

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.



OPEN ACCESS la soluzione FrancoAngeli

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 



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



POLITECNICO
MILANO 1863

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*
Atribuzione-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 vs 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

7. Applicazione dei principi di circolarità negli strumenti delle Pubbliche Amministrazioni

di *Lia Marchi*¹, *Ernesto Antonini*¹, *Jacopo Gaspari*¹

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

Tra le principali sfide da affrontare per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 (United Nations, 2015), la transizione da un'economia lineare a un'economia circolare rappresenta probabilmente una delle questioni più rilevanti e complesse. La difficoltà non dipende solo dalle molteplici scale di intervento coinvolte, ma soprattutto dall'elevato numero di interazioni e di reciproche implicazioni tra temi, attori e processi che occorre mettere a sistema (Netherlands Enterprise Agency (NEA) & Holland Circular Hotspot (HCH), 2020). Il settore delle costruzioni riveste un ruolo centrale in questo percorso, essendo tra i principali responsabili delle emissioni climalteranti (oltre un terzo del totale a livello globale), del consumo di risorse naturali (circa il 30% delle materie prime estratte) e della produzione di oltre il 40% dei rifiuti conferiti in discarica (World Economic Forum, 2016; Goubran, 2019). Le proiezioni per gli scenari futuri indicano una probabile crescita di tutti questi impatti, a meno che non vengano introdotti tempestivamente correttivi significativi (OECD, 2019).

7.1. Panoramica del quadro strategico, normativo e legislativo sulla circolarità nel settore delle costruzioni

7.1.1. Dalle politiche europee al contesto italiano

La mobilitazione dell'industria verso un'economia pulita e circolare rappresenta uno degli otto obiettivi strategici del *Green Deal* europeo, cioè il piano finalizzato al raggiungimento della neutralità climatica in Europa entro il 2050 (*The European Green Deal*. COM(2019) 640 Final, 2019). Tale obiettivo è stato tradotto in una serie di misure che riguardano direttamente o indirettamente il settore delle costruzioni.

Tra queste, l'ultima revisione della Direttiva sulle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD 2024/1275/UE), anche nota come Direttiva Case Green,

introduce misure per ridurre progressivamente le emissioni di CO₂ del parco immobiliare europeo e raggiungere l'obiettivo della decarbonizzazione entro il 2050. Pur essendo finalizzata principalmente al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, la revisione integra in modo sinergico il concetto di circolarità, enfatizzando i principi di "ottimizzazione delle risorse" (*sufficiency*) e di prevenzione dei rifiuti. Viene infatti data priorità alla riqualificazione rispetto alla nuova costruzione, e introdotto il passaporto di ristrutturazione: uno strumento che aiuta i proprietari a pianificare gli interventi di riqualificazione e aumenta la tracciabilità degli stessi. Inoltre, la Direttiva promuove una migliore gestione delle risorse grazie a una conoscenza più accurata delle caratteristiche e delle quantità dei materiali impiegati. Infine, si stabilisce l'obbligo di calcolare l'indicatore di *Global Warming Potential* (GWP) per gli edifici di nuova costruzione, in un'ottica che consideri la riduzione gli impatti dei materiali utilizzati sull'intero ciclo di vita (Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24th April 2024 on the Energy Performance of Buildings (Recast), 2024).

Ciò è strettamente correlato ad altri piani strategici europei dipendenti dal *Green Deal*, tra cui il *Circular Economy Action Plan* (2020) e il *Clean Industrial Deal*, i quali orientano l'industria delle costruzioni verso modelli di produzione e gestione basati su cicli chiusi e approcci circolari, in cui l'efficienza e la prevenzione dei rifiuti assumono un ruolo centrale, in linea con la revisione della *Waste Framework Directive* (2023), che promuove la progressiva riduzione dei rifiuti da costruzione e demolizione, intervenendo sulle barriere legislative e regolamentari che attualmente ostacolano l'adozione di processi di recupero efficaci (Waste Framework Directive, 2020).

Sempre in questo ambito, l'UE si propone di fissare requisiti minimi in materia di contenuto di riciclato per alcune categorie di prodotti, di stimolare la produzione di tali prodotti e di promuoverne usi più sostenibili e circolari, attraverso una revisione del Regolamento sui prodotti da costruzione 305/2011, ora sostituito dal Reg. 2024/3110, che punta ad introdurre nuovi modelli di mercato, centrati sulla responsabilità del produttore estesa all'intero ciclo di vita del prodotto. Un elemento particolarmente rilevante del nuovo regolamento è l'idea che, per incentivare la domanda di prodotti edilizi a basso impatto e conformi ai principi di circolarità, sia essenziale non solo promuovere una progettazione e produzione mirate ad estenderne la vita utile e i cicli di utilizzo, ma anche garantire un'adeguata disponibilità di informazioni sulla durabilità, le modalità di riparazione, l'accesso ai pezzi di ricambio e la riparabilità complessiva dei prodotti immessi sul mercato (Leoni, 2021).

A livello nazionale, gli obiettivi fissati dalla UE sono stati recepiti nel 2019 dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), che tuttavia affronta la circolarità come tema trasversale, senza fornire

indicazioni specifiche per il settore delle costruzioni. In aggiunta, l'Italia sta attualmente lavorando al recepimento della nuova EPBD (IV), con la definizione del Piano Nazionale di Ristrutturazione degli Edifici (NBRP), la cui consegna è prevista entro la fine del 2025. Dalla bozza di tale documento emerge la volontà di superare il modello incentivante del Superbonus, fissando obiettivi non solo in termini di prestazione energetica finale, ma anche orientati alla riduzione del consumo di risorse materiali e delle emissioni lungo l'intero ciclo di vita degli edifici, introducendo quindi un'apertura importante verso il cambio di paradigma da economia lineare a circolare.

Si aggiunge a questo quadro la Strategia Nazionale per l'economia circolare, pubblicata con DM 259 del 24 giugno 2022, con l'obiettivo di riformulare e introdurre nuovi strumenti amministrativi e fiscali volti a rafforzare il mercato delle Materie Prime Seconde (MPS), promuovere la responsabilità estesa di produttori (EPR – *Extended Producer Responsibility*), favorire la diffusione di modelli basati sulla condivisione e sul “prodotto come servizio” (PaaS). Questo provvedimento prevede la definizione di una Roadmap italiana per raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica entro il 2050, con alcune ricadute specifiche sul settore delle costruzioni, che includono: un sistema digitale di tracciabilità dei rifiuti che favorisca lo sviluppo di un mercato delle MPS; la definizione di meccanismi di incentivazione fiscale per supportare l'utilizzo di materiali derivanti dalle filiere circolari; la riforma dei modelli di EPR per rafforzarne l'attrattività delle aziende virtuose; la revisione degli strumenti normativi esistenti (tra cui i CAM), per assicurarne una maggiore efficacia e diffusione.

