

Andrea Campioli, Massimo Lauria,
Adriano Magliocco, Lia Marchi
(a cura di)

Better Policy

**Strategie, strumenti e linee guida
per LCA, decarbonizzazione, circolarità
e smartness nel settore delle costruzioni**



Ricerche di tecnologia dell'architettura

FrancoAngeli



RICERCHE DI TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

diretta da Jacopo Gaspari (Università di Bologna)

Comitato scientifico:

Laura Aelenei (LNEG), Alessandra Battisti (Sapienza Università di Roma),
Andrea Campioli (Politecnico di Milano), Pietromaria Davoli (Università di Ferrara),
Gareth Doherty (Harvard University), Stephen Emmitt (University of Bath),
Maria Luisa Germanà (Università di Palermo), Antonin Lupisek (Czech Technical
University in Prague), Antonello Monsù Scolaro (Università di Sassari),
Francesco Pilla (University College Dublin), Rosa Schiano-Phan (University
of Westminster), Antonella Violano (Università della Campania Luigi Vanvitelli).

La storica collana *Ricerche di Tecnologia dell'architettura* ha avuto, fin dalle origini, il desiderio di rappresentare la disciplina della tecnologia dell'architettura nelle sue diverse forme di relazione con il progetto di architettura, la trasformazione dell'ambiente costruito e gli operatori del settore edilizio. Nel corso dei decenni, ha pubblicato volumi che hanno descritto le traiettorie di innovazione e i cambiamenti culturali nel settore dell'edilizia, contribuendo a mantenere aggiornato l'ambito disciplinare.

Ricerche di Tecnologia dell'architettura raccoglie gli esiti di progetti di ricerca nazionali e internazionali, studi e ricerche sperimentali, tesi di dottorato di ricerca riguardanti teorie e metodi inerenti materiali e sistemi costruttivi, architettura sostenibile e riqualificazione, efficienza energetica e transizione a emissioni zero, approcci di economia circolare nel settore delle costruzioni.

Oltre al riconosciuto valore scientifico e accademico, la collana costituisce un apprezzato strumento di supporto nel campo dell'architettura e dell'ingegneria con spunti operativi per la professione, distinguendosi per il suo impegno nel descrivere la continua evoluzione della Tecnologia dell'architettura e dei suoi confini che, nel corso del tempo, si sono estesi per ricomprendere interessi di ricerca contigui, tra cui tecnologie digitali, modelli e processi avanzati, concept e servizi di progettazione innovativi in una prospettiva più ampia, orientata a dare risposte alle sfide future e agli impatti del cambiamento climatico sulle città contemporanee.

La collana nasce nel 1974 sotto la direzione di Raffaella Crespi e Guido Nardi. A partire dal 2012 la valutazione delle proposte è stata sottoposta a referaggio da parte di un Comitato scientifico diretto da Giovanni Zannoni, con lo scopo di individuare e selezionare i contributi più interessanti nell'ambito della Tecnologia dell'architettura. Dal 2025 questo incarico viene assunto da Jacopo Gaspari, ampliando gli ambiti di interesse alle discipline di confine della materia. I numerosi volumi pubblicati in questi anni delineano un efficace panorama dello stato e dell'evoluzione della ricerca nel settore della Tecnologia dell'architettura con alcuni testi che sono diventati delle basi fondative della disciplina.

A partire dal numero 87 della collana i volumi sono sottoposti a referaggio.



Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma **FrancoAngeli Open Access** (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli massimizza la visibilità, favorisce facilità di ricerca per l'utente e possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più: [Pubblica con noi](#)

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "[Informatemi](#)" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Andrea Campioli, Massimo Lauria,
Adriano Magliocco, Lia Marchi
(a cura di)

Better Policy

**Strategie, strumenti e linee guida
per LCA, decarbonizzazione, circolarità
e smartness nel settore delle costruzioni**

Ricerche di tecnologia dell'architettura

FrancoAngeli 

Questa pubblicazione è un prodotto del progetto di ricerca *Better Policy | Linee guida e protocolli per la gestione dei processi guidati dalle Pubbliche Amministrazioni nel settore delle costruzioni in Italia, 2024-2025*, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU – PNRR – M4C2 – Investimenti 1.1. “Progetti di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN)”.

Il programma di ricerca ha coinvolto quattro Unità Operative (U.O.), ovvero l'Università degli Studi di Genova (con *Principal Investigator* di progetto e *Associated Investigator* di sede il Prof. Adriano Magliocco), l'Università degli Studi di Bologna (con *Substitute Principal Investigator* di progetto e *Associated Investigator* di sede il Prof. Jacopo Gaspari), l'Università degli Studi “Mediterranea” di Reggio Calabria (con *Associated Investigator* di sede il Prof. Massimo Lauria) e il Politecnico di Milano (con *Associated Investigator* di sede il Prof. Andrea Campioli).

Ciascuna U.O. è composta dai seguenti gruppi di lavoro: Adriano Magliocco, Maria Canepa e Margherita Pongiglione (Università degli Studi di Genova), Jacopo Gaspari, Ernesto Antonini e Lia Marchi (Università degli Studi di Bologna), Massimo Lauria, Maria Azzalin, Francesca Giglio, Giovanna Maria La Face (Università degli Studi “Mediterranea” di Reggio Calabria) e Andrea Campioli, Monica Lavagna, Ilaria Oberti, Anna Dalla Valle, Serena Giorgi e Davide Tirelli (Politecnico di Milano).

La collana adotta il sistema di revisione double-blind peer-review, pertanto tutti i contributi del volume sono stati soggetti a revisione da parte di esperti del tema.

Ogni autore è responsabile dei contenuti, dei dati, delle figure e delle immagini inclusi nel proprio capitolo. L'editore non si assume alcuna responsabilità per eventuali usi impropri o comportamenti scorretti.

Isbn e-book Open Access: 9788835183877

Copyright © 2026 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Pubblicato con licenza *Creative Commons*
Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale
(CC-BY-NC-ND 4.0).

Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni
della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Indice

Introduzione	pag.	9
1. LCA nel settore edilizio: il ruolo delle PA , di <i>Andrea Campioli, Monica Lavagna e Ilaria Oberti</i>	»	13
1.1. Metodologia LCA nelle policy del settore edilizio	»	13
1.2. Integrazione nella pianificazione e negli appalti pubblici	»	19
1.3. Principi di <i>change management</i> per le PA	»	24
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	29
2. Metodologia LCA: verso un'integrazione operativa nelle policy italiane , di <i>Davide Tirelli, Anna Dalla Valle e Serena Giorgi</i>	»	31
2.1. Dalla teoria alla pratica: valutazione LCA per le Pubbliche Amministrazioni	»	31
2.2. LCA nelle PA: specifiche metodologiche e strumenti di supporto	»	36
2.3. <i>Benchmark</i> e valori limite LCA: <i>best practices</i> nel contesto europeo	»	45
2.4. La costruzione di <i>benchmark</i> e valori limite LCA per il settore edilizio: il quadro europeo	»	49
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	52
3. La decarbonizzazione nel processo edilizio , di <i>Maria Canepa</i>	»	56
3.1. La riduzione delle emissioni di CO ₂ come obiettivo delle politiche insediative	»	57
3.2. <i>Operational carbon</i> vs <i>embodied carbon</i>	»	60
3.3. L'integrazione dei criteri di decarbonizzazione nelle strategie di progettazione e costruzione	»	63
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	68

