

DURABILITÀ MATERIALI DA COSTRUZIONE

Progettare la durabilità: confronto tra soluzioni in laterizio e in legno

La Direttiva 2010/31/UE ha introdotto l'obbligo per gli stati membri di fissare requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici che però risultino efficaci anche sotto il profilo dei costi valutati nell'arco del loro "ciclo di vita". La durabilità di materiali ed elementi edilizi diventa, allora, un'importante cardine di riferimento per la progettazione delle nuove costruzioni cosiddette "a energia quasi zero".

Il Regolamento europeo sui prodotti da costruzione (CPR), gli Eurocodici concernenti la progettazione delle strutture, norme e regolamentazioni sulla sostenibilità dei materiali e delle costruzioni fanno ormai riferimento, più o meno esplicito e a diverse scale, alla nozione di durabilità.

Il concetto di durabilità, correlato alla marcatura CE dei prodotti, comporta una puntuale valutazione delle caratteristiche e delle funzioni dei prodotti stessi, ovvero della loro capacità di mantenere le prestazioni richieste per un dato periodo di tempo. È evidente, pertanto, come le problematiche legate alla durabilità intervengano in maniera preponderante nella determinazione degli impatti ambientali connessi all'uso di materiali e sistemi valutati nell'arco del loro ciclo di vita. Ad eccezione delle analisi alla scala di prodotto, che riguardano soprattutto la fase di produzione (*cradle to gate*), in tutte le altre scale le informazioni vanno necessariamente riferite a determinate ipotesi di scenario⁽¹⁾. Pertanto, per una determinata soluzione tecnica, composta da materiali di natura, manutenibilità e longevità differenti, ciò significa definire una durata di vita (*Service Life* o SL) sulla base dello scenario di analisi e delle condizioni di impiego e non attraverso una semplice sommatoria di dati afferenti i singoli strati che la compongono. L'obiettivo di una pianificazione della *Service Life* di un organismo edilizio è quello di assicurare, entro termini ragionevoli, che la sua durata di vita attesa, in relazione a piani di manutenzione stabiliti, sia almeno equivalente alla durata di vita stabilita in fase di progettazione (*Design Service Life* o DSL). La pianificazione della SL, dunque, è destinata sempre più ad orientare le scelte tecnologiche ed ingegneristiche, la valutazione dei costi, la struttura del piano di manutenzione, determinando l'impatto ambientale dell'opera da realizzare.

La durabilità dei prodotti da costruzione

I dati specifici sulla durata di vita, o *Reference Service Life* (RSL), di un materiale da costruzione, definita, secondo la ISO 21930 [fig. 1], come la "durata di vita nota di un prodotto in determinate condizioni di riferimento", non solo sono difficili da reperire in bibliografia, ma quello che risulta più complicato è la loro interpretazione e adattamento a contesti costruttivi, tecnologici, ambientali diversi da quelli all'interno dei quali gli stessi sono stati elaborati.

