

Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2009)

Heft: 1

Artikel: Annotazioni sulla durabilità dei materiali da costruzione

Autor: Friger, Giuliano

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-134240>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Annotazioni sulla durabilità dei materiali da costruzione

Giuliano Frigeri*

Durabilità, argomento emblematico del nostro tempo.

Mentre investiamo molto tempo e denaro per procrastinare e nascondere gli effetti dell'inevitabile fenomeno dell'invecchiamento umano il nostro agire, nei confronti della durabilità dell'ambiente naturale e di quello che oggi viene spesso definito ambiente costruito (insieme delle realizzazioni umane che modificano l'ambiente naturale e lo rendono artificiale), è perlomeno contraddittorio.

Esprimiamo preoccupazione per l'incessante sfruttamento delle risorse, non inesauribili, disponibili e il costante aumento della richiesta di energia ma, coerentemente con l'attuale modello di sviluppo, promuoviamo il consumo e la facile sostituzione delle merci dimenticando che i due mondi, quello naturale e quello artificiale (frutto dell'intelligenza umana), sono inscindibili e interdipendenti e che la conservazione dell'artificiale e la sua durabilità costituiscono una premessa indispensabile alla salvaguardia dei beni naturali.

Per chi opera nel settore della costruzione, può risultare interessante ragionare sulla durabilità, prendendo in considerazione alcuni materiali da costruzione di largo impiego e distinguendo due aspetti che la contraddistinguono, che noi per praticità definiremo «efficienza estetica» ed «efficienza funzionale».

Le annotazioni che seguono, parziali e incomplete, costituiscono, per loro natura, degli spunti di riflessione e come tali sono da leggere e considerare.

Per *durabilità* dei materiali intendiamo la loro capacità di mantenere i livelli delle prestazioni e delle caratteristiche funzionali richieste nel tempo, sotto l'influenza di azioni prevedibili.

Che si tratti di un concetto della massima importanza per la costruzione lo si evince anche dal fatto che si sia considerato opportuno elaborare delle norme internazionali che si occupano specificatamente della durabilità¹ e che la ricerca in questo campo sia aumentata considerevolmente in questi ultimi anni.

L'*efficienza estetica*, presa in prestito dalla chirurgia plastico facciale, vorrebbe significare la capacità di rispondere a requisiti estetici prefissati.

L'*efficienza funzionale*, si riferisce alla capacità di svolgere la funzione per la quale un determinato materiale è stato concepito ed è l'aspetto che, di regola, la ricerca sulla durabilità privilegia.

Mentre l'efficienza estetica è di difficile valutazione dipendendo da un «modello di riferimento» basato su convinzioni di tipo soggettivo, quella funzionale è oggettivamente valutabile mediante prove di vario tipo in laboratorio.

Il legno

Materiale organico costituito da cellulosa e lignina, che la natura, nell'albero, «amico millenario dell'uomo»², dalla notte dei tempi produce e rigenera. Materiale igroscopico³ e anisotropo⁴ per eccellenza, malgrado la sua debole resistenza agli attacchi biologici e la sua instabilità dimensionale, presenta una struttura che gli conferisce un'elevata resistenza meccanica nella direzione longitudinale (Fig. 1). La sua efficienza funzionale viene preservata scegliendo tra le innumerevoli essenze disponibili quelle più indicate per una determinata destinazione d'uso, adottando misure

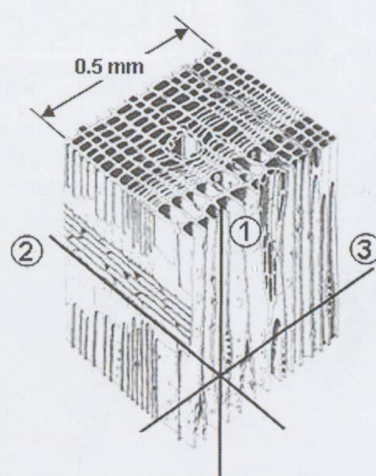


Fig. 1 – Struttura ingrandita del legno d'abete.

