

IV CONVEGNO INTERNAZIONALE

# PRE·FREE UP·DOWN RE·CYCLE

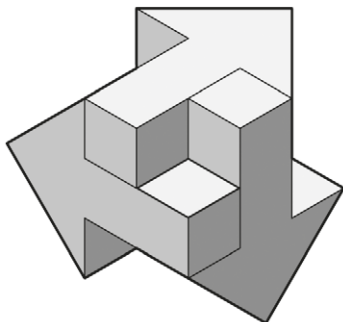


PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE  
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di  
Adolfo F. L. Baratta



**PRE-FREE**  
**UP-DOWN**  
**RE-CYCLE**



PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE  
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di  
Adolfo F. L. Baratta

## Comitato Scientifico

*Scientific Committee | Comité Científico*

**Rossano Albatici**

*Università degli Studi di Trento*

**Paola Altamura**

*ENEA*

**Adolfo F. L. Baratta**

*Università degli Studi Roma Tre*

**Graziella Bernardo**

*Università degli Studi della Basilicata*

**Laura Calcagnini**

*Università degli Studi Roma Tre*

**Eliana Cangelli**

*Sapienza Università di Roma*

**Agostino Catalano**

*Università degli Studi del Molise*

**Michela Dalprà**

*Università degli Studi di Trento*

**Michele Di Sivo**

*Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio"*

**Ornella Fiandaca**

*Università degli Studi di Messina*

**Fabio Enrique Forero Suárez**

*Universidad del Bosque*

**Francesca Giglio**

*Università Mediterranea*

**Roberto Giordano**

*Politecnico di Torino*

**Raffaella Lione**

*Università degli Studi di Messina*

**Antonio Magarò**

*Università degli Studi Roma Tre*

**Luigi Marino**

*Università degli Studi di Firenze*

**Luigi Mollo**

*Seconda Università di Napoli*

**Antonello Monsù Scolaro**

*Università degli Studi di Sassari*

**Elisabetta Palumbo**

*Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule*

**Hector Saul Quintana Ramirez**

*Universidad de Boyacá*

**Alessandro Rogora**

*Politecnico di Milano*

**Andrés Salas**

*Universidad Nacional de Colombia*

**Camilla Sansone**

*Università degli Studi del Molise*

**Marzia Traverso**

*Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule*

**Antonella Violano**

*Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"*



Atti del IV Convegno Internazionale

**PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE**

*Pratiche tradizionali e tecnologie innovative  
per l'End of Waste*

Proceedings of the

4th International Conference

**PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE**

*Traditional solution and innovative  
technologies for the End of Waste*

Acta de el IV Congreso Internacional

**PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE**

*Prácticas tradicionales y tecnologías  
innovadoras para la disposición de los  
desechos*

*a cura di | edited by | editado por*

**Adolfo F. L. Baratta**

ISBN: 979-12-5953-005-9

Editore

**Anteferma Edizioni Srl**

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Prima edizione: maggio 2021

Progetto grafico

**Antonio Magarò**

[www.conferencerecycling.com](http://www.conferencerecycling.com)

Copyright

Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons

Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



*Tutti i contributi sono stati valutati dal Comitato Scientifico, seguendo il metodo del Double Blind Peer Review.*

*All papers were evaluated by the Scientific Committee, following Double Blind Peer Review Method.*

*Todas las contribuciones fueron evaluadas por el Comité Científico, siguiendo el método de Peer Review doble ciego.*

**PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE**

pratiche tradizionali e tecnologie innovative per  
l'End of Waste

---

*traditional solutions and innovative technologies  
for the End of Waste*

---

*prácticas tradicionales y tecnologías innovadoras  
para la disposición de los desechos*

# Indice

## Table of Contents

## **Premessa / Foreword**

---

- 14** Premessa. Il riciclaggio come ambito di ricerca per la pratica virtuosa  
*Foreword. Recycling as a research field for virtuous practice*  
**Adolfo F. L. Baratta**

## **Saggi / Essays**

---

- 28** Upcycling dei materiali del patrimonio architettonico nella progettazione circolare  
*Upcycling of heritage materials in circular design*  
**Graziella Bernardo**
- 40** La qualità delle architetture con tecnologia di riciclaggio  
*The quality of architecture with recycle technology*  
**Agostino Catalano**
- 52** Informazione materiale: strumenti per l'implementazione dello urban mining in edilizia  
*Material information: tools for the urban mining implementation in the building sector*  
**Massimiliano Condotta, Elisa Zatta**
- 64** Da rifiuto a risorsa: il contributo dell'Italia al programma LIFE  
*From waste to resource: Italian contribution to the LIFE programme*  
**Gigliola D'Angelo, Monica Cannaviello**

- 74** Uso e riuso delle plastiche viniliche in edilizia  
*Use and reuse of vinyl plastics in construction*  
Camilla Sansone

### **Ricerche / Researches**

---

- 88** *The environmental impact evaluation of building elements in architecture: the design for disassembly*  
Laura Calcagnini
- 100** Guardare al passato per migliorare il futuro  
Upcycle approach per l'Isola di Vetro  
*A glimpse into the past to develop a better future*  
*Upcycle approach for the Isle of Glass*  
Paola Careno, Stefano Centenaro, Filippo De Benedetti
- 112** DRINC Beer: Designing Recycle  
IN Concrete with Beer  
*DRINC Beer: Designing Recycle*  
*IN Concrete with Beer*  
Denis Faruku, Roberto Giordano, Stefania Riccio
- 124** Lane minerali di vecchia generazione: la pericolosità del rifiuto dismesso  
*Old generation mineral wools: the riskiness of discarded waste*  
Ornella Fiandaca, Alessandra Cernaro