Nonostante le politiche menzionate attestino la rilevanza attribuita al tema, dal confronto con gli obiettivi enunciati dal Green Building Council Italia per la transizione circolare del settore delle costruzioni (Gruppo di lavoro Economia Circolare di GBC Italia, 2020), emerge che gli strumenti operativi e le misure incentivanti incluse nel quadro nazionale investono solo una parte del tema, focalizzandosi in particolare sulla riduzione e valorizzazione dei rifiuti (obiettivo n. 3), mentre ancora poca importanza viene attribuita agli obiettivi di durabilità e adattabilità delle costruzioni. Tale osservazione è peraltro sostanziata dalle indagini statistiche effettuate a livello nazionale, da cui emerge come circolarità sia ancora oggi sinonimo di “mero” riciclo e riuso di materiali (ENEA, 2025).

7.1.2. Gli strumenti attuativi in Italia

A livello nazionale, i due principali strumenti attuativi relativi alla circolarità, che traducono i principi in prescrizioni operative da applicare agli

interventi edilizi, sono i Criteri Ambientali Minimi per l'Edilizia (CAM Edilizia) e la UNI/Prassi di Riferimento 13.2:2019 (o ex Protocollo Itaca). Entrambi sono strumenti a adozione volontaria, ad eccezione del caso in cui la stazione appaltante è una Pubblica Amministrazione, quando i CAM diventano obbligatori, in applicazione del principio del “buon esempio” promosso attraverso il *Green Public Procurement*. A ciò si aggiungono gli strumenti attuativi in capo alla pianificazione comunale, quali i Regolamenti Edilizi, che in alcuni casi – ancora piuttosto rari – includono indicazioni sulla circolarità tra gli obiettivi di qualità e sostenibilità del progetto.

Le più ricorrenti tematiche ascrivibili al concetto di circolarità che emergono dalla letteratura scientifica e dalle categorie di valutazione nei *Green Building Rating Systems* (o protocolli di certificazione della sostenibilità degli edifici) sono: LCA, Gestione della risorsa idrica, Flessibilità e adattabilità, Disassemblabilità, Riutilizzo delle terre di scavo, Materiali riciclati, Gestione dei rifiuti, Riutilizzo di aree degradate (Marchi *et al.*, 2024). Rispetto a queste, si può osservare che ad oggi, sebbene il tema della circolarità delle risorse sia considerato tanto da CAM che da UNI/PdR, emergono alcune criticità. Una ricerca sistematica della ricorrenza di termini come “riuso”, “riciclato”, “adattabilità”, “rifiuti” nella lista dei crediti previsti in questi due schemi di valutazione evidenzia come la tematica sia trattata in circa il 15% dei crediti Itaca e nel 24% di quelli CAM – versione Decreto del 5 agosto 2024 (Figura 7.1).

I CAM presentano un numero maggiore di indicazioni relative all'uso di materiali riciclati rispetto al Protocollo Itaca, dedicando un'intera sezione (2.4. “Criteri specifici per i componenti edilizi”) ai requisiti di materiali e componenti in termini di sostenibilità, ad esempio, specificando per categoria di materiale il contenuto minimo in riciclato (5% per il calcestruzzo, 70% per ghisa, ferro e acciaio). Altri criteri CAM collegati all'economia circolare riguardano: la raccolta, il trattamento e il riutilizzo delle acque meteoriche; le prescrizioni tecniche per la fase di fine vita; lo smontaggio, la demolizione e la rimozione di materiali; nonché le prescrizioni per scavi e reinterri.

La UNI/PdR 13.2:2019 affronta in modo più completo le principali tematiche relative alla circolarità delle risorse. Pur non essendo presente un criterio specifico per la gestione dei rifiuti e l'analisi del ciclo di vita, tali aspetti sono comunque considerati all'interno della voce relativa al fine vita dell'edificio. Itaca include inoltre l'adattabilità a usi futuri, criterio assente nei CAM, valutata attraverso un punteggio che tiene conto di aspetti progettuali legati all'ingegneria strutturale, alla configurazione interna e ai servizi tecnici dell'edificio.

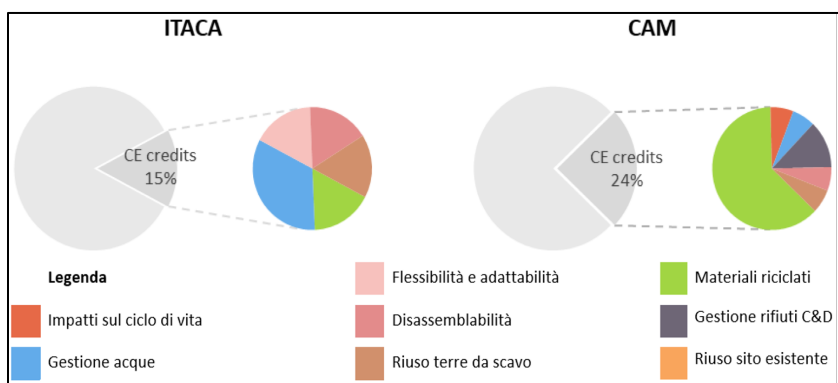


Figura 7.1 – Circolarità nei CAM Edilizia e nella UNI/PdR 12.
Fonte: Elaborazione degli autori.

In generale, nei CAM si osserva uno sbilanciamento dell’attenzione verso le fasi di *pre-uso*, cioè tutto ciò che riguarda la produzione del materiale/componente da utilizzare nella costruzione, che ricopre più del 60% del peso dei criteri di circolarità previsti dallo strumento. Mentre le fasi di *post-uso* o, meglio, tutte le pratiche da attuare in fase d’uso e oltre, verso il fine vita, risultano fortemente sottorappresentate. Ad esempio, manca ogni riferimento specifico ad approcci progettuali attenti a garantire flessibilità d’uso e adattabilità nel tempo degli spazi mediante elementi modulari e dinamici.

