

RIG

ENE

FA  
RE  
CON

RA

22 SETTEMBRE - 1 OTTOBRE 2022 | II edizione  
[WWW.RIGENERAREGGIOEMILIA.IT](http://WWW.RIGENERAREGGIOEMILIA.IT)

FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA  
PROGETTO DELL'ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI REGGIO EMILIA

# Transizione dei materiali da costruzione verso la neutralità climatica

**Olga Beatrice Carcassi**  
Ricercatrice Post-dottorato  
Politecnico di Milano

[olgabeatrice.carcassi@polimi.it](mailto:olgabeatrice.carcassi@polimi.it)  
<https://www.materialbalance.polimi.it>

La produzione, l'uso e lo smaltimento di materiali da costruzione come acciaio, plastica, alluminio e cemento sono responsabili di quasi un quarto di tutte le emissioni globali di CO<sub>2</sub>. Per raggiungere il net-zero, è necessaria una **transizione dei materiali** basata sull'implementazione di modalità di produzione ed approvvigionamento dei materiali a minore impatto, all'applicazione dei principi dell'**economia circolare** per ottimizzare l'uso e il riutilizzo degli stessi e su di una scelta dei materiali più **consapevole** da parte di progettisti e architetti

#### INDICE:

##### 1. CONTESTO

1. Perché la materia conta

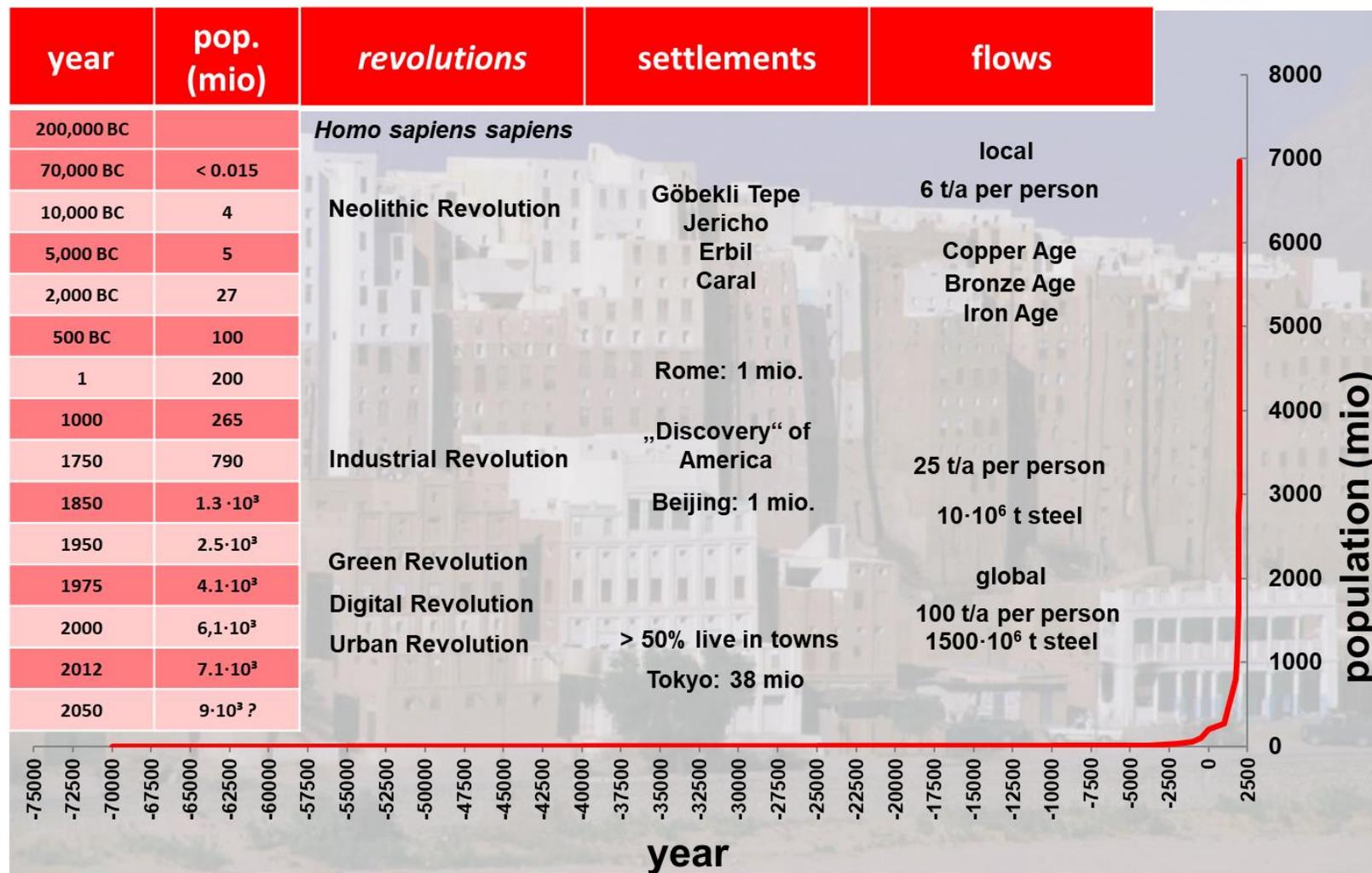
##### 2. APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI:

1. Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

2. Crescere i materiali biologici

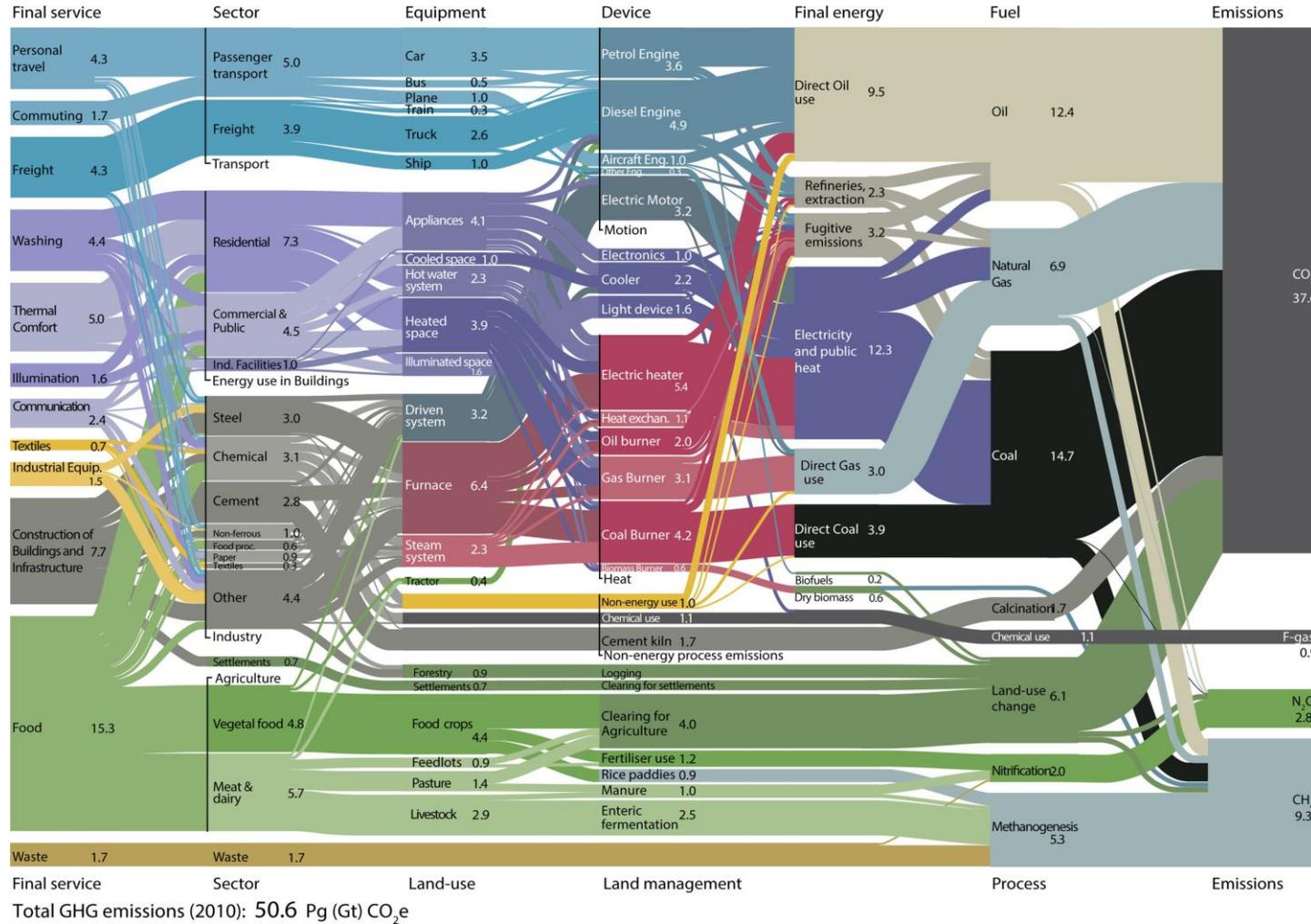
# CONTESTO

## Lo sviluppo dell'umanità e la relazione con la materia



# CONTESTO

## Perchè la materia conta



**A livello mondiale:**  
Le emissioni di gas serra derivanti dall'edilizia sono più importanti di quelle derivanti dal riscaldamento degli edifici.