- 140** Lane minerali di vecchia generazione: la circolarità del rifiuto dismesso  
*Old generation mineral wools: the circularity of discarded waste*  
**Alessandra Cernaro, Ornella Fiandaca**
- 156** Diseño de productos y espacios desde el reciclaje y la reutilización de desechos  
*Design of products and spaces from recycling and reuse of waste*  
**Fabio Enrique Forero Suarez**
- 172** *E-waste recycling for monitoring the microclimate in sub-Saharan Africa*  
**Antonio Magarò**
- 186** Sistemi di logistica del materiale per la gestione dei rifiuti nelle strutture ospedaliere  
*Material logistic systems for waste management in hospital*  
**Massimo Mariani**
- 198** *Effect of moisture content and mixing procedure on the Properties of Recycled Aggregate Concrete with Silica fume*  
**Beatriz E. Mira Rada, Andres Salas Montoya**
- 210** Uva, nocciola e frumento: nuovi ingredienti per l'architettura e il design?  
*Grape, hazelnut and wheat: new ingredients for architecture and design?*  
**Elena Montacchini, Silvia Tedesco, Jacopo Andreotti**



- 222** Verso il circular building quale prassi progettuale. Un esempio di Design for Disassembly  
*Towards the circular building as design practice. A Design for Disassembly case study*  
**Elisabetta Palumbo, Massimo Rossetti, Francesco Incelli, Francesca Camerin, Chiara Panozzo**
- 236** *Reuse of salt waste in 3D printing: Case study*  
**Vesna Pungercar, Martino Hutz, Florian Musso**
- 248** Il recupero di materiali attraverso la demolizione selettiva: un'analisi costi-benefici  
*The recovery of materials through selective demolition: a cost-benefit analysis*  
**Giulia Sarra, Paola Altamura, Francesca Ceruti, Vito Introna, Marco La Monica**
- 262** Il riciclaggio come propulsore innovativo nel settore produttivo del vetro  
*Recycling as an innovative driver in the glass production sector*  
**Luca Trulli**

## Architetture e Design / Architectures and Design

---

- 276** Dallo scarto al valore. Quando dalla forma dei residui litici emergono vocazioni nascoste  
*From waste to value. When hidden vocations emerge from the shape of the stone residues*  
**Laura Badalucco, Luca Casarotto**
- 290** Il riciclaggio come pratica per la sostenibilità sociale. I mattoni in plastica riciclata di Gjenge Makers in Kenya  
*Recycling as a practice for social sustainability. Gjenge Makers' recycled plastic bricks in Kenya*  
**Laura Calcagnini, Luca Trulli**
- 304** Rifiuti e ospitalità in spazi urbani comuni: un'esperienza didattica nel laboratorio CIRCO  
*Waste and hospitality in common urban spaces: a didactic experience in the CIRCO laboratory*  
**Francesco Careri, Fabrizio Finucci, Enrica Giaccaglia, Marco Mauti**
- 316** Promuovere la cultura del riciclo: i Centri di Riuso  
*Promoting the culture of recycling: the Reuse Centres*  
**Francesca Castagneto**
- 328** Criteri di smontaggio e riciclaggio di componenti edilizi nei progetti di recupero e di nuova progettazione modulare. Qualità architettonica ed edilizia per costruzioni sostenibili  
*Criteria for disassembly and recycling of building components in restoration and new modular Architectural design. Building quality for sustainable construction*  
**Agostino Catalano, Camilla Sansone**

- 342** Distanze di cartone: sperimentare un Living Lab per l'Upcycling degli imballaggi  
*Carboard Distances: An experiment on an Upcycling Living Lab for envelopes*  
**Stefano Converso**
- 354** Fallimenti e successi di una start-up dell'economia circolare: il caso di studio Sfridoo  
*Failures and successes of a circular economy start-up: Sfridoo case study*  
**Mario Lazzaroni, Marco Battaglia, Andrea Cavagna**
- 366** Il recupero del legno rigenerato: l'esperienza olandese di Superuse Studios  
*The remanufacturing of reclaimed wood: the Dutch experience of Superuse Studios*  
**Rosa Romano**
- 380** Profili degli Autori  
*Authors Profiles*

---

**Ornella Fiandaca**

Professore Associato

Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Ingegneria

*ornella.fiandaca@unime.it*

**Alessandra Cernaro**

PhD Student

Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Ingegneria

*alessandra.cernaro@unime.it*

## **Lane minerali di vecchia generazione: la circolarità del rifiuto dismesso**

---

*Old generation mineral wools: the circularity of  
discarded waste*

Super Ecobonus 110%, Minimum Environmental Criteria,  
Mineral wool, Construction and Demolition Waste,  
End Of Waste

---

## Summary

The conceptual transition from waste to resource continues to encounter various resistances, because it is necessary to compose a regulatory, cultural, training framework, being defined for less than a decade, therefore still "immature". The absence of structured supply chains certainly creates a setback in this virtuous path and where - despite glimpsing potentialities - phases, operators and actions cannot be traced, it is necessary to intervene on different levels in order to resolve the obstacles.

