Spoke 4

Vol. 2

Materiali per la transizione del costruito

Traiettorie di innovazione

iNEST

anteferma

Spoke 4

Vol. 2

Materiali per la transizione del costruito

Traiettorie di innovazione

iNEST

anteferma

Colophon

Questo volume e gli esiti di ricerca in esso pubblicati sono stati finanziati dall'Unione europea - NextGenerationEU attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 "Istruzione e ricerca" Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa" Investimento 1.5 - Ecosistema ECS_00000043 "iNEST - Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem" (CUP F43C22000200006) - Spoke 4.

Materiali per la transizione del costruito. Traiettorie di innovazione

a cura di
Elisa Zatta
Rosaria Revellini

ISBN (cartaceo)
979-12-5953-173-5
ISBN (digitale)
979-12-5953-244-2
DOI
10.57623/979-12-5953-244-2

anteferma OPEN BOOKS
Il presente volume è pubblicato in modalità Open Access Gold. Il file è scaricabile dalla piattaforma Anteferma Open Books www.anteferma.it/aob/

editore
Anteferma Edizioni
via Asolo 12, Conegliano, TV
edizioni@anteferma.it

progetto grafico
Giulia Ciliberto
Luca Coppola
Pietro Costa
Giacomo Dal Prà

iNEST	Spoke 4 Città, Architettura e Design Sostenibile
Coordinatore	Lorenzo Fabian
Coordinamento scientifico	Massimiliano Condotta (Iuav) Lorenzo Fabian (Iuav) Luciano Gamberini (UniPD) Elena Marchigiani (UniTS) Alberto Sdegno (UniUD) Lorenzo Bellicini (CRESME) Pierpaolo Campostrini (CORILA)

copyright

Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

Disclaimer
L'apparato iconografico presente è volto a supportare la comprensione dei prodotti della ricerca illustrati nel volume. Tutte le fonti delle figure sono state opportunamente segnalate dalle curatrici e dagli autori.

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU | Ministero dell'Università e della Ricerca | Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA | iNEST Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem

GRUPPO DI LAVORO

Università Iuav di Venezia (Spoke leader)
Massimiliano Condotta (coordinatore task 2.1), Martino Dereani, Giuseppe Emmi, Alice Rampazzo, Rosaria Revellini, Valeria Tatano, Elisa Zatta.

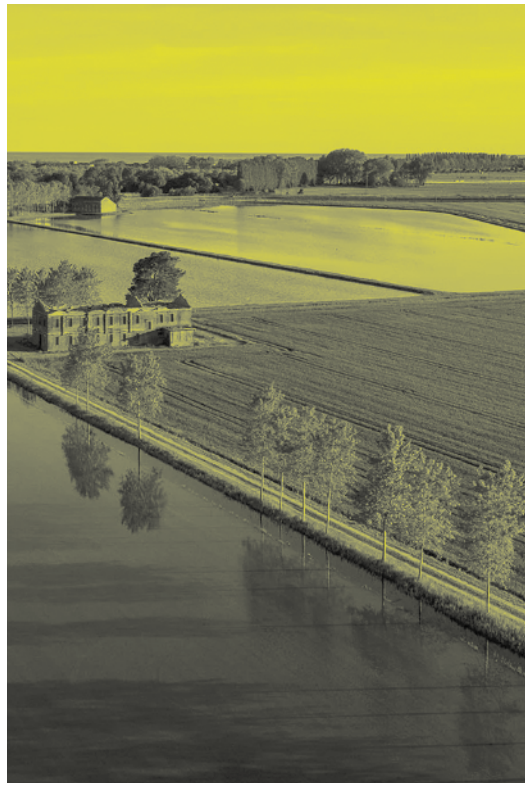
Università degli Studi di Udine
Giovanni Comi, Vincenzo d'Abramo, Anna Frangipane, Giada Frappa, Margherita Pauletta, Claudia Pirina, Alberto Sdegno.

Università degli Studi di Trieste
Thomas Bisiani, Gianfranco Guaragna, Paola Limoncin, Carlo Antonio Stival.

Indice

	Introduzione Massimiliano Condotta	p. 7
	Circolare e *low-carbon*: soluzioni progettuali e costruttive per il territorio del Nord-Est Elisa Zatta, Rosaria Revellini	p. 11
CAPITOLO 1 Esperienze sul campo	Progettare con il compensato strutturale Lorena Alessio	p. 18
CAPITOLO 2 Traiettorie di innovazione	Design di transizione: adattabilità, flessibilità, trasformazione Thomas Bisiani, Gianfranco Guaragna, Paola Limoncin, Carlo Antonio Stival	p. 44
	Ripensare la dismissione. Riuso dei materiali e pratiche innovative di intervento Giovanni Comi, Vincenzo d'Abramo, Anna Frangipane, Claudia Pirina, Alberto Sdegno	p. 60
	Calcestruzzo riciclato con elevate percentuali di aggregato riciclato: aspetti applicativi e casi studio Alice Rampazzo, Massimiliano Condotta	p. 78
	Malte innovative con fibre di origine naturale per il rinforzo delle strutture tramite TRC Margherita Pauletta, Giada Frappa	p. 92
	Componenti strutturali in legno per ridurre l'impronta ambientale delle costruzioni: analisi di applicazioni in LVL e multistrato Elisa Zatta, Martino Dereani	p. 104
	Architettura *rice-based*: dalla filiera risicola ai materiali e prodotti per l'edilizia Rosaria Revellini, Valeria Tatano	p. 120
	Materiali a cambiamento di fase: proprietà e applicazioni in edilizia Giuseppe Emmi	p. 134
	Conclusioni Valeria Tatano	p. 148

