



ORDINE DEGLI  
**ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI E CONSERVATORI**  
DI ROMA E PROVINCIA

## **Approcci circolari in edilizia**

Innovazione tecnologica e processi produttivi

## **Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**

In collaborazione con



## **Relatore:**

### **Jacopo Andreotti**

*jacopo.andreotti@uniroma3.it*

*jacopo.andreotti@polito.it*

Dipartimento di Architettura – Università degli Studi Roma Tre

Dipartimento di Architettura e Design (DAD) – Politecnico di Torino

# Indice

## 1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

I Problemi

Le strategie e gli obiettivi europei

Economia Circolare in pillole

## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

Sottoprodotto, Rifiuto, Materia da recupero, End-of-Waste

Riciclo nel processo produttivo dei laterizi

Dal processo produttivo al ciclo di vita

Riuso

Riciclo

## 3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca

Riciclo come pratica virtuosa

## 4. Circolarità e valutazione ambientale

Whole Life Carbon e Roadmap Italiana di decarbonizzazione

## 1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

### I problemi

Il settore delle costruzioni costituisce uno dei principali player nelle emissioni di gas a effetto serra – GreenHouse Gas emission (GHG) – e nella produzione di rifiuti..

È infatti responsabile per il **37% delle emissioni globali** di GHG, di cui il 10% è associato alla produzione di materiali e prodotti, mentre il restante 27% è da attribuire alla fase operative del manufatto edilizio.

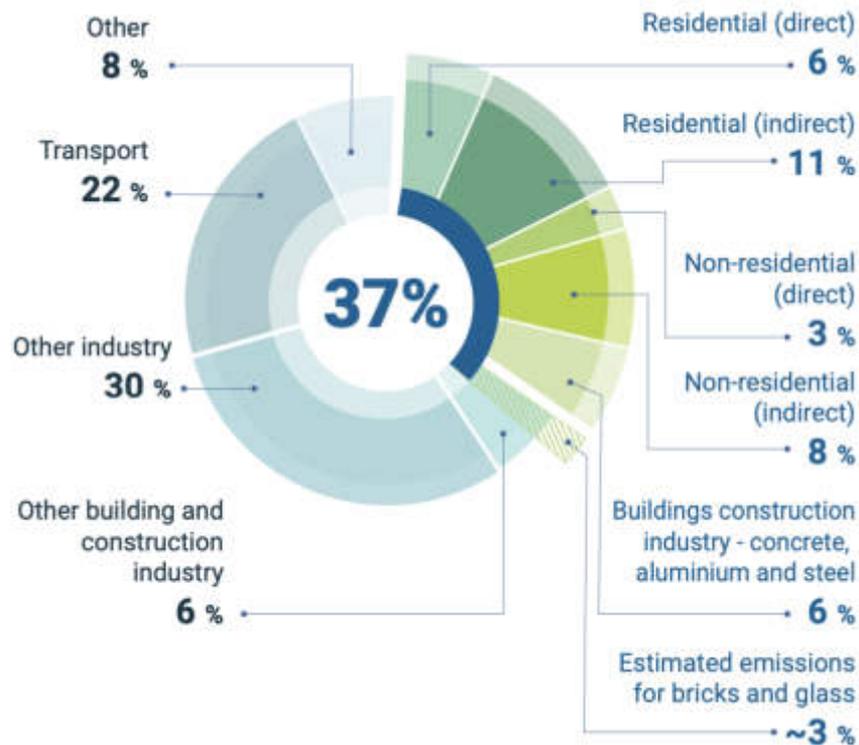
A **livello europeo** l'European Environmenta Agency (EEA, 2023) stima un'emissione per il settore delle costruzioni di ca. **840 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq/anno** (36% dei rilasci totali).

Contestualmente, Eurostat (2020) rileva una produzione annuale di circa **800 milioni di tonnellate di rifiuti** dalle attività di costruzione e demolizione (molti dei quali destinati alla discarica).



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student



1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

## I problemi

Il settore delle costruzioni costituisce uno dei principali player nelle emissioni di gas a effetto serra – GreenHouse Gas emission (GHG) – e nella produzione di rifiuti..

È infatti responsabile per il **37% delle emissioni globali** di GHG, di cui il 10% è associato alla produzione di materiali e prodotti, mentre il restante 27% è da attribuire alla fase operative del manufatto edilizio.

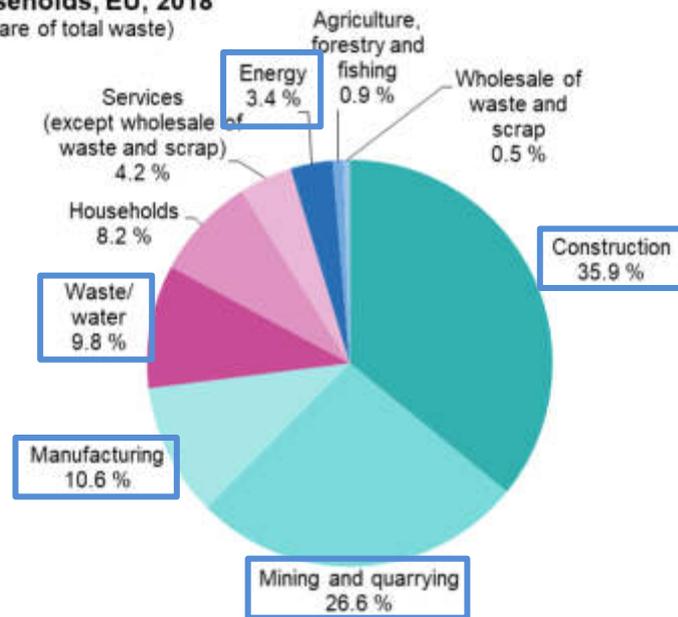
A **livello europeo** l'European Environmenta Agency (EEA, 2023) stima un'emissione per il settore delle costruzioni di ca. **840 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>eq/anno** (36% dei rilasci totali).

