qualsiasi tipo esso sia, dipendono ancora principalmente da due composti: il silicato tricalcico ($3CaSiO_2$), che si forma sopra i $1300^\circ C$, e il silicato bicalcico ($2CaSiO_2$), che si forma intorno ai $1000^\circ C$, presenti per i 4/5 sul totale nel cemento "Portland". Al primo si deve la resistenza meccanica elevata che il materiale sviluppa rapidamente, accompagnata da un notevole

responsabile di fessurazioni che rappresentano la via privilegiata di penetrazione di agenti esterni e quindi dei successivi fenomeni corrosivi e degenerativi della malta stessa.

Inoltre il suddetto silicato tricalcico, assieme all'alluminato tricalcico (anch'esso presente nel cemento), se da una parte sono tra i sali presenti nei vari tipi di malta quelli più resistenti al-

scono all'attacco dei solfati presenti nel gesso, nella pirite dei mattoni, nel terreno, nell'aria inquinata, ecc., formando facilmente sali fortemente espansivi come ettringite e thaumasite, distruttivi della malta stessa.

Per quanto sopra esposto possiamo quindi dire che il cemento reperibile oggi sul mercato, oltre che solo apparentemente dotato di grande resistenza, è in aperto con-



trasto con le regole dell'edilizia bio-eco compatibile, anche se qualcuno insiste nel sottolineare la funzione "ecologica" del reimpiego che in esso viene fatto di certi scarti di lavorazione industriale che diversamente non si saprebbe come smaltire. Ma se per smaltire queste sostanze dobbiamo mettercele in casa sotto forma di legante negli intonaci e respirarne le

emissioni vita naturale durante, cerchiamo almeno di limitarne l'uso a quelle opere strutturali per le quali purtroppo, sotto forma di calcestruzzo armato, non possiamo evitarlo, ma per quanto riguarda opere di finitura abitativa interna come gli intonaci, evitiamolo accuratamente.

«... il principale mezzo per ornare i muri e coperture è il rivestimento. Esso può essere di vari tipi: a intonaco semplice, a intonaco con stucchi, a pitture, a tarsie, a mosaico o misto dei precedenti».

Per i romani l'intonaco (almeno nelle grandi opere architettoniche) era composto da ben sette strati: un rinzaffo grossolano a base di grassello di calce, sabbia ed eventualmente cocciopesto, che serviva da mano di aggrappo con uno spessore di 1.5-2 cm; tre strati di arriccio a grassello e sabbia; quindi due strati di rasatura di spessore 0.5-0.8 cm., costituiti da grassello di calce, polvere di marmo e sabbia fine ed infine uno strato di velatura da 0.2-0.3 mm di grassello e polvere impalpabile di marmo.

simila presa sulla superficie del muro e di sostenere i rimanenti strati ad esso applicati; funzione dell'ultimo è di dispiegare le attrattive delle decorazioni, dei colori e delle linee; gli strati intermedi hanno l'incombenza di impedire e di porre riparo ai difetti dell'uno e dell'altro». Dalla seconda metà del Settecento si assiste a un nuovo declino degli intonaci, che perdono progressivamente il valore estetico che avevano assunto nel periodo precedente, sia per la difficoltà di reperimento delle materie prime, sia per la scarsa propensione delle maestranze a seguire le raccomandazioni espresse dalla manualistica.

A questo declino in epoca moderna contribuisce non poco l'avvento dei nuovi leganti cementizi, che soppiantano quasi completamente la calce aerea. In generale il decadimento non riguarda solo la scelta delle materie prime, ma anche le modalità applicative. Infatti il cemento con la sua velocità di presa e la sua immediata resistenza consente di eseguire intonaci in una sola mano, con bassi spessori e formulati con sabbie anche di granulometria inadatta e scarsa qualità (sporche). Si perde l'uso della battitura e della lisciatura dell'intonaco per provocare l'affioramento degli eccessi d'acqua e la necessità della stratificazione per garantire l'aggrappo al supporto.

