

I risultati delle azioni di ricerca e trasferimento tecnologico del Laboratorio LaRCo e del Centro ICOS

a cura di Ernesto Antonini e Giulia Landriscina







MATERIALI E COMPONENTI INNOVATIVI A MATRICE RINNOVABILE

Antonella Grossi*, Tania Ciammitti**, Gianluca Baldisserri***

Nell'ambito della ricerca svolta all'interno del laboratorio LaRCo sul tema "Materiali e componenti innovativi a matrice rinnovabile" è stato realizzato un repertorio che analizza e classifica componenti e tecnologie edilizie realizzati con fibre rinnovabili. Già disponibili su alcuni mercati europei e americani, questi material sono costituiti da una ampia varietà di fibre vegetali (canapa, kenaf, cocco, legno, lino, sughero, paglia, mais, sisal, juta, carta riciclata). Per valutare il livello di sostenibilità nel loro prevalente impiego come materiali isolanti, è stata messa a punto una procedura che ne misura le prestazioni tecniche e l'impatto ambientale indotto dai loro processi di produzione, posa in opera, uso e dismissione.

MATERIALI A MATRICE RINNOVABILE NELLE COSTRUZIONI

Nei Paesi dell'Unione Europea il settore delle costruzioni contribuisce mediamente per circa il 12% alla formazione del PIL, ma consuma risorse non rinnovabili e produce impatti ambientali in misura molto superiore alla sua importanza economica. Oltre il 40% delle risorse minerarie non metallifere (pietre naturali, ghiaie, sabbie, argille), più di un quarto del legname, poco meno del 20% delle risorse idriche e circa il 40% di quelle energetiche bruciate ogni anno sono assorbite dalla produzione e dal funzionamento degli edifici.

In questo contesto l'introduzione e l'impiego di componenti non derivati dal petrolio, a matrice rinnovabile, risulta sempre più necessario per consentire una diminuzione dell' impatto ambientale ed un ridotto consumo di CO² ed energia primaria per la produzione di materiali da costruzione.

Una politica che sostenga lo sviluppo di materiali e componenti a matrice rinnovabile è ascrivibile in quel complesso di azioni che la Comunità Europea sta cercando di mettere in atto nell'ottica del rispetto degli impegni assunti con il protocollo di Kyoto.

La ricerca, messa a punto nell'ambito del laboratorio Larco OR 2.1 "Materiali e componenti innovativi a matrice rinnovabile", si propone quindi di accelerare l'adozione nel settore delle costruzioni di pratiche produttive, materiali e soluzioni a minore impatto ambientale, fornendo strumenti per la valutazione della sostenibilità dei prodotti e dei loro processi di produzione, messa in opera, uso e dismissione.

Lo studio di nuovi materiali a basso impatto e ad alte prestazioni è una delle sfide che si pone anche la Piattaforma Europea delle Costruzioni, che identifica queste linee di sviluppo come uno dei punti strategici di ricerca.¹

L'attività svolta si è posta l'obiettivo di analizzare le principali applicazioni innovative in edilizia di materiali e componenti a matrice rinnovabile, al fine anche di mettere a punto un sistema di valutazione prestazionale per gli isolanti, destinato a servire come documentazione di supporto ai progettisti, alle imprese e ai soggetti che intendono sviluppare la produzione di componenti e prodotti in fibre rinnovabili, sollecitando gli sviluppi innovativi del prodotto.

^{*} Architetto, coordinatore Laborario LaRCo, ICIE, Bologna

^{**} Architetto, ricercatore ICIE, Laborario LaRCo, Bologna

^{***} Architetto, ricercatore ICIE, Laborario LaRCo, Bologna

Tra i risultati raggiunti durante lo svolgimento dell'attività di ricerca vogliamo qui porre l'attenzione su due in particolare:

- ▶ la realizzazione di un repertorio di prodotti e tecnologie innovative a matrice rinnovabile, reperibili in Europa e negli Stati Uniti, evidenziando in particolare le prestazioni, i valori di innovazione e sostenibilità dei materiali;
- ▶ la messa a punto di una procedura di valutazione delle prestazioni degli isolanti a matrice rinnovabile, per la verifica della sostenibilità, degli impatti ambientali e delle best performance, valutati sull'intero ciclo di vita del componente, ponendo particolare attenzione alle prestazioni in uso, analizzate con prove strumentali su edifici campione.

