



Alberto Zanelli
CNR-ISOF, Bologna
Gruppo Interdivisionale SCI per la Diffusione della Cultura Chimica
alberto.zanelli@isof.cnr.it

STORIE DI MATTONI E LATERIZI

A volte per raccontare la scienza e la tecnologia basta guardarsi intorno e ripercorrere la storia di una città. L'articolo racconta in modo informale, anche in prima persona, una tecnologia in cui i quattro elementi naturali dell'antica filosofia greca, terra, acqua, aria e fuoco, s'incontrano e si separano lasciando all'Uomo un materiale ancora oggi insostituibile: il laterizio.

L'Area della Ricerca CNR-INAF di Bologna - cui si aggiungerà presto anche l'intero polo scientifico dell'Università - sorge in un luogo fortemente simbolico per la città, un triangolo chiuso a ovest dal canale Navile, opera d'ingegneria idraulica cinquecentesca realizzata da **Jacopo Barozzi detto "il Vignola"** (1507-1573), e sugli altri due lati dalle massicciate della cintura ferroviaria, parte della rete di collegamento post-unitaria emblematica della rivoluzione industriale. Queste infrastrutture di trasporto proba-

bilmente determinarono in questo luogo il fiorire delle attività preindustriali tra le quali le fornaci per la cottura dei laterizi, le cui ciminiere compongono ancora lo skyline della città. Se l'argilla poteva essere facilmente scavata sotto l'*humus* della pianura alluvionale, il canale garantiva l'approvvigionamento d'acqua (fino a 2 litri ogni mattone fatto a mano) mentre le barche prima e il treno poi, rifornivano il combustibile per la cottura: efficienza logistica di quando il lavoro era ancora fatica di gambe e di braccia.



Fig. 1 - La fornace Gallotti, sede del Museo del Patrimonio Industriale di Bologna, e le sponde del canale Navile. Sotto l'ultimo portico a sinistra s'intravede la base della cupola del forno Hoffman di cui gli essiccatoi nei piani superiori sfruttavano il calore disperso



Fig. 2 - Il teatro Testoni di Bologna (ex-casa del Fascio) con le sue decorazioni in terracotta

Lo stesso canale serviva a portare il prodotto “dentro porta” per costruire e coprire le case, le chiese, i palazzi e i portici. Chissà se qualcuno ha mai stimato quanti miliardi di pezzi, tra mattoni e coppi, costituiscono il centro di Bologna, detta “La Rossa” non per l’orientamento politico, ma per il colore prevalente dei suoi edifici e dei suoi tetti, quello della terracotta. Per inciso, il canale Navile fu anche la via di fuga delle brigate partigiane dopo la battaglia di Porta Lame (7 novembre 1944) e la zona delle fornaci, con il suo labirinto di capannoni e laterizi disposti ad asciugare, il luogo ideale dove disperdersi e nascondersi.

Sul lato del canale Navile, opposto al CNR, la massiccia struttura della fornace Gallotti (Fig. 1) è il pezzo forte dell’architettura industriale storica che nei pressi vanta anche il *sostegno* del Battiferro (insieme di chiuse per la navigazione) e la prima centrale termoelettrica di Bologna ancora tutta da valorizzare (la *Tate Modern* a Londra è in una ex-centrale elettrica a carbone). Ognuno di questi edifici è costruito con quei parallelepipedi di terracotta che chiamiamo mattoni, oggetti vecchi di 7000 anni, semplici ma pensati per essere afferrati dalla mano dell’uomo [1].

La fornace Gallotti è un bell’esempio di forno per laterizi realizzato nel 1887 seguendo il progetto di **Friedrich Eduard Hoffmann** (1818-1900) che tro-