7.1.3. Bilancio sulla diffusione di strumenti e pratiche circolari

Nonostante le misure in atto, e il posizionamento dell’Italia ai primi posti tra gli Stati europei per quantità di materiale riciclato e avviato a processi di recupero, nel nostro Paese la diffusione di pratiche e strategie circolari nel settore delle costruzioni rimane limitata (Talamo, 2024).

Nell’ambito del progetto PRIN *Better Policy*, sono state raccolte le opinioni di un panel di decisori politici, professionisti ed operatori del settore in merito alla diffusione e all’efficacia degli strumenti per promuovere la transizione da un’economia lineare a una circolare nel settore delle costruzioni e alla presenza di eventuali barriere all’implementazione di tali strumenti. Il quadro che è emerso, unitamente all’analisi dettagliata degli strumenti introdotti, rivela che in Italia la diffusione di pratiche circolari nel settore delle costruzioni è ostacolata da diverse barriere, di natura sia tecnica che organizzativa, sia culturale, da parte di clienti, operatori di mercato e legislatori. Una

delle principali lacune che si registra è la mancanza di un approccio sistemico e intersettoriale, quindi di coordinamento tra livelli, scale, strumenti e attori del processo. Azioni efficaci in direzione della circolarità richiederebbero infatti un alto livello di collaborazione tra enti locali, gestori dei rifiuti, progettisti e costruttori. Questa situazione oggi si riscontra solo in pochi contesti virtuosi, tipicamente nell'ambito di progetti internazionali come, ad esempio, quelli dell'iniziativa *C40 Reinventing Cities*, dove questi principi sono parte integrante degli obiettivi progettuali (*C40 Knowledge Hub – Circular Economy*, n.d.).

Alcuni comuni, come Bologna, hanno iniziato a integrare principi di CE nella pianificazione urbana, prescrivendo il riuso delle terre da scavo e la valorizzazione energetica degli scarti vegetali prodotti della manutenzione degli spazi verdi pubblici. Tuttavia, queste scelte vengono ancora oggi troppo spesso percepite dai cittadini come effetti di tagli alle spese pubbliche e mala gestione, nonostante gli intenti di sostenibilità che invece le ispirano da parte dell'Amministrazione Pubblica. In questo contesto, le PA intervistate sostengono fortemente la necessità di comunicare in maniera più efficace le scelte da loro effettuate in materia di buone pratiche, strumenti e iniziative a favore della sostenibilità e circolarità, ritenendo fondamentale che il divario culturale fra operatori e cittadini su queste tematiche venga rapidamente colmato. A ciò si aggiunge che l'applicazione concreta dei principi di economia circolare dipende oggi in gran parte dalla volontà delle singole aziende, operatori professionali, o clienti e viene quasi sempre adottata solo quando costituisce un obbligo normativo o contrattuale, come quelli a carico dell'appaltatore previsti dai CAM. Quando è richiesto il raggiungimento di prestazioni di circolarità, la strategia largamente più diffusa è l'uso di prodotti riciclati o almeno con una quota minima di materiale riciclato. Tuttavia, questo approccio investe solo un aspetto della circolarità, quello relativo alla fase di produzione dei materiali, invece che estendersi a considerare l'intero ciclo di vita dell'edificio, manifestando così la stessa criticità già evidenziata a proposito degli strumenti attuativi disponibili.

I professionisti intervistati osservano che tale “preferenza” verso la fase di pre-uso è di fatto dettata da un principio economico, oltretutto da alcune lacune culturali e informative degli operatori. I prodotti installati con tecnologie a secco, facili da disassemblare, scorporare e avviare a processi di riuso/riciclo a fine vita, rispondenti al principio progettuale del *Design for Disassembly*, sono ancora decisamente più costosi delle alternative “convenzionali” basate su tecnologie a umido, e spesso non sono nemmeno incluse nei Prezziari regionali. In aggiunta, vi è uno scoglio culturale che deriva dalla tradizione costruttiva del Paese, perlopiù basata su soluzioni massive,

lapidee “durature”, che ostacola l’adozione di pratiche costruttive più evolute, basate su assemblaggi facilmente reversibili, nonostante CAM e UNI/PdR 13 ne prevedano l’applicazione.

Dal punto di vista degli operatori di mercato, i CAM sono spesso percepiti come requisiti aggiuntivi, causa di costi e inefficienze, adempimento burocratico di cui occuparsi a progettazione conclusa, senza coordinazione tra progettisti e imprese esecutrici. L’uso di strumenti digitali a supporto (BIM, GIS) è in crescita, ma ancora in fase iniziale e parimenti percepito come un onere aggiuntivo. I professionisti e gli amministratori coinvolti nell’indagine hanno segnalato anche serie difficoltà rispetto alle valutazioni di impatto: manca ad oggi un sistema di indicatori condivisi per misurare le prestazioni di circolarità di prodotti, edifici, processi, per i quali spesso ciascun territorio si dota di indicatori “su misura”, rendendo difficile il confronto tra territori diversi, e la loro applicazione molto condizionata dai cambi di amministrazione o dalla sostituzione del personale tecnico di riferimento.

7.2. Strategie circolari per il settore delle costruzioni

La letteratura scientifica e i progetti di ricerca condotti nell’ultimo decennio mostrano un forte interesse accademico, politico e da parte degli operatori del mercato per la transizione circolare del settore delle costruzioni (Marchesi & Tavares, 2025). Come riportato in un precedente articolo degli Autori, e mostrato in Figura 7.2, vi sono molti approcci, buone pratiche, strumenti e prodotti/materiali che possono essere utilizzati per costruire in maniera più sostenibile, e in particolare “circolare” (Marchi *et al.*, 2024). Di seguito sono riportati gli elementi salienti che emergono da un’analisi condotta selezionando gli articoli scientifici pubblicati tra il 2014 e il 2024 relativi a strumenti, pratiche e politiche per la circolarità nel settore delle costruzioni.

7.2.1. Sugli approcci e le pratiche progettuali

Tra gli approcci più ricorrenti in letteratura (Figura 7.2) emerge la gestione efficace dei rifiuti da Demolizione e Costruzione (CDW), per alimentare potenziali pratiche di *urban mining* e/o recuperare i materiali con valore residuo nell’ambito delle cosiddette banche dei materiali (*material banks*) (Bogoviku, 2021; Pardo Martínez *et al.*, 2021; Soyinka *et al.*, 2023).