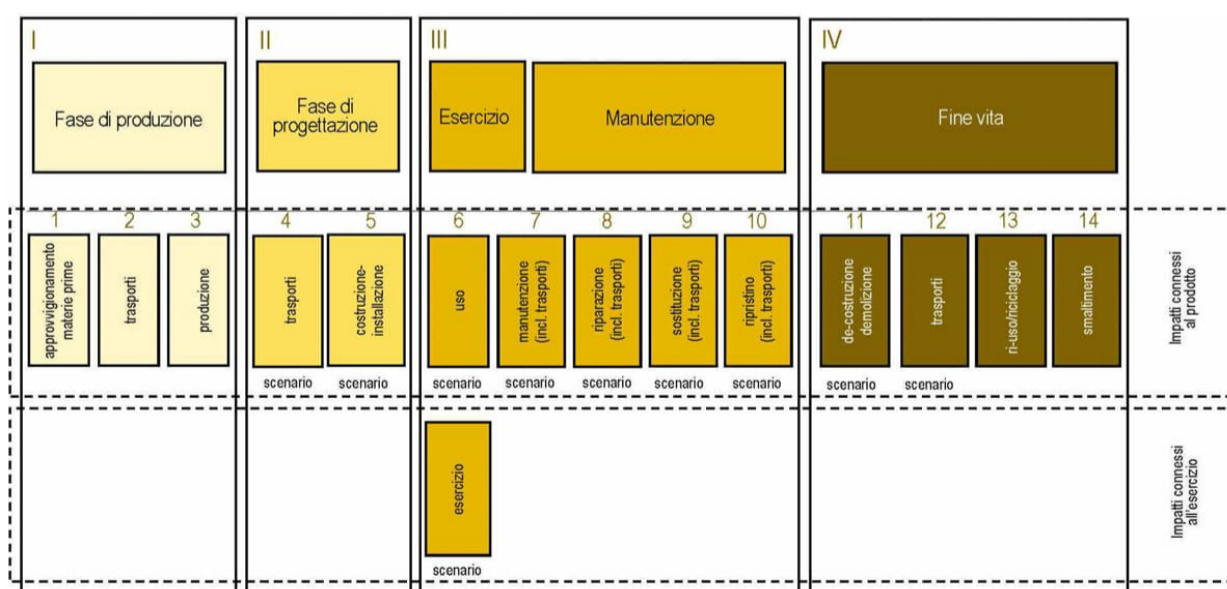


Fig. 1 – Articolazione in moduli e blocchi di informazione ambientale: sul prodotto, sulle soluzioni tecniche, sull'uso e sull'esercizio dell'edificio (UNI ISO 21930).

Secondo le indicazioni del prEN 15840 (annex A), la RSL può essere infatti dichiarata dal produttore solamente all'interno di una *cradle to grave, environmental product declarations* (EPD), ossia una "dichiarazione ambientale di prodotto", che copra tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto stesso, includendo non soltanto la sua produzione, ma anche il suo impiego, l'uso, la manutenzione, la demolizione e il fine vita. Il valore della RSL, indicato all'interno di una EPD di prodotto, è riferito quindi all'uso previsto dal produttore in relazione alla unità funzionale dichiarata⁽²⁾; per la sua corretta interpretazione, inoltre, deve essere descritto chiaramente ed in maniera trasparente lo scenario di utilizzazione sotteso. La RSL è funzione, infatti, non soltanto delle caratteristiche specifiche del prodotto e della sua durata fisica, ma anche delle condizioni al contorno che ne determinano la prestazione tecnica e funzionale, ossia del ruolo svolto all'interno dell'organismo edilizio, dell'intensità d'uso, della qualità della manutenzione e della sua eventuale obsolescenza.

La Guida "*Durability and the construction products directive assumption of working life of construction products in guidelines for european technical approval*"⁽³⁾, pubblicata nel dicembre 2004, fornisce ai produttori indicazioni sui metodi di verifica della durabilità di prodotto dichiarata.

Dal momento però che, come riportato nell'"*Interpretative Document*"⁽⁴⁾, la durata di vita di un prodotto non può essere interpretata come garanzia fornita dal produttore, sono stati elaborati, a livello europeo, metodi di analisi e valutazione della durata di vita di sistemi e componenti edilizi che fungano da riferimento per la determinazione della *Working Life*⁽⁵⁾ (WL) all'interno delle normative specifiche disponibili: *European Technical Approval Guides* (ETAGs), *European Technical Approvals* (ETAs), *Harmonized Standards* (hENs).

Le informazioni proposte sono basate non sulla semplice sistematizzazione dei dati primari dichiarati dal produttore in merito alla RSL dei singoli prodotti ma, soprattutto, sulla osservazione dei fenomeni di degrado legati alla tecnologia e alla tipologia costruttiva. Tabelle di questo tipo possono essere contestualizzate e definite per scenari edilizi nazionali, utilizzando metodi di stima basati su criteri diversi.

Con l'approccio scientifico si cerca di comprendere i fenomeni di degrado dei singoli materiali e attraverso questi definire un modello di sviluppo dello scadimento della struttura.

L'approccio sperimentale consiste, invece, nel monitorare per un tempo ragionevole edifici o porzioni di edifici, annotando l'evoluzione dei fenomeni di degrado dal loro primo manifestarsi, derivando da queste analisi dirette più efficaci modelli di obsolescenza.

L'età media del patrimonio edilizio italiano, come è noto, è altissima e la quota, proveniente dall'attività manutentiva e di riqualificazione degli edifici esistenti⁽⁶⁾, con un 90% del costruito residenziale edificato tra il 1919 e il 1992, rappresenta oltre il 60% del valore complessivo della produzione dell'industria delle costruzioni.