Il boom economico del dopoguerra impone la costruzione di abitazioni a basso

Le moderne modalità di posa degli intonaci e la compatibilità con la bioedilizia

Con il termine intonaco si intende il rivestimento delle strutture edilizie, di spessore variabile, ottenuto mediante applicazione di uno o più strati di malta. L'intonaco, così concepito, assolve a una duplice funzione:

- realizza la finitura di un involucro edilizio, con una superficie regolare, complanare e di aspetto gradevole;
- protegge le strutture dell'edificio dall'azione degli agenti esterni, dalle condense interne ecc., e in generale da tutte le cause di degrado che potrebbero compromettere le caratteristiche di curabilità, salubrità e qualità estetica del manufatto.

Nel XV secolo Leon Battista Alberti scriveva nel suo *De re aedificatoria* a proposito del rivestimento delle murature:





costo accessibili a tutti (al di là di qualsiasi valutazione qualitativa); la parola d'ordine diventa "basso costo dei materiali e velocità di esecuzione". Aspetto estetico, curabilità e salubrità del costruito perdono completamente di importanza. Si arriva così alla standardizzazione specializzata e gli intonaci diventano appannaggio di squadre di "cotti-misti" che, rigorosamente armati di macchine intonacatrici, forniscono lavori di intonaco ben fatto (almeno dal punto di vista della planarità) a prezzi decisamente più bassi di quelli correnti per l'impresa che volasse cimentarsi nella loro realizzazione con manodopera classica, cioè con muratori capaci di realizzare ogni tipo di lavorazione edile, ma naturalmente con diversa tempistica. Negli anni '70 e '80 le macchine intonacatrici a vite continua o con pompa peristaltica velocizzano in modo determinante la spruzzatura della malta sulle murature, ma ancora richiedono l'impasto della stessa con betoniera o impastatrice e il successivo travaso nella tramoggia di carico della pompa. I problemi di questo tipo di lavorazione stanno nello scorrimento della malta nelle tubazioni in gomma per arrivare all'ugello dove poi l'arrivo di aria compressa da un altro tubo, proietta l'impasto sul muro. A ciò si ovvia con l'aggiunta di grassello di calce nella malta, ottenendo così un doppio risultato: primo la maggior ritenzione d'acqua

e la conseguente "untuosità" e scorrevolezza dell'impasto nei tubi, secondo un aumento dei tempi di presa che evita il "boccaggio" della malta nelle tubazioni ad ogni interruzione anche breve dell'attività di spruzzatura. A questo punto si può affermare che è cambiata la modalità di stesura, ma la materia prima dell'intonaco, la malta, deve essere ancora confezionata in cantiere in modo più o meno tradizionale e quindi ancora si può decidere con quale legante cimentarsi.

Tutto cambia con l'avvento tra la metà degli anni '80 e i primi anni '90 con l'avvento dell'intonaco premiscelato a secco. Questa tecnica di intonacatura si basa su macchine generalmente "a vite verticale", che partendo da un prodotto premiscelato secco, lo bagnano in un "polmone" formato da un corpo in materiale plastico all'interno del quale il movimento di una vite senza fine in acciaio spinge l'intonaco nel tubo trasportatore che finisce in un ugello nel quale la congiunzione con la condotta dell'aria compressa spruzza la malta sul muro. Risulta evidente il risparmio di manodopera per il confezionamento della malta. L'intonaco secco viene immesso nella tramoggia della macchina direttamente dal sacco di carta in cui è confezionato. I primi intonaci premiscelati sono stati i cosiddetti "pronti" a base di gesso, che in unica soluzione mono-

