POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Decarbonizzazione dei manufatti edilizi: metodologie per la valutazione della Whole Life Carbon e focus sulla fase di fine vita

Original
Decarbonizzazione dei manufatti edilizi: metodologie per la valutazione della Whole Life Carbon e focus sulla fase di fine vita / Andreotti, J., Giordano, R.. - STAMPA. - (2023), pp. 26-35. (REcycling V Convegno Internazionale. Il valore della materia nella transizione ecologica del settore delle costruzioni. Roma (ITA) 25-26 maggio 2023).

Availability:
This version is available at: 11583/2988735 since: 2024-05-15T12:59:54Z

Publisher:
Anteferma Edizioni

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

14 September 2026

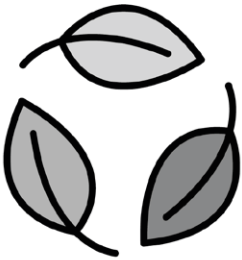
Atti del V Convegno Internazionale

RECYCLING

Proceedings of the 5th International Conference

a cura di / edited by
Adolfo F. L. Baratta
Laura Calcagnini
Antonio Magarò

anteferma



RECYCLING

a cura di
Adolfo F. L. Baratta
Laura Calcagnini
Antonio Magarò

anteferma

ROMA TRE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

Atti del V Convegno Internazionale
Il valore della materia nella transizione ecologica del settore delle costruzioni

Proceedings of the 5th International Conference
The value of building materials in the ecological transition of the construction sector

Acta de el V Congreso Internacional
El valor de la materia en la transición ecológica en el sector de las construcciones

a cura di | edited by | editado por
Adolfo F. L. Baratta
Laura Calcagnini
Antonio Magarò

ISBN: 979-12-5953-046-2

Anteferma Edizioni Srl
via Asolo 12, Conegliano, TV
edizioni@anteferma.it
Prima edizione: maggio 2023

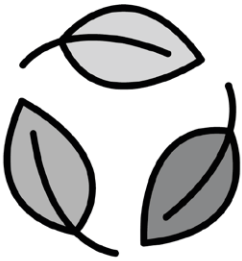
Progetto grafico
Antonio Magarò
www.conferencerecycling.com

le grafiche sono realizzate mediante tecnologia TTI (*Text to Image*) ovvero tramite un algoritmo di intelligenza artificiale che interpreta *prompt* basati sulle parole chiave relative agli argomenti trattati nel presente volume degli atti.

the graphics are produced using TTI (Text to Image) technology: an artificial intelligence algorithm that interprets keyword-based prompts related to the topics covered in this volume of proceedings.

los gráficos se elaboran mediante la tecnología TTI (Text to Image): un algoritmo de inteligencia artificial que interpreta indicaciones basadas en palabras clave relacionadas con los temas tratados en este volumen de actas.

Copyright
Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons
Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



RECYCLING

Il valore della materia nella transizione ecologica del settore delle costruzioni

---

The value of building materials in the ecological transition of the construction sector

---

El valor de la materia en la transición ecológica en el sector de las construcciones

COMITATO SCIENTIFICO

Rossano Albatici – Università degli Studi di Trento
Paola Altamura – Sapienza Università di Roma
Adolfo F. L. Baratta – Università degli Studi Roma Tre
Graziella Bernardo – Università degli Studi della Basilicata
Laura Calcagnini – Università degli Studi Roma Tre
Eliana Cangelli – Sapienza Università di Roma
Agostino Catalano – Università degli Studi del Molise
Fabiola Colmenero Fonseca – Universitat Politècnica de València (Spagna)
Giuseppe Cultrone – Universidad de Granada, Spagna
Michela Dalprà – Università degli Studi di Trento
Michele Di Sivo – Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio"
Carlos Alberto Duica Cuervo – Universidad El Bosque (Colombia)
Ornella Fiandaca – Università degli Studi di Messina
Camilo Alberto Forero Pineda – Universidad de Boyacà Tunja (Colombia)
Fabio Enrique Forero Suarez – Universidad El Bosque (Colombia)
Francesca Giglio – Università Mediterranea di Reggio Calabria
Roberto Giordano – Politecnico di Torino
Martino Hutz – Technische Universität Wien (Austria)
Rafaella Lione – Università degli Studi di Messina
Antonio Magarò – Università degli Studi Roma Tre
Luigi Marino – Università degli Studi di Firenze
Luigi Mollo – Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"
Antonello Monsù Scolaro – Università degli Studi di Sassari
Florian Musso – Technische Universität München (Germania)
Luis Manuel Palmero Iglesias – Universitat Politècnica de València (Spagna)
Francisco Palomino Bernal – Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán (Messico)
Elisabetta Palumbo – Università degli Studi di Bergamo
Claudio Piferi – Università degli Studi di Firenze
Hector Saul Quintana Ramirez – Universidad de Boyacá Sogamoso (Colombia)
Ramiro Rodríguez Pérez – Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán (Messico)
Alessandro Rogora – Politecnico di Milano
Monica Rossi Schwarzenback – HTWK Leipzig (Germania)
Andrés Salas Montoya – Universidad Nacional de Colombia (Colombia)
Camilla Sansone – Università degli Studi del Molise
Marzia Traverso – RWTH Aachen University (Germania)
Antonella Violano – Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"

