

Roman cement: alla ricerca del cemento perduto*

Andrea RATTAZZI

Il termine 'cemento' durante tutta la storia dell'architettura, a partire dall'accezione dei latini, ha assunto il significato di 'legante', cioè di materiale in grado di legare, appunto, altri materiali (sabbia, pietrisco ecc.) altrimenti sciolti.

'Cemento' deriva da *caementum* vocabolo con il quale i Romani indicavano quegli elementi, tipo frammenti di pietre e di laterizi (*cae-do* = 'taglio in pezzi') e che impiegavano nella confezione dei calcestruzzi (*calcis-structio* = 'struttura a base di calce'). Già dalla fine del III secolo a.C., l'*opus caementitium* era impiegato nella costruzione di acquedotti e mura romane dove costituiva il nucleo portante delle strutture, rivestite di mattoni o di blocchi di pietra (figg. 1 e 2).

Pronunciare la parola 'cemento', di per sé, non dovrebbe mettere a disagio coloro che si occupano a vario titolo di conservazio-

ne e restauro, poiché è solo nel Novecento che il termine è legato indissolubilmente all'uso del moderno cemento Portland, bandito come sappiamo da ogni cantiere di restauro, per via dell'incompatibilità chimico-fisica con i materiali da costruzione storici.

Chi scrive, ad esempio, ha in passato definito 'diavolo' il cemento in contrapposizione al grassello di calce, da considerarsi a suo giudizio come l'"acqua santa" per le opere di restauro; e lo farebbe ancora pensando ai danni che i manufatti storici hanno subito, e subiscono ancora quotidianamente, per via dell'uso scellerato delle attuali malte cementizie.¹ Tuttavia, essendo passati alcuni anni da quell'affermazione, oggi mi spiegherei meglio e, senza timore di fraintendimenti, direi che la parola 'cemento' merita rispetto! Lo stesso rispetto che riserviamo alla parola 'calce', a condizione, di specificare bene nell'uno e nell'altro caso, a cosa ci riferiamo.

Parlare del Roman Cement offre quest'opportunità.

Le origini del Roman Cement

Per comprendere il Roman Cement bisogna tornare ai



Fig. 1 - Malta a base di calce e pozzolana (di epoca romana)

Romani, non solo per riaffermare che il loro *opus caementitium* altro non era che un nobile impasto a base di grassello di calce, pozzolana e/o cocciopesto, sabbia e ghiaia, ma anche per ripensare alle loro opere di architettura e ingegneria che, proprio perché costruite anche con malte di questo tipo, avevano vinto la 'prova del tempo' anche nelle regioni più lontane dell'Impero, climaticamente ben più avverse di quelle laziali e campane dove si estraeva la *pulvis puteulana*.

Arriviamo poi nell'Inghilterra di fine Settecento, in piena rivolu-

¹ Rattazzi A., 'Conosci il grassello di calce? Origine produzione e impiego del grassello di calce in architettura, nell'arte e nel restauro', Edicom, Monfalcone 2007.



Fig. 2 - Opus caementitium romano, utilizzato per la realizzazione di acquedotti a partire dal III secolo a.C.

* Ovvero, quando la parola cemento non crea disagio a Conservatori e Restauratori

² Parker J., 1796, 'A Certain Cement or Terras to be Used in Aquatic and Other Buildings, and Stucco Work', British Patent 2120, 27 July 1796 to James Parker of Northfleet.

³ Weber J., Mayr N., Adamski G., Bayer K., Bratasz L., Hughes D. C., Kozlowski R., Stillhammerova M., Ullrich D., And Vyskocilova R., 'Roman Cement Mortars in Europe's Architectural Heritage of the 19th Century'. J. Astm Int., 4, 2007.

zione industriale, in un periodo in cui la ricerca investiva ogni settore. In quel periodo era logico che chimici, ingegneri, artigiani e studiosi in genere, volgessero il loro interesse verso le malte romane, per scoprirne la ragione della durabilità e, soprattutto, delle straordinarie proprietà idrauliche.

