



1984 – 2024

**ANIT**

ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO  
TERMICO E ACUSTICO

6° Congresso Nazionale ANIT  
21-22 novembre 2024

# Valutazione LCA degli edifici: orientamenti normativi ed esempi

## Mappatura delle iniziative nazionali

32 paesi: EU27 + Islanda, Norvegia, Svizzera, UK, Ucraina

13/32 con indicatori LCA espliciti nella normativa

7/32 con certificazioni volontarie

UE: 8/27 con indicatori LCA

Normativa con indicatori LCA per il settore edilizio	Austria	Belgio	Danimarca	Estonia	Finlandia	Francia	Germania	Irlanda	Islanda	Italia	Norvegia	Paesi Bassi	Polonia	Portogallo	Regno Unito	Repubblica Ceca	Romania	Spagna	Svezia	Svizzera	Città di Londra (UK)	
Obbligatorio, target in vigore			•			•						•							•			
Obbligatorio, target in vigore (solo edifici pubblici)																						•
Obbligatorio, target in programma											•								•			
Volontario, Benchmark																				•		
Obbligatorio (solo edifici pubblici)		•					•															
Criterio premiale (solo edifici pubblici)										•					•							
In sviluppo				•	•				•													
Certificazione volontaria nazionale	•							•					•	•		•	•	•				

Fonte: Davide Tirelli, Monica Lavagna, Andrea Campioli, Mappatura di policy LCA per il settore edilizio in Europa, XVIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA, 3-5 luglio 2024, Università «G. D'Annunzio» Chieti e Pescara, Pescara

# La domanda di LCA nelle policies del settore edilizio in Europa

## Danimarca

Solo GWP (embodied + operational carbon)  
 EN 15978 e Build Report 2021:32 standards  
 No tool obbligatori, ma LCAbyg and LCCbyg  
 LCA da presentare a edificio ultimato

Moduli LCA	Impatto sul clima [kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> y] - valori limite di soglia			
	2023	2025	2027	2029
<b>A1-A3, B4, B6, C3-C4</b>				
Nuova costruzione <1.000 m <sup>2</sup>	-	10,5	9,0	7,5
Nuova costruzione ≥1.000 m <sup>2</sup>	12,0	10,5	9,0	7,5
Standard volontario low-emission	8,0	7,0	6,0	5,0

Service life: 50 anni

## Francia

GWP (embodied + operational carbon) + 27 indicatori  
 EN 15978  
 Lista di tool approvati per il calcolo LCA  
 Da presentare alla richiesta di permesso di costruire e  
 al termine dei lavori

Funzione dell'edificio (o parte di esso)	Valore massimo I <sub>construction</sub> [kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> ]			
	2022 - 2024	2025 -2027	2028 - 2030	From 2031
Abitazioni singole o a schiera	640	530	475	415
Abitazioni pluri-familiari	740	650	580	490
Uffici	980	810	710	600
Scuole primarie e secondarie	900	770	680	590

A+B+C+D separately reported

Service life: 50 anni

## Paesi Bassi

Shadow cost (MKI) con 11 indicatori di impatto  
 EN 15978  
 Lista di tool approvati per il calcolo LCA  
 LCA da presentare a edificio ultimato

Moduli LCA	MPG [€/m <sup>2</sup> y] - valori limite di soglia		
	2018	2021	2025
<b>A1-A5, B1-B5, C1-C4, D</b>			
Edifici per uffici di nuova costruzione ≥ 100 m <sup>2</sup> (50 anni)	1.0	1.0	0.85 (proposto)
Edifici residenziali di nuova costruzione (75 anni)	1.0	0.8	0.5 (proposto)
Altre funzioni	-	-	?

Fonte: Davide Tirelli, Monica Lavagna, Andrea Campioli, Mappatura di policy LCA per il settore edilizio in Europa, XVIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA, 3-5 luglio 2024, Università «G. D'Annunzio» Chieti e Pescara, Pescara

## **Volontario**

- Green Building Rating System (LEED, BREEAM, etc.)

## **Richiesta normativa**

- EU Taxonomy (2020/852), Sustainable Finance SFDR & ESG & DNSH
- EPBD IV (2024/1275)
- GPP CAM edilizia e Nuovo Codice Appalti (D.lgs. 36/2023)

## **Iniziative locali**

- Piano Aria & Clima (PAC) del Comune di Milano

## Articolo 7 e Allegato III

### LC-GWP obbligatorio per:

- Tutti i nuovi edifici  $\geq 1000 \text{ m}^2$  dal 2028
- **Tutti i nuovi edifici dal 2030**

Ogni Stato membro deve pubblicare e notificare alla Commissione una **roadmap per definire valori limite** per il LC-GWP dei nuovi edifici dal 2027 e i target progressivamente in riduzione applicabili dal 2030.

Allegato III: l'unità di misura dei calcoli è  $\text{kgCO}_2\text{eq}/(\text{m}^2)$  (di superficie utile di pavimento) calcolata lungo una vita utile di 50 anni, in accordo con la EN15978.

Entro Dicembre 2025: Delegated Act

- Responsabilità e chiarimenti legali
- Raccomandazioni per le assunzioni metodologiche e Quadro di riferimento standardizzato per i moduli LCA e gli elementi costruttivi da includere, la fase durante il processo progettuale in cui sottomettere la valutazione LC-GWP.

## Nuovo Codice degli Appalti D.lgs. 36/2023

### Allegato I.7

Contenuti minimi del quadro esigenziale, del document di fattibilità delle alternative progettuali, del document di indirizzo della progettazione, del progetto di fattibilità tecnica ed economica e del progetto esecutivo (Articoli da 41 a 44 del Codice)

### SEZIONE II: PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

#### Articolo 11.

#### Relazione di sostenibilità dell'opera

...

c) una stima della **Carbon Footprint** dell'opera in relazione al ciclo di vita e il contributo al raggiungimento degli obiettivi climatici;

d) una stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare, seguendo le metodologie e gli standard internazionali (**Life Cycle Assessment** - LCA), con particolare riferimento alla definizione e all'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati;

...

