



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle costruzioni  
TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA DELLE COSTRUZIONI  
A.A. 2022 | 2023

# RELAZIONE DI MATERIALI

Docente della disciplina tecnica: Paola Gallo Stampino

Relatori:  
Tomaso Monestiroli  
Vassilis Mpampatsikos  
Paolo Oliaro  
Fulvio Re Cecconi

Irene Colabianchi  
Carlo d'Argenzio  
Fabio van der Hart

COMPOSIZIONE

STRUTTURE

TECNOLOGIA

IMPIANTI

LCA

# INDICE DEI CONTENUTI

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	7
1.1.	Descrizione Progettuale	7
1.2.	Il protagonista dell'analisi: la biblioteca	7
1.2.1.	Piante piano terra   primo – Prospetto A-A' – Sezione B-B'	8
1.2.2.	Piante piano secondo   terzo – Prospetto C-C' – Sezione D-D'	9
<b>2.</b>	<b>LCA (Life Cycle Assessment)</b>	10
2.1.	Introduzione	10
2.2.	Life Cycle Assessment (LCA): a cosa serve?	10
<b>3.</b>	<b>APPROCCIO UTILIZZATO</b>	11
3.1.	One Cick LCA	11
3.1.1.	Metodologia e categoria di impatto	11
3.1.2.	Revit	12
3.2.	Scopo dell'analisi	12
<b>4.</b>	<b>Stratigrafie utilizzate</b>	13
4.1.	Solai	13
4.2.	Murature	14
<b>5.</b>	<b>LCA: RISULTATI – MODELLO1</b>	16
5.1.	Originale	16
5.1.1.	Introduzione	16
5.1.2.	Risultati	16
5.1.3.	Carbon Heroes Benchmark	16
5.1.4.	Risultati in forma tabellare	17
5.1.5.	Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita	20
5.1.6.	Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale	20
5.1.7.	Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria	21
5.1.8.	Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera	21
5.1.9.	Visualizzazione dell'acidificazione	21
5.1.10.	Visualizzazione dell'eutrofizzazione	22
5.1.11.	Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono	22
5.1.12.	Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle	22
5.1.13.	Riscaldamento Globale – Classificazioni	23
5.1.14.	Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa	23
5.1.15.	Massa kg – Classificazioni	23
5.2.	Modificato	24
5.2.1.	Introduzione	24
5.2.2.	Risultati	24
5.2.3.	Carbon Heroes Benchmark	24
5.2.4.	Risultati in forma tabellare	25
5.2.5.	Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita	28
5.2.6.	Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale	28
5.2.7.	Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria	29
5.2.8.	Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera	29
5.2.9.	Visualizzazione dell'acidificazione	29
5.2.10.	Visualizzazione dell'eutrofizzazione	30
5.2.11.	Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono	30
5.2.12.	Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle	30
5.2.13.	Riscaldamento Globale – Classificazioni	31
5.2.14.	Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa	31
5.2.15.	Massa kg – Classificazioni	31
5.2.16.	Materiali più contribuenti	32
5.2.17.	Building Circularity	32

<b>6.</b>	<b>LCA: RISULTATI – MODELLO2</b>	<b>33</b>
6.1.	Introduzione	33
6.2.	Risultati	33
6.2.1.	Carbon Heroes Benchmark	33
6.2.2.	Risultati in forma tabellare	34
6.2.3.	Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita	38
6.2.4.	Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale	38
6.2.5.	Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria	39
6.2.6.	Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera	39
6.2.7.	Visualizzazione dell'acidificazione	39
6.2.8.	Visualizzazione dell'eutrofizzazione	40
6.2.9.	Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono	40
6.2.10.	Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle	40
6.2.11.	Riscaldamento Globale – Classificazioni	41
6.2.12.	Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa	41
6.2.13.	Massa kg – Classificazioni	41
6.2.14.	Materiali più contribuenti	42
6.2.15.	Building Circularity	42
6.2.16.	EPD Utilizzati	43



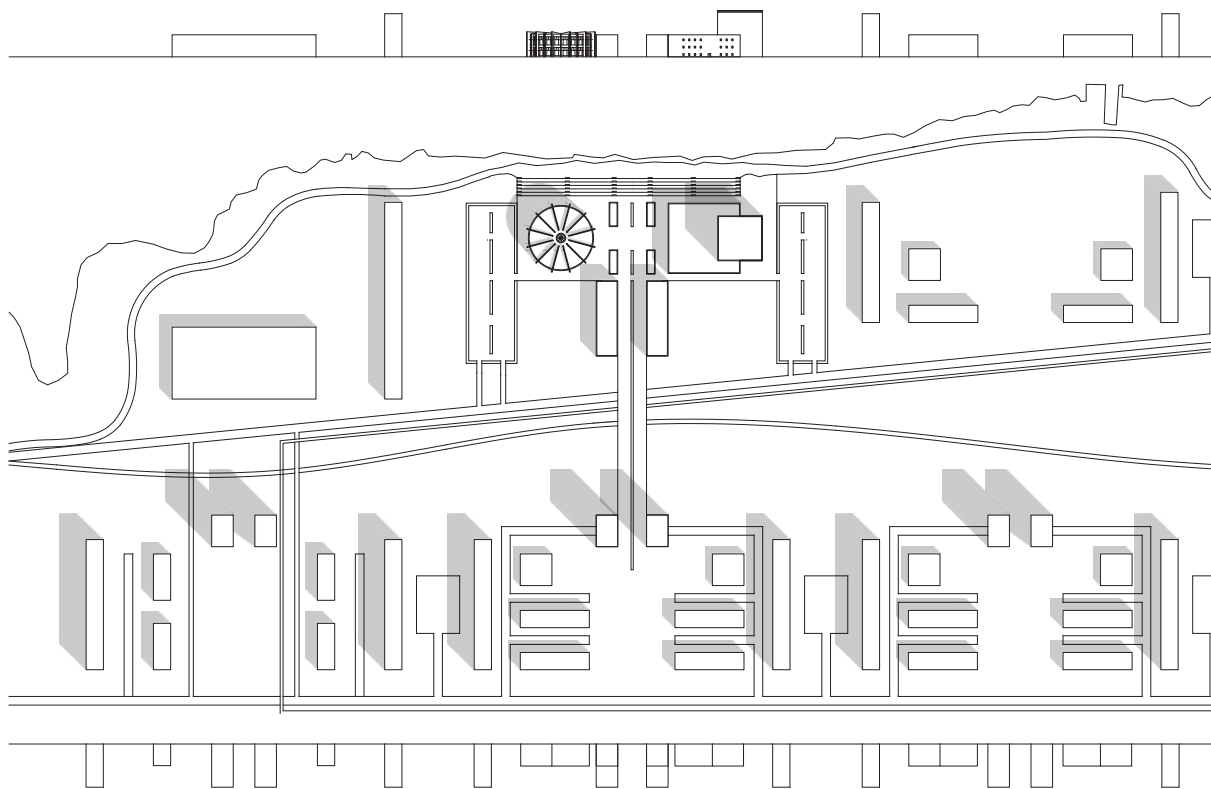


## 1. INTRODUZIONE

L'obiettivo della relazione seguente è quello di valutare l'impatto ambientale un progetto architettonico, qualora venisse realizzato, attraverso l'utilizzo dell'analisi LCA (Life Cycle Assessment).

### 1.1. Descrizione Progettuale

L'area prestabilita per l'ideazione del campus è quella di Targia, in provincia di Siracusa, dove attualmente sorge il polo petrolchimico più grande d'Europa.



L'esercizio progettuale si pone come obiettivo quello di progettare uno dei lotti del masterplan, scendendo nel dettaglio su un complesso di edifici incaricato di celebrare l'arte, in tutte le sue forme, e la convivialità che esso genera. Dal parco, un viale, incorniciato da due accademie, una di musica e una di danza, giunge fino al mare aprendosi in una grande piazza dove protagonisti sono una biblioteca e un teatro, che si fronteggiano.

### 1.2. Il protagonista dell'analisi: la biblioteca

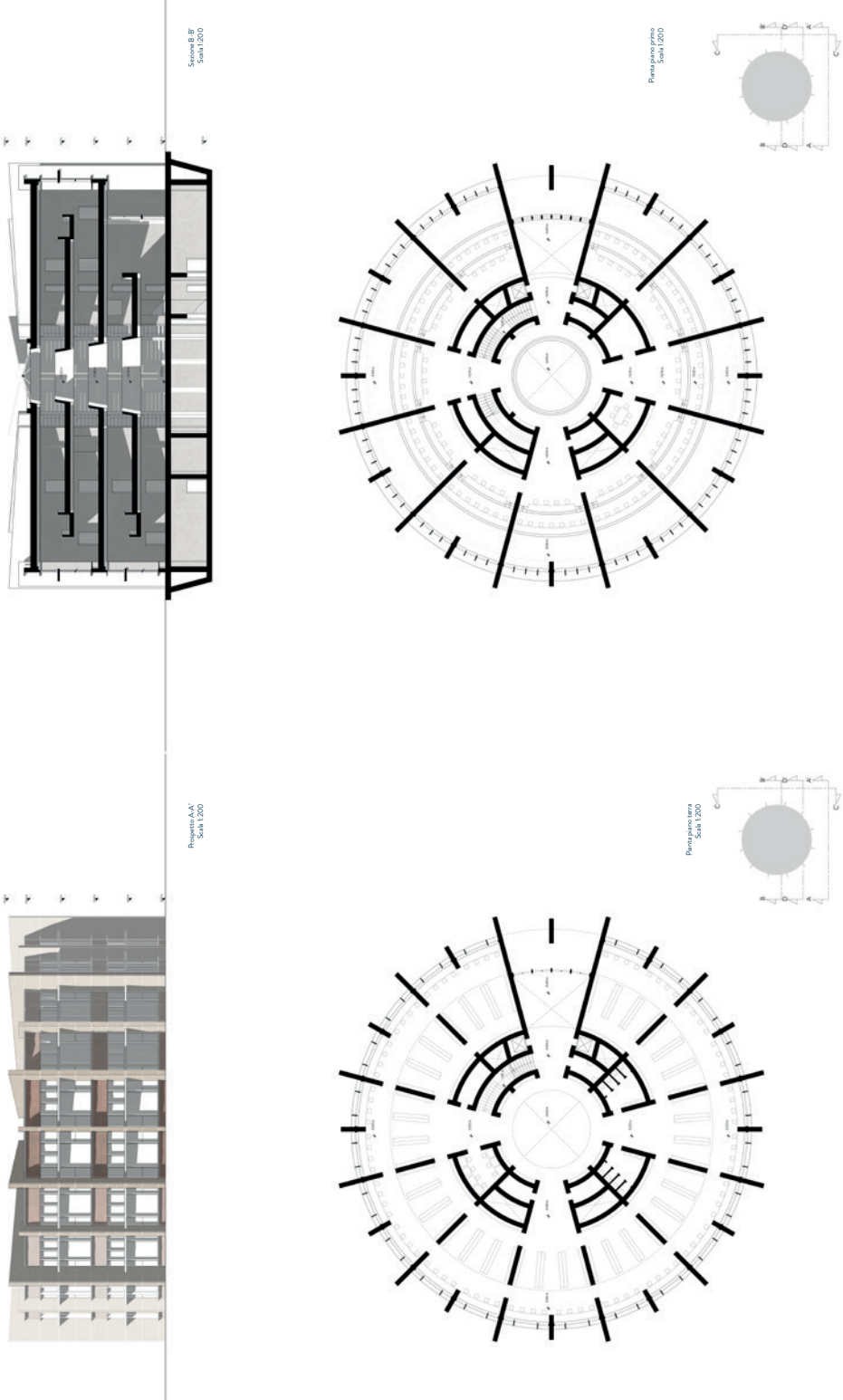
La biblioteca, che assume il ruolo di contenitore delle arti letterarie e creative, si articola in una successione di ventiquattro setti, in disposizione radiale, che scansionano dodici settori che si sviluppano in altezza, dando luogo alle diverse funzioni.

L'edificio è caratterizzato da ampie superfici vetrate, pensate per massimizzare l'apporto di luce naturale all'interno degli spazi studio.

La maglia strutturale dell'edificio si articola negli elementi verticali, quelli preponderanti, quali i setti e gli elementi orizzontali quali le travi e le solette collaboranti. L'intera struttura è in calcestruzzo armato e non presenta alcun elemento in acciaio.

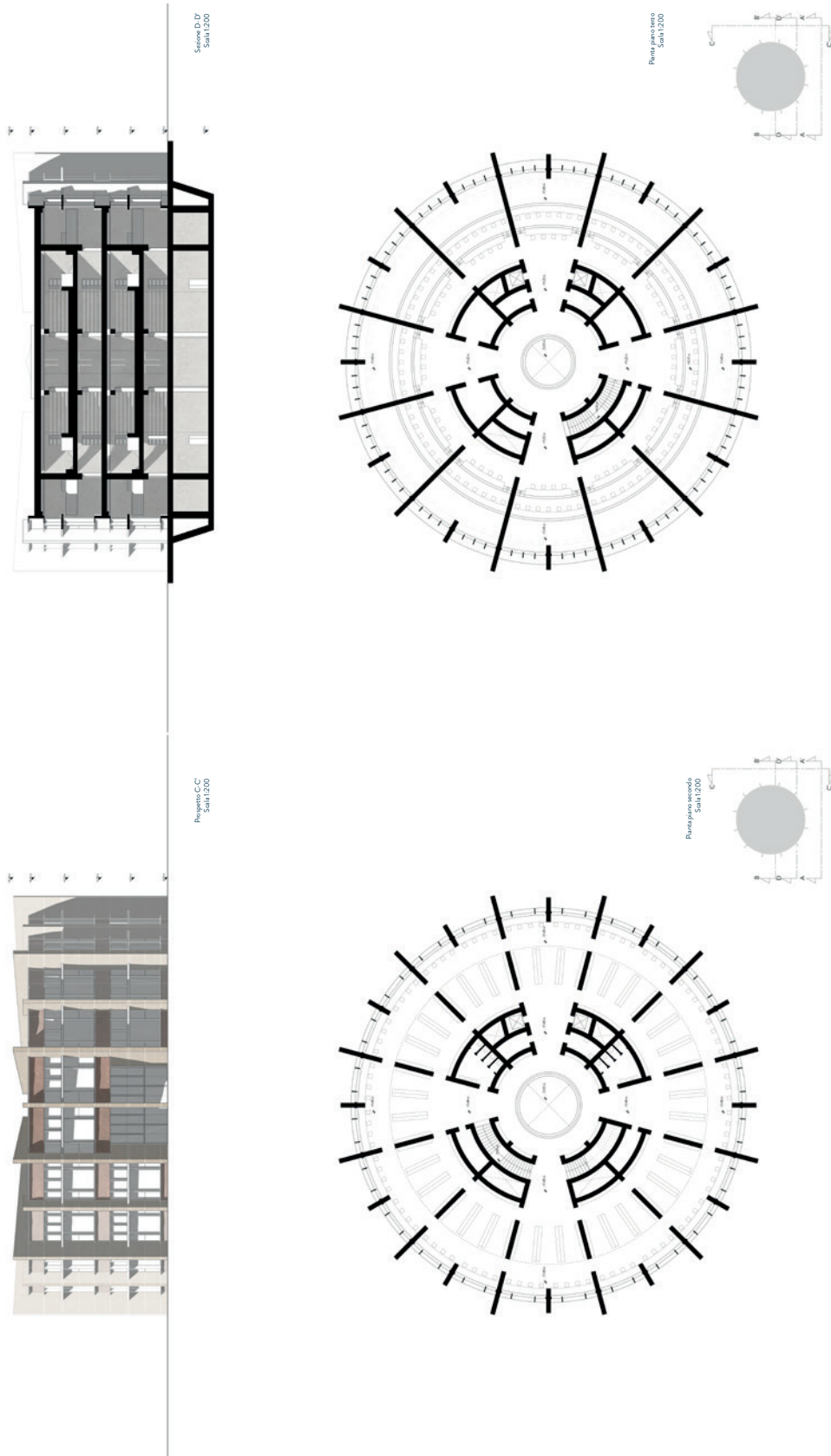
I setti sono rivestiti, all'esterno, dalla pietra di Modica, una roccia calcarea siciliana, che presenta una texture molto delicata, che smorza la pesantezza dell'elemento verticale. Gli elementi verticali pieni in facciata si intervallano con un trattamento in pietra di Modica e COR-TEN, dove sono incisi motivi alla Arnoldo Pomodoro.