4. Indicatori e strumenti di valutazione per la decarbonizzazione , di <i>Adriano Magliocco</i>	pag.	71
4.1. Indicatori per la valutazione dell'impronta di carbonio	»	71
4.2. Approccio alla quantificazione del carbonio incorporato	»	75
4.3. Sfide per la decarbonizzazione in ambito urbano	»	82
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	88
5. Green and Digital Transformation: la smartness per la sostenibilità nel ciclo di vita , di <i>Massimo Lauria, Maria Azzalin, Francesca Giglio e Giovanna Maria La Face</i>	»	90
5.1. Quadro europeo per la trasformazione <i>green and digital</i> nel settore delle costruzioni	»	90
5.2. Sostenibilità energetico-ambientale e <i>smartness</i> degli edifici	»	94
5.3. Policy delle Pubbliche Amministrazioni: indirizzi normativi e barriere	»	98
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	105
6. Smart Readiness Indicator e processi decisionali pubblici green and digital , di <i>Massimo Lauria, Maria Azzalin, Francesca Giglio e Giovanna Maria La Face</i>	»	108
6.1. <i>Smart Readiness Indicator</i>	»	108
6.2. Integrazione dello SRI nelle policy nazionali	»	114
6.3. Metriche, <i>benchmark</i> , linee guida	»	121
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	126
7. Applicazione dei principi di circolarità negli strumenti delle Pubbliche Amministrazioni , di <i>Lia Marchi, Ernesto Antonini, Jacopo Gaspari</i>	»	129
7.1. Panoramica del quadro strategico, normativo e legislativo sulla circolarità nel settore delle costruzioni	»	129
7.2. Strategie circolari per il settore delle costruzioni	»	135
7.3. Strumenti per il calcolo della circolarità dei materiali e dei componenti edilizi	»	139
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	144
8. Criteri e indicatori per la circolarità , di <i>Lia Marchi</i>	»	148
8.1. Criteri e metriche di circolarità per il recupero e il riutilizzo dei materiali nelle costruzioni	»	150

8.2 Criteri e metriche di circolarità per la durabilità, disassemblabilità, adattabilità nelle costruzioni	pag.	152
8.3. Casi studio e buone pratiche di economia circolare per i bandi pubblici	»	156
<i>Riferimenti bibliografici</i>	»	165
Linee Guida Integrate	»	169
Gli Autori	»	219

8. Criteri e indicatori per la circolarità

di Lia Marchi¹

¹ Università di Bologna, Dipartimento di Architettura, Bologna, Italia

L'approccio settoriale, a "silos", è considerato uno dei principali ostacoli all'implementazione sistematica dell'economia circolare nel settore delle costruzioni, poiché è in contrasto con la natura stessa della circolarità, che è trasversale rispetto alle discipline, alle scale e ai livelli di attuazione. Perciò, quando si parla di valutazione della prestazione di circolarità di un prodotto, un edificio o un processo, è sempre importante considerare le interazioni multiscalarì e transdisciplinari potenzialmente coinvolte. Misurare la "circolarità" oggi non significa solamente stimare la quantità di materiale proveniente da scarti di produzione e/o da operazioni di costruzione o demolizione che esso incorpora. Significa doversi confrontare con il ciclo di vita di un prodotto/manufatto nella sua interezza, e quindi considerare anche prestazioni quali la durabilità dei materiali, la facilità di mantenere, riparare e/o sostituire parzialmente un componente, la flessibilità dello spazio rispetto a usi diversi, la possibilità di riprocessare un materiale all'interno di altre filiere di produzione, per altri usi, e l'adattabilità di un prodotto o una intera costruzione al mutare del quadro esigenziale.

Occorre perciò una premessa fondamentale rispetto alla circolarità in edilizia, osservando come la complessità delle costruzioni richieda di assumere per materiali e componenti range di vita utili diversi a seconda della funzione che i singoli elementi svolgono nell'edificio. Non è possibile assumere che un telaio in cemento armato debba avere le stesse prestazioni di circolarità (durabilità, disassemblabilità, ecc.) di una partizione in cartongesso. È necessario distinguere i requisiti e le prestazioni di circolarità in base alla vita utile prevista dell'unità tecnologica o del sistema edilizio di cui essa fa parte (UNI 8290: Edilizia Residenziale. Sistema Tecnologico. Classificazione e Terminologia, 1981). In particolare, il potenziale di circolarità degli elementi dei sistemi edilizi a cui è richiesta maggiore adattabilità nel tempo (ad es. impianti, partizioni) dovrebbe essere ponderato in modo diverso rispetto a quello degli elementi più permanenti (ad es. strutture), che incidono sulla fase post-uso solo nel lungo periodo e con un "ricambio" limitato, come mostrato in Figura 8.1.

Questa distinzione è già integrata nei due strumenti più avanzati oggi disponibili a livello europeo per la valutazione della circolarità – Level(s) (European Commission, 2021) e DGNB (DGNB, 2024) – mentre non è ancora diffusa nelle misure di valutazione messe a punto dalle Pubbliche Amministrazioni italiane.

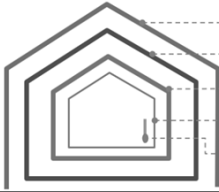
		Housing	Offices
	Envelope	± 50 years	± 50 years
	Structure	± 100 years	± 100 years
	Partition	± 30 years	± 6 years
	Systems	± 20 years	± 5 years
	Finishing & Furniture	± 20 years	months to years

Figura 8.1 – Elementi permanenti e flessibili a seconda della funzione.
Fonte: Elaborazione degli autori basata su DGNB e Level(s) EU.

Secondo un’inchiesta condotta dalla Commissione Europea coinvolgendo oltre 300 figure chiave del mercato delle costruzioni (Brincat *et al.*, 2023), i principali driver e barriere alla diffusione di pratiche circolari nel settore, nonché alla loro valutazione, sono:

- | | |
|----------|---|
| Barriere | • Difficile interoperabilità dei dati per mancanza di standard sui formati |
| | • Difficile tracciabilità dei prodotti, dai flussi dei materiali costituenti fin dalla loro origine |
| | • Difficile reperimento dei dati su materiali e componenti |
| | • Armonizzazione dei dati su processi e materiali |
| | • Investimenti/facilità di accesso a incentivi o premialità fiscali |
| Driver | • Definizione di obiettivi prestazionali di circolarità nei regolamenti |
| | • Obbligo di raccolta e condivisione dei dati sancito per legge |

Lo stesso studio ha chiesto agli intervistati di indicare quali fossero gli indicatori più rilevanti nella definizione dei criteri di valutazione delle prestazioni di circolarità. Oltre alla disponibilità dei dati, tra i requisiti più citati figurano la facilità di misurazione e la presenza di strumenti e procedure standardizzate per il calcolo. L’analisi che segue illustra i criteri e gli indicatori impiegati nei principali strumenti di valutazione attualmente in uso – dai *Green Building Rating Systems* agli strumenti sviluppati dalle Pubbliche Amministrazioni italiane (UNI PdR 13 e CAM Edilizia – versione Decreto del 5 agosto 2024, come già anticipato nel capitolo precedente) – approfondendone le caratteristiche, nonché i potenziali driver e le barriere al loro utilizzo, assumendo l’ottica degli stakeholder sopra citati.