# RIGENERA

FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Ref: Bajželj et al. 2013. Designing Climate Change Mitigation Plans That Add Up. Environmental Science & Technology. DOI: 10.1021/es400399h

MATERIALBALANCE



RESEARCH



POLITECNICO MILANO 1863

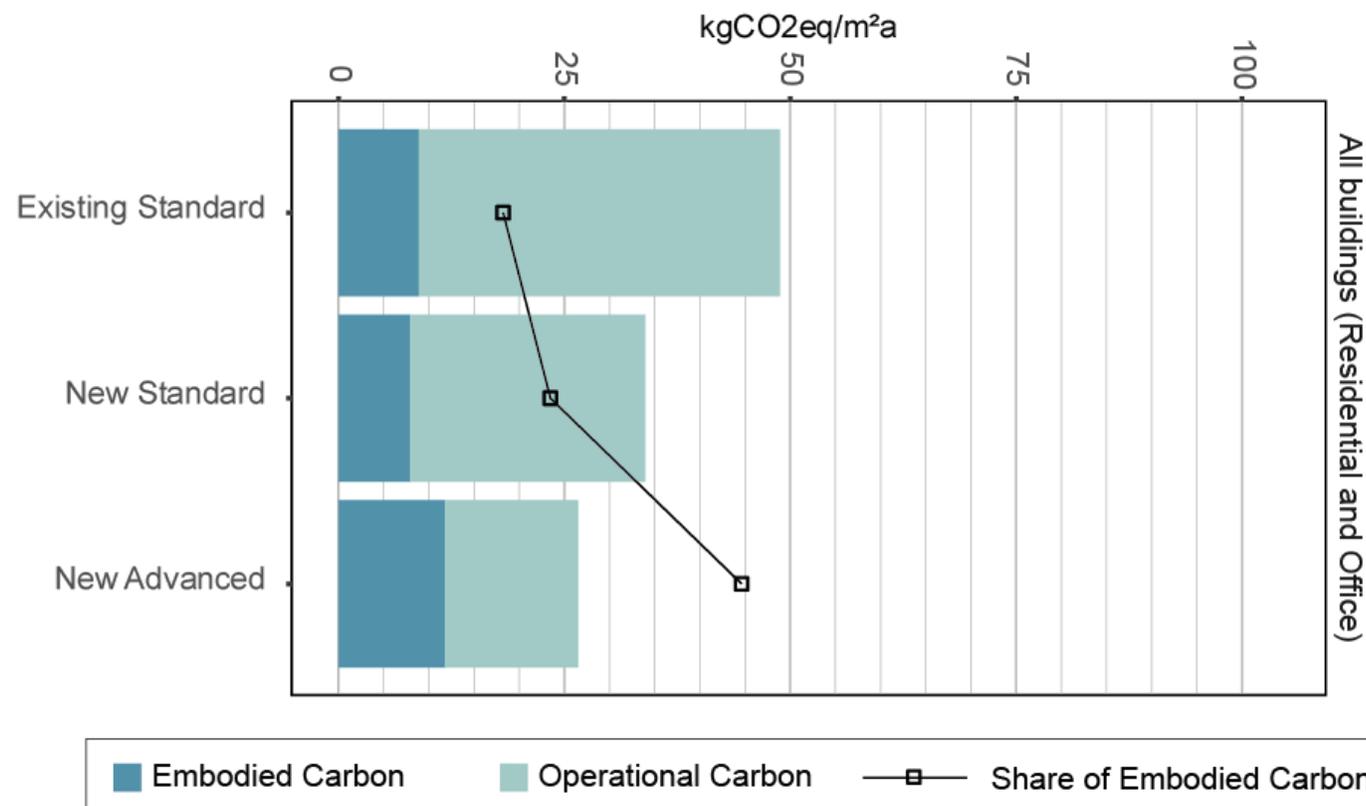
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA, INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI E AMBIENTE COSTRUITO

# CONTESTO

## Perchè la materia conta

Progressi sono stati fatti per l'energia operazionele degli edifici.

Ma **NON** altrettanto significant per costruirli.



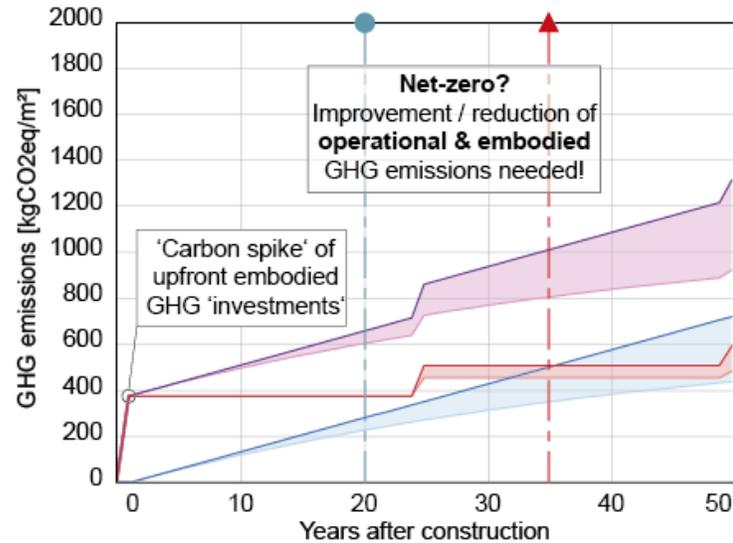
# CONTESTO

## Perchè la materia conta

Net-zero global GHG emission pathways (acc. IPCC SR 1.5)



Average 'New advanced' building (acc. Röck et al. 2020)



IPCC SR 1.5 net-zero GHG emissions pathways in relation to the temporal distribution of GHG emissions across the life cycle of an average 'New Advanced' building [Röck et al. 2020, Fig. 6 (c)].

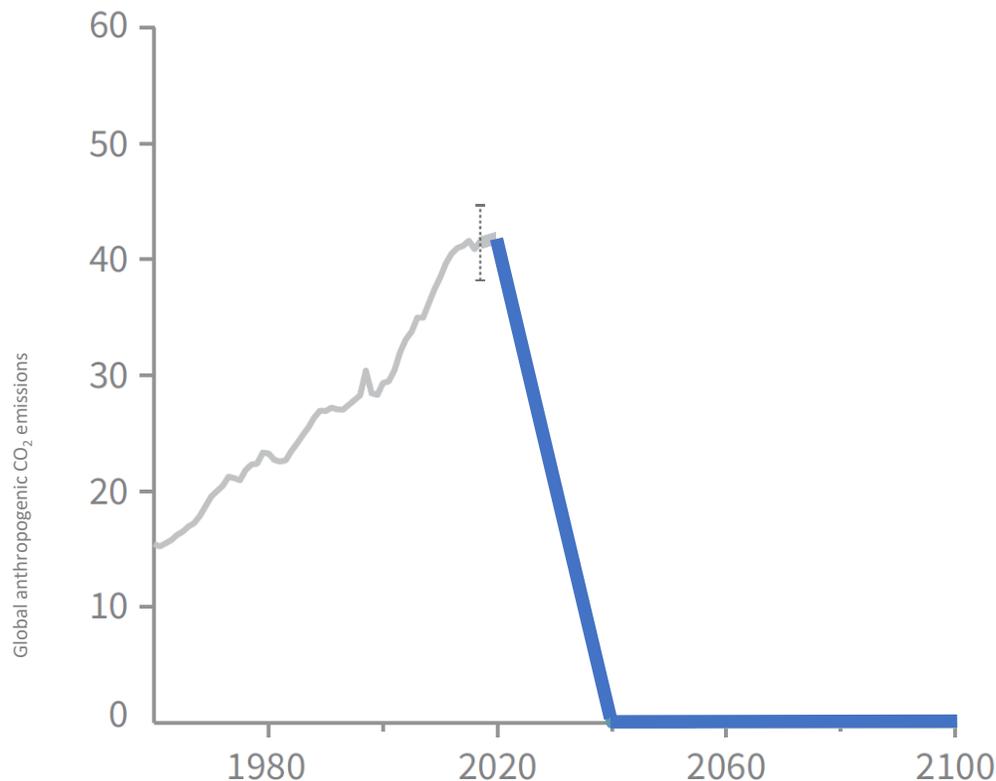
**Le emissioni incorporate sono rilasciate principalmente nel primo anno, mentre quelle operazionali sono rilasciate lungo tutto il ciclo di vita dell'edificio.**

**I picchi di carbonio legati alla costruzione dominano il periodo di tempo in cui è necessario agire per la mitigazione del clima...**

**Qualunque sia l'efficienza energetica del nuovo edificio**

# CONTESTO

## Perchè la materia conta



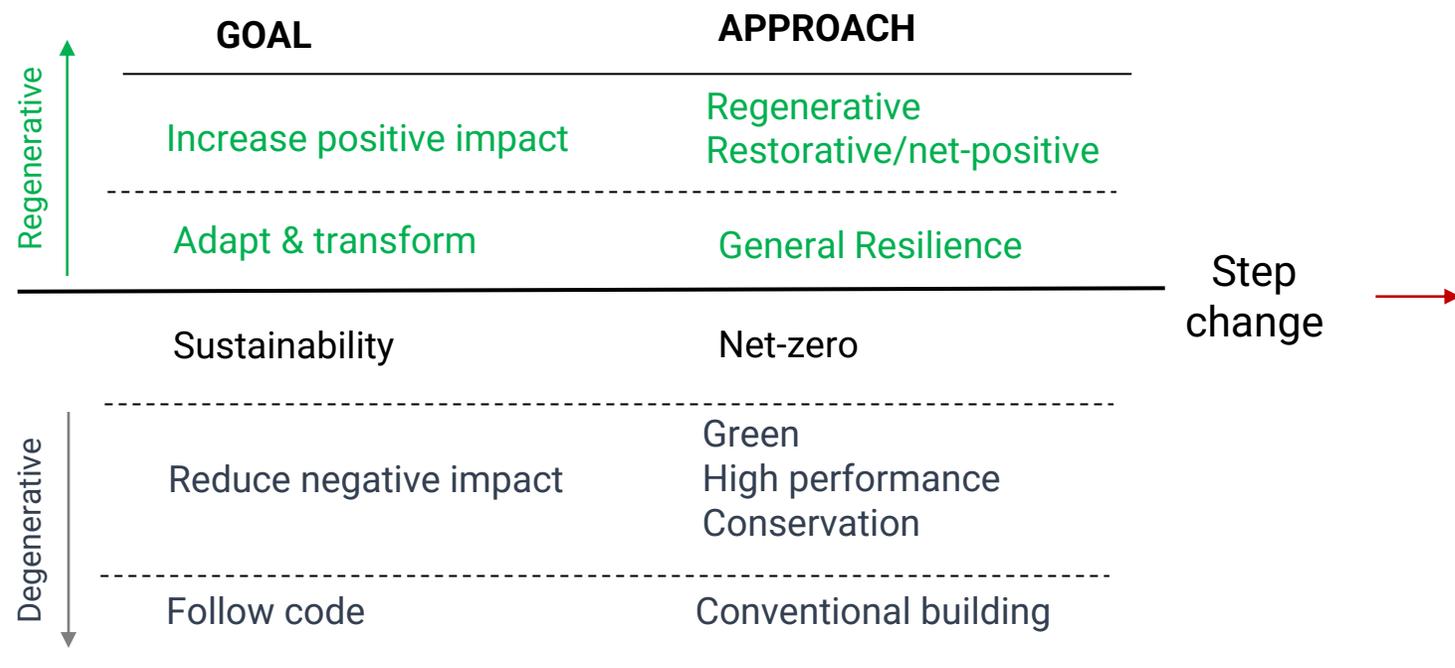
**Una trasformazione radicale è necessaria:**