Semplificazione delle fasi del ciclo di vita considerate:

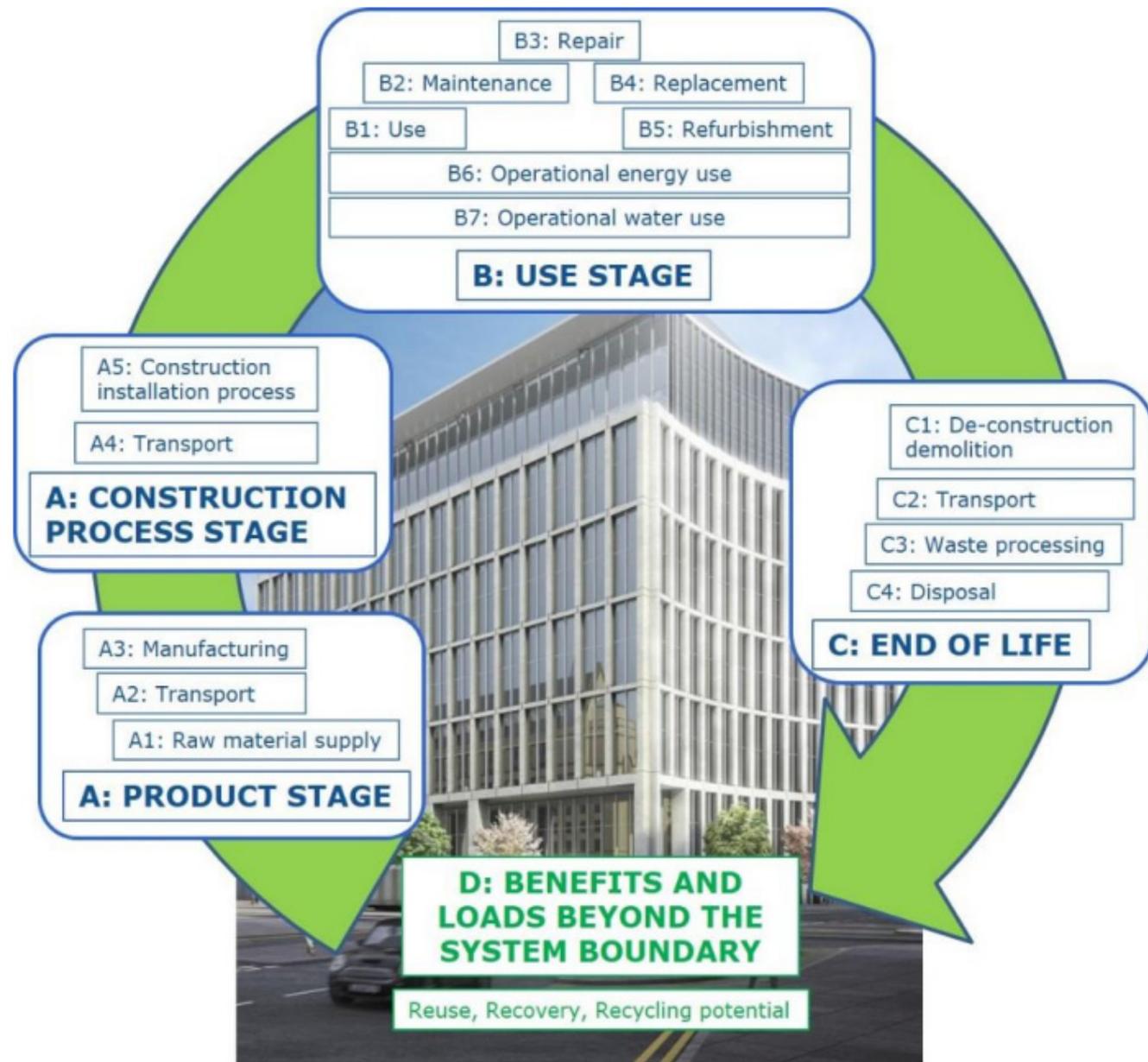
- Fase di produzione (A1-A2-A3-A4)
- Fase di utilizzo (B4 «replacement» e B6 «operational energy»)
- Fase di fine vita (C2-C3-C4)

Semplificazione delle parti d'opera considerate:

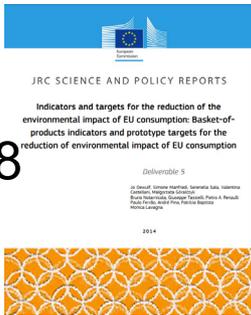
- strutture portanti;
- chiusure esterne;
- partizioni interne orizzontali;
- partizione interne verticali;
- strutture di collegamento;
- rivestimenti interni ed esterni
- finiture
- sono esclusi gli impianti, le sistemazioni esterne, gli arredi.