Nel 1756, John Smeaton, progettista e costruttore del faro di Eddystone (Cornwall) per primo evidenziò la relazione tra idraulicità e contenuto di materiale silico-alluminoso nelle pietre da calce, aprendo la strada alle successive ricerche scientifiche che avrebbero portato alla messa a punto di leganti idraulici, modernamente intesi.

Ma fu Joseph Parker nel 1796 a produrre, per calcinazione di

Fig. 3 - Noduli di *Septaria* delle scogliere di Harwich (UK) impiegati da Parker per ottenere il Roman Cement



noduli di *septaria* (fig. 3) uno dei primi apprezzabili leganti idraulici di nuova generazione che chiamò appunto Roman Cement, in italiano 'Cemento Romano'. Parker era perfettamente consapevole che il suo legante non aveva nulla a che fare con gli antichi Romani, tuttavia, con intuito degno del miglior uomo di marketing, battezzò e brevettò la sua scoperta 'Roman Cement', poiché ricordava il colore degli antichi impasti romani a calce e pozzolana e contava, a ragione, che di quegli impasti avrebbe avuto la fortuna e il successo.²

Da lì a poco, il Roman Cement si sarebbe diffuso in tutta Europa (fig. 4), con variabili produttive dipendenti da paese a paese, caratterizzando l'architettura degli anni a venire di città come Londra, Parigi, Vienna, Praga, Cracovia, Bratislava ma anche Milano, Genova, Torino, fino ai primi del Novecento e all'avvento del Cemento Portland, così come oggi lo conosciamo³ (figg. 5-6-7-8-9).

Dunque, parlare di 'Cemento Romano' o più propriamente di 'Roman Cement' significa riferirsi a un legante idraulico naturale di fine settecento: un legante

storico a tutti gli effetti, utilizzato per oltre un secolo, in tutta Europa, Italia inclusa, per edificare migliaia di palazzi e monumenti (fig. 10). Gli stessi palazzi e monumenti sui quali i conservatori e i restauratori intervengono quotidianamente, ma che mai si sognerebbero di restaurare usando del 'cemento', o almeno dichiararlo apertamente. Negare l'impiego di cemento per un manufatto in cemento è come negare l'utilizzo del gras-

Fig. 5 - Dettagli del Court Theatre di Vienna



Fig. 4 - Magazzini del Court Theatre di Vienna, 1873. La magnifica facciata edificata in mattoni e elementi in Roman Cement





Fig. 6 - Crakovia, teatro municipale, 1893

7 - Crakovia, teatro municipale, 1893 particolare ornato



sello di calce per un affresco:
una grave contraddizione legata
alla scarsa conoscenza dei