Occorre prendere atto che gli edifici esistenti (circa 13 milioni, per complessivi 26,5 milioni di unità abitative) sono stati realizzati spesso con criteri di bassa qualità energetico-ambientale (circa 11 milioni di fabbricati sono anteriori alla legge 373/76)⁽⁷⁾. Le proiezioni al 2010 dei risultati del "Piano d'azione italiano per l'efficienza energetica", aggiornate alla luce dei *target* previsti dal "Pacchetto Clima" dell'Unione Europea (obiettivo 20-20-20), prevedono un contributo significativo apportato dagli interventi di ristrutturazione (o di demolizione e ricostruzione) effettuati su almeno 5 milioni di appartamenti, che rappresentano circa il 17% delle abitazioni utilizzate per uso residenziale⁽⁸⁾.

Per determinare matematicamente la RSL di un componente o elemento edilizio, la metodologia, oggi ritenuta più affidabile (definita dalla norma ISO 15686), consiste nell'utilizzare specifici fattori di correzione in relazione alla qualità dei componenti, alla qualità della progettazione ed esecuzione dell'opera, alle condizioni specifiche dell'ambiente interno ed esterno, al livello di utilizzo e di manutenzione.

Determinazione della *Service Life* secondo la ISO 15686

La norma ISO 15686 [2000]⁽⁹⁾ si propone come guida per la definizione della *Service Life* di un prodotto e fornisce una metodologia per la previsione della relativa durata e la stima della tempistica per gli interventi di manutenzione e sostituzione dei componenti [fig. 2].

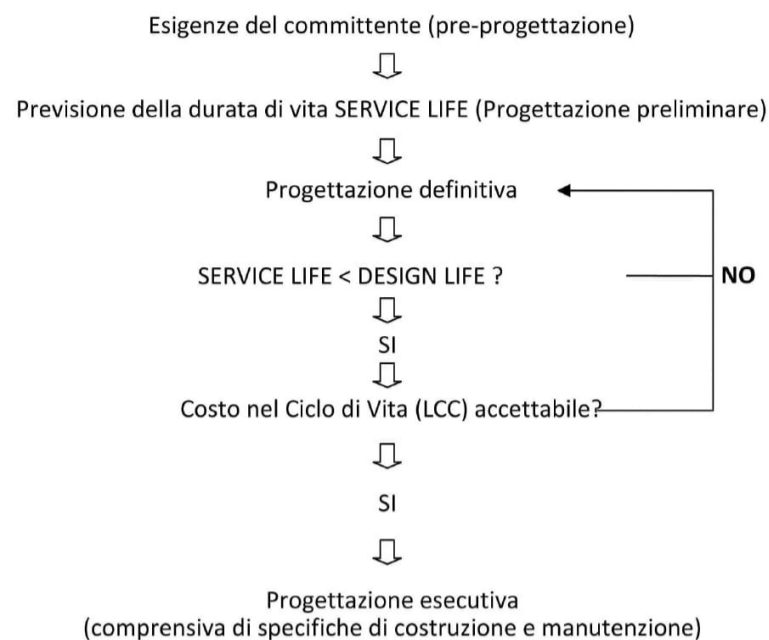


Fig. 2 – Il processo di progettazione della *Service Life* di un edificio.

Essa suggerisce l'utilizzo di fattori moltiplicativi (generalmente compresi tra 0,8 e 1,2) per la valutazione della *Expected Service Life* (ESL) di un componente o di un elemento tecnico, definita come la durata di vita attesa nell'ambito di un contesto ben definito che tenga conto delle specifiche condizioni di costruzione, uso e manutenzione del componente stesso.

La difficoltà nell'applicazione del metodo sta nella complessità della individuazione dei fattori specifici in grado di "misurare", di volta in volta, l'incidenza (variabile) della composizione stratigrafica delle tecnologie di messa in opera, delle operazioni di manutenzione e della facilità/difficoltà con cui queste possano essere eseguite, del contesto climatico ed ambientale.

Uno strato isolante, ad esempio, avrà durate di vita diverse a seconda che sia installato in intercapedine o sia impiegato per la realizzazione di un cappotto: è evidente che la manutenzione delle due differenti soluzioni comporterà complessità tecniche e costi economici diversi. Analogamente, la ESL e il conseguente scenario di manutenzione/sostituzione delle due soluzioni risentiranno della qualità ambientale dell'intorno (clima secco, umido, salmastro, ecc.) e della loro corretta esecuzione (formazione di fenomeni di condensa, presenza di ponti termici, ecc.).