IL REPERTORIO DI MATERIALI E COMPONENTI A MATRICE RINNOVABILE

Nel repertorio sono schedati materiali e componenti, presenti sul mercato in Europa e negli Stati Uniti, prodotti con fibre rinnovabili come: canapa, carta riciclata, cocco, cotone, kenaf, juta, legno, lino, mais, sughero, paglia e sisal (vedi fig. 1). Per materiali

e componenti a matrice rinnovabile si intendono infatti prodotti costituiti, in tutto o in parte, da materie prime di origine organica (in particolare le fibre vegetali sopra elencate) che per loro stessa natura derivano da fonti non esauribili.

Il repertorio delle tecnologie innovative di materiali e componenti a matrice rinnovabile ha come obiettivi principali:

- ▶ favorire un utilizzo sempre più diffuso di prodotti a basso impatto ambientale;
- ▶ rappresentare lo stato dell'arte per gli imprenditori che intendono sviluppare nuovi prodotti;
- ▶ aumentare il grado di conoscenza dei prodotti a matrice rinnovabile da parte di progettisti, costruttori, imprese e utenti finali.

Il repertorio si compone complessivamente di circa novanta schede prodotto ed è suddiviso in sette categorie: isolanti, polimeri a matrice rinnovabile, argille fibrorinforzate, malte fibrorinforzate, plastiche fibrorinforzate, componenti e sistemi, geogriglie.

Questa classificazione che unisce categorie funzionali e materiche è stata da noi delineata per potere rappresentare il quadro





generale dei prodotti esistenti; è stato perciò necessario formulare delle linee guida per determinare l'appartenenza di un prodotto ad una specifica categoria (ad esempio le malte fibro rinforzate quando vengono impiegate per la realizzazione di un sistema costruttivo vengono schedate in quest'ultima categoria, ecc.).

Il repertorio rappresenta una campionatura completa delle possibili applicazioni dei materiali e componenti a matrice rinnovabile, senza essere esaustivo di tutti i prodotti presenti sul mercato; infatti per i prodotti che impiegano la medesima fibra, per una specifica categoria (es. pannelli isolanti in fibra di legno) ne sono stati selezionati solo alcuni.

I prodotti a matrice rinnovabile impiegati in edilizia in Europa e negli Stati Uniti rappresentano un mercato di nicchia all'interno del mercato delle costruzioni; nella figura 2 sono messe in evidenza le tipologie di prodotti schedati suddivisi per tipo di fibra e campi di applicazione.

Presentiamo qui di seguito le caratteristiche salienti delle singole categorie di cui si compone il repertorio; sono inoltre riportati, a titolo di esempio, alcuni prodotti innovativi a matrice rinnovabile.

■ Fig. 2 – Tipologie di prodotto indagate per campo di applicazione e fibra rinnovabile

	Canapa	Sisal	Kenaf	Cocco	Lino	Juta	Carta	Legno	Paglia	Mais	Sughero	Varie
Isolanti a matrice rinnovabile	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0
Polimeri a matrice rinnovabile	0				0			0		0		0
Argille fibrorinforzate								0	0			0
Malte fibrorinforzate	0	0						0			0	
Plastiche fibrorinforzate	0				0		0	0	0			0
Componenti e sistemi	0				0	0	0	0	0			0
Geogriglie		0		0		0		0	0			0

Isolanti a matrice rinnovabile

Quasi tutte le fibre rinnovabili attualmente impiegate in edilizia possono essere utilizzate per la produzione di isolanti (termici e acustici); nello specifico gli isolanti da noi schedati sono ottenuti dalla lavorazione di: canapa, kenaf, cocco, lino, carta riciclata, legno, mais, sughero.

Gli isolanti a matrice rinnovabile sono solitamente composti dall'85% di fibra rinnovabile e per la percentuale residua da fibra di sostegno in poliestere. Nella maggior parte dei casi sono trattati con sali di boro, per migliorare le prestazioni antincendio e la refrattarietà alle muffe.

Alcuni componenti isolanti non necessitano della fibra di sostegno in poliestere: la lignina viene impiegata come legante naturale negli isolanti in fibra di legno e in fibra di cocco; nei componenti isolanti in kenaf e lino vengono utilizzati gli amidi del mais e della patata; gli isolanti in sughero bruno tostato sono termolegati dalle sostanze cerose contenute all'interno dei granuli di sughero.

Gli isolanti a matrice rinnovabile hanno prestazioni paragonabili a quelli di origine sintetica e minerale per quasi tutte le esigenze di isolamento termico² (sia per il periodo invernale che estivo) ed hanno ottime capacità di isolamento acustico. Gli isolanti presentano elevate caratteristiche di permeabilità al vapor d'acqua e all'interno di un involucro traspirante inibiscono il rischio di formazione di condensa e muffe, con conseguente miglioramento del clima interno.