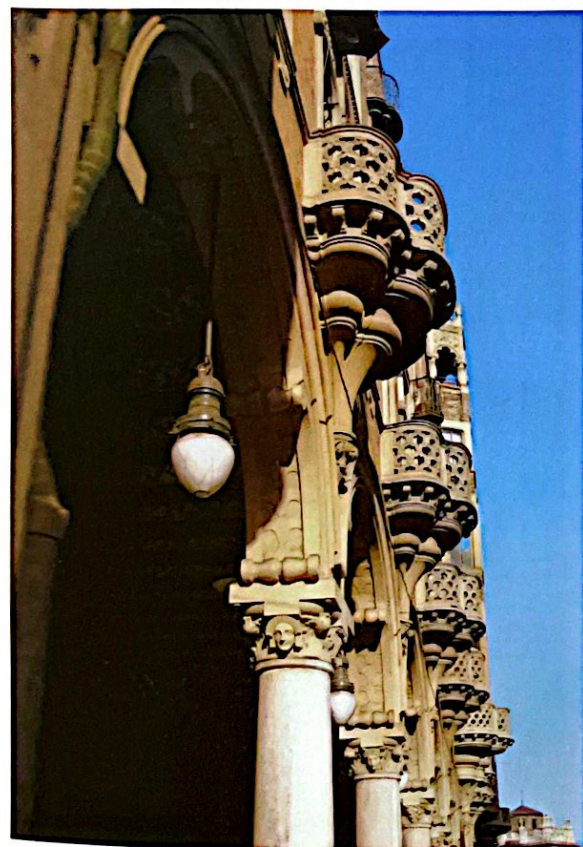


Fig. 8 - Facciata di Palazzo Bellia 1898, via Micca, Torino

leganti, offuscata dall'avversione incondizionata per cementi e dall'amore per le calce, senza specificare a quale cemento o a quale calce ci si riferisce.

Il cemento naturale, ovvero il Roman Cement, ottenuto per cottura a bassa temperatura di calcari impuri (in maniera del tutto analoga alle stimatissime calce idrauliche naturali), è un legante che ha segnato la storia dell'architettura: è giusto dunque considerare deprecabile il suo utilizzo in un'opera di restauro?

Chi risponde affermativamente a questa domanda dovrebbe spiegare perché, e come mai, nei nostri cantieri di restauro si usano, ad esempio, con grande disinvoltura e fiducia, le calce idrauliche marcate HL, che altro non sono che clinker di cemento Portland 'diluato' in abbondante filler calcareo!⁴

I progetti Rocem e Rocare

Con la consapevolezza che i leganti dell'architettura storica hanno nel corso del tempo subito un'evidente evoluzione e che tra questi è doveroso includere i cementi naturali, nel 2003 ha preso avvio il progetto di ricerca scientifica, denominato ROCEM



Fig. 9 - Mole Antonelliana (Torino). Arch Alessandro Antonelli (1867) tutti gli elementi decorativi sono in cemento naturale

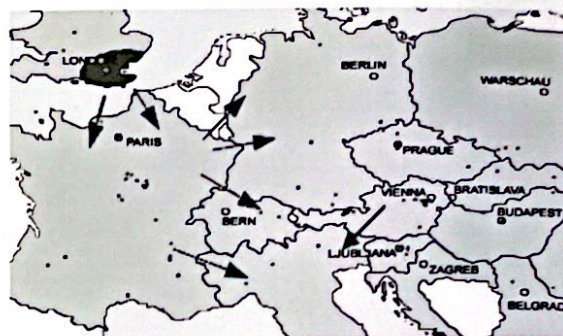
'Roman CEMENT to restore built heritage effectively' finanziato dalla Commissione Europea.⁵

Le facciate di gran parte degli edifici ottocenteschi delle capitali europee sono edificate e rivestite da elementi composti di un legante di natura idraulica, di colore rosso-bruno, il Roman Cement appunto. Chi non ne conosce l'aspetto materico e l'utilizzo, potrà farsene un'idea

⁴ Uni En 459-1:2002 'Calce da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità'. Uni, Milano, 2002.

⁵ Bayer K., Gurtner CH., Hughes D.C., Kozłowski R., Swann S., Schwarz W., Weber J. 'Eu-project ROCEM: Roman Cement to restore Built Heritage Effectively', Vol. 1-5, Berlin-Bradford-Cracow-Litomyšl-Vienna, 2006.

Fig. 10 - Diffusione del Roman Cement in Europa nel corso del XVIII secolo



ammirando i fregi, balaustre, cornici della Galleria Vittorio Emanuele di Milano (figg. 11-12-13) che il progettista Giuseppe Mengoni, nel 1865, volle realizzare utilizzando questo tipo di cemento, poiché anche nei materiali la galleria doveva simboleggiare le innovazioni tecnologiche del periodo.

Ebbene, volendo intervenire su manufatti come questi non si potrà far altro che incappare nell'errore di riparare, integrare, sostituire gli elementi degradati con materiali difforni, incompatibili, se vogliamo utilizzare questo termine, con gli originali. Perché? Semplicemente perché i cementi naturali, schiacciati industrialmente dai cementi artificiali e demonizzati per via del loro stesso nome, sono al momento introvabili!