Obiettivo: dimostrare riduzione di almeno 10% in almeno tre categorie di impatto tra cui GWP, senza innalzamento nelle altre categorie di impatto

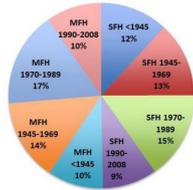
- UNI EN15978: 2011
- indicatore 1.2 Life cycle Global Warming Potential (GWP) Level(s) –  
A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings”



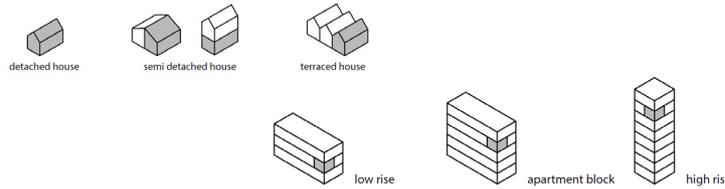
JRC  
2014-18  
Basket of  
Products:  
Housing



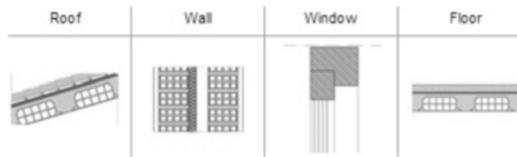
## Analisi del building stock



## Campione rappresentativo



## Archetipi



Cluster  
tipologie  
anno costruzione  
zona climatica

Cluster	Year	Climate Zone	Percentage	
			WARM	COLD
SINGLE FAMILY HOUSE 49.74%	<1945	WARM	24.98%	24.98%
	1945-1969	WARM	24.66%	24.66%
	1970-1989	WARM	31.48%	31.48%
	1990-2008	WARM	18.88%	18.88%
MULTI FAMILY HOUSE 50.26%	<1945	MODERATE	23.38%	23.38%
	1945-1969	MODERATE	26.67%	26.67%
	1970-1989	MODERATE	30.52%	30.52%
	1990-2008	MODERATE	19.43%	19.43%

DG GROW  
2022-2024

Analysis of Life-Cycle  
Greenhouse Gas  
Emissions of EU  
Buildings and  
Construction  
<https://c.ramboll.com/life-cycle-emissions-of-eu-building-and-construction>

INDICATE LIFE  
2024

## Modellazione LCA

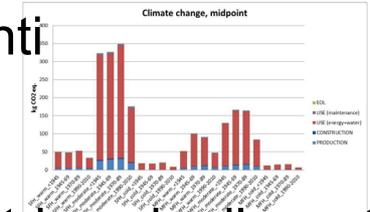
PRODUCTION PHASE	Materials	Quantity	Unit
underground structure	foundations	0.032	m <sup>3</sup> /y
	reinforced concrete curb (50 cm)	0.479	kg/y
structure	reinforced concrete (20 cm)	1.150.363	kg/y
	timber frame (20 cm x 20 cm)	0.010	kg/y

## Hotspot analysis

Annual environmental impact of a dwelling in EU. Results are reported per each dwelling type. A colour code is applied from lower impact (in green), to higher impact (in orange), colour scale.

Impact categories	Unit	SFH warm	SFH moderate	SFH cold	MFH warm	MFH moderate	MFH cold	Average SFH	Average MFH	EU housing average
Climate change	kg CO <sub>2</sub> eq	5.94E+03	7.79E+03	8.61E+03	3.91E+03	5.05E+03	4.97E+03	7.53E+03	4.65E+03	6.08E+03

## Fasi rilevanti



## Parte di patrimonio rilevante



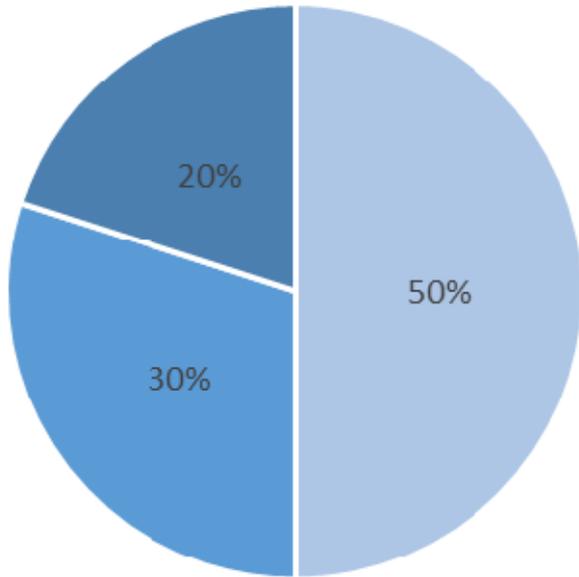
## Modellazione di scenari

## Indicazioni per le policy

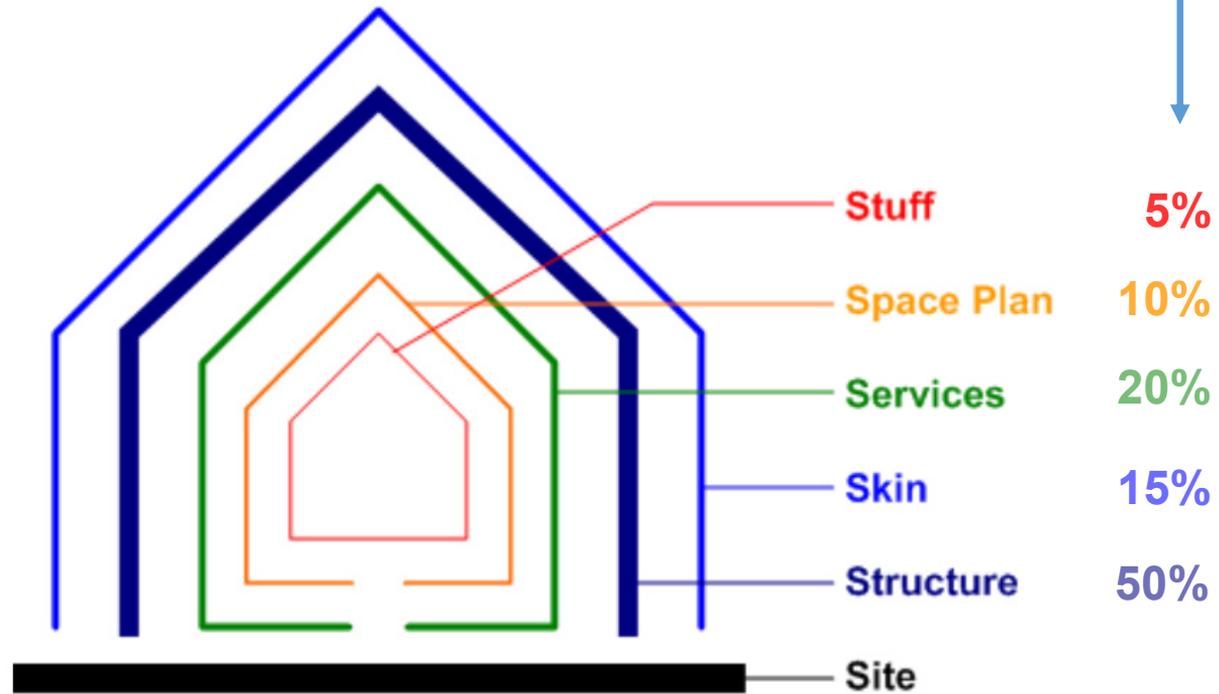
Area	Year	Value
Zona warm	1945-1969	9.1
	1970-1989	9.8
	1990-2010	9.7
Zona moderate	1945-1969	12.1
	1970-1989	11.6
	1990-2010	11.6
Zona cold	1945-1969	10.0
	1970-1989	10.0
	1990-2010	11.3