COMITATO ORGANIZZATORE

Jacopo Andreotti – Università degli Studi Roma Tre
Massimo Mariani – Università degli Studi Roma Tre
Antonella G. Masanotti – Università degli Studi Roma Tre
Daniele Mazzoni – Università degli Studi Roma Tre
Mónica Alexandra Muñoz Veloza - Politecnico di Torino
Luca Trulli – Università degli Studi Roma Tre

Indice

Table of Contents

Índice

Premessa / Foreward / Prólogo

_16 Premessa. Il Riciclaggio come processo creativo di innovazione
Foreword. Recycling as a creative process of innovation
Adolfo F. L. Baratta - Laura Calcagnini - Antonio Magarò

Saggi / Essays / Ensayos

_26 Decarbonizzazione dei manufatti edilizi: metodologie per la valutazione della Whole Life Carbon e focus sulla fase di fine vita
Decarbonising buildings: Whole Life Carbon assessment methods and end-of-life stage focusing
Jacopo Andreotti - Roberto Giordano

_36 Re-manufacturing and re-use practices for extending the value of short-life building components
Nazly Atta - Anna Dalla Valle - Serena Giorgi - Salvatore Viscuso

_48 Il vetro piano in edilizia: dati e considerazioni in merito a produzione e riciclo
Flat glass in the construction industry: production and recycling data and considerations
Maria Antonia Barucco

_58 Vivienda circular: Minimización de impactos ambientales y residuos de la construcción
Circular housing: minimizing environmental impacts and construction waste
Fabiola Colmenero Fonseca - Juan Francisco Palomino Bernal - Ramiro Rodríguez Pérez

_68 Lost in transition. The burden of material resources for renewable energy sources
Massimiliano Condotta - Chiara Scanagatta - Elisa Zatta

_80 La gestione dei rifiuti edili in Europa: stato dell'arte e prospettive future
Construction waste management in Europe: state of the art and prospects
Marco Giampaoletti - Fabrizio Amadei

_92 Dalla cultura del riciclo alle buone pratiche
From the recycling culture to the best practices
Enza Santoro - Gigliola Ausiello

Ricerche / Researches / Investigaciones

_108 Stampa 3D in argilla e lolla di riso. Dall'architettura al design per la transizione ecologica
3D printing in clay and rice husk. From architecture to design for the ecological transition
Paola Altamura - Anna Chiara Perotta

_120 La circolarità delle risorse come driver d'innovazione nel settore dei laterizi
Circularity of resources as a driver of innovation in the brick sector
Jacopo Andreotti

_132 Il rovesciamento della piramide. Superiuso dei Termovalorizzatori di Colleferro
The reverse Pyramid. Superuse of Colleferro Incinerators
Serena Baiani - Paola Altamura - Gabriele Rossini

_146 Note per la lettura ambientale di uno stock edilizio scolastico
Notes for the environmental survey of a school buildings' stock
Roberto Bosco - Savino Giacobbe - Renata Valente

_158 L'evoluzione normativa dei Criteri Ambientali Minimi per l'economia circolare nel settore edile: materia riciclata e disassemblabilità dei prodotti
The regulatory evolution of Minimum Environmental Criteria for the circular economy in the building sector: recycled material and disassemblability of products
Laura Calcagnini

_174 Territorial Ecosystem for circular economies: Eco3R research project
Guido Callegari - Guglielmo Ricciardi - Giuseppe Roccasalva - Paolo Simeone

_184 BIM for recycling management in architectural design
Agostino Catalano - Luigi Mollo - Camilla Sansone

_194 L'innovazione circolare dei blocchi per murature: soluzioni che nobilitano il rifiuto
The circular innovation of wall blocks: solutions that ennoble waste
Alessandra Cernaro

_210 Contribución a la economía circular:incorporación de vidrio en la producción de ladrillos
Contributing to the circular economy: glass addition in brick making
Laura Crespo-López - Giuseppe Cultrone