Il progetto ROCEM, terminato nel 2007 ma rifinanziato fino al 2012 come ROCARE (Roman Cements for Architectural

Restoration to new high standards duration), ha dunque l'obiettivo di restituire ai cementi naturali, chiamati Roman Cement in Inghilterra e buona parte dell'Europa, dignità e valore che meritano. Ma non solo, fine ultimo del progetto è quello di favorire la riapertura di fornaci in grado di riprodurre questo tipo di leganti, accompagnando ciò con adeguate certificazioni di processo e di prodotto e offrire al mercato del restauro l'anello mancante tra calci idrauliche naturali e cementi artificiali di nuova concezione, questi ultimi assolutamente non idonei al restauro del patrimonio storico precedente ai primi del Novecento.

Un legante diverso dagli altri

Ma cos'è il Roman Cement? Come si ottiene? Cosa lo caratterizza? Perché, nonostante ampia diffusione, prestazioni e durabilità sorprendenti è stato abbandonato? E, ancora, come lo si riconosce e lo si distingue dagli altri leganti idraulici naturali, da una calce idraulica, per esempio? Alle stesse domande il gruppo di ricerca internazionale, afferente al progetto ROCEM/ROCARE ha dato risposta in questi anni.

Per capire a fondo, senza equivocare termini e definizioni, di cosa si parla quando ci riferiamo a Roman Cement, dobbiamo nuovamente fare un passo indietro. A cavallo tra il Settecento e l'Ottocento, periodo in cui in Inghilterra si investigavano e sperimentavano, con Smeaton, Parker e altri illustri

Fig. 11 - Galleria Vittorio Emanuele, Milano realizzata in uno stile eclettico con grottesche, cariatidi, lunette e lesene, tipico della seconda metà dell'Ottocento milanese



Fig. 12 - Galleria Vittorio Emanuele, Milano particolare

Fig. 13 - Galleria Vittorio Emanuele, Milano

	Indice di idraulicità	Contenuto di argilla	Durata della presa
Calci debolmente idrauliche	0,10-0,16	5,3-8,2	15-30 giorni
Calci mediocrementemente idrauliche	0,16-0,31	8,2-14,8	7-11 giorni
Calci propriamente idrauliche	0,31-0,42	14,8-19,1	4-7 giorni
Calci eminentemente idrauliche	0,42-0,50	19,1-21,8	14 giorni
Calci limite	0,50-0,65	21,8-26,7	<4 giorni

Tab. 1 - Classificazione delle calci (Vicat)

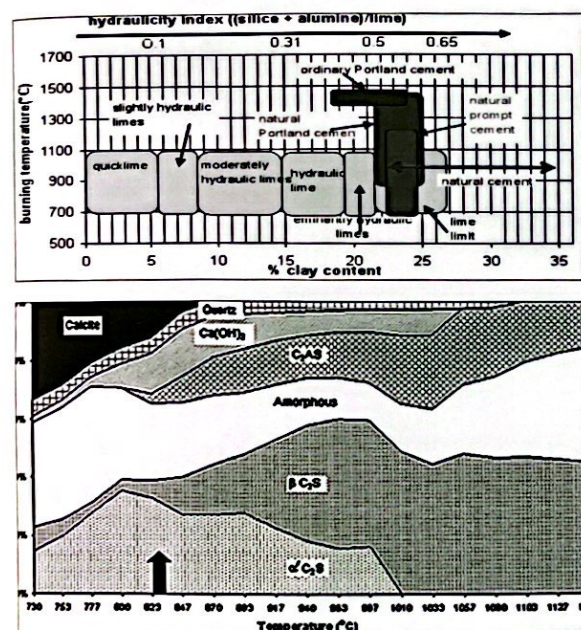


Fig. 14 - Composizioni e temperatura di cottura delle calci e dei cementi

Fig. 15 - Variazione mineralogiche del Roman cement, in relazione alla temperatura di cottura, la freccia indica la temperatura ottimale

pionieri, i nuovi leganti che avrebbero dato origine al brevetto del Roman Cement, in Francia, altrettanti sforzi e risultati si ottenevano cuocendo a diverse temperature calcari argillosi, marne e/o miscele degli uni e delle altre, per ottenere quelli che noi oggi chia-

miamo genericamente leganti idraulici.