Contestualmente, Eurostat (2020) rileva una produzione annuale di circa **800 milioni di tonnellate di rifiuti** dalle attività di costruzione e demolizione (molti dei quali destinati alla discarica).



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Waste generation by economic activities and households, EU, 2018  
(% share of total waste)



Fonte: Eurostat (online data code: env\_wasgen)



1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

## Le strategie e gli obiettivi europei

Per contrastare le emissioni di GHG e promuovere lo sviluppo sostenibile, l'Europa ha introdotto due piani strategici: il **Green Deal europeo (2019)** e il **Nuovo Bauhaus europeo (2021)**.

Tali piani si riflettono sul settore delle costruzioni attraverso ulteriori programmi, quali ad esempio:

- il **Renovation Wave (COM 662, 2020)**;
- il **Piano d'azione per l'economia Circolare (COM 98, 2020)**;
- il **Piano REPower (COM 230, 2022)**;
- la **Direttiva sulla Prestazione Energetica nell'Edilizia (EPBD 1275, 2024)**.

L'obiettivo dell'UE è di raggiungere la **neutralità** climatica entro il 2050 (Legge europea sul clima – Regolamento 2021/1119), anche attraverso la **decarbonizzazione** del settore delle costruzioni.



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student



1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

## Economia Circolare in pillole

L'**economia circolare** deve essere intesa come un **modello sistemático e sostenibile**, attraverso l'uso efficiente e perpetuo delle risorse, votato al **mantenimento della catena del valore** e all'**eliminazione del concetto di rifiuto** (Ellen MacArthur Foundation).

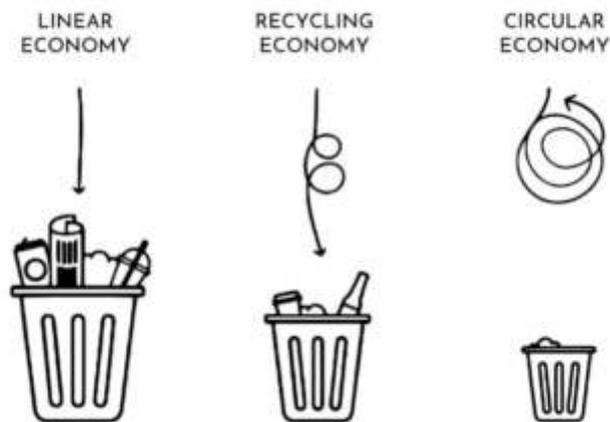
Le esigenze locali, unitamente alle specificità territoriali, assumono un ruolo fondamentale per innescare politiche di circolarità efficaci.

In questo senso **Michael Braungart** scrisse: «*Υποτίθεται η αρετή της διατήρησης υλικών σε ανηρόδιαστα, υλοποιώντας δεσφασμένη την πρόληψη της βλάβης η βελία υλικών, όπως [als] απλοποιεί την υφή της διατήρησης η βαία*» (Cradle to Cradle, 2009).

Lo stesso concetto può pertanto essere esteso al settore delle costruzioni, dove il territorio diventa una «miniera», l'edificio una «banca» e i prodotti degli «incubatori».



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student



1. Le responsabilità del settore delle costruzioni

## Economia Circolare in pillole

L'**economia circolare** deve essere intesa come un **modello sistemático e sostenibile**, attraverso l'uso efficiente e perpetuo delle risorse, votato al **mantenimento della catena del valore** e all'**eliminazione del concetto di rifiuto** (Ellen MacArthur Foundation).

Le esigenze locali, unitamente alle specificità territoriali, assumono un ruolo fondamentale per innescare politiche di circolarità efficaci.

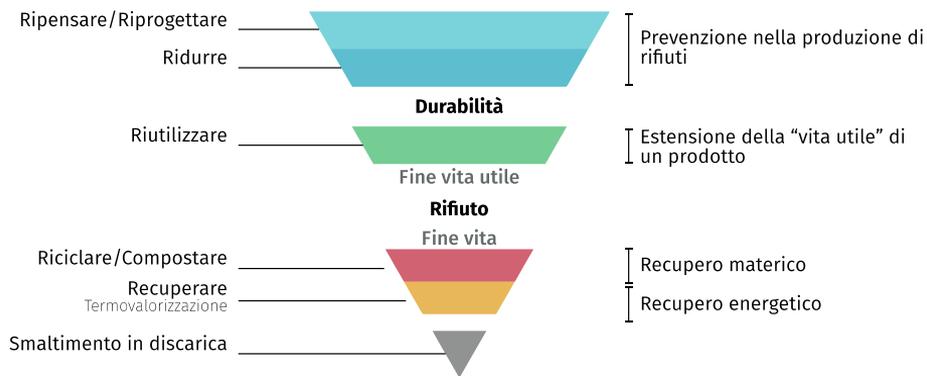
In questo senso **Michael Braungart** scrisse: «*Υψηλή είναι η αξία των προϊόντων που στέλνουμε στην απορριμματοδόξα, αλλά είναι σημαντικό να μην τα στείλουμε στην απορριμματοδόξα. Τα προϊόντα που στέλνουμε στην απορριμματοδόξα είναι προϊόντα που έχουν περάσει από την διαδικασία της παραγωγής, της διανομής, της χρήσης και της απορριμματοδόξης. Τα προϊόντα που στέλνουμε στην απορριμματοδόξα είναι προϊόντα που έχουν περάσει από την διαδικασία της παραγωγής, της διανομής, της χρήσης και της απορριμματοδόξης. Τα προϊόντα που στέλνουμε στην απορριμματοδόξα είναι προϊόντα που έχουν περάσει από την διαδικασία της παραγωγής, της διανομής, της χρήσης και της απορριμματοδόξης.*» (Cradle to Cradle, 2009).