Fonte: Monica Lavagna, Catia Baldassarri, Andrea Campioli, Serena Giorgi, Anna Dalla Valle, Valentina Castellani, Serenella Sala, "Benchmarks for environmental impact of housing in Europe: Definition of archetypes and LCA of the residential building stock", Building and Environment, Vol 145

# Incidenza delle fasi del ciclo di vita e delle parti d'opera di un edificio



- 1 Operational impacts B6-B7 use
- 2 Embodied impacts A1-A5 pre-use
- 3 Embodied impacts B-C use-EoL



# LCA edificio nZEB a Rodano, Milano



Location: Rodano, Milan, Italy  
No. of buildings 4

Net floor area 4036 m<sup>2</sup>

Inaccessible compartment area 1800 m<sup>2</sup>

Floors underground, two floors, mansard floor

Ancillary spaces total floor area 4037 m<sup>2</sup>

Year of design 2006–2008

Apartments 61

Garage floor area 3300 m<sup>2</sup>

Year of construction 2008–2012

	Building no. 1	Building no. 2	Building no. 3	Building no. 4
Apartments	16	12	29	4

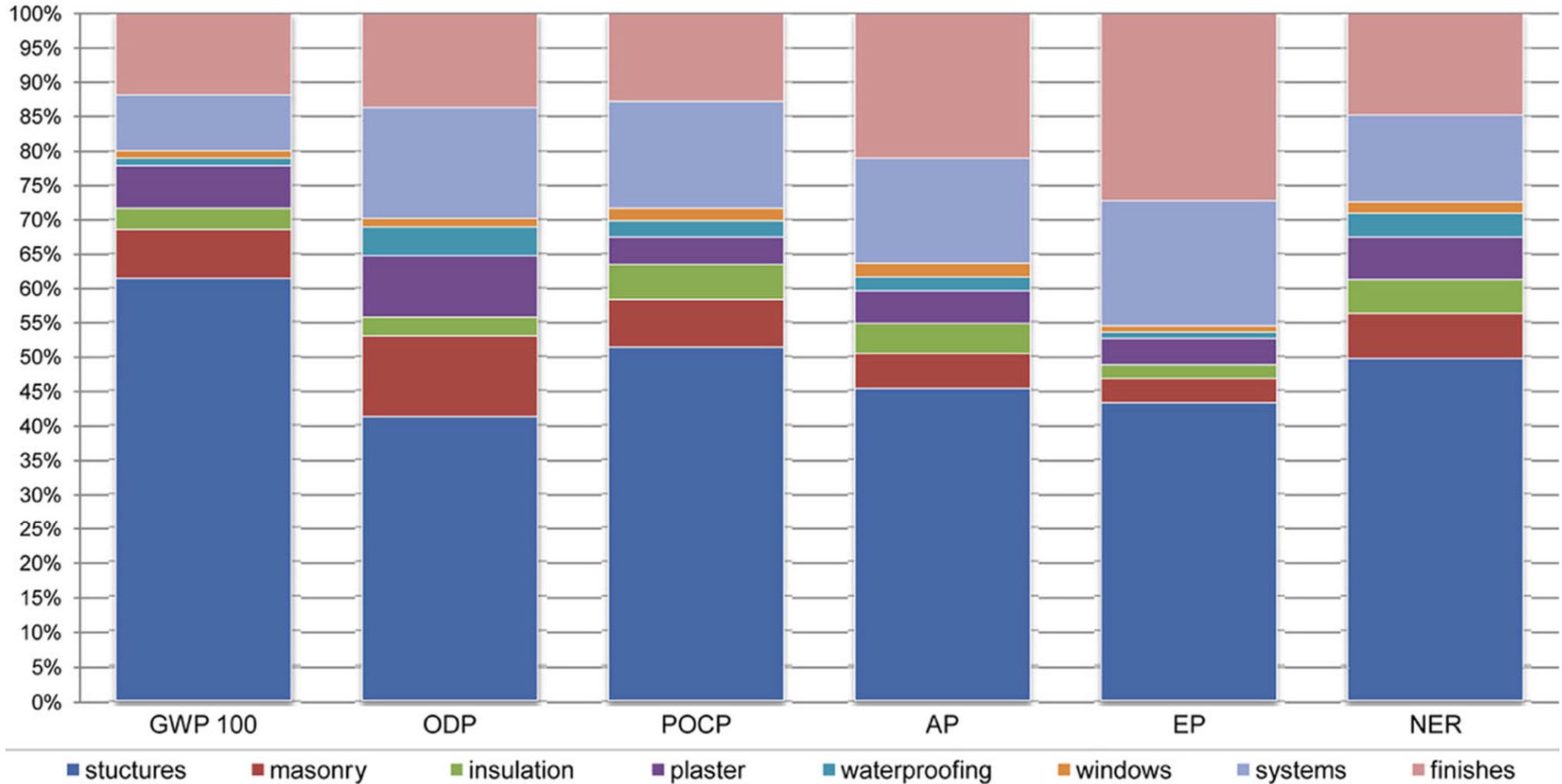
Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

l'inventario dei materiali (*foreground data*) è stato compilato raccogliendo dati da fatture pagate, relazioni di cantiere, disegni di costruzione e schede prodotto  
I dati ambientali (*background data*) sono stati tratti da Ecoinvent 2.2