Per la definizione della ESL, risulta inoltre indispensabile una conoscenza approfondita non soltanto del materiale, ma anche della tecnologia costruttiva adottata.

In definitiva, i fattori che concorrono alla stima della ESL possono essere classificati come segue:

Qualità installata

- A. dei materiali/componenti
- B. della progettazione del componente o dell'elemento (analisi dei rischi di degrado e dell'obsolescenza tecnica ed estetica)
- C. dell'esecuzione e della capacità tecnica dell'installatore/costruttore incaricato della realizzazione

Ambiente

- D. aria interna
- E. contesto climatico

Uso e manutenzione

- F. condizioni di utilizzo
- G. interventi di manutenzione programmata

La RSL costituisce la base per il calcolo e la valutazione della ESL che può essere svolta secondo la formula:

$$ESL = RSL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G.$$

Le banche dati

In realtà, tutti i metodi di stima risultano complessi e difficili da applicare in virtù di uno scenario edilizio disomogeneo e contrassegnato da peculiarità che, di volta in volta, modificano i criteri di valutazione e rendono di fatto impossibile una generalizzazione o la definizione di parametri standard da considerare come riferimento. Il contesto nazionale, poi, è caratterizzato da modelli abitativi, costruttivi e tecnologici che non sempre possono essere semplicemente interpretati attraverso esperienze geograficamente limitrofe. Non è disponibile ad oggi, in Italia, uno studio approfondito sulle prestazioni ambientali e sulla durabilità dei prodotti e delle opere edilizie, e la bibliografia disponibile è relativa a contesti costruttivi solo parzialmente assimilabili a quello nazionale. Il *Bundesministerium für Verkehr, Bau-und-Wohnungswesen* ha pubblicato, nel 2001, le *Guideline for sustainable building* e il CTMC, nel giugno 2008, *l'Étude bibliographique sur la durabilité comparée de la construction à ossature bois et de la maçonnerie* che costituiscono oggi, assieme allo studio *Life expectancies of building components, surveyors' experiences of buildings in use, a practical guide*, redatto dal *Building Cost Information Service* di Londra, un efficace punto di partenza per l'elaborazione di valutazioni sulla ESL di sistemi ed organismi edilizi. A questi, si aggiungono le banche dati nazionali/internazionali che raccolgono le "dichiarazioni ambientali di prodotto" (EPD) che costituiscono il *database* sulle RSL dei singoli prodotti. La francese INIES, la tedesca IBU, l'austriaca IBO, la norvegese NEP, la svedese ENVIRONDEC sono le fonti primarie di informazioni dalle quali derivare, secondo i diversi approcci elencati precedentemente e in confronto con le elaborazioni proposte dalla bibliografia di riferimento, indicazioni circa la durabilità delle costruzioni.

Soluzioni tecniche a confronto

Lo studio riportato a seguire, quale esempio applicativo di quanto illustrato precedentemente, intende valutare l'impatto ambientale annuo di due differenti soluzioni di parete, rispettivamente in muratura portante di laterizio [fig. 3] e in pannelli portanti in legno [fig. 4], la cui unità funzionale, relativa a 1 m² di parete, è così definita: svolgere un ruolo strutturale con una trasmittanza termica pari a 0,20 W/m²K.