8.1. Criteri e metriche di circolarità per il recupero e il riutilizzo dei materiali nelle costruzioni

Gli strumenti oggi disponibili includono già una lista estesa e strutturata di criteri e indicatori finalizzati al riutilizzo sistematico delle risorse provenienti dai circuiti per la valorizzazione dei residui, originati sia dal settore, sia da altri processi, che possono essere reintrodotti nella filiera delle costruzioni. Ciò riguarda le scelte strategiche volte a limitare gli impatti “attuali” (fasi pre-uso), perlopiù trattate affrontando tematiche quali la quantità e le caratteristiche dei materiali riciclati contenuti nei prodotti scelti, così come le modalità di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

8.1.1. Materiali riciclati

Lo scopo dei criteri e degli indicatori inclusi in questa categoria è di determinare la percentuale di materiali e componenti utilizzati nell’edificio, realizzati con materiale riciclato o componenti riutilizzati, come si evince dalla Tabella 8.2. L’implementazione delle pratiche connesse a tali criteri beneficia di strumenti di calcolo LCA integrati a software BIM, di database – tanto *open source* che soggetti a licenza, alimentati dal mercato dei produttori, nonché di informazioni standardizzate tramite certificazioni di prodotto e dichiarazioni ambientali (EPD).

La valutazione in genere si avvale di una dettagliata distinta dei materiali previsti nel progetto, sia esso di nuova costruzione o riqualificazione/ristrutturazione, il calcolo del cui impatto ambientale si limita alle fasi A1-A3 del ciclo di vita.

Tabella 8.2 – Selezione di criteri e indicatori su materiali riciclati.

Sistema	Criterio	Metodo di calcolo e/o indicatore
DGNB	ENV1.1 Valutazione LCA	Metodo: utilizzo del navigatore DGNB per selezionare gli EPD dei prodotti.
Level(s) EU	2.1 Distinta materiali e vita utile (<i>Bill of Quantities, Materials and Lifespans</i>)	Peso e costo dei materiali utilizzati, divisi per classi di unità tecnologiche (kg; €) come informazioni da inserire nella Distinta LCA (BoQ – <i>Bill of Quantities</i>).
UNI PdR/13	B.3.4 Materiali riciclati	Peso dei materiali recuperati/con contenuto riciclato o sottoprodotti rispetto al totale (%)

CAM	2.4.1.2 Materiali riciclati	Peso dei materiali recuperati/con contenuto riciclato rispetto al totale (>15 %; >5% materiali non strutturali)
	2.4.2.1-9 Specifiche per diversi materiali	

8.1.2. Gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione

La finalità dei criteri afferenti questa categoria è di migliorare la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, riducendo al minimo le frazioni da smaltire e destinandoli invece per quanto possibile a processi di recupero/riciclaggio (si veda la Tabella 8.3). Sebbene il tema non sia nuovo né nella letteratura né nell'apparato legislativo, e nonostante il settore registri quote significative di materiali avviati a processi circolari (Scolaro *et al.*, 2021), molti strumenti si limitano a richiedere la verifica delle quantità di rifiuti coinvolti, senza considerare le difficoltà operative e i costi aggiuntivi che alcune pratiche possono comportare per gli operatori economici.

Tabella 8.3 – Selezione di criteri e indicatori su gestione di rifiuti da C&D.

Sistema	Criterio	Metodo di calcolo e/o indicatore
DGNB	ENV1-R & TEC2-R Flussi di materiali	Metodo: utilizzo di software di analisi LCA
Level(s) EU	2.2 Materiali e rifiuti da costruzione e demolizione (<i>Construction & Demolition Waste and Materials</i>)	Stima dei mancati costi di consegna in discarica (€) Peso dei rifiuti generati divisi per tipo di trattamento (kg)
UNI PdR/13	C.3.3 Riuso di terre da scavo	Volume di terre da scavo riutilizzate in sito sul totale (%)
CAM	2.5.1 Demolizioni e rimozione dei materiali	Peso dei rifiuti da C&D da avviare a processi di recupero/riciclo (>70%)
	2.5.2 Materiali usati nel cantiere	Volume di terre da scavo riutilizzate in sito sul totale (%)
	2.5.5 Scavi e rinterri	

8.1.3. Barriere e driver all'implementazione

Gli strumenti di valutazione analizzati, e in particolare quelli nazionali, nel complesso affrontano il tema mediante indicatori quantitativi e *benchmark* di riferimento chiari e condivisi. Tuttavia, emerge una certa disparità

nel trattamento di diversi materiali e relative fasi del processo edilizio, in quanto spesso l'attenzione risulta concentrata su alcune categorie di materiali (ad es. calcestruzzo per strutture, materiali isolanti), senza considerarne gli impatti all'interno di una visione relazionata alla vita utile delle classi di unità tecnologiche associate alle diverse frazioni di materiali.

A tal proposito, l'**azione 5.3** delle Linee Guida allegate propone dunque il miglioramento delle metriche esistenti tramite l'impostazione di "requisiti e premialità per progetti migliorativi in fase di pre-uso", associando limiti più stringenti rispetto agli attuali CAM per le fasi di pre-uso (contenuto in riciclato, uso efficiente dei materiali) e definendo criteri premiali per offerte migliorative. Ciò deve necessariamente associarsi alla diffusione e all'utilizzo di indicatori e procedure di valutazione più semplici per la circolarità, basate su stime più rapide e armonizzate tra le diverse tematiche.

8.2. Criteri e metriche di circolarità per la durabilità, disassemblabilità, adattabilità nelle costruzioni

Gli strumenti oggi disponibili contengono un numero limitato di criteri e indicatori finalizzati a migliorare la gestione delle risorse che l'intervento può rendere disponibili per reintegrarle nei processi di riuso, riciclo, recupero dei materiali, limitando così gli impatti "futuri" della costruzione (fasi post-utilizzo). Ciò riguarda sia le pratiche progettuali finalizzate a rendere gli spazi più flessibili (anche nel breve periodo) e adattabili a nuovi usi, sia la scelta di materiali e componenti che possano essere facilmente recuperati al termine del loro ciclo di impegno e avviati a processi di riuso o riciclo. Seppur non direttamente connesso a un'azione di recupero, in questa categoria di pratiche entra in campo anche la durabilità dei materiali, come strategia che consente un minor ricorso a nuove risorse in tempi brevi.

Per quanto gli strumenti mappati includano disposizioni e prescrizioni anche rispetto a questa seconda categoria, le metriche utilizzate risultano ancora poco stringenti e labili nelle modalità di verifica.

8.2.1. Flessibilità e adattabilità di spazi e sistemi

Le metriche utilizzate per la valutazione delle prestazioni di flessibilità e adattabilità generalmente considerano la quantità di spazio destinabile a funzioni diverse nell'arco della stessa giornata o in periodi più lunghi (ad es. annuali, in edifici con variazioni stagionali delle funzioni, come le scuole), o la facilità con la quale una partizione o un componente di involucro

possono essere spostati e/o rimossi ed eventualmente riutilizzati. Su questo specifico tema, gli strumenti italiani risultano estremamente vaghi nelle metriche e modalità di verifica delle stesse, come mostrato nella Tabella 8.4.

Tabella 8.4 – Selezione di criteri e indicatori su flessibilità e adattabilità.