Lo stesso concetto può pertanto essere esteso al settore delle costruzioni, dove il territorio diventa una «miniera», l'edificio una «banca» e i prodotti degli «incubatori».



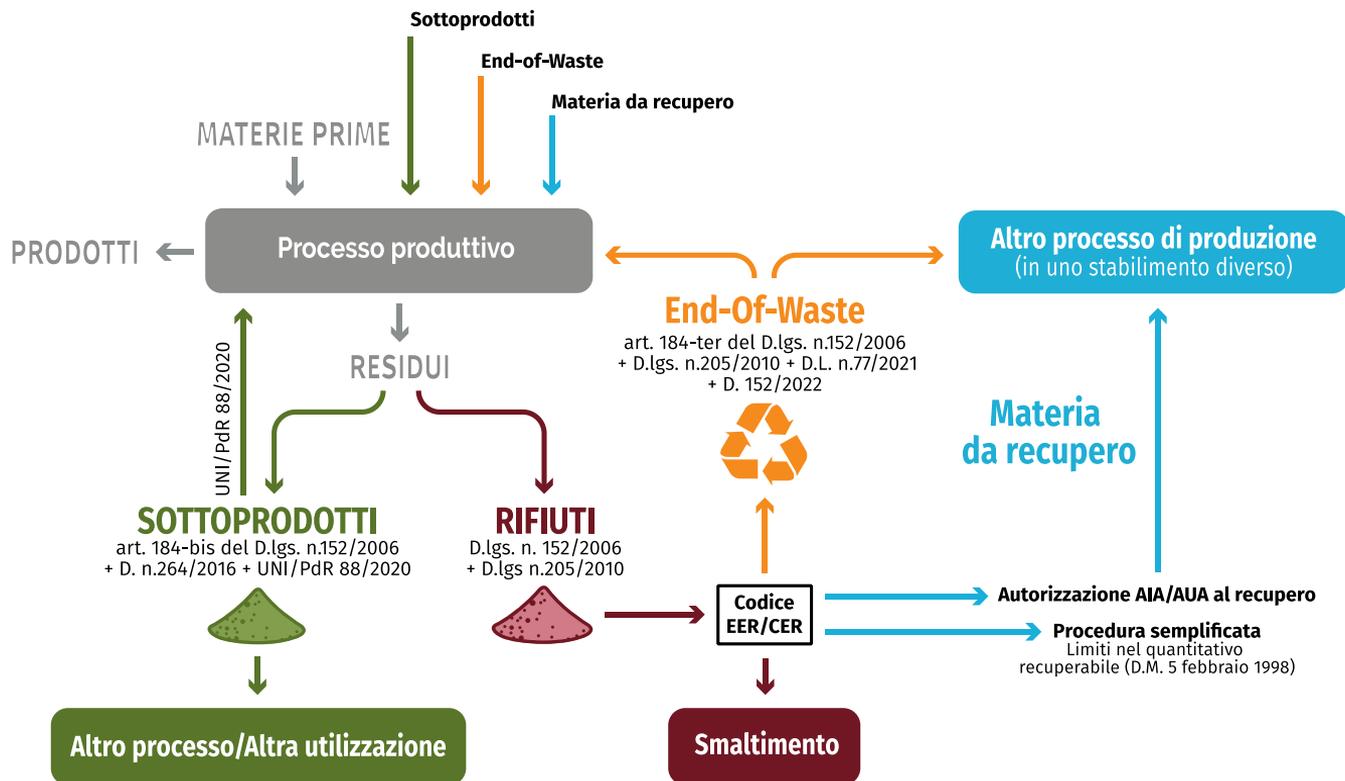
Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student



Rielaborazione dell'autore su fonte: zerowaste.com

## Sottoprodotto, Rifiuto, Materia da recupero, End-of-Waste



## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riciclo nel processo produttivo dei laterizi

#### PRODUZIONE

Le proprietà della terra argillosa, o più comunemente dell'argilla, consentono la contaminazione della miscela di laterizio con diverse sostanze, indipendentemente dalla loro classificazione (Sottoprodotto, materia da recupero o End-of-Waste).

Generalmente si identificano due tipologie di additivi: **dimagranti e porizzanti**.

Le ricerche internazionali, in relazione alle specificità territoriali, stanno indagando l'applicabilità di diversi "scarti", tra cui: sedimenti di fiume, fanghi di depurazione/trattamento acqua, polvere vulcanica (Etna), inerti da C&D, vetro, lana di roccia, lana di vetro, raspi d'uva, buccia di melograno, nocciolino d'oliva, gusci di cocco, ecc.



#### Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

#### Materia da recupero – End-of-Waste

##### Decreto Ronchi

DM 5 febbraio 1998 + 2006

Industria dei laterizi	7.27	[100208][100299]	Materiali fini da filtri aspirazioni polveri di fonderia di ghisa e da rigenerazione sabbia	7.000
	7.31	[020199][020401]	Terre da coltivo, derivanti da pulizia di materiali vegetali eduli e dalla battitura della lana sucida	2.220
	7.31-bis	[170504]	Terre e rocce da scavo	2.220
	11.2	[020399]	Terre e farine fossili disoleate	3.000
	12.1	[030302][030305][030309] [030310] [030311][030399]	Fanghi da industria cartaria	20.000

Elenco non esaustivo

#### CAM EDILIZIA

DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 8 agosto 2022 (in vigore dal 4 dicembre 2022)

##### 2.5.5 Laterizi

###### Criterio

I laterizi usati per muratura e solai hanno un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto.