1.2.1. Piante piano terra | primo – Prospetto A-A' – Sezione B-B'





## 1.2.2. Pianta piano secondo | terzo – Prospetto C-C' – Sezione D-D'

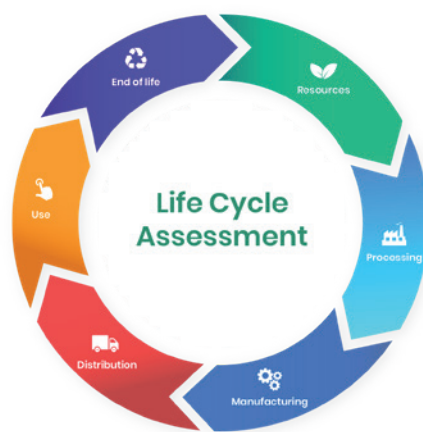


## 2. LCA (Life Cycle Assessment)

### 2.1. Introduzione

La costruzione, la manutenzione e l'uso di edifici e opere di ingegneria civile generano circa il 35% delle emissioni di carbonio a livello globale. Inoltre, l'industria è responsabile della metà dell'estrazione di materie prime e di una quantità molto significativa di sostituzioni e trasferimenti di massa. Al settore non solo viene richiesto di ridurre l'impatto sul riscaldamento globale, ma anche di ridurre l'esaurimento delle materie prime, in particolare per i materiali non rinnovabili attraverso misure di economia circolare.

L'LCA è un processo che permette di valutare i carichi ambientali associati a un prodotto, processo o attività, identificando e quantificando energia e materiali usati e rifiuti rilasciati nell'ambiente, al fine di stabilire gli impatti di quell'energia e quei materiali usati e di quei rilasci nell'ambiente e al fine di identificare e valutare le opportunità di miglioramento degli effetti sull'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita dei prodotti, processi o attività, dalla estrazione e lavorazione di materiali grezzi; trasformazione, trasporto e distribuzione; uso, ri-uso, manutenzione; riciclo e dismissione finale.<sup>1</sup>



Gli studi LCA possono suddividersi in tre tipologie di massima:

- Gate to Gate: è un'analisi che considera solo gli impatti dovuti alla fase di produzione all'interno dello stabilimento produttivo
- Cradle to Gate: è un'analisi tecnologica allargata che considera le fasi iniziali del ciclo di vita di un prodotto, partendo dall'estrazione delle materie prime per arrivare all'uscita del prodotto finito dallo stabilimento produttivo
- Cradle to Grave: è un'analisi del ciclo di vita globale che considera anche gli impatti dovuti alle fasi di uso e fine vita del prodotto<sup>2</sup>

Al termine dei calcoli, il valore di impronta ambientale di un prodotto/servizio viene così restituito secondo diverse "categorie di impatto", che rappresentano tutti i diversi impatti che questo genera nei vari comparti ambientali.

Una delle categorie di impatto considerate è l'aumento dell'effetto serra antropogenico (Global Warming Potential - 100 years), misurato sulla base della quantità di emissioni di CO<sub>2</sub>eq in atmosfera generate dai consumi di energia e materia dentro il ciclo vitale di un prodotto o di un servizio.<sup>3</sup>

### 2.2. Life Cycle Assessment (LCA): a cosa serve?

L'LCA è la metodologia che si costituisce quale base tecnica per un'ampia gamma di azioni orientate

1 The Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC, 1993

2 <https://www.processfactory.it/lca-life-cycle-assessment-di-cosa-si-tratta/>

3 <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>

all'aumento della sostenibilità dei prodotti e delle filiere, dal momento che aiuta a comprendere l'impatto generato verso l'ambiente da parte dei prodotti, servizi, sistemi economici, filiere produttive.

Il Life Cycle Assessment (Valutazione del Ciclo di Vita) rappresenta uno degli strumenti fondamentali per l'attuazione di una Politica Ambientale Integrata dei Prodotti, nonché il principale strumento operativo del "Life Cycle Thinking". Quest'ultimo utilizza la tecnica del LCA per poter scegliere le modalità produttive ed i materiali caratterizzati da una minore impronta ambientale: in questa logica le tecniche di LCA sono anche la base per l'Eco-progettazione (ecodesign), al fine di sviluppare prodotti e processi produttivi in chiave di maggiore eco-efficienza.<sup>4</sup>

### 3. APPROCCIO UTILIZZATO

L'analisi LCA è partita tramite la realizzazione e definizione di un modello BIM attraverso il software Autodesk Revit. Quest'ultimo, attraverso l'impostazione accurata iniziale dei materiali costituenti il progetto (solai, murature portanti e di tamponamento, rivestimenti e finiture), ha permesso di definire in automatico le dimensioni e volumetrie di ciascun componente progettuale.

#### 3.1. One Click LCA

Il software One Click LCA, nato per l'edilizia verde, automatizza il processo di Analisi del Ciclo di vita e Analisi del Costo del ciclo di vita e altre analisi degli impatti ambientali degli edifici e dei materiali da costruzione.<sup>5</sup>

Esso detiene 11 certificazioni di terze parti ed è conforme a oltre 30 certificazioni e standard per la valutazione del ciclo di vita e il costo del ciclo di vita.

La valutazione del ciclo di vita è una metodologia scientifica per misurare le prestazioni ambientali. Si basa su standard internazionali e metodologie pubbliche rigorosamente definite per quantificare gli impatti ambientali, espressi sotto forma di potenziali danni causati dalle attività alla biosfera, compresa l'atmosfera, il suolo e i corpi idrici. Tali impatti sono espressi come "equivalenti" all'unità normalizzata, ad esempio un chilogrammo di anidride carbonica in caso di potenziale di riscaldamento globale.

La categoria di impatto più comune coperta dalla LCA è il potenziale di riscaldamento globale, noto anche come impronta di carbonio (Carbon Footprint). Quantifica l'impatto dei gas serra che riscaldano il pianeta. Altre categorie di impatto comuni sono l'impoverimento dello strato di ozono, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di smog.

##### 3.1.1. Metodologia e categoria di impatto

I risultati dell'analisi LCA sono ottenuti attraverso l'uso di una metodologia chiamata caratterizzazione, che descrive l'impatto ambientale di una specifica emissione.

One Click LCA implementa metodologie di caratterizzazione multiple.

---

<sup>4</sup> <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>

<sup>5</sup> <https://www.oneclicklca.com/analisi-del-ciclo-di-vita-degli-edifici-con-gbc-italia/#:~:text=One%20Click%20LCA%20%C3%A8%20il,e%20dei%20materiali%20da%20costruzione.>

CATEGORIA DI IMPATTO	UNITÀ DI MISURA	DESCRIZIONE
Potenziale riscaldamento globale	kgCO <sub>2</sub> eq	Descrive cambiamenti locali, regionali o globali delle temperature di superficie causati da una incrementata concentrazione di gas a effetto serra nell'atmosfera. I gas a effetto serra da combustibili fossili brucianti sono pesantemente correlati all'acidificazione e smog. Chiamato "impronta di carbonio".
Potenziale acidificazione	kgSO <sub>2</sub> eq	Descrive l'effetto acidificante di sostanze nell'ambiente. Sostanze come anidride carbonica facilmente dissolvibile in acqua, incrementando l'acidità e portando a danneggiamento di ecosistemi acquiferi.
Potenziale eutrofizzazione	kgPO <sub>4</sub> eq	Descrive gli effetti dell'aggiunta di minerali nutrienti a suolo o acqua, che causa la dominazione di certe specie all'interno di un ecosistema, compromettendo la sopravvivenza di alcune specie e talvolta portando la scomparsa di intera popolazioni animali.
Esaurimento dell'ozono	kg CFC <sub>11</sub> eq	Descrive l'effetto delle sostanze nell'atmosfera che degradano lo strato di ozono, che assorbono e prevengono che dannosi raggi solari UV arrivino sulla superficie della Terra.
Formazione di ozono nella bassa atmosfera	kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	Descrive l'effetto delle sostanze nell'atmosfera (in connessione con i raggi UV) che contribuiscono alla formazione di ozono nelle basse atmosfere (smog estivo) dannoso per le vie respiratorie.

### 3.1.2. Revit

L'integrazione nel software Revit permette di importare il modello BIM prima citato nel servizio Cloud di One Click LCA. Quest'ultimo, attraverso l'impostazione iniziale permette di definire le quantità – attraverso un computo metrico (misurato in metri-quadri o metri-cubi) – di ciascuno dei materiali precedentemente inseriti nella progettazione.

### 3.2.Scopo dell'analisi

Con la seguente analisi si vuole determinare le differenze sostanziali riscontrabili tra due modelli.

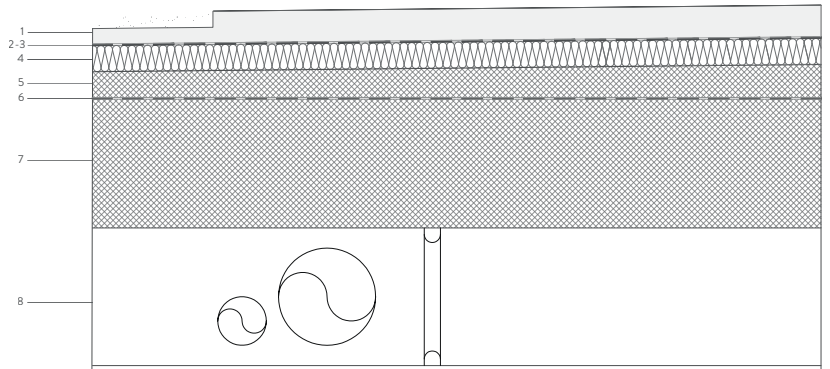
Nello specifico, in occasione dell'esame del Laboratorio di Architettura delle Costruzioni Complesse II, è stata condotta un'analisi LCA della biblioteca citata nel paragrafo 1.1. In precedenza la biblioteca possedeva lo spessore murario del calcestruzzo pari a 50 cm e ulteriormente le classi di calcestruzzo corrispondevano a C40/50. Attualmente gli spessori murari sono diminuiti di 20 cm e le classi progettate sono C20/25 per quanto riguarda i solai e C30/37 per gli elementi verticali. Nelle sezioni seguenti verranno riportati le attuali stratigrafie utilizzate, i risultati dell'analisi precedentemente condotta (v. "5. LCA: Risultati – Modello1" a pagina 16, nei sottoparagrafi "5.1. Originale" e "5.2. Modificato") e la relativa analisi (v. "6. LCA: Risultati – Modello2" a pagina 33).

## 4. Stratigrafie utilizzate

### 4.1. Solai

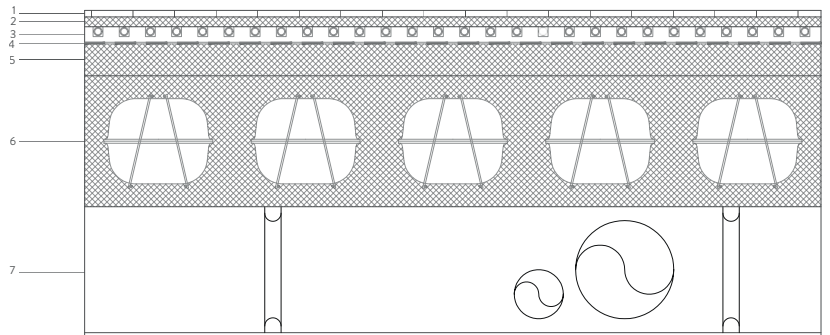
#### Solaio di copertura

1. Strato di ripartizione dei carichi: 22 kN/m<sup>2</sup>
2. Strato di separazione in cellophane: 22 kN/m<sup>3</sup>
3. Guaina impermeabilizzante in fogli di PVC: 1,40 g/cm<sup>3</sup>
4. Isolamento poliuretano espanso: 33 kg/m<sup>3</sup>
5. Massetto delle pendenze: 25 kN/m<sup>3</sup>
6. Barriera al vapore in fogli di PET ad alta densità: 1,38 g/cm<sup>3</sup>
7. Soletta in cls con Cobiax (G1)
8. Controsoffitto in cartongesso: 1 kN/m<sup>2</sup>



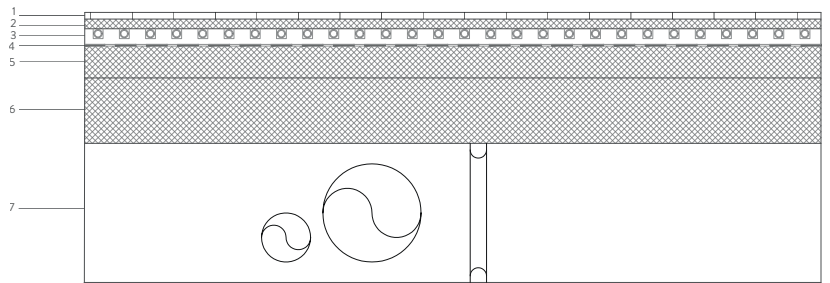
#### Solaio di interpiano

1. Pavimento in linoleum: 0,03 kN/m<sup>2</sup>
2. Massetto additivo per impianto radiante: 22 kN/m<sup>3</sup>
3. Pannello porta tubi per impianto radiante: 0,35 kN/m<sup>3</sup>
4. Isolamento acustico: 0,01 kN/m<sup>2</sup>
5. Sottofondo in cls: 25 kN/m<sup>3</sup>
6. Soletta in cls con Cobiax (G1)
7. Controsoffitto in cartongesso: 1 kN/m<sup>2</sup>



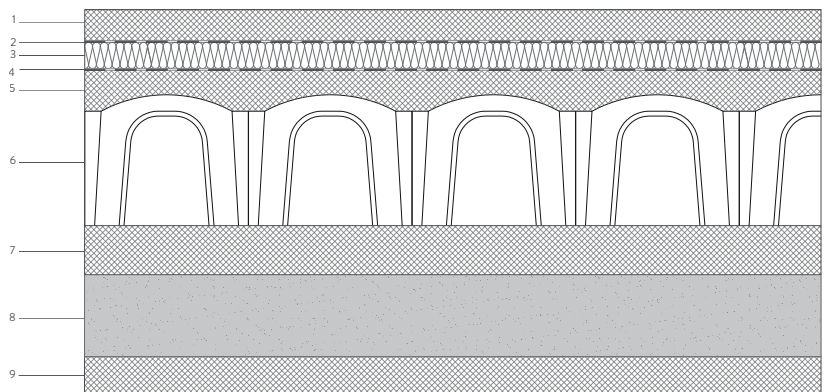
#### Solaio di interpiano mezzanino

1. Pavimento in linoleum
2. Massetto additivo per impianto radiante
3. Pannello porta tubi per impianto radiante
4. Isolamento acustico
5. Sottofondo in cls
6. Soletta in cls monodirezionale
7. Controsoffitto in cartongesso



#### Solaio di controterra

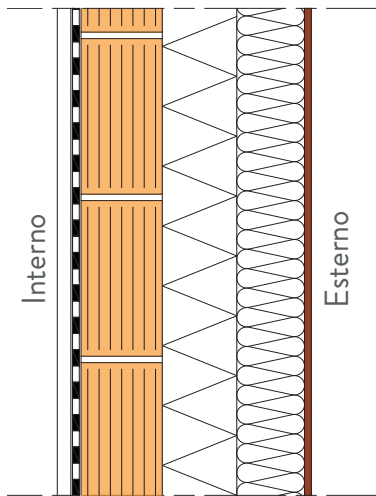
1. Sottofondo in cls
2. Barriera al vapore in fogli di PET ad alta densità
3. Isolante in EPS
4. Guaina impermeabilizzante in fogli di PVC
5. Strato di ripartizione dei carichi
6. Vespaio aerato con casseri a perdere
7. Sottofondo in cls
8. Ghiaia
9. Magrone di fondazione