Autori	Rosaria Revellini Valeria Tatano
Affiliazione	Università Iuav di Venezia



Azienda agricola La Fagiana a Caorle (VE). lafagiana.com

Architettura *rice-based*: dalla filiera risicola ai materiali e prodotti per l'edilizia

Materiali e prodotti *bio-based* per la sfida ambientale
Nel contesto dei materiali rinnovabili, materiali e prodotti *bio-based* rappresentano delle alternative valide a quelli di origine sintetica in campo edilizio in termini di prestazioni, e anche per questo motivo la Comunità Europea ne promuove un sempre maggiore impiego al fine di tendere realmente a una transizione sostenibile del costruito. Derivati da materiali di origine biologica, ovvero del tutto o in parte di origine naturale eccezion fatta per minerali o fossili (Bortolotti e Condotta, 2024), questi materiali e prodotti favoriscono l'ottimizzazione dell'uso delle risorse naturali, pur in base al grado di rinnovabilità delle stesse. In tal senso, risulta vantaggioso ricorrere ad approvvigionamenti diversificati – ancor meglio se locali – per garantire la disponibilità delle materie prime.
Numerosi sono gli esempi di materiali e prodotti *bio-based* presenti nel mercato delle costruzioni e ad oggi utilizzati in edilizia con diverse funzioni – strutturale, isolante, di rivestimento. Oltre a quelli che quindi possono essere definiti più "tradizionali" – primo tra tutti il legno –, la sfida attuale consiste nella realizzazione di materiali e prodotti derivanti dalle filiere agroalimentari – dai frumenti, al cocco, all'uva, fino ad arrivare ai rifiuti alimentari post consumo – che incidono notevolmente sulle emissioni di gas a effetto serra anche a causa delle ingenti quantità di rifiuti e scarti derivanti dai processi di filiera.
Negli ultimi decenni maggiore attenzione si è posta sulla coltivazione del riso, caratterizzata da un ciclo di accrescimento rapido e dalla possibilità di riutilizzare i principali scarti dei processi di lavorazione e trasformazione, consentendo di mettere in atto principi di circolarità e, al contempo, di ridurre l'impronta di carbonio (Goodman, 2020).

La filiera del riso: caratteristiche e sfide
Tra le filiere agroalimentari potenzialmente più rilevanti nel territorio del Nord-Est vi è quella risicola. Con 3.456 ettari di superficie agricola utilizzata e 233 unità agricole su superficie utilizzata impegnate nella coltivazione del riso[1], il Veneto è una tra le regioni dove tradizionalmente avviene la coltivazione di questo cereale, con risaie diffuse tra le province di Verona, Venezia e Rovigo. Sebbene sul territorio italiano area più produttiva sia quella del Nord-Ovest – Piemonte e Lombardia –, seguita dall'Emilia-Romagna, il Veneto rappresenta comunque un esempio virtuoso in termini di tipologie di coltivazione, sperimentazioni e anche nuovi impieghi del riso e dei suoi sottoprodotti. Le quattro regioni consentono all'Italia di affermarsi come il principale produttore di riso in Europa, anche se, a causa di cambiamenti climatici, dell'indisponibilità idrica, e delle conseguenti oscillazioni dei

prezzi sul mercato, tale produzione sta subendo un lieve decremento anno dopo anno (Ente Nazionale Risi, 2023).
In generale si tratta di un tipo di coltivazione caratterizzato da un notevole impatto ambientale, dovuto principalmente alle ingenti quantità di acqua necessaria per l'allagamento dei campi, ma anche economico e sociale. Un ulteriore aspetto significativo è relativo ai rifiuti: dai processi di lavorazione, trasformazione e distribuzione del riso vengono infatti generate grandi quantità di scarti.
Il problema della gestione di rifiuti e scarti derivanti dalle filiere agroalimentari è diffuso a livello globale ed è causa di un aumento delle emissioni di gas a effetto serra – tra l'8% e il 10% del totale – oltre che di difficoltà di stoccaggio e di smaltimento, spesso impossibile a causa delle grandi quantità – oltre un miliardo di tonnellate di rifiuti (UNEP, 2024). In tal senso, è necessario studiare in che modo poter ridurre la percentuale di rifiuti derivanti dalle diverse filiere e agire in linea con l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile n. 12 "Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili", e in particolare con il target 3[2] (UN, 2015).
Guardando nello specifico alla filiera risicola, dal processo di coltivazione e trasformazione del riso deriva una significativa quantità di scarti. Nella maggior parte dei casi, essi possono essere definiti sottoprodotti, termine introdotto dal Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/2006) e che si riferisce ai materiali di scarto derivanti dal processo di trasformazione che possono essere gestiti come un bene e quindi avere un nuovo utilizzo o una reimmissione nello stesso processo produttivo. Nel caso del riso, i tre principali sottoprodotti sono (D.M. 25/02/2016, all. 9; Ricciardi *et al.*, 2020):

- la paglia, derivante dal processo di raccolta e pari circa al 50-70% del raccolto stesso (valore dipendente dal metodo di coltivazione);
- la lolla, la "corteccia" protettiva del risone, ricavata dal processo di sbramatura e pari a circa il 17-20% del raccolto (valore che subisce oscillazioni in base alla varietà di riso);
- la pula, esito del processo di sbiancatura del risone, una farina dalla colorazione marrone pari a circa il 10-13% del raccolto.