On the basis of the "genealogical certificate" prepared in the paper "Old generation" mineral wools: the riskiness of discarded waste, the consequent application aspects have been analysed in this complementary contribution to understand how to treat discarded products following state incentives and to verify which policies of recycling are in progress or in prospect.

Investigating the production landscape as well as the scientific research, the obstacles for the structuring of a mineral wool recycling chain have been intercepted: from the absence of a centralized collection centre to the lack of characterization of hazardous and non-hazardous waste; from the lack of industrial research to the inertia of companies in the face of a recycling of post-consumer mineral wool waste. The circular management of this category of waste is therefore only in its infancy, although with some good intentions.

## **Superbonus 110%: i requisiti degli isolanti in FAV per l'adeguamento energetico**

L'avvento del Superbonus 110% ha attivato le aziende interessate dagli interventi previsti, trainanti (isolamento termico e/o impianto di climatizzazione) e trainati (infissi e/o impianti fotovoltaici, pannelli solari, colonnine di ricarica), per sviluppare prodotti rispondenti ai requisiti previsti.

Per potere accedere agli incentivi statali gli isolanti termici con cui provvedere all'intervento di riqualificazione energetica devono rispettare il punto 2.4.2.9 dei Criteri Ambientali Minimi, CAM (D.M. 11/10/2017), concepiti per l'edilizia pubblica ma estesi in questa circostanza alla privata. Nell'ambito di ciascuna filiera di prodotti, vegetali, minerali e sintetici, tale processo ha evidenziato specifiche problematiche.

Lo studio si è incentrato sugli isolanti in lane minerali, di roccia e di vetro, per i quali i requisiti specifici da verificare per il soddisfacimento dei CAM sono:

- attestazione del contenuto minimo di materiale riciclato/recuperato con apposita dichiarazione da parte del produttore (EPD Dichiarazione Ambientale di Prodotto o analoga);
- assenza di sostanze pericolose, con apposita certificazione di sicurezza (EUCEB European Certification Board for mineral wool products o analoga) e conformità alla Nota Q o alla Nota R, di cui al Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.

Ritroviamo queste condizioni in un repertorio di isolanti termici in lane minerali di nuova generazione di cui si propone una selezione per le applicazioni idonee agli interventi trainanti richiesti dall'art.119 del Decreto rilancio Superbonus 110% (Tabella 1).

Le proprietà dei prodotti indagati che ne individuano le applicazioni in involucro esterno riguardano specifiche risposte prestazionali, sia per l'isolamento termoacustico che per il comportamento al fuoco; quest'ultimo ne contrassegna maggiormente la differenza rispetto ai concorrenti prodotti in EPS/XPS le elevate classi di reazione al fuoco

A1 o A2, secondo la UNI EN 135011:2009 inducono a definirli prodotti incombustibili, con tempo di *flashover* e contributo alla crescita dell'incendio nulli. L'incombustibilità è legata alla natura inorganica della matrice fibrosa: le materie prime di lane di roccia e vetro sono perlopiù basalto per la prima e vetro riciclato per la seconda che, in seguito a processi di fusione a temperature di circa 1500 °C, vengono convertite in fibre a cui si aggiungono piccole percentuali di resine termoindurenti e di oli minerali che rendono il prodotto idrofobico. La struttura fibrosa determina una configurazione porosa dei prodotti e quindi il presupposto per una capacità isolante per l'inverno ma valutazioni personalmente condotte sugli indicatori termici caratterizzanti rivelano che l'impiego dovrebbe essere incentivato anche dove occorrono esigenze di isolamento estivo (Tabelle 2a e 2b).

I valori di conducibilità termica dichiarata  $\lambda_D$  variano tra 0,032 - 0,035 W/mK e sono pertanto confrontabili con quelli dei pannelli isolanti in EPS/XPS (0,030 - 0,036 W/mK) [Cernaro e Fiandaca, 2020]. Tuttavia, la maggiore inerzia termica (30.900 - 92.700 J/m<sup>3</sup>K vs 21.750 - 43.500 J/m<sup>3</sup>K) in virtù della più elevata densità (3.090 kg/m<sup>3</sup> vs 1.530 kg/m<sup>3</sup>), la minore trasmittanza termica periodica (0,30 - 0,33 W/m<sup>2</sup>K vs 0,29 - 0,35 W/m<sup>2</sup>K) per un più basso fattore di attenuazione (0,9461 vs 0,9630), uno sfasamento più ampio (1h03' vs 0h27' - 0h33') e una diffusività termica inferiore ( $\sim 3^{10} \cdot 10^7$  vs  $\sim 8^{16} \cdot 10^7$ ) sono interessanti presupposti per estendere il ricorso alle lane minerali in tutte le zone climatiche italiane.

Le aziende produttrici consultate si sono proiettate nel prossimo decennio proponendosi di contribuire ad alcuni degli obiettivi sostenibili dell'agenda 2030 con traguardi concreti: persone al primo posto; zero emissioni di carbonio, aderire a una economia circolare, costruire edifici migliori sono il minimo comune denominatore individuato. Tutte hanno intrapreso progetti di ricerca e sviluppo per il rinnovamento almeno di una parte delle proprie filiere in chiave sostenibile concentrandosi sull'esigenza di occuparsi dell'intero ciclo di vita dei prodotti.