	Unit	Quantity	km	Notes
Materials for structures				
Additive	kg	956	21	Additive for concrete
Bricks	kg	872,253	317-240-98-77	Lightening bricks blocks in slabs
Cement	kg	3,448,444	268-45	Cement for concrete production
Concrete	m <sup>3</sup>	279	317-91-21	Prefabricated elements (beams, pedralles slabs, stairs)
Expanded polystyrene	kg	6027	78	Lightening EPS blocks in pedralles slabs
Inert	kg	25,275,055	86-12	Inert for concrete production
Polypropylene	kg	133	9	PP fibres inserted in concrete
Steel	kg	1,133,793	415-317-220-192	Reinforcement bars
Stone	kg	2,900,340	47-41-33-27	Crushed stone under foundations
Wood	m <sup>3</sup>	209	425	Glue laminated wood for roof structural elements
Wood	m <sup>3</sup>	183	425	Solid wood for roofs
Materials for masonry				
Bricks	kg	2,227,178	309-240-144-98	External and internal walls
Concrete	kg	396,864	49	Concrete blocks for underground internal walls

Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

## Impatti LCA della fase di produzione AI-A3



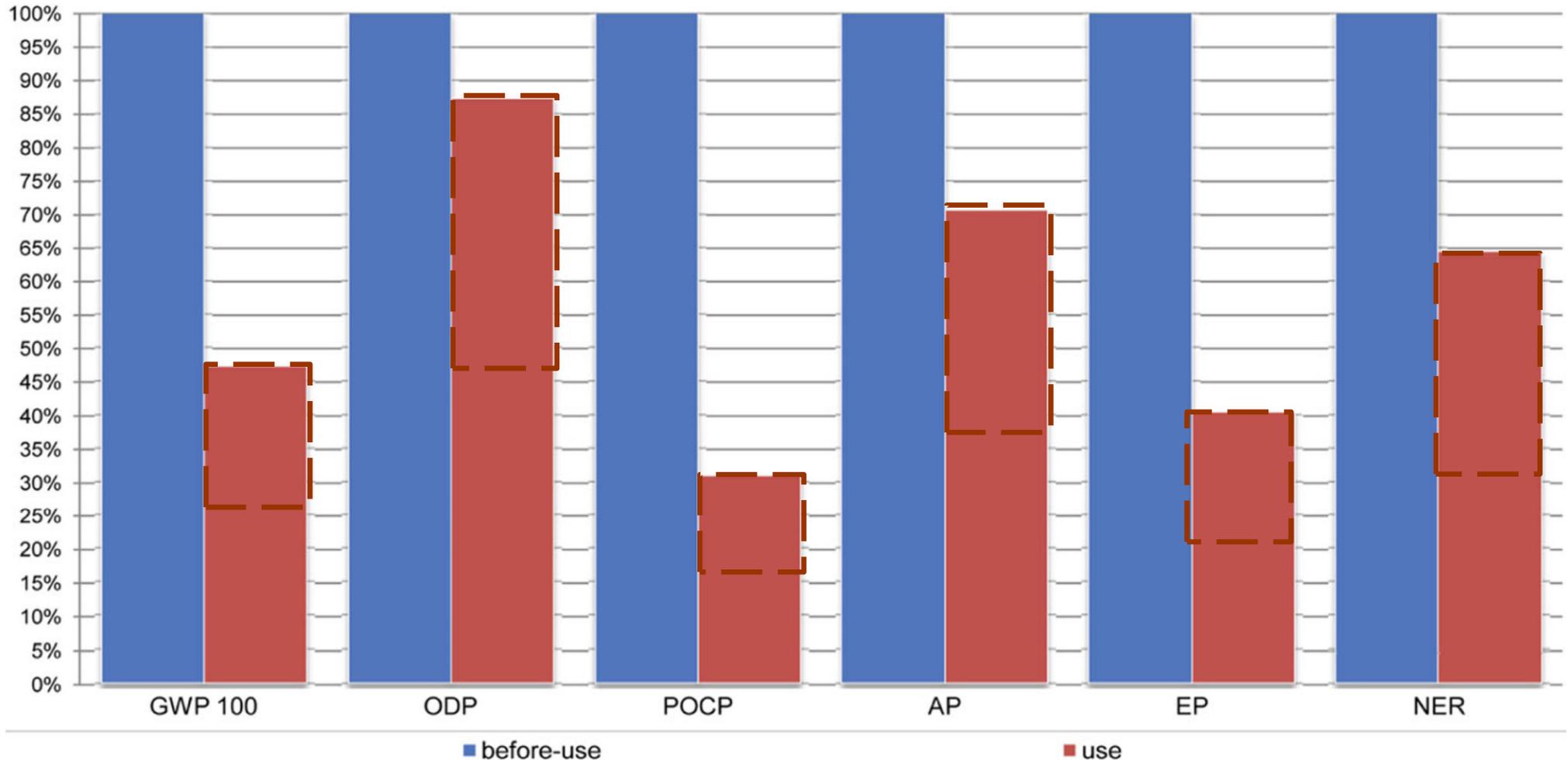
Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