FIGURA 01 – P. 129

Ad oggi nessuno dei tre sottoprodotti trova particolare impiego, rappresentando un problema per stoccaggio e/o smaltimento: la paglia viene per lo più utilizzata per pacciamatura dei campi, o viene incendiata in loco – sulla base di specifici regolamenti[3] -, o ancora usata per le lettiere del bestiame (Provincia di Vercelli, 2014); la lolla è utilizzata ai fini energetici come biomassa; infine la pula trova impiego per lo più in ambito zootecnico.

Verso la valorizzazione dei sottoprodotti risicoli nel settore delle costruzioni
Da quanto finora emerso, gli impieghi di paglia, lolla e pula di riso non valorizzano la filiera né consentono un totale "smaltimento" delle quantità prodotte. Tuttavia, i tre sottoprodotti hanno delle ottime caratteristiche chimico-fisiche – data la presenza di silice in diversa misura – che ne permetterebbe un re-impiego in altre filiere e dunque una loro valorizzazione. Rispetto alle altre filiere agroalimentari, solo da poche decine di anni la filiera risicola rappresenta un nuovo campo di indagine e di ricerca per il settore delle costruzioni (Ricciardi *et al.*, 2020), fatta eccezione per la cenere di lolla di riso che è stata impiegata a lungo come additivo per i calcestruzzi per migliorarne le prestazioni in termini di resistenza meccanica e isolamento termico (Shirgire *et al.*, 2024; Araujo *et al.*, 2025). Una

precisazione: le sperimentazioni su paglia e lolla di riso per un loro utilizzo nel settore delle costruzioni sono oggi numerose e superiori rispetto a quelle che interessano la pula di riso.

Paglia di riso
La paglia di riso può essere utilizzata dopo la sua essiccazione. Essa ha una densità calcolata pari a 250-350 kg/m^3 (valore variabile in base alla compressione della paglia stessa) e conduttività termica di 0,0498 W/mK (Wei *et al.*, 2015), motivo per cui risulta essere un buon isolante termico per gli edifici e presenta buone prestazioni anche per l'isolamento acustico.
Come avviene per paglie derivanti da altre colture cerealicole, quella di riso può essere impiegata compattata in balle, ma in questo caso si raggiungono grandi dimensioni per i tamponamenti (mediamente una balla ha dimensioni pari a 35 cm x 45 cm x 90-100 cm)[4]. Altro tipo di impiego è invece in pannelli semi-rigidi, utilizzabili più facilmente per sistemi di isolamento a cappotto oppure per contropareti o controsoffitti, dato il loro spessore più contenuto[5], oppure in pannelli rigidi con funzione per lo più di isolamento acustico[6].
Data la sua composizione a base di silice e l'elevata compressione con cui essa viene impiegata, la paglia di riso risulta inattaccabile da muffe, insetti e roditori, e inoltre inibisce la marcescenza. Una volta applicata la finitura – preferibilmente in pannelli in legno o con intonaci naturali – essa risulta non infiammabile.

Lolla di riso
La lolla di riso, la corteccia legnosa e silicea che avvolge e protegge il chicco di riso, è un sottoprodotto della lavorazione immediatamente disponibile, che non necessita di particolari trattamenti (Buratti *et al.*, 2018). In termini di densità, il valore medio calcolato è pari a 140-170 kg/m^3 (in base alla compressione e a eventuale presenza di colle o altri materiali), mentre la conduttività termica varia tra 0,0498 e 0,08 W/mK (a seconda del metodo di calcolo e delle caratteristiche legate alla densità) (Buratti *et al.*, 2018).
In ambito edilizio, come accennato, la cenere di lolla di riso è stata a lungo utilizzata come additivo per il calcestruzzo. Data la sua composizione chimica, essa si presta all'uso combinato con altri materiali, ad esempio con la lana di vetro per la realizzazione di pannelli isolanti ad alte prestazioni (Yin *et al.*, 2018). Altra combinazione è con calce naturale, miscela utile per sottofondi alleggeriti[7] o, nel caso di altri leganti naturali, per ottenere blocchi prefabbricati da poter utilizzare per chiusure o partizioni verticali[8].
Non mancano sperimentazioni anche con materiali plastici per ottenere biocompositi, come nel caso di lolla e cloruro di polivinile riciclato per ottenere sistemi di rivestimenti per facciate o pavimentazioni[9].
Infine, triturata o come "guscio" ma senza additivi, la lolla di riso viene utilizzata sciolta come materiale isolante per elementi verticali, generalmente inserita e compattata in cassoni costituiti da pannelli lignei.
Come nel caso della paglia di riso, anche la lolla risulta inattaccabile da muffe, insetti e roditori e inibisce la marcescenza, sebbene abbia bisogno di adeguate protezioni contro l'acqua stagnante.