	Prodotti	FAV / Legante	CAM Isolanti termici e acustici	
			Mat. riciclato / % prepost *	Certificati di non nocività
Knauf Insulation	<b>Sistema a cappotto</b>			
	SmartWall: FKD-N	Lana di roccia /	EPD / Non speci-	EUCEB
	Ther-mal**; FKD	Resine chimiche	ficata	
	S Thermal; SC1			
	<b>Facciata Ventilata</b>			
	Naturboard	Lana di roccia /	EPD / Non speci-	EUCEB
	Silence B	Ecose® Techno-	ficata	Eurofins Indoor Air Comfort Gold <sup>2</sup>
		logy <sup>1</sup>		
	Cavitec o32 B	Lana di vetro /	EPD (ECO Pla-	EUCEB
	Ecose® Techno-	tform) / 80% vetro	Eurofins Indoor Air Comfort Gold <sup>2</sup>	
	logy <sup>1</sup>	da RSU		
Rockwool	<b>Sistema a cappotto</b>			
	Frontrock: Max	Lana di roccia /	EPD / >35% pre;	EUCEB
	Plus; Casa <sup>3</sup> **; RP-	Non dichiarato	<2% post	
	PT; Extra; Pro**			
	<b>Facciata Ventilata</b>			
	Fixrock: 33 VF**;	Lana di roccia /	EPD / >35% pre;	EUCEB
	35 VF Ventirock	Non dichiarato	<2% post	
	Duo			
Isover S.Gobain	<b>Sistema a cappotto</b>			
	Isover clima 34 G3	Lana di vetro /	EPD / 75% vetro	EUCEB
		Resine vegetali	da RSU	
	<b>Facciata Ventilata</b>			
	Topsil	Lana di roccia /	EPD / 19,5% pre;	EUCEB
		Resine chimiche	47,5% post	
Isover X60 VN G3	Lana di vetro /	EPD / 75% vetro	EUCEB	
	Resine vegetali	da RSU		

*Continua alla pagina successiva*



	Prodotti	FAV / Legante	CAM Isolanti termici e acustici	
			Mat. riciclato / % prepost *	Certificati di non nocività
Weber S. Gobain	<b>Sistema a cappotto</b>			
	Webertherm RP20	Lana di roccia / Resine vegetali	Non dichiarata	Non dichiarata
	Webertherm LV034	Lana di vetro / Resine vegetali	Non dichiarata	Non dichiarata
	<b>Facciata Ventilata</b>			
URSA	TERRA 62 Vr	Lana di roccia / Ursa BiOnic <sup>4</sup>	Non dichiarata	EUCEB
	Isover X6o VN G3	Lana di vetro / Ursa BiOnic <sup>4</sup>	Non dichiarata	EUCEB

Tabella 1. Le lane minerali di nuova generazione conformi ai CAM. Legenda: \* pre e post consumo; \*\* Miglior valore di conducibilità termica; 1. Tecnologia basata sull'impiego di una resina priva di formaldeide, ottenuta con materiali organici rinnovabili; 2. Certificazione dovuta a Ecosse® Technology; 3. Applicazione in edifici con h<7 m; 4. Tecnologia che prevede l'uso di un legante a base organica di origine vegetale [Elaborazione delle autrici].

In particolare, con riferimento alla necessità di ridurre l'impiego di risorse vergini e la produzione di rifiuti, la *Knauf Insulation* nell'ambito del progetto *for a better world* si impegna a utilizzare entro il 2025 oltre il 25% di materiale riciclato esterno nella produzione della lana minerale di roccia e oltre il 65% nella lana minerale di vetro [Schede tecniche, N.D., Knauf insulation]. La *Weber - Saint Gobain*, mettendo in commercio sacchi per il riciclaggio dei ritagli derivanti dall'installazione dei pannelli, manifesta la volontà di recuperare gli sfridi purché puliti e asciutti, quindi in una condizione di incontaminazione che li assimili agli scarti di produzione [Schede tecniche, N.D., Weber]; dichiara che grazie al lavoro di ricerca perseguito nei centri di innovazione presenti in tutto il mondo più del 25% dei prodotti offerti solo cinque anni fa

Sistema a cappotto	$R_D$	$U$ [W/	$Y_{ie}$ [W/	$\alpha$ [m <sup>2</sup> /sec]
	[m <sup>2</sup> K/W]	m <sup>2</sup> K]	S [J/m <sup>3</sup> K]	
	( $\zeta_f=10$ cm)	( $\zeta_f=10$ cm)		( $\zeta_f=10$ cm)
			$C_p$ [J/kgK]	Fa
			$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ (ore)
Prodotto	Comportamento invernale			
	Comportamento estivo			
<b>Lana di roccia</b>				
[Knauf] SmartWall FKD-N Ther-mal			92.700	0,32
$\lambda_D=0.034$ W/mK	2,94	0,34		$3,67*10^{-7}$
sprod.= 5, 6-24 cm (multipli di 2)			1.030	0,9461
			90	1h03'
[Rockwool] Frontrock Pro			82.400	0,32
$\lambda_D=0.034$ W/mK	2,94	0,34		$4,13*10^{-7}$
sprod.= 6-20 cm (mul- tipli di 2)			1.030	0,9461
			80	1h03'
[Weber] Webertherm RP20			72.000	0,33
$\lambda_D=0.035$ W/mK	2,86	0,35		$4,86*10^{-7}$
sprod.= 5-20 cm			800	0,9461
			90	1h03'
<b>Lana di vetro</b>				
[Isover] CLIMA 34 G			56.650	0,32
$\lambda_D=0.034$ W/mK				
sprod.= 4,5,6-20 cm (multipli di 2)	2,94	0,34		$6,00*10^{-7}$
			1.030	0,9461
			55	1h03'
[Weber] Webertherm LV034			56.650	0,32
$\lambda_D=0.034$ W/mK	2,94	0,34		$6,00*10^{-7}$
sprod.= 4-20 cm			1.030	0,9461
			55	1h03'