## Fabbisogni e consumi energetici in fase d'uso

	Building no. 1	Building no. 2	Building no. 3	Building no. 4
Gross floor area	1485 m <sup>2</sup>	991 m <sup>2</sup>	2701 m <sup>2</sup>	546 m <sup>2</sup>
Gross heated volume	6536 m <sup>3</sup>	4124 m <sup>3</sup>	13,045 m <sup>3</sup>	2170 m <sup>3</sup>
Heating requirements	13 kWh/m <sup>2</sup> y	14 kWh/m <sup>2</sup> y	14 kWh/m <sup>2</sup> y	19 kWh/m <sup>2</sup> y
	19,305 kWh/y	13,874 kWh/y	37,814 kWh/y	10,374 kWh/y
Cooling requirements	39 kWh/m <sup>2</sup> y	32 kWh/m <sup>2</sup> y	37 kWh/m <sup>2</sup> y	24 kWh/m <sup>2</sup> y
	57,915 kWh/y	31,712 kWh/y	99,937 kWh/y	13,104 kWh/y
Domestic hot water requirements	76,679 kWh/y	54,886 Kwh/y	142,445 kWh/y	27,468 kWh/y
Production of electrical energy from PV panels	27,023 kWh <sub>e</sub> /y	17,943 kWh <sub>e</sub> /y	52,592 kWh <sub>e</sub> /y	7590 kWh <sub>e</sub> /y
Electricity needs from the electricity grid	17,066 kWh <sub>e</sub> /y	13,545 kWh <sub>e</sub> /y	29,826 kWh <sub>e</sub> /y	9958 kWh <sub>e</sub> /y
Supply of the heating requirements by PV panels	100 %	100 %	100 %	100 %
Supply of the hot water requirements by PV panels	52 %	46 %	55 %	21 %

Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

## Impatti LCA della fase pre-uso e della fase d'uso (operational energy) e di sostituzione



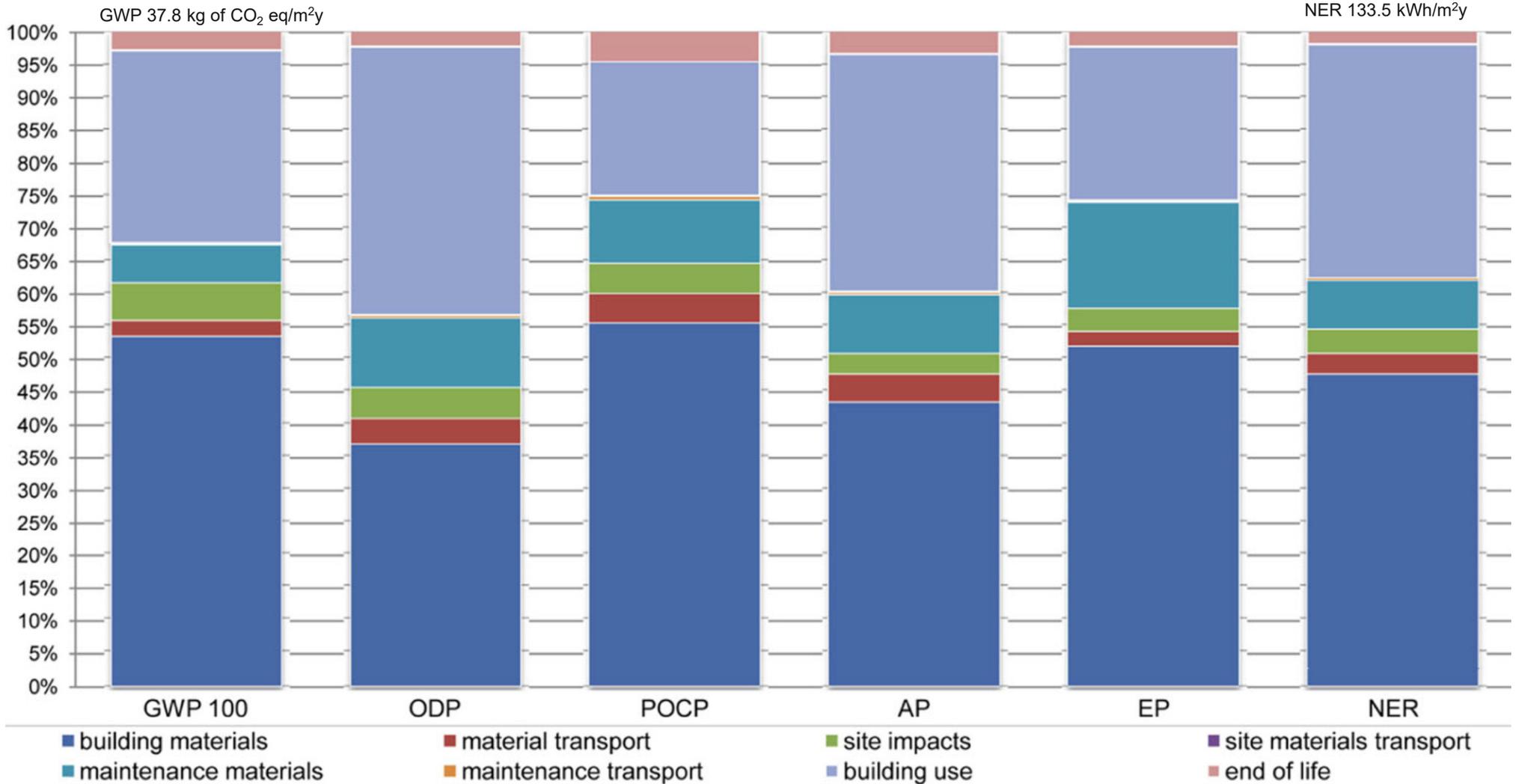
Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