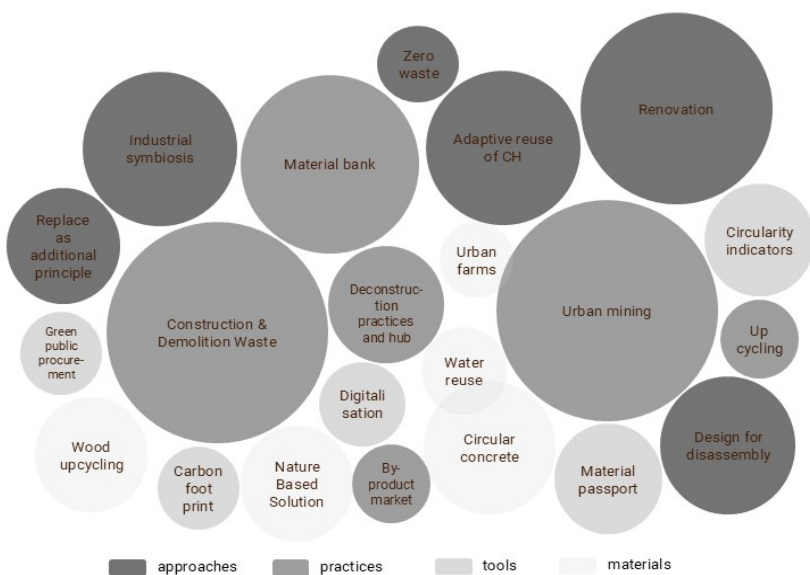


Figura 7.2 – Approcci, pratiche, strumenti e materiali per la circolarità. La dimensione del cerchio indica la frequenza con la quale la strategia ricorre nella letteratura selezionata. Fonte: Elaborazione degli autori.

Tuttavia, tali approcci risultano ancora significativamente distanti da una concreta e capillare diffusione sul mercato, poiché penalizzati dalla frammentazione dei processi costruttivi e dal conseguente aggravio in termini di tempi e costi per gli operatori del settore (Arora *et al.*, 2021). Per le stesse ragioni, le pratiche di demolizione selettiva (o *green demolition*) rappresentano ancora una nicchia di mercato molto limitata. Un’analisi accurata dei costi lungo l’intero ciclo di vita e una comunicazione efficace di tali costi e dei relativi benefici ambientali agli operatori del settore potrebbero contribuire ad aumentare in modo significativo la loro diffusione (Lynch, 2022).

Segue per frequenza il tema del riuso, esteso oggi dalla scala del componente edilizio, fino a quella dell’intero edificio, dove il riuso adattivo e la riqualificazione del costruito vengono citate tra le pratiche “circolari” per eccellenza. Tuttavia, non è più sufficiente limitarsi a riutilizzare un edificio o un materiale: per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità per il settore, occorre domandarsi (ed occuparsi, di conseguenza) anche di ciò che potrà accadere dopo il processo di riqualificazione. Dunque, entrano in gioco gli approcci progettuali del *Design for Disassembly*, *Design for Longevity*, e la quarta “R” – Riparo – che si aggiunge al precedente triduo

Riduco-Riuso-Riciclo (Joensuu *et al.*, 2022; Guidetti & Ferrara, 2023) da alcuni autori anche riassunto nei quattro termini: Rigenerazione-Ricondizionamento- Riuso- Rifunzionalizzazione (Talamo, 2024). L'applicazione di questi imperativi si estende all'intera catena produttiva/di valore di materiali e componenti per l'edilizia, fino a comprendere la loro valorizzazione e/o reinserimento in processi produttivi delle costruzioni o di altri settori, alimentando pratiche di simbiosi industriale (Fang *et al.*, 2017; Belaud *et al.*, 2019), che tuttavia sono ancora limitate a pochi casi esemplari.

7.2.2. *Sugli strumenti*

Tra gli strumenti individuati in letteratura per accompagnare il settore nella transizione verso la circolarità, un ruolo di primo piano è certamente ricoperto dalla digitalizzazione. Si tratta di un tema ampio, che comprende l'insieme degli strumenti digitali a supporto di tutte le fasi del processo edilizio: dalla progettazione, alla costruzione o riqualificazione, fino all'ottimizzazione degli scarti e alla gestione del fine vita di materiali e componenti. Tra questi vengono spesso citati software BIM per la gestione del progetto e processo edilizio, fino alla creazione di Gemelli Digitali o *Digital Twin*, ma anche piattaforme integrate a GIS, che facilitano l'identificazione e la localizzazione di MPS e/o materiali da riciclare, riusare e potenzialmente pilotare con il supporto di piattaforme di *urban mining* e centri di gestione e valorizzazione dei rifiuti (D'Amico *et al.*, 2021; Mollaei *et al.*, 2023). Questi strumenti rappresentano elementi fondamentali e abilitanti per l'attuazione delle misure di valutazione e gestione dei materiali, nonché delle prestazioni tecniche degli edifici, richieste dall'ultima revisione della EPBD. Un esempio è la valutazione dell'impatto ambientale attraverso l'indicatore GWP per le nuove costruzioni, insieme al prossimo obbligo di dotare gli edifici di Passaporti che traccino gli interventi effettuati e i materiali impiegati lungo le diverse fasi del ciclo di vita (Figura 7.3).

L'adozione diffusa e capillare di strumenti digitali nei processi di recupero edilizio e di nuova costruzione permetterebbe di accedere a banche dati più complete e condivise, con dati facili da reperire e termini di confronto comuni sugli edifici esistenti, la cui mancanza oggi costituisce una barriera significativa all'efficacia degli strumenti digitali stessi. Occorre dedicare maggiori sforzi al miglioramento delle banche dati e dei catasti dei materiali, poiché rappresentano un presupposto fondamentale per l'attuazione del necessario cambio di paradigma che l'imperativo di circolarità richiede (Heisel & Rau-Oberhuber, 2020).