_220 Modelo International Standards para la sostenibilidad de edificios (Etapa de uso y mantenimiento)
International Standards Model for Building Sustainability (Stage of use and maintenance)
Fabiola Colmenero Fonseca - Consuelo Gómez-Gómez - Andrés Salas Montoya

_236 Harvest map of tangible and intangible resources in Watamu for sustainable architecture
Stefania De Gregorio

_248 Estudiando el pasado para construir el futuro. La Arquitectura Vernácula y su aporte a la construcción del futuro como medida de mitigación del cambio climático
Carlos Alberto Duica Cuervo

_262 L'innovazione tecnologica dei serramenti in PVC verso "modelli di produzione e consumo sostenibili"
The technological innovation of PVC window-frames toward production and consumption sustainable models
Ornella Fiandaca

_274 Valutazioni multicriteriali per l'efficienza nei processi di riciclaggio
Multicriteria evaluation for recycling process efficiency
Fabrizio Finucci - Antonella G. Masanotti - Daniele Mazzoni

_286 Fotovoltaico tra prestazione e sostenibilità: una sfida per il futuro
Photovoltaics between performance and sustainability: a challenge for the future
Letizia Giusti - Marianna Rotilio - Gianni Di Giovanni

_296 Il riutilizzo di spolia edili: Qasr Rabba in Giordania. Un caso esemplare
The reuse of building spolia: Qasr Rabba in Jordan. An exemplary case
Jacqueline Gysens Calzini - Luigi Marino

_308 Calcestruzzo con aggregati di laterizio riciclato. Machine learning per la previsione prestazionale e trattamento dei dati per la gestione dell'errore
Recycled brick aggregate concrete. Machine Learning for performance prediction and data processing for error management
Antonio Magarò

_318 Assessing the externalities of a waste management system via life cycle costing: The case study of the Emilia-Romagna Region (Italy)
Chiara Magrini - Alessandro Dal Pozzo - Alessandra Bonoli

_330 Potenzialità d'utilizzo nell'ambiente costruito delle risorse di prossimità
Potential use of proximity resources in the built environment
Marco Migliore - Matteo Clementi - Giancarlo Paganin

_340 Scarti di granito e cave dismesse per futuri scenari eco-innovativi in Sardegna
Granite scraps and abandoned quarries for future eco-innovative scenarios in Sardinia
Antonello Monsù Scolaro - Cheren Cappello

_352 Valutazione BIM-based ex ante dei rifiuti da C&D per la demolizione selettiva
BIM-based preliminary C&D waste assessment for selective demolition
Marina Rigillo - Giuliano Galluccio - Federica Paragliola - Sara Piccirillo - Sergio Tordo

_366 Concretos de alta resistencia con humo de sílice y con diferentes fuentes de agregados gruesos
High strength concretes with silica fume and three different sources of coarse aggregates
Andrés Salas Montoya - Fabiola Colmenero Fonseca

_376 Circular strategies within building processes: emerging needs and perspectives
Cinzia Talamo - Giancarlo Paganin - Nazly Atta

_390 Il vetro piano: potenziale inespresso di un rifiuto da costruzione e demolizione
Flat Glass: untapped potential of a construction and demolition waste
Luca Trulli

Architetture / Architectures / Arquitecturas

_406 Valorización de residuos de producción industrial en elementos de cierre de edificios
The valorisation of industrial production waste in building closure elements
Graziella Bernardo - Luis Manuel Palmero Iglesias

_418 Architectural jam sessions. Harmonized improvisations from recycled components in Casamatta, Mulini di Gurone, Malnate, Italy
Gian Luca Brunetti

_430 Il recladding degli edifici per uffici. Un esempio applicato di progettazione integrata
The recladding of office buildings. An applied example of integrated design
Michele Conteduca - Valerio Fonti

_442 Riuso e riciclo di elementi e componenti prefabbricati per gli stadi di Qatar 2022
Reuse and recycling of prefabricated elements and components for Qatar 2022 stadiums
Massimo Mariani

_454 Construcción circular en asentamientos informales: de residuos a hogares
Circular construction in informal settlements: from waste to home
Mónica Alexandra Muñoz Veloza

_468 Esperienze di progetto attraverso processi di “urban mining”
Design experiences through “urban mining” processes
Alessandro Rogora - Paola Leardini

_482 C'erano una volta vecchi attrezzi e scarti agricoli: il progetto di un Parco Circolare
Once upon a time there were disused farm tools and agricultural wastes: the Circular Park project
Silvia Tedesco - Elena Montacchini - Annalisa Gino - Jacopo Gasparotto

Ringraziamenti / Acknowledgment / Agradecimientos

_496 Ringraziamenti
Acknowledgement

Decarbonizzazione dei manufatti edilizi: metodologie per la valutazione della *Whole Life Carbon* e focus sulla fase di fine vita

