

# **Agris**

Agenzia regionale  
per la ricerca in agricoltura



REGIONE  
AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA

---

*QUADERNI DEL DIRSS*

*DIPARTIMENTO DELLA RICERCA PER IL SUGHERO E LA SELVICOLTURA*

---

N° 13

## **Pannelli destinati all'isolamento termico. Abbinamento sughero – lana**

G. Marzeddu, M. Giua, F. Pampiro

Tempio Pausania  
2015

## **Pannelli destinati all'isolamento termico. Abbinamento sughero – lana**

**G. Marzeddu, M. Giua, F. Pampiro**

*Agris Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicoltura, via Limbara 9,  
07029 Tempio Pausania – Italia.*

*Corresponding author: Gianfranco Marzeddu (gmarzeddu@agrisricerca.it)*

### **Riassunto**

È stato condotto uno studio per valutare l'efficienza dell'abbinamento sughero-lana di pecora sarda nella costruzione di pannelli destinati all'isolamento termo-igrometrico in edilizia.

Il sughero e la lana di pecora sono risorse particolarmente importanti per l'economia della Sardegna e rivestono grande importanza anche sotto l'aspetto ecologico ambientale in quanto risorse rinnovabili.

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che un pannello costituito da uno strato di lana compreso fra due strati di sughero (tricomponente) registra le migliori prestazioni sia rispetto a pannelli monocomponente) di lana o di sughero, sia rispetto a pannelli costituiti da uno strato di lana e uno di sughero (bicomponente). Nel pannello tricomponente, infatti, la presenza della lana garantisce bassi valori di conduttività termica, mentre, la presenza di due strati di sughero garantisce un migliore sfasamento temporale.

Relativamente all'assorbimento d'acqua per lungo periodo, i pannelli monocomponente evidenziano risultati migliori rispetto ai pannelli compositi.

**Parole chiave:** pannello, sughero, lana di pecora, isolamento, bioedilizia.

### **Abstract**

A study to evaluate the efficiency of matching cork panels and Sardinian sheep's wool in thermohygroscopic insulation was performed.

Cork and sheep's wool are particularly important to the economy of Sardinia as well from the environmental point of view as renewable resources.

The results showed that the panel consisting of a layer of wool between two layers of cork (three-component) records the best performance compared to both monocomponent panels of wool or cork, as well as to panels consisting of a layer of wool and cork (bicomponent).

In the three-component panel, in fact, the presence of the wool ensures low thermal conductivity values, while, the presence of two layers of cork ensures a better thermal lag.

Regarding the water absorption for a long period, monocomponent panels showed better results than the composite panels.

**Key words:** panel, cork, sheep's wool, insulation, green building.

## **Introduzione**

Il sughero e la lana di pecora sono risorse particolarmente importanti per l'economia della regione Sardegna e rivestono grande importanza anche sotto l'aspetto ecologico ambientale in quanto risorse rinnovabili.

La coltivazione della quercia da sughero si estende nell'isola su una superficie di ca. 210.000 ettari che rappresentano circa l'82 % del totale nazionale.

Il comparto ovino in Sardegna consta di circa 17.000 allevamenti con circa 3.300.000 capi ovini (PSR 2007-2013). Il 95÷97 % è costituito da pecore di razza Sarda e per il restante 3÷5 % da pecore meticcie; a livello regionale viene stimata una produzione complessiva annua di lana di circa 3.700<sup>1</sup> tonnellate.

Entrambi i materiali trovano già spazi applicativi nella bioedilizia e bioarchitettura per le caratteristiche e per il basso dispendio energetico di produzione (pari al 3÷10 % rispetto alla produzione di altri materiali coibenti) e valore negativo per l'effetto serra (CO<sub>2</sub> riduttore).

L'applicazione del sughero nella bioedilizia è legata all'isolamento termo-acustico di intercapedini, sottopavimenti, sottotetti e sottotegole ed all'isolamento a cappotto interno ed esterno degli edifici.

L'applicazione della lana in questo ambito è proposta sotto forma di feltro isolante, tappetini, pannelli e lana di tamponatura.

Il presente lavoro si propone di effettuare una valutazione sotto il profilo termogrametrico dell'abbinamento sughero-lana in pannelli destinati alla coibentazione di edifici.

---

<sup>1</sup> Elaborazione e stima approssimativa sulla base di dati forniti dalla BDN dell'anagrafe zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'IZS Abruzzo e Molise e sulla base degli standard produttivi per razza forniti dall'Asso.Na.Pa. (2009-2011).