## 4.2. Murature

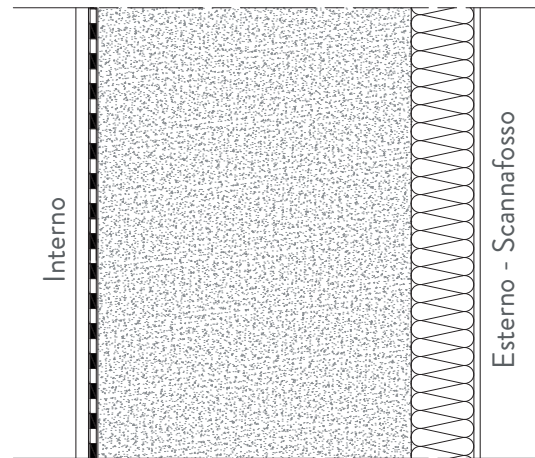
Parete opaca (P1)

Strato	Spessore cm
Addizione interna	
Intonaco di gesso	2,00
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Tramezza POROTON spessore 12 cm	12,00
Pannello in lana di roccia, densità 70 kg/m <sup>3</sup>	11,00
EPS 150	10,00
Pannello in acciaio CorTen	0,60
Addizione esterna	
<b>TOTALE</b>	<b>36,00</b>



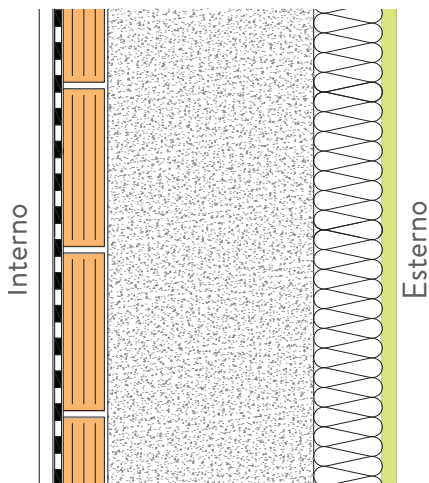
Parete interrata (P3)

Strato	Spessore cm
Addizione interna	
Intonaco di gesso	2,00
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Calcestruzzo armato 2%	50,00
Poliuretano espanso rigido	10,00
Intonaco di gesso	1,00
Addizione esterna	
<b>TOTALE</b>	<b>63,40</b>



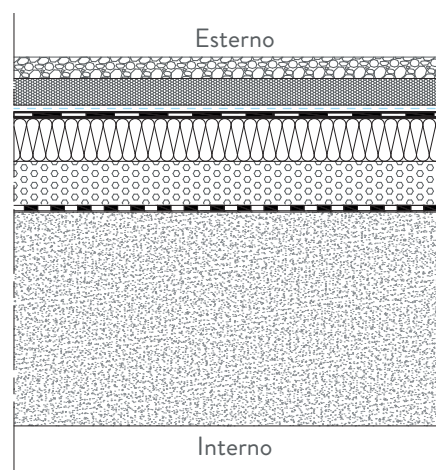
Parete ingresso (P2)

Strato	Spessore cm
Addizione interna	
Intonaco di gesso	2,00
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Tramezza POROTON spessore 6 cm	6,00
Calcestruzzo armato 2%	30,00
Poliuretano espanso rigido	10,00
Granito	2,00
Addizione esterna	
<b>TOTALE</b>	<b>50,00</b>



Solaio di copertura (S1)

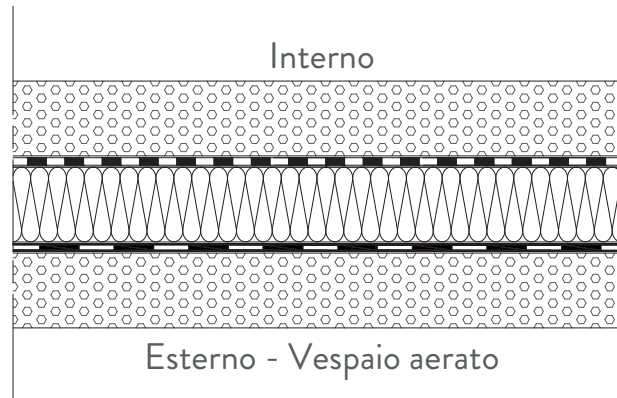
Strato	Spessore cm
Addizione esterna	
Ghiaia	5,00
Calcestruzzo media densità	10,00
Cellophane	0,10
Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,20
Poliuretano espanso rigido	10,00
Calcestruzzo media densità	8,00
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Calcestruzzo armato 2%	40,00
Addizione interna	
<b>TOTALE</b>	<b>73,70</b>



## “4.2. Murature”

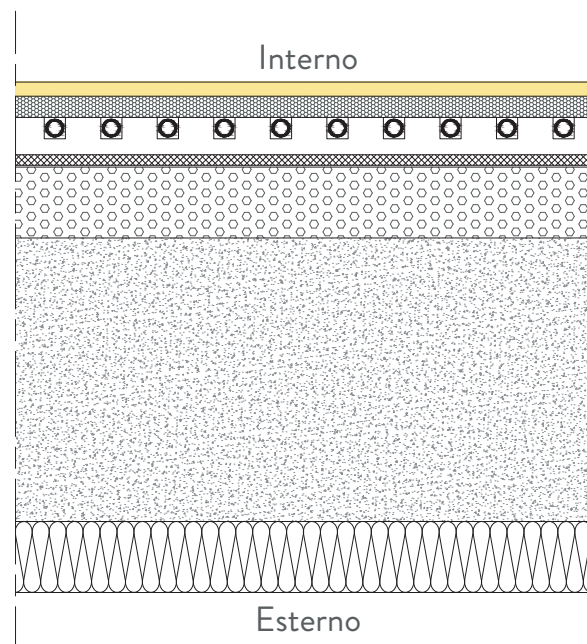
### Solaio controterra (S2)

Strato	Spessore cm
<i>Adduzione interna</i>	
Calcestruzzo media intensità	10,00
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Poliuretano espanso rigido	10,00
Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,20
Calcestruzzo media intensità	8,00
<i>Adduzione esterna</i>	
<b>TOTALE</b>	<b>28,60</b>



### Solaio in aggetto (S3)

Strato	Spessore cm
<i>Adduzione interna</i>	
Linoleum	2,00
Massetto additivato	3,80
Pannello termoformato in EPS 150	5,20
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40
Calcestruzzo media intensità	10,00
Calcestruzzo armato 2%	40,00
Poliuretano espanso rigido	10,00
<i>Adduzione esterna</i>	
<b>TOTALE</b>	<b>71,40</b>



## 5. LCA: Risultati – Modello1

### 5.1. Originale

#### 5.1.1. Introduzione

Il modello BIM redatto per l'analisi è stato inserito all'interno del software One Click LCA riportando i seguenti risultati.

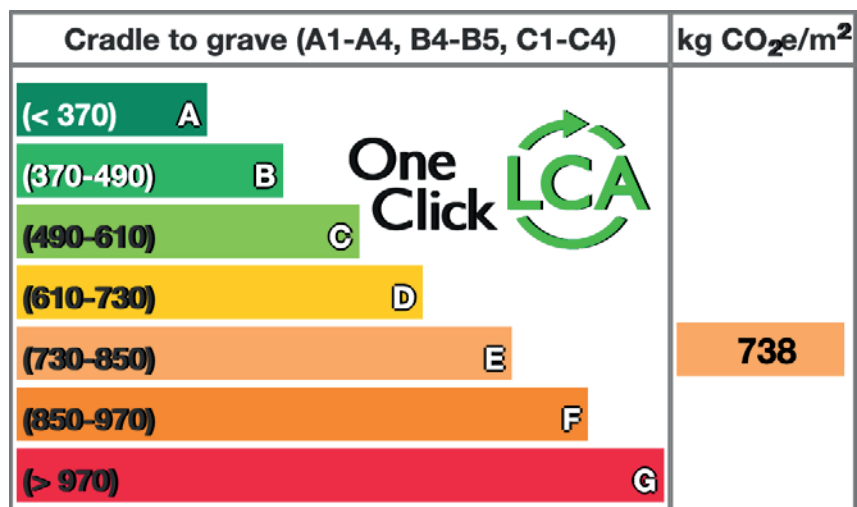
#### 5.1.2. Risultati

 9.246 Tonnellate di CO<sub>2</sub>eq<sup>6</sup>

 41,09 kg CO<sub>2</sub>eq/mq/anno<sup>7</sup>

 462.310 € Costo sociale del carbonio<sup>8</sup>

#### 5.1.3. Carbon Heroes Benchmark



L'embodied carbon benchmark è stato calcolato per un periodo di valutazione di 60 anni per tutti i materiali da costruzione e tengono conto delle quantità di materiale indicati, del trasporto dei materiali (se le distanze sono fornite dall'utente) e dalla sostituzione di materiali necessari durante la vita stimata dell'edificio e durante il processo di dismissione. Alcuni impatti non sono presi in considerazione, come ad esempio gli impatti del riciclaggio. Gli impatti sono sempre calcolati sulla base della superficie lorda interna del pavimento metri quadri.

6 Emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo indicatore.

7 L'emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo strumento diviso per il periodo di valutazione e i metri quadri interni lordi applicati.

8 L'attuale costo del carbonio per tonnellata è impostato su €50.



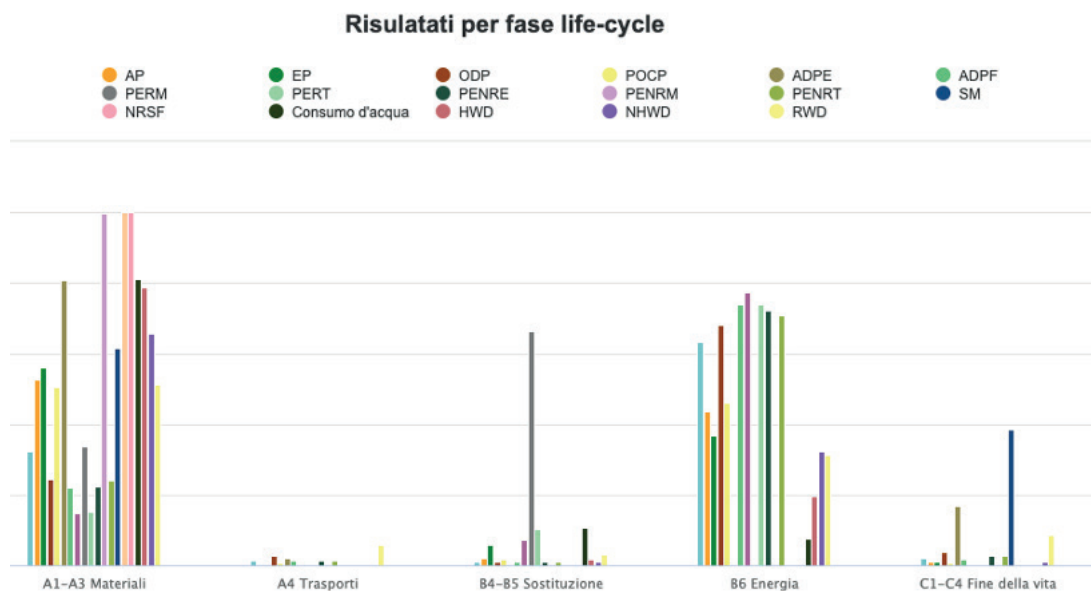






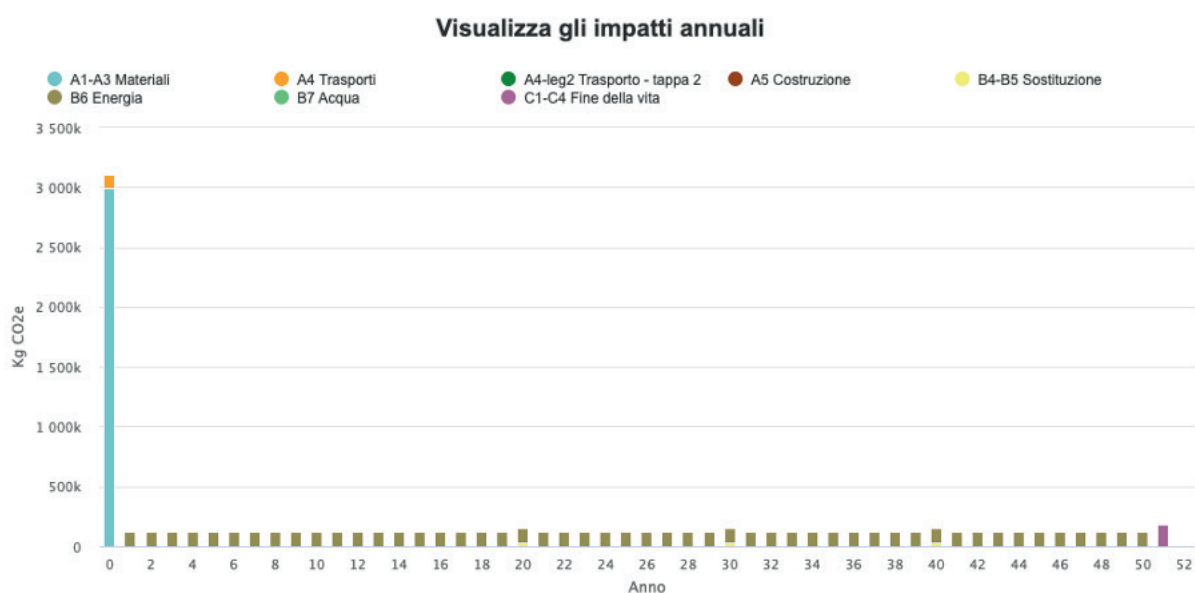
### 5.1.5. Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita

Il grafico sottostante mostra i risultati della distribuzione per il ciclo di vita dell'edificio per tutte le riportate categorie di impatto e fasi. Ciò aiuta a identificare gli importanti fattori chiave impattanti nei diversi impatti ambientali.



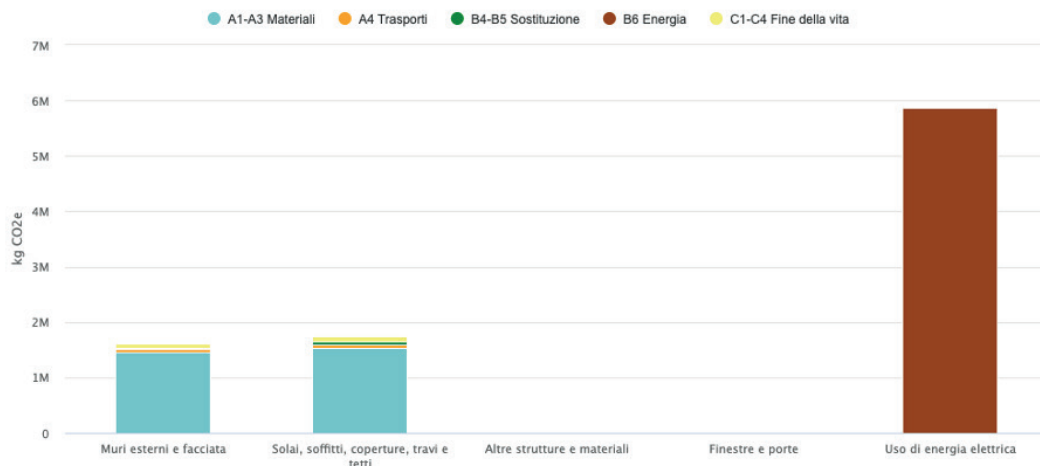
### 5.1.6. Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale

Il grafico sottostante mostra il potenziale riscaldamento globale (Carbon Footprint) per il ciclo di vita dell'edificio per ciascun anno del ciclo di vita. Gli impatti verificabili prima che l'edificio diventi utilizzabile sono rappresentati come l'anno zero, gli impatti di de-costruzione come l'ultimo anno di vita(50 anni) + 1 e gli impatti al di fuori del ciclo di vita dell'edificio (da riuso, riciclo o recupero di energia) come ultimo anno di vita +2.