Decarbonising buildings: Whole Life Carbon assessment methods and end-of-life stage focusing

Jacopo Andreotti *_jacopo.andreotti@uniroma3.it*
Ph.D. Student
Università degli Studi Roma Tre
Dipartimento di Architettura

Roberto Giordano *_roberto.giordano@polito.it*
Professore Associato
Politecnico di Torino
Dipartimento di Architettura e Design

Summary

In recent decades, the dependence of human activities on fossil fuels and linear economic models (produce, use, and throw away) have caused the emission of vast quantities of GreenHouse Gas (GHG) into the atmosphere, causing the rise of the earth's temperature. In response to climate change, world governments have signed several pacts to reduce GHG emissions and limit temperature rise to 2050 below 1.5°C. In this context, the European Union has shown to be sensitive to environmental issues and a promoter of a network of plans to tackle global warming. Among the main areas of intervention, the construction sector is predominant in pursuing decarbonisation by 2050.

Being able to manage and control the emissions in the life cycle of a building becomes a pivotal element in reaching decarbonisation's objectives. It is, therefore, necessary to develop methods and tools for measuring all stages of the life cycle of buildings, from construction to final disposal. The paper deals with some results of the research project "Tool for Decarbonisation", promoted by the Green Building Council Italy in collaboration with the Department of Architecture and Design of the Politecnico di Torino. The research aims to develop an accounting methodology for the Embodied Carbon in all the stages of a building's life cycle.

The research outcomes contribute to assessing the building's Whole Life Carbon. Finally, the paper focuses on the final stages of the building's life cycle, highlighting the complexity of accounting Embodied Carbon in the End-of-Life stages and the different influence on reducing emissions caused by Construction and Demolition waste.

Circular Economy, Decarbonise, Embodied Carbon,
End-of-Life, Whole Life Carbon

Introduzione

Negli ultimi cinquant'anni la composizione atmosferica della cosiddetta Biglia Blu, nome dato alla fotografia della Terra scattata dall'Apollo 17 nel 1972, ha subito modificazioni imputabili a numerose attività, non ultime quelle connesse all'uomo; l'emissione di gas a effetto serra di origine antropogenica ha contribuito all'aumento della temperatura media terrestre per effetto di una diversa concentrazione di anidride carbonica (CO_2) presente in atmosfera, che è passata da 320 ppm del 1970 a 418 ppm del 2022 [NOAA, 2023]. Ne sono discesi eventi atmosferici, in molti continenti, inusuali e in alcuni casi estremi [IPCC, 2021]. Per contrastarne gli effetti dei cambiamenti climatici, i governi mondiali hanno sottoscritto il Paris Agreement e il Glasgow Climate Pact, con l'obiettivo di ridurre l'emissione di gas serra, limitando così l'innalzamento della temperatura della terra al 2050 entro e non oltre 1,5°C. Nel novero dei settori che contribuiscono maggiormente alle emissioni di CO_2eq, spicca quello delle costruzioni, che contribuisce per il 37% sul totale annuo [UNEP, 2022].

In ambito edilizio sono stati elaborati numerosi programmi e piani per la decarbonizzazione, comprese le proposte elaborate dall'Unione Europea

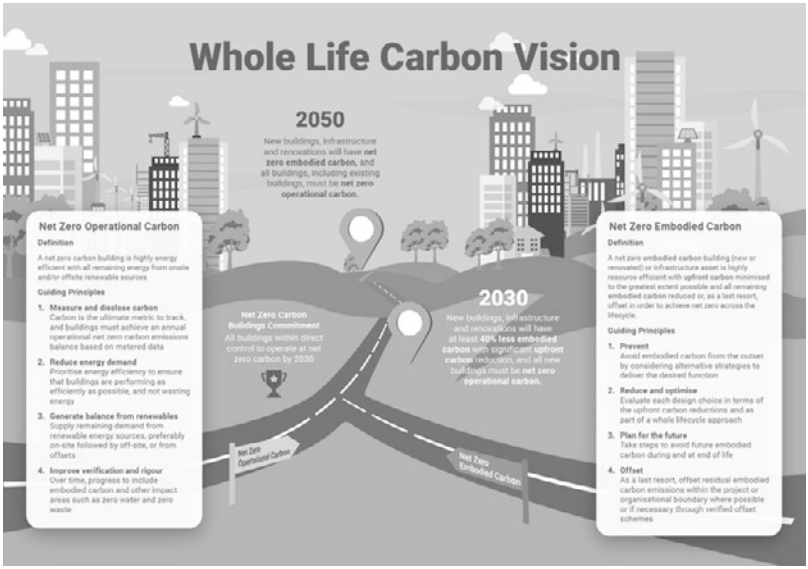


Figura 1. WLC vision [fonte: worldgbc.org].