strato consentivano la realizzazione della classica finitura liscia: naturalmente per la natura propria del legante base non si possono usare in esterno. Successivamente sono nati i premiscelati a base cementizia e per ultimi anche quelli "bioedili" a base NHL. Per diversi anni il problema di questi intonaci di calce idraulica naturale è stata la granulometria in quanto le intonacatrici usavano ugelli molto piccoli che obbligavano all'uso di inerti con Ø massimo di 1-1.5 mm. Va ricordato che il diametro degli inerti è funzione dello spessore dello strato da applicare; di norma gli intonaci di fondo dovrebbero avere spessori di 1-1,5 cm e quelli di finitura non meno di 2-3 mm; in tal caso quindi siccome per buona norma lo spessore dello strato non deve superare 3-4 volte il Ø max dell'inerte, la sabbia ideale dovrebbe avere componenti con Ø 3-5 mm nel rustico e 0.5-1 mm nella finitura (ricordiamo sempre che gli inerti oltre a conferire porosità e contrastare il ritiro della malta, svolgono la funzione di corpo resistente nel tempo). Per assicurare l'adeguato spessore di 10-15 mm dell'intonaco di fondo senza ritiri eccessivi, venivano aggiunti, tra i vari additivi, specifici "aeranti" in grado di sviluppare bollicine d'aria in sostituzione degli inerti di dimensione maggiore; ciò finiva per produrre un intonaco molto leggero e poroso (aria fino al 35/40% del volume), alla cui fragilità si faceva fronte con adeguate ag-

giunte di legante idraulico (cemento). Successivamente con la tecnologia si è riusciti ad ovviare a questo inconveniente ed oggi i premiscelati a base di NHL per bioedilizia che si trovano sul mercato dichiarano Ø max dell'inerte fino a 3 mm. Rimane comunque il problema dello scorrimento della miscela nelle tubazioni, che richiede l'aggiunta ai componenti base di agenti "scivolanti" (non dichiarati sulla confezione), che se anche non sono di origine chimica (tensioattivi), ma naturale come la cellulosa di legno, includono materia organica nella massa minerale dell'intonaco.

Per inciso va ricordato che invece gli intonaci premiscelati a base cementizia ancora oggi hanno una granulometria ridotta, perché oltre che in sacco sono commercializzati direttamente in silo (con ulteriore risparmio di maestranze per il carico di materiale nell'intonacatrice), e questa modalità di conservazione prevede l'estrazione per vibrazione, che creerebbe la disgregazione degli inerti più grossi dalla parte fine della massa. Spesso si trovano in commercio degli intonaci premiscelati che sono definiti adatti per applicazione sia manuale che per proiezione meccanica: a tal proposito un parere andrebbe chiesto a quei muratori che hanno provato almeno una volta a stendere questi prodotti lanciando

dalla cazzuola quell'impasto sicuramente più simile ad una colla per piastrelle che ad una malta da rinzafo.

Le malte di grassello di calce, per loro natura allo stato umido, non possono chiaramente essere impiegate sotto forma di premi-

scelato classico, mentre si potrebbero pompare con intonacatici di "prima generazione" (a coclea, peristaltiche, a ingranaggi, ecc.), che sono però sconsigliate per le aggiunte di acqua che richiederebbero.

drauliche di calce aerea e pozzolana, i processi di indurimento sono determinati oltre che dalla carbonatazione dell'idrossido di calcio, dalla reazione chimica dell'idrossido di calcio della calce aerea con la silice e l'allumina della pozzolana e l'acqua, a formare silicati e alluminati bicalcici, analoghi a quelli presenti nelle calce idrauliche naturali e nei cementi, dove i silicati e gli alluminati reattivi si formano durante la cottura per reazione chimica tra i minerali argillosi e gli ossidi di calcio.

L'aggiunta di materiali pozzolanici modifica dunque il carattere delle malte di grassello, inducendovi processi e reazioni di tipo idraulico, con formazione di silicati e alluminati idrati di calcio di natura idraulica e, quindi, stabili all'acqua. È importante notare che in virtù di ciò nelle malte di calce aerea - pozzolana i processi di presa e indurimento della frazione idraulica e di quella aerea non avvengono in modo autonomo (ossia in tempi separati) come accade quando alla calce aerea si aggiunge il cemento, ma si compenetrano tra loro. Infatti i composti idraulici non sono già presenti nell'impasto fresco, ma devono formarsi successivamente per reazione tra l'idrossido di calcio e i componenti reattivi della pozzolana