I componenti in forma di pannelli o rotoli vengono impiegati, a seconda della composizione e della densità, per isolamento di pareti verticali (a cappotto, in intercapedine o dall'interno) e per l'isolamento di partizioni orizzontali (solaio, solaio contro terra e manto di copertura). Gli isolanti in carta riciclata vengono posati per insufflaggio nelle intercapedini difficilmente raggiungibili.

La durata è comprovata dalla durata dei tessuti in cotone, lino, canapa e può essere stimata attorno ai 50 anni, nel caso siano rispettate le prescrizioni per una corretta messa in opera.

É particolarmente importante sottolineare la sostenibilità ambientale che caratterizza questi prodotti durante tutto il ciclo di vita, infatti gli isolanti a matrice rinnovabile durante la fase agricola di produzione della materia prima cedono CO² all'ambiente e riescono a compensare la fase produttiva e di messa in opera, almeno in parte, generando un pareggio tra CO² ceduta e utilizzata; sono inoltre riciclabili e il compostaggio è possibile se non vengono utilizzate fibre di rinforzo in poliestere o altri leganti sintetici.

L'implementazione dei componenti isolanti con materiali e tecnologie innovative è possibile, come dimostra l'esperienza sviluppata in Germania³, in cui un pannello in fibra di legno è stato integrato con materiali a cambiamento di fase PCM (Phase Change Materials) al fine di potenziarne le capacità isolanti.

Polimeri a matrice rinnovabile

Sono stati classificati come polimeri a matrice rinnovabile i componenti costituiti totalmente da materiale organico o da una percentuale di fibre rinnovabile maggiore del 50%. I polimeri a matrice rinnovabile possono essere lavorati per estrusione o per iniezione entro stampi, utilizzando i processi di produzione tradizionali dei materiali termoplastici.

Tra i componenti costituiti al 100% da componenti rinnovabili, i polimeri a base di acido polilattico (PLA), derivati dalla fermentazione dell'amido del mais, risultano avere prezzi competitivi e prestazioni paragonabili alle resine termoplastiche. Per questo motivo sono stati introdotti nella grande distribuzione e vengono impiegati per la produzione di film per l'agricoltura, termoformati, elementi espansi per l'imballaggio, riempitivi, stampati a iniezione, ecc.. I bio-polimeri in PLA sono completamente biodegradabili e compostabili.

Bio-polimeri derivati al 100% da fibre rinnovabili, costituiti da lignina (un polimero naturale, sottoprodotto delle industrie del legno), fibre rinnovabili (lino, canapa o altre fibre) e additivi, vengono impiegati principalmente per la realizzazione di oggettistica di piccole dimensioni.

L'impiego di basse percentuali di resine termoplastiche, come polipropilene o polietilene (dal 2 al 30%), mescolate a farina di legno e amidi naturali, permette la realizzazione di profili estrusi di forma complessa con caratteristiche estetiche simili al legno ed elasticità e proprietà meccaniche paragonabili alla plastica. I componenti, definiti anche 'liquid wood', vengono utilizzati per la realizzazione di infissi, elementi frangisole, pavimenti per esterno,

arredamenti e rivestimenti; risultano essere più resistenti agli agenti atmosferici e agli attacchi biologici e necessitano di una manutenzione meno frequente dei componenti in legno.

Plastica fibro-rinforzata

Nel repertorio sono stati schedati prodotti fibro-rinforzati dove il materiale principale è costituito da plastica, malta o argilla e la fibra rinnovabile viene utilizzata come fibra di rinforzo.

Sono stati classificati come componenti in plastica fibro-rinforzata a matrice rinnovabile i prodotti costituiti da un'alta percentuale (maggiore del 50%) di polimeri come: polipropilene, polietilene, poliestere, PVC, ABS, HDPE, HPP, CPP; come materiale di supporto vengono impiegate fibre di canapa, juta, kenaf, sisal e paglia. Le fibre a matrice rinnovabile, mescolate alle resine termoplastiche, vengono impiegate a sostituzione delle fibre di vetro, nell'industria automobilistica e dei trasporti, quando vengono termopressate in stampi. Inoltre possono essere utilizzate come materiale di rinforzo nei processi di estrusione, lavorati poi nuovamente per estrusione o modellati in stampi a iniezione, con i medesimi macchinari utilizzati per la produzione dei polimeri termoplastici. La composizione del materiale può essere dosata in base alla necessità e all' applicazione: la maggiore presenza di fibre naturali generalmente permette di aumentare la resistenza a trazione con un basso costo, mentre il maggiore contenuto di polimeri aumenta la lavorabilità e la plasticità del componente.