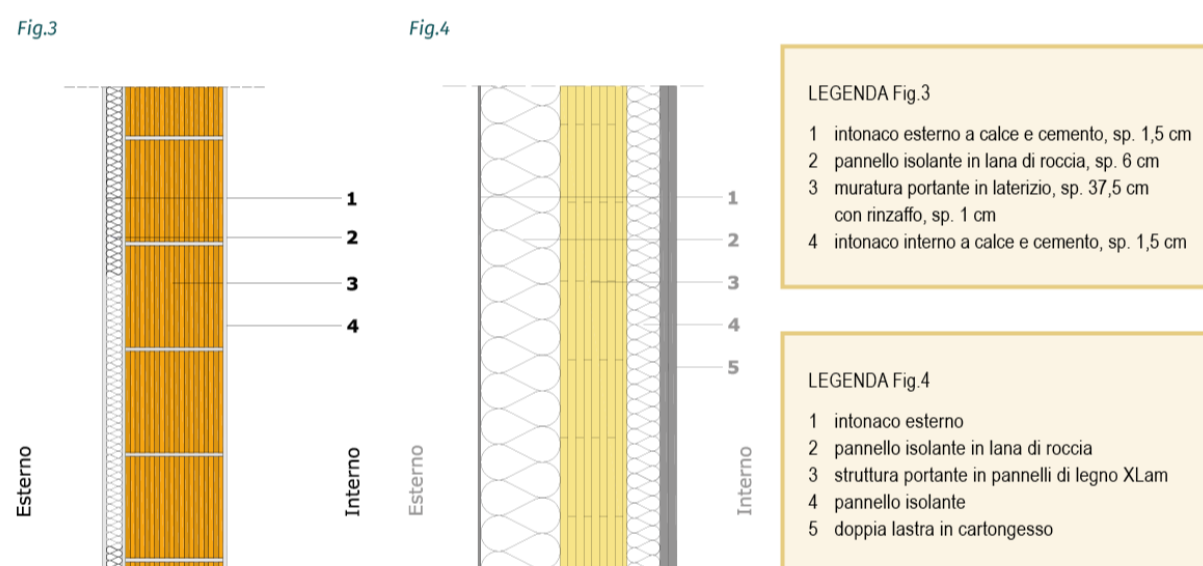


Fig. 3 (sx) – Parete in blocchi di laterizio portante con sistema a cappotto esterno.

Fig. 4 (dx) – Parete massiccia di legno intonacata.

L'analisi svolta è stata strutturata attraverso i seguenti passaggi:

- 1 – valutazione di impatto LCA delle due soluzioni tecniche (parete in muratura portante di laterizio e in pannelli portanti in legno) sulla base delle "dichiarazioni ambientali di prodotto" (EPD);
- 2 – definizione dell'*Expected Service Life* (ESL) secondo il metodo definito dalla norma ISO 15686 delle due soluzioni di parete;
- 3 – analisi LCA della fase d'uso sulla base della ESL di ciascun strato e del piano di manutenzione;
- 4 – valutazione dell'impatto ambientale annuo delle due pareti sulla base dei dati ricavati nelle precedenti fasi 1, 2 e 3.

Nello specifico, le EPD utilizzate per la fase 1 sono state ricavate dalla banca dati francese INIES, elaborata dal centro CSTB, riconosciuta a livello europeo. Per il pannello di legno, non essendo presente in banca dati la soluzione oggetto di studio (legno lamellare incollato), si è fatto riferimento al sito della fondazione delle EPD norvegesi (www.epd.norge.no). Le fasi del ciclo di vita considerate nei dati assunti sono quelle *cradle to grave*, esclusa la fase d'uso.

Impatto ambientale valutato nel ciclo di vita esclusa la fase d'uso

L'analisi del ciclo di vita (LCA) nella fase *cradle to grave* – espressa attraverso i due principali indicatori di impatto, *riscaldamento globale* (kg di CO₂ equivalente) e *utilizzo di risorse energetiche non rinnovabili* (MJ eq) –, applicata alle soluzioni tecniche oggetto di valutazione, evidenzia che:

- in termini di emissioni di CO₂, la soluzione in laterizio raggiunge valori superiori a quella in legno: 70,9 kg di CO₂ per la prima e 53,9 per la seconda [fig. 5];
- in termini di consumi di MJ eq, la parete maggiormente impattante risulta essere quella in legno con 1168,6 MJ eq contro i 1032,6 di quella in laterizio [fig. 6].