che dal 2015 (anno dell'adesione all'accordo di Parigi) ha sviluppato una serie di piani di supporto alla transizione verso modelli sostenibili, rigenerativi e a zero emissioni. Tra i tanti vale la pena di citare il Green Deal [COM, 2019] che definisce le sfide prioritarie per azzerare le emissioni di CO_2eq entro il 2050. Complementare al Green Deal è stato sviluppato il New European Bauhaus [COM a, 2021], con lo scopo di accelerare il passaggio a sistemi circolari e a minore intensità di carbonio. Inoltre, è in fase di revisione la direttiva sulle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD) [COM b, 2021] che mira a rinnovare gli immobili per allinearsi agli obiettivi di decarbonizzazione. Nel complesso l'Unione Europea prevede un'intesa opera di riqualificazione dell'ambiente costruito, cui corrispondono miglioramenti da un punto di vista dei fabbisogni termici ed elettrici. Riqualificare sull'esistente richiede però interventi di demolizione parziale e l'integrazione di nuovi materiali ed elementi tecnici; azioni che nel complesso comportano la produzione, anche consistente, di rifiuti da Costruzione e Demolizione (C&D). Una visione sistemica è dunque necessaria per favorire una reale decarbonizzazione del settore. Un vantaggio ambientale in una fase del ciclo di vita di un edificio può, infatti, comportare la generazione in un impatto negativo in un'altra fase.

Concentrando l'attenzione sul tema della gestione dei rifiuti da C&D, vale la pena di menzionare la Direttiva 2018/851, in aggiornamento alla *Waste Framework Directive* del 2008, che promuove processi circolari di recupero, riciclo e riuso. Inoltre, la combinazione tra esigenze di riduzione e/o azzeramento delle emissioni di CO_2eq con quelle relative a un approccio circolare, riferito ai flussi di materiali e di risorse che alimentano la costruzione e il funzionamento di un'opera, è il contesto all'interno del quale si sviluppano metodi e strumenti di misura di tutte le fasi che caratterizzano il ciclo di vita di un manufatto edilizio, come ad esempio il modello Level(s) [Dodd, 2017].

La valutazione delle emissioni di CO_2eq deve quindi consentire una *Whole Life Carbon* (WLC) assessment, intesa come un bilancio tra l'indicatore Operational Carbon (OC), che determina le emissioni di CO_2eq in funzione dei fabbisogni energetici per la climatizzazione, l'illuminazione e l'acqua calda sanitaria, e l'indicatore Embodied Carbon (EC), che valuta i rilasci, gli stoccaggi, le rimozioni e le possibili compensazioni di CO_2eq durante una o più fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio. Il passaggio a un settore a zero emissioni è però graduale, si richiede infatti di ridurre i risultati del

bilancio del 40% entro il 2030 – rispetto alle medie attuali – e di raggiungere valori prossimi allo zero entro il 2050 (Figura 1) [WGBC, 2019]. Tuttavia, mentre il calcolo dell'OC è da considerare ormai consolidato per effetto dei metodi e degli strumenti di valutazione sulle prestazioni energetiche degli edifici, lo studio dell'EC è ancora in una fase di sviluppo, sebbene vi siano esempi di applicazione in ambito europeo come il progetto *London Energy Transformation Initiative* (LETI) [LETI, 2020], il R*églementation Environnementale* (RE2020) [MTE, 2020] per tutti i nuovi edifici realizzati in Francia e, non ultimo, il piano *National Strategy for Sustainable Construction* in vigore dal 2021 in Danimarca [MIH, 2021].

"Strumenti per la Decarbonizzazione": obiettivi e quadro tecnico-normativo

In ambito europeo e nazionale, la messa a punto di una *roadmap* per una progressiva decarbonizzazione del settore edilizio è lo scopo principale del progetto EU #BuildingLife [WGBC, 2020], a cui il *Green Building Council* Italia (GBC Italia) ha preso parte [GBC Italia, 2022]. La gestione di un argomento così complesso è stata affidata a *Working Group* (WG) nazionali. I WG italiani sono tre: il primo ha il compito di definire Soluzioni tecnologiche di impianto e di involucro, il secondo intende definire metodologie e Strumenti attraverso cui calcolare le emissioni di CO_2eq in diverse fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio, il terzo sviluppa gli elementi di Finanza, che

Figura 2. Principali riferimenti normativi e tecnici [elaborazione degli autori].