vò il modo di fare funzionare in continuo gli impianti per la cottura dei laterizi. Questa fornace, che arrivò ad impiegare 250 operai e fu definitivamente spenta nel 1966, oggi è la sede del **Museo del Patrimonio Industriale** e conserva numerosi stampi per laterizi, anche molto elaborati, tra i quali quelli delle decorazioni che possono ancora essere ammirate sulla facciata del teatro Testoni, posto poco a nord della stazione centrale di Bologna (Fig. 2). Nel 2001 ebbi la fortuna di vedere due fabbriche di mattoni in piena attività. Nella prima, in Romagna, si realizzavano ancora i mattoni a mano pressando l’argilla in coppie di stampi di legno. Sempre a mano i mattoni crudi erano posti di costa su interminabili *stallaggi* sotto una tettoia per essere asciugati all’aria prima della cottura in una fornace intermittente con pianta a forma di “U”, ricavata demolendo l’abside di quello che era un forno anulare, per poterla caricare con i moderni carrelli elevatori. Il fuoco veniva poi alimentato col gasolio e non più con i combustibili solidi. Un forno analogo, costituito da due *canali* paralleli chiusi alle estremità da quattro paratoie refrattarie montate su rotaie (Fig. 3), è stato recentemente recuperato ad altro uso nel polo scientifico dell’Università di Bologna presso il canale Navile.



Fig. 3 - La paratoia refrattaria di chiusura del forno lineare ora parte del polo Navile dell’Università di Bologna

Dopo la visita alla fornace romagnola, sospesa tra passato e presente, ebbi anche l'occasione di visitarne una moderna poco a nord di Bologna. Era uno stabilimento grande come un campo da calcio, completamente automatizzato. Di giorno un addetto alla pala meccanica caricava di argilla un'immensa tramoggia, un paio di manutentori lavoravano sul singolo turno e il capofabbrica manovrava l'impianto in qualunque momento, anche da casa, con il computer portatile. Tutto il resto era un'infinita linea di molazze, laminatoi, trafilè, tagliatrici, nastri trasportatori, lunghi forni tubolari e robot che impacchettavano bancali su bancali di mattoni, 24 ore su 24 per quasi tutto l'anno. Il deposito di argilla era ancora lì, praticamente sotto la fabbrica, ma il combustibile arrivava nei metanodotti dalla Siberia o dall'Algeria e il prodotto andava via caricato sugli autoarticolati. Con una concorrenza tecnologicamente così avanzata la fornace romagnola sopravviveva perché aveva conservato antichi stampi di fregi e laterizi speciali per cui, di tanto in tanto, riceveva commesse soprattutto dai cantieri di restauro degli edifici storici che necessitavano del *mattoncino rosato forlivese* fatto a mano per ripristinare le murature antiche con il minimo impatto visivo possibile.

La storia di un mattone comincia scavando la terra per estrarre l'argilla, una roccia sedimentaria composta principalmente da alluminosilicati idrati non litificati che, dopo essere stata sminuzzata, in passato sfruttando anche gelo o sole, viene mescolata con acqua (15-30%) con apposite macchine per ottenere un impasto modellabile e dare la forma al laterizio così detto *crudo*. Dopo l'unione di terra e acqua, il *crudo* incontra l'aria per un lento processo di essiccazione, infine viene esposto al fuoco nel processo di cottura che porta al prodotto finito. Raccontata così sembra la sintesi dell'antica filosofia naturale greca che in terra, acqua, aria e fuoco individuava i quattro elementi semplici [2]. L'argilla formata da fini lamelle bianche di caolinite pura è destinata alle più preziose porcellane o alle ceramiche, gli umili mattoni si basano sul caolino, dove la cristallizzazione dell'alluminosilicato idrato è imperfetta [3], e tollerano numerose impurezze. Il carbonato di calcio o di magnesio, se finemente suddiviso, può arrivare al 15%; a concentrazioni