## Inventario (*foreground data*) della fase di costruzione in cantiere

	Unit	Quantity	Notes
Materials for building site managing			
Copper	kg	175	Electric cables
Polyethylene	kg	1687	Protective sheets
PVC	kg	215	Sheath of electric cables
Wood	m <sup>3</sup>	160	Solid wood boards
Waste			
Debris	kg	272,750	Bricks, cement, mortar, tiles, stone
Land excavation	kg	16,521,469	
Expanded polystyrene	kg	6445	Recyclable, polystyrene from packaging
Polyethylene	kg	214,980	Recyclable, protective sheets from packaging
Wood	kg	180,585	Recyclable, solid wood from packaging
Energy			
Electricity	kWh	272,950	
Fuel	kg	12,174	
Water	m <sup>3</sup>	430	
Scaffolding	kg	266,830	Considered only for transport impacts

Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

## Impatti LCA di tutte le fasi del ciclo di vita



Fonte: Paleari M, Lavagna M, Campioli A (2016). The assessment of the relevance of building components and life phases for the environmental profile of nearly zero-energy buildings: life cycle assessment of a multifamily building in Italy. International Journal of Life Cycle Assessment 21

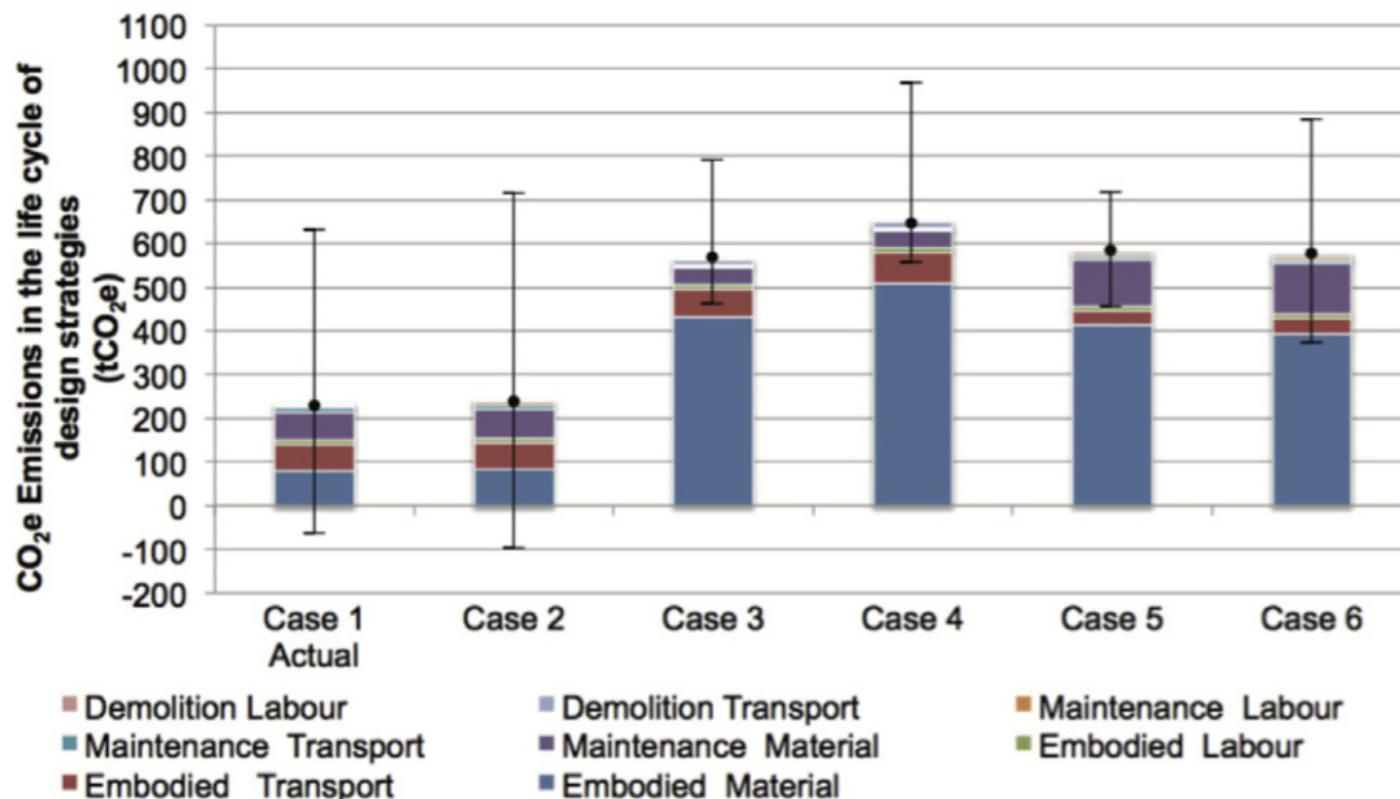


Fabrizio Rossi Prodi  
Cenni di Cambiamento  
Social Housing  
Milano  
tecnologia XLAM



Fonte: Andrea Invidiata, Monica Lavagna, EneDir Ghisi, Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings, *Building and Environment* 139 (2018) 58–68.