Le nostre emissioni devono essere ridotte del 50% nei prossimi 10 anni e devono raggiungere il net Zero nel 2040

# CONTESTO

Perchè la materia conta

## La sostenibilità non basta



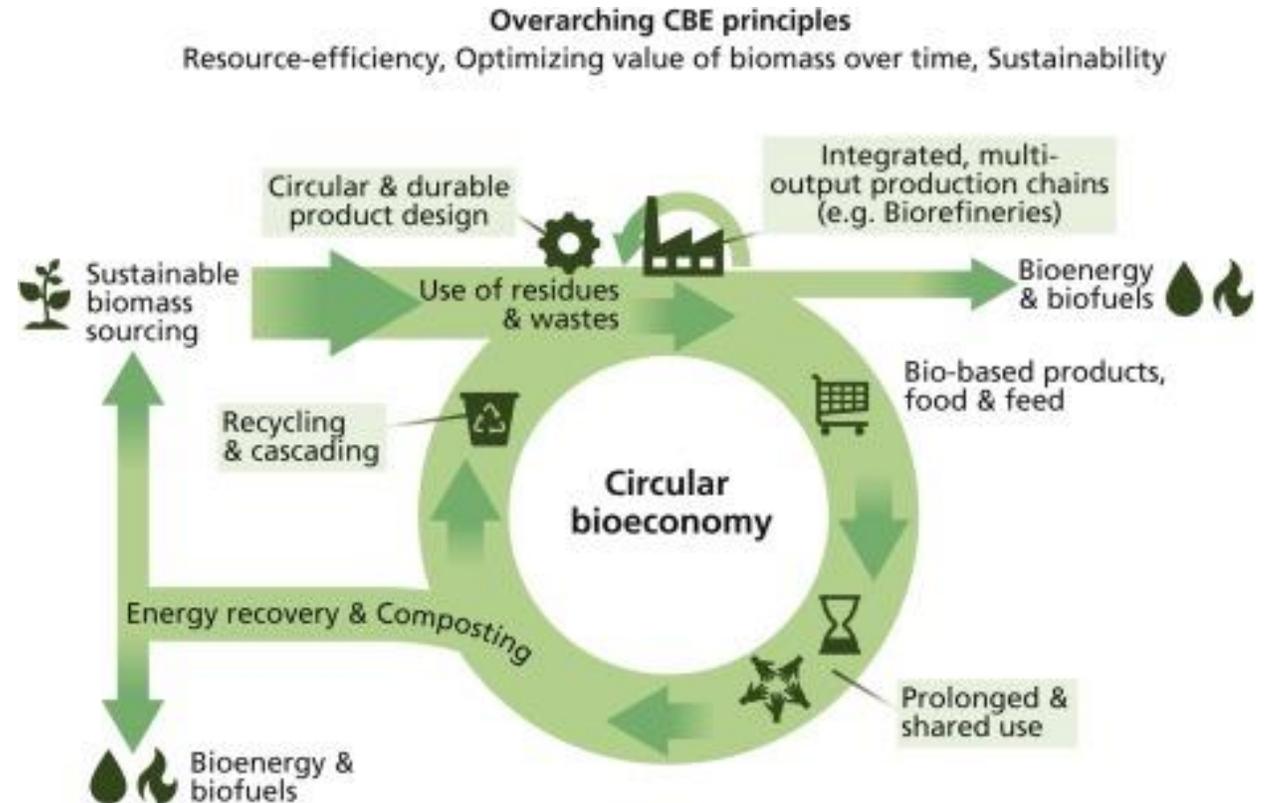
Materiali biologici  
per la loro capacità di  
**CRESCERE**, di  
catturare e stoccare  
**CO<sub>2</sub>** e di creare  
**economie circolari**

# CONTESTO

Perchè la materia conta

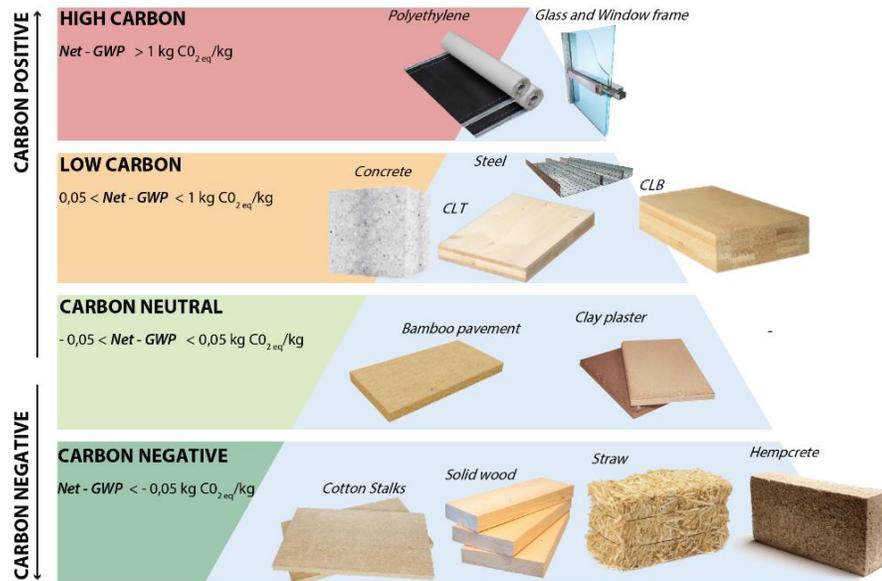
Materiali biologici  
per la loro capacità di  
**CRESCERE**, di  
catturare e stoccare  
**CO<sub>2</sub>** e di creare  
economie circolari

## Soluzione



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## 1. Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



- Carcassi et al., 2022. Material diets for Climate-Neutral construction. *Environmental Science and technology*
- Carcassi, O.B., Habert, G., Malighetti, L.E., Pittau, F., 2022. How can a Climate-Neutral Building Look Like? Construction Technologies and Architecture. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/cta.1.279>

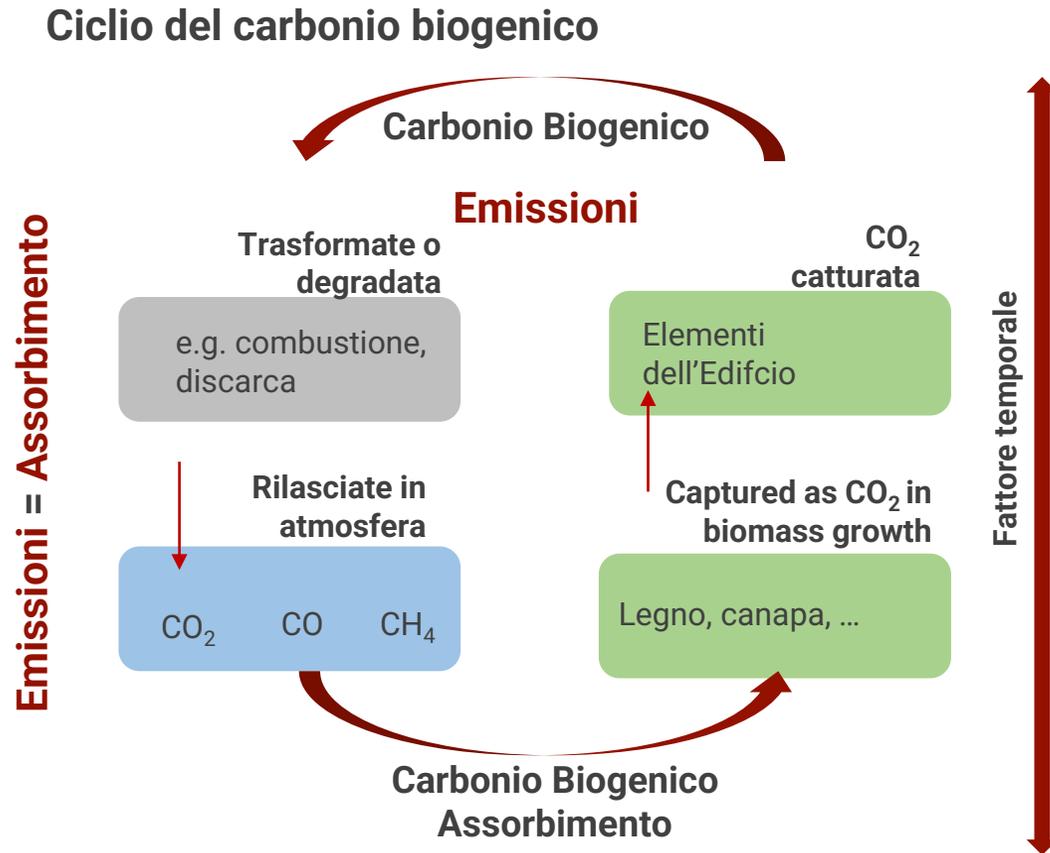
## 2. Crescere i materiali biologici



- Carcassi et al., 2022. Carbon Footprint Assessment of a Novel Bio-Based Composite for Building Insulation. *Sustainability*
- F Pittau et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1078 012069

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



## Quali metodologie

### 1. Tradizionale analisi di ciclo vita ACV (IPCC 2013):

Neutralità del carbonio = paradigma della neutralità climatica!