La fibra di rinforzo può essere impiegata a sostituzione della fibra di vetro, per la realizzazione di scocche di automobili e rivestimenti interni di treni e navi; la fibra rinnovabile conferisce leggerezza e resistenza all'urto, alta resistenza a trazione, buone caratteristiche di assorbimento acustico, durata e stabilità dimensionale. Inoltre le fibre rinnovabili sono meno abrasive rispetto alle fibre di vetro, non si sbriciolano in caso di urto e sono facilmente lavorabili. Il costo di produzione può essere inferiore dal 5 al 40 % rispetto a quello necessario per le plastiche fibrorinforzate con fibra di vetro.⁵

La plastica fibro-rinforzata ottenuta mescolando le fibre rinnovabili e le resine termoplastiche all'interno di un processo di estrusione viene impiegata per la realizzazione di arredamento per esterni e per interni, componenti edili (manti di copertura, rivestimenti di facciata, tapparelle), componenti per impianti (griglie di aerazione) e imballaggi. La durata e la riciclabilità del componente fibro-rinforzato sono paragonabili a quella del materiale plastico.

Argilla fibro-rinforzata

L'argilla viene impiegata tradizionalmente per la realizzazione di edifici in terra cruda e viene mescolata con fibre di legno, paglia o fibre miste, secondo le tecniche tradizionali del Pisè e dell' Adobe; l'impiego delle fibre di rinforzo contribuisce al miglioramento delle prestazioni meccaniche e antifessurative.

Nel repertorio sono stati schedati alcuni prodotti in argilla fibrorinforzata che comprendono: mattoni e blocchi prefabbricati in
terra pressata mescolata con sabbia e paglia, per la realizzazione
di murature portanti e non, pannelli in fibre di legno e terra cruda,
componenti sfusi (ad esempio argilla e trucioli di legno o fibre miste) per la realizzazione di intonaci e riempimento di pareti e solai.
I componenti in argilla fibro-rinforzata forniscono un eccellente
isolamento acustico e un'alta capacità di accumulo termico, sono
buoni regolatori di umidità e temperatura dell'aria e contribuiscono al miglioramento del confort ambientale.

■ Fig. 3 – Fase di montaggio di un pannello multistrato prefabbricato in legno (B&B A Casa Mia – Bologna)



Malta fibro-rinforzata

Alcune fibre rinnovabili tra cui canapa, sisal, sughero sono utilizzate come fibra di rinforzo nelle malte fibrorinforzate, per la realizzazione di intonaci e massetti, caratterizzati da un ritiro a maturazione ridotto e da una buona resistenza a compressione.

Le fibre di rinforzo in canapa e sisal vengono impiegate nelle malte fibrorinforzate per la realizzazione di riempimento di murature, massetto alleggerito, sottofondo per pavimenti, rinzaffo e intonaco di alta qualità.

La porosità della materia composta assicura una atmosfera secca e sana in tutte le stagioni, tale da migliorare il confort termico dell' ambiente grazie anche ad un alto isolamento termico e acustico, alla permeabilità al vapore acqueo e alla resistenza all'attacco di muffe e insetti.

Componenti e sistemi a matrice rinnovabile

Nella sezione componenti e sistemi a matrice rinnovabile sono stati selezionati principalmente sistemi costruttivi innovativi, ma anche componenti quali pannelli ad alta, media, bassa densità, per la realizzazione di pareti, arredamenti, rivestimenti interni ed esterni, blocchi, blocchi fibro-rinforzati per la realizzazione di murature, solai e casseri; per questi impieghi le fibre principalmente utilizzate sono in legno, paglia, canapa e carta riciclata.

Il legno è certamente il materiale maggiormente impiegato per la realizzazione di componenti strutturali e non, ad alte prestazioni (vedi fig. 3). Tra i componenti e sistemi costruttivi in legno schedati nel repertorio, sono presenti i pannelli strutturali multistrato per la realizzazione di pareti e solai portanti, blocchi in trucioli di legno mineralizzati per la realizzazione di un sistema costruttivo completo, blocchi per la realizzazione di pareti portanti e non, pannelli stratificati per la realizzazione di arredamenti interni, pannelli per il rivestimento di facciata esterno, etc.

I componenti in fibra di canapa e lino sono impiegati per la realizzazione di pannelli a media e bassa densità per la produzione di elementi di arredo o di tramezzi.

In Francia e in Inghilterra sono stati sperimentati sistemi costruttivi che vedono l'impiego di blocchi o lastre costituiti da canapulo (una parte dello stelo della canapa), calce aerea e idraulica. I bloc-

chi in calce e canapa permettono la realizzazione di pareti di tamponamento non portanti, supportate da una struttura in legno.