	$R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	$U$ [W/ m <sup>2</sup> K]	$S$ [J/m <sup>3</sup> K]	$Y_{ie}$ [W/ m <sup>2</sup> K]	$\alpha$ [m <sup>2</sup> /sec]
Facciata ventilata	( $s_f=10$ cm)	( $s_f=10$ cm)	$C_p$ [J/kgK] $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	( $s_f=10$ cm) Fa $\phi s$ (ore)	
Prodotto	Comportamento invernale				
	Comportamento estivo				
<b>Lana di roccia</b>					
[Knauf] NaturBoard SILENCE B			72.100	0,32	
$\lambda_D=0.034$ W/mK sprod.=5,6-12 cm (multipli di 2)	2,94	0,34	1.030 70	0,9461 1h03'	$4,72*10^{-7}$
[Rockwool] Frontrock 33 VF			72.100	0,31	
$\lambda_D=0.033$ W/mK sprod.= 5,6-18 cm (multipli di 2)	3,03	0,33	1.030 70	0,9461 1h03'	$4,58*10^{-7}$
[Isover] TOPSIL			48.000	0,31	
$\lambda_D= 0.033$ W/mK sprod.= 4,5,6-10 cm (multipli di 2)	3,03	0,33	800 60	0,9461 1h03'	$6,88*10^{-7}$
[Ursa] TERRA 62 Vr			non calco- labile	0,30	non calco- labile
$\lambda_D= 0.032$ W/mK sprod.= 4-16 cm (mul- tipli di 2)	3,13	0,32	1.030 non dich.	0,9461 1h03'	
<b>Lana di vetro</b>					
[Knauf] CAVITEC 032 B			32.960	0,30	
$\lambda_D= 0.032$ W/mK sprod.= 6-16 cm (mul- tipli di 2)	3,13	0,32	1.030 32	0,9461 1h03'	$9,17*10^{-7}$

*Continua alla pagina successiva*

	$R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	$U$ [W/ m <sup>2</sup> K]	$S$ [J/m <sup>3</sup> K]	$Y_{ie}$ [W/ m <sup>2</sup> K]	$\alpha$ [m <sup>2</sup> /sec]
Facciata ventilata	( $s_r=10$ cm)	( $s_r=10$ cm)		( $s_r=10$ cm)	
			$C_p$ [J/kgK]	$Fa$	
			$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\phi s$ (ore)	
Prodotto	Comportamento invernale				
	Comportamento estivo				
	Lana di vetro				
[Isover] X60 VN G3			30.900	0,30	
$\lambda D= 0.032$ W/mK	3,13	0,32			$10,4*10^{-7}$
sprod.= 4,5,6-18 cm			1.030	0,9461	
(multipli di 2)			30	1h03'	
[Ursa] GLASS WOOL			non calco-	0,32	
FDP 3/Vr			labile		non calco-
$\lambda D= 0.034$ W/mK	2,94	0,34			labile
sprod.= 4,5,6-20 cm			1.030	0,9461	
(multipli di 2)			non dich.	1h03'	

Tabella 2. Pannelli in lana di roccia e di vetro per "Sistema a cappotto" (2a) e "Facciata ventilata" (2b): gli indicatori del comportamento termico invernale ed estivo. Codici proprietà:  $\lambda_D$  (Conducibilità termica dichiarata);  $s_{prod.}$  (spessori di produzione);  $s_r$  (spessore di riferimento);  $R_D$  (resistenza termica dichiarata)= $s/\lambda$ ;  $U$  (trasmittanza termica)= $1/R_D$ ;  $S$  (inerzia termica)= $C_p * \rho$ ;  $C_p$  (Capacità termica specifica);  $\rho$  (densità);  $Y_{ie}$  (tra-smittanza termica periodica)= $Fa * U$ ;  $Fa$  (fattore di attenuazione);  $\phi s$  (sfasamento);  $\alpha$  (diffusività termica)=  $\lambda/S$  [Elaborazione delle autrici].

non esisteva. La Rockwool sta lavorando al progetto di circolarità della produzione di lana di roccia, derivando circa un terzo delle materie prime necessarie da rifiuti riconvertiti dalla lavorazione dei metalli, da centrali elettriche e da trattamento delle acque reflue, di cui determina un processo di *upcycling* [Schede tecniche, N.D., Rockwool]. Ma a fronte di questa presa di coscienza occorre sottolineare che le politiche di riciclo sono rivolte prevalentemente a reimpieghi di sfridi

di lavorazione o resi dei cantieri, quindi a rifiuti pre-consumo. Per rintracciare una tendenza che potrebbe maturare in concomitanza alla dismissione dei pannelli isolanti, si è attraversata con ottica al rifiuto prodotto la sua vocazione a essere dichiarato *End of Waste* e quindi le prime esperienze di processi "industriali" per il reimpiego della risorsa generata come materia prima seconda.

### **Il riciclo degli isolanti in lane minerali derivate da demolizione selettiva**

Le lane minerali sono riciclabili all'infinito e il loro rifiuto viene considerato non pericoloso. Ma rivolgendosi al patrimonio dismesso da isolamento termoacustico degli edifici che intendono effettuare una riqualificazione energetica occorre comprendere come considerare i rifiuti nella lunga storia legata alla loro problematicità per la salute di operatori e consumatori.