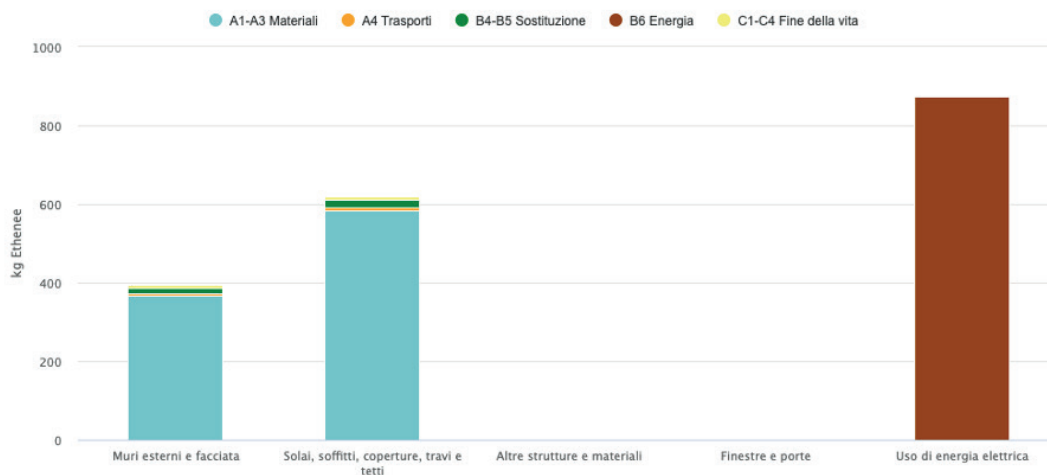
### 5.1.7. Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



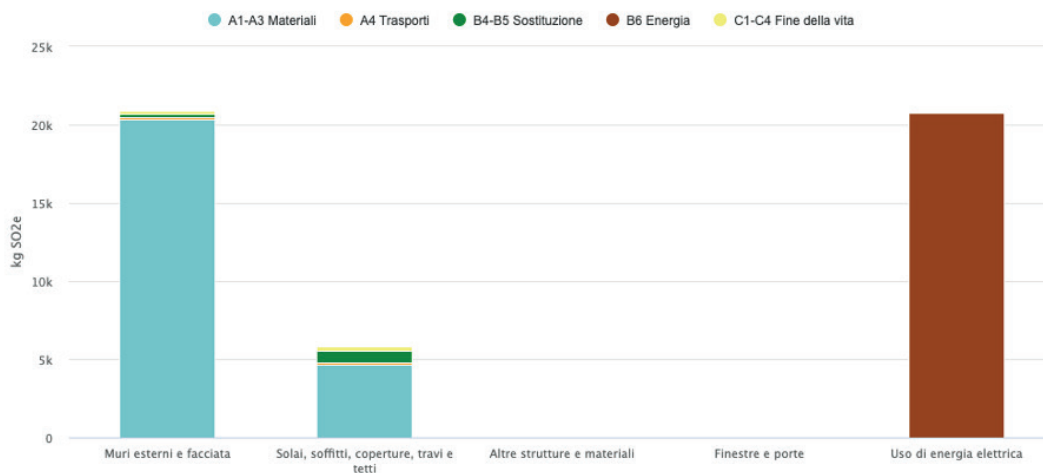
### 5.1.8. Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



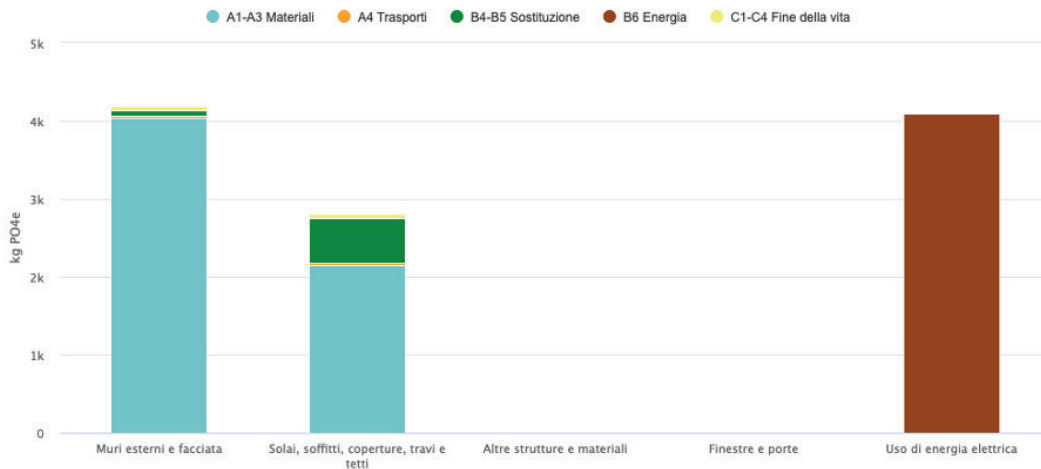
### 5.1.9. Visualizzazione dell'acidificazione

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



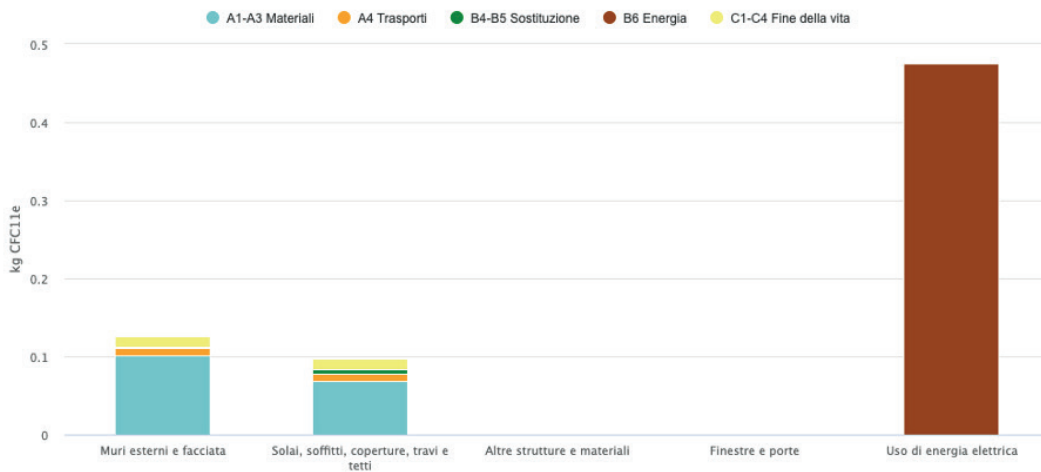
### 5.1.10. Visualizzazione dell'eutrofizzazione

(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)

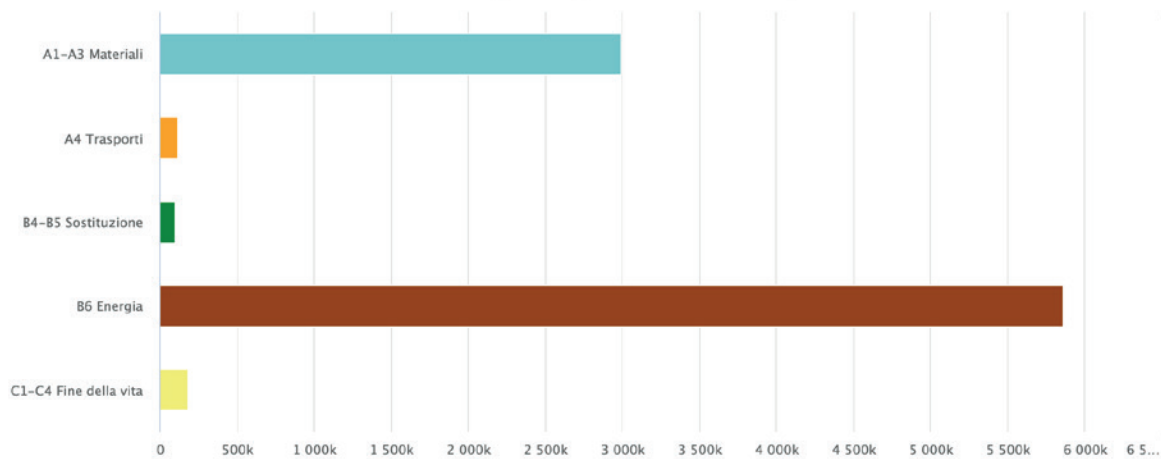


### 5.1.11. Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono

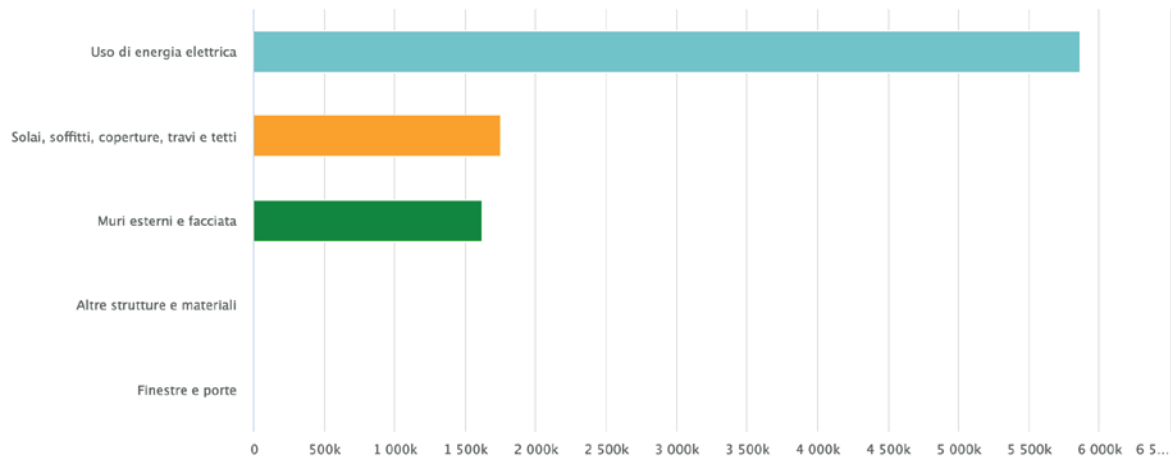
(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)



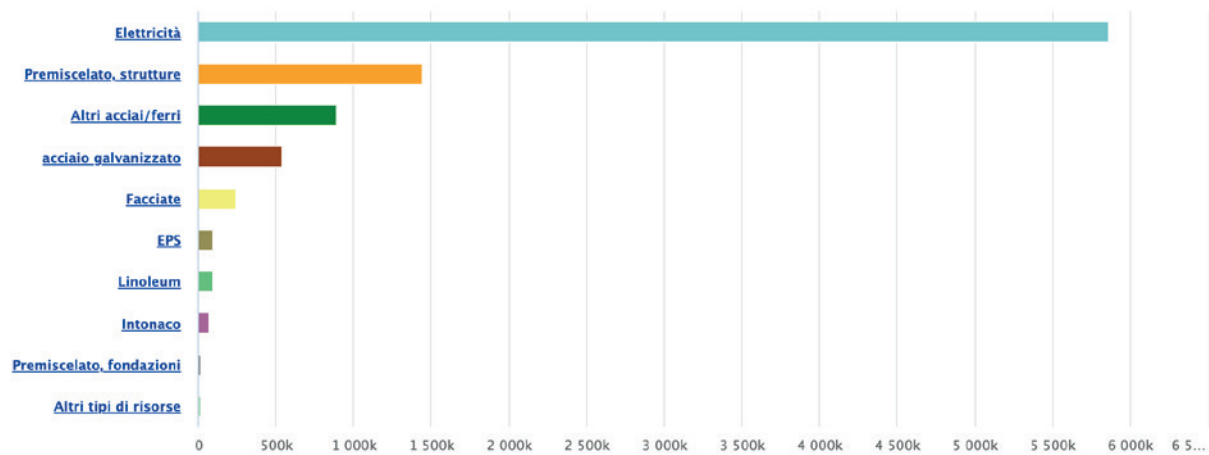
### 5.1.12. Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle



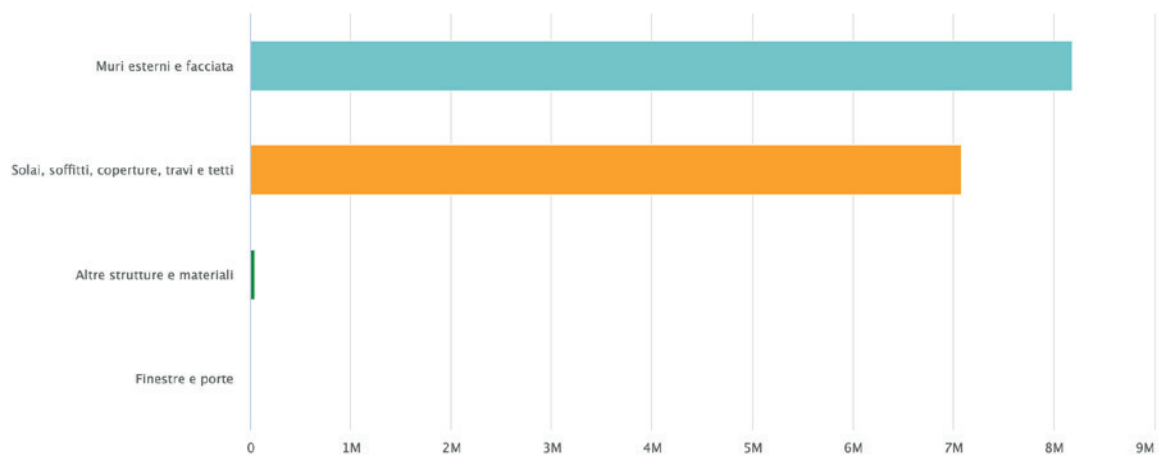
### 5.1.13. Riscaldamento Globale – Classificazioni



### 5.1.14. Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa



### 5.1.15. Massa kg – Classificazioni



## 5.2. Modificato

### 5.2.1. Introduzione

Nel modello seguente sono state apportate delle modifiche in merito ai materiali più contribuenti visti nell'analisi precedente, che sono stati sostituiti con alternative più sostenibili. I risultati sono visibili nei passaggi seguenti.

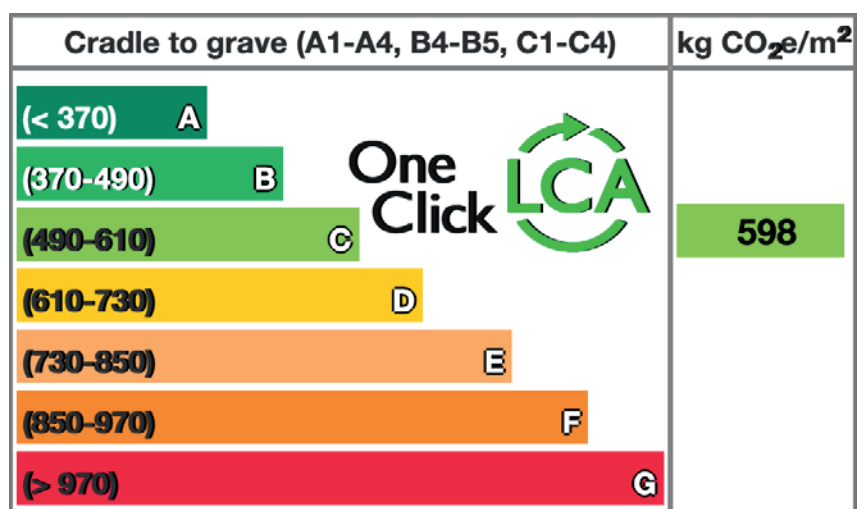
### 5.2.2. Risultati

 8.505 Tonnellate di CO<sub>2</sub>eq<sup>9</sup>

 37,8 kg CO<sub>2</sub>eq/mq/anno<sup>10</sup>

 425.266 € Costo sociale del carbonio<sup>11</sup>

### 5.2.3. Carbon Heroes Benchmark



L'embodied carbon benchmark è stato calcolato per un periodo di valutazione di 60 anni per tutti i materiali da costruzione e tengono conto delle quantità di materiale indicati, del trasporto dei materiali (se le distanze sono fornite dall'utente) e dalla sostituzione di materiali necessari durante la vita stimata dell'edificio e durante il processo di dismissione. Alcuni impatti non sono presi in considerazione, come ad esempio gli impatti del riciclaggio. Gli impatti sono sempre calcolati sulla base della superficie lorda interna del pavimento metri quadri.

9 Emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo indicatore.

10 L'emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo strumento diviso per il periodo di valutazione e i metri quadri interni lordi applicati.