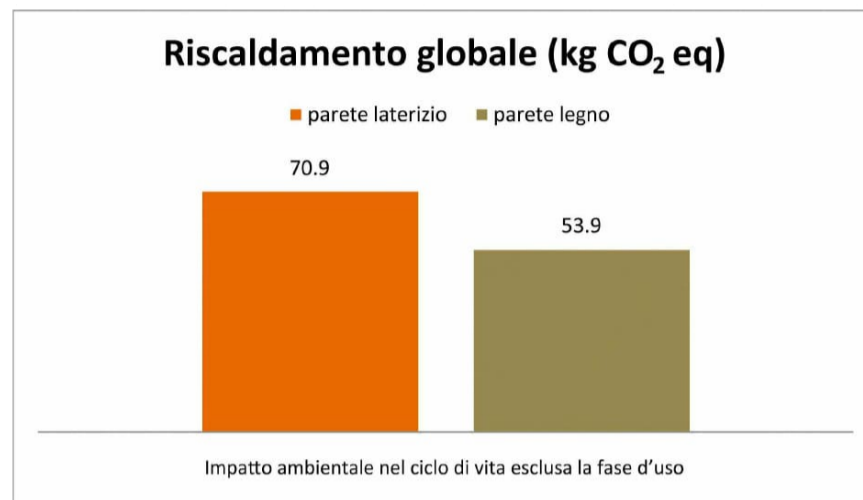


Fig. 5 – Confronto delle valutazioni LCA per le due soluzioni di parete secondo la categoria di danno "Riscaldamento globale" espressa in kg CO₂ equivalente.

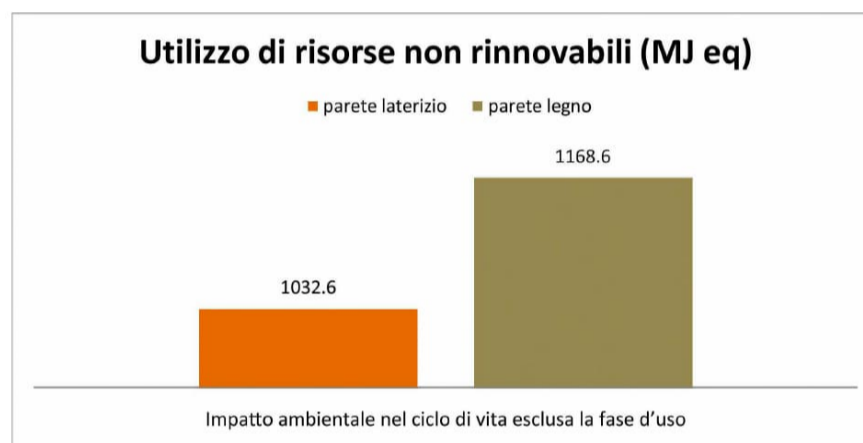


Fig. 6 – Confronto delle valutazioni LCA per le due soluzioni di parete secondo la categoria di danno "Utilizzo di risorse non rinnovabili" espressa in MJ equivalente.

Impatto ambientale annuo sulla base dell'ESL

Utilizzando la metodologia definita dalla norma ISO 15686 e sulla base delle durate di vita riportate nelle dichiarazioni ambientali di prodotto presenti nelle banche dati utilizzate, sono state definite le ESL dei diversi materiali, riportate nelle tabb. 1 e 2.

Tab. 1 – Definizione dell'Expected Service Life (ESL), secondo il metodo contemplato dalla norma ISO 15686, della soluzione di parete in muratura portante di laterizio.

		Qualità del materiale	Qualità della progettazione	Qualità di esecuzione	Qualità indoor	Contesto climatico	Condizioni d'uso	Qualità della manutenzione	
		A	B	C	D	E	F	G	
PARETE IN LATERIZIO	RSL (fonte)	produzione, stoccaggio, trasporto, materie prime	posizionamento nella stratigrafia, protezione fornita al resto della struttura	gestione del cantiere, condizioni climatiche in costruzione, livello d'esecuzione	aggressività dell'ambiente, ventilazione, fenomeni di condensa	altitudine, micro-clima, agenti atmosferici	categorie di utilizzatori, stress meccanico, usura per deterioramento naturale	qualità e frequenza della manutenzione, accessibilità alle operazioni di manutenzione	ESL
intonaco interno	50 FD&S INIES	1	1	1	1	1	1	1	50,00
blocco	100 FD&S INIES	1	1	1,1	1	1	1	1	110,00
rinzaffo	50 FD&S INIES	1	1	1	1	1	1	1	50,00
cappotto	50 FD&S INIES	1	0,9	0,9	0,9	1	1	0,9	32,81
intonaco esterno	50 FD&S INIES	1	1	0,9	1	1	1	1	45,00

Tab. 2 – Definizione dell'Expected Service Life (ESL), secondo il metodo contemplato dalla norma ISO 15686, della soluzione di parete in struttura portante in legno.