accompagnano la realizzazione di nuovi interventi e la riqualificazione di quelli esistenti. In tale contesto il gruppo di ricerca di Tecnologia & Ambiente del Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino ha coordinato le attività del secondo WG "Strumenti per la Decarbonizzazione", definendo la metodologia di contabilizzazione della EC, con l'obiettivo di concorrere a una valutazione complessiva WLC.
Il WG ha dovuto operare all'interno di un articolato e complesso quadro tecnico-normativo (Figura 2). Più precisamente, le attività di ricerca si sono confrontate con due famiglie di standard (14000 e 15000), approfondendo in particolare la UNI EN 15978:2011. A completamento di tali norme, sono stati integrati ulteriori riferimenti tecnici, orientati alla contabilizzazione dell'EC e allo studio WLC di un'opera. L'armonizzazione tra riferimenti ha così condotto il WG a:

1. predisporre un glossario di definizioni e di unità di misura;
2. individuare metodologie utili a caratterizzare singole fasi nel ciclo di vita di un manufatto. Le quali sono state poi incluse in un sistema di valutazione complessivo, capace cioè di esprimere attraverso metriche appropriate sia i valori di EC sia di WLC;

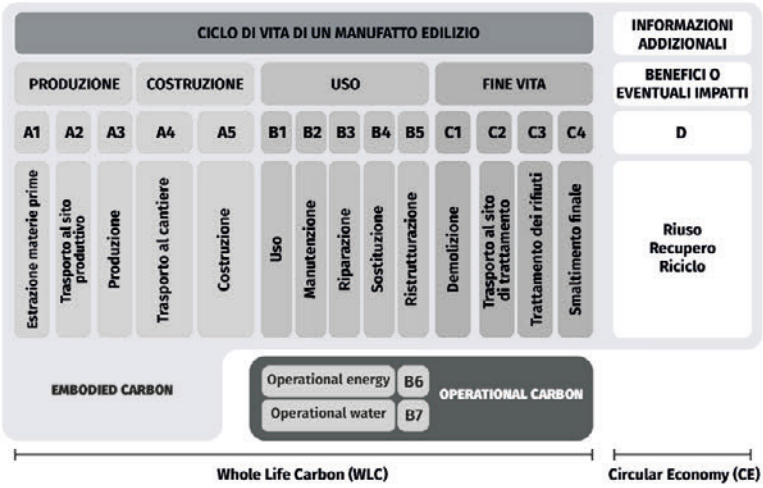


Figura 3. Fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio [elaborazione degli autori].

3. elaborare due metodi di calcolo, base e avanzato, in relazione alle condizioni specifiche della progettazione (es. preliminare, esecutiva, ecc.);
4. determinare le metriche per la valutazione dell'EC di materiali, elementi tecnici e di impianto.

Embodied Carbon nel ciclo di vita di un manufatto edilizio

Il WG, in linea con lo standard UNI EN 15978:2011, ha individuato le fasi in cui determinare l'EC, suddividendole in: Produzione e Costruzione (A), Uso (B) e Fine vita (C), cui può essere aggiunta in maniera indipendente la fase "Oltre il ciclo di vita (D)", capace di valutare i benefici o gli eventuali impatti connessi a processi circolari (Figura 3). Come si evince però dalla figura 4, più si estende il sistema di valutazione dell'EC, comprendendo cioè le fasi di produzione e costruzione (A1-A5), di sostituzione e di manutenzione di materiali ed elementi tecnici (B1-B5) e di dismissione finale (C1-C4), più è potenzialmente significativa la sua magnitudo. Il suo impatto può, infatti, raggiungere o superare il contributo in termini di OC [PEEB, 2021]. La OC, inoltre, per effetto dell'efficientamento energetico e un crescente impiego di fonti rinnovabili per il funzionamento degli edifici, ha progressivamente ridotto le emissioni di CO_2eq [WBCSD, 2021]. L'estensione a un più ampio numero di fasi del ciclo di vita di un manufatto è metodologicamente necessaria ma, nella pratica, si connota per diversi livelli di complessità. Vi sono, infatti, fasi come quella di produzione, che oggi possono essere caratterizzate con una certa facilità, grazie alla disponibilità di banche dati e di sistemi di certificazione, come le Dichiarazioni Ambientali di Prodot-