Pula di riso
L'ultimo sottoprodotto della lavorazione del riso è la pula, una farina derivante dalla lavorazione della sbiancatura del chicco di riso ricca di proteine, fibre e lipidi (Iafelice *et al.*, 2007). Essa trova dunque un impiego più ampio nella stessa filiera agroalimentare, anche se alcuni processi per l'estrazione di specifiche componenti chimiche – ad esempio l'inositolo

che potrebbe essere utilizzato in ambito farmaceutico – risultano essere molto complessi.
Sebbene non vi siano studi scientifici che riguardano l'applicazione di materiali o prodotti a base di pula di riso in ambito edilizio, si trovano in commercio alcuni esempi di intonaci e finiture a base calce e pula[10].

Esempi di impiego dei materiali e prodotti *rice-based*
Alla scala dell'architettura e del design, non sono molto diffuse sperimentazioni e applicazioni dei materiali e prodotti visti finora, eccezion fatta per l'esperienza dell'azienda Ricehouse in contesto italiano[11]. In tal senso, e con l'obiettivo di restituire un quadro più eterogeneo possibile, sono stati identificati e analizzati 20 casi studio di progetti realizzati in cui sono stati utilizzati materiali e prodotti *rice-based* (Tabella 01). Le informazioni raccolte ed esaminate hanno riguardato: (i) dati generali (funzione dell'edificio, tipologia di intervento – nuova costruzione o riqualificazione -, numero di piani fuori terra, dimensioni); (ii) dati sul sistema costruttivo; e soprattutto (iii) materiali e prodotti *rice-based* utilizzati (tipologia di applicazione, unità tecnologica interessata per l'applicazione, specificità e caratteristiche se fornite).
Occorre precisare che per diversi progetti in cui è stata utilizzata la paglia, non è nota l'origine della stessa, ovvero la specifica coltivazione cerealicola da cui deriva. Questo non ha però costituito un limite rispetto all'analisi in quanto le caratteristiche della paglia di riso risultano essere finanche migliori di quelle di paglie derivanti da altre colture in termini di prestazioni termo-igrometriche, resistenza e durabilità, data la maggiore presenza di silice (Yin *et al.*, 2023).
Invece, non sono stati approfonditi casi studio in cui viene utilizzata la pula di riso, dal momento che, come visto, essa viene impiegata solo per prodotti di finitura.
I progetti analizzati sono stati realizzati tra il 2012 e il 2024, in contesto nazionale e internazionale, e sono in prevalenza nuove costruzioni. Essi sono stati selezionati in base alla possibile replicabilità nel territorio del Nord-Est, come dimostrano gli esempi Torri Risorsa e Quartiere Bombasei che si è deciso di descrivere brevemente di seguito.
In riferimento ai materiali e prodotti *rice-based* impiegati, i principali dati emersi possono essere così sintetizzati:

- la paglia è utilizzata nella maggior parte dei casi come materiale isolante o come elemento di tamponamento per chiusure verticali ed è inserita in elementi strutturali lignei a telaio o "a cassone" [3] [6] [7] [9] [10] [17] [20] o ancora utilizzata in pannelli preassemblati (struttura in legno e riempimento in paglia) [4] [5] [8] [11] [12] con uno spessore medio pari a 35-40 cm, tranne che per il caso [4] dove lo spessore raggiunge i 75 cm. In alcuni casi essa è impiegata anche come isolante per partizioni e chiusure orizzontali [4] [5] [12] [19] con spessori inferiori, o in forma di pannello rigido [1] [2]. In forma di balle da 120 cm di spessore, essa diventa elemento strutturale [9] [19], mentre in un unico caso è utilizzata come rivestimento esterno [18] e, infine, nel caso dell'installazione [15] viene ridotta in fibre e combinata con quelle di cotone. Come isolante, la paglia è generalmente rivestita da uno strato di intonaco in argilla o calce, sia all'interno che all'esterno. Tuttavia, in alcuni esempi, il rivestimento di facciata è del tutto o in parte in legno [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [12] [18] [20] e in un unico caso in lamiera metallica [17], così come le finiture interne sono realizzate del tutto o in parte con pannelli in legno [3] [4] [6] [10] [11] [12] [17] [18] [19].

- La lolla di riso viene utilizzata in 5 dei 20 casi esaminati, in combinazione con la paglia [1] [2] o con altri materiali naturali come la terra cruda [16], sciolta [2] [14] [16] come materiale isolante o sottofondo, in blocchi [14], in pannelli prefabbricati [1] e come biopolimero [2] [13] per rivestimenti. Tutti i progetti analizzati in cui è impiegata la lolla di riso sono realizzati in Italia con materiali *rice-based* prodotti o certificati dall'azienda Ricehouse.

Quasi tutti i progetti sono stati realizzati mediante tecnologia stratificata a secco, a meno dello strato di finitura quando in intonaco di argilla o calce; fanno eccezione i 3 casi in cui la parte strutturale è in terra cruda [16] e in balle di paglia [9] [19].