Occorre quindi comprendere se i rifiuti costituiti dalle lane minerali adottati nei sistemi a cappotto da rimuovere hanno codice CER 17.06.03, e quindi sono da considerarsi pericolosi, o 17.06.04, e quindi possono ritenersi non pericolosi.

Le Linee Guida FAV approvate nel 2016, nella sezione relativa alla gestione operativa dei rifiuti suggeriscono i comportamenti da adottare in fase di smaltimento/riciclo riconoscendo alcune fasce temporali che dovrebbero guidare nell'attribuzione di rischio [FIVRA, 2017]:

- dagli anni Settanta al 1997 occorre sottoporre le lane minerali dismesse alle indagini stabilite dalla LN 116/2014 per l'attribuzione del codice CER 17.06.03 o 17.06.04 o in alternativa, in assenza di test, considerarle sempre come rifiuti pericolosi;
- dal 1997 possono ritenersi appartenenti al codice CER 17.06.04 se in presenza di documentazione che ne attesti la conformità, almeno alla Nota Q o, in assenza, verificare la rispondenza alla Nota R o considerare il rifiuto come pericoloso (Figura 1).

Compreso quindi il comportamento da tenere a fronte delle lane mi-

nerali dismesse vediamo quali politiche sono state messe in atto per questi rifiuti, pre e post 1997, nell'ambito di progetti di ricerca o intraprese da aziende del settore edile. Sul piano delle analisi propedeutiche alle politiche di riciclo l'EURIMA (*European Insulation Manufacturers Association*) ha suggerito, fra le *best practices* selezionate dall'UE per i rifiuti da C&D (*Construction and Demolition*), di finalizzare le lane minerali, derivate dalla dismissione in cantiere, alla produzione di mattoni o pannelli; evidenzia tuttavia i limiti che si incontrano attualmente nel predisporre tecniche economicamente vantaggiose nella necessità di avere flussi omogenei di rifiuti, quantità sufficienti e continue, quadri normativi specifici e formazione degli operatori. Certamente l'adeguamento del patrimonio immobiliare degli anni Settanta e Ottanta del Novecento incentivato dai contributi statali introdotti con il Superbonus 110% può incrementare le quantità, ma occorrono sperimentazioni per cicli di rifiuti puliti, dalle prestazioni certificate e forse

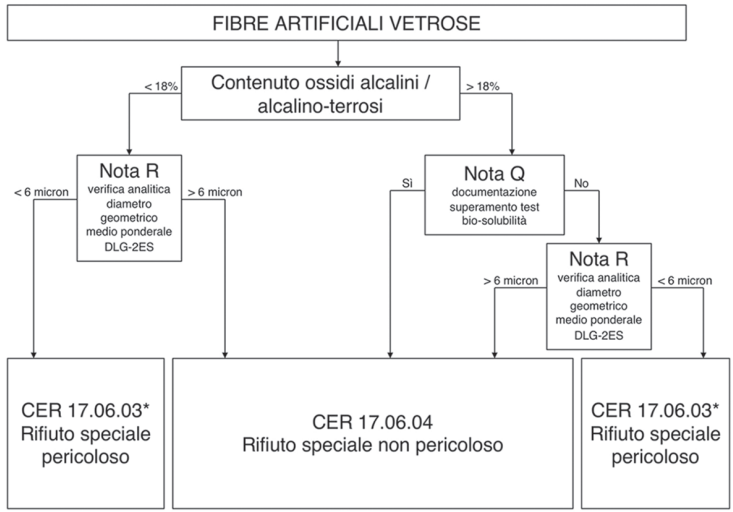


Figura 1. Diagramma di flusso per l'attribuzione del codice CER al rifiuto [FIVRA, 2017].

tese a superare il rischio di nocività che potrebbe riguardarli. In questa direzione si muovono sul piano internazionale le prime indagini per il trattamento di lane minerali dismesse non soltanto classificate col codice CER 17.06.04 ma altresì con quel rischio legato alla cancerogenicità probabile di quanto prodotto prima del 1997 o dopo ma non testato, per valutarne i requisiti introdotti dall'IARC (*International Agency for Research on Cancer*) ed eliminarne la nocività. Uno studio condotto in Austria nell'ambito del progetto di ricerca *Recymin* [Sattler et al., 2020], dedicato alla valutazione di innovative soluzioni di riciclo delle lane minerali, si è proposto l'*End of Waste* di isolanti potenzialmente pericolosi attraverso processi industriali che prevedano trattamenti ad alte temperature. Il primo sbocco è stato individuato nell'industria del cemento per la produzione del clinker, sebbene l'impiego coprirebbe una piccola percentuale e non si comprende l'apporto positivo ma solo l'affinità della composizione chimica delle materie prime seconde con quelle originarie. L'intuizione forse è quella di raggiungere temperature di produzione che disinnescano il rischio per la salute. La definizione della migliore miscela di sostanze derivate da rifiuti di lana di roccia, di vetro e di sabbia, in ragione dell'ottenimento delle prestazioni di schiume ceramiche è l'obiettivo di uno studio condotto in Cina sui rifiuti provenienti dalla città di Shuozhou (Shanxi, China). La definizione di cinque campioni, l'individuazione delle prove a cui assoggettarli per definirne e compararne le caratteristiche in ragione del mix design, dei tempi e velocità di riscaldamento, degli intervalli di temperatura, è un metodo di lavoro che porterebbe a certificare tutte le proprietà tecniche, sanitarie e di sostenibilità necessarie a incentivare il riciclo e la creazione di nuove categorie di prodotti [Chen et al., 2019]. Sul piano produttivo i criteri di rispondenza ai CAM impongono a tutte le aziende l'inclusione nella miscela di una percentuale superiore al 15% di materiale riciclato e/o recuperato nel caso delle lane di roccia, e una percentuale superiore al 60% per le lane di vetro, entrambe sul peso del prodotto finito. Poiché non viene esplicitamente richiesta la