# valutazioni LCA comparative alla scala di edificio

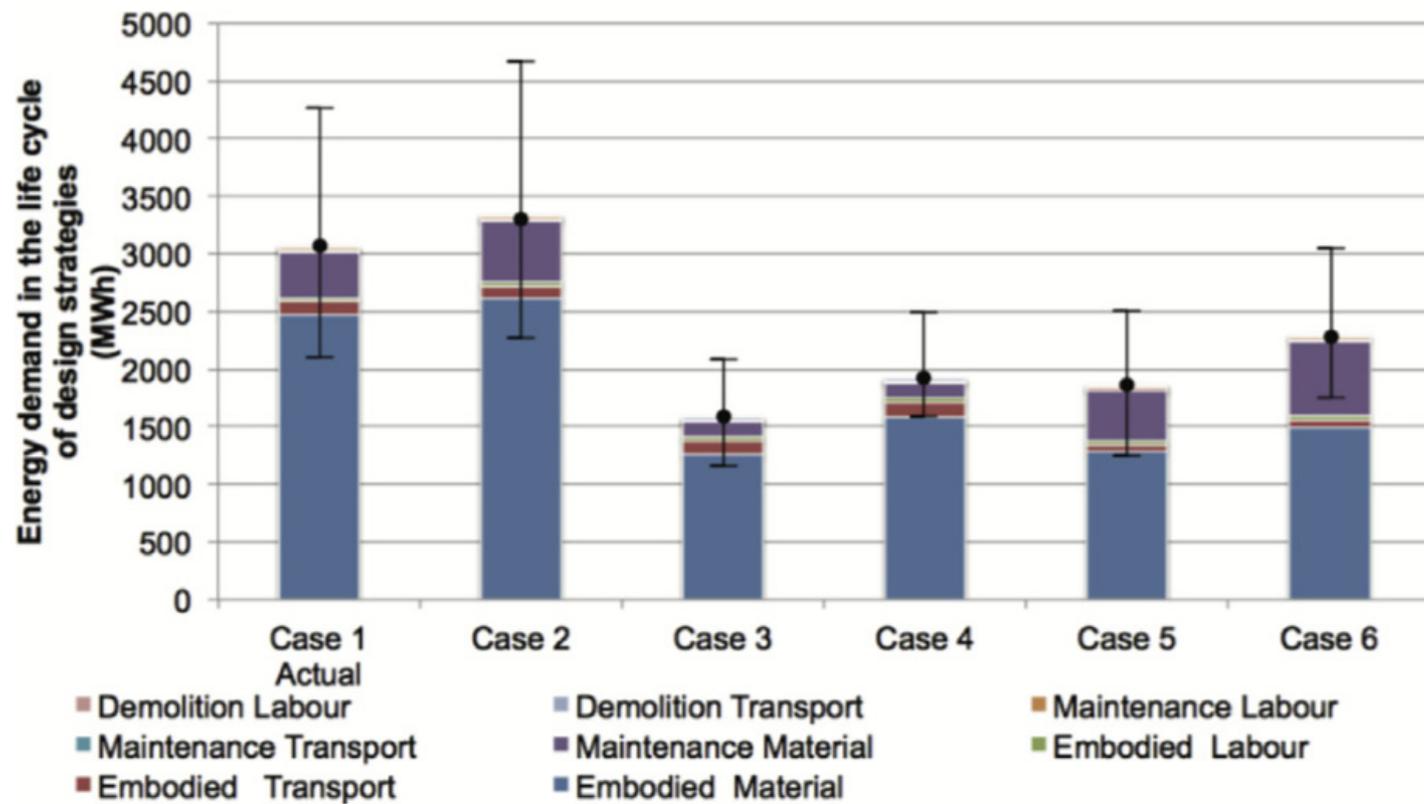


La linea verticale indica l'oscillazione dei risultati dovuta all'utilizzo di tre diversi database per il calcolo dell'energia incorporata (ICE database, Ecoinvent 3 e EPD).

Structure	Case	External walls	Roof	Internal walls
X-Lam	1 - Actual	X-Lam (20 cm) – Rock wool (11 cm)	Rock wool (12 cm)	X-Lam (12 cm)
	2	X-Lam (20 cm) – Wood fibre (12 cm)	Wood fibre (14 cm)	X-Lam (12 cm)
Reinforced concrete frame	3	Cellular concrete block (30 cm)	Rock wool (12 cm)	Perforated bricks (8 cm)
	4	Rectified bricks (45 cm)	Rock wool (12 cm)	Perforated bricks (8 cm)
Steel Frame	5	Drywall - Rock wool (15 cm)	Rock wool (12 cm)	Drywall (10 cm)
	6	Drywall - Wood fibre (17 cm)	Wood fibre (14 cm)	Drywall (10 cm)

Fonte: Andrea Invidiata, Monica Lavagna, EneDir Ghisi, Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings, *Building and Environment* 139 (2018) 58–68.

# valutazioni LCA comparative alla scala di edificio



La linea verticale indica l'oscillazione dei risultati dovuta all'utilizzo di tre diversi database per il calcolo dell'energia incorporata (ICE database, Ecoinvent 3 e EPD).

Structure	Case	External walls	Roof	Internal walls
X-Lam	1 - Actual	X-Lam (20 cm) – Rock wool (11 cm)	Rock wool (12 cm)	X-Lam (12 cm)
	2	X-Lam (20 cm) – Wood fibre (12 cm)	Wood fibre (14 cm)	X-Lam (12 cm)
Reinforced concrete frame	3	Cellular concrete block (30 cm)	Rock wool (12 cm)	Perforated bricks (8 cm)
	4	Rectified bricks (45 cm)	Rock wool (12 cm)	Perforated bricks (8 cm)
Steel Frame	5	Drywall - Rock wool (15 cm)	Rock wool (12 cm)	Drywall (10 cm)
	6	Drywall - Wood fibre (17 cm)	Wood fibre (14 cm)	Drywall (10 cm)

Fonte: Andrea Invidiata, Monica Lavagna, Enedir Ghisi, Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings, *Building and Environment* 139 (2018) 58–68.

monica lavagna

politecnico di milano

dipartimento ABC

Architecture, Built Environment and Construction Engineering

Life Cycle TEAM

[monica.lavagna@polimi.it](mailto:monica.lavagna@polimi.it)