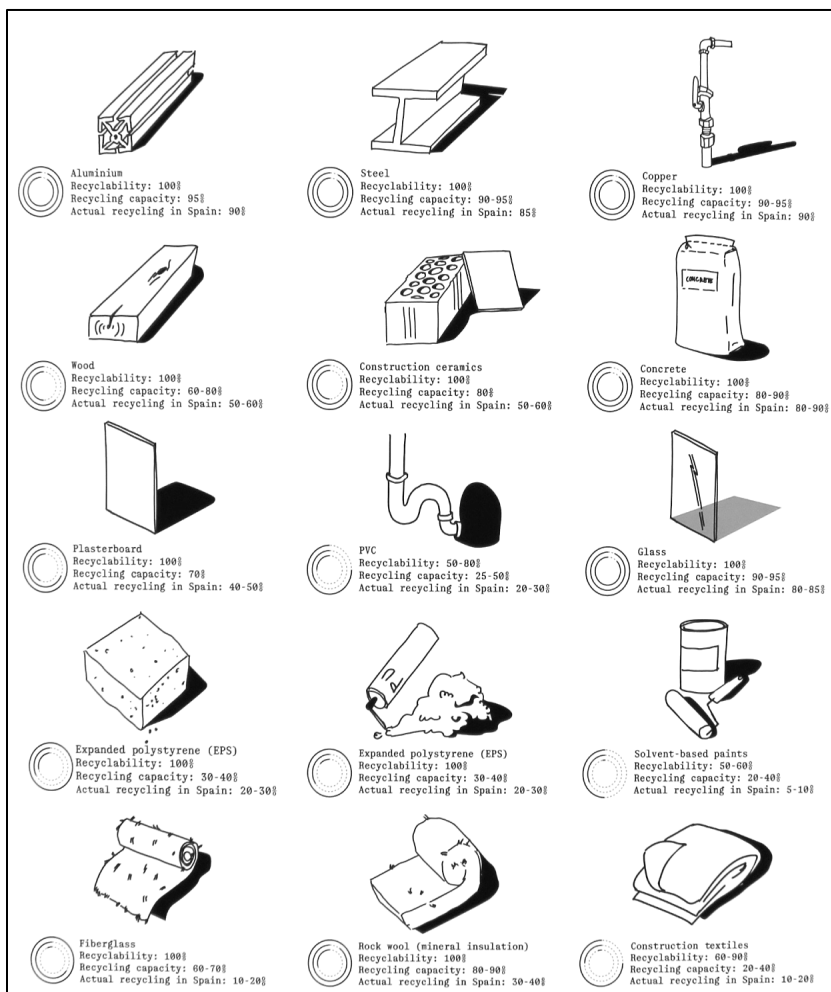


Figura 7.3 – Indice di riciclabilità dei materiali da costruzione più diffusi, esposto alla Biennale di Architettura 2025 all'interno del Padiglione spagnolo.

Fonte: Foto degli autori all'installazione all'interno del Padiglione Spagna, Venezia, 2025.

Benché il dibattito sugli strumenti di valutazione dell'impatto lungo il ciclo di vita si sia finora concentrato sull'accuratezza dei software e dei risultati, l'analisi evidenzia come sia necessario porre maggiore attenzione anche all'accuratezza e alla disponibilità dei dati in ingresso, che risultano spesso difficili da reperire, non sempre affidabili e soggetti a variazioni nel tempo. In generale, le procedure di analisi del ciclo di vita (LCA) più dettagliate risultano eccessivamente complesse e onerose per un mercato dove si riscontra una carenza generale di specialisti e difficoltà nel sostenere i costi

dei professionisti incaricati delle valutazioni. Le analisi LCA accurate sono preziose per supportare i risultati della ricerca, ma è necessario integrare negli strumenti attualmente in uso procedure più agili e semplificate, in grado di consentire la valutazione della sostenibilità anche negli interventi ordinari. A tal proposito, la creazione di una banca dati armonizzata, a livello nazionale o addirittura internazionale, potrebbe contribuire a migliorare la trasparenza e la disponibilità delle informazioni utili alla valutazione degli impatti.

7.2.3. Su componenti e materiali

Tra le nuove frontiere della ricerca sui materiali in un'ottica circolare, la letteratura include il cemento con quote di aggregati riciclati (Poolsawad *et al.*, 2023; Sinoh *et al.*, 2023), ma anche isolanti termici realizzati con materiali provenienti da filiere di recupero, quali scarti agricoli, tessili e frazioni di residui dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (carta, plastica) (Marchi *et al.*, 2025).

Molti studi si occupano della filiera del legno e dei molteplici processi circolari che vi si possono attivare, anche integrandoli con i flussi dei rifiuti da costruzione e demolizione (Pitti *et al.*, 2020; Scolaro *et al.*, 2021).

A un livello più ampio, è fondamentale rafforzare i mercati delle risorse secondarie. In questo contesto emergono nuovi concetti che favoriscono la gestione dei rifiuti – siano essi componenti o materiali – lungo l'intero ciclo di vita. È il caso del modello di business *product-as-a-service*, che attribuisce al produttore la responsabilità del prodotto dalla fase di produzione fino al fine vita e oltre (EPR – *Extended Product Responsibility*) (Milios, 2018; Çimen, 2021b).

7.3. Strumenti per il calcolo della circolarità dei materiali e dei componenti edilizi

Per dare concretezza alle politiche europee e nazionali in tema di circolarità, le Pubbliche Amministrazioni e il mercato delle costruzioni stesso si sono progressivamente dotati di strumenti di valutazione della circolarità, prevalentemente basandosi su indicatori quantitativi per la verifica delle prestazioni. Perciò a livello europeo sono stati definiti strumenti e linee guida per facilitare il cambio di paradigma procedurale e di produzione.

Tra questi, l'UE si è dotata di un protocollo volontario in materia di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (Oberender *et al.*, 2024), e di

un sistema di indicatori condiviso per la sostenibilità degli edifici – Level(s) – che è stato tra i primi a includere metriche di misurazione della circolarità (European Commission, 2021).

Tra gli strumenti di cui si è dotato il mercato delle costruzioni, perlopiù a adozione volontaria, vi sono alcune (poche) procedure di verifica, linee guida o risorse informative/piattaforme di verifica qualitativa interamente dedicate alla circolarità, e altri strumenti in cui invece il tema è integrato all'interno di sistemi di valutazione multi-criteriale come i protocolli di certificazione della sostenibilità degli edifici (GBRS – *Green Building Rating Systems*). Ad ogni modo, essendo strumenti sviluppati e gestiti da operatori economici privati, raramente questi strumenti sono richiamati – e ancor meno di frequente resi cogenti – dalle pubbliche amministrazioni.

In generale, si osserva ancora una certa frammentazione e mancanza di integrazione tra gli strumenti, gli indicatori, e le procedure disponibili: ciò spesso genera conseguenti rallentamenti delle procedure amministrative, senza garantire un reale aumento dei livelli di circolarità nel settore.