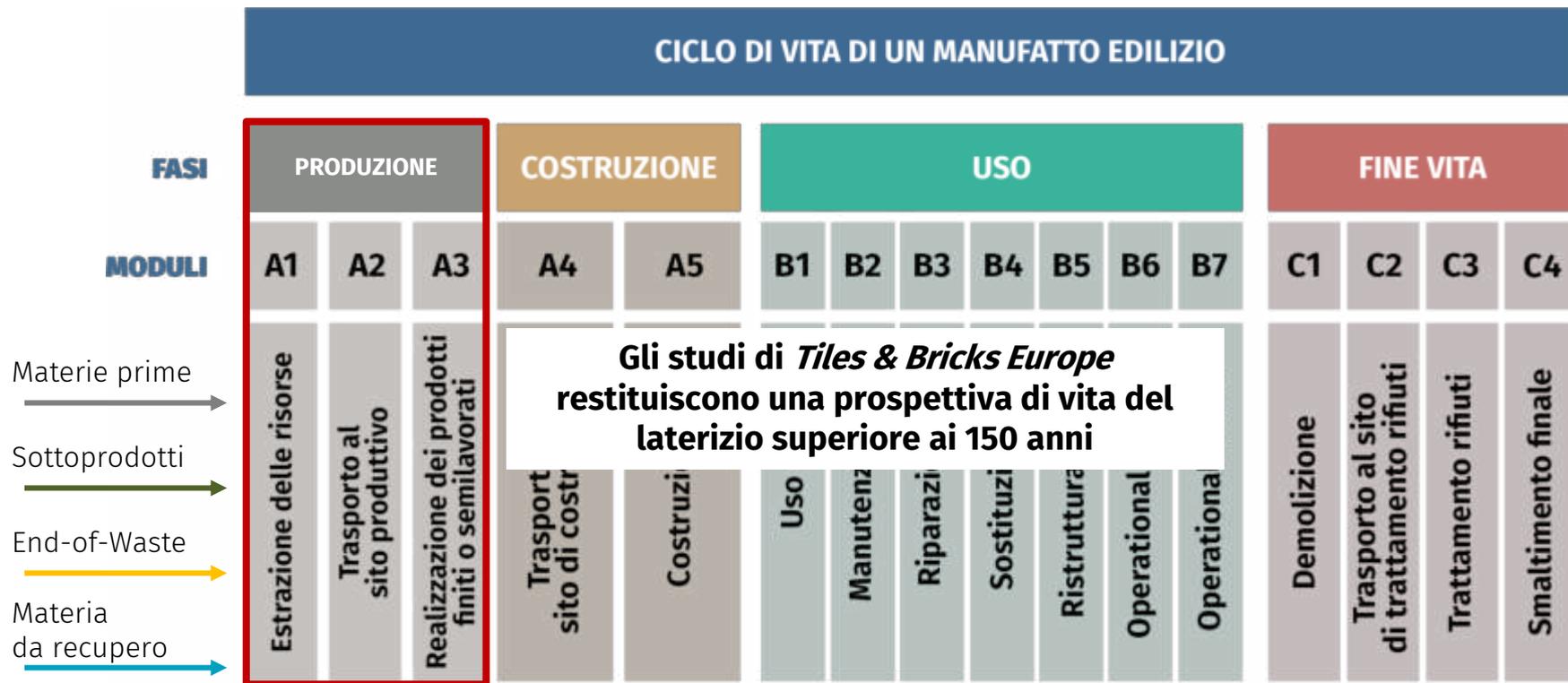
Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista hanno un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 7,5% sul peso del prodotto.

Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto.

## Dal processo produttivo al ciclo di vita

Elaborazione dell'Autore su fonte UNI EN 15978:2011



## Dal processo produttivo al ciclo di vita

Elaborazione dell'Autore su fonte UNI EN 15978:2011

### CICLO DI VITA DI UN MANUFATTO EDILIZIO

FASI

PRODUZIONE

CONSTRUZIONE

USO

FINE VITA

Fine vita utile

MODULI

A1

A2

A3

A4

A5

B1

B2

B3

B4

B5

B6

B7

C1

C2

C3

C4

Estrazione delle risorse

Trasporto al sito produttivo

Realizzazione dei prodotti finiti o semilavorati

Trasporto sito di costi

Costruzi

Uso

Manuten:

Riparazi

Sostituz

Ristruttur

Operational

Operational

Demolizione

Trasporto al sito di trattamento rifiuti

Trattamento rifiuti

Smaltimento finale

**Gli studi di *Tiles & Bricks Europe* restituiscono una prospettiva di vita del laterizio superiore ai 150 anni**

Demolizione selettiva e riuso  
UNI/PdR 75:2020

## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Fonte: [www.giustogostoli.it/rarita/coppi/](http://www.giustogostoli.it/rarita/coppi/)



## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Clay Roof House, DRTAN LM Architect, Petaling Jaya (MY), 2015



## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

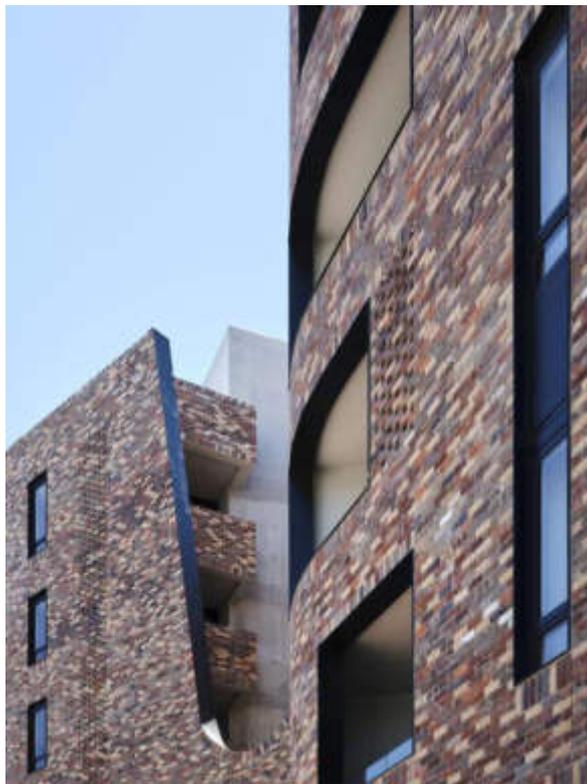
### Riuso

Lisbjerg District, Lendager Group, Aarhus (DK), 2022



## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Arkadia, DKO and Breathe Architecture, Alexandria (AU), 2019