### 2. Dinamico ACV (Lavasseur et al, 2010):

Il fattore tempo delle emissioni e la puntuale ricattura della CO<sub>2</sub> dalle biomasse mentre ricrescono hanno un effetto positivo sul clima!

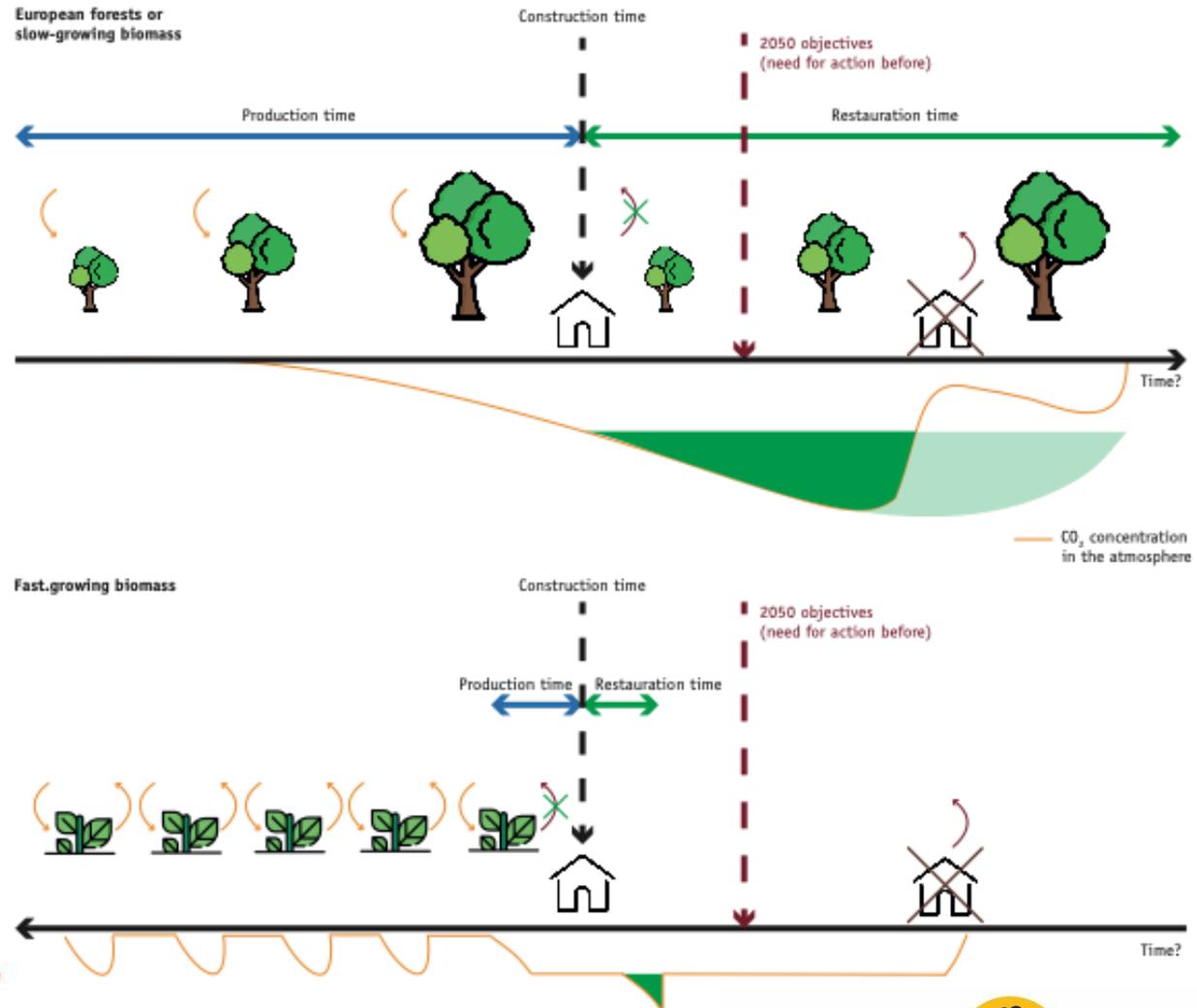
### 3. GWP bio (Guest et al, 2013):

Considera il periodo di stoccaggio della biomassa raccolta con differenti periodi di rotazione nell'antroposfera come un valore negativo da considerare all'inizio di una tradizionale ACV !

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

Ciclo del Carbonio biogenico di differenti specie di piante (a veloce o lento periodo di ricrescita)



La biomasse più efficace per stoccare la CO<sub>2</sub> è quella a crescita rapida

# RIGENERA

FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Ref: Gauzin-Müller, D., Sémon, P., 2019. Architecture en fibres végétales d'aujourd'hui. Plaisan.

MATERIALBALANCE



RESEARCH

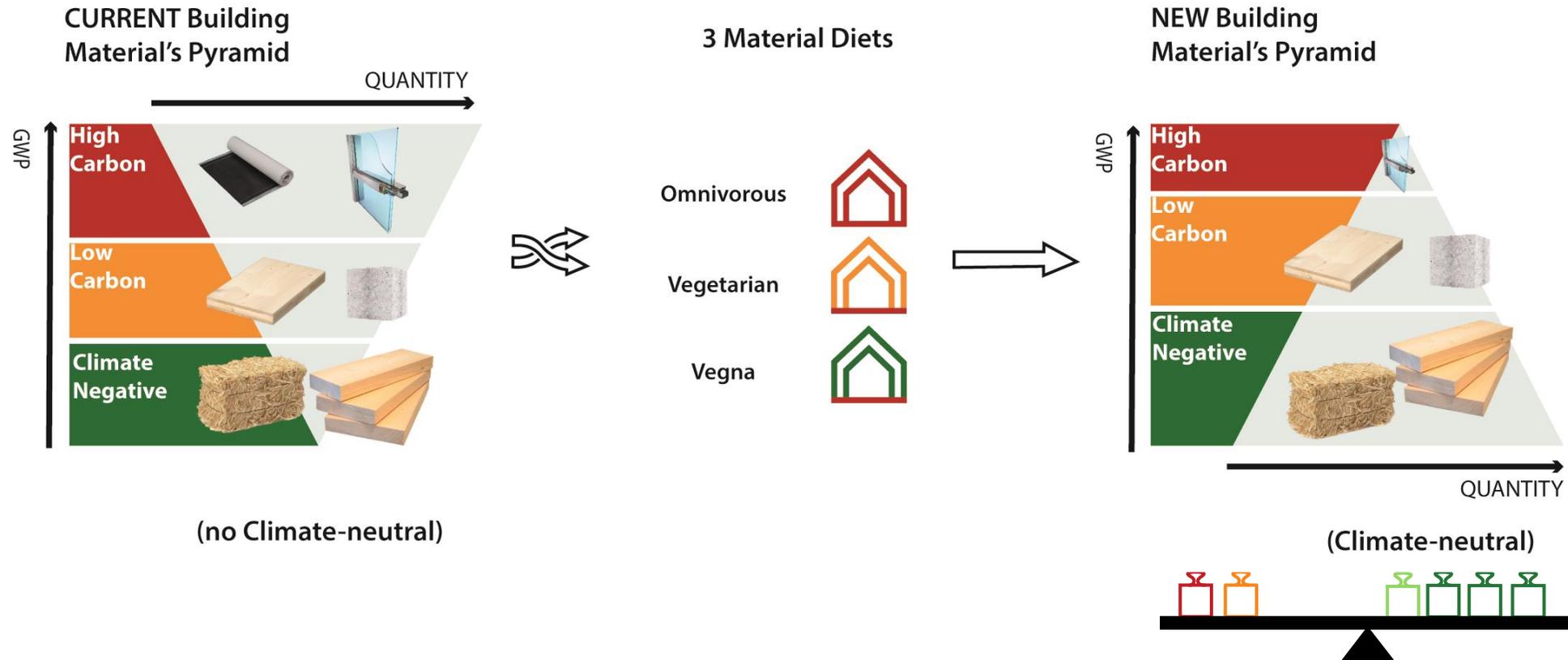


POLITECNICO MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA, INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI E AMBIENTE COSTRUITO