Dalla letteratura emergono alcune importanti lacune regolamentari e/o strumentali sulle quali occorre lavorare per facilitare l'adozione di pratiche e materiali circolari nel settore, anche mediante la definizione di metodi di verifica e indicatori più adeguati rispetto al quadro attuale. In particolare, servono norme e regolamenti dedicati, che rendano i materiali e i componenti derivati da processi circolari o con potenziale di circolarità comparabili con quelli attualmente presenti sul mercato, e perciò più facilmente commercializzabili. Per le fasi di progettazione e costruzione, occorre favorire l'impiego di materiali e componenti ad alto potenziale di circolarità, sia attraverso l'uso di elementi riciclati o riutilizzati, sia, in prospettiva, mediante l'adozione di prodotti facilmente riciclabili, riparabili o riutilizzabili.

Riguardo alle fasi relative al fine vita, riqualificazione o demolizione, emerge la necessità di agevolare i professionisti e gli operatori nell'attuazione corretta ed efficace delle operazioni di smontaggio selettivo, trasporto, stoccaggio e trattamento dei materiali e dei componenti destinati al riciclo o al riuso, tramite procedure dedicate, semplici e chiare, ed economicamente comparabili con le tecniche più convenzionali, in genere meno circolari.

7.3.1. Strumenti di valutazione dedicati

Gli strumenti di calcolo e/o valutazione internamente dedicati alla circolarità per il settore delle costruzioni non sono molti. Tra questi, spicca per completezza e pragmaticità il *Circular Buildings Toolkit*, frutto di una collaborazione di ARUP con Ellen MacArthur Foundation. Si tratta di uno

strumento digitale – una piattaforma web – che mette a sistema strategie e azioni, casi studio, strumenti di valutazione e indicatori, insieme a risorse interattive per i progettisti e le aziende che vogliono misurarsi con il tema.

Tra gli strumenti messi a disposizione dalla piattaforma, si trovano risorse esterne ad accesso libero come Level(s), il *framework* EU per la valutazione di sostenibilità degli edifici, ma anche database di materiali (ad es. Madaster) e riferimenti ad altri strumenti e indicatori di valutazione.

Vi sono poi studi che propongono strumenti di valutazione specifici, basati su macro-indicatori di circolarità, concepiti per fornire una valutazione complessiva e precisa del potenziale di circolarità di un oggetto, edificio o processo. È il caso degli indicatori mappati e classificati dal DGNB, tra i quali lo *Urban Minim Index*, il *Madaster Circularity Indicator*, il *Circularity Performance Index* (DGNB, 2024), o di altri menzionati in letteratura, tra cui il *Material Circularity Indicator*, presentato da Saadé *et al.* (2022) come uno degli indicatori più utilizzati nell'ambito dell'economia circolare, in quanto complementare agli indicatori LCA.

7.3.2. Strumenti di valutazione integrati

Oltre a quelli menzionati sopra, sono disponibili strumenti di valutazione per analizzare in modo integrato gli impatti ambientali e le prestazioni tecniche degli edifici all'interno di un sistema di punteggio armonizzato.

Tra questi, quelli che in diversa misura si occupano anche di circolarità sono i *Green Building Rating Systems* (GBRSs) e i protocolli di valutazione di resilienza.

Nell'ambito del progetto PRIN *Better Policy* sono stati analizzati i GBRS più diffusi a livello internazionale – cioè LEED (USA), BREEAM (UK) e DGNB (DE) – e due protocolli di resilienza – RELi e REDi.

L'analisi condotta, volta a individuare i criteri e gli indicatori di circolarità inclusi in questi sistemi, è stata estesa anche a Level(s) e ai due principali strumenti di valutazione italiani: UNI/PdR 13 e CAM Edilizia – versione Decreto 5 agosto 2024. A seguito di una ricerca per parole chiave (ad es. *circular**, *reuse*, *recycl**, *lifecycle*) nelle checklist dei sistemi di valutazione selezionati, emerge che il peso relativo dei crediti legati all'economia circolare varia tra il 3% e il 39% del totale di quelli inclusi all'interno dei sistemi di valutazione analizzati.

In questi strumenti di valutazione multi-criteriali, i temi che intercettano la circolarità con crediti dedicati o composti sono (Figura 7.4):

- Gestione dell'acqua e riuso: si riferisce generalmente a strategie volte a ridurre il fabbisogno idrico del paesaggio o l'uso di acqua potabile negli

ambienti interni, tramite tecnologie per la riduzione del flusso o strategie di riutilizzo;

- Gestione dei rifiuti: riguarda i flussi e le destinazioni dei rifiuti da costruzione e demolizione (CDW), incoraggiando la demolizione selettiva o, almeno, la differenziazione dei rifiuti;
- Flessibilità e adattabilità: sostiene l'adozione di pratiche e scelte progettuali che rendano gli spazi facilmente adattabili in tempi brevi, ad es. rendendo possibile ospitare funzioni diverse nell'arco della giornata mediante partizioni mobili, o che possano adattarsi a futuri cambiamenti e mutate esigenze degli occupanti;
- Smontaggio: include i crediti relativi a strategie e tecnologie costruttive facilmente smontabili in futuro e potenzialmente riciclabili/riutilizzabili, in particolare mediante l'uso di componenti prefabbricati e sistemi a secco;
- Riutilizzo delle terre di scavo: riguarda i crediti che incoraggiano il riuso del terreno escavato in loco per altre funzioni, come il riempimento e la realizzazione di terrapieni per sistemazioni esterne;
- Consumo di suolo: privilegia la riqualificazione di aree dismesse (*brown-field*) o la realizzazione di progetti su terreni già infrastrutturati invece che su suolo vergine.