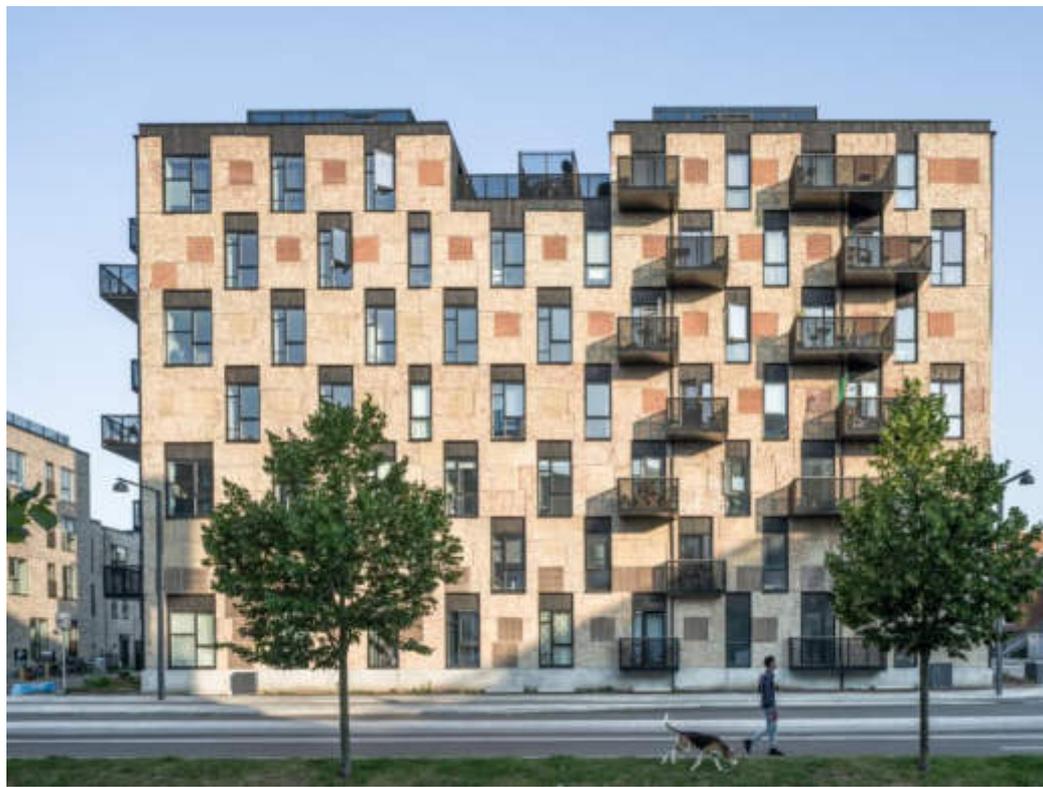
## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Resource Rows District, Lendager Group, Copenhagen (DK), 2020



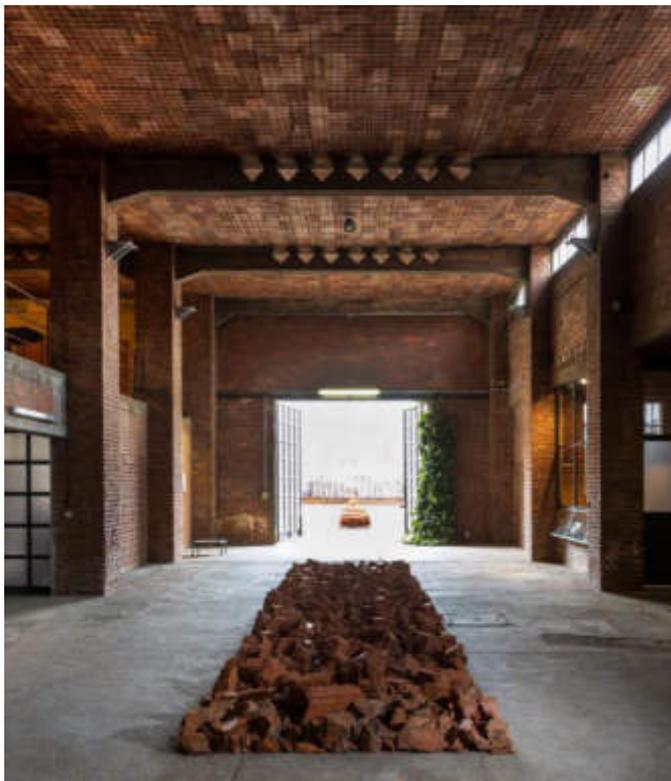
## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Ecomuseo dell'argilla MUNLAB, T2D, Cambiano (TO, IT)