Sistema	Criterio	Metodo di calcolo e/o indicatore
DGNB	ECO2.1 Flessibilità e adattabilità	1.1. Efficienza spaziale: superficie utilizzabile rispetto a superficie lorda di pavimento (%) 1.2. Aree multifunzione: possibilità di utilizzare un’area dell’edificio per più funzioni 2. Modularità dei sistemi di facciata 3. Profondità dell’edificio 4. Flussi e accesso verticale: rapporto tra la superficie lorda di pavimento e il numero di nuclei di accesso all’edificio, per piano 5. Flessibilità della pianta 6. Flessibilità della struttura 7. Flessibilità dei servizi tecnici dell’edificio
	2.3 Progettazione per adattabilità e riqualificazione EU (<i>Design for adaptability and renovation</i>)	1. Adattabilità degli spazi distributivi (in m) 2. Adattabilità degli impianti tecnici dell’edificio (livelli predefiniti) 3. Adattabilità dei sistemi di facciata e della struttura portante dell’edificio (livelli e dimensioni predefinite per classi di unità tecnologiche)
UNI PdR/13	B.3.7 Adattabilità a usi futuri (solo per uffici)	Il credito fa riferimento all’indicatore 2.3 di Level(s) per le modalità di calcolo
CAM	2.3.7 Fine vita	Consegna di un piano per la disassemblabilità e demolizione selettiva a fine vita

8.2.2. Durabilità e disassemblabilità di componenti e materiali

Le metriche utilizzate per la valutazione delle prestazioni di durabilità e disassemblabilità generalmente considerano la percentuale di materiali e componenti utilizzati nell’edificio che corrispondono a un livello minimo di disassemblabilità o che, a seguito di una decostruzione selettiva, possono essere riciclati/riutilizzati. Su questo specifico tema, gli strumenti italiani risultano estremamente vaghi nelle metriche e modalità di verifica delle stesse, e lacunosi rispetto alla durabilità dei componenti come concetto intrinsecamente connesso alla circolarità delle risorse (si veda la Tabella 8.5).

Tabella 8.5 – Selezione di criteri e indicatori su durabilità e disassemblabilità.

Sistema	Criterio	Metodo di calcolo e/o indicatore
DGNB	TEC1.6 Facilità di recupero e riciclaggio dei materiali	1.1 Selezione di materiali da costruzione facili da riciclare (%) 2.1 Struttura dell'edificio recuperabile (%) 3.1 Stima delle quantità soggette a recupero, conversione e riciclo – progettazione preliminare (%) 3.2 Stima delle quantità soggette a recupero, conversione e riciclo – progettazione esecutiva (%)
Level(s) EU	2.4 Progettazione per decostruzione, riuso e riciclo (<i>Design for deconstruction, reuse and recycling</i>)	Punteggio di circolarità (kg) Punteggio di circolarità (€)
UNI PdR/13	B.3.6 Facilità di disassemblaggio	Peso dei materiali facilmente smontabili su peso totale dei materiali (%)
CAM	2.4.1.1 Disassemblabilità	Peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, esclusi i fissaggi, che si prevede di sottoporre a demolizione selettiva a fine vita e di rendere riciclabili o riutilizzabili/ peso totale dei materiali >50 % (>15% materiali non strutturali)

8.2.3. Barriere e driver all'implementazione

Quando si tratta di valutare quanto un edificio è facile da smontare, recuperare nei suoi componenti e/o realizzato con materiali che nel futuro potranno essere facilmente riciclati o altrimenti recuperati, le metriche di valutazione diventano meno chiare e più soggettive rispetto a quelle presentate nella sezione precedente. Ne emerge un quadro complesso, caratterizzato da indicatori frammentati e metriche di valutazione della circolarità di un progetto la cui applicazione è spesso non vincolante. Rendere le valutazioni il più possibile oggettive e confrontabili risulta più semplice per le fasi di pre-uso (ad es. contenuto riciclato tratto dalle EPD; registri e formulari di trasporto dei rifiuti), più complesso per i criteri relativi alle fasi post-uso, per i quali esistono solo procedure di calcolo di iniziativa privata (ad es. quelle fornite da BREEAM o DGNB).

Ciò risulta particolarmente evidente nei CAM, dove, ad esempio, per il criterio 2.3.7 – Fine vita, il metodo di verifica si limita a prescrivere che “il

progettista deve redigere il piano di disassemblaggio e demolizione selettiva”, senza stabilire parametri di riferimento chiari, soglie o indicatori specifici. Malgrado siano state definite e pubblicate a tal fine norme tecniche dedicate, come la ISO 20887 – *Sustainability in buildings and civil engineering works, Design for disassembly and adaptability* (International Standard, 2020), esse non hanno ancora trovato un riscontro concreto e diretto nel quadro nazionale. In questa prospettiva, l'**azione 2.7** delle Linee Guida propone la definizione di norme tecniche dedicate alla valutazione di disassemblabilità/durabilità. L'intento è quello di superare gli attuali ostacoli normativi che le imprese si trovano ad affrontare per caratterizzare i propri prodotti, consentendo così di renderli comparabili con gli analoghi più diffusi sul mercato, quindi competitivi. Ciò risulta particolarmente evidente nei CAM, dove, ad esempio, per il criterio 2.3.7 – Fine vita, il metodo di verifica si limita a prescrivere che “il progettista deve redigere il piano di disassemblaggio e demolizione selettiva”, senza stabilire parametri di riferimento chiari, soglie o indicatori specifici. Malgrado siano state definite e pubblicate a tal fine norme tecniche dedicate, come la ISO 20887 – *Sustainability in buildings and civil engineering works, Design for disassembly and adaptability* (International Standard, 2020), esse non hanno ancora trovato un riscontro concreto e diretto nel quadro nazionale.

In questa prospettiva, l'**azione 2.7** delle Linee Guida propone la definizione di norme tecniche dedicate alla valutazione di disassemblabilità/durabilità. L'intento è quello di superare gli attuali ostacoli normativi che le imprese si trovano ad affrontare per caratterizzare i propri prodotti, consentendo così di renderli comparabili con gli analoghi più diffusi sul mercato, quindi competitivi. Ciò faciliterebbe anche la valutazione delle prestazioni in fase di progettazione ed esecuzione, ricorrendo a indicatori semplificati e armonizzati per le quattro tematiche che tipicamente riguardano la circolarità, appoggiandosi a norme tecniche strutturate e condivise. Per superare le attuali difficoltà di progettisti e operatori registrate sia negli studi pregressi che nelle interviste condotte nell'ambito di questo progetto, risulta cruciale disporre di indicatori facili da calcolare, che utilizzano dati di agevole determinazione – come la percentuale di materiale conforme al criterio sul totale dei materiali utilizzati (in kg o t) – e che prevedano la possibilità di integrare la valutazione attraverso un sistema di punteggio. Un approccio complementare, considerato promettente, è quello proposto dal protocollo tedesco DGNB, che, sulla stessa base, assegna punteggi aggiuntivi ai crediti “trasversali”. Tali crediti sono identificati come quelli che, pur essendo destinati alla valutazione di altri aspetti, contribuiscono indirettamente a migliorare il livello di circolarità del progetto o del processo valutato.

Parimenti, emerge l'importanza di lavorare sulla formazione degli operatori economici del settore in tema di circolarità, in particolare tramite iniziative come quelle definite nell'**azione 1.3** delle Linee Guida, prevedendo percorsi di certificazione/qualificazione che portino alla progressiva diffusione di adeguate conoscenze e buone pratiche, per esempio di demolizione selettiva, non solo fra gli operatori specializzati, ma presso tutti i professionisti che a vario titolo incidono sulle scelte e sulla efficacia delle azioni messe in campo per limitare gli impatti del settore delle costruzioni.