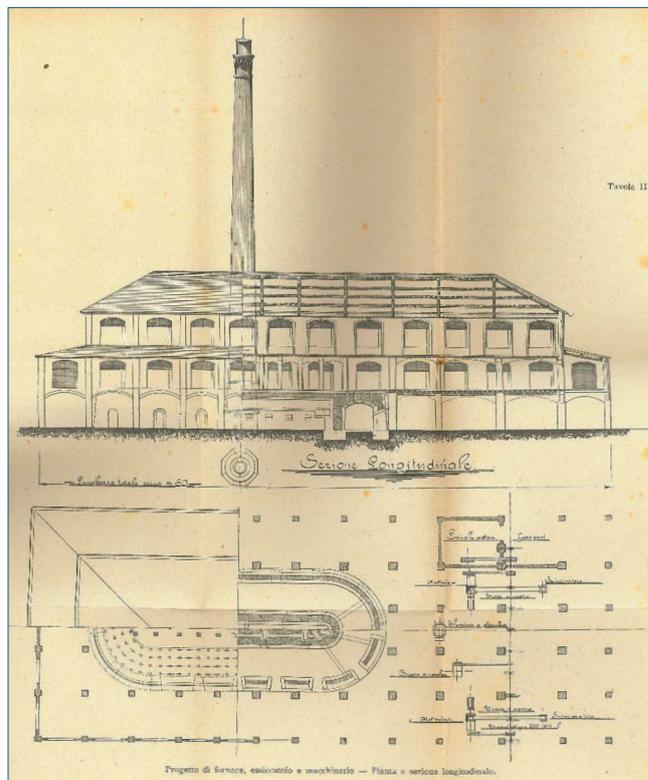


Fig. 4 - Disegno e pianta di un forno Hoffmann per la cottura di laterizi [4]

maggiori o in grani troppo grossi gli ossidi formati durante la cottura, idratandosi farebbero screpolare il pezzo. Un effetto analogo avrebbe il solfato di calcio in presenza di soda o potassa a causa della crescita dei cristalli di solfati alcalini, mentre da solo produrrebbe invece macchie biancastre sulla superficie (*efflorescenza*). I composti del ferro determinano il colore del laterizio (ottimale 8-9% di ossidi di ferro), la presenza di altri silicati o sabbie riduce la plasticità rendendo l'argilla, come si dice in gergo, *magra* mentre le sostanze organiche l'aumentano rendendo l'argilla *grassa*, ma in fase di cottura bruciano lasciando dei vuoti nel prodotto ed è per questo che in certe argille si aggiungono *smagranti*.

La cottura del mattone essiccato era il punto critico del processo, le fornaci antiche erano suddivise in *celle* che venivano riempite e svuotate a rotazione sul lato opposto di quelle in cui era acceso il fuoco (Fig. 4). Gli operai addetti al caricamento dovevano sapere come posizionare i mattoni lasciando le giuste intercedine per fare fluire l'aria,

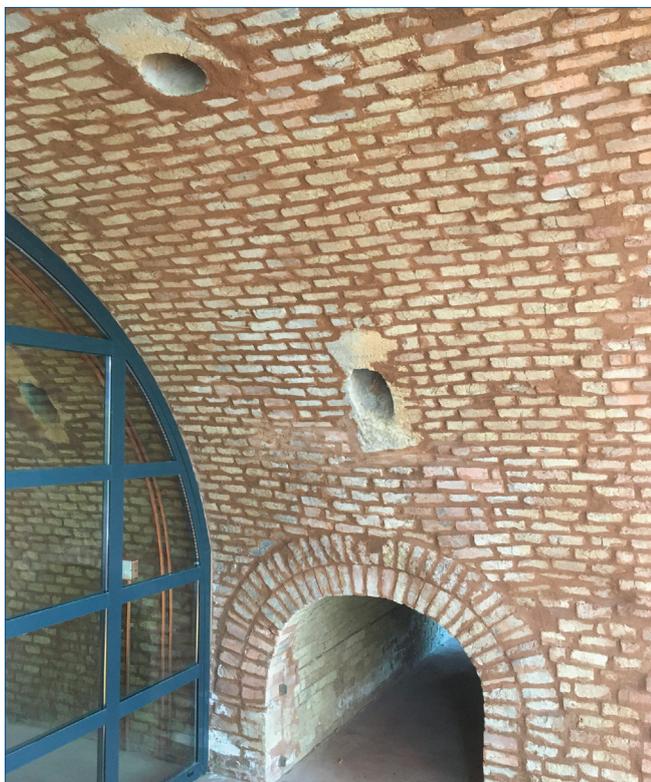
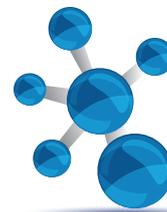