1- direzione longitudinale, 2- direzione radiale, 3- direzione tangenziale

costruttive atte ad evitare l'aumento di umidità e l'assorbimento e stagnazione d'acqua, che favoriscono il degrado biologico. Qualora queste misure non risultino sufficienti è possibile intervenire con misure di protezione chimica superficiale (velatura o verniciatura) o profonda (impregnazioni) per rendere il prodotto asettico e più durevole. Mentre, fino agli anni 70, la protezione chimica del legno veniva promossa senza particolare attenzione alle conseguenze sull'ambiente e la salute, oggi prevale generalmente il principio che solo se tutte le misure di tipo costruttivo risultano insufficienti, si farà capo a trattamenti di natura chimica. L'esperienza ha dimostrato che se l'umidità del legno si mantiene sotto il 10% si elimina il rischio d'infestazione da parte di insetti, mentre il rischio di proliferazione di funghi è nullo se l'umidità del legno non supera il 20%. Ciò significa che all'interno delle nostre abitazioni il legno è sempre in grado di assolvere al meglio le sue funzioni senza trattamenti chimici preventivi, mentre all'esterno la protezione chimica è indispensabile unicamente se non esiste accessibilità e possibilità di controllo costante. Le scandole in legno d'abete bianco che permettevano di realizzare coperture dalla durata superiore agli 80 anni e quelle di larice che superavano tranquillamente i 100 anni, le fondamenta su milioni di pali di legno che sorreggono Venezia e il ponte più antico d'Europa a Lucerna, costruito nel XIV secolo, sono esempi lampanti della durabilità offerta dal legno.

Qualche problema vien posto talvolta dal perseguimento di una determinata efficienza estetica in particolar modo del legno utilizzato all'esterno ed esposto all'azione degli agenti meteorologici. L'accettazione dell'invecchiamento del legno, e della modifica dell'aspetto che ne consegue, può costituire un contributo all'aumento della sua durabilità e, talvolta, un'alternativa alla scelta di un trattamento protettivo e conservativo periodico superficiale⁵.

Le pietre naturali e artificiali

Non è un caso che la prima delle «età» dell'evoluzione umana venga indicata come «età della pietra». Insieme ad altri materiali naturali quali il legno, la pelle e l'osso la pietra naturale è, senz'ombra di dubbio, tra i primi materiali che l'uomo ha imparato a utilizzare e trasformare fisicamente (lavorare); pietra naturale che ha poi imparato ad ottenere attraverso l'estrazione e la lavorazione della roccia.

Un passo gigantesco è stato la successiva produzione di quelle che definiamo pietre artificiali

ottenute trasformando chimicamente le risorse naturali disponibili. La loro gamma è molto vasta, dai prodotti ceramici (laterizi e ceramiche), ai leganti minerali (cementi, calci e gessi), alle malte e ai calcestruzzi (conglomerati artificiali).

Il cambiamento subito dalle applicazioni della pietra naturale alle nostre latitudini – trascurando il 30% della popolazione mondiale che vive in case di terra cruda – è stato radicale e ne ha comportato la trasformazione profonda dal punto di vista prestazionale. In effetti oggi le pietre naturali, denominate solitamente materiali lapidei, non devono più assolvere funzioni strutturali ma vengono impiegate per rivestimenti esterni ed interni.

L'esperienza acquisita nella storia millenaria del loro utilizzo nella costruzione è essenziale per valutare sia l'efficienza funzionale sia quella estetica; il comportamento nel tempo delle nostre pietre locali (gneiss, marmo, calcare selcioso, porfido e breccia) è al riguardo estremamente significativo. La loro efficienza funzionale si rivela generalmente sempre elevata mentre quella estetica, per il marmo e la breccia, può risultare insoddisfacente a causa dell'aumento di opacità e della perdita di lucentezza superficiale qualora, utilizzate all'esterno, risultino sottoposte all'azione continua degli agenti atmosferici.

Le pietre artificiali, a differenza di quelle naturali, sono il frutto di trasformazioni sostanziali di risorse naturali minerali (l'argilla o qualche suo componente è quasi sempre presente).

Considerate le innumerevoli tipologie di prodotti esistenti sottolineiamo unicamente alcuni aspetti. Il processo di cottura è sempre presente, essendo determinante ai fini dell'auspicata trasformazione chimica della materia prima; da temperature relativamente basse nel caso del gesso (200 °C) arriviamo a temperature assai elevate nel caso del cemento (1450 °C).

Nelle ceramiche e nei laterizi all'uscita del forno il prodotto ha la forma e le dimensioni finali desiderate, mentre nei leganti minerali il prodotto all'uscita del forno deve generalmente venire macinato e corretto per trasformarsi nella polvere che, mescolata con l'acqua, dà luogo ad una «colla» che nel tempo indurisce trasformandosi in una pietra artificiale. Nei conglomerati artificiali incontriamo le principali applicazioni dei leganti minerali la cui «colla» (miscela di legante e acqua) (Fig. 2) costituisce la matrice nella quale gli aggregati (sabbie e ghiaie naturali o artificiali) risultano annegati e stabilizzati.