provenienza del rifiuto, se pre o post consumo, i valori del secondo si attestano attualmente a valori esigui non superiori al 2%. Pur tuttavia, una prima considerazione deve riguardare la volontà, anche solo programmatica, esibita dalle aziende di accogliere nelle proprie filiere produttive lane minerali dismesse da affiancare agli scarti di produzione; una seconda riguarda la quantità di contenuti riciclati pre-consumo e post-consumo che viene attualmente dichiarata.

Fra le lane minerali, la lana di roccia include attualmente quali materie prime seconde gli scarti di lavorazione mentre la lana di vetro è quasi interamente prodotta da rottami di vetro derivati da RSU (Rifiuti Solidi Urbani). Ma la nostra attenzione si è qui rivolta al riciclo di materiali derivati da demolizioni selettive in cantieri edili, rifiuti da C&D (Figura 2). Tre sono le aziende, fra le iscritte alla FIVRA, che mostrano una sensibilità in tal senso. La *Rockwool* offre, attualmente in 10 Paesi, un servizio che si occupa di ritirare i prodotti usati da riciclare e si propone di arrivare a 15 entro il 2022 e a 30 entro il 2030. Nel 2018 ha raccolto



Figura 2. Ciclo di dismissione dei pannelli in lana minerale [Foto delle autrici].



130.000 tonnellate di lana di roccia presente sul mercato (dati del bilancio di sostenibilità 2018). Prevede un ciclo di manutenzione e tecniche di riparazione dei pannelli isolanti installati in passato dalle quali si desume la possibilità agevole di una rimozione selettiva di tutti gli strati con una smerigliatrice a disco per eliminare la finitura, e quindi di effettuare sia interventi di potenziamento dello spessore di isolante che di sostituzione generale. Negli EPD che l'azienda ha prodotto per i propri stabilimenti produttivi la massima percentuale di impiego di contenuto di riciclato si riscontra sempre per l'aliquota del pre-consumo, con valori del 70% raggiunti nel distretto spagnolo; la quantità derivante da post-consumo non supera mai il 2%, tuttavia è chiara la dichiarazione di intenti per capire come reintrodurre il materiale dismesso nel ciclo di produzione delle stesse lane minerali.

La *Knauf Insulation* si pone per il 2025 l'obiettivo di utilizzare materiale riciclato esterno alle linee di produzione indicativamente superiore al 25% per la lana di roccia e del 65% per la lana di vetro; a non avere nessuno scarto di produzione e a riprendere il 25% dei rifiuti generati da demolizione selettiva in cantiere che potranno, attraverso la bricchettatura, essere reimmessi in processi produttivi omologhi o confe-

<b>FAV</b>	<b>LANE MINERALI POST-CONSUMO</b>			
<b>PERICOLOSITÀ</b>	<b>CER 17.06.03 RIFIUTO PERICOLOSO</b>		<b>CER 17.06.04 RIFIUTO NON PERICOLOSO</b>	
<b>SETTORE</b>	<b>RICERCA</b>	<b>INDUSTRIA</b>	<b>RICERCA</b>	<b>INDUSTRIA</b>
<b>END OF WASTE</b>	<b>Riciclaggio nella filiera di produzione del cemento</b> <i>Progetto "Recymin" (Austria)</i>		<b>Riciclaggio nella filiera di produzione dei mattoni</b> <i>EURIMA Best practices (Europa)</i>  <b>Riciclaggio nella filiera di produzione dei materiali ceramici</b> <i>[Chen et al., 2019]</i>	<b>Recupero da C&amp;D (Europa)</b>  <b>Riciclaggio nelle filiere di produzione delle lane minerali (Europa)</b>

Figura 3. Le attuali opportunità di upcycling per le lane minerali [Elaborazione delle autrici].

riti ad altre aziende per la creazione di nuovi articoli. Dal 2018 si legge nell'EPD della linea *Smartwall* di lana di roccia (basalto e dolomia) che viene inserito quale apporto esterno insieme alle scorie d'altoforno anche un piccolo quantitativo derivato dai "resi dei clienti". Ma la composizione attualmente prevede solo un 28% di materiale riciclato in forma di bricchette, un misto di ritagli di lana di roccia frantumati, altri materiali secondari e cemento.

La Ursa, nel perseguire criteri di sostenibilità, afferma di volersi impegnare, entro il 2030, a raggiungere l'inclusione di oltre l'80% di materiali riciclati nella produzione "di tutta la lana minerale" forse intendendo la lana di vetro, essendo per la lana di roccia un obiettivo assai ambizioso. Ha avviato un progetto per un recupero degli scarti di lavorazione in cantiere, ritagli non installati, lotti non utilizzati da riutilizzare nella filiera. Si tratta comunque sempre di rifiuti pre-consumo per i quali stanno intraprendendo esperienze pilota per studiarne l'impatto logistico, tecnico, ambientale ed economico. Nei cataloghi correnti delle linee *TERRA* e *GLASSWOOL* si dichiara che i prodotti sono costituiti da non meno del 65% di materie prime riciclate con un'evidente disattenzione (coerente con quanto posto fra gli obiettivi) in quanto solo per le lane di vetro questo dato può essere attendibile. D'altronde non ci sono EPD o altri certificati di conformità che attestano la veridicità di queste dichiarazioni.