Fig. 5 - Bocchette per alimentare e “guidare” il fuoco nella ex-fornace al polo Navile dell’Università di Bologna

i pozzetti con qualche mattone a sbalzo per una corretta distribuzione del combustibile e gli spazi per l’accumulo delle ceneri, in modo che la cottura fosse omogenea e lo scarto minimo. Ultimato il carico la porta veniva sigillata con mattoni a secco e intonacata con argilla mentre si provvedeva ad aprire la successiva per lo *sforaciamento*. Gli addetti allo scarico raccontavano che “a volte si entrava nel forno che i mattoni erano ancora talmente caldi da non poterli maneggiare”. Racconti di un’epoca in cui il controllo qualità si faceva anche con metodi sensoriali: i mattoni sbiaditi e che al martello suonavano male erano poco cotti (*albasì*), i mattoni bruni e deformati erano troppo cotti (*ferrìoli*), e se sul mattone compariva un’*efflorescenza* la si assaggiava per capirne la causa. Oggi ci sono le norme UNI EN 771 per i laterizi da muratura e UNI EN 1334 per quelli da pavimentazione.

Nelle fornaci anulari, l’unica porta aperta era quella della *cella* di scarico del *cotto* e di carico del *crudo*, da qui fluiva anche l’aria che, attraversando le *celle* dove i laterizi erano già stati cotti, li raffreddava per

entrare calda in quelle dove il fuoco era acceso e proseguire come fumo arroventato nelle *celle* che contenevano il *crudo* per preriscaldarlo. Sopra le spesse cupole della fornace, i fuochisti “guidavano” aria, fuoco e fumi manovrando valvole e aggiungendo il combustibile dalle diverse bocchette (Fig. 5) per raggiungere ogni angolo delle *celle* e poi spostare il fuoco nella *cella* successiva ad una velocità di 5-10 m al giorno in un processo che poteva durare una settimana. La conduzione del forno si basava sull’osservazione del colore delle pareti attraverso le bocchette di alimentazione (rosso ciliegia 800-900 °C, bianco >1200 °C) anche se pirometri ottici o elettrici erano già disponibili e si potevano fare analisi dei fumi per determinare ossigeno e ossidi di carbonio.

Un forno Hoffmann negli anni Venti del Novecento poteva produrre tre milioni di mattoni all’anno, con un consumo di quasi 400 tonnellate di carbone polverizzato, il doppio se come combustibile si usava segatura o legna sminuzzata. Oggi si utilizzano forni tubolari alimentati a gas con l’aria che fluisce in controcorrente rispetto ai carrelli in refrattario e acciaio che trasportano i laterizi, sensori di umidità e temperatura sono posti lungo tutto il processo, la produttività per impianto è decuplicata e lo scarto praticamente azzerato.

Durante l’essiccazione si allontana solo l’acqua aggiunta per la formatura, l’umidità di cava si perde nel forno a 110-120 °C mentre l’acqua di cristallizzazione si libera insieme alle sostanze organiche tra 400 °C e 700 °C. Durante queste fasi il *ritiro* dell’argilla è approssimativamente proporzionale alla temperatura ma quando avviene la cottura, tra 800 °C e 1200 °C a seconda della concentrazione di *fondenti*, comincia un *ritiro* più deciso. Nella cottura il carbonato di calcio si decompone in ossido di calcio e anidride carbonica, mentre l’argilla in parte si trasforma in mullite che lega silice e allumina ancora solide ma se si raggiunge la loro fusione, il materiale vetrifica producendo i *ferrìoli* e deve essere scartato. Il raffreddamento deve avvenire lentamente soprattutto tra 650 e 550 °C quando si ha il passaggio del quarzo β esagonale al quarzo α trigonale. Nel corso di tutto il processo il *ritiro* può raggiungere il 15% delle dimensioni della forma iniziale.



Queste conoscenze sulla cottura dei mattoni si svilupparono in maniera empirica a partire dai Sumeri [1]; più vicino a noi, gli Etruschi già coprivano le abitazioni con tegole in terracotta come mostrano le ricostruzioni al **Museo Nazionale Etrusco di Marzabotto**, mentre i Romani in età imperiale cominciarono a formare i laterizi per ottenere anche elementi portanti, pavimenti o pezzi per costruzioni idrauliche. Nel Medioevo, dove non era reperibile la pietra naturale, si ebbe il grande sviluppo delle costruzioni in “pietra artificiale” per sostituire il legno che era troppo soggetto a incendi. Si trattava in genere di mattoni formati con l’argilla trovata sul posto, accatastati a *pignone* e cotti in maniera estemporanea nei pressi del luogo ove si doveva innalzare l’edificio [5].