11 L'attuale costo del carbonio per tonnellata è impostato su €50.



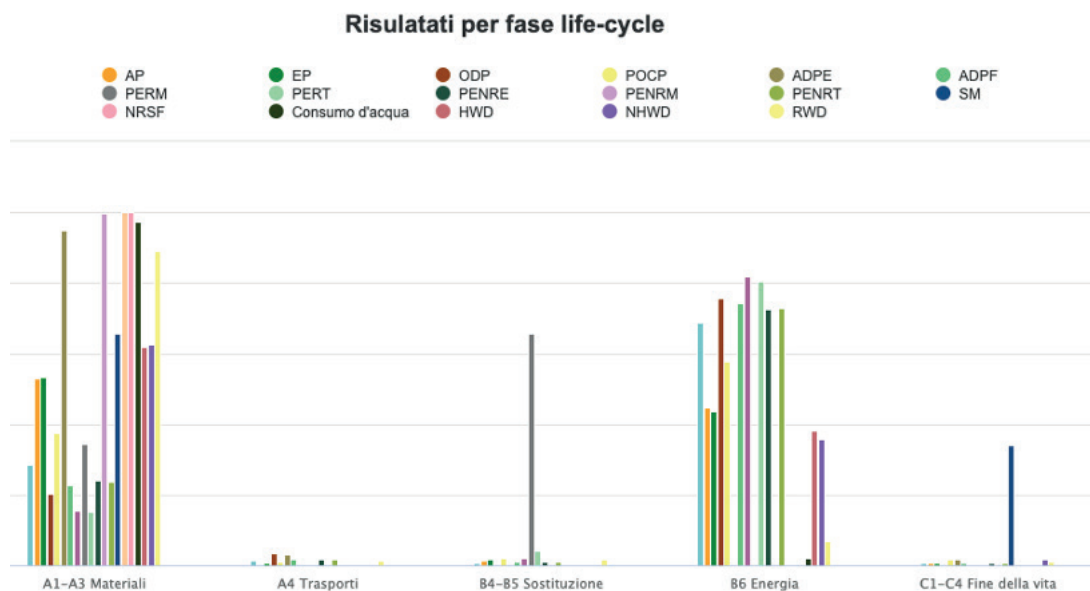






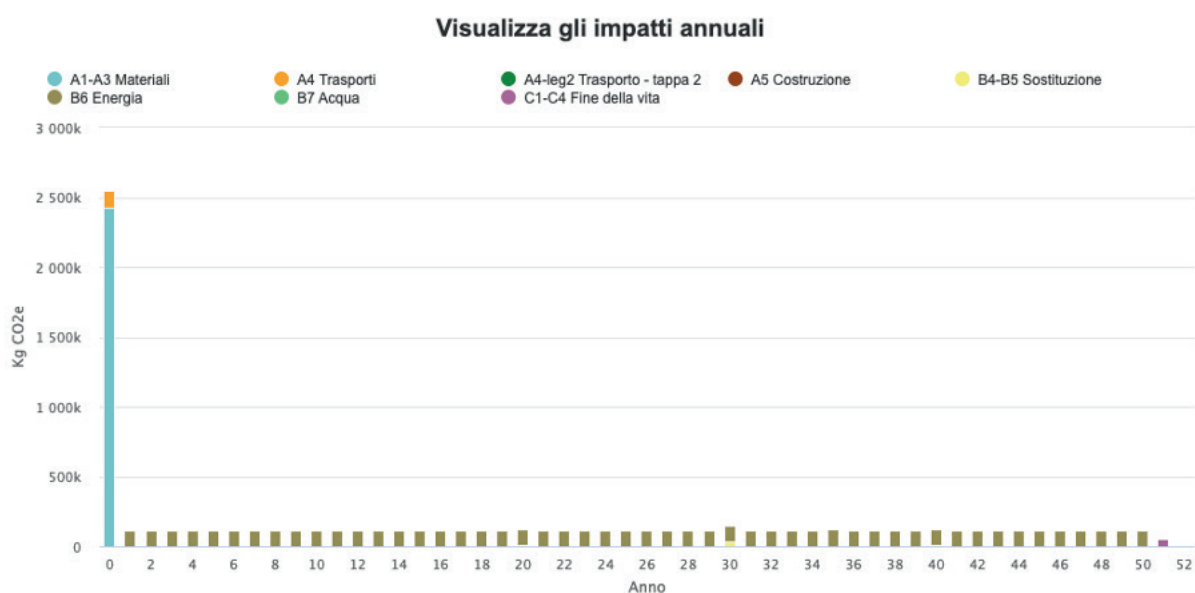
## 5.2.5. Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita

Il grafico sottostante mostra i risultati della distribuzione per il ciclo di vita dell'edificio per tutte le riportate categorie di impatto e fasi. Ciò aiuta a identificare gli importanti fattori chiave impattanti nei diversi impatti ambientali.



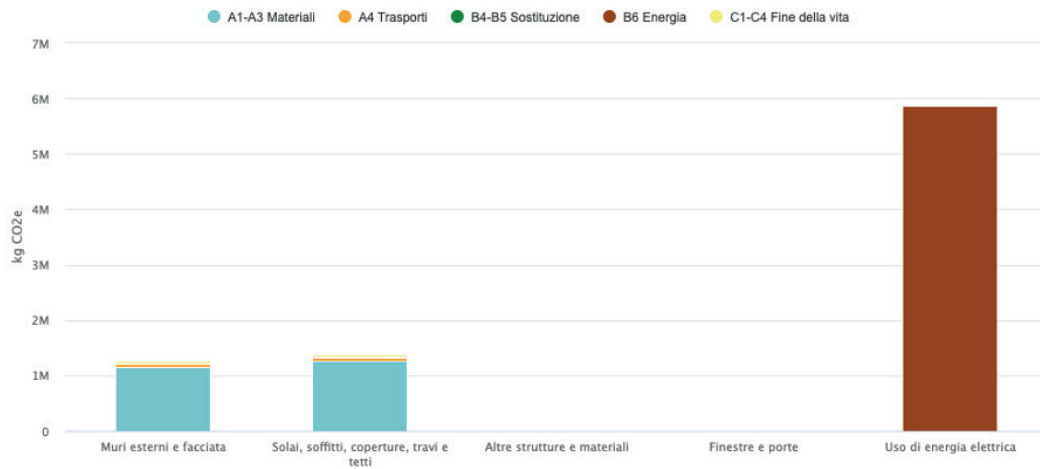
## 5.2.6. Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale

Il grafico sottostante mostra il potenziale riscaldamento globale (Carbon Footprint) per il ciclo di vita dell'edificio per ciascun anno del ciclo di vita. Gli impatti verificabili prima che l'edificio diventi utilizzabile sono rappresentati come l'anno zero, gli impatti di de-costruzione come l'ultimo anno di vita(50 anni) + 1 e gli impatti al di fuori del ciclo di vita dell'edificio (da riuso, riciclo o recupero di energia) come ultimo anno di vita +2.



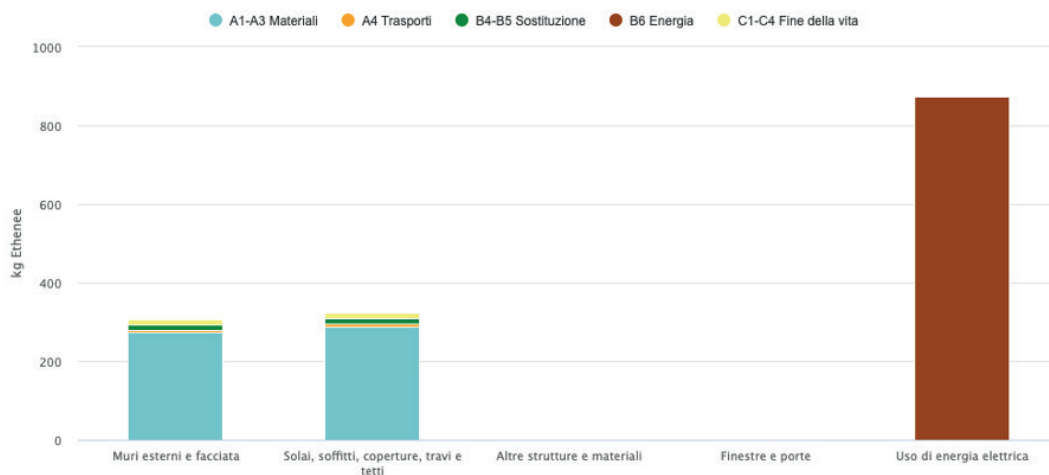
## 5.2.7. Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



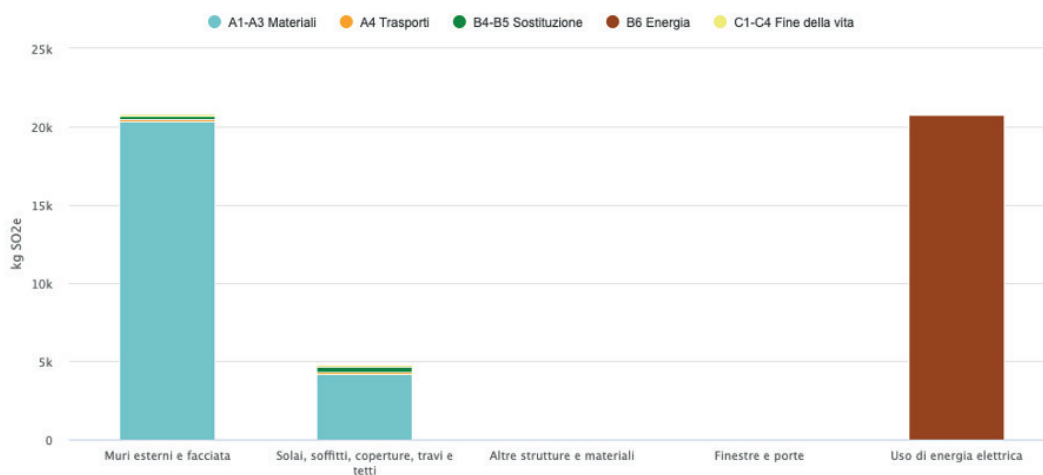
## 5.2.8. Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



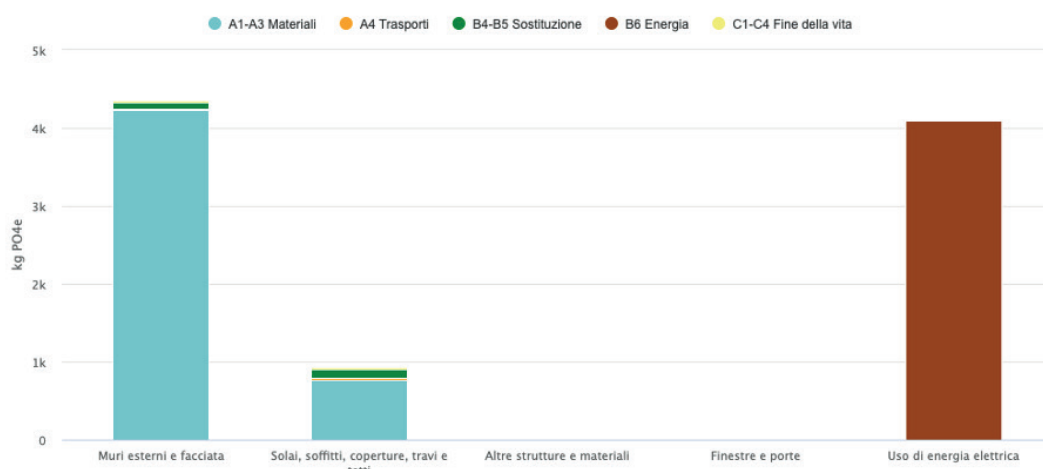
## 5.2.9. Visualizzazione dell'acidificazione

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



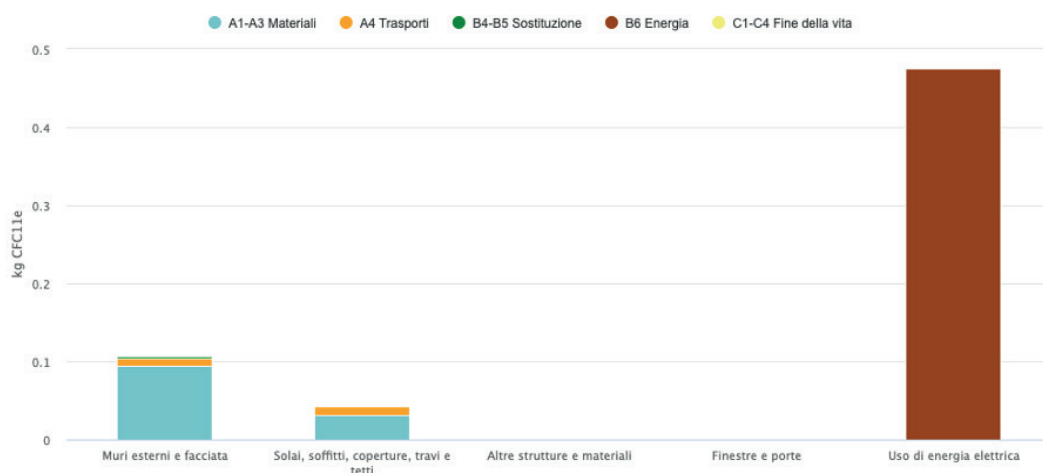
## 5.2.10. Visualizzazione dell'eutrofizzazione

(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)

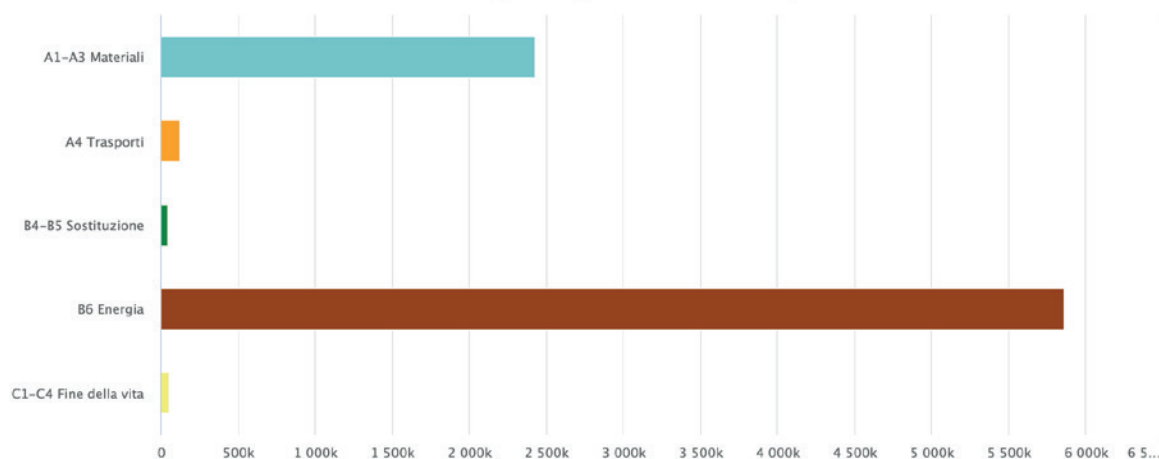


## 5.2.11. Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono

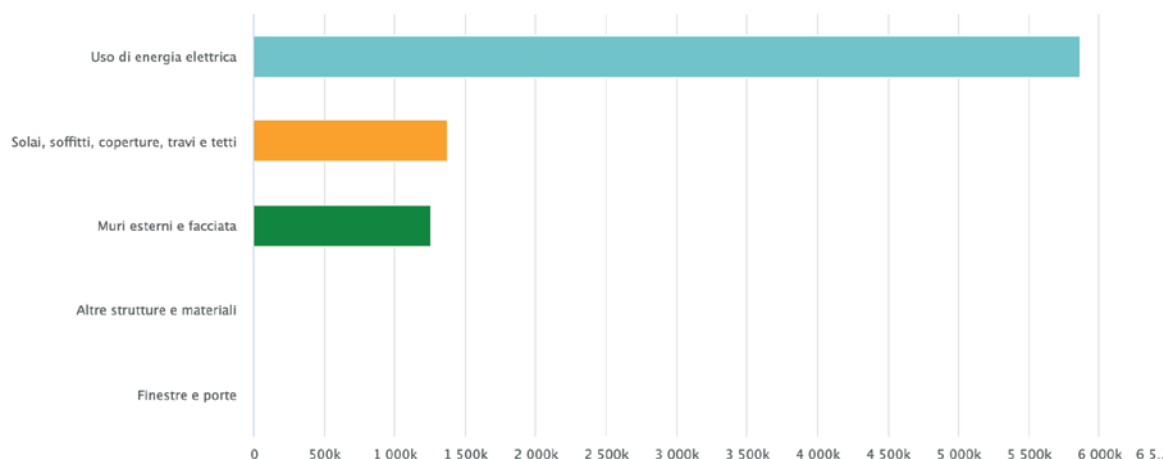
(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)