Il ruolo del cocchiopesto negli intonaci di calce

Il maggior limite riconosciuto alle malte di grassello di calce (calce aerea in genere) è la mancanza assoluta di idraulicità. A questa carenza come già si è detto, si può ovviare con aggiunte di materiali idraulizzanti naturali come le pozzolane o artificiali come il cocchiopesto. Infatti nelle malte i-

Lo spegnimento della calce

In linea con la sua sensibilità Stefano Damiola, diventato parte attiva del Forum Italiano Calce insieme con il prof. Andrea Rattazzi, docente dell'Università di Bologna-Ravenna, che ne è il coordinatore, ha organizzato lo scorso 5 luglio, presso la fornace di Civate Camuno, una giornata dedicata alla dimostrazione pratica dei sistemi di spegnimento tradizionale della calce, a cui sono stati invitati tecnici e imprese locali, molti dei quali, presumibilmente, hanno ormai perso la memoria di queste tecniche ancora pienamente in uso fino agli anni Sessanta.

Nel corso della mattinata si è svolta una conversazione tenuta dallo stesso Damiola, con la supervisione scientifica del prof. Rattazzi, durante la quale gli invitati hanno posto interrogativi sul tema.

Dopo le parole subito i fatti e, indossate tute e occhiali di protezione, sono stati avviati i cicli di carico, bagnatura e spegnimento e scarico con vistosi sbuffi di fumo liberato dal processo di idratazione delle zolle di calce. L'operazione è proseguita per tutta la giornata con l'aiuto di gruppi di volontari locali che hanno coadiuvato il Damiola, e lo stesso "profesur" (con camicia verde nelle foto), che non ha disdegnato imbracciare personalmente la pala.

Va detto che i presenti hanno trovato ampia ricompensa al loro lavoro nello spiedo e nel buon vino offerti nell'area del cantiere dal Damiola e dalla sua famiglia.

(Giuseppe Mori)



Ne risulta che i due processi, quello idraulico e quello di carbonatazione, si sovrappongono "armonicamente" per buona parte dell'iter di maturazione dell'impasto. La microstruttura di silicati e alluminati di calcio risulta più compatta e resistente di quella del carbonato di calcio e pertanto danno luogo a malte caratterizzate da minor permeabilità, maggiore resistenza meccanica (4-8 N/mm²) e durabilità potenziata.

In generale fra i materiali pozzolanici quelli più teneri come il cocchiopesto, producono malte più flessibili (maggiore resistenza alla

L'anfiteatro romano di Cividate Camuno. Gli antichi costruttori vi fecero largo uso di calce come legante delle murature e come intonaco di rivestimento



flessione), mentre quelli a idraulicità latente, più duri, ottenuti ad alte temperature (ad esempio le scorie vetrose di altoforno) danno agli impasti maggiore rigidità e durezza, con caratteristiche più vicine a quelle degli impasti cementizi. Per questi motivi e ancor più forse per valutazioni di carattere estetico, le malte di grassello di calce idraulizzate con cocchio pesto (oppure pozzolana naturale) sono da preferire a quelle additivate con pozzolane artificiali di altro genere e sempre alle miscele ottenute con leganti idraulici (cementi o NHL).

Nell'impiego del cocchiopesto occorre tuttavia tenere rigorosamente presente che notevole importanza riveste la composizione e la temperatura di cottura dei materiali argillosi utilizzati per la sua fabbricazione, nonché la granulometria raggiunta con la macinazione. I migliori risultati si ottengono infatti con i frammenti di stoviglie e tegole (vecchie), che in virtù di minori temperature di cottura, sono maggiormente reattivi nei processi di combinazione con l'idrossido di calcio. A causa delle alte temperature di cottura, è invece sconsigliabile l'uso di laterizi moderni, la cui azione pozzolanica risulta deludente (dubbia anche la purezza dell'argilla impiegata). Il cocchiopesto per reagire con la calce deve essere ridotto in polvere fine, poiché è dimostrato che aumentando la finezza cresce la sua capacità di conferire idraulicità alle

malte e di conseguenza aumentarne la resistenza.