Torri Risorsa
L'intervento riguarda la riqualificazione energetica di un complesso di edilizia residenziale pubblica, sito in via Russoli a Milano. Il complesso, di proprietà ALER Milano, è caratterizzato da 4 edifici alti per un totale di 187 appartamenti. L'intervento di riqualificazione rientra tra quelli finanziati tramite Superbonus 110% ed è stato possibile grazie a un partenariato pubblico-privato che ha visti coinvolti gli stessi progettisti (Ricehouse con Arpostudio e ING srl), oltre che altre aziende operanti nel settore edilizio, come General Contractor. L'isolamento esterno con materiali *rice-based*, la sostituzione degli infissi e dell'impianto termico, nonché l'installazione dell'impianto fotovoltaico, hanno permesso il raggiungimento della classe energetica A2. Il progetto ha previsto anche un intervento di rigenerazione urbana e sociale, valorizzando gli spazi comuni, soprattutto la copertura.
Materiali e prodotti *rice-based* sono dunque utilizzati per il sistema di isolamento e rivestimento di facciata, ovvero pannelli in paglia di riso (RH-50, azienda Ricehouse) e pannelli sandwich prefabbricati in legno e lolla di riso sciolta (RH-L, azienda Ricehouse), entrambi installati a secco e messi in opera mediante piattaforma aerea e gru. Solo nel caso delle logge dei balconi sono impiegati pannelli in sughero per la cui posa sono stati necessari ponteggi. Nello specifico, il pannello di rivestimento, il *core* del progetto, è stato realizzato *off-site* ed è caratterizzato da una struttura in legno (Wood Beton spa) e paglia e lolla di riso sciolta e compressa. Le dimensioni complessive sono di 7 m × 3 m circa. Tale pannello è poi "chiuso" da pannelli opachi (OSB per il lato più interno e gessofibra per il lato più esterno) e finito con una facciata micro-ventilata rasata. La pittura utilizzata per la finitura esterna è a base di pula di riso (RH500, azienda Ricehouse). Infine, in fase di posa in opera, sono stati predisposti degli elementi tagliafuoco verticali e una protezione esterna – una scossalina metallica – che funge al contempo da marcapiano (Cucuzza e Lipparini, 2024).

FIGURE 03-05 – P. 130

Quartiere Bombasei
Si tratta di un nuovo complesso residenziale realizzato poco distante da Zurigo, su un lotto dove precedentemente sorgeva una fabbrica dolciaria. A seguito della demolizione di quest'ultima, la società Bombasei AG – proprietaria del lotto – bandisce una gara di progettazione con l'obiettivo di realizzare un'architettura sostenibile. La gara viene vinta dall'Atelier Schmidt che progetta 3 edifici di 4 piani ciascuno, caratterizzati da una copertura a doppia falda e disposti in modo da creare uno spazio "semi-privato" a T, per promuovere la socialità tra i vicini. Le facciate verso questo spazio presentano una finitura con intonaco naturale di calce bianca, mentre

quelle verso la parte "esterna" del lotto sono rivestite con listelli verticali in legno di larice. In totale vi sono 28 unità abitative di diverse dimensioni e tipologie (villette a schiera, appartamenti, duplex).
Gli edifici presentano una struttura in *Cross Laminated Timber*, tranne che per il parcheggio sotterraneo e i corpi scala centrali che sono realizzati in calcestruzzo armato. Le pareti perimetrali e la copertura sono caratterizzate da moduli prefabbricati con struttura in legno e isolamento in paglia, assemblati *off-site* (falegnameria Zaugg di Rohrbach) e poi trasportati e montati in cantiere. I moduli hanno una larghezza pari a 6,28 metri, altezza di un piano (h calcolata pari a 2,7 m) e spessore complessivo di quasi di 1 m (30 mm intonaco, 750 mm strato in paglia, 140 mm pannello in legno). In facciata, laddove è presente la finitura con intonaco chiaro, i giunti tra i vari moduli sono evidenziati con listelli in larice disposti sia in orizzontale che in verticale. Gli spazi interni delle abitazioni invece sono rivestiti con pannelli CLT di abete rosso.
Sebbene in questo caso studio non sia specificata la derivazione della paglia impiegata, l'utilizzo di questo scarto della coltivazione cerealicola consente di avere uno strato isolante a basso costo nonché di favorire lo stoccaggio di CO_2. Di contro, lo svantaggio nell'utilizzare questo materiale riguarda gli spessori da considerare per poter garantire un buon comfort termo-acustico e quindi prestazioni comparabili ad altri materiali isolanti, anche *bio-based*, in commercio (AA.VV., 2024).

FIGURE 06-08 – P. 132

I due interventi descritti, il primo come esempio di riqualificazione e il secondo come nuova edificazione, dimostrano che i materiali di 'scarto' del riso sono potenzialmente applicabili in territorio del Nord-Est, data la possibilità di reperimento delle risorse *in loco* e la facile lavorabilità e trasformazione degli stessi in prodotti per l'edilizia. Non vi sono infatti accorgimenti particolari da considerare nella loro posa in opera e in termini di sistemi costruttivi sono di fatto compatibili a quelli diffusi nel territorio, definendosi quindi come soluzioni innovative circolari e a basso impatto ambientale per il costruito del Nord-Est.