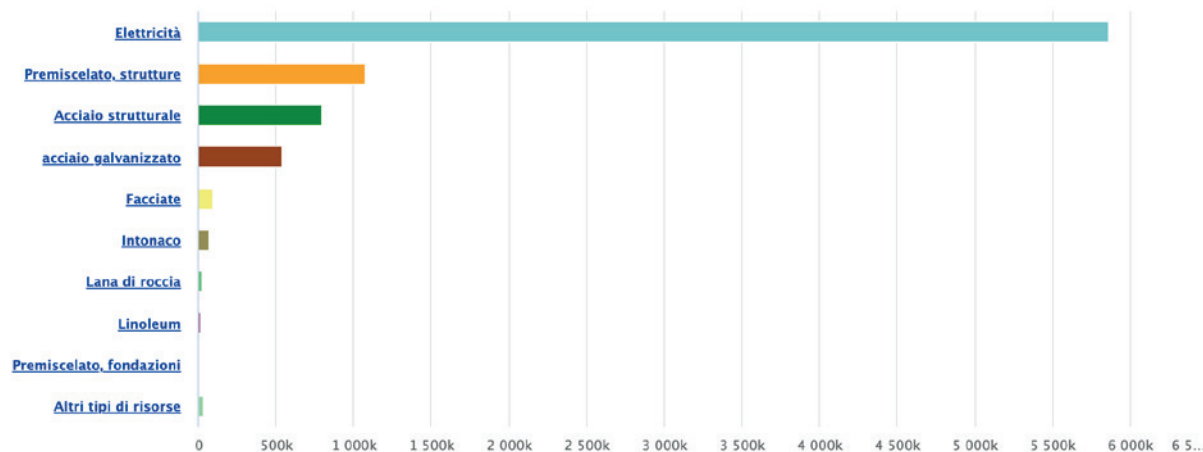
## 5.2.12. Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle



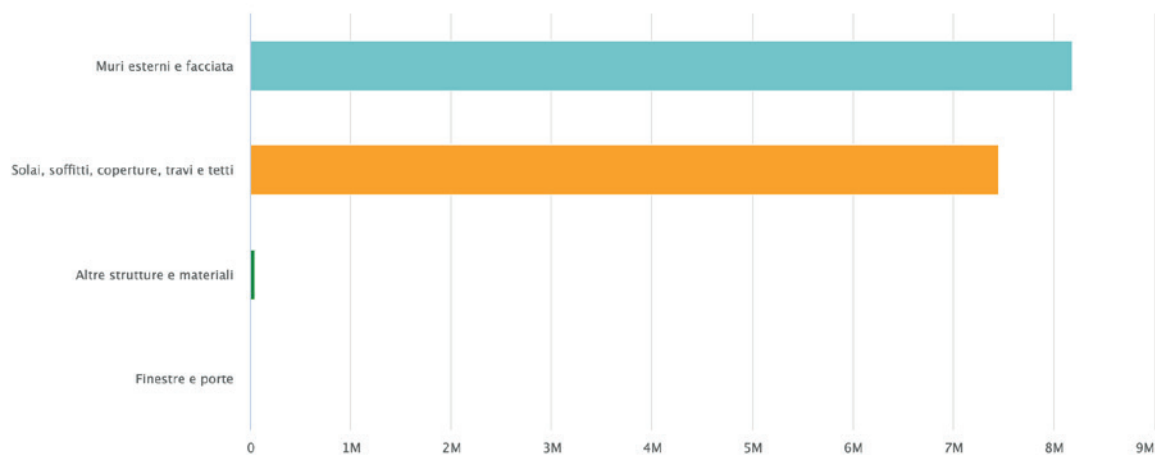
### 5.2.13. Riscaldamento Globale – Classificazioni



### 5.2.14. Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa



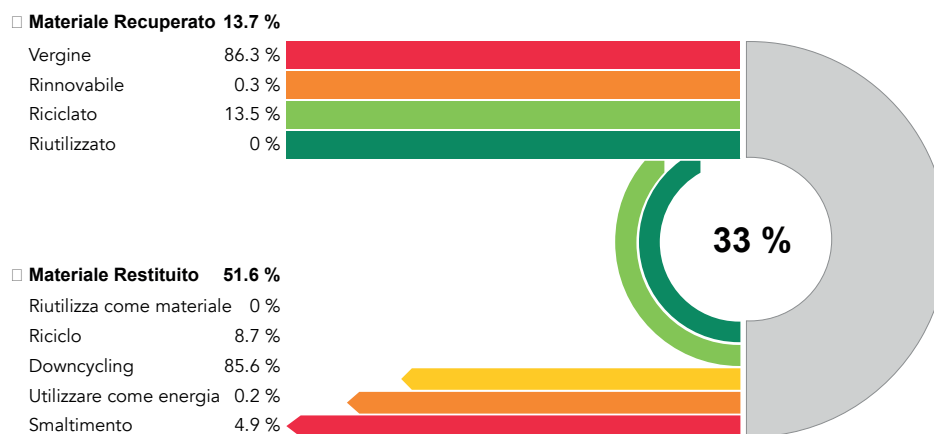
### 5.2.15. Massa kg – Classificazioni



## 5.2.16. Materiali più contribuenti

No.	Risorsa	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Cradle to gate (A1-A3)
1.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C40/50 (5800/7300 PSI) with CEM III/B, 75% GGBS content in cement (400 kg/m <sup>3</sup> / 24.97 lbs/ft <sup>3</sup> )	823 tonnellate CO <sub>2</sub> e	33.9 %
2.	Structural steel sections and merchant bars, 7850 kg/m <sup>3</sup>	780 tonnellate CO <sub>2</sub> e	32.1%
3.	Lastre di acciaio zincato a caldo, Steel thickness range: 0.4-3.0 mm (0.015-0.12 in), zinc coating: 20 µm (787.4 µin) (0.28kg/m <sup>2</sup> / 0.057 lbs/ft <sup>2</sup> sheet steel), 100% recycled content	527 tonnellate CO <sub>2</sub> e	21.7 %
4.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C40/50 (5800/7300 PSI), 50% recycled binders in cement (400 kg/m <sup>3</sup> / 24.97 lbs/ft <sup>3</sup> )	112 tonnellate CO <sub>2</sub> e	4.6 %
5.	Aluminium curtain wall system, coated, 35,97 kg/m <sup>2</sup>	96 tonnellate CO <sub>2</sub> e	3.9 %
6.	NHL (natural hydraulic lime) based skim coating, 1600-1700 kg/m <sup>3</sup>	33 tonnellate CO <sub>2</sub> e	1.3 %
7.	Rock wool insulation, unfaced, for flooring, L = 0.035 W/mK, R = 2.90 Km <sup>2</sup> /W, 100 mm, 6.75 kg/m <sup>2</sup> , 68 kg/m <sup>3</sup> , Fire resistance class = A1, Lambda=0.035 W/(m.K)	22 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.9 %
8.	Cassaforma in acciaio, lato singolo con rinforzi in acciaio, 44 kg/m <sup>2</sup>	8,9 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.4 %
9.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C25/30 (3600/4400 PSI) with CEM III/A, 60% GGBS content (280 kg/m <sup>3</sup> ; 18.7 lbs/ft <sup>3</sup> total cement)	8,3 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.3 %
10.	Resilient linoleum floor covering tiles, 3.5 mm, 3.3 kg/m <sup>2</sup> , 32 x 2 m	5,6 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.2 %
11.	Cellulose insulation for walls, blown, L=0.039 W/mK, R=3.5 m <sup>2</sup> K/W, 136.5 mm, 6.8 kg/m <sup>2</sup> , 50 kg/m <sup>3</sup> , Lambda=0.039 W/(m.K)	3,1 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
12.	Ready-mix concrete for aggressive environments, C40/50 XA3 CEM III/A, 2374.32kg/m <sup>3</sup>	1,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
13.	Porcelain stoneware ceramic tiles and slabs, 6 - 20 mm, 24,3 kg/m <sup>2</sup>	1,4 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
14.	Body-tinted flat glass, bronze, 4 mm, 10 kg/m <sup>2</sup> , LT 60.4%, RLE 6.0%, SF 0.68	1,5 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
15.	Aluminium sheet, generic, 80% recycled content, average European aluminium manufacturing technology	2,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
16.	Quarry stone, 1800 kg/m <sup>3</sup>	0,31 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.0 %
17.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C30/37 (4400/5400 PSI) with CEM III/A, 60% GGBS content in cement (300 kg/m <sup>3</sup> ; 18.7 lbs/ft <sup>3</sup> total cement)	0,33 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.0 %
18.	Recovered solid-strip hardwood flooring, thickness range: 8 - 22mm, 5,26kg/m <sup>2</sup> , 657 kg/m <sup>3</sup> oven-dry, moisture content <13%	0,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.0 %
19.	Gypsum plasterboard, ép. 18 mm, 17 kg/m <sup>2</sup>	1 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.0 %
20.	Wooden door, 2.68m <sup>2</sup> /unit	94 kg CO <sub>2</sub> e	0.0 %

## 5.2.17. Building Circularity



Il punteggio di Building Circularity rappresenta la circolarità totale dei materiali sia nell'uso dei materiali per il progetto che nella movimentazione alla fine della vita utile. È calcolato come la media dei materiali recuperati (che rappresenta l'uso di materiali circolari nel progetto) e dei materiali restituiti (che rappresenta l'efficacia con cui i materiali vengono restituiti, invece di essere smaltiti o declassati in valore). Il calcolo si basa esclusivamente sulla massa senza pesatura del materiale.



## 6. LCA: Risultati – Modello2

### 6.1. Introduzione

I risultati seguenti riguardano il nuovo modello BIM che, come citato precedentemente, è stato realizzato con gli spessori e classi di calcestruzzo variati secondo la nuova progettazione.

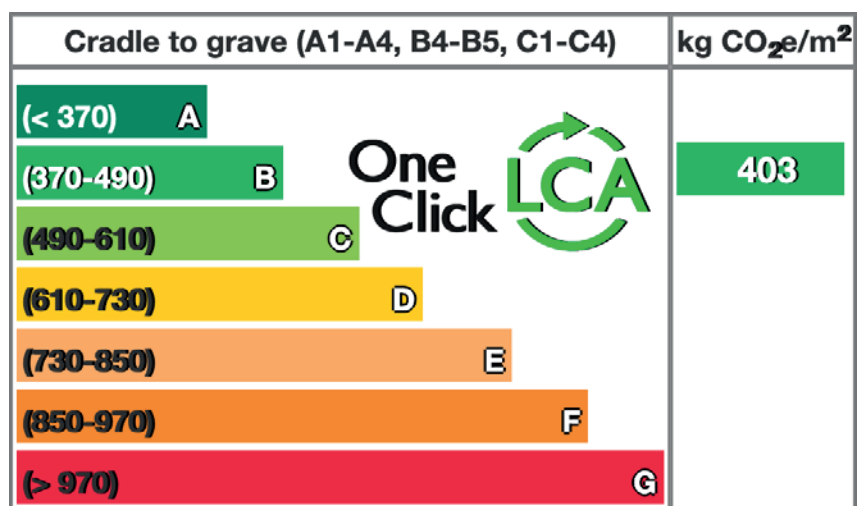
### 6.2. Risultati

 7.680 Tonnellate di CO<sub>2</sub>eq<sup>12</sup>

 34,13 kg CO<sub>2</sub>eq/mq/anno<sup>13</sup>

 383.980 € Costo sociale del carbonio<sup>14</sup>

#### 6.2.1. Carbon Heroes Benchmark



L'embodied carbon benchmark è stato calcolato per un periodo di valutazione di 60 anni per tutti i materiali da costruzione e tengono conto delle quantità di materiale indicati, del trasporto dei materiali (se le distanze sono fornite dall'utente) e dalla sostituzione di materiali necessari durante la vita stimata dell'edificio e durante il processo di dismissione. Alcuni impatti non sono presi in considerazione, come ad esempio gli impatti del riciclaggio. Gli impatti sono sempre calcolati sulla base della superficie lorda interna del pavimento metri quadri.

<sup>12</sup> Emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo indicatore.

<sup>13</sup> L'emissioni totali di anidride carbonica equivalente del progetto per l'ambito calcolato in questo strumento diviso per il periodo di valutazione e i metri quadri interni lordi applicati.

<sup>14</sup> L'attuale costo del carbonio per tonnellata è impostato su €50.



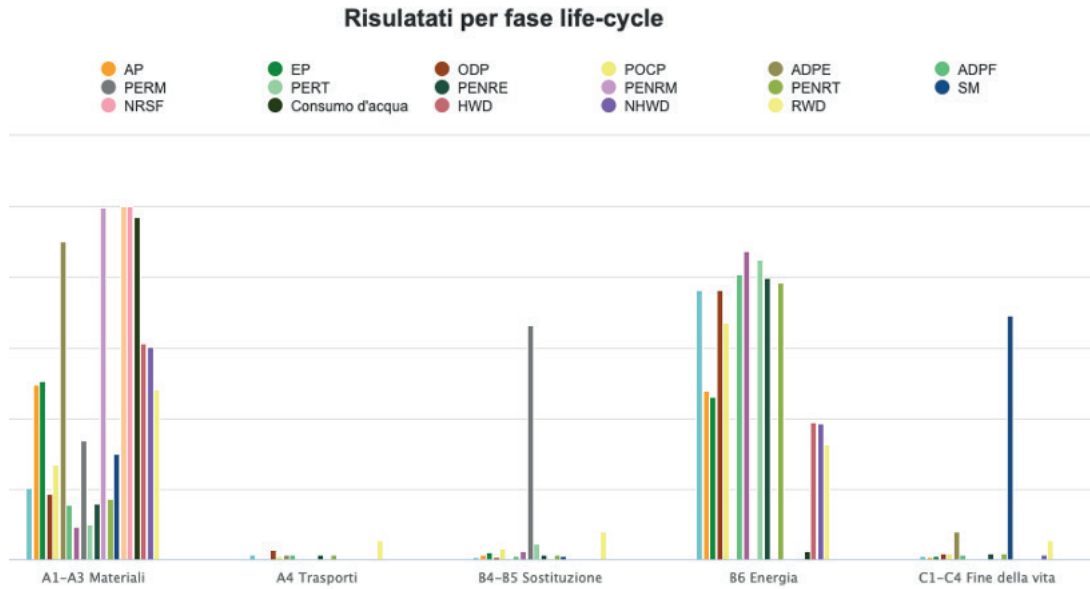






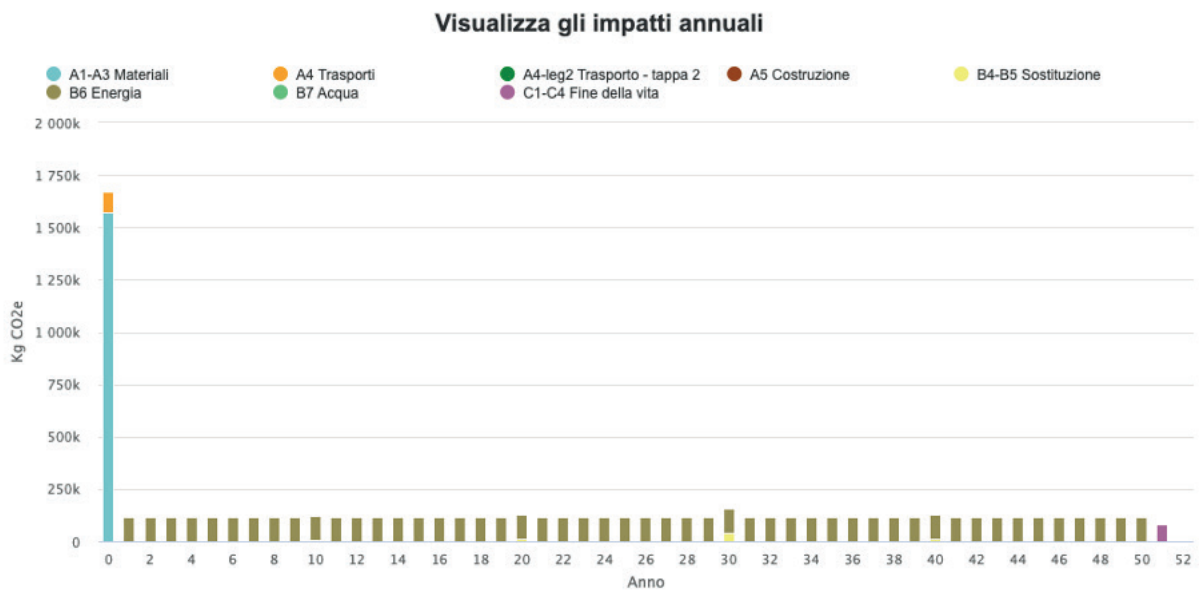
### 6.2.3. Risultati della distribuzione dallo stadio di ciclo di vita

Il grafico sottostante mostra i risultati della distribuzione per il ciclo di vita dell'edificio per tutte le riportate categorie di impatto e fasi. Ciò aiuta a identificare gli importanti fattori chiave impattanti nei diversi impatti ambientali.