Per l'efficienza funzionale di tutti questi prodotti, come per tutti i materiali artificiali da costruzione porosi, risulta della massima importanza, oltre

alla qualità delle materie prime e dei prodotti costituenti, il tipo di pori e la loro quantità e distribuzione; compito della tecnologia dei conglomerati artificiali è essenzialmente quello di governare queste caratteristiche. Nei prodotti ceramici e nei laterizi l'efficienza estetica può risultare compromessa dalla formazione di efflorescenze, spesso poco aggressive, dovute al trasporto in superficie di sali, presenti nelle malte o nei laterizi stessi; nei conglomerati artificiali suscitano malcontento la variazione di colore assunta nel tempo e la formazione di alghe e muffe superficiali anch'esse generalmente poco aggressive. I calcestruzzi cosiddetti «a faccia vista» e le relative «scuole di pensiero» meriterebbero un approfondimento a parte.

L'acciaio

Lega metallica costituita prevalentemente da ferro e carbonio, ha subito nel tempo un'evoluzione estremamente interessante che ne ha caratterizzato l'utilizzo dall'età del ferro. Così come lo conosciamo oggi, quale materiale strutturale di largo impiego sottoforma di profilati e barre d'armatura per il calcestruzzo armato, è frutto della rivoluzione industriale. È infatti dal diciottesimo secolo che gli altiforni, nei quali i minerali di ferro vengono portati a fusione ad oltre 1500 °C, raggiungono – con l'utilizzo di carbone coke quale combustibile – prestazioni tali da incrementare notevolmente la produzione della ghisa che costituisce la «lega madre» ferro-carbonio dalla quale, tramite riduzione del tenore di carbonio e aggiunta di altri metalli nei convertitori, si ottengono i diversi tipi di acciaio. È del diciannovesimo secolo la diffusione dei forni elettrici che permettono il riciclaggio del rottame ferroso.

La corrosione dell'acciaio comune immerso nell'aria la cui umidità relativa superi il 65% è inevitabile; la sua velocità dipende in larga misura dal grado di inquinamento dell'aria ambiente. Per dare un'indicazione di massima dell'importanza di questo fenomeno basti ricordare che in un clima di campagna possiamo avere una perdita di massa di 0.2 kg/m² (0.03 mm) all'anno che in un clima industriale diventa di 1 kg/m² (0.13 mm).

La corrosione, in questi casi, si manifesta con la formazione di uno strato uniforme di ruggine; ruggine che con il proprio tipico colore arancione, segnala sempre, anche al profano, a tutto vantaggio della sicurezza e prevenzione, la presenza del fenomeno corrosivo.

Per contrastare la corrosione possiamo agire sulla composizione dell'acciaio aggiungendo altri metalli per produrre acciai semi-inossidabili, sui

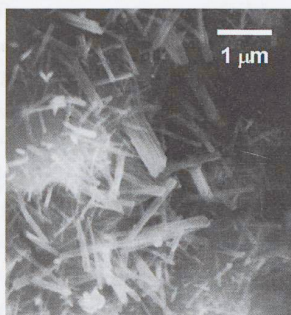


Fig. 2 – Componente della «colla» cementizia vista al microscopio a scansione (cristalli di ettringita)



Fig. 3 – La piscina coperta di Uster dopo il crollo del soffitto ribassato in calcestruzzo armato (1985)

quali si forma uno strato protettivo che rallenta la corrosione (acciai tipo Cor-Ten), o inossidabili che permettono di ridurre drasticamente il pericolo di corrosione. Importante non dimenticare che in condizioni ambientali particolarmente critiche anche gli acciai inossidabili possono corrodersi e il fenomeno corrosivo, in questi casi, si presenta puntiforme e profondo e molto meno appariscente e pertanto più subdolo e pericoloso.

La tragedia della piscina coperta di Uster del 1985 (Fig. 3), nella quale perirono 12 persone per il crollo di un soffitto ribassato di calcestruzzo armato sospeso con elementi di acciaio inossidabile non resistenti ai cloruri, dovrebbe averci insegnato qualcosa.

Un'altra possibilità per proteggere l'acciaio dalla ruggine è offerta dai sistemi di protezione quali la metallizzazione della superficie (ad es. la zincatura a caldo), il rivestimento mediante pitture polimeriche o la combinazione dei due sistemi (sistema Duplex).

Particolarmente interessante, dal punto di vista della protezione, risulta la situazione delle barre d'armatura immerse nel calcestruzzo (ambiente marcatamente basico con pH = 13) nel quale risultano, di regola e in assenza di cloruri, immuni da corrosione. Purtroppo perdono questa prerogativa quando il calcestruzzo che li avvolge si carbonata perdendo parte della sua basicità (pH < 9). Altro aspetto da tener presente è la possibilità di corrosione galvanica dovuta all'abbinamento, in presenza di un mezzo elettrolitico, dell'acciaio con altri metalli. Corrosione che avviene sempre a scapito del metallo meno nobile (metallo con il potenziale elettrochimico più basso).