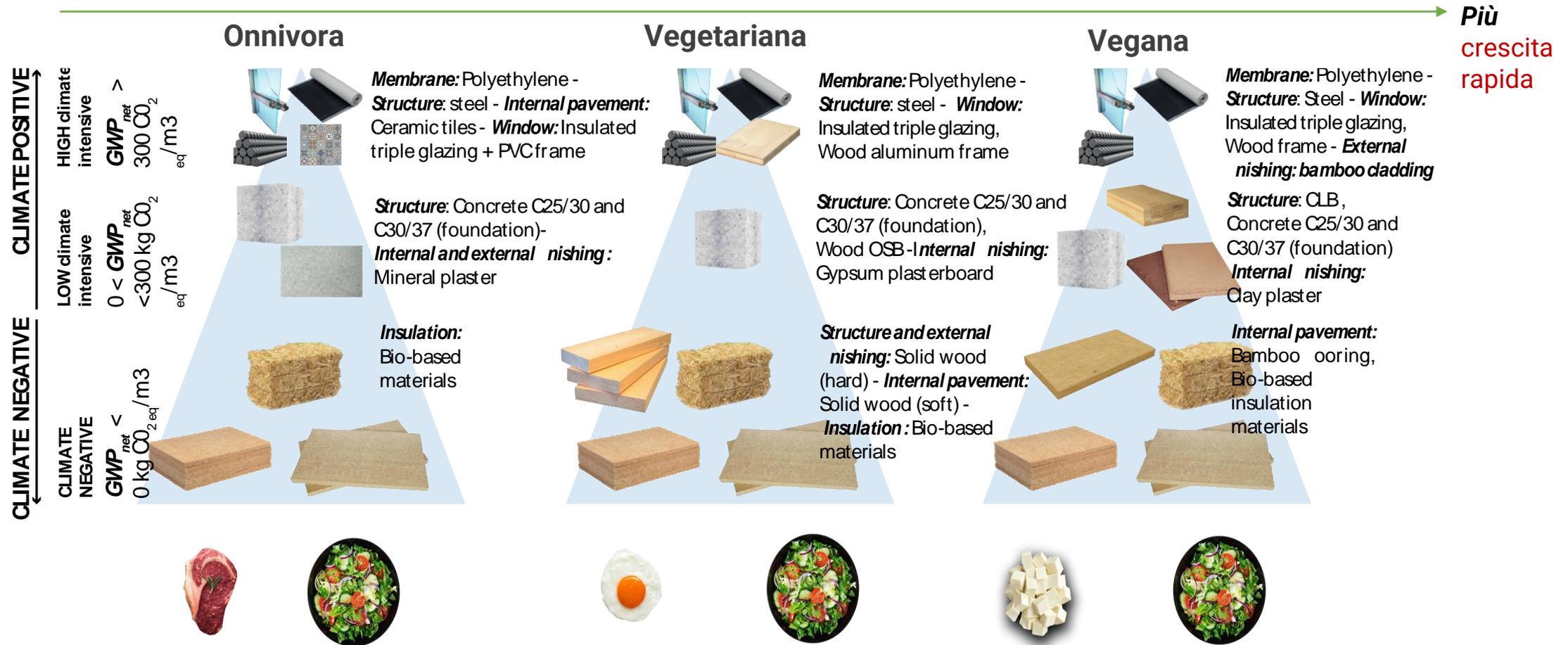
# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



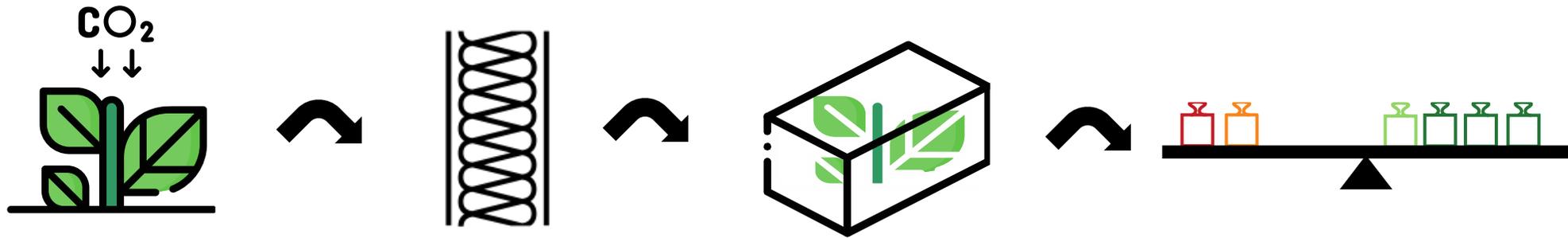
# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

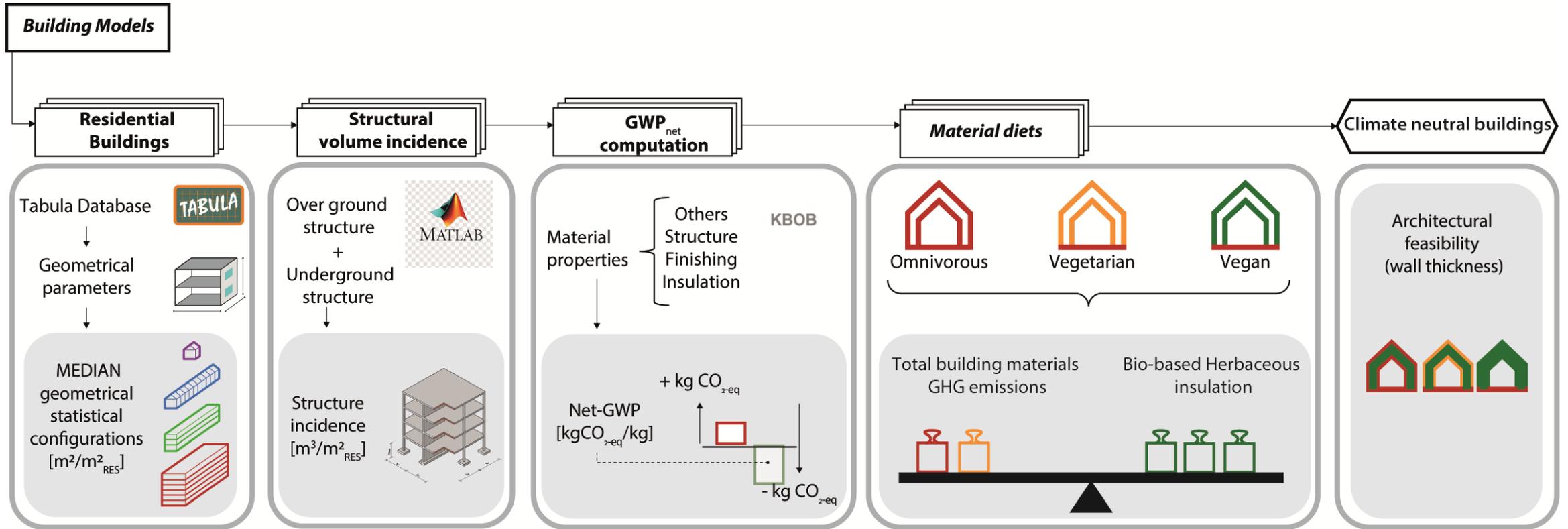
Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



Quanto isolante biologico a crescita rapida è necessario per neutralizzare gli altri materiali che emettono GHG?

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

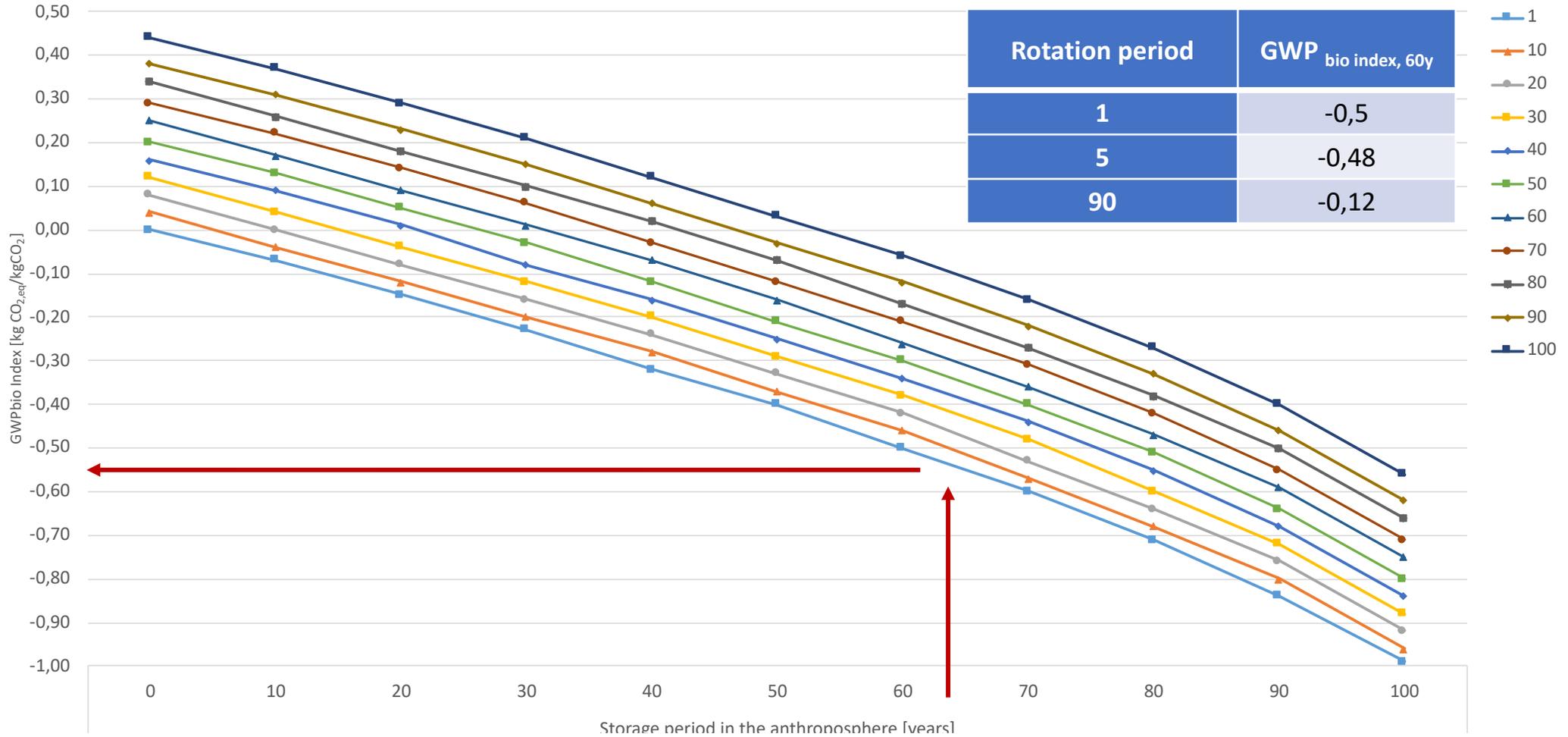
## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