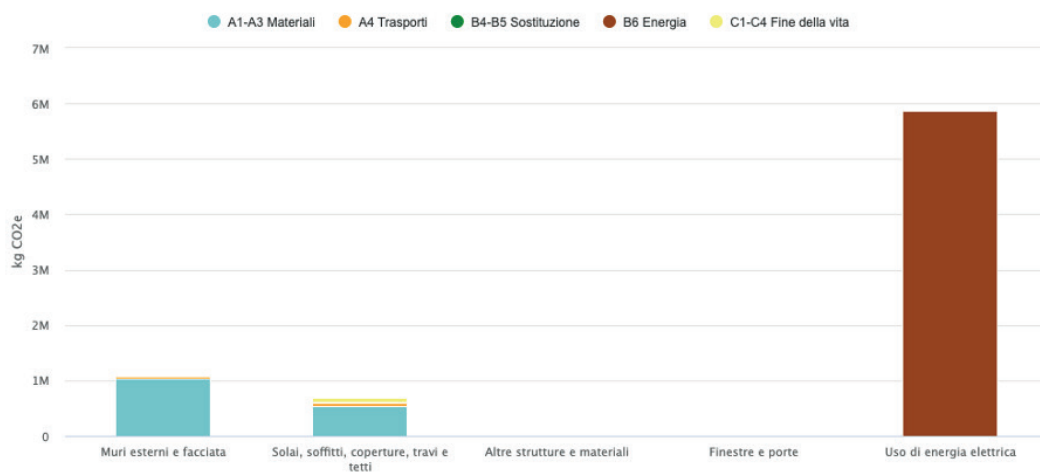
### 6.2.4. Impatto sul riscaldamento globale per ciascun ciclo di vita annuale

Il grafico sottostante mostra il potenziale riscaldamento globale (Carbon Footprint) per il ciclo di vita dell'edificio per ciascun anno del ciclo di vita. Gli impatti verificabili prima che l'edificio diventi utilizzabile sono rappresentati come l'anno zero, gli impatti di de-costruzione come l'ultimo anno di vita(50 anni) + 1 e gli impatti al di fuori del ciclo di vita dell'edificio (da riuso, riciclo o recupero di energia) come ultimo anno di vita +2.



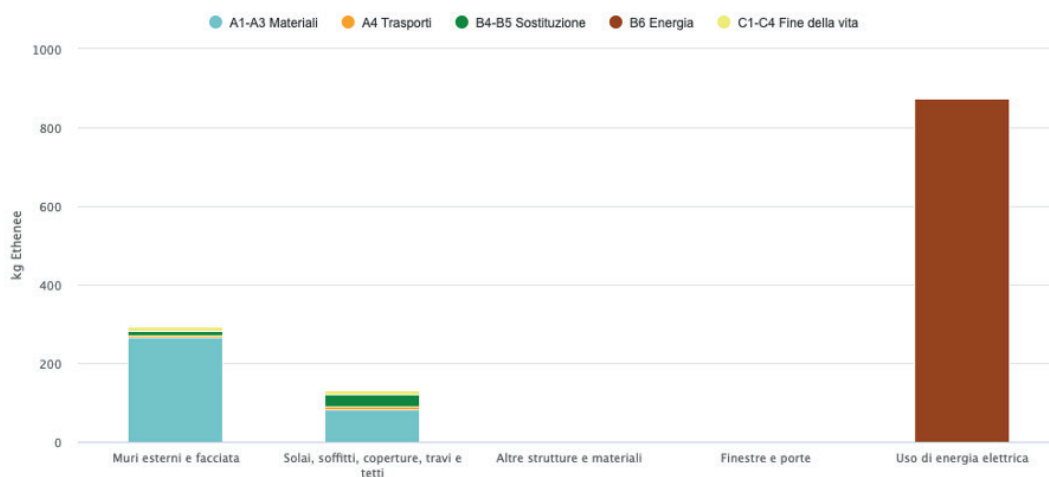
## 6.2.5. Visualizzazione del riscaldamento globale ripartito per categoria

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



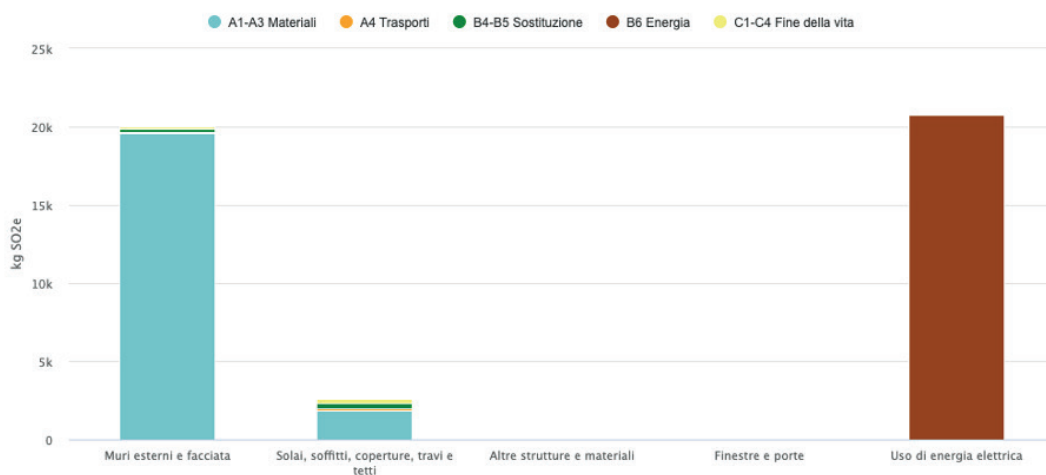
## 6.2.6. Visualizzazione della formazione di ozono nella bassa atmosfera

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



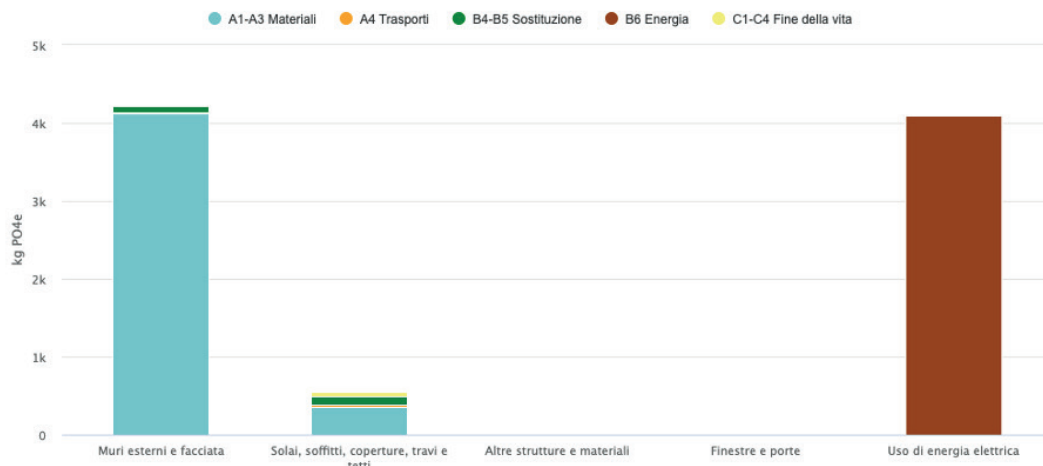
## 6.2.7. Visualizzazione dell'acidificazione

(v. “Metodologia e categoria di impatto” a pagina 11)



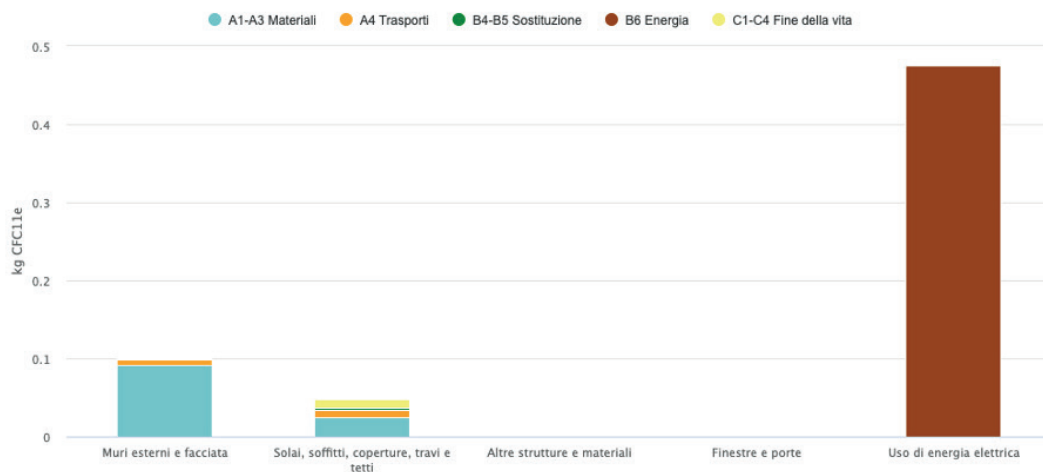
## 6.2.8. Visualizzazione dell'eutrofizzazione

(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)

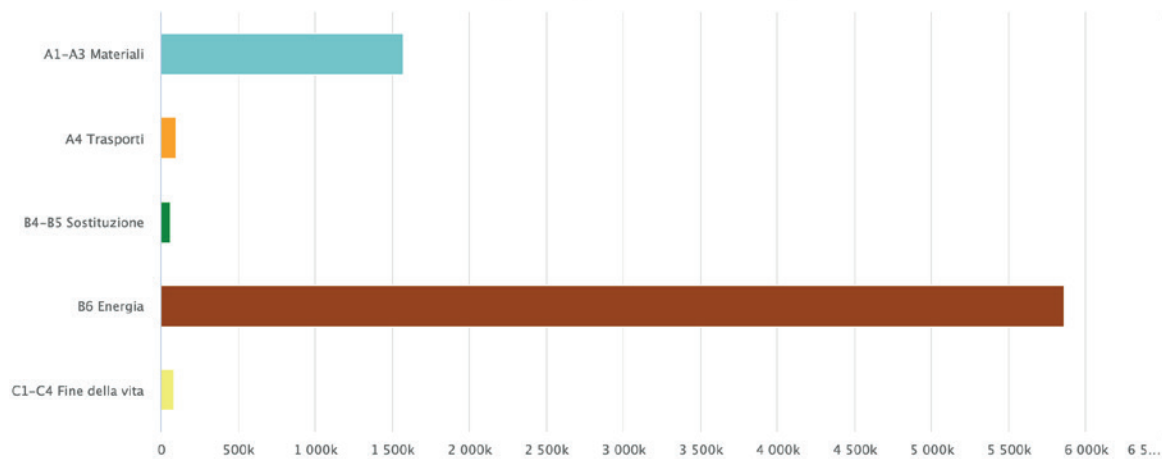


## 6.2.9. Visualizzazione dell'esaurimento dell'ozono

(v. "Metodologia e categoria di impatto" a pagina 11)

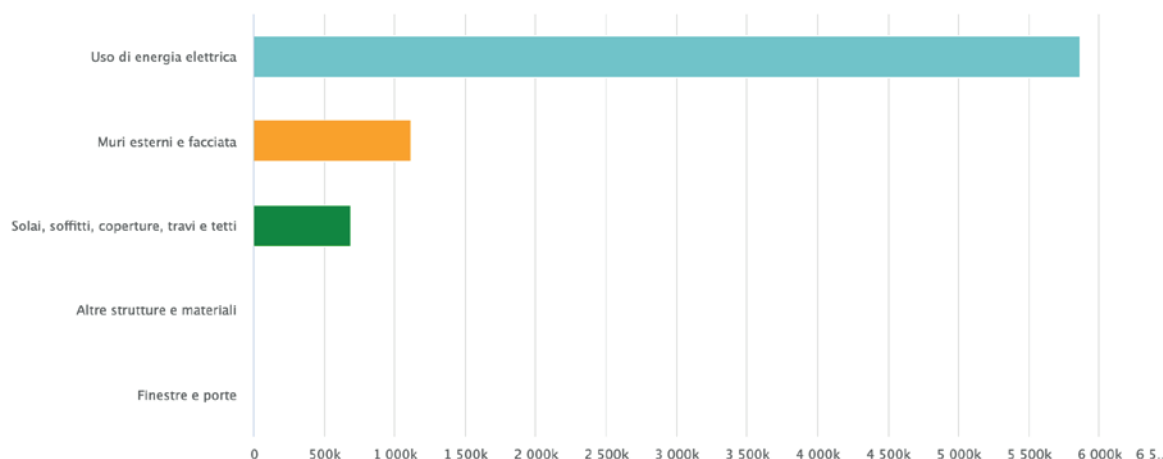


## 6.2.10. Riscaldamento Globale – Fasi del Life Cycle

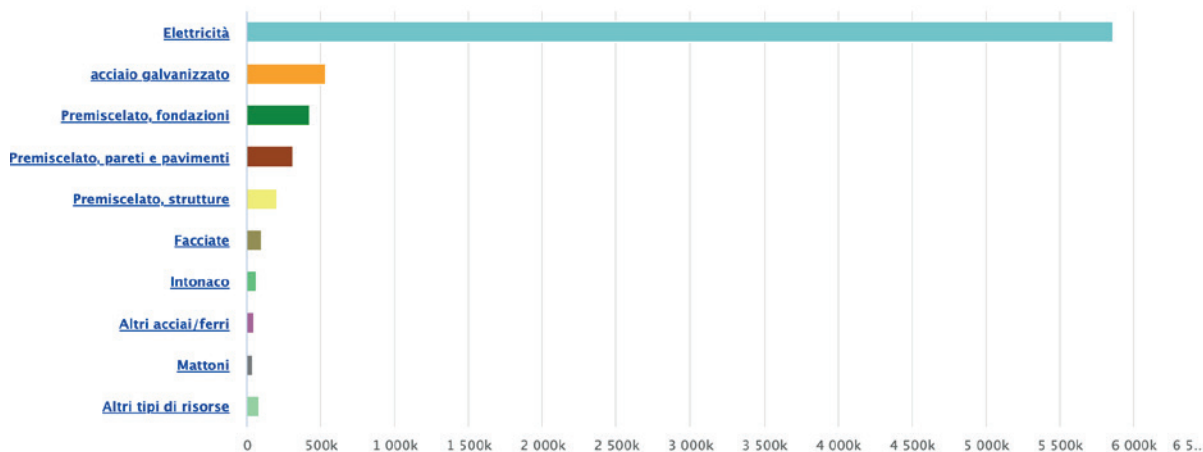




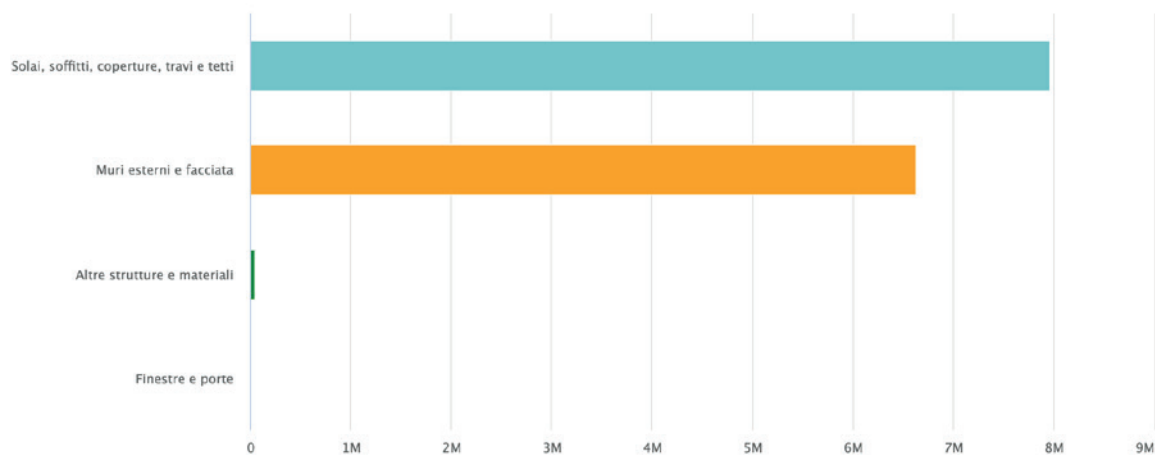
### 6.2.11. Riscaldamento Globale – Classificazioni