		Qualità del materiale	Qualità della progettazione	Qualità di esecuzione	Qualità indoor	Contesto climatico	Condizioni d'uso	Qualità della manutenzione	
		A	B	C	D	E	F	G	
PARETE IN LEGNO	RSL (fonte)	produzione, stoccaggio, trasporto, materie prime	posizionamento nella stratigrafia, protezione fornita al resto della struttura	gestione del cantiere, condizioni climatiche in costruzione, livello d'esecuzione	aggressività dell'ambiente, ventilazione, fenomeni di condensa	altitudine, micro-clima, agenti atmosferici	categorie di utilizzatori, stress meccanico, usura per deterioramento naturale	qualità e frequenza della manutenzione, accessibilità alle operazioni di manutenzione	ESL
cartongesso	30 FD&S INIES	1	1	1	1	1	1	0,9	27,00
strato isolante	50 FD&S INIES	1	0,9	1	1	1	1	1	45,00
listellatura	60 FD&S INIES	1	1	1	1	1	1	0,9	54,00
pannello in legno	60 FD&S INIES	1	1	0,9	1	1	1	0,9	48,60
isolamento a cappotto	50 FD&S INIES	1	0,9	0,9	1	1	1	0,9	36,45
intonaco esterno	50 FD&S INIES	1	1	0,9	1	1	1	1	45,00

In base alla determinazione delle ESL, sono stati delineati i profili manutentivi delle soluzioni di involucro prese in esame, ricalibrando le sostituzioni negli anni in base alla tecnica costruttiva analizzata: ad esempio, se un intonaco in genere ha una durata di vita media di 50 anni, qualora applicato su un sistema di isolamento a cappotto si riduce a 35 anni in relazione alla durata dello strato sottostante.

Sulla base delle ESL e del piano delle sostituzioni, sono stati calcolati gli impatti ambientali dell'intero ciclo di vita rapportati all'anno [figg. 7 e 8], da cui si evidenzia un impatto ambientale della soluzione in laterizio minore di quella in legno.

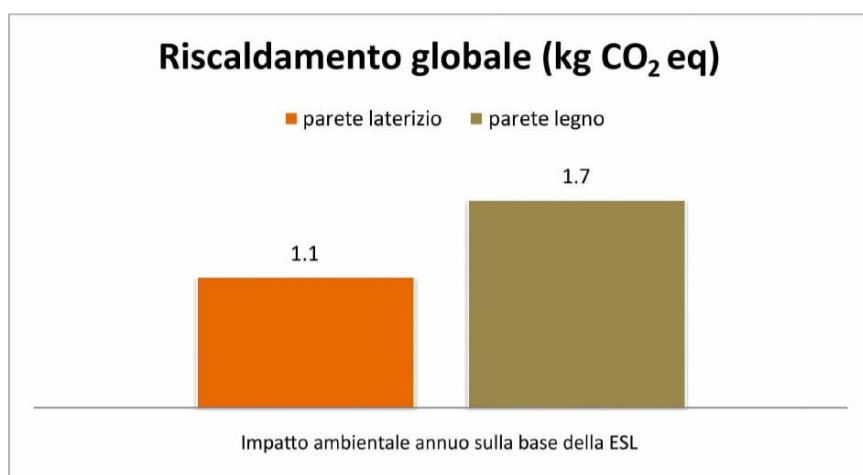


Fig. 7 – Confronto delle valutazioni LCA per le due soluzioni di parete secondo la categoria di danno “Riscaldamento globale” espressa in kg CO₂ equivalente su base annua.

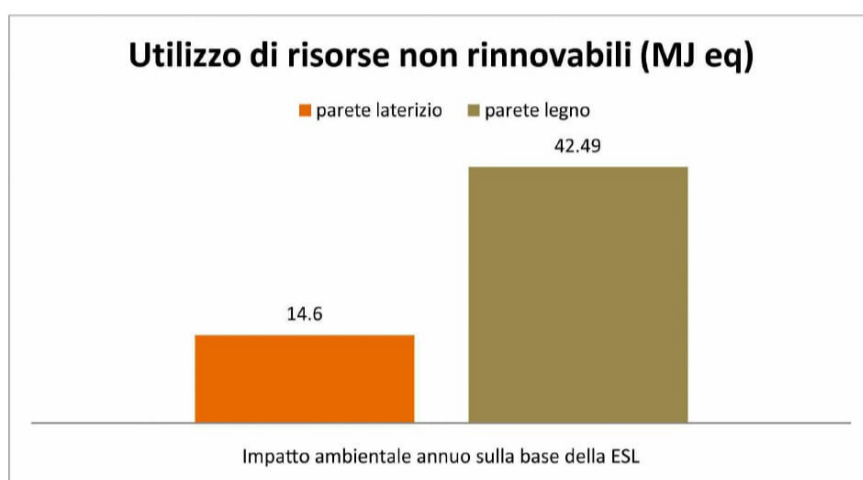


Fig. 8 – Confronto delle valutazioni LCA per le due soluzioni di parete secondo la categoria di danno “Utilizzo di risorse non rinnovabili” espressa in MJ equivalente su base annua.