8.3. Casi studio e buone pratiche di economia circolare per i bandi pubblici

La letteratura e il panorama internazionale del mercato delle costruzioni ormai presentano un buon numero di pratiche e casi di successo da prendere a riferimento per avanzare verso gli obiettivi di circolarità anche a livello nazionale. Questi spaziano dalla formazione dei tecnici e degli operatori, a modifiche da apportare all'apparato normativo, dallo sviluppo di strumenti digitali, alla definizione di azioni e pratiche da implementare nel processo edilizio, a diverse scale.

8.3.1. Formazione

Nonostante la mancanza di consapevolezza e conoscenze specifiche sui temi dell'economia circolare applicata alle costruzioni sia spesso citata come una barriera alla sua diffusione, tra le pubbliche amministrazioni del panorama internazionale non sono state identificate iniziative di successo finalizzate alla formazione degli operatori. Sarebbe invece utile definire programmi efficaci e adattati alle diverse figure coinvolte (progettisti, costruttori, installatori), per sensibilizzare tutti gli operatori del processo all'utilizzo di pratiche e materiali che perseguano principi di economia circolare. In questa prospettiva, l'**azione 1.3** delle Linee Guida suggerisce l'attivazione di percorsi di certificazione e/o qualificazione degli operatori economici sui temi della circolarità, gestiti a scala nazionale e/o regionale. In particolare, si raccomanda di attivare – oltre ad iniziative di sensibilizzazione – anche specifici percorsi di formazione dei soggetti che si occupano delle operazioni di demolizione e gestione dei rifiuti da C&D in cantiere, con la possibilità di ottenere certificazioni e/o qualifiche dedicate, che consentano loro di distinguersi in fase di gara, con l'effetto di alimentare

dinamiche di mercato che favoriscano i soggetti più qualificati ad occuparsi di economia circolare. Sebbene non siano state reperite buone pratiche specifiche a questo proposito, in alcuni ambiti delle costruzioni si registrano sperimentazioni di successo. È il caso della filiera del serramento, dove le norme UNI 11673:2019 – 3 e UNI 10818:2023 (UNI 11673 Posa in Opera Di Serramenti, 2019; UNI 10818 Finestre, Portefinestre, Porte Pedonali e Chiusure Oscuranti – Ruoli, Responsabilità nel Processo Di Fornitura in Opera, 2023) prescrivono che gli installatori possano eseguire determinate operazioni solo se in possesso di una qualifica adeguata: di livello 4 dell’*European Quality Framework* (EQF4) per l’installatore caposquadra che progetta e sovrintende all’esecuzione della posa, o almeno di livello EQF3 per gli addetti all’esecuzione del giunto primario.

Molteplici risorse e strumenti sono oggi reperibili in letteratura e disponibili sul mercato per la formazione degli operatori e la diffusione della consapevolezza sui temi dell’economia circolare nel settore delle costruzioni, ma la loro implementazione è ancora molto spesso su base volontaria. Così avviene, ad esempio, per le procedure di autovalutazione/guida alla transizione raccolte nella Piattaforma europea per l’economia circolare (European Commission, n.d.): sia quelle applicabili a scala urbana, sia quelle destinate ai processi gestiti dalle singole aziende. Al primo gruppo appartiene la guida prodotta dal Circular City Centre in collaborazione con la Banca Europea degli Investimenti, che offre un quadro di riferimento per l’implementazione di soluzioni circolari negli ambienti costruiti, affrontando ruoli e compiti di tutte le parti coinvolte e fornendo una lista di raccomandazioni e azioni puntuali per favorire il cambiamento (Circular City Centre – C3, 2024). Sono invece destinati alle aziende strumenti quali la *Circular Business Development Canvas*, pensata per aiutare i produttori a incorporare i principi dell’economia circolare nei propri processi e prodotti tramite un approccio strutturato, promuovendo al contempo un modello di business “rigenerativo” vantaggioso per l’ambiente e capace anche di generare valore economico e impatto sociale positivo per la collettività (Lundqvist, 2025).

Questi strumenti, insieme ai molti altri disponibili sulla Piattaforma europea, costituiscono risorse preziose per diffondere la consapevolezza dei benefici (nonché dell’urgenza) di cambiare sia il modo in cui progettiamo (o riprogettiamo) la trasformazione dell’ambiente costruito, sia le dinamiche di mercato che alimentano e regolano queste trasformazioni. Da quanto osservato nel panorama nazionale, molto raramente la formazione e il supporto guidato alla transizione circolare vengono oggi integrati strutturalmente nei programmi delle pubbliche amministrazioni, né tantomeno resi cogenti.

8.3.2. Modifiche all'apparato normativo

La rigidità e/o le inadeguatezze dell'apparato normativo attuale sono spesso menzionate in letteratura tra le principali barriere alla diffusione di pratiche di economia circolare nelle costruzioni. Ad esempio, la mancanza di standard dedicati ai prodotti circolari, o di etichette e certificazioni che permettano di riconoscerli e distinguerli sul mercato è uno dei problemi individuati da diverse fonti come critici. Su questo tema si è focalizzato il Ministero dell'Economia del Lussemburgo con il *Product Circularity Data Sheet*: l'iniziativa mira a creare uno standard industriale per raccogliere e condividere dati regolamentati sulla circolarità dei prodotti, tramite un modello di dati riconosciuto a livello internazionale e verificato tramite audit (Product Circularity Data Sheets, 2020) che si propone di ovviare alla difficoltà di accesso a dati affidabili, ostacolata da segreti commerciali e dalla mancanza di standard di rendicontazione.

Con analoghe finalità, l'**azione 2.7** delle Linee Guida suggerisce l'organizzazione di tavoli di lavoro finalizzati alla definizione di norme tecniche per la classificazione e la verifica dei componenti edilizi "innovativi" in tema di circolarità, puntando così a superare gli attuali ostacoli normativi e di mercato che le imprese si trovano ad affrontare per caratterizzare i propri prodotti e favorirne la diffusione sul mercato. Per implementare questa azione, alcune norme tecniche già vigenti possono essere prese a riferimento. Tra esse, la UNI 11156:2006 – Valutazione della durabilità dei componenti edilizi, e la ISO-20887:2020 – *Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance*, utilizzabili per la valutazione e classificazione di diverse prestazioni di circolarità, tra cui "disassemblabilità", "adattabilità", "riparabilità".

Nella formulazione delle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (in inglese: EPD) è oggi imprescindibile fare riferimento anche alle fasi C e D del ciclo di vita, così come proposto per il *Product Circularity Data Sheet* citato sopra. Gli standard disponibili oggi per la formulazione di EPD, infatti, essendo limitati solo alle fasi iniziali del ciclo di vita, non consentono di riportare in maniera strutturata e comparabile molte informazioni rilevanti per le prestazioni di circolarità, come il potenziale "circolare" rispetto all'origine del materiale, il potenziale di smantellamento/disassemblabilità, la durabilità e il/i processo/i cui sarà avviato a fine vita (Vergés *et al.*, 2026), rendendo di fatto molto difficile per le aziende riportare anche le fasi C e D all'interno delle valutazioni LCA.

8.3.3. Strumenti

Tra le buone pratiche legate agli strumenti di supporto alla progettazione, costruzione e gestione dei processi edilizi in ottica circolare, risultano particolarmente utili e promettenti quelle che mirano a colmare le lacune conoscitive degli operatori, intervenendo, ad esempio, su prezziari e dataset di prodotti. Tali strumenti non solo contribuiscono a diffondere la consapevolezza, tra progettisti, costruttori e committenti, riguardo alla disponibilità e ai benefici dei prodotti con potenziale “circolare”, ma permettono anche di incidere sulle dinamiche evolutive del mercato, favorendo il passaggio di tali prodotti da soluzioni di nicchia alla penetrazione su più vasta scala. Questo processo avviene non soltanto in risposta a obblighi normativi, ma anche grazie alla crescita della domanda e alla maggiore sensibilità verso modelli edilizi sostenibili.