Le fibre di paglia vengono utilizzate anche per la realizzazione di pannelli strutturali portanti: i pannelli, costituiti da fibre di paglia termopressate con resine sintetiche e amidi naturali all'interno di una struttura in OBS⁶, vengono impiegati per la realizzazione di pareti esterne e tramezze, solai, controsoffitti e coperture, con una eventuale struttura di sostegno in legno o metallo. I pannelli in fibra di paglia hanno costi paragonabili a quelli dei pannelli prefabbricati in cemento e delle murature convenzionali ma presentano migliori prestazioni di isolamento termico e acustico.

Un sistema costruttivo prefabbricato "ModCell" messo a punto dallo studio inglese White Design⁷, utilizza le balle di paglia e la canapa all'interno di una struttura modulare in legno per la realizzazione di elementi prefabbricati ad alta efficienza energetica. Il sistema risulta innovativo per le modalità con cui viene impiegata la paglia, all'interno di un elemento prefabbricato.

Fig. 4 - Repertorio on-line



Geogriglie

Le geogriglie in fibre rinnovabili vengono impiegate come bioreti o biostuoie per la protezione anticorrosiva dei suoli e per permettere la semina su forti pendii. Le geogriglie sono solitamente realizzate con fibre di cocco, paglia, legno, reti di juta. Le biostuoie sono costituite da uno strato di materiale naturale biodegradabile sciolto, racchiuso su due lati mediante due reti in polipropilene fotodecomponibili; tra lo strato di materiale naturale e una rete viene solitamente interposto un sottile strato di cellulosa avente la duplice funzione di ritentore dei semi e di strato igroscopico. La durata media del materiale è compresa fra 1 e 2 stagioni vegetative.

Il repertorio on line

Le schede che costituiscono il repertorio cartaceo sono state informatizzate in una applicazione web che, dal sito di Larco, www.ico-slarco.it (vedi Fig. 4), consente di consultare, on line, il "Repertorio dei materiali e componenti innovativi a matrice rinnovabile".

Per la consultazione del repertorio, sono state impostate due diverse modalità di ricerca:

- ▶ ricerca per categoria, suddivisa nelle sette categorie di prodotto: isolanti, polimeri a matrice rinnovabile materiali fibrorinforzati (argille, malte, plastiche), componenti e sistemi, geogriglie. All'interno di ogni categoria è possibile selezionare l'applicazione specifica; nella categoria isolanti ad esempio la ricerca può essere ristretta a isolamento a cappotto, isolamento a intercapedine, isolamento interno, ecc;
- ▶ ricerca rispetto all'ambito di impiego, per scomposizione dell'edificio in undici unità tecnologiche (pareti, copertura, arredamento, solaio interpiano, ecc..). In base all'elemento tecnologico selezionato è possibile individuare i prodotti utilizzabili per quel tipo di impiego suddivisi nelle corrispondenti categorie merceologiche (per es. isolanti, plastiche fibrorinforzate ecc).

Le Schede di Prodotto

Per poter effettuare un confronto tra i prodotti individuati, i dati e le informazioni forniti dalle aziende produttrici sono stati inseriti in una scheda, che si articola nelle seguenti sezioni:

- ▶ identificazione del prodotto (classificazione, nome commerciale, produttore, paese di produzione, contatti);
- ▶ descrizione del prodotto (composizione, descrizione dei campi principali di applicazione);
- ▶ proprietà e caratteristiche del prodotto (caratteristiche fisiche, termiche, acustiche, di sicurezza e di ciclo di vita del componente, descrizione dell'innovazione individuata, del comportamento ecologico e sostenibile, delle certificazioni);
- ▶ esempi applicativi (un elenco dei cantieri in cui è stato impiegato il prodotto, prezzo di vendita, immagini del prodotto e delle applicazioni);

La sezione della scheda in cui vengono raccolte le proprietà e le caratteristiche del prodotto varia in base al tipo di applicazione (isolanti, componenti e sistemi, plastiche fibro-rinforzate ecc), per consentire l'illustrazione dei dati più significativi.

VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DI ISOLANTI A MATRICE RINNOVABILE

La scelta di definire la procedura di valutazione della sostenibilità degli isolanti, invece che di altre categorie di componenti a matrice rinnovabile, deriva dalla considerazione che la categoria degli isolanti riveste la maggiore importanza per il settore delle costruzioni, ed è caratterizzata da un mercato in forte espansione, anche in conseguenza della emanazione delle normative sul risparmio energetico, che recepiscono le indicazioni contenute nella 2002/91 CE.