Conclusioni
Da quanto finora emerso, materiali e prodotti *rice-based* possono dunque costituire delle alternative ad altri prodotti *bio-based* già in commercio contribuendo al contempo a risolvere – o limitare fortemente – la questione ambientale legata alle quantità di scarti della filiera agroalimentare. Gli studi in letteratura non risultano ancora al passo con alcune innovazioni in atto, specie per ciò che riguarda la lolla di riso e, in generale, rimangono ancora poco noti i costi di questi "nuovi" prodotti sul mercato.
Le potenzialità di applicazione di paglia, lolla e pula di riso in edilizia nel territorio del Nord-Est sono elevate e non mancano esperienze virtuose: un'azienda agricola veneziana sta infatti sperimentando, grazie al supporto di un'impresa di costruzione locale specializzata in bioedilizia, la realizzazione di un edificio in legno con isolamento in lolla di riso proveniente dalla loro stessa coltivazione e lavorazione del riso dell'anno precedente. Tale esperienza in corso rappresenta la volontà di massimizzare i processi circolari della filiera risicola e dare valore a sottoprodotti attualmente poco utilizzati, sostenendo la logica di filiera corta.
Infine, il principale limite nell'utilizzo di materiali e prodotti *rice-based* riguarda da un lato gli spessori con cui devono essere impiegati per garantire adeguate prestazioni termiche, specie se comparati ad altri

prodotti *bio-based* più "tradizionali", mentre dall'altro mancano studi e ricerche utili a comprendere l'effettiva impronta di carbonio di tali prodotti, così come il loro *end-of-life* e quindi l'effettiva circolarità degli stessi. La ricerca sperimentale può – e deve – supportare l'innovazione di settore in tal senso per favorire una maggiore e più chiara diffusione di materiali e prodotti *rice-based*, locali, per un'architettura che riduca l'uso di risorse non rinnovabili.

Riferimenti bibliografici

AA.VV. (2024). *Naturbaustoffe: natural building materials SML*. Munich: Detail Business Information GmbH.

Araujo, A.F.d., Caldas, L.R., Hasparyk, N.P., Toledo Filho, R.D. (2025) 'Low-Carbon Bio-Concretes with Wood, Bamboo, and Rice Husk Aggregates: Life Cycle Assessment for Sustainable Wall Systems', in *Sustainability*, 17(5). https://doi.org/10.3390/su17052176

Bortolotti, M., Condotta, M. (2024) 'Nature-based solutions e *bio-based* materials per il recupero edilizio', in M. Bertin *et al.* (a cura di) *Verso la neutralità* climatica: progettare una transizione sostenibile ed equa. Conegliano: Anteferma, pp. 172-177.

Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Merli, F., Ricciardi, P. (2018) 'Rice husk panels for building applications: Thermal, acoustic and environmental characterization and comparison with other innovative recycled waste materials', in *Construction and Building Materials*, 171, pp. 338-349. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.089

Cucuzza, M., Lipparini, L. (2024) 'Cantiere. Torri Aler via Russoli, Milano, Italia', in *Arketipo*, 177, pp. 122-129.

D. Lgs. 152/2006 *Norme in materia ambientale* (GU Serie Generale n.88 del 14-04-2006 – Suppl. Ordinario n. 96).

D.M. 25/02/2016 *Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato* (online). Disponibile su: https://www.agrotecnici.it/DM%2025.2.2016.pdf (Ultimo accesso: 30 maggio 2025).

Ente Nazionale Risi (2023) *Riso. Evoluzione di mercato e sue prospettive* (online). Disponibile su: https://www.enterisi.it/upload/enterisi/bilanci/Relazionecompleta2023w_15916_2824.pdf (Ultimo accesso: 30 maggio 2025).

Goodman, B.A. (2020) 'Utilization of waste straw and husks from rice production: A review', in *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 5, pp. 143-162. https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.07.001

Lafelice, G., Candigliota, T., Sica, F., Trivisonno, M.C., Caboni, M.F., Marconi, E. (2007) 'La pula di riso: aspetti compositivi e nutrizionali', in J.D. Coisson, M. Arlorio, A. Martelli (a cura di) *Atti del VI Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti*. Alessandria: Editrice Taro, pp. 23-27.

Provincia di Vercelli (2014) *Paglia di riso – Problema o risorsa?* (online). Disponibile su: https://novaberenicedotcom.files.wordpress.com/2016/10/20140619-1002-documento-paglia-definitivo.docx (Ultimo accesso: 30 maggio 2025).

Ricciardi, P., Cillari, G., Carnevale Miino, M., Collivignarelli, M.C. (2020) 'Valorisation of agro-industry residues in the building and environmental sector: a review', in *Waste Management and Research*, 38(5), pp. 1-27. https://doi.org/10.1177/0734242X20904426

Shirgire, A., Thenmozhi, S., Jesuraj, P. V., Shelar, A., Chavhan, V.S., Javanjal, V. (2024) 'Experimental study on high performance concrete using rice husk ash', in *Materials Today: Proceedings*, 103, pp. 594-600. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.11.004

United Nations – UN (2015) *Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, A/RES/70/1 (online). Disponibile su: https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf (Ultimo accesso: 30 maggio 2025).