## Materiali e metodi

Sono stati utilizzati pannelli di sughero agglomerato e materassini di lana di pecora sarda, disponibili sul mercato, aventi diversi spessori e masse volumiche, i cui valori sono riportati in tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche nominali dei materiali utilizzati per la sperimentazione.

MATERIALE	MASSA VOLUMICA (kg/m <sup>3</sup> )	SPESSORE (mm)
Sughero	260	10
	180	20
	160	30
	160	60
Lana	50	30

Sono stati testati pannelli monocomponente di sughero e di lana e pannelli bi e tri componente ottenuti dall'accoppiamento di questi materiali.

Sono stati sottoposti a prova pannelli aventi spessore nominale di 60 mm, identificati come segue:

- Pannello *monocomponente di sughero*;
- Pannello *monocomponente di lana* realizzato dall'accoppiamento di due materassini di lana aventi spessore nominale di 30 mm;
- Pannello *bicomponente sughero-lana* realizzato dall'accoppiamento di un componente di sughero e da uno di lana aventi spessore nominale di 30 mm;
- Pannello *tricomponente sughero-lana-sughero* realizzato dall'accoppiamento di sughero (spessore nominale 10 mm), lana (spessore nominale 30 mm) e sughero (spessore nominale 20 mm).

I pannelli costituiti da più componenti sono stati realizzati con la semplice sovrapposizione delle diverse parti senza il ricorso a colle e/o altri leganti.

Tutti i pannelli sono stati caratterizzati attraverso l'esecuzione delle prove riassunte in tabella 2. Ogni prova è stata eseguita su n° 15 provini. Per lo studio sono stati realizzati, complessivamente, n° 300 provini.

Tabella 2. Prove eseguite per la caratterizzazione dei pannelli allo studio.

N°	PROVA	CARATTERI MISURATI E/O CALCOLATI
1	Controllo della massa volumica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensioni</li> <li>- Spessore</li> <li>- Massa</li> <li>- Massa volumica</li> </ul>
2	Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione per lungo periodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variazione della massa</li> <li>- Assorbimento d'acqua</li> </ul>
3	Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permeabilità del vapore acqueo</li> <li>- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo</li> </ul>
4	Prestazione termica dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduttività termica</li> <li>- Resistenza termica</li> <li>- Gradiente termico</li> <li>- Flusso termico medio</li> </ul>
5	Determinazione dello sfasamento termico e del fattore di attenuazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sfasamento termico</li> <li>- Fattore di attenuazione (smorzamento)</li> </ul>

#### *Determinazione della massa volumica*

La massa volumica è stata determinata in conformità della norma UNI ISO 2189:1989 *Agglomerati puri espansi di sughero - Determinazione della Massa Volumica Apparente*.

Per la misura della massa è stata utilizzata una bilancia tecnica con risoluzione 0,01 g. Per le misure della lunghezza e della larghezza è stato utilizzato un metro digitale avente campo di misura da 0 a 5.500 mm e risoluzione 0,1 mm, per la misura dello spessore è stato utilizzato un comparatore digitale con tastatore piatto, avente campo di misura da 0 a 50 mm e risoluzione 0,001 mm. Per la misura dello spessore dei pannelli di lana di pecora è stata utilizzata una riga graduata, avente campo di misura da 0 a 300 mm e risoluzione 0,5 mm.

#### *Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione per lungo periodo*

La prova è stata eseguita in conformità alla norma UNI EN 12087:1999 *Isolanti termici per edilizia – Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione per lungo periodo*, con l'applicazione del metodo "Assorbimento d'acqua per immersione totale per lungo periodo" (metodo 2A - sgocciolamento).

Per la misura della massa è stata utilizzata una bilancia tecnica con risoluzione 0,01 g. Per le misure della lunghezza e della larghezza è stato utilizzato un metro digitale avente campo di misura da 0 a 5.500 mm e risoluzione 0,1 mm, per la misura dello spessore è stato utilizzato un comparatore digitale con tastatore piatto, avente campo di misura da 0 a 50 mm e risoluzione 0,001 mm. Per la misura dello spessore dei pannelli di lana di pecora è stata utilizzata una riga graduata, avente campo di misura da 0 a 300 mm e risoluzione 0,5 mm.

#### *Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo.*

La prova è stata eseguita in conformità alla norma UNI EN 12086:1999 *Isolanti termici per edilizia – Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo.*

Per la misura della massa è stata utilizzata una bilancia tecnica con risoluzione 0,01 g.