Si deve agli studi pubblicati nel 1818 da Luis Vicat, noto per essere l'ideatore dello strumento in grado di determinare il tempo di presa (ago di Vicat), la distinzione tra i diversi tipi di calce, in base all'indice di idraulicità, legato al diverso contenuto di argilla nella materia calcarea d'origine (tab. 1). E sempre a Vicat dobbiamo la (sottile) distinzione tra 'calci limite' e 'cementi naturali', le prime caratterizzate sempre dalla necessità di essere spente (parzialmente idratate) prima del loro utilizzo, i secondi ottenuti semplicemente dalla macinazione della materia prima calcinata, senza necessità di spegnimento.⁶

Dunque il Roman Cement, che in Francia, causa il brevetto internazionale che ne proteggeva il nome, venne chiamato 'Ciment Naturel', Ciment Prompt, Plâtre-ciment ecc., è un

cemento naturale, ottenuto per cottura, con procedimenti e in condizioni molto simili a quelli di una calce idraulica, di una marna ad alto contenuto di argilla (22÷35%), successiva macinazione e nulla di più.

L'originalità del Roman Cement non proviene da una composizione chimica particolare della materia prima d'origine, che è molto vicina a quella di un odierno cemento tipo Portland, e/o ad una 'calce limite', ma piuttosto da una temperatura di cottura mediamente bassa, ma, cosa importante, a largo spettro (da 600 a 1200°C) e dalla mescolanza intima, naturale, di carbonati di calcio e argille nella marna di partenza (fig. 14). Il risultato al termine della cottura è la formazione di una vasta gamma di minerali, identici a quelli che compongono una calce idraulica ma in proporzioni molto differenti (fig. 15), in particolare aumentano i silicati

⁶ Vicat L. J., 'Résumé des connaissances positives actuelles sur les qualités, le choix et la convenance réciproque des matériaux propres à la fabrication des mortiers et ciments calcaires', Paris, 1828.

	Calci		Cementi	
Legante	Calce Aerea	Calce idraulica Naturale	Roman Cement	Cemento Portland
Presa	Lenta	Medio lenta	Velocissima	Veloce
Idraulicità	No	Si	Si	Si
Materia prima	Naturale	Naturale	Naturale	Artificiale
Spegnimento	Si	Si	No	No
T di cottura	<1000°C	<1200°C	<1200°C	<1400°C
Mineralogia principale	Ca(OH)2	Ca(OH)2 + C2S	C2S	C3S
Colore	Bianco	Grigio - bruno	Giallo ocra - bruno	Grigio

Tab. 2 - Alcune caratteristiche che distinguono le calci (aeree idrauliche) dai cementi (Roman Cement e Portland)

Fig. 16 - Decorazioni in Roman Cement
Fig. 17 - aspetto dell'impasto in sezione lucida trasversale

ed alluminati di calcio a spese della calce non combinata (detta anche *calce libera*), con significativo incremento della velocità di presa, della resistenza meccanica e della capacità di resistere all'azione dilavante delle acque meteoriche.