In questo quadro appare indispensabile che progettisti, committenti e imprese di costruzione scelgano il materiale isolante considerando non solo le sue prestazioni tecniche, la sua idoneità ai diversi impieghi richiesti e il suo costo di mercato - come fino ad oggi è avvenuto - ma anche in base al livello di sostenibilità e qualità ecologica dei prodotti disponibili.

È opportuno sottolineare che il sistema di valutazione prestazionale LaRCo non è un sistema di certificazione di prodotto, ma è stato messo a punto e testato per valutare la sostenibilità ambientale degli isolanti in tutte le fasi del ciclo di vita; si configura pertanto come uno strumento di supporto, costituito da una check list di requisiti e specifiche di prestazione, per quei soggetti che intendono sviluppare la produzione di componenti e prodotti in fibra rinnovabile, al fine di sollecitarne l'innovazione.

La procedura di valutazione degli isolanti (vedi fig. 5) si configura come un'analisi completa di tutte le fasi della vita del prodotto a partire dalla valutazione della sostenibilità del processo produttivo, per passare alla valutazione delle caratteristiche tecniche del prodotto, ma comprende anche la valutazione delle fasi di messa in opera e del comportamento durante l'uso.

È particolarmente importante sottolineare che questi ultimi due aspetti rappresentano un elemento di approfondimento ed innovazione rispetto a ciò che propongono gli altri protocolli esistenti, a maggior ragione se si tiene conto delle tendenze in atto a livello normativo che prevedono l'introduzione della certificazione energetica dell'edificio.

La procedura di valutazione degli isolanti a matrice rinnovabile si divide in quattro fasi principali, che illustriamo qui di seguito.

Valutazione di sostenibilità del processo produttivo

I criteri Ecolabel⁸ di qualità ecologica sono stati utilizzati come traccia portante della procedura di valutazione, soprattutto per la prima fase e nelle relative sottofasi, dalla pre-produzione della materia prima, alla fase agricola, a quella di lavorazione delle fibre, del pannello, fino al prodotto finito.

Secondo questo protocollo la qualità ecologica viene esaminata in base a criteri di sostenibilità come qualità dell'aria e dell'acqua, protezione dei suoli, riduzione dei rifiuti, risparmio energetico, gestione delle risorse naturali, sicurezza ambientale e salute.

Valutazione delle caratteristiche tecniche del prodotto

Le prestazioni tecniche del prodotto sono valutate in base ai requisiti previsti dalla marcatura CE⁹, e alle indicazioni fornite dalle normative europee e nazionali (EN ISO, UNI, ecc.) quando esistenti.

Le caratteristiche fisiche, le proprietà termiche, acustiche, meccaniche, la sostenibilità ambientale del componente isolante vengono valutate in base alle certificazioni e alle prove di laboratorio fornite dal produttore.

Valutazione della sostenibilità della messa in opera

La terza fase di valutazione di sostenibilità si basa su criteri di qualità ecologica Ecolabel nelle sottofasi di imballaggio, distribuzione e messa in opera. Gli aspetti presi in considerazione, sono quelli relativi alla sicurezza ambientale, sicurezza degli operatori e alla riduzione dei rifiuti. Per una corretta valutazione di questi aspetti è necessario che al prodotto sia allegata la documentazione relativa alle caratteristiche e alla composizione del componente, la scheda di sicurezza, le indicazioni per lo stoccaggio in cantiere, per la corretta messa in opera e per il trattamento dei rifiuti.

Mantenimento delle caratteristiche nel tempo

Le prestazioni in opera del componente isolante vengono rilevate attraverso l'indagine e il sopralluogo in edifici selezionati in cui sono stati impiegati gli isolanti analizzati nella procedura di valutazione. L'indagine delle prestazioni in opera del componente vengono effettuate con strumentazione specifica: termocamera, fonometro e strumentazione per il rilievo delle condizioni igrotermiche dell'ambiente. Durante il sopraluogo vengono inoltre rilevate le eventuali anomalie e difetti costruttivi (presenza di muffe, infiltrazioni e efflorescenze, distaccamenti, etc..).