Per il trattamento in cella climatica è stata utilizzata una macchina con campi di misura  $T = (+10 \div +95) \text{ °C}$  e  $U_R = (+10 \div +98) \%$  e risoluzione  $T = 0,1 \text{ °C}$  e  $U_R = 0,1 \%$ .

#### *Determinazione delle prestazioni termiche*

La prestazione termica dei pannelli è stata determinata mediante l'applicazione del metodo UNI EN 12667: 2002 *Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia – Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro. Prodotti con alta e media resistenza termica.* La prova è stata eseguita alle temperature medie di 5, 10 e 30 °C con  $\Delta T$  di 20 °C.

#### *Determinazione dello sfasamento termico e del fattore di attenuazione*

Lo sfasamento termico ed il fattore di attenuazione (smorzamento) sono state determinate in conformità alla norma UNI EN ISO 13786:2008 “*Prestazione termica dei componenti per l’edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo*”, con l’ausilio del foglio di calcolo “*UNI-EN-ISO-13786\_Andrea\_Ursini\_Casalena-mygreenbuildings.org\_V2-2.xls*”, disponibile sul sito internet [www.mygreenbuildings.org](http://www.mygreenbuildings.org).

## Analisi dei risultati

I risultati della sperimentazione sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3. Schema riassuntivo dei risultati, espressi come valori medi, dei controlli eseguiti sui pannelli in esame.

PARAMETRI	PANNELLI			
	SUGHERO	LANA	SUGHERO-LANA	SUGHERO-LANA-SUGHERO
Spessore	59,2 mm	39,8 mm	47,0 mm	51,2 mm
Massa volumica apparente	158,6 kg/m <sup>3</sup>	75,8 kg/m <sup>3</sup>	126,0 kg/m <sup>3</sup>	161,6 kg/m <sup>3</sup>
Conducibilità termica <i>Prova effettuata a <math>T_m = 10</math> °C e <math>\Delta T = 20</math> °C.</i>	0,0459 W/m·K	0,0327 W/m·K	0,0396 W/m·K	0,0416 W/m·K
Resistenza termica <i>Prova effettuata a <math>T_m = 10</math> °C e <math>\Delta T = 20</math> °C.</i>	1,289 m <sup>2</sup> ·K/W	1,218 m <sup>2</sup> ·K/W	1,188 m <sup>2</sup> ·K/W	1,230 m <sup>2</sup> ·K/W
Gradiente termico <i>Prova effettuata a <math>T_m = 10</math> °C e <math>\Delta T = 20</math> °C.</i>	338,3 K/m	504,9 K/m	426,1 K/m	392,1 K/m
Flusso termico medio <i>Prova effettuata a <math>T_m = 10</math> °C e <math>\Delta T = 20</math> °C.</i>	15,5 W/m <sup>2</sup>	16,5 W/m <sup>2</sup>	16,9 W/m <sup>2</sup>	16,3 W/m <sup>2</sup>
Sfasamento Termico	71 minuti	22 minuti	43 minuti	61 minuti
Fattore di attenuazione	0,980	0,998	0,993	0,986
Assorbimento d'acqua per immersione per lungo periodo.	21,5 %	21,8 %	27,4 %	32,6 %



Riguardo lo spessore dei pannelli si evidenzia che solo per il pannello di sughero vi è una corrispondenza fra lo spessore nominale e lo spessore misurato. Per tutti gli altri pannelli lo spessore misurato è sempre inferiore allo spessore nominale a causa della limitata elasticità della lana. I materassini di lana di pecora, infatti, sono commercializzati in rotoli pressati e una volta srotolati e disposti, anche per giorni, su superfici piane non raggiungono mai lo spessore registrato prima dell'imballaggio (spessore misurato inferiore di circa il 35 % dello spessore nominale).

Per la massa volumica si registrano valori compresi nell'intervallo (75,8 ÷ 161,6) kg/m<sup>3</sup> dove il valore più basso è relativo al pannello monocomponente in lana e il valore più alto è registrato per il pannello tri-componente sughero-lana-sughero.

Le migliori prestazioni termiche sono state registrate per il monocomponente di lana con valori di conduttività termica pari a 0,0327 W/m·K. Il pannello monocomponente di sughero ha fatto registrare i valori più alti 0,0459 W/m·K. I pannelli bi- e tri-componente hanno fatto registrare valori intermedi.

Lo sfasamento temporale<sup>2</sup> migliore è stato registrato per il pannello monocomponente di sughero (71 minuti) mentre per il pannello monocomponente di lana è stato registrato lo sfasamento temporale peggiore (22 minuti).