Calcinando, dunque, particolari qualità di marne in forni a tino tradizionali alimentati a carbone, a temperature variabili da zona a zona del forno con temperature tra i 600° e 1200°C:

- una parte di pietra che non raggiungendo temperature sufficienti, risulterà 'incotta';
- un'altra parte 20-30%, che trasformandosi formerà fasi pseudo-cristalline o amorfe della famiglia degli alluminati di calcio (C4AF, C3A, C12A7, C4A3S e C2AS);
- fino a oltre il 50% si trasforma in silicati di calcio, soprattutto belite (C2S) nelle due modificazioni strutturali 'alfa' e 'beta',

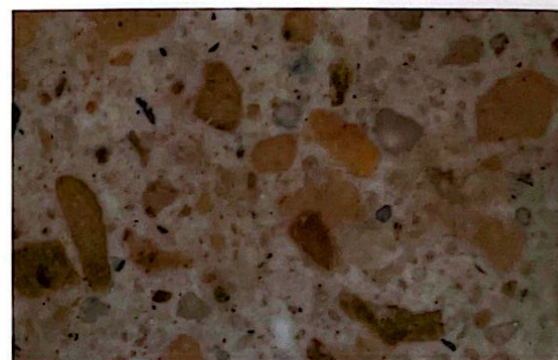
solo limitatamente silicato tricalcico C3S (alite) minerale di alta temperatura, tipico del Portland.

- la calce libera, sotto forma di idrossido di calcio Ca(OH)_2 e di ossido di calcio CaO costituente principale delle calci aeree e sempre presente nelle calci idrauliche, risulterà viceversa praticamente assente, poiché il calcio sarà quasi completamente combinato ai silicati e agli alluminati.

L'insieme di questi composti, nelle opportune proporzioni, determina le caratteristiche peculiari del Roman Cement che ne hanno sancito l'enorme diffusione (si stima che nell'Europa centrale durante il XVIII secolo la maggior parte degli edifici fosse edificato in Roman Cement, con punte dell'80% nelle città facenti capo all'impero austro-ungarico).

I caratteri del Roman Cement che lo fanno distinguere nettamente dalle calci aeree, idrauliche ma anche, profondamente, dai cementi moderni tipo Portland (tab. 2) sono:

- 1) rapida presa, il materiale indurisce a distanza di pochi minuti (dal contatto con l'acqua di impasto, sviluppa a distanza di poche ore resistenze meccaniche a compressione dell'ordi-



ne di 4 MPa (acqua/cemento = 0,66) per la formazione di alluminati di calcio idrati (CAH);

2) progressivo aumento delle caratteristiche meccaniche, in progressione continua (legata alla presenza delle fasi polimorfe della belite che si idratano in tempi differenti) per stabilizzarsi a valori considerevoli di compressione (>20-25 MPa) a circa sei mesi di maturazione;

3) alti valori di porosità aperta, compresi tra 20 e 40 %, che assicurano doti di permeabilità e trasporto del vapore.

Grazie ai caratteri appena indicati, il Roman Cement dimostra straordinaria durabilità, anche in ambiente esterno e aggressivo, completa compatibilità con i materiali dell'edilizia storica



Fig. 18 - Palazzo in Rue Nicolas Chorier in Grenoble. Facciata in Prompt Cement



Fig. 19 - Stazione di Bologna (1871),
ing. Gaetano Ratti

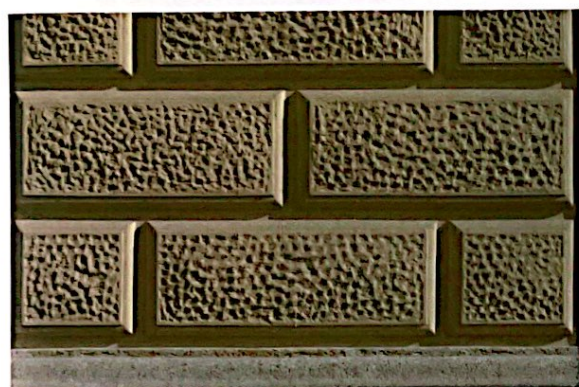


Fig. 20 - Particolare bugnato in
cemento Kufstein della stazione di
Bologna, oggi

(pietre, cotto, calci aeree e idrauliche) quando usato in intonaci e/o stucchi e non ultimo, colore bruno-rossastro estremamente gradevole, quando lasciato a vista (figg. 16-17-18).