### 6.2.12. Riscaldamento Globale – Tipi di Risorsa



### 6.2.13. Massa kg – Classificazioni

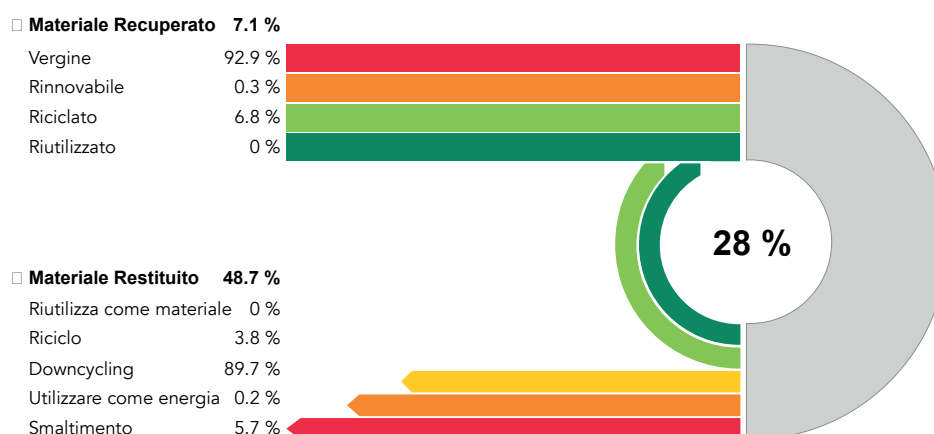


## 6.2.14. Materiali più contribuenti

In tabella sono indicati i materiali più contribuenti.

No.	Risorsa	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Cradle to gate (A1-A3)
1.	Lastre di acciaio zincato a caldo, Steel thickness range: 0.4-3.0 mm (0.015-0.12 in), zinc coating: 20 µm (787.4 µin) (0.28kg/m <sup>2</sup> / 0.057 lbs/ft <sup>2</sup> sheet steel), 100% recycled content	527 tonnellate CO <sub>2</sub> e	33.5 %
2.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C20/25 (2900/3600 PSI), 55% recycled binders in cement (240 kg/m <sup>3</sup> / 14.98 lbs/ft <sup>3</sup> )	324 tonnellate CO <sub>2</sub> e	20.6 %
3.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C30/37 (4400/5400 PSI) with CEM III/A, 60% GGBS content in cement (300 kg/m <sup>3</sup> ; 18.7 lbs/ft <sup>3</sup> total cement)	269 tonnellate CO <sub>2</sub> e	17.1 %
4.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C40/50 (5800/7300 PSI) with CEM III/B, 75% GGBS content in cement (400 kg/m <sup>3</sup> / 24.97 lbs/ft <sup>3</sup> )	175 tonnellate CO <sub>2</sub> e	11.1 %
5.	Aluminium curtain wall system, coated, 35.97 kg/m <sup>2</sup>	101 tonnellate CO <sub>2</sub> e	6.4 %
6.	Cassaforma in acciaio, lato singolo con rinforzi in acciaio, 44 kg/m <sup>2</sup>	48 tonnellate CO <sub>2</sub> e	3.1 %
7.	Terracotta brick with hollow chambers, for facade application, 24 mm thickness, 150-300 mm height, up to 1200 mm length, 31 kg/m <sup>2</sup> , 2200 kg/m <sup>3</sup>	41 tonnellate CO <sub>2</sub> e	2.6 %
8.	NHL (natural hydraulic lime) based skim coating, 1600-1700 kg/m <sup>3</sup>	33 tonnellate CO <sub>2</sub> e	2.1 %
9.	Rock wool insulation, unfaced, for flooring, L = 0.035 W/mK, R = 2.90 Km <sup>2</sup> /W, 100 mm, 6.75 kg/m <sup>2</sup> , 68 kg/m <sup>3</sup> , Fire resistance class = A1, Lambda=0.035 W/(m.K)	22 tonnellate CO <sub>2</sub> e	1.4 %
10.	Resilient linoleum floor covering tiles, 3.5 mm, 3.3 kg/m <sup>2</sup> , 32 x 2 m	5,6 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.4 %
11.	Calcestruzzo preconfezionato, ordinario, generico, C40/50 (5800/7300 PSI), 50% recycled binders in cement (400 kg/m <sup>3</sup> / 24.97 lbs/ft <sup>3</sup> )	5,1 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.3 %
12.	Mineral paint,	4,4 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.3 %
13.	Exterior glass hall door, 49.5 kg/m <sup>2</sup>	5,2 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.3 %
14.	Cellulose insulation for walls, blown, L=0.039 W/mK, R=3.5 m <sup>2</sup> K/W, 136.5 mm, 6.8 kg/m <sup>2</sup> , 50 kg/m <sup>3</sup> , Lambda=0.039 W/(m.K)	3,1 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.2 %
15.	Aluminium sheet, generic, 80% recycled content, average European aluminium manufacturing technology	2,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.2 %
16.	Recovered solid-strip hardwood flooring, thickness range: 8 - 22mm, 5.26kg/m <sup>2</sup> , 657 kg/m <sup>3</sup> oven-dry, moisture content <13%	0,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
17.	Ready-mix concrete for aggressive environments, C40/50 XA3 CEM III/A, 2374.32kg/m <sup>3</sup>	1,8 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
18.	Porcelain stoneware ceramic tiles and slabs, 6 - 20 mm, 24,3 kg/m <sup>2</sup>	1,4 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
19.	Body-tinted flat glass, bronze, 4 mm, 10 kg/m <sup>2</sup> , LT 60.4%, RLE 6.0%, SF 0.68	1,5 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.1 %
20.	Quarry stone, 1800 kg/m <sup>3</sup>	0,31 tonnellate CO <sub>2</sub> e	0.0 %
21.	Wooden door, 2,68m <sup>2</sup> /unit	94 kg CO <sub>2</sub> e	0.0 %

## 6.2.15. Building Circularity



Il punteggio di Building Circularity rappresenta la circolarità totale dei materiali sia nell'uso dei materiali per il progetto che nella movimentazione alla fine della vita utile. È calcolato come la media dei materiali recuperati (che rappresenta l'uso di materiali circolari nel progetto) e dei materiali restituiti (che rappresenta l'efficacia con cui i materiali vengono restituiti, invece di essere smaltiti o declassati in valore). Il calcolo si basa esclusivamente sulla massa senza pesatura del materiale.

## 6.2.16. EPD Utilizzati

Nome della linea	Specifiche tecniche	Prodotto	Produttore	Programma dell'EPD	Numero dell'EPD	Fonte dei dati ambientali	Standard	Verifica	Anno	Nazione	Database a monte	Domizi	Regole di categoria di prodotto (PCR)	Note sulla PCR	Classifica dalle prestazioni
Aluminum curtain wall system, coated	35,97 kg/m <sup>2</sup>	TRH 52 COATED	CORTICO	DAPc	DAP 100.024	EPD CURTAIN WALL SYSTEMS	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2020	Spain	GAB	2700.0	RCFD00 - Products for associated external windows 2 - 29.02.2016	Only with EN15804	CO2 CML 129 / 330
Aluminum sheet, generic	80% recycled content, average European aluminum manufacturing technology		One Click LCA 2022	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2022	LOCAL	ecoinvent	2700.0	PCR 2019.14	-	CO2 CML 38 / 533
Body-steel file glass, bronze	4 mm, 10 kg/m <sup>2</sup> , LT 60.4% RIE 6.0%, SF 0.68	Poval 4 mm	Saint-Gobain Glass FRANCE (2022)	International EPD System	S. P. 00884, ver. 2	EPD PARSCl@- Flat Glass From 3 mm to 10 mm Body steel glass, ver. 2	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2022	France	GAB	2500.0	Construction products (EN 15804:2012-A2) version 1.1 and e-PCR-009 Flat glass products (EN 17074)	Only with EN15804	CO2 CML 14 / 171
Cementuzo prefabbricato, ondinato, ginepro	C30/37 (400/5400 FS) with CEM III/A, 60% GGBS content in cement (300 kg/m <sup>3</sup> ; 18.7 t/m <sup>3</sup> total cement)		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2021	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804-A1, EN15804-A2	-	CO2 CML 37 / 973
Cementuzo prefabbricato, ondinato, ginepro	C40/50 (5800/7300 FS) with CEM III/B, 75% GGBS content in cement (400 kg/m <sup>3</sup> ; 24.97 t/m <sup>3</sup> total cement)		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2022	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804-A1	-	CO2 CML 13 / 758
Cementuzo prefabbricato, ondinato, ginepro	C40/50 (5800/7300 FS), 50% recycled binders in cement (400 kg/m <sup>3</sup> ; 24.97 t/m <sup>3</sup> total cement)		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2018	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804-A1	-	CO2 CML 72 / 758
Cementuzo prefabbricato, ondinato, ginepro	C20/25 (2900/3600 FS), 55% recycled binders in cement (240 kg/m <sup>3</sup> ; 14.98 t/m <sup>3</sup> total cement)		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2018	LOCAL	ecoinvent	2200.0	EN15804-A1	-	CO2 CML 22 / 815
Crafterna in acciaio, lino-griglia con infisso in acciaio	44 kg/m <sup>2</sup>		One Click LCA 2022	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2021	LOCAL	ecoinvent	2500.0	EN15804-A1	-	CO2 CML 60 / 250
Calcestruzzo per pavimenti, con infisso in acciaio	L=0.039 W/mK, R=3.5, m2Kw, 136.5 mm, 6.8 kg/m <sup>2</sup> , 30 kg/m <sup>3</sup> , Lambda=0.039 W/mK		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2023	LOCAL	ecoinvent	50.0	EN15804-A1, EN15804-A2	-	CO2 CML 67 / 252
Entrata glass full door	Ponte ondulato in vetro spina full		EMRONNEMENTAL E GENERIQUE PAR DEFALT	INES	INES-DMP022026 .12406, 31338	MDEGDF, FDES	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2022	France	ecoinvent		EN15804-A1	EN15804-A1	CO2 CML 303 / 330
Lettere di acciaio zincato a caldo	Steel thickness range: 0.4-3.0 mm (0.015-0.117 in), zinc coating: 20 µm (0.794 µm) (0.28 kg/m <sup>2</sup> / 0.037 lb/ft <sup>2</sup> (average)), 100% recycled content		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2022	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804-A1, EN15804-A2	-	CO2 CML 40 / 459
Mineral paint			San Marco	International EPD System	S. P. 00258	Atica Color, in 18.75 kg container, Tutorestanto Greenprint Line, Colorificio San Marco SpA	ISO14040	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2014	Italy	ecoinvent	1250.0	PCR Plans and varnishes and related products, 18/2010	Only with EN15804	CO2 CML 29 / 1014
NHL (natural hydraulic lime) based skin coating	1600-1700 kg/m <sup>3</sup>	Scala, TD3P0, TD3P1, TD3P2	Minea San Romedio	Kwa BCS	EPD - Meina San Romedio Srl - EN	EPD NHL based skin coating (Scala, TD3P0, TD3P1, TD3P2)	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2020	Italy	ecoinvent	1650.0	EN15804-A1	-	CO2 CML 63 / 350
Porcelain stoneware ceramic tiles and slabs	6 x 20 mm, 24.3 kg/m <sup>2</sup>		Ceramiche Kasper	EPD Italy	EPD/ITALY/0035	Environmental Product Declaration: Porcelain stoneware Ceramic tiles and slabs	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2018	Italy	GAB		IBU PCR Beta B.3D-11 2017 V.6 EPD/ITALY-PCR/ICM-Q-001/15 rev. 2 21/04/2017	Only with EN15804	CO2 CML 209 / 473
Quarry stone	1800 kg/m <sup>3</sup>		One Click LCA	One Click LCA	-	LCA inventory for sand quarry operation, Ecoinvent 2014	ISO14040	Verificato internamente	2014	LOCAL	ecoinvent	1800.0	-	Only with EN15804	CO2 CML 83 / 157
Ready-mix concrete for aggressive environments	C40/50 XA3 CEM III/A, 23/43.2kg/m <sup>3</sup>		SNRPE	INES	INES-CBEZ090304 .103625, 9218	FDES	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2019	France	ecoinvent	2374.32	EN15804-A1	EN15804-A1	CO2 CML 8 / 756
Reinforced self-stip hardwood flooring	thickness range 8 - 21mm, 5.26kg/m <sup>2</sup> , 457 kg/m <sup>3</sup> oven-dry, moisture content 6.5%	Medium Density Resilient Lincium Floor Covering	Felco	UL Environment	41882046591141	EPD/MARMOLEUM/DECIBEL	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2023	LOCAL	ecoinvent	657.0	EN15804-A1, EN15804-A2	-	CO2 CML 9 / 378
Reinforced self-stip hardwood flooring covering tiles	3.5 mm, 3.3 kg/m <sup>2</sup> , 32 x 2 m		One Click LCA	UL Environment	41882046591141	EPD/MARMOLEUM/DECIBEL	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2018	unitedKingdom	GAB		Sub-PCR Reinforced Tiles and Laminated floor coverings	Only with EN15804	CO2 CML 3 / 51
Rock wool insulation, unfaced, for flooring	L = 0.035 W/mK, R = 2.90 m <sup>2</sup> W/m, 100 mm, 6.75 kg/m <sup>2</sup> , 48 kg/m <sup>3</sup> , Fire resistance class = A1, Lambda=0.035 W/mK	ROCKFEU RE 160 P1-D Epaisseur 100 mm	FRANCE	INES	INES-ROCK2018217 .10349, 28876	FDES	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2018	France	ecoinvent	2200.0	EN15804-A1, EN15804-A2	EN15804-A1	CO2 CML 15 / 776
Terrazzo brick with hollow chambers, for facade application	24 mm thickness, 150-300 mm height, up to 1200 mm length, 31 kg/m <sup>2</sup> , 2200 kg/m <sup>3</sup>		One Click LCA	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804-A1, EN15804-A2	Verificato internamente	2023	LOCAL	ecoinvent	2200.0	EN15804-A1, EN15804-A2	-	CO2 CML 53 / 393
Wooden floor	2468x24mm	Maison Thermal Floor	ASSA ABLOY	IBU	EPD-ASA-20150082-IBU-EN	EPD Maison Thermal Floor Door ASSA ABLOY Door Group LLC / The Maison Company	EN15804-A1	Verificato da una parte terza (secondo ISO 14025)	2015	USA	GAB		PCR Windows and doors, 11/2014	Only with EN15804	CO2 CML 1 / 77







**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle costruzioni  
TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA DELLE COSTRUZIONI  
A.A. 2022 | 2023