In particolare, emerge che, calcolato su base annuale, stante una vita utile del laterizio valutabile sui 110 anni rispetto ai 54 della soluzione in legno, l'indicatore delle emissioni di CO₂ è di 1,1 rispetto a 1,7, a favore del primo. Parimenti, l'impatto annuo dell'uso di risorse energetiche non rinnovabili risulta pari a 14,6 MJ per il laterizio contro i 42,49 del legno.

Conclusioni

La sostenibilità delle opere da costruzione, introdotta quale settimo requisito dal “Regolamento prodotti da costruzione” n. 305/2011, non può prescindere da una valutazione della durata di vita dell'opera e delle sue parti.

I risultati di questa memoria dimostrano chiaramente la valenza ambientale ed economica della nuova visione introdotta dai documenti europei.

È evidente come la prospettiva temporale, derivata dall'approccio *life cycle thinking*, premi materiali e tecnologie in grado di durare nel tempo garantendo la prestazione prevista in fase progettuale con il minimo intervento manutentivo e/o di sostituzione, assicurando così concretamente una effettiva riduzione dei costi ambientali globali dell'opera.

Note

- (1) Gargari C., Palumbo E., "Soluzioni tecniche in laterizio per progettare nel ciclo di vita", in Costruire in Laterizio, n.125.
- (2) L'unità funzionale è definita come la prestazione tecnica quantificata di un sistema o di un edificio, impiegata quale elemento di riferimento per la valutazione LCA.
- (3) Guidance Paper F (concerning the Construction Products Directive – 89/106/EEC), *Durability and the construction products directive*, EU 2004.
- (4) Construction Products Directive(CPD), *Interpretative Documents*, clause 5.2, para 2.
- (5) La "working life" o vita operativa è definita nell'*Interpretative Documents* come "il periodo di tempo durante il quale le prestazioni del prodotto edilizio si mantengono ad un livello compatibile con il soddisfacimento dei requisiti essenziali", da *Interpretative Documents*, clause 1.3.5, para 1.
- (6) L. Bellicini, *Le costruzioni al 2010*, CRESME 2011.
- (7) ENEA, *Libro Bianco "Energia, Edificio, Ambiente"*.
- (8) Ambiente Italia, "Italia: uno scenario low carbon 2020", rapporto preparato per Legambiente.
- (9) ISO AWI 15686-9, *Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning – Guide on the Inclusion of Requirements of Service Life Assessment and Service Life Declarations in Product Standards*, Standard developed by ISO/TC59/SC14, International Standardization Organization.
- (10) La metodologia di analisi *Life Cycle Costing* (LCC) riguarda la stima dei costi economici prodotti in tutte le fasi della vita utile dell'opera, ossia costruzione, gestione, manutenzione ed eventuale demolizione/recupero finale. Lo scopo di una analisi LCC è quello di minimizzare la somma di tali costi e garantire così benefici economici al gestore dell'opera.

Bibliografia:

- Bundesministerium für Verkehr, Bau-und-Wohnungswesen, *Guideline for Sustainable Building*, 2001.
- Rapport de Recherche Série sur les technologies du bâtiment, *La durée de vie utile des matériaux et équipements techniques des édifices résidentiels de moyenne et grande hauteur*, a cura di Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), 2000.
- *Durabilité comparée de la construction à ossature bois et de la maçonnerie – Étude bibliographique des avis d'experts*, Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction CTMNC, 2008.
- prEN 15804, *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*.
- BMI, *Life expectancies of building components, surveyors' experiences of buildings in use, a practical guide*, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2001.
- INIES, www.inies.fr.

Tratto da: "Costruire in Laterizio" n. 143, settembre/ottobre 2011.

DATA	15 Settembre 2023
AUTORI	Elisabetta Palumbo, Caterina Gargari
RIFERIMENTO	Newsletter numero 152