La diffusione del Roman Cement in Europa

La diffusione e la fortuna del Roman Cement, durante tutto l'Ottocento, fu legata dunque alle sue caratteristiche che lo facevano preferire agli altri leganti idraulici che progressivamente entravano nel mercato dell'edilizia, calci idrauliche e cementi magnesiaci, Portland, ecc.. Particolarmente apprezzata fu la presa rapida, che poteva risultare rapidissima (< 15 minuti) senza l'impiego di agenti ritardanti (acido citrico) e che permetteva le lavorazioni a

banco o a stampi tipiche del processo di industrializzazione, riducendo i tempi di realizzazione dei manufatti, quindi ornati, stucchi, fregi che caratterizzavano l'architettura del periodo.

In Italia la diffusione del Roman Cement, che in Europa fu rapidissima, venne ostacolata da alcuni fattori di carattere culturale e tecnologico-industriale: i primi legati all'eccellente livello di conoscenza delle malte più tradizionali, pervenutaci dagli antichi, i secondi dovuti alla diffusa presenza di piccoli impianti di produzione di calce aerea e/o idraulica, attivi nel nostro territorio (all'epoca se ne contavano oltre un migliaio e mezzo), non in grado di recepire le spinte innovative provenienti dall'estero.

Da noi prevalse anche lo scetticismo di chi prevedeva gli infausti effetti che l'innovazione del Roman Cement avrebbe portato nelle nostre città.

Per capire l'avversione verso il 'cemento colorato di rosso' significativa è la descrizione che ne fa l'architetto veneziano Giacomo Boni: 'quel marciume steso a cazzuola, di color fragola guasta o papavero sbiadito' che, a suo giudizio, non avrebbe mai potuto competere in bellez-

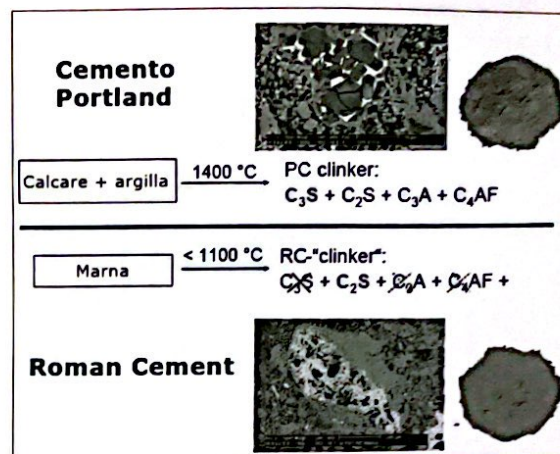
za e solidità con l'intonaco di calce e tegole peste, dal bel color rosso gotico veneziano, liscio ma non lucido, che acquista col tempo sfumature brune'. Lo stesso Boni, argomentava che 'gli intonaci antichi sono così tenaci che per scrostarli occorre più tempo di quanto ne impieghino quelli moderni a cader da soli'.⁷

Ciò nonostante, anche nel nostro Paese, soprattutto nelle regioni maggiormente interessate dall'influenza nord-europea, il Roman Cement trovò progettisti, architetti e impresari disposti a scommettere su di lui. Città come Torino, Genova, Milano, Venezia, Bologna sono costellate di esempi, quasi mai riconosciuti, di utilizzo del Roman Cement o 'cemento rapido', importato soprattutto dalla Francia (Grenoble) e dall'Austria (Kufstein) prima che fosse disponibile quello di produzione italiana (figg. 19-20). Produzione che ebbe inizio, presumibilmente, nel febbraio 1864 quando l'Italiana Cementi (Società Bergamasca per la fabbricazione del cemento e della calce idraulica) mise sul mercato un 'cementino naturale' ottenuto da calcinazione di marne. Con più certezza, il primo

⁷ Boni G., 'Venezia imbellettata'. Roma, Stab. Tip. Italiano, 1887.