United Nations Environment Programme – UNEP (2024) *Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste* (online). Disponibile su: https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230 (Ultimo accesso: 30 maggio 2025).

Wei, K., Lv, C., Chen, M., Zhou, X., Dai, Z. Shen, D. (2015) 'Development and performance evaluation of a new insulation material from rice straw using high frequency hot-pressing', in *Energy and Buildings*, 87, pp. 116-122. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.026

Yin, C.R., Yeom, D., Lee, K.I. (2018) 'Study on indoor environmental performance of complex insulation material: Carbonized rice hull and glass wool', in *Indoor and Built Environment*, 27(1), pp. 109-120. https://doi.org/10.1177/1420326X1667045

Yin, Q., Yu, M., Ma, X., Liu, Y., Yin, X. (2023) 'The Role of Straw Materials in Energy-Efficient Buildings: Current Perspectives and Future Trends', in *Energies*, 16. https://doi.org/10.3390/en16083480

Note

1 Dati Istat, Censimento Agricoltura 2020. Disponibile su: https://esploradati.istat.it/databrowser/#/it/censimentoagricoltura/categories/AU/IT1,DF_DCAT_CENSAGRIC2020_UA_CROPS_2,1.0 (Ultimo accesso: 15 giugno 2025).

2 Focus del target: dimezzare lo spreco pro-capite globale di rifiuti alimentari nella vendita al dettaglio e dei consumatori e ridurre le perdite di cibo lungo le filiere di produzione e fornitura, comprese le perdite post-raccolto.

3 Si veda per esempio quanto legiferato dalla Regione Piemonte: https://www.regione.piemonte.it/web/temi/agricoltura/agroambiente-meteo-suoli/tutela-della-qualita-dellaria-vincoli-alla-bruciatura-dei-residui-colturali# (Ultimo accesso: 15 giugno 2025).

4 Si prende a riferimento il prodotto RH-P dell'azienda Ricehouse, la cui scheda tecnica è disponibile su: https://drive.google.com/file/d/1eBg302hYUqXXD9-S8gbncFKYji6bAwAZ/view (Ultimo accesso: 15 giugno 2025).

5 Con riferimento al prodotto RH-P50 di Ricehouse, gli spessori da considerare sono tra i 45 mm e i 240 mm.

6 Si veda il prodotto RH-700 di Ricehouse.

7 Si veda il prodotto RH310 di Ricehouse.

8 Le dimensioni del blocco RH-B di Ricehouse sono pari a 500 mm x 200 mm x 120 mm. In questo caso, il prodotto 'a base riso' ha una densità pari a 600 kg/m^3.

9 Si vedano i prodotti RH-Deck e RH-Face di Ricehouse.

10 Ne sono un esempio i prodotti a marchio Ricehouse RH200, RH220 e RH500.

11 Si noti infatti che, non a caso, i prodotti riportati nelle note precedenti fanno riferimento alla sperimentazione e alla produzione di Ricehouse (www.ricehouse.it).

n.	Progetto	Progettista	Anno*	Luogo	Dim.**	Destinazione d'uso	Tipologia intervento
1	Torri Risorsa	Ricehouse con Arpostudio e ING srl	2024	Milano (IT)	L	Res.	Riq.
2	Quartiere Sironi 1235	Ricehouse, con Edil2N, Hella Italia, Arpostudio	2023	Galbiate, LC (IT)	L	Res.	Riq.
3	Housing Complex Auenweide	Einszueins Architekten	2022	St. Andrä-Wördern (AT)	L	Res.	N
4	Quartiere Bombasei	Atelier Schmidt	2020	Nänikon, Zurigo (CH)	L	Res.	N
5	Haus St. Wunibald	Hirner & Riehl arkitekten und stadtplaner	2020	Berching (DE)	L	Res.	Es.
6	Jeanne D'Arc Nursery School	Atelier Desmichelle Architecture con La Architectures	2019	Paris (FR)	M	Sc.	N
7	La Ferme du Rail	Grand Huit con Albert et cie, Scoping, Gamba et Toreana, Pouget, Mélanie Drevet paysagiste	2019	Paris (FR)	M	A	N
8	After-School Care Centre Waldorf School	MONO Architekten	2017	Berlin (DE)	M	Sc.	Es.
9	Ecole Maternelle Les Boutours	Ville de Rosny-sous-Bois Municipalitè con Emmanuel Pezrès et Fanny Mathieu	2017	Rosny-sous-Bois (FR)	M	Sc.	N
10	Le monolithe bois du Gâtinais	Landfabrik con	2017	Chevannes (FR)	M	A	N
11	Résidence Jules-Ferry	ASP Architecture con Antoine Pagnoux, Terranergie, Ingénierie Bois	2013	Saint-Dié-Des-Vosges (FR)	M	Res.	N
12	Multipurpose hall La Boiserie	DE-SO Architectes et Urbanistes con Gaujard Technologie, MTC, Altia	2012	Mazan (FR)	M	A	N
13	sunRICE	Carlo Ratti con Ricehouse	2024	Milano (IT)	S	I	-
14	Giardino interiore: Cammino	Ricehouse con in.circle, Atelierzero, cccppp.studio	2024	Rimini (IT)	S	I	-
15	Tea Nest	Cheng Tsung FENG con Xin Jun Liu	2019	Miaoli (TWN)	S	I	-
16	Gaia	WASP con Ricehouse	2018	Massa Lombarda, RA (IT)	S	I	-
17	Wohnhaus HWG in Stattegg Steiermark	Gerald Diechler, Pluspunkt Achitektur	2016	Stattegg (AT)	S	Res.	N
18	The Dune house	ARCHISPEKTRAS	2016	Pape (LT)	S	Res.	N
19	Strohhaus	Georg Bechter Architektur + Design con Eric Leitner, TB Ritter, Stefan Küng	2014	Dornbirn (AT)	S	Res.	N
20	Cave de l'oeuf	Atelier Zéro Carbone Architects con Marine Jacques-Leflaive, Gaujard Technologie, Athermia	2013	Puligny (FR)	S	C	N