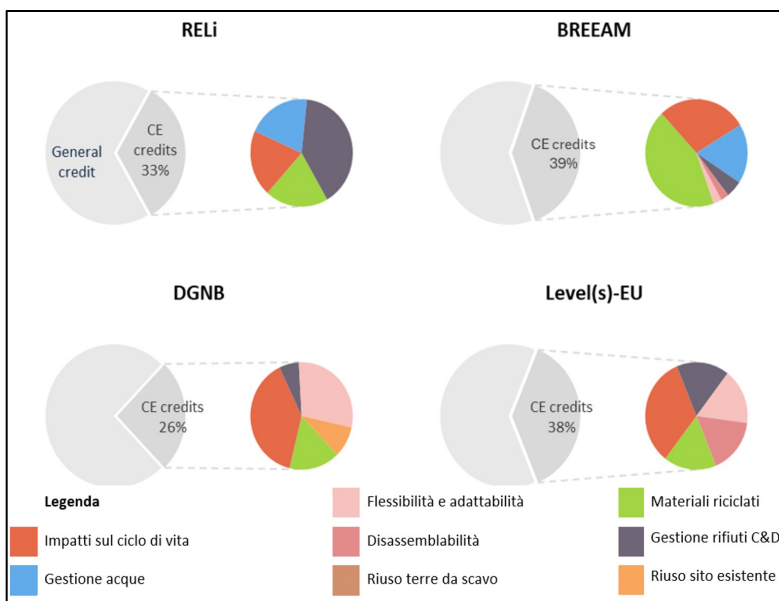


Figura 7.4 – Circolarità in parte dei sistemi di valutazione di sostenibilità e resilienza analizzati.
Fonte: Elaborazione degli autori.

Nel complesso, gli aspetti dell'economia circolare più frequentemente considerati nei crediti riguardano l'impatto lungo il ciclo di vita, l'uso di materiali riciclati, la gestione dei rifiuti e il riutilizzo o la gestione delle acque. Al contrario, elementi come la progettazione per lo smontaggio (*design for disassembly*), la flessibilità e l'adattabilità risultano fortemente sottorappresentati. Tale tendenza riflette quanto evidenziato in letteratura, dove si sottolinea come la maggior parte delle politiche e degli strumenti si concentri prevalentemente sull'impiego di materiali riciclati o su azioni di risparmio, trascurando invece aspetti più innovativi del design circolare, quali la flessibilità, la smontabilità e altri concetti e pratiche emergenti.

Questa osservazione risulta particolarmente valida nel caso dei CAM italiani, in cui la maggior parte dei crediti si focalizza sul contenuto in materiale riciclato di prodotti e componenti utilizzati, mentre si riscontra una scarsa attenzione per il potenziale di disassemblaggio e la progettazione flessibile e adattabile nel tempo.

La Tabella 7.1 sintetizza i principali vuoti normativi e operativi (in termini di strumenti) emersi dall'analisi della letteratura che è stata condotta, dividendoli per scale di intervento e macro-temi di circolarità rispetto alle fasi di pre- e post-uso.

Tabella 7.1 – Necessità e prospettive per migliorare l'attuazione della circolarità nel settore nel quadro nazionale.

Nazionale	Regionale	Locale
Prodotti con materiale riciclato		
Necessità di standard e/o certificazioni di prodotto dedicati per favorire il riciclo/riutilizzo	Necessità di rafforzare le infrastrutture esistenti per il recupero e la valorizzazione dei rifiuti, in connessione con le filiere circolari, sia all'interno che all'esterno del settore edile. Necessità di informazioni condivise e trasparenti sui "prodotti circolari", ad esempio nei listini prezzi regionali	Opportunità di stabilire criteri più rigorosi per il contenuto riciclato nelle costruzioni pubbliche e/o private, nei bandi di gara e regolamenti comunali
Gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione		
Necessità di standard e/o certificazioni dedicati per favorire la tracciabilità più accurata dei materiali da costruzione e demolizione	Necessità di facilitare la differenziazione dei rifiuti da C&D, la loro raccolta e lavorazione in centri dedicati o piattaforme nazionali/regionali	Opportunità di stabilire criteri più rigorosi per la gestione dei rifiuti C&D nelle costruzioni pubbliche e/o private, nei bandi di gara e regolamenti comunali

Durabilità, riparabilità e flessibilità degli spazi

Necessità di supportare modelli di business innovativi, inclusi la Responsabilità Estesa del Produttore (EPR) e il Diritto alla Riparazione	Opportunità di creare catene del valore circolari all'interno del settore delle costruzioni o verso altri settori. Sensibilizzazione e sviluppo delle competenze dei professionisti in materia di flessibilità e adattabilità nella progettazione	Necessità di definire criteri facilmente calcolabili per valutare le prestazioni del progetto sul tema e stabilire eventuali parametri di riferimento
---	---	---

Disassemblabilità

Necessità di definire standard e/o certificazioni dedicati, e di una loro comunicazione adeguata, per favorire soluzioni costruttive off-site o soluzioni tecniche a secco, sia per le nuove costruzioni che per le ristrutturazioni	Opportunità di creare informazioni condivise e trasparenti sui "prodotti circolari", ad es. nei listini prezzi regionali	Necessità di definire criteri facilmente calcolabili per valutare le prestazioni del progetto sul tema e stabilire eventuali parametri di riferimento
--	--	---

Nonostante l'attenzione crescente verso i principi e le pratiche di economia circolare, il settore delle costruzioni è ancora molto lontano dal raggiungimento di questo profondo cambio di paradigma e di modello di produzione.

Riferimenti bibliografici

- Arora, M., Raspall, F., Fearnley, L., & Silva, A. (2021). Urban mining in buildings for a circular economy: Planning, process and feasibility prospects, *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 174, p. 105754. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105754>
- Belaud, J. -P., Adoue, C., Vialle, C., Chorro, A., & Sablayrolles, C. (2019). A circular economy and industrial ecology toolbox for developing an eco-industrial park: perspectives from French policy, *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 21, n. 5, pp. 967-985. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01677-1>
- Bogoviku, L. W. D. (2021). Modelling of mineral construction and demolition waste dynamics through a combination of geospatial and image analysis, *Journal of Environmental Management*, vol. 282.
- C40 Knowledge Hub (n.d.), *Circular Economy*. Disponibile al link: https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q0000001lh0WAA/circular-economy?language=en_US
- Çimen, Ö. (2021). Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review, *Journal of Cleaner Production*, vol. 305, p. 127180. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127180>