⁸ Bolis B., 'Calci e Cementi'. Hoepli, Milano 1952.

Fig. 21 - Differenze di composizione tra cemento naturale (Roman Cement) e artificiale Cement e riconoscimento al microscopio elettronico a scansione



⁹ Varas M. J., Alvarez de Buergo M., Fort R. 'Natural cement as a precursor of Portland cement: Methodology for its identification'. Cement and Concrete Research 35, 2005, p. 2055-2065.

¹⁰ Avenier C., Rosier B., Sommain D., 'Ciment Naturel'. Ed. Glénat, Grenoble 2007.

cemento naturale italiano è probabilmente stato prodotto a Casale Monferrato nel 1876 ad opera di Giuseppe Cerrano, che aveva lavorato in un cementificio di Grenoble,⁸ quindi con quasi un secolo di ritardo rispetto alle altre nazioni europee.

Nelle resto dell'Europa, infatti, nello stesso periodo già si avviavano alla produzione industriale del cemento Portland, modernamente inteso con tutte le sue peculiari proprietà, frutto dell'ingegno di Isaac Charles Johnson, che mise in evidenza l'importanza dell'elevare la temperatura di cottura, con la completa combinazione della calce con la silice e l'allumina dell'argilla, fino ad incipiente fusione (*clinker*). L'avvento del moderno Portland, a poca distanza di tempo dal calcestruzzo armato e di una forma di concepire l'architettura del tutto nuova rispetto alla precedente segnano il declino del Roman Cement, che si rivela inadatto al moderno sistema di costruire e scompare quasi completamente dal mercato dei leganti.

La rinascita del Roman Cement

Nei prossimi anni, anche grazie al progetto di ricerca scientifica ROCARE, che avrà tra l'altro il

compito di sensibilizzare restauratori, progettisti, organi di tutela, attraverso l'organizzazione di conferenze, workshop, momenti formativi, sentiremo nuovamente parlare di Roman Cement. Considerato che la maggioranza degli investimenti in edilizia si effettua nel campo del restauro e che il restauro necessita di prodotti adeguati e compatibili con gli originali, a condizione ovviamente che si sappia riconoscerli (fig. 21), si deve prevedere un largo utilizzo di Roman Cement negli innumerevoli interventi di recupero del costruito, in cui si vada a sostituire/integrare l'originale.⁹

In Italia, quasi certamente, utilizzeremo un Roman Cement importato, dalla Francia, per esempio, visto che, dalle parti di Grenoble (fig. 22) in realtà non si è mai smesso di produrlo¹⁰ o da altri Paesi (Austria, Polonia, ecc.) dove ci si appresta a riaprire cave di marna e impianti di cottura adeguati.

Il valore del mercato europeo del Roman Cement, destinato al restauro, è stimato in 600 milioni di Euro/anno. Se il suo impiego non sarà limitato al settore dei beni culturali, per via delle sue caratteristiche prestazionali e ecologiche che potrebbero esse-

re esaltate anche in bio-architettura, è probabile che il cemento naturale possa muovere in futuro interessi ancora maggiori.

La ricerca del 'cemento perduto' nei prossimi anni potrà rivelarsi quindi molto proficua:

- in termini scientifici/conservativi, in quanto potremo disporre dell'uso di un legante storico veramente compatibile con una parte importante del nostro patrimonio architettonico;
- sotto l'aspetto economico, perché la produzione del Roman Cement contribuirà a vivacizzare il comparto produttivo e industriale dei leganti da costruzione naturali.

Chi conosce la storia dell'architettura e affronta il restauro, apprezzando peculiarità e differenze tra i diversi materiali da costruzione, non avrà dunque nulla da temere dalla parola 'cemento', beninteso, specificando che si tratta di Roman Cement!



Fig. 22 - Forni a tino per la produzione di cemento naturale (Cimet Vicat, Grenoble)