* Anno di ultimazione del progetto.
** Le dimensioni del progetto sono state identificate in base alla superficie totale: S < 500 mq; M < 3000 mq; L ≥ 3000 mq
Res. = Residenziale; Sc. = Scuola; A = Attività collettive; C = Attività commerciali; I = Installazione temporanea
Riq. = Riqualificazione architettonica; Es. = Espansione; N = Nuova edificazione

TABELLA 01

Tabella sintetica dei principali dati emersi in riferimento ai 20 casi studio esaminati.

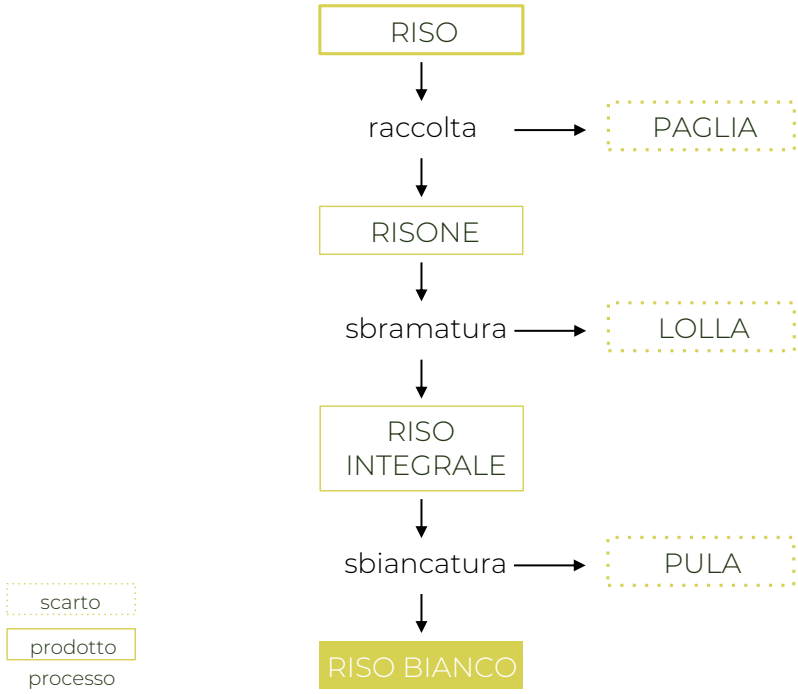


FIGURA 01

Schema esemplificativo delle principali fasi di lavorazione e trasformazione, evidenziando i sottoprodotti ottenuti dalle diverse fasi. R. Revellini, 2024

FIGURE 03-05

L'intervento di riqualificazione Torri Aler, Milano: la fase di messa in opera dei pannelli e i ponteggi in prossimità delle logge; un particolare dei pannelli di finitura trasportati in cantiere; giunto di connessione in acciaio successivamente coperto da scossalina metallica. ricehouse.it/storie/torri-risorsa/

FIGURE 06-08

Il complesso Bombasei, Zurigo: fase di costruzione di uno degli edifici residenziali; particolare dell'assemblaggio in fabbrica dei pannelli di tamponamento in legno e paglia; vista di uno spazio interno con rivestimento in pannelli in legno e la finestra interna da cui si vede in che materiale è realizzato il tamponamento. D. Poffet on aterlierschmidt.ch

settembre 2025
stampato da Digital Team, Fano

Volume 2	Spoke 4 City, Architecture, Sustainable design
A cura di	Elisa Zatta Rosaria Revellini

Il volume presenta gli esiti dell'attività "New Materials" dello Spoke 4 "Città, Architettura e Design Sostenibile" del progetto iNEST.
Il lavoro affronta il tema della sostenibilità su scala urbana e edilizia, focalizzandosi sull'impiego di materiali e tecniche costruttive innovativi volti a supportare una transizione del territorio del Nord-Est a partire dal suo edificato.
Le sette traiettorie di ricerca illustrate presentano soluzioni che, nel rispetto dei principi dell'economia circolare, mirano a migliorare l'efficienza energetica degli edifici e ridurre l'impatto ambientale del costruito esistente e futuro.
Collocandosi nello specifico contesto del Nord-Est italiano, la ricerca intende promuovere strategie coerenti con le fragilità e peculiarità dello stesso, proponendo strumenti operativi a supporto di un approccio consapevole del territorio.

€ 20.00

9 791259 531735