L’**azione 4.4** delle Linee Guida a tal proposito, promuove la collaborazione tra Stato, Regioni e associazioni di categoria per la definizione e lo sviluppo di un database, o piattaforma digitale aperta ai progettisti e alimentata dai produttori di materiali e componenti per l’edilizia. Prendendo ad esempio alcuni casi internazionali di successo, l’idea è che i produttori possono caricare i propri prodotti e le relative informazioni prestazionali in tale piattaforma, secondo un format predefinito, corredando i dati con EPD e altre certificazioni a supporto delle prestazioni dichiarate in chiave circolare. Oltre al sopracitato *Circularity Dataset Initiative* del Ministero dell’Economia del Lussemburgo, qui tornano utili altre sperimentazioni:

- *Unboxing Carbon* (Figura 8.2): un catalogo di materiali da costruzione, comprensivi di EPD, con interfaccia grafica e un’unità di misura (metri quadri) intenzionalmente scelte per facilitare la comprensione dei progettisti. Al momento si focalizza sull’indicatore GWP, ma potrebbe essere preso ad esempio per sviluppare un catalogo di prodotti “circolari”. Il catalogo, aggiornato al 2024, contiene una lista di materiali da costruzione sia per interni che per esterni, ed è uno dei primi ad accesso libero (Henning Larsen, 2022).
- Altri sono invece accessibili su licenza, come la *Circular Material Library* (Circular Design Co, n.d.) o teorizzati nel corso di sperimentazioni di ricerca, senza essere scaturite in un prodotto disponibile a mercato (Romani *et al.*, 2022). Altri studi hanno portato allo sviluppo di strumenti integrati per generare modelli digitali dei componenti potenzialmente riutilizzabili, come il lavoro di ETH (Zurigo) che ha sviluppato un’interfaccia capace di fornire calcoli dei costi, visualizzazioni delle emissioni di gas serra e strumenti di sintesi, garantendo la correlazione tra i modelli digitali e i materiali fisici (Law *et al.*, 2024).

Fire treated cladding Superwood	Thermo Treated Cladding Freslev	Fire Treated Heatwood Pine Woodify
		
-9.33 kg CO₂e	-8.82 kg CO₂e	-8.80 kg CO₂e
Type: fire impregnated Thickness: 21 mm Density: 436.8 kg/m ³ Lifetime: 60 years Fire rating: B-s2, d0 EPD no: NEPD-6472-5735-EN	Type: NZ Abodo wood cladding Thickness: 20 mm Density: 420 kg/m ³ Lifetime: not listed Fire rating: D-s1, d0 EPD no: MD-20032-EN	Type: fire impregnated cladding Thickness: 19 mm Density: 553 kg/m ³ Lifetime: 60 years Fire rating: B-s1,d0 if on A2-s1,d0 EPD no: NEPD-3299-1942-NO

Figura 8.2 – Esempio di materiali mappati nel database *Unboxing Carbon*.

Fonte: Henning Larsen *Unboxing Carbon*.

- A scala nazionale, si ritrovano esperienze simili, ma ancora una volta nate per rispondere ad esigenze di mercato delle certificazioni di sostenibilità degli edifici (quali il protocollo LEED e BREEAM) e non ancora dedicate, invece, alla valutazione di circolarità dei prodotti. È il caso di *GREENiTOP*, un'organizzazione italiana che mappa i prodotti sostenibili delle aziende italiane, assegnandovi l'etichetta *GiT Product Badge*, che sintetizza le prestazioni ambientali verificabili di un prodotto e identifica i crediti LEED al quale il prodotto può contribuire (*GREENiTOP*, n.d.).
- La necessità di stabilire reti informative e database condivisi sui prodotti circolari si riflette anche nel numero di progetti di ricerca internazionali che sono in corso negli ultimi anni (ad es. H2020 CIRCulT 2019-2023, con quattro dimostratori a scala urbana che coinvolgono l'intera catena di valore della circolarità nelle costruzioni), o il più recente HE CIRC-BOOST 2023-2027, che si sta occupando di sviluppare e diffondere soluzioni digitali e tecniche per la costruzione di banche dati di materiali di recupero, Gemelli Digitali, nonché per la demolizione, la decontaminazione, il riciclaggio e il riutilizzo dei materiali di scarto. A livello nazionale, particolarmente degno di nota a tal proposito è il progetto transfrontaliero *Attention* tra Italia e Austria (Interreg EU), che si propone di stabilire un network di operatori, fornitori di servizi e aziende produttrici per supportare le Piccole e Medie Imprese nell'adozione di pratiche di economia circolare (Eurac, 2024).

Sulla stessa linea si colloca l'**azione 4.5** delle Linee Guida, che prevede l'aggiornamento dei Prezziari regionali per le opere edili, integrandoli con indicazioni relative alla circolarità e alla decarbonizzazione. Come emerso dalle interviste condotte nel corso di questo progetto – che hanno coinvolto pubbliche amministrazioni e progettisti –, questi ultimi incontrano spesso difficoltà nell'inserire nei capitolati d'appalto soluzioni innovative orientate alla sostenibilità e alla circolarità. Ciò accade perché i prezziari regionali di riferimento includono principalmente soluzioni “tradizionali” e, anche quando sono presenti opzioni più avanzate, queste risultano spesso difficili da individuare o distinguere dalle altre. A tal fine, sarebbe utile che ogni regione includesse l'obbligo di distinguere/identificare nei prezziari le soluzioni che rispettino criteri di circolarità pari almeno alle soglie minime dei CAM (ad es. percentuale di riciclato per categoria di materiale, percentuale del componente che può essere disassemblato e riciclato), mediante etichette o codici dedicati. Alcune regioni hanno già avviato questa sperimentazione, come Regione Toscana, che nel 2019 ha introdotto un primo elenco di prodotti CAM, che possono fornire un primissimo aiuto nello sviluppo di una progettazione rispondente a quanto previsto nei decreti ministeriali nelle ipotesi in cui gli stessi devono essere applicati, fornendo ai progettisti un primo strumento operativo di riferimento attraverso il quale poter adempiere al dettato normativo, in funzione delle scelte progettuali attuate (Regione Toscana, 2019). Per facilitare la lettura, i prodotti CAM sono stati inseriti con lo stesso codice di corrispondenza dei prodotti “no CAM”, preceduti dall'acronimo stesso nel loro codice identificativo. Simili azioni possono avvalersi della collaborazione con enti di certificazione, per definire criteri univoci utili anche a determinare il contributo offerto dai prodotti descritti ai fini dell'ottenimento di punteggi premiali secondo i più diffusi sistemi di rating (GBRS), o altrimenti utilizzando certificazioni di prodotto rilasciate da organismi di valutazione della conformità che attestino il contenuto di riciclato dei prodotti attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come *ReMade in Italy*® (ReMade, n.d.).