Time Horizon 100 years



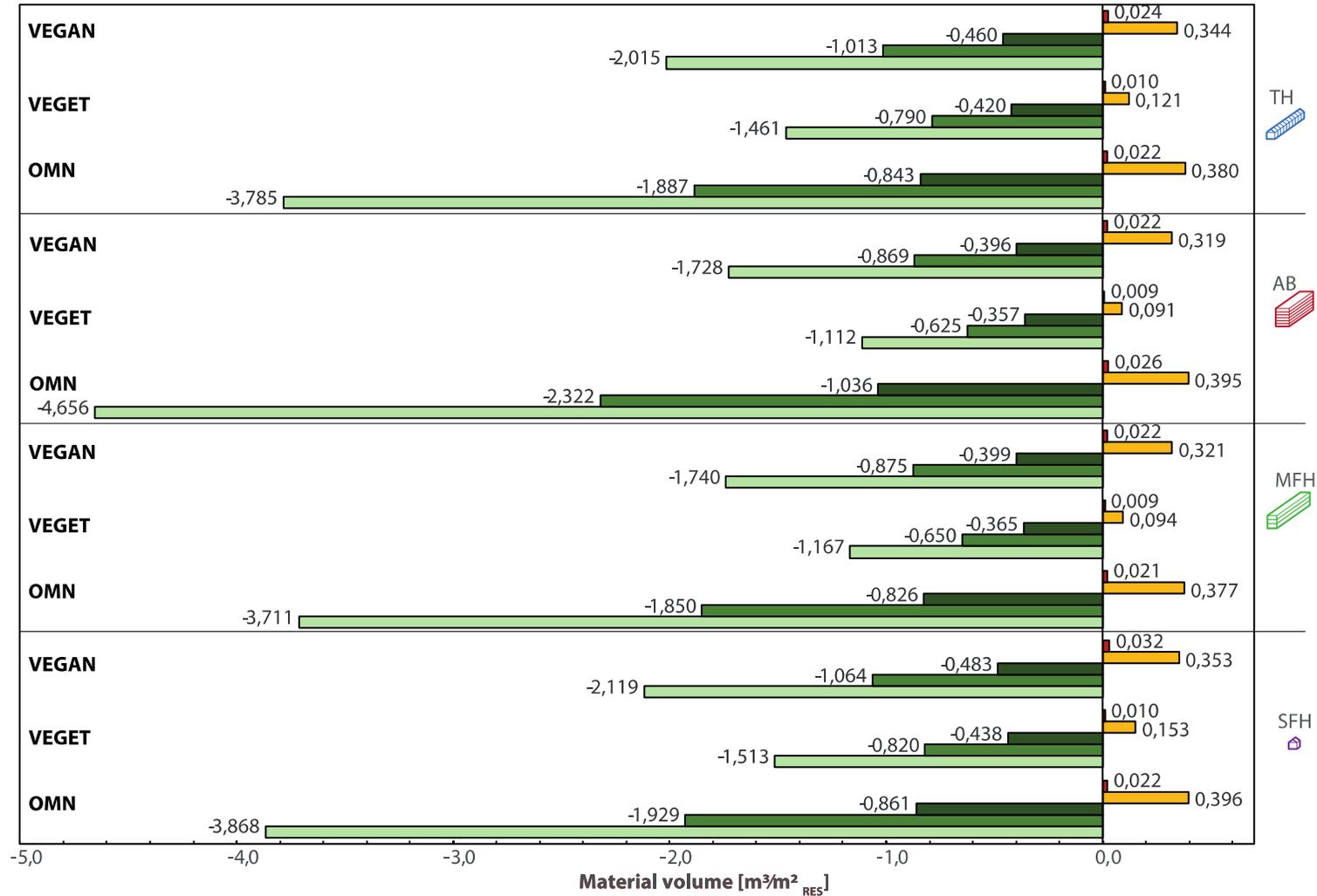
# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

Materials	$\rho_0$ [kg/m <sup>3</sup> ]	CC [%]	BC [%]	GWP <sub>IPCC</sub> [kg CO <sub>2eq</sub> /kg]	GWP <sub>bio</sub> [kg CO <sub>2eq</sub> /kg]	GWP <sub>net</sub> [kg CO <sub>2eq</sub> /m <sup>3</sup> ]
Steel (reinforcement)	7850	0%	0%	0.68	0.00	5353.70
PVC Window Frame, thickness 80mm	1181.25	0%	0%		0.00	3562.50
Wood-Aluminum Window Frame, thickness 80 mm	1042.5	0%	0%		0.00	2712.50
Waterproof membrane (polyethylene)	1000	0%	0%	2.52	0.00	2520.00
Insulated Triple Glazing, thickness 40 mm	30	0%	0%		0.00	1670.00
Wood Window Frame, thickness 80mm	1002.5	0%	0%		0.00	1600.00
Ceramic tiles, thickness 0,009 m	2000	0%	0%	0.78	0.00	1555.56
Bamboo Cladding	1150	54%	93%	1.20	-0.48	364.92
OSB	605	50%	98%	0.61	-0.10	262.67
Gypsum plasterboard	850	0%	0%	0.29	0.00	249.05
Concrete C30/37	2300	0%	0%	0.10	0.00	227.70
Concrete C25/30	2300	0%	0%	0.07	0.00	170.20
Mineral plaster	1100	0%	0%	0.15	0.00	161.70
Cross Laminated Bamboo (CLB)	700	54%	98%	1.08	-0.48	100.63
Clay plaster	1800	0%	0%	0.02	0.00	41.40
Bamboo Flooring	700	54%	100%	0.92	-0.48	-21.88
Hemp fiber	82	45%	64%	0.14	-0.50	-32.11
Solid wood (softwood)	485	50%	100%	0.09	-0.10	-46.80
Straw	100	40%	100%	0.09	-0.50	-64.40
Solid wood (hardwood)	705	50%	100%	0.07	-0.10	-81.43
Cotton (stalks)	450	40%	90%	0.34	-0.50	-144.27

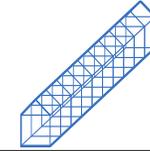
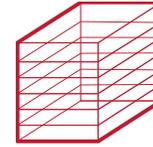
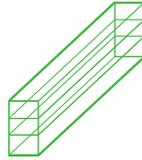
# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Dieta di materiali per la Neutralità Climatica



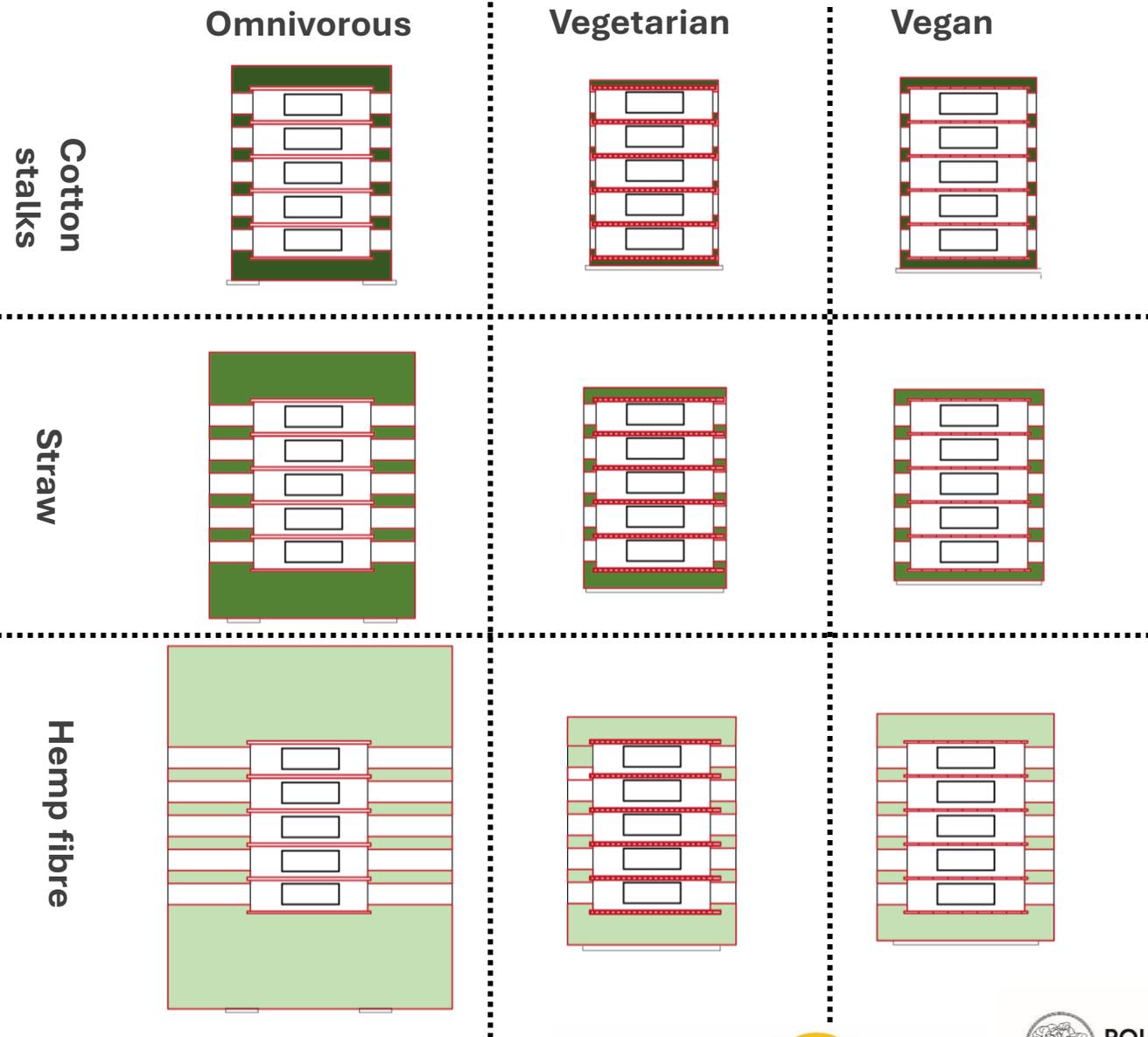
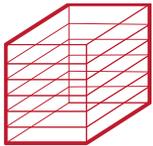
	SFH			MFH			AB			TH		
MEDIAN	OMN	VEGT	VEGA	OMN	VEGE	VEGA	OMN	VEGE	VEGA	OMN	VEGE	VEGA
<i>Cotton stalks</i>	0.861	0.308	0.468	0.826	0.230	0.384	1.04	0.216	0.381	0.843	0.298	0.445
<i>Straw</i>	1.93	0.690	1.05	1.85	0.515	0.860	2.32	0.484	0.854	1.89	0.668	0.998
<i>Hemp fibre</i>	3.86	1.38	2.10	3.71	1.03	1.72	4.66	0.971	1.71	3.78	1.34	2.00