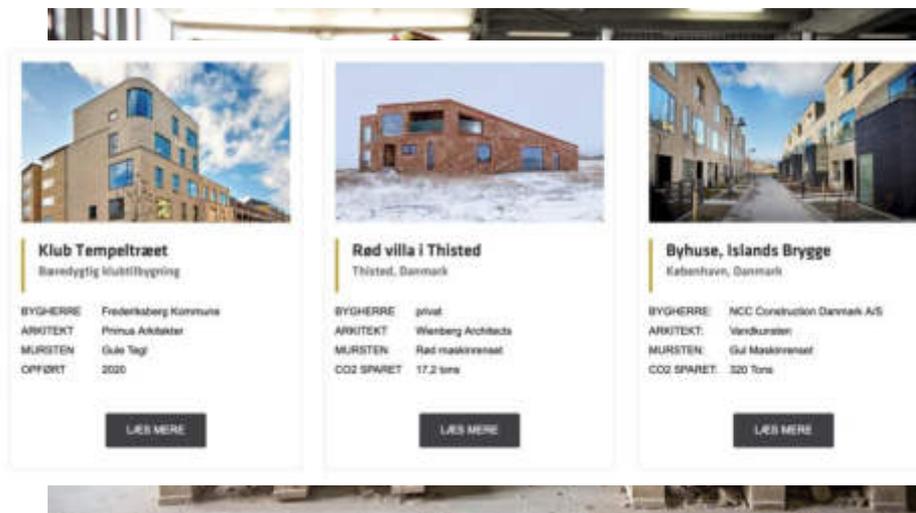
## 2. L'Economia Circolare nel settore dei laterizi

### Riuso

#### Scenario 1

Creazione di una start-up o di un consorzio per la raccolta, il trattamento e la successiva vendita di mattoni e blocchi in laterizio.

Per maggiori informazioni: [www.gamlemursten.dk](http://www.gamlemursten.dk)



The screenshot displays three real estate listings for brick buildings. Each listing includes a photograph of the building, a title, location, and technical specifications.

Project Name	Location	Byggherre	Arkitekt	Mursten	CO2 SPARET
Klub Tempeltræet	Bereddygt klubbbygning	Frederiksberg Kommune	Primus Arkitekt	Gule Tag	2020
Red villa i Thisted	Thisted, Danmark	privat	Wienberg Architects	Red maskinebræt	17,2 tons
Byhuse, Islands Brygge	København, Danmark	NCC Construction Danmark AS	Vandkunstner	Gul Maskinebræt	320 tons



### Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

#### Scenario 2

Applicazione del concetto di **responsabilità estesa del produttore**.

Per maggiori informazioni: [www.retex.green/it-regime-epr/](http://www.retex.green/it-regime-epr/)







## Dal processo produttivo al ciclo di vita

Elaborazione dell'Autore su fonte UNI EN 15978:2011

### CICLO DI VITA DI UN MANUFATTO EDILIZIO

FASI

PRODUZIONE

CONSTRUZIONE

USO

FINE VITA

MODULI

A1

A2

A3

A4

A5

B1

B2

B3

B4

B5

B6

B7

C1

C2

C3

C4

Estrazione delle risorse

Trasporto al sito produttivo

Realizzazione dei prodotti finiti o semilavorati

Trasporto sito di costi

Costruzi

Uso

Manuten:

Riparazi

Sostituz

Ristruttur

Operational

Operational

Demolizione

Trasporto al sito di trattamento rifiuti

Trattamento rifiuti

Smaltimento finale

Gli studi di *'*  $\nu\lambda\zeta\text{\textcircled{S}}$  *Bpflp*  $\text{\textcircled{L}}$  *Dzpfh\textcircled{d}z restituiscono una prospettiva di vita del laterizio superiore ai 150 anni*

Fine vita (> 150 anni) o in seguito alla verifica della perdita prestazionale del materiale

Demolizione selettiva e riciclo  
UNI/PdR 75:2020



## Riciclo



## Riciclo come pratica virtuosa



È possibile recuperare il laterizio a fine vita, evitando che le operazioni di riciclo ne riducano la qualità e la funzionalità?

Attenzione, ci sono applicazioni che richiedono specifici requisiti che realisticamente non possono essere verificati per prodotti derivati dalla lavorazione di materiali da riciclo



Ricerca ulteriori morfologie per nuove funzionalità del laterizio, attraverso una soluzione tecnologica appositamente ideata e sviluppata con criteri circolari e a basso o nullo impatto ambientale

3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca

## Principi di riferimento e strategia di messa a punto del nuovo prodotto



Potenziati scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

### Punti strategici per la messa a punto di un nuovo materiale

- elevata presenza di materiale riciclato (scarti)
- processo di formazione (estrusione o colaggio)
- processo di maturazione/cottura a freddo
- esclusione della fase in autoclave
- inserimento in ambiti di mercato non occupati oggi dai prodotti in laterizio già sul mercato
- materiale dalle buone proprietà acustiche e termiche