Oggi in Italia si producono circa 4,5 milioni di tonnellate di laterizi che, se fossero tutti i mattoni pieni standard (25x12x5,5) cm, equivarrebbero a circa 1,8 miliardi di pezzi pari ad una media di 20 milioni per stabilimento. In realtà dal 1964 il tradizionale mattone pieno ha perso il primato della produzione tra i laterizi e, oggi, rappresenta solo il 15% mentre un altro 14% riguarda tegole, coppi e pezzi speciali per le coperture. La maggior parte della produzione ormai è indirizzata a blocchi alleggeriti portanti e antisismici, forati e tavelle per tamponature, tavelloni per solai e solo il 3% ai mattoni *faccia a vista* [6].

Nell’Unione Europea, il settore delle costruzioni è responsabile del 50% delle estrazioni minerarie e del 35% della produzione di rifiuti (850 milioni di tonnellate per anno) [7]. Le prossime frontiere dei laterizi sono, dunque, il riciclo e l’economia circolare, inserendo nei processi produttivi materie prime secondarie provenienti dalle stesse demolizioni e ristrutturazioni edilizie ma anche da scarti vegetali, come la paglia. Infine, c’è chi sta pensando di dare al mattone più moderne funzionalità, come, ad esempio, accumulare energia elettrica. Il gruppo del prof. D’Arcy della Washington University ha pretrattato piccoli provini di laterizio con vapori di acido cloridrico per liberare una parte degli ioni ferro, poi ha polimerizzato 3,4-etilenediossiofene nei pori del materiale e ha impregnato tutto con polivinilalcol e acido solforico che agisce da elettrolita. Il dispositivo ha mostrato le curve corren-

te-potenziale tipiche dei capacitori erogando per molte migliaia di cicli una potenza specifica di 0,4 W L⁻¹ [8], ancora qualche ordine di grandezza sotto i capacitori basati su tecnologie più consolidate [9], ma comunque un risultato interessante se si pensa che un domani gli stessi muri delle abitazioni potrebbero conservare una scorta di elettricità.

Ringraziamenti

L’autore ringrazia *European Institute for Innovation and Technology e Knowledge Innovation Community Raw Materials* per avere sostenuto il progetto n. 20069 *Raw Matters Ambassadors at Schools 4.0* (<http://rmschools.eu>). Ringrazia, inoltre, la collega dott.ssa Alessandra Degli Esposti per avere condiviso un testo e i ricordi del padre direttore di fornace.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Fiala, M. Mikolas *et al.*, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2019, **603**, 032097.
- [2] AA. VV. *Enciclopedia della Chimica*, Garzanti Editore, Milano, 1998, 895.
- [3] P. Gallitelli, *Elementi di mineralogia*, Nisiri-Lischi editore, Pisa 1970, 715.
- [4] G. Revere, *I laterizi*, Manuale Hoepli, 2^a ed., Ulrico Hoepli editore, Milano, 1923.
- [5] A. Acocella, **Journal, Architettura di pietra**, **5/2/2014**.
- [6] A. Serri, G. D’Anna **Dossier: l’industria del laterizio**, CER, Confindustria Ceramica, gennaio/febbraio 2020, 43.
- [7] Eurostat, **Waste Statistics**, 2018.
- [8] H. Wang, Y. Diao, Y. Lu, H. R. Yang, Q. J. Zhou, K. Crutsky, J. M. D’Arcy, **Nature Comm.**, **2020**, **11**, 3882.
- [9] G. Zhang, Y. Chen, Y. Chen, H. Guo, **Mat. Res. Bull.**, **2018**, **102**, 391.

Histories of Bricks and Lateritious

Sometimes to communicate science and technology one can just look around himself and retrace the history of a town. The article tells informally, even in the first person, a technology in which the four natural elements of ancient Greek philosophy, earth, water, air and fire, meet and separate leaving to men an irreplaceable material: lateritious.