Wall Thickness > 1 m

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

Apartment Block



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Dieta di materiali per la Neutralità Climatica

### CONCLUSIONE

- La scelta dei materiali, in particolare della **struttura**, influenza le emissioni intrinseche dell'edificio.
- L'uso di materiali isolanti a base biologica **a rapida crescita** dimostra che è possibile costruire edifici neutrali dal punto di vista climatico con le pratiche **edilizie contemporanee**.
- Allo stesso tempo, ci siamo concentrati solo su tre materiali isolanti a base biologica, ma potremmo aggiungerne altri man mano che saranno disponibili dati sulle loro prestazioni e sulle emissioni grigie.
- Le emissioni di gas serra derivanti dall'uso del calcestruzzo potrebbero essere ulteriormente ridotte utilizzando un **calcestruzzo a basso contenuto di carbonio**.
- La coltivazione del **bambù in Europa** può ridurre ulteriormente gli spessori delle pareti delle diete vegane

### LAVORO FUTURO

Aggiungere la prestazione energetica operativa!

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici

*Crescita invece di estrazione*



**RIGENERA** **FA  
RE  
CON**  
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE

MATERIALBALANCE



RESEARCH

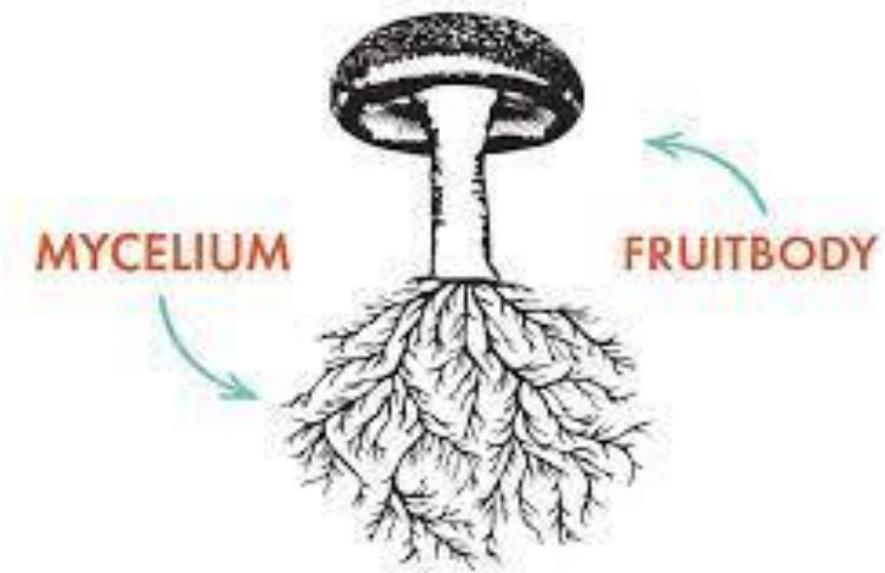


POLITECNICO  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA,  
INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI  
E AMBIENTE COSTRUITO

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici



I funghi sono onnipresenti. Il micelio è una rete complessa di catene cellulari fibrose intrecciate, microscopiche e tubulari, che costituiscono la parte vegetativa dei funghi saprofiti.



I funghi saprofiti si nutrono di materia organica morta e ricoprono dunque il ruolo essenziale di decompositori dell'ecosistema.

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Crescere i materiali biologici

Biomasse lignocellulosiche come substrato di crescita:

- Residui agricoli
- Residui forestali
- Residui di allevamento
- Residui acquatici



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici



Ref: bioDigital matter lab / Lund University



Ref: Mush-Lume table lamp by Danielle Trofe



Ref: Ecovative Mushroom®  
Insulation and packaging

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici



Source: Mogu  
Acoustic panels



Source: Mogu  
Floor panels



Source: Ecovative Mushroom®  
Insulation and packaging

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

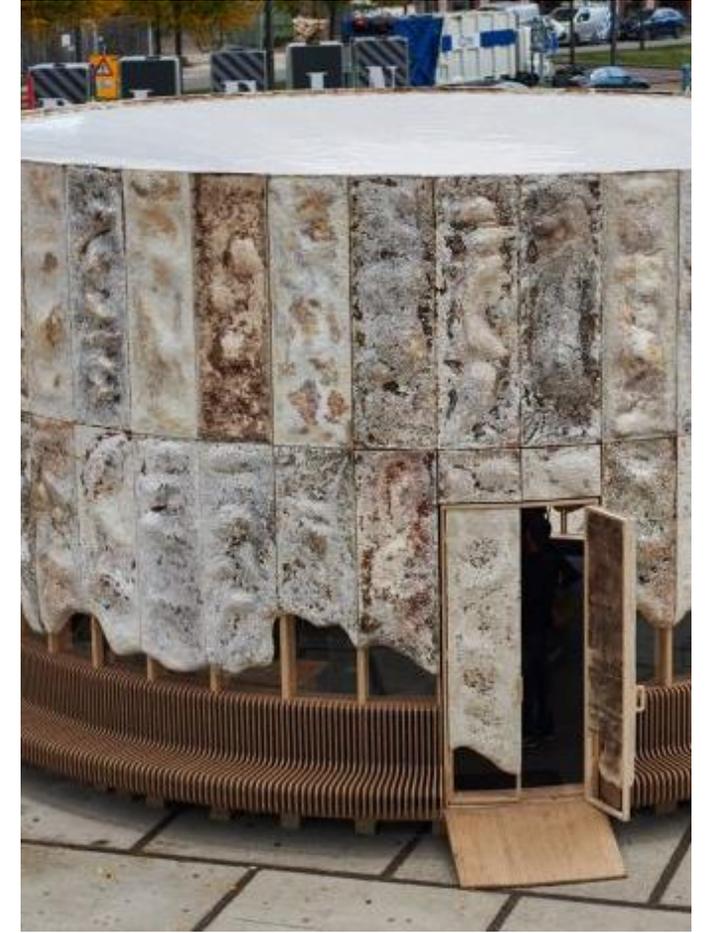
Crescere i materiali biologici



Ref: Dirk Hebel  
And Philippe Bloc



Ref: The Living



Ref: Pascal Leboucq in collaboration with Erik Klarenbeek's studio Krown Design

**RIGENERA**  
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



MATERIALBALANCE



RESEARCH



POLITECNICO  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA,  
INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI  
E AMBIENTE COSTRUITO

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

## Crescere i materiali biologici

### Produzione

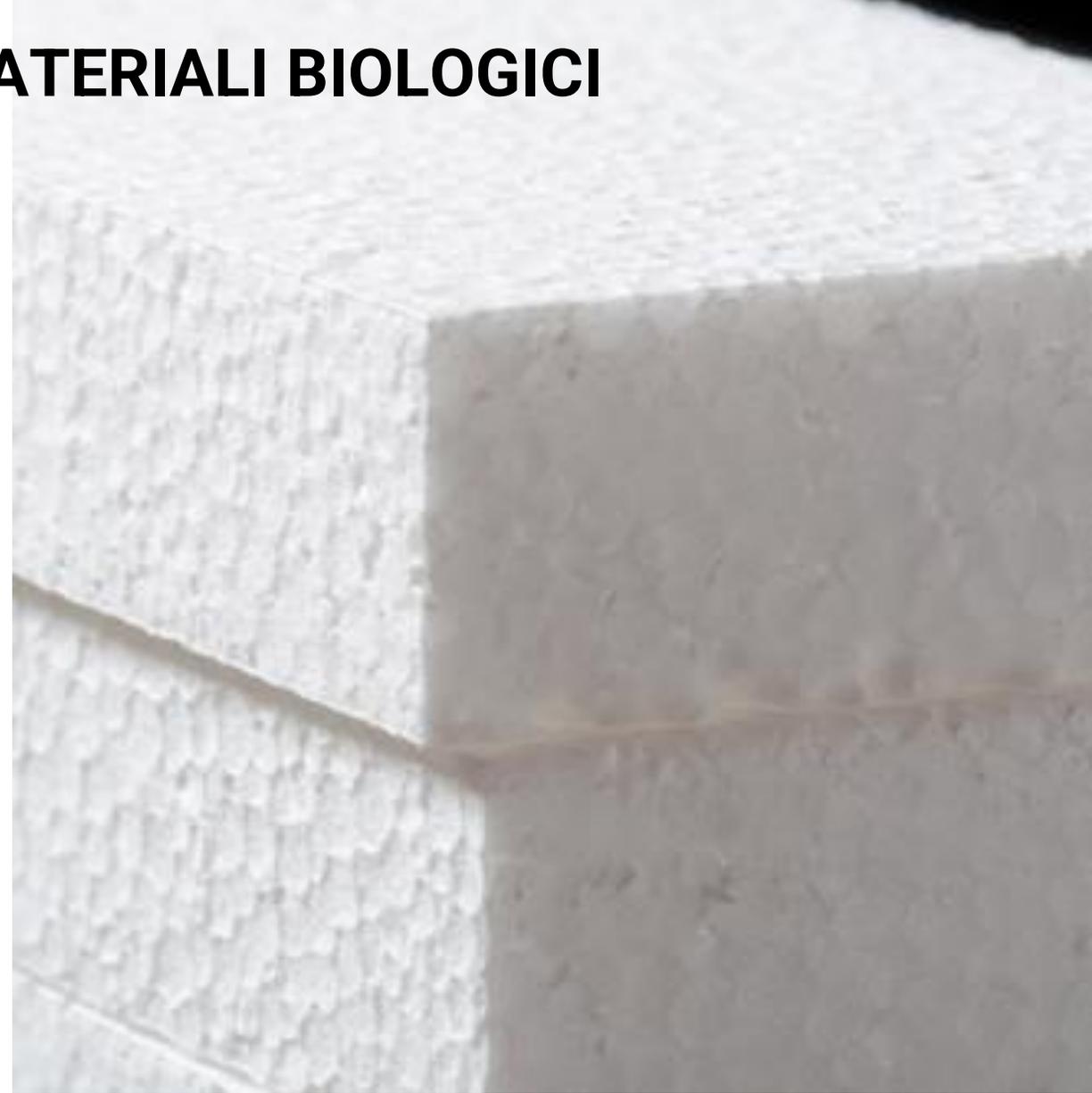
Questi compositi sono stati progettati per essere fabbricati grazie alla loro ampia varietà in termini di :  
specie di micelio (ad esempio *pleurotus ostreatus*),  
additivi per la crescita (ad es. farina)  
substrati (ad es. biomassa lignocellulosica)  
parametri di crescita (protocollo, sterilizzazione,  
inoculazione, confezionamento, incubazione, periodo di  
crescita e metodo di essiccazione)