3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca

## Ricerca applicata: Roma Tre, Politecnico di Torino e Università di Granada



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

1. Leganti, polvere di laterizio e di alluminio

2. Cemento e calce, polvere di laterizio e di alluminio e sabbia

3. Calce, polvere di laterizio e alluminio e soluzione geopolimerica

3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca



**Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

## Ricerca applicata: Roma Tre, Politecnico di Torino e Università di Granada



1. Leganti, polvere di laterizio e di alluminio

2. Cemento e calce, polvere di laterizio e di alluminio e sabbia

3. Calce, polvere di laterizio e alluminio e soluzione geopolimerica

### 3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

## Ricerca applicata: Roma Tre, Politecnico di Torino e Università di Granada



1. Leganti, polvere di laterizio e di alluminio



2. Cemento e calce, polvere di laterizio e di alluminio e sabbia

3. Calce, polvere di laterizio e alluminio e soluzione geopolimerica

### 3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

## Ricerca applicata: Roma Tre, Politecnico di Torino e Università di Granada



1. Leganti, polvere di laterizio e di alluminio



2. Cemento e calce, polvere di laterizio e di alluminio e sabbia



3. Calce, polvere di laterizio e alluminio e soluzione geopolimerica

3. Innovazione del laterizio, il punto della ricerca

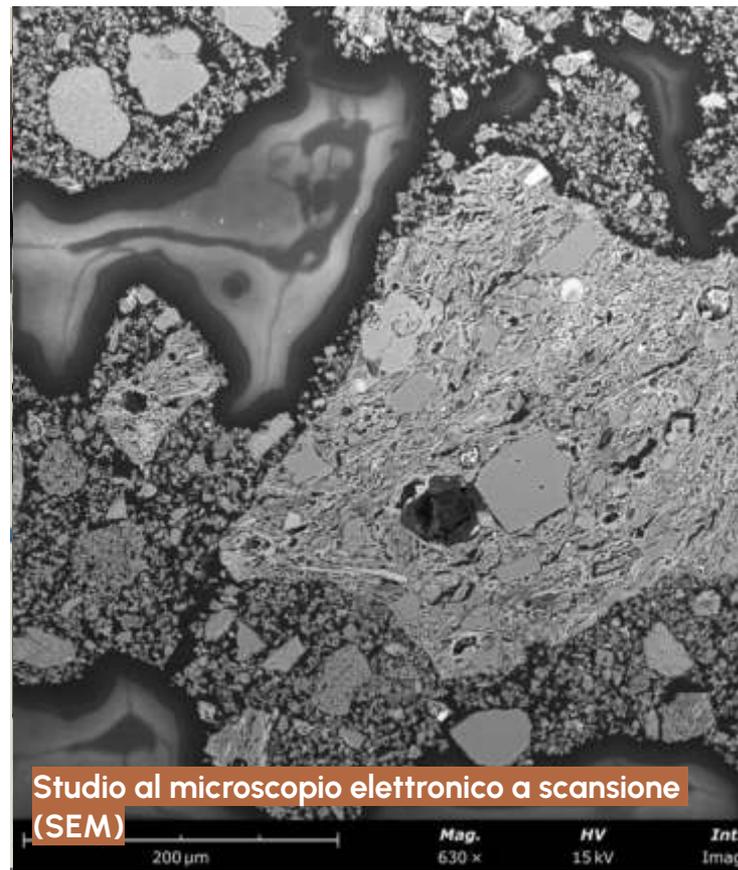
## Ricerca applicata: Roma Tre, Politecnico di Torino e Università di Granada

Sviluppo dei campioni in collaborazione con il laboratorio LaSTIn del Politecnico di Torino e con aziende aderenti a Confindustria Ceramica e studio chimico-fisico presso il Dipartimento di Mineralogia e Petrologia dell'Università di Granada (UGR).



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

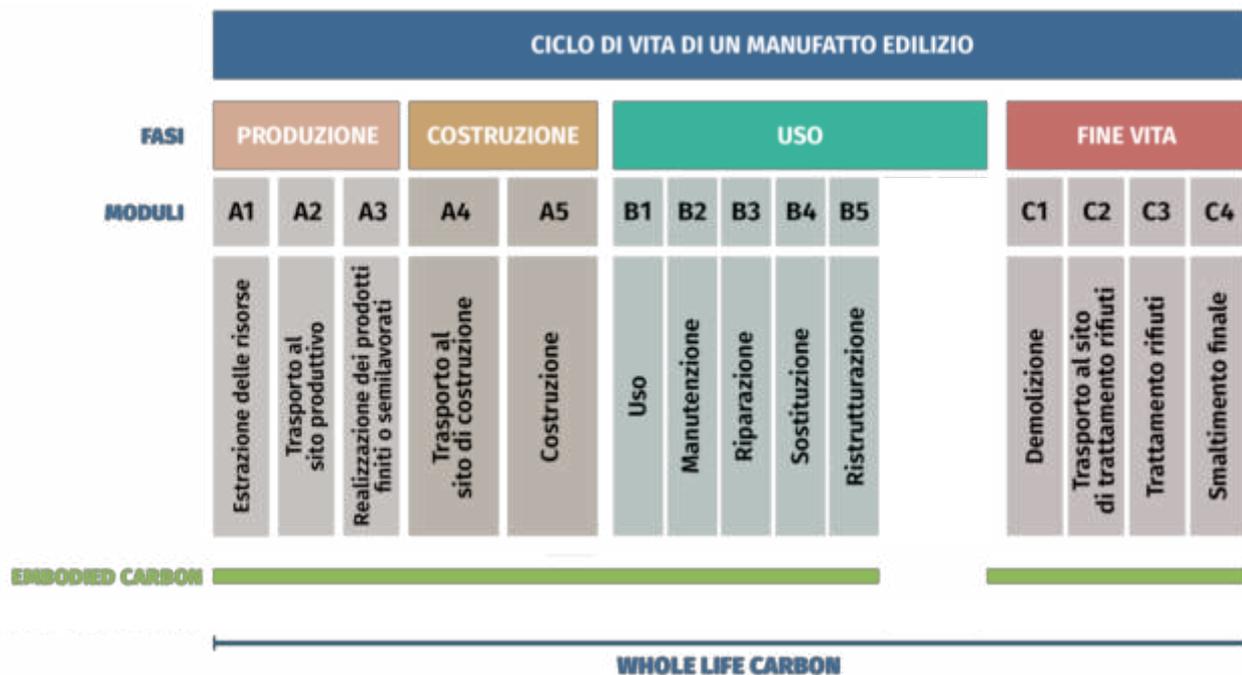


Studio al microscopio elettronico a scansione (SEM)

#### 4. Circolarità e valutazione ambientale

## Whole Life Carbon e Roadmap Italiana di decarbonizzazione

Elaborazione degli Autori su fonte UNI EN 15978:2011



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Allegato 4 alla Roadmap: [www.gbctalia.org/area-download/roadmap/](http://www.gbctalia.org/area-download/roadmap/)