8.3.4. Indirizzi e azioni per il processo edilizio

Per migliorare le prestazioni di circolarità di un intero edificio e/o di un processo edilizio rispetto alle fasi di pre-uso (**azione 5.3**), la letteratura e il mercato delle costruzioni offrono numerose esperienze di successo, tra le quali:

- L'utilizzo di tecnologie digitali per facilitare le operazioni di cantiere, tra cui quelle che riguardano il riconoscimento dei materiali e la gestione dei

rifiuti da C&D. In particolare, è sempre più diffuso l'utilizzo di scanner LiDAR (*Light Detection and Ranging*) integrati in alcuni modelli di smartphone o tablet, per aiutare anche gli operatori meno esperti a ottenere immagini 3D e dettagli del sito, da utilizzare per il riconoscimento del potenziale di riuso/riciclo dei rifiuti da C&D (*European Digital Innovation Hubs*, 2024).

- Ciò si lega a progetti innovativi legati ad azioni finanziate dal programma *Horizon 2020* della Commissione Europea, finalizzate a migliorare la diffusione delle pratiche circolari nel settore. Tra questi, il progetto BAMB (*Buildings as Material Banks*) propone l'introduzione di strumenti digitali per la mappatura dei rifiuti da C&D con potenziale circolare, per alimentare banche dati dedicate e filiere circolari (BAMB, n.d.). Altri progetti si focalizzano invece sullo sviluppo di materiali con quote di riciclato sempre più consistenti, o l'utilizzo di materiali da nuove filiere di recupero (*New Materials: Reducing Building's Embodied Energy*, n.d.).
- Tali progetti si appoggiano necessariamente a centri e reti di recupero e gestione dei flussi di materiali che sono imprescindibili per l'attuazione concreta e diffusa dell'economia circolare. Alcune esperienze internazionali di successo in questo campo sono quelle di Rotor Deconstruction – un'associazione belga attiva dal 2014 nella demolizione selettiva e recupero di materiali edili e arredi moderni, con un negozio fisico e online (RotorDC, n.d.); Salvo – britannica, una delle prime piattaforme digitali di vendita di prodotti e materiali di recupero da C&D (Salvo, n.d.); *Harvest Map* dello studio Superuse – olandese, un modello per la raccolta dati su base GIS, aperta a qualsiasi utente, per i rifiuti da C&D con potenziale di riuso/riciclo (Superuse Harvest Map, n.d.). Lo stesso modello è stato poi replicato, a livello nazionale, con un tentativo dell'associazione Giacimenti Urbani, dove tuttavia gli annunci dedicati a materiali da costruzione sono ancora oggi molto limitati (Giacimenti Urbani, n.d.).

Per migliorare le prestazioni di circolarità di un edificio e/o processo edilizio rispetto alle fasi di post-uso (**azione 5.4**), alcuni progetti di ricerca ed esperienze in corso offrono spunti di interesse, benché rimangano ancora troppo spesso limitati all'orizzonte della sperimentazione – ad eccezione di poche realtà come quella mostrato in Figura 8.3. Tra queste:

- Un cambio di prospettiva sulla circolarità è quello promosso dall'Università Tecnica di Delft con il progetto *Façade-as-a-service*, in cui vengono affrontati gli aspetti gestionali e le implicazioni finanziarie dei concetti – spesso solo teorizzati – di *design for disassembly and adaptability*, proponendo un nuovo *business model* per l'edilizia, in chiave circolare (Azcárate-Aguerre *et al.*, 2023). La ricerca ha dimostrato che gli attuali modelli finanziari, gestionali e di governance del

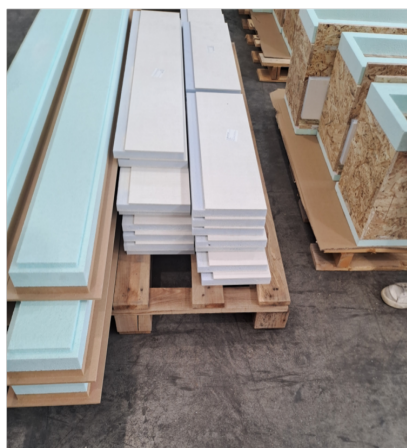


Figura 8.3 – Progettazione circolare già dalle fasi di produzione: l'elemento diagonale utilizzato per irrigidire il modulo abitativo prefabbricato in fase di trasporto sarà utilizzato nei collegamenti verticali dell'edificio.

Fonte: Foto degli autori. Courtesy Marlegno.

mercato delle costruzioni in molti casi non sono adeguati a consentire una efficace applicazione del modello di business *Product as a Service* (PaaS). Il disallineamento fra assetto finanziario e schema gestionale aumenta la complessità, la percezione del rischio e quindi il costo delle alternative PaaS, limitandone l'adozione nonostante il crescente interesse del mercato. Benché applicato a una specifica unità tecnologica, questo studio ha fatto emergere l'esigenza di riorganizzare radicalmente il modo in cui pensiamo, progettiamo, costruiamo e gestiamo gli edifici. Non basta utilizzare materiali con contenuto in riciclato o acquisire i componenti insieme ai servizi necessari per mantenerli in esercizio durante il loro intero ciclo di vita: occorre un cambio di prospettiva fondamentale che induca a considerare gli edifici non unità funzionali finite, ma depositi temporanei materiali. Il che produce effetti dirompenti sull'assetto dei mercati di investimento immobiliare e rischia di pregiudicarne la stabilità (Jayakodi *et al.*, 2024).

- Gli stessi approcci “circolari” alla progettazione necessitano di un cambio di paradigma nei modelli gestionali e di consumo. Tra questi emerge la necessità di attribuire al produttore parte del costo e della responsabilità della gestione del fine vita di un componente (*Extended Producer Responsibility*), come si è sperimentato in alcune prime applicazioni in Olanda e Francia. Nel primo caso, il test ha investito la filiera del vetro piano, i cui i produttori pagano una quota dei costi di recupero dei propri prodotti a fine vita, versandoli ad un operatore unico di coordinamento a livello nazionale, incaricato della gestione del processo (progetto GBA). In Francia, invece, la sperimentazione è estesa all'intero settore edilizio e prevede che ogni operatore economico paghi una quota in base alle previste modalità di gestione dei propri prodotti a fine vita. Le risorse che così si rendono disponibili sono utilizzate per supportare e migliorare il sistema di raccolta di rifiuti da C&D a livello nazionale (progetto PRO Valobat) (Graaf *et al.*, 2024). In materia di EPR, secondo BPIE sono applicabili due modelli: uno prevede che la responsabilità del ciclo di vita del prodotto sia in capo a ciascun produttore (responsabilità individuale), l'altro affida questa responsabilità ad un'organizzazione condivisa (responsabilità collettiva – PRO, *Producer Responsibility Organization*), soluzione che pare preferibile, perché permetterebbe di abbattere parte dei costi e rendere il processo più efficiente. Quando una filiera di recupero è gestita da più PRO, quindi non vi è monopolio, si innescano meccanismi competitivi, che tendono ad abbattere ulteriormente i costi di gestione. In alcuni casi, come quello francese, i PRO sono organizzazioni no-profit previste per legge.