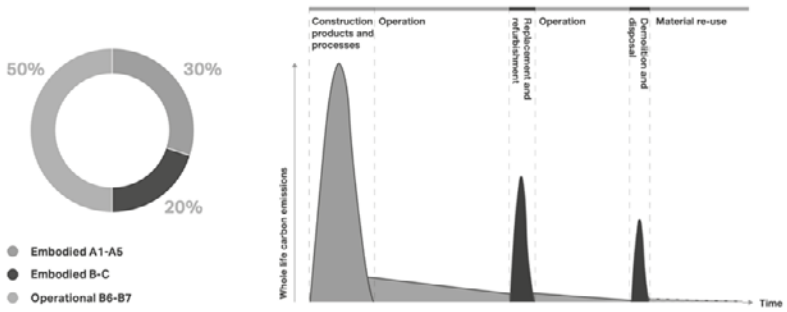


Figura 4. Influenza dell'EC sul bilancio complessivo WLC [fonte: wbcsd.org].

to (EPD); mentre altre, invece, sono di più difficile studio, in parte perché non contemplate nelle citate banche dati e certificazioni e, in parte, perché sono richieste valutazioni rispetto a uno scenario temporale di riferimento relativamente lungo. Considerando, ad esempio, uno ciclo di vita di un edificio di 50 anni – *Level(s)* [Dodd, 2017] – è richiesto di stabilire in fase di progettazione cosa accadrà ad alcune categorie di elementi tecnici tra 10 e 20 anni e al manufatto nel suo insieme tra 50. La fase di fine vita (C1-C4) è certamente la più incerta, poiché si domanda di definire, non solo come sarà demolito l'immobile (C1), ma anche dove saranno trasportati i rifiuti (C2) e come saranno trasformati (C3 e C4) (Figura 5).

Conclusioni

La decarbonizzazione dell'ambiente costruito è una sfida prioritaria per l'Europa ma la sua attuazione richiede numerosi approfondimenti metodologici.

In questo senso, il lavoro congiunto del WG con GBC Italia contribuisce nel mettere a disposizione agli operatori del settore delle costruzioni metodi e strumenti di valutazione WLC (A/C), e annessa *Circular Economy* (D). I risultati del lavoro condotto dal WG "Strumenti per la Decarbonizzazione" sottolineano, però, le molteplici difficoltà che si riscontrano nel prevedere le emissioni nelle diverse fasi del ciclo di vita e nel reperire le informazioni utili alla valutazione WLC. In particolare, è altresì evidente come il fine vita costituisca una delle fasi più complesse di tutto lo studio, rispetto al quale la ricerca sta mettendo a sistema le prime proposte sul piano dei metodi e degli strumenti di contabilizzazione delle emissioni. Nell'immediato futuro, la ricerca dovrà quindi verificare le potenzialità del metodo su casi di studio,

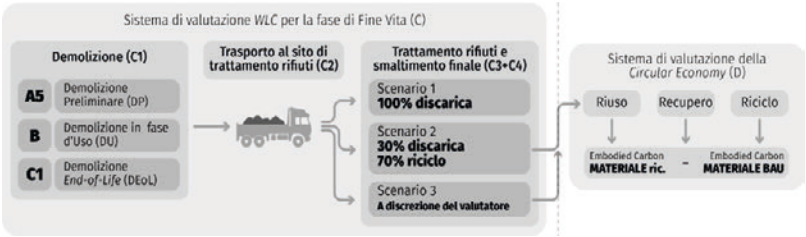


Figura 5. Eventi di demolizione, scenari di smaltimento e Circular Economy [elaborazione degli autori].

in modo da definire – qualora necessario – le azioni correttive o integrative. Inoltre, sarà importante diffondere i risultati conseguiti al più ampio numero di stakeholders, per indirizzare il settore delle costruzioni verso un futuro sostenibile e a zero emissioni.

Note

[1] La CO_2eq è un'unità di misura che esprime l'impatto sul cambiamento climatico di una determinata quantità di gas a effetto serra – sia esso CO_2, metano (CH_4), protossido di azoto (N_2O), etc. – rispetto un equivalente quantitativo di CO_2; i fattori di conversione sono descritti nel report dell'Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC, 2021].

[2] La fase C3 valuta tutte quelle operazioni a cui i rifiuti sono sottoposti, prima di poter essere riutilizzati, riciclati o recuperati.

Referenze bibliografiche

Commissione Europea [2019]. COM(2019) 640 final. "Il Green Deal europeo", disponibile da https://eur-lex.europa.eu (Ultima consultazione 10.02.2023).

Commissione Europea [2020]. COM(2020) 98 final. "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare Per un'Europa più pulita e più competitiva", disponibile da https://eur-lex.europa.eu (Ultima consultazione 18.02.2023).

Commissione Europea [2021] a. COM(2021) 573 final. "New European Bauhaus: Beautiful, Sustainable, Together", disponibile da https://eur-lex.europa.eu (Ultima consultazione 10.02.2023).

Commissione Europea [2021] b. COM(2021) 802 final. "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings (recast) – EPBD", disponibile da https://eur-lex.europa.eu (Ultima consultazione 10.02.2023).