- D'Amico, G., Arbolino, R., Shi, L., Yigitcanlar, T., & Ioppolo, G. (2021). Digital technologies for urban metabolism efficiency: Lessons from urban agenda partnership on circular economy, *Sustainability* (Switzerland), vol. 13, n. 11, p. 6043. Disponibile al link: <https://doi.org/10.3390/su13116043>
- DGNB. (2024, May). *DGNB Quality standard for circularity indices*, pp. 1-31. Disponibile al link: www.dgnb.de
- Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24th April 2024 on the Energy Performance of Buildings (Recast) (2024). Disponibile al link: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/eng>
- ENEA. (2025). *7° Rapporto sull'economia circolare in Italia*. Disponibile al link: <https://circulareconomynetwork.it/wp-content/uploads/2025/05/Rapporto-sul-leconomia-circolare-in-Italia-2025.pdf>
- European Commission. (2021). *Level(s): Mettere in pratica la circolarità*. Disponibile al link: <https://doi.org/10.2779/888513>
- Fang, K., Dong, L., Ren, J., Zhang, Q., Han, L., & Fu, H. (2017). Carbon footprints of urban transition: Tracking circular economy promotions in Guiyang, China., *Ecological Modelling*, vol. 365, pp. 30-44. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.09.024>
- Goubran, S. (2019). On the Role of Construction in Achieving the SDGs, *Journal of Sustainability Research*, vol. 1, n. 2. Disponibile al link: <https://doi.org/10.20900/jsr20190020>
- Gruppo di lavoro Economia Circolare di GBC Italia. (2020). *Linee guida per la progettazione circolare degli edifici*. Disponibile al link: https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2021/09/GBC-Italia_Linee-Guida-Economia-Circolare.pdf
- Guidetti, E., & Ferrara, M. (2023). Embodied energy in existing buildings as a tool for sustainable intervention on urban heritage, *Sustainable Cities and Society*, vol. 88, p. 104284. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104284>
- Heisel, F., & Rau-Oberhuber, S. (2020). Calculation and evaluation of circularity indicators for the built environment using the case studies of UMAR and Madaster, *Journal of Cleaner Production*, vol. 243, n. 118482. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118482>
- Joensuu, T., Leino, R., Heinonen, J., & Saari, A. (2022). Developing Buildings' Life Cycle Assessment in Circular Economy-Comparing methods for assessing carbon footprint of reusable components, *Sustainable Cities and Society*, vol. 77, p. 103499. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103499>
- Leoni, S. (2021). The challenge of circularity in the construction sector, *TECHNE*, vol. 22, pp. 22-27. Disponibile al link: <https://doi.org/10.36253/techne-11536>
- Lynch, N. (2022). Unbuilding the city: Deconstruction and the circular economy in Vancouver, *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 54, n. 8, pp. 1586-1603. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1177/0308518X221116891>
- Marchesi, M., Tavares, V. (2025). Design Frameworks for Circular Buildings: Circular Principles, Building Lifecycle Phases and Design Strategies, in Bragança, L. *et al.*, *Circular Economy Design and Management in the Built Environment*, Springer, Cham. Disponibile al link: https://doi.org/10.1007/978-3-031-73490-8_6

- Marchi, L., Luo, Z., Gasparini, N., Antonini, E., & Gaspari, J. (2024). Detecting and Understanding Barriers and Drivers to Advance Systematic Implementation of Resource Circularity in Constructions, *Buildings*, vol. 14, n. 10, p. 3214. Disponibile al link: <https://doi.org/10.3390/buildings14103214>
- Marchi, L., Susca, T., Benedetti, M., Antonini, E., & Gaspari, J. (2025). From waste to thermal insulation for buildings: an investigation of potentialities in the Italian context, *Building Research & Information*, vol. 53, n. 6, pp. 777-796. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1080/09613218.2025.2486155>
- Milios, L. (2018). Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix, *Sustainability Science*, vol. 13, n. 3, pp. 861-878. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0502-9>
- Mollaei, A., Bachmann, C., & Haas, C. (2023). Assessing the impact of policy tools on building material recovery, *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 198, p. 107188. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107188>
- Netherlands Enterprise Agency (NEA), & Holland Circular Hotspot (HCH). (2020). *Circular Economy & SDGs: How circular economy practices help to achieve the Sustainable Development Goals*. Disponibile al link: <https://hollandcircular-hotspot.nl/publications/>
- Oberender, A., Fruergaard Astrup, T., Frydkjær Witte, S., Camboni, M., & Al, E. (2024). Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione con orientamenti per le verifiche pre-demolizione e pre-ristrutturazione delle opere di costruzione: edizione aggiornata 2024. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea. Disponibile al link: <https://doi.org/https://data.europa.eu/doi/10.2873/7059329>
- OECD. (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. OECD Publishing. Disponibile al link: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en#page5
- Pardo Martínez, C. I., Alfonso Piña, W., Facchini, A., & Cotte Poveda, A. (2021). Trends and dynamics of material and energy flows in an urban context: a case study of a city with an emerging economy, *Energy, Sustainability and Society*, vol. 11, n. 1, p. 24. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1186/s13705-021-00300-w>
- Pitti, A. R., Espinoza, O., & Smith, R. (2020). *The Case for Urban and Reclaimed Wood in the Circular Economy*.
- Poolsawad, N., Chom-in, T., Samneangngam, J., Suksatit, P., Songma, K., Thamnawat, S., Kanoksirirath, S., & Mungcharoen, T. (2023). Material circularity indicator for accelerating low-carbon circular economy in Thailand's building and construction sector, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, vol. 42, n. 4, p. e14105. Disponibile al link: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ep.14105>
- Saadé, M., Erradhouani, B., Pawlak, S., Appendino, F., Peupartier, B., & Roux, C. (2022). Combining circular and LCA indicators for the early design of urban projects, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 27, n. 1, pp. 1-19. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-02007-8>

- 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>
- Sinoh, S. S., Othman, F., & Onn, C. C. (2023). Circular economy potential of sustainable aggregates for the Malaysian construction industry, *Sustainable Cities and Society*, vol. 89, p. 104332. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104332>
- Soyinka, O. A., Wadu, M. J., Lebunu Hewage, U. W. A., & Oladinrin, T. O. (2023). Scientometric review of construction demolition waste management: a global sustainability perspective, *Environment, Development and Sustainability*, vol. 25, n. 10, pp. 10533-10565. Disponibile al link: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02537-7>
- Talamo, C. M. L. (a cura di). (2024). *Economia circolare e nuovi scenari per il settore delle costruzioni. Modelli organizzativi e pratiche di riuso e remanufacturing nel comparto del terziario*, FrancoAngeli, Milano.
- The European Green Deal. COM(2019) 640 Final (2019). Disponibile al link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). Disponibile al link: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>
- Waste Framework Directive (2020). Disponibile al link: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- World Economic Forum. (2016, January). Environmental Sustainability Principles for the Real Estate Industry, in *Industry Agenda*. Disponibile al link: https://www3.weforum.org/docs/GAC16/CRE_Sustainability.pdf

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