Riferimenti bibliografici

- Azcárate-Aguerre, J. F., den Heijer, A. C., Arkesteijn, M. H., Vergara d'Alençon, L. M., & Klein, T. (2023). *Façades-as-a-Service: Systemic managerial, financial, and governance innovation to enable a circular economy for buildings. Lessons learnt from a full-scale pilot project in the Netherlands*, *Frontiers in Built Environment*, vol 9. Disponibile al link: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1084078>
- BAMB. (n.d.). Disponibile al link: <https://cordis.europa.eu/project/id/642384>
- Brincat, C., de Graaf, I., Vargas, C. L., Mitsios, A., & Neubauer, N. (2023). *Study on measuring the application of circular approaches in the construction industry ecosystem* (European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA), Ed.), European Union. Disponibile al link: <https://doi.org/10.2826/488711>
- Circular City Centre – C3. (2024). *A guide for circularity in the urban built environment*, European Investment Bank. Disponibile al link: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-02/a-guide-for-circularity-in-the-urban-built-environment.pdf>
- Circular Design Co. (n.d.). *Circular Material Library*. Disponibile al link: <https://circularmateriallibrary.org/>
- DGNB. (2024, May). *DGNB Quality standard for circularity indices*.
- Dodd, N., Donatello, S., & Cordella, M. (2021a). Level(s) indicator 2.3: Design for adaptability and renovation user manual: introductory briefing, instructions and guidance. *JCR Technical Report*.
- Dodd, N., Donatello, S., & Cordella, M. (2021b). Level(s) indicator 2.4: Design for deconstruction user manual: introductory briefing, instructions and guidance (Publication version 2.0). *JRC Technical Reports*.
- Donatello, S., & Dodd, N. (2021). Level(s) indicator 2.2: Construction and Demolition waste and materials. Disponibile al link: <https://ec.europa.eu/jrc>
- Donatello, S., Dodd, N., & Cordella, M. (2021). *Level (s) indicator 2.1: Bill of Quantities, materials and lifespans*, European Commission, pp. 1-34.
- Eurac. (2024). *Attention*. Disponibile al link: <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/projects/attention>
- European Commission. (n.d.). *Circular Economy Stakeholders Platform – Toolkits and guidelines*. Disponibile al link: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/toolkits-guidelines>
- European Commission. (2021). *Level(s): Mettere in pratica la circolarità*. Disponibile al link: <https://doi.org/10.2779/888513>
- European Digital Innovation Hubs. (2024). *LiDAR sensor applied in construction sites*. Disponibile al link: <https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/knowledge-hub/success-stories/lidar-sensor-applied-construction-sites>
- Giacimenti Urbani. (n.d.). Disponibile al link: <https://www.giacimentiurbani.eu/la-mappa/>
- Graaf, L., Toth, Z., Broer, R., & Oriol, J. (2024). *Extended Producer Responsibility in the construction sector*. Disponibile al link: <https://www.bpie.eu/publication/extended-producer-responsibility-in-the-construction-sector/>

- GREENiTOP. (n.d.). Disponibile al link: <https://www.greenitop.com/it/>
- Henning Larsen. (2022). *Unboxing Carbon*. Disponibile al link: <https://www.henninglarsen.com/projects/unboxing-carbon>
- International Standard. (2020). ISO 20887: Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability.
- Jayakodi, S., Senaratne, S., & Perera, S. (2024). Circular Economy Business Model in the Construction Industry: A Systematic Review, *Buildings*, vol. 14, n. 2, p. 379. Disponibile al link: <https://doi.org/10.3390/buildings14020379>
- Law, I., Chang, K. C., Önalán, B., Reisach, D., Griffioen, S., de Saussure, A., Dillenburger, B., & De Wolf, C. (2024). Web-Based Material Database for Circular Design, in *Scalable Disruptors*, pp. 116-127, Springer Nature Switzerland. Disponibile al link: https://doi.org/10.1007/978-3-031-68275-9_10
- Lundqvist, E. (2025). *Circular Business Development Lifecycle Assessment Canvas*. Disponibile al link: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-02/Circular%2BBusiness%2BDevelopment%2BCanvas%2BPack%2B-%2BVersion%2B1%2C%2BJanuary%2B2025%2B-%2BThe%2BGood%2BTribe.pdf>
- New materials: Reducing building's embodied energy*. (n.d.). Disponibile al link: <https://cordis.europa.eu/article/id/400001-embodied-energy>
- Product Circularity Data Sheets*. (2020). Disponibile al link: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/product-circularity-data-sheet-solution-access-circularity-data>
- Regione Toscana. (2019). *Prezzario 2019 dei lavori pubblici*. Disponibile al link: <https://www.regione.toscana.it/-/prezzario-2019-dei-lavori-pubblici-della-toscana-in-vigore-dall-1-gennaio>
- ReMade. (n.d.). <https://www.remade.it/>
- Romani, A., Prestini, F., Suriano, R., & Levi, M. (2022). Material Library System for Circular Economy: Tangible-Intangible Interaction for Recycled Composite Materials. In M. Colledani & S. Turri (a cura di), *Systemic Circular Economy Solutions for Fiber Reinforced Composites*, Springer. Disponibile al link: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-22352-5_18
- RotorDC. (n.d.). Disponibile al link: <https://rotordc.com/>
- Salvo. (n.d.). Disponibile al link: <https://www.salvoweb.com/>
- Scolaro, A. M., Marchi, L., & Corridori, S. (2021). Mapping of building cycle waste for scenarios of industrial symbiosis, *TECHNE*, vol. 22, pp. 131-139. Disponibile al link: <https://doi.org/10.36253/techne-10581>
- Superuse Harvest Map*. (n.d.). Disponibile al link: <https://projects.superuse-studios.com/projects/oogstkaart/>
- UNI 8290: Edilizia Residenziale. Sistema Tecnologico. Classificazione e Terminologia (1981).
- UNI 10818 Finestre, Portefinestre, Porte Pedonali e Chiusure Oscuranti – Ruoli, Responsabilità nel Processo di Fornitura in Opera (2023). Disponibile al link: <https://store.uni.com/uni-10818-2023>
- UNI 11673 Posa in Opera Di Serramenti (2019). Disponibile al link: <https://store.uni.com/uni-11673-3-2019>

Vergés, R., Gaspar, K., & Forcada, N. (2026). Large-scale analysis of environmental and circularity metrics in construction products through automated data extraction using large language models, *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 117, p. 108243. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.108243>

Il settore delle costruzioni è riconosciuto come uno dei principali protagonisti della sfida della transizione ecologica. Nonostante l'evoluzione delle politiche comunitarie e nazionali, l'attuazione di strategie efficaci rimane complessa.

Il volume raccoglie gli esiti del progetto BETTER POLICY, finanziato dal bando PRIN 2022, dedicato all'elaborazione di linee guida e protocolli operativi per supportare le Pubbliche Amministrazioni nella gestione dei processi legati alla sostenibilità nel costruito, attraverso una prospettiva sistemica e integrata che affronta simultaneamente quattro temi oggi imprescindibili: *decarbonizzazione, Life Cycle Assessment, digitalizzazione/ smartness e circolarità*.

Frutto del lavoro congiunto di quattro unità di ricerca appartenenti ad altrettante università italiane – Genova, Milano, Reggio Calabria e Bologna –, il testo analizza criticamente

barriere, opportunità e buone pratiche, restituendo un quadro aggiornato e coerente con le principali politiche europee. Ampio spazio è dedicato al confronto con stakeholder pubblici e privati, coinvolti attraverso interviste e tavole rotonde che hanno permesso di leggere la transizione in corso nella sua complessità multilivello.

Le *Linee Guida* individuano criteri, metodi e strumenti pensati per orientare le amministrazioni verso scelte più sostenibili, come supporto pratico e al tempo stesso strategico, volti a colmare il divario tra visione teorica e attuazione reale.

Better Policy si rivolge a chi opera nelle Pubbliche Amministrazioni, ma anche a professionisti e studiosi interessati a comprendere come innovazione, sostenibilità e governance possano guidare il settore delle costruzioni verso un futuro più efficiente, circolare e climaticamente responsabile.



FrancoAngeli
La passione per le conoscenze