### **Verso una strategia di upcycling delle lane minerali**

Acquisita la consapevolezza del rischio di pericolosità dei rifiuti in lana minerale, le politiche di riciclo sembrano intraprendere due direzioni (Figura 3). La ricerca scientifica si propone di trovare strade che a partire dal rifiuto, indipendentemente dal codice CER, individuano il miglior processo per reinserirlo nelle miscele di nuovi prodotti di cui certificare le prestazioni e la bio-eco-sostenibilità. Il panorama produttivo si propone di incrementare l'impiego di rifiuti post-consumo omologhi e non, ma di cui è certa la non pericolosità, ripercorrendo il ciclo di produzione che prevede la formazione di bricchette, pietre artificiali di

cemento e lane minerali dismesse, quindi post-consumo, da includere nella filiera produttiva fino a un limite, ancora non definito, ma che non deve snaturare il portato prestazionale dei prodotti.

Una terza via potrebbe essere quella di avviare linee produttive parallele di prodotti differenti (materiali ceramici, supporti idroponici, malte composite per intonaco, etc.) proposta da EURIMA e in contesti di ricerca ma ancora non diffusa a livello industriale.

### **Bibliografia e referenze bibliografiche**

Cernaro, A.; Fiandaca, O. [2020]. "La filiera degli isolanti termici sintetici verso la circolarità e l'informatizzazione" in Cascone S. M., Margani G., Sapienza V. (a cura di), *Nuovi orizzonti per l'architettura sostenibile, Convegno Colloqui.AT.e Catania 912 dicembre 2020*, EdicomEdizioni, Gorizia, pp. 771-789.

Chen, Z., Wang, H., Ji, R., Liu, L., Cheeseman, C., Wang, X. [2019]. "Reuse of mineral wool waste and recycled glass in ceramic foams", *Ceramics International*, 42, pp. 15057-15064.

FIVRA (Fabbriche Isolanti Vetro e Roccia Associate) [2017]. "Le fibre artificiali vetrose (FAV) Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute". Disponibile da [www.fivra.it/f/documenti/approfondimenti/Linee%20Guida%20FAV/sintesi%20Linee%20Guida%20FAV%2029gen17.pdf](http://www.fivra.it/f/documenti/approfondimenti/Linee%20Guida%20FAV/sintesi%20Linee%20Guida%20FAV%2029gen17.pdf) (consultato il: 14.12.2020).

Sattler, T.; Vollprecht, D.; Pomberger, R. [2020]. "Recycling of Mineral Wool Waste in the Cement Industry and Mineral Wool Industry". Disponibile da [www.vivis.de/wpcontent/uploads/2020/11/342355\\_Sattler.pdf](http://www.vivis.de/wpcontent/uploads/2020/11/342355_Sattler.pdf) (consultato il: 14.12.2020).

Schede tecniche di pannelli isolanti in lana minerale e politiche di produzione e circolarità delle aziende: Knauf Insulation; Rockwool; Isover SaintGobain; Weber SaintGobain; URSA. Disponibili da: [www.knauf.it](http://www.knauf.it); [www.rockwool.it](http://www.rockwool.it); [www.isover.it](http://www.isover.it); [www.it.weber.com](http://www.it.weber.com); [www.ursa.it](http://www.ursa.it) (consultati da ottobre 2020 a febbraio 2021).

Finito di stampare nel mese di  
Maggio 2021.

Il IV Convegno Internazionale PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE, dedicato alle "Pratiche tradizionali e tecnologie innovative per l'End of Waste", si è tenuto sulla piattaforma Microsoft Teams il 28 maggio 2021. I contributi sono stati distribuiti, a seguito della procedura double blind peer review, all'interno delle tre sezioni che caratterizzano il Convegno Internazionale: Saggi, Ricerche, Architetture e Design. La partecipazione ha visto il coinvolgimento di numerosi atenei, centri di ricerca e start-up oltre al nutrito numero di membri del Comitato Scientifico. La raccolta degli Atti fornisce lo stimolo alla riflessione sulle pratiche tradizionali e la loro intersezione con le azioni più innovative, attraverso un ripensamento dell'End of Waste. L'elemento più interessante degli Atti è la varietà di prospettive: sebbene non vi sia la possibilità di leggere i contributi in continuità, essi restituiscono un panorama che promuove la conoscenza e stimola ulteriori indagini e ricerche.

Adolfo F. L. Baratta è Architetto e Dottore di Ricerca. Dal 2014 è Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura presso l'Università degli Studi Roma Tre e, dal 2018, è abilitato come Professore Ordinario. È stato docente presso l'Università degli Studi di Firenze e Sapienza Università di Roma, nonché Visiting Professor presso la Universidad de Boyacá di Sogamoso (COL) e la HTWG di Konstanz (DE). Dal 2020 è esperto della Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili. È autore di oltre 200 pubblicazioni.

ISBN 979-12-5953-005-9



9 791259 530059 € 22,00