■ Fig. 5 – Struttura della procedura di valutazione LaRCo

FASI	SOTTO-FASI				TERI abel	DI V	NE D	CE Ciclo di vita						
	Materie Prime					0								
(1)Sostenibilità del processo produttivo	Produzione agricola Lavorazione Fibre/ Componente	0	0	0	0	0	0							
(2) Caratteristiche tecniche del prodotto	Prodotto finito Imballaggio e distribuzione			\cap			\cap	0	0	0	0	0	0	0
(3) Sostenibilità della messa in opera	Messa in opera			ŏ			Ö							
(4) Mantenimento delle caratteristiche nel tempo	Prestazioni in uso Riciclaggio e riutilizzo			0			0	0	0		0			
		Qualità dell'ocqua e dell'aria	Protezione dei suoli	Riduzione dei riffuri	Risparmio energetico	Gestione delle risorse naturali	Sicurezza	Termiche	Acustiche	Sicurezzo	Attacabilità biologica	Incidenza energetica	Durata	Riciclobilità

Metodo di valutazione

Differenti fasi di analisi, diversità dei criteri di valutazione, non omogeneità dei criteri di prova e delle unità di misura, nonché molteplicità dei sistemi di riferimento normativi (nazionale, europeo) hanno suggerito l'adozione di 'sistemi a punteggio'¹⁰ per il confronto delle caratteristiche di sostenibilità dei materiali isolanti della procedura LaRCo.

Infatti il metodo di valutazione a 'punteggio', tramite la formulazione di giudizi numerici, permette di valutare la sostenibilità ambientale di un prodotto pur in presenza di una serie di informazioni e dati in ingresso di natura estremamente eterogenea e permette di effettuare confronti fra un prodotto e un altro.

Il metodo di valutazione a punteggio prevede:

- ▶ la definizione di indicatori di valutazione organizzati per aree, criteri e fasi; le unità di misura differiscono in base all'indicatore, in particolare vi sono indicatori di tipo qualitativo (giudizi soggettivi formulati dal rilevatore), quantitativo (%, peso, energia consumata, etc) calibrati in base a valori soglia determinati dalle normative specifiche a scala regionale/nazionale e indicatori basati sulla presenza/assenza di certificazioni, attestati, documenti richiesti;
- ▶ Il giudizio per ogni criterio di sostenibilità viene assegnato su un 'range' numerico che varia da −2 a +3, in cui il valore 0 corrisponde solitamente ad un allineamento delle prestazioni con quanto viene richiesto dalla normativa;
- ▶ Il metodo di calcolo per la valutazione delle prestazioni dell'isolante viene effettuato per somma e media aritmetica dei valori numerici corrispondenti ai singoli criteri di sostenibilità individuati per ogni fase e sottofase;
- ▶ Il giudizio finale si compone di quattro numeri, corrispondenti ad uno per ogni singola fase di valutazione.

Il prodotto viene considerato sostenibile se la valutazione di tutte le fasi è caratterizzata da un punteggio maggiore di zero. È importante sottolineare che il giudizio numerico è influenzato principalmente da due fattori rilevanti:

▶ la presenza di una documentazione completa, così come richiesto dalla procedura di valutazione (analisi del ciclo di vita tipo LCA, prove di laboratorio, attestazioni, schede di sicurezza, ecc.)

▶ la possibilità di avere informazioni sulla messa in opera e sul comportamento in uso, riscontrato con la strumentazione tecnica del Laboratorio LaRCo.

Schede di Valutazione del Prodotto

Le schede di valutazione del prodotto sono schede di descrizione del componente isolante e vengono realizzate sulla struttura a quattro fasi della procedura di valutazione degli isolanti a matrice rinnovabile. Le schede di valutazione del prodotto contengono anche i giudizi numerici relativi alle quattro fasi del ciclo di vita del componente.

Le informazioni contenute nella scheda di valutazione del prodotto sono infatti sia quelle acquisite dai certificati e dalla documentazione tecnica, sia le informazioni ottenute dalle prove in opera, effettuate su edifici esemplari, realizzate grazie alla collaborazione con il Laboratorio LaRCo OR 1.2 'Sistemi impiantistici e di automazione degli edifici'. Le informazioni relative alla messa in opera e allo smaltimento alla fine del ciclo di vita vengono fornite dai produttori, dalle imprese e dai progettisti.

Nei risultati on-line, le schede di valutazione del prodotto vengono inserite sia nel Repertorio delle tecnologie innovative, in corrispondenza delle schede dei relativi isolanti, sia come risultato della procedura di valutazione, nella apposita sezione; le schede sono scaricabili dal sito internet www.icoslarco.it.

CONCLUSIONI

A conclusione della ricerca è possibile formulare alcune considerazioni di carattere generale. In primo luogo abbiamo osservato che la maggior parte dei prodotti a "matrice rinnovabile" si differenzia dai prodotti omologhi tradizionali per un impatto ambientale molto meno marcato, se consideriamo il quantitativo di energia primaria necessaria alla produzione.