L'assorbimento d'acqua per immersione per lungo periodo è risultato simile per i pannelli monocomponente di sughero e monocomponente di lana (rispettivamente 21,5 e 21,8 %). I pannelli bi- e tri-componenti hanno fatto registrare valori più alti, rispettivamente, 27,4 e 32,6 %. In questa prova le peggiori prestazioni registrate per i pannelli costituiti da più componenti potrebbero essere imputate anche alle modalità di assemblaggio adottate che hanno previsto una semplice sovrapposizione delle diverse parti senza il ricorso a colle e/o altri leganti.

Le prove eseguite per la determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo non hanno avuto esito positivo. Infatti, i substrati di sughero agglomerato e di lana di pecora presentano una notevole permeabilità al vapore acqueo e, conseguentemente, la determinazione di tali proprietà è risultata altamente critica.

Le esperienze condotte nella costituzione dell'insieme di prova e nell'esecuzione delle misure, unitamente ad un confronto con i tecnici del laboratorio dell'Istituto Giordano<sup>3</sup>, hanno evidenziato che, per le caratteristiche del materiale testato, le misure dovrebbero essere rilevate all'interno della stessa camera climatica in cui viene mantenuto l'insieme di prova.

Pertanto, non disponendo di una camera climatica adeguata, pur avendo adottato tutti gli accorgimenti necessari per allestire gli insiemi di prova, non si è stati in grado di rilevare misure attendibili.

---

<sup>2</sup> Lo "sfasamento termico" o "sfasamento temporale" è il tempo necessario affinché il picco massimo della temperatura esterna attraversi completamente il componente edilizio producendo un picco massimo della temperatura interna (UNI EN ISO 13786:2008 "Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo").

<sup>3</sup> Visita presso i laboratori di Bellaria (Marzo 2012).

## **Conclusioni**

La caratterizzazione eseguita ha evidenziato che, fra i pannelli presi in esame, il pannello monocomponente di lana registra la conduttività termica migliore e lo sfasamento termico peggiore, il pannello monocomponente di sughero, al contrario, fa rilevare la conduttività termica peggiore e lo sfasamento termico migliore.

I pannelli compositi evidenziano caratteristiche intermedie per entrambi i caratteri; in particolare, il pannello tricomponente registra i migliori risultati. Infatti, in questo pannello, la presenza della lana diminuisce i valori di conduttività termica e la presenza di due strati di sughero aumenta i valori di sfasamento temporale.

Relativamente all'assorbimento d'acqua per lungo periodo, i pannelli monocomponente evidenziano risultati migliori rispetto ai pannelli compositi.

Ulteriori studi dovranno prendere in esame pannelli compositi sughero-lana nei quali la componente sughero abbia sempre lo stesso spessore e la stessa massa volumica con modalità di assemblaggio delle diverse componenti che preveda l'uso di colle o di altri leganti.

## **Ringraziamenti**

Hanno partecipato al progetto i Sigg.ri Annamaria Inzaina, Mauro Maciocco, Roberta Manuedda e Gavino Saba che si ringraziano per la fattiva collaborazione nello svolgimento delle attività di competenza.

## **Riferimenti Bibliografici**

- L. Agnoletto, P. Brunello, N. Torbol, R. Zecchin, *Metodo semplificato per la valutazione del comportamento termico degli edifici in regime periodico stabilizzato, Risparmio di energia nel riscaldamento degli edifici*, n° 3, C.N.R. – PEG, 1980.
- L. De Santoli, *Fisica Tecnica Ambientale*, Vol. 2, CEA, Milano.
- UNI EN 12667:2002 “*Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia. Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro. Prodotti con alta e media resistenza termica*”.
- UNI ISO 2189:1989 “*Agglomerati puri espansi di sughero - Determinazione della Massa Volumica Apparente*”.
- UNI EN 12086:1999 “*Isolanti termici per edilizia – Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo*”.
- UNI EN 12087:1999 “*Isolanti termici per edilizia – Determinazione dell’assorbimento d’acqua per immersione per lungo periodo*”.
- UNI EN ISO 13786:2008 “*Prestazione termica dei componenti per l’edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo*”.
- ISO 9869:1994 “*Thermal insulation – Building elements - In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance*”.
- UNI EN ISO 13786:2008 “*Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo*”.
- UNI EN ISO 6946:2008 “*Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo*”.
- UNI EN 15603:2008 “*Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica*”.