#### 4. Circolarità e valutazione ambientale

## Whole Life Carbon e Roadmap Italiana di decarbonizzazione

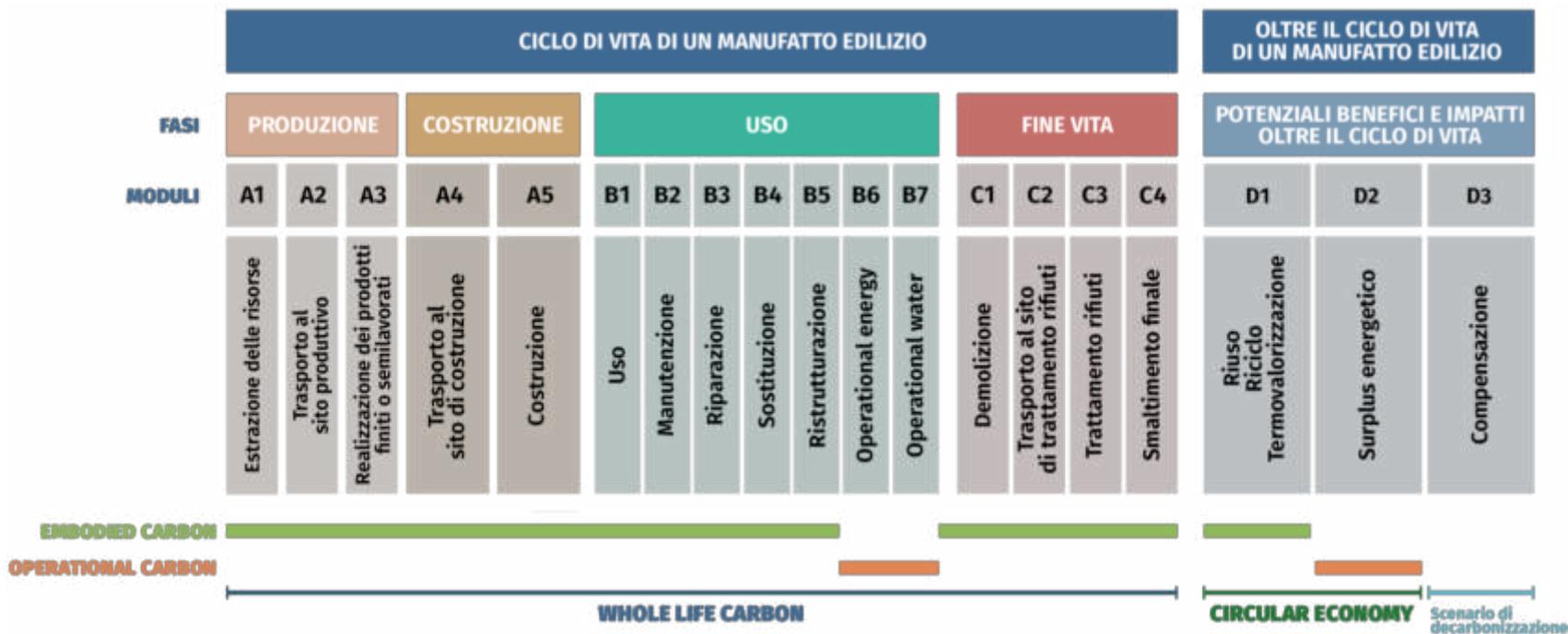
Fonte UNI EN 15978:2011 + UNI EN 15643: 2021 + integrazione degli Autori



Potenziali scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

Jacopo Andreotti, Dott. PhD student

Andreotti J., Giordano R. (2024), Strumenti per la decarbonizzazione: valutazione della Whole Life Carbon (WLC) e della Circular Economy (CE) di un manufatto edilizio



## 5. Approfondimenti

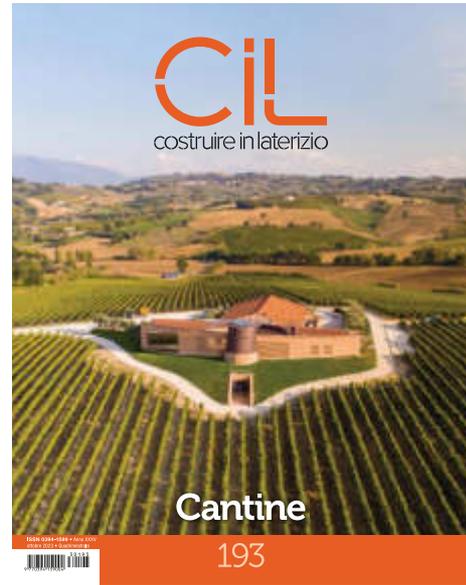
### Costruire in Laterizio



Andreotti, J. (2023). *Approcci circolari per l'innovazione di procedimento, processo e prodotto nel settore dei laterizi*. COSTRUIRE IN LATERIZIO, n. 191 - Headquarters, 78-83.



**Potenziati scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero**  
Jacopo Andreotti, Dott. PhD student



Andreotti, J., Montacchini, E., Tedesco, S. (2023). *Schermi avanzati: il riuso di pareti in mattoni dall'esistente*. COSTRUIRE IN LATERIZIO, n. 193 - Cantine, 60-65.



ORDINE DEGLI  
**ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI E CONSERVATORI**  
DI ROMA E PROVINCIA

## **Approcci circolari in edilizia**

Innovazione tecnologica e processi produttivi

# Grazie per l'attenzione!

In collaborazione con



Potenziati scenari dei laterizi a fine vita: riciclo, riuso e recupero

## **Jacopo Andreotti**

*jacopo.andreotti@uniroma3.it*

*jacopo.andreotti@polito.it*

Dipartimento di Architettura – Università degli  
Studi Roma Tre

Dipartimento di Architettura e Design (DAD) –  
Politecnico di Torino