Un altro aspetto da sottolineare è il grado di innovatività e sviluppo tecnologico che molti prodotti presentano. In particolare i sistemi costruttivi (e particolarmente quelli in legno) vengono realizzati con l'impiego di tecnologie a controllo numerico che ne assicurano una elevata qualità. Alcuni polimeri a matrice rinnovabile e plastiche fibro-rinforzate sono caratterizzati da prestazioni comparabili alle resine termoplastiche mentre gli isolanti a matrice rinnovabile hanno raggiunto ormai prestazioni analoghe a quelli sintetici e di origine minerale.

Gli esiti della procedura di valutazione degli isolanti, sintetizzati nelle schede di prodotto, hanno evidenziato che i componenti, nelle singole fasi del ciclo di vita, hanno ottenuto tutti un punteggio superiore a zero, ma solo alcuni sono caratterizzati da un punteggio superiore a 1 che denota, nel sistema di valutazione LaRCo, un livello di eccellenza.

Tra gli aspetti problematici emersi nella messa a punto della procedura di valutazione abbiamo riscontrato in particolare:

- ▶ difficoltà di reperimento della documentazione necessaria per la compilazione della scheda di prodotto, poichè l'attenzione alle problematiche ambientali è sviluppata ancora solo da poche aziende;
- ▶ difficoltà di effettuare le prove in opera, realizzate solo per alcune tipologie di isolanti.

Bisogna inoltre sottolineare che le prove in opera effettuate sono state condotte con lo scopo di ricercare le prestazioni complessive degli elementi di involucro: si è ritenuto infatti che in questo contesto ciò fosse più significativo che non effettuare valutazioni sulle prestazioni (termiche e acustiche) del singolo componente isolante.

L'esperienza condotta porta a sottolineare la necessità di:

- ▶ continuare la valutazione degli elementi di involucro analizzati in opera, per avere 'feedback' reali sul comportamento nel tempo degli isolanti a matrice naturale. Se le valutazioni effettuate possono essere considerate come valutazioni al tempo t0, è necessario ampliare questa indagine per avere confronti al tempo t1 e t2;
- ▶ esplorare le possibile applicazioni di protocolli per la valutazione del comportamento ambientale a tutti i materiali da costruzione. Gli strumenti già esistenti come analisi LCA, certificazione Ecolabel, EPD (Enviromental Product Declaration), oppure quelli studiati ad hoc in LaRCo possono essere impiegati a questo scopo.

In questo modo è possibile sensibilizzare progettisti, imprese e utenti finali per creare una coscienza dell'impatto ambientale dei materiali da costruzione, in modo tale da permettere di effettuare scelte non solo in base a criteri estetici e di ordine economico.

É inoltre da sottolineare la necessità di spingere le aziende produttrici verso attività di ricerca che prevedano l'utilizzo di fibre e materiali naturali per la definizione di componenti multifunzionali a prestazioni avanzate, linea di tendenza che è già stata espressa – come domanda di innovazione – dal 7 Programma Quadro di Ricerca dell'Unione Europea.

Note e riferimenti

- ¹ ECTP, Strategic Research Agenda for the European Construction Sector
- Achieving a sustainable and competitive construction sector by 2030,
 December 2005
- ² Sono escluse applicazioni in contesti caratterizzati da forte presenza di umidità
- ³ Rubitherm FB (Germania), www.rubitherm.com
- ⁴Arboform, TECNARO GmbH, spin-off del Fraunhofer-Institut Chemische Technologie (ICT), www.tecnaro.de

- 5 FlexForm- FlexForm Technologies, www.flexformtech.com
- ⁶ Pannelli a particelle orientate a base legnosa (OSB)
- ⁶ ModCEll, White Design, www.white-design.co.uk
- ⁷ Ecolabel, Regolamento CE n. 1980/2000 del parlamento Europeo e del Consiglio del 17 Luglio 2000 relativo al sistema comunitario, riesaminato, di assegnazione di un marchio di qualità ecologica
- ⁸ Marchio CE, DPR 21 aprile 1993, n. 246 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione
- Ormai sono moltissimi i sistemi a punteggi usati in diversi contesti per confrontare le prestazioni di prodotti simili rispetto a caratteristiche non omogenee. Ne sono un esempio significativo tutti i sistemi di valutazione della sostenibilità del costruito usati anche a livello internazionale : BREA-AM (UK), LEED (USA), GBTool (Canada), Itaca (I), ANAB 100

Alessandro Fassi e Laura Maina, "L'isolamento ecoefficiente, Guida all'uso dei Materiali naturali", Edizioni Ambiente, Milano, 2006.

Valeria Tatano, "Materiali Naturartificiali, tendenze innovative nel progetto di architettura", Officina Edizioni, Roma 2006.

Ugo Sasso, "Isolanti Si Isolanti No", Alinea Editrice, Firenze 2003.