Dodd, N.; Cordella, M.; Traverso, M.; Donatello, S. [2017]. Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Giordano, R. [2010]. I Prodotti per l'edilizia sostenibile. Napoli: Esselibri.

Glass for Europe (GfE) [2020]. "Il vetro piano nell'Europa a emissioni zero", disponibile da https://glassforeurope.com (Ultima consultazione 18.02.2023).

Green Building Council Italia (GBC Italia) [2022]. "Decarbonizzare il ciclo di vita dell'ambiente costruito. Roadmap italiana per raggiungere gli obiettivi climatici al 2050", disponibile da https://gbcitalia.org (Ultima consultazione 18.02.2023).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [2021]. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I, Cambridge: Cambridge University Press.

London Energy Transformation Initiative (LETI) [2020]. "Embodied Carbon Primer", disponibile da www.leti.uk/ecp (Ultima consultazione 01.03.2023).

Ministry of the Interior and Housing (MIH) [2021]. "National Strategy for Sustainable Construction", disponibile da https://english.im.dk (Ultima consultazione 01.03.2023).

Ministère de la Transition Écologique (MTE) [2020]. "Réglementation Environnementale des Bâtiments neufs (RE2020)", disponibile da www.ecologie.gouv.fr/reglementation-environnementale-re2020 (Ultima consultazione 01.03.2023).

National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) [2023]. "Global Monitoring Laboratory: Carbon Cycle Greenhouse Gases", disponibile da https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html (Ultima consultazione 17.02.2023).

Programme for Energy Efficiency in Buildings (PEEB) [2021]. "Embodied Carbon. A Hidden. Heavyweight for the Climate", disponibile da www.peeb.build (Ultima consultazione 10.02.2023).

United Nations Environment Programme (UNEP) [2022]. "Global Status Report for Buildings and Construction", disponibile da https://globalabc.org (Ultima consultazione 09.02.2023).

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) [2021]. "Net-zero buildings: Where do we stand?", disponibile da www.wbcsd.org (Ultima consultazione 10.02.2023).

World Green Building Council (WGBC) [2019]. "Bringing Embodied Carbon Upfront", disponibile da https://worldgbc.org (Ultima consultazione 10.02.2023).

World Green Building Council (WGBC) [2020]. "#BuildingLife", disponibile da https://worldgbc.org (Ultima consultazione 10.02.2023).

finito di stampare nel mese di
maggio 2023

Il V Convegno Internazionale Recycling, dedicato a "Il valore della materia nella transizione ecologica del settore delle costruzioni" si è tenuto a Roma il 26 maggio 2023, confermandosi come uno dei principali luoghi di confronto tra accademici e *stakeholders*. Il Comitato Scientifico, composto da docenti ed esperti provenienti da 24 Atenei internazionali, distribuiti su 4 Paesi e 3 continenti, ha selezionato i migliori contributi tra quelli pervenuti secondo la procedura *double blind peer review*. Come di consuetudine, i contributi sono stati suddivisi nelle tre sezioni del Convegno Internazionale: "Saggi", "Ricerche" e "Architettura". La raccolta degli atti ha come obiettivo la definizione dello stato dell'arte del riciclaggio nel settore delle costruzioni, oltre a fotografare la direzione verso la quale il mondo della ricerca scientifica si sta orientando. La moltitudine di punti di vista che caratterizza il presente volume è, probabilmente, il suo maggiore valore, restituendo un profilo innovativo e creativo sul tema.

The 5th International Conference Recycling, dedicated to "The value of building materials in the ecological transition of the construction sector" was held in Rome on May 26, 2023 confirming its status as one of the main venues for dialogue between academics and stakeholders. The Scientific Committee, consisting of professors and experts from 24 international universities, spread over 4 countries and 3 continents, selected the best papers among the ones received according to the double blind peer review. As usually, the papers were divided into the three sections of the International Conference: 'Essays', 'Research' and 'Architecture'. The aim of the proceedings is to define the state of the art of recycling in the construction sector, as well as to take a framework of the direction in which the world of scientific research is heading. The multitude of vievvpoints that characterises this volume is probably its greatest value, providing an innovative and creative profile on the subject.

Adolfo F. L. Baratta, *Architect and Ph.D. Since 2014, he is Associate Professor in Architectural Technology at the Roma Tre University.*

Laura Calcagnini, *Architect and Ph.D. Since 2019, she is Assistant Professor in Architectural Technology at Roma Tre University.*

Antonio Magarò, *Architect and Ph.D. Since 2021 he is Research Fellow in Architectural Technology at Roma Tre University.*

ISBN 979-12-5953-046-2

9 791259 530462

€ 22,00