La scelta di aggiungere cocchiopesto nella formulazione di malte a base di calce aerea, è pertanto ancor oggi raccomandabile ogni qualvolta l'ambiente d'impiego (umido, inquinato, ecc.) richieda una presa più rapida, resistenza idraulica e alla compressione, o maggior durabilità di quelle garantite dal solo grassello, senza rinunciare alle doti di traspirabilità, plasticità e flessibilità proprie di quest'ultimo, che si perderebbero con l'impiego di leganti idraulici o cementi.

Vitruvio raccomandava l'uso delle malte di cocchiopesto per la sgrossatura di tutti i muri a pianterreno o comunque a diretto contatto con l'umidità del suolo per evitare il contatto dell'umidità che sale dalla terra con l'arricciato e il pulimento. E specifica inoltre la ricetta dicendo (nella traduzione dell'Amati, 1829) che «...se nell'arena, di fiume o di mare, vi si aggiungerà una terza parte di matton pesto, e passato pel vaglio, diverrà la calce di miglior riuscita e forza». Dopo Vitruvio, tutti i maggiori architetti del passato, in particolare del Rinascimento, usarono la malta di cocchiopesto come supporto per l'arriccio in calce bianca fratonata e lisciata. Così pure alcuni capitolati del XIX secolo riportano la pre-

scrizione di intonacare tutte le muraglie e i soffitti con due strati a calcestruzzo (con calce di ciotolo frammista a matton polverizzato) e due di malta dolce fratonata.

Fanno eccezione gli intonaci esposti alle atmosfere salmastre delle città di mare come Venezia, dove gli intonaci erano composti di grassello e cocchiopesto anche nelle finiture superficiali, a vista, per meglio resistere alla salsedine: generando il caratteristico colore rosso veneziano che in epoca moderna si cerca di imitare con impasti cementizi colorati con ossidi di ferro. A tal proposito scrive Gilberto Quarneri riprendendo l'architetto Giacomo Boni nel suo trattato *Venezia imbellettata* nel 1885, che già presagiva gli infausti effetti che la bigia innovazione avrebbe portato nella sua bella città: «Quel marciume steso a cazzuola, di color fragola guasta o papavero sbiadito, non avrebbe mai potuto competere in bellezza e solidità con l'intonaco di calce e tegole peste, dal bel colore rosso gotico veneziano: liscio ma non lucido, che acquista col tempo sfumature brune bellissime. Eppoi a coloro che antepongono i nuovi cementi per la loro forza, v'è anche da dire che quest'intonaci antichi sono così tenaci, che a scrostarli occorre più tempo di quanto non ne impieghino quelli moderni a cader da soli».

Proprio così. Gli intonaci di

calce e quelli di cocchiopesto in particolare possiedono caratteristiche ineguagliabili con i moderni premiscelati, ma richiedono impegno da parte delle maestranze addette ai loro confezionamento e applicazione. Impegno nel confezionamento per dosare gli ingredienti e curare la miscelazione quasi senza aggiunta d'acqua; nella preparazione del supporto murario con pulizia e bagnatura a rifiuto; nella fase di stesura con l'applicazione a mano, in consistenza plastica (non semiliquida come sarebbe più facile e meno faticoso) e successivamente la battitura col frattone per provocare l'affioramento dell'acqua in eccesso da eliminare con la lisciatura a dorso di cazzuola... fasi di intervento ormai dimenticate nella logica del lavoro facile, veloce e a basso costo, che però genera risultati altrettanto veloci nel fessurarsi e deteriorarsi.

Curiosità: sul mercato esistono molteplici tipi di "cocchiopesto" preconfezionato in sacchi, formulato sulla base di calci idrauliche naturali NHL 3.5 o 5 con aggiunta di polvere o granulato laterizi. Ma se le basi sono calci già idrauliche, a cosa serve l'aggiunta di cocchiopesto? Forse per dare colore. In pratica idraulicizzando il già idraulico si continua ad aggiungere silicato e alluminato bicalcici a scapito della percentuale di carbonato di calcio residua. □