Ref: Elsacker et al. 2019

### Applicazioni

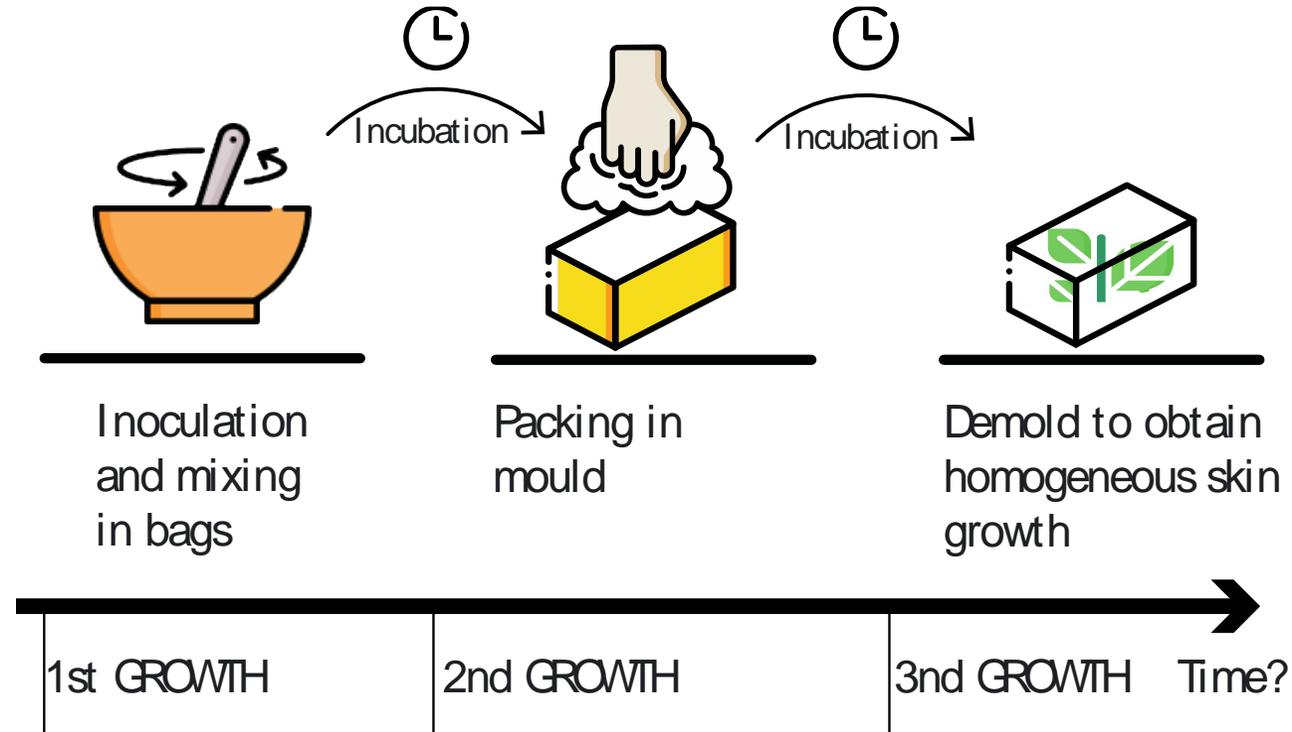
Possono essere utilizzati come materiali di  
imballaggio e isolamento in sostituzione dei  
tradizionali materiali a base di polistirolo.

Ref: Attias et al. 2021



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici



# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici

Biennale di Venezia 2021



**RIGENERA**  
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Source: By Material Balance @Biennale 2021

MATERIALBALANCE



RESEARCH



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA,  
INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI  
E AMBIENTE COSTRUITO

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici

Biennale di Venezia 2021



**RIGENERA**  
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Source: By Material Balance @Biennale 2021

MATERIALBALANCE



RESEARCH



POLITECNICO  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA,  
INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI  
E AMBIENTE COSTRUITO

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici

Biennale di Venezia 2021



**RIGENERA**  
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Source: By Material Balance @Biennale 2021

MATERIALBALANCE



RESEARCH



POLITECNICO  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA,  
INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI  
E AMBIENTE COSTRUITO

# APPROCCIO RIGENERATIVO CON I MATERIALI BIOLOGICI

Crescere i materiali biologici

XXIII Esposizione Internazionale, Triennale di Milano 2022



Triennale Milano – photo by DSL Studio  
Tag IG: @triennalemilano and @dsl\_\_studio

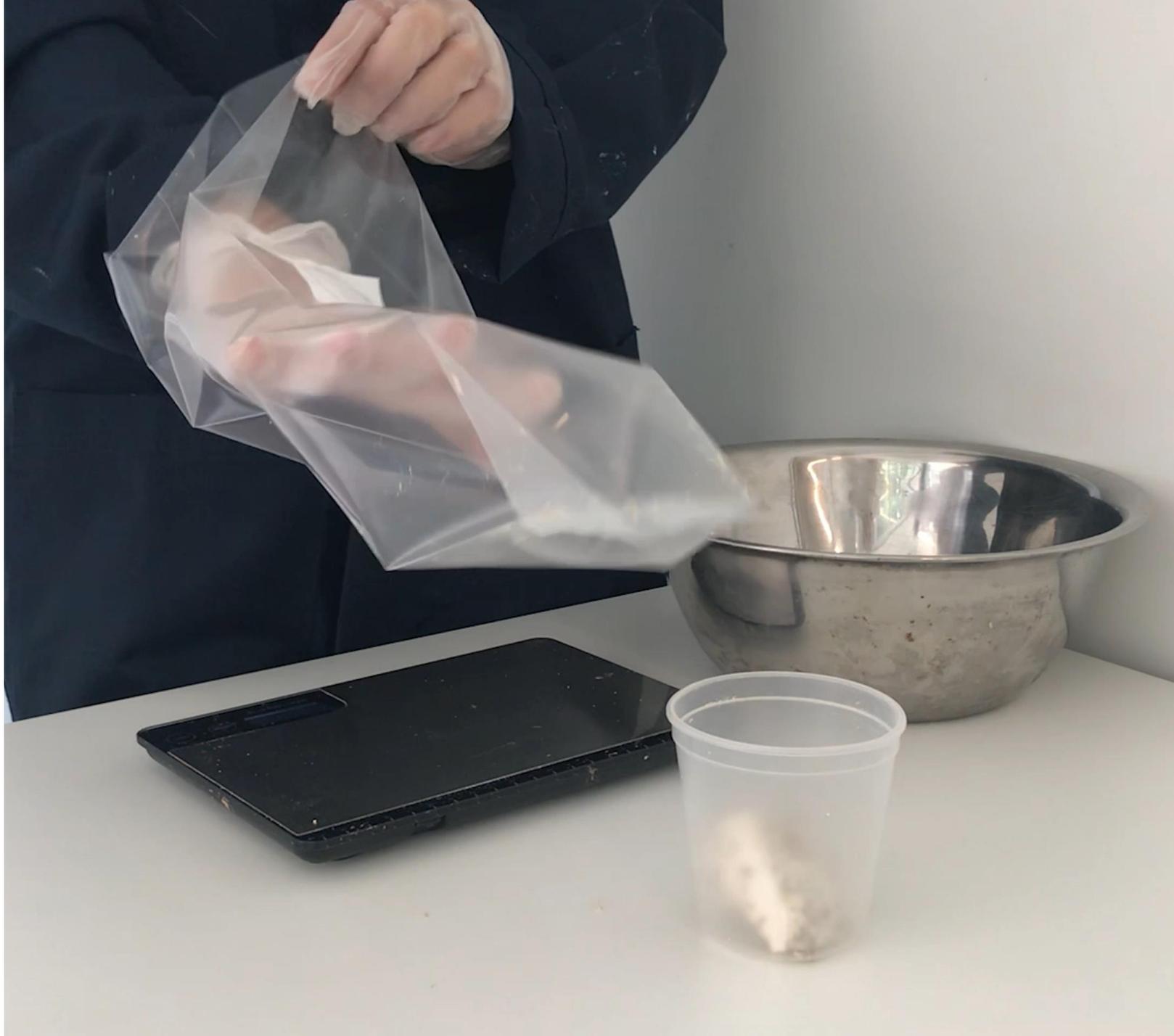
**RIGENERA**   
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE

LA MATERIA  
INANIMATA È  
UN'INVENZIONE?

IS MATTER EVER INANIMATE?

[Olgabeatrice.carcassi@polimi.it](mailto:Olgabeatrice.carcassi@polimi.it)  
<https://www.materialbalance.polimi.it/>

**RIGENERA**   
FESTIVAL DELL'ARCHITETTURA 2022 | II EDIZIONE



Questo documento e i relativi contenuti sono coperti dal diritto d'autore.

É vietata la riproduzione, anche parziale.