Il mantenimento nel tempo dell'efficienza funzionale degli elementi di acciaio richiede la verifica periodica dello stato della superficie in modo da intervenire con adeguati interventi di manutenzione e procrastinare nel tempo eventuali lavori di ripristino che risultano spesso molto onerosi.

Per quanto riguarda l'efficienza estetica di un certo interesse risulta l'aspetto della superficie degli acciai semi-inossidabili che richiedono l'accettazione nel tempo di una superficie totalmente arrugginita.

Qualche considerazione conclusiva

Ragionare sui materiali da costruzione, per chi professionalmente si occupa della globalità e complessità del processo costruttivo, può sembrare riduttivo; è di conforto il pensiero di Adorno: «Soltanto chi non si è mai assoggettato alla disciplina dell'opera e si immagina che essa nasca per intuizione, temerà che il contatto coi materiali e la conoscenza delle tecniche facciano perdere all'artista la sua qualità originaria».⁶

Tutti i materiali da costruzione sono meritevoli di grande rispetto e attenzione per la loro storia, il loro vissuto tecnologico, per quello che rappresentano nel nostro cammino evolutivo.

L'energia grigia⁷ investita varia da materiale a materiale ma non si può affermare che il materiale artificiale richieda più energia di trasformazione di quello naturale. Infatti, ad esempio, per unità di massa il calcestruzzo richiede meno energia del legno lavorato mentre per unità di volume i due materiali si equivalgono. Prolungare la durata di vita dei materiali significa diminuire i costi energetici annuali di energia grigia a tutto vantaggio dell'ambiente e della salute.

Sottolineare l'esigenza di concepire, progettare ed operare tenendo sempre presente il ciclo di vita dei materiali da costruzione «dalla culla alla bara, compresi i funerali» significa, tra l'altro, sottolineare l'importanza di prevenire il degrado precoce aumentando la durabilità. Si tratta di privilegiare la qualità del prodotto già nella fase iniziale del ciclo, quando trasformiamo le risorse producendo i materiali da costruzione, nonché nelle fasi successive che comportano il loro utilizzo nel processo costruttivo, la loro cura, manutenzione e ripristino durante l'esercizio.

L'invecchiamento spesso non compromette affatto l'efficienza funzionale ma agisce solo a livello di efficienza estetica; accettarlo, con le relative conseguenze, può non solo favorire il riciclaggio e ritardare lo smaltimento dei materiali da costruzione ma anche contribuire alla salvaguardia della memoria e contrastare l'inevitabile arroganza di quello che, talvolta impropriamente, chiamiamo progresso.

Perdere la memoria dei materiali da costruzione e dell'ambiente costruito che, grazie a loro, abbiamo potuto realizzare (Fig. 4), significa perdere una parte essenziale e importante della nostra identità.



Fig. 4 – Materiali e opere del XIX e XX secolo a confronto in Leventina. Dall'utilizzo prevalente di pietra naturale e acciaio della strada ferrata al calcestruzzo precompresso dell'autostrada. Testimonianze importanti, rivolte al futuro, del nostro passato.

Note

- 1 Norma ISO 13823: 2008
- 2 Le Corbusier, *Quando le cattedrali erano bianche – Viaggio nel paese dei timidi*, Christian Marinotti edizioni, Milano, 2003
- 3 Igroscopico è un materiale che assorbe acqua dall'aria circostante.
- 4 Anisotropo è un materiale che possiede proprietà fisiche che variano a dipendenza della direzione considerata
- 5 Bösch H., *Revêtements de façade en bois non traité*, Lignatec 8/2000, Lignum, Zurich 2000
- 6 Th. W. Adorno, *Parva Aesthetica. Scritti 1960-1967*, tr. it. di E. Franchetti, Milano 1979, pp. 114-115
- 7 L'energia grigia di un materiale esprime il suo costo energetico e cioè la quantità di energia primaria spesa (compresa l'energia per produrre energia) in tutte le fasi del suo ciclo di vita. Viene ottenuta mediante l'analisi contabile, in termini energetici, di tutte le quantità che entrano e escono dalle fasi che dall'estrazione della materia prima conducono allo smaltimento del materiale.

Bibliografia

- Natterer J., Herzog T., Volz M., *Atlante del legno*, UTET, Torino 2001
- Schulitz H.C., Sobek W., Habermann K. J., *Atlante dell'acciaio*, UTET, Torino 2000
- *Manuale di progettazione edilizia*, volume 5, Materiali e prodotti. Hoepli, Milano 1995
- Donati P., *Legno Pietra e Terra*, Giunti, Firenze 1990
- Tiezzi E., *Tempi storici tempi biologici*, Garzanti, Milano 1889
- Frigeri G., *Corso di tecnologia dei materiali*, SUPSI-DACD, Lugano 2005

* Docente di tecnologia dei materiali da costruzione SUPSI – DACD (Istituto Materiali e Costruzioni)