

VALUTAZIONE TEORICA E SPERIMENTALE DELLE PROPRIETA' DI ISOLAMENTO ACUSTICO DI PANNELLI IN SUGHERO

Cinzia Buratti, Elisa Moretti, Nicola Sisti

Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Perugia

1. Introduzione

L'attuale normativa sui requisiti acustici passivi degli edifici impone soluzioni sempre più performanti, pur cercando di mantenere contenuto lo spessore della parete. A tal fine si sono volute indagare le proprietà di isolamento acustico di pannelli in sughero, da impiegarsi nell'intercapedine di pareti in muratura tradizionale; lo studio è stato effettuato mediante una campagna di misura del potere fonoisolante ai sensi delle UNI EN ISO 140-3 [1] e UNI EN 717-1 [2]. Le misure sono state effettuate presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Perugia.

Il lavoro si compone di due fasi: nella prima si è cercato di valutare il potere fonoisolante dei soli pannelli in sughero, di diverso spessore e densità, montati in singolo strato su un telaio in legno in un'apertura della parete di separazione delle camere riverberanti accoppiate; sulla base dei risultati ottenuti, nella seconda fase sono state eseguite misure di potere fonoisolante di pareti doppie in laterizio con pannelli in intercapedine, a formare diverse combinazioni e spessori totali. L'indagine ha riguardato tre differenti criteri di posa in opera: con intercapedine d'aria, senza intercapedine d'aria e con doppia intercapedine d'aria. I risultati sperimentali ottenuti sono stati comparati con quelli desunti per mezzo di relazioni teoriche.

2. Potere fonoisolante di pannelli in sughero

I campioni di pannelli in sughero sono stati testati in prove preliminari, al fine di selezionare quelli con le migliori caratteristiche di isolamento acustico, da impiegarsi in prove successive in intercapedini di pareti in muratura comunemente utilizzate nella pratica edilizia.

Le prove sono state eseguite in camera riverberante su tre campioni di diverso spessore e densità, montati in un'apertura di una parete ad elevato potere fonoisolante, in conformità con quanto previsto dalla norma tecnica UNI EN ISO 140-3: 2006. Le dimensioni ridotte dei campioni, inferiori alla superficie di separazione delle camere ri-

verberanti (10 m², ai sensi della UNI EN ISO 140-1: 2006 [3]), hanno richiesto l'installazione di un muro divisorio ad elevato potere fonoisolante, realizzato con due file di blocchi fonoisolanti in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa, di dimensioni 20 x 20 x 25 cm, per uno spessore totale di 40 cm, intonacato su ambo i lati.

I pannelli testati sono stati incollati con adesivo polivinilico ad un telaio di supporto in legno, appositamente realizzato, occupando una superficie complessiva di 2,63 m². Dopo l'incollaggio dei pannelli al telaio, si è provveduto a sigillare il contorno del campione a contatto con la struttura in muratura con l'applicazione di poliuretano espanso; le giunture tra i pannelli costituenti il campione sono state stuccate con stucco da legno, malta o cemento naturale a presa rapida, a seconda del campione in esame (Fig.1).



Figura 1 – Installazione dei campioni nella parete ad alto potere fonoisolante

2.1 Descrizione dei campioni

Si sono testati tre diversi campioni di sughero, le cui caratteristiche sono elencate nel seguito:

- Campione 1: costituito da n. 2 pannelli singoli dello spessore di 1 cm, di densità media $\rho_m = 334 \text{ kg/m}^3$, accoppiati tramite incollaggio con colla polivinilica, battentati ai lati per circa 4-5 cm, con giunture tra pannelli stuccate con stucco per legno;
- Campione 2: costituito da un pannello singolo dello spessore di 3 cm di densità media $\rho_m = 210 \text{ kg/m}^3$, con giunture tra pannelli stuccate in parte con stucco per legno ed in parte con malta cementizia;
- Campione 3: costituito da pannelli dello spessore di 2 cm, di densità media $\rho_m = 255 \text{ kg/m}^3$, battentati ai lati per circa 1-2 cm, con giunture tra pannelli stuccate con cemento naturale a rapida presa.

2.2 Risultati delle prove sperimentali sui pannelli di sughero

Le caratteristiche principali dei tre campioni di pannelli testati e l'indice del potere fonoisolante R_w ottenuto dalle rispettive prove sono riportati in tabella 1.

Dai dati riportati si evince che la densità del pannello riveste un ruolo importante nel raggiungimento di valori più elevati dell'indice del potere fonoisolante R_w . Sulla base di tali considerazioni, nella successiva fase di posa in opera di pannelli in intercapedine di pareti in muratura, si è ritenuto opportuno adottare pannelli singoli ad alta densità ($\geq 300 \text{ kg/m}^3$).

Tabella 1 – Caratteristiche principali ed indice R_w dei tre campioni di sughero testati

Campione	Spessore [cm]	ρ_m [kg/m ³]	Battentatura	Stuccatura	R_w [dB]
1	1+1	334	Si	stucco legno	31
2	3	210	No	stucco legno/malta	25
3	2	255	Si	cemento pr. rapida	28

3. Potere fonoisolante di pareti doppie in laterizio

Nel corso delle prove oggetto del presente lavoro sono state realizzate, come divisorio tra le due camere riverberanti, tre pareti in muratura comunemente utilizzate nella pratica edilizia, diverse per spessore e stratigrafia; all'interno delle stesse pareti sono state installate intercapedini realizzate in pannelli di sughero ad alta densità, secondo diverse modalità di posa in opera.

3.1 Descrizione delle pareti

In tutte le pareti realizzate, gli strati di forati che delimitano la parete stessa sono stati posati su strisce di sughero, per renderli meno solidali con la struttura e ridurre così le perdite dovute alle trasmissioni laterali; inoltre i forati sono stati posti in opera con direzione di foratura orizzontale e sono stati stuccati sia sui giunti verticali che su quelli orizzontali. Le superfici sono state intonacate sulle facce verso le camere riverberanti.

I pannelli in sughero installati all'interno delle pareti sono stati incollati tra di loro con adesivo polivinilico, lungo una battentatura realizzata ai lati dei pannelli, dello spessore di circa 2 cm; sono stati quindi incollati alla parete e stuccati nei giunti con malta adesiva a base cementizia.

Nell'intercapedine di tutte le pareti sono stati posti in opera pannelli di sughero dello spessore di 3 cm, con una densità media $\rho_m \cong 330 \text{ kg/m}^3$, differenziandone le modalità di installazione.

Si elencano nel seguito le caratteristiche principali delle tre pareti testate.

Parete 1 (Fig. 2a)

- *Spessore totale*: 28 cm.
- *Stratigrafia*: Intonaco 1,5 cm, tramezze forate 12x25x25 cm 15 fori, pannelli sughero 3 cm, intercapedine d'aria 2 cm, tramezze forate 8x25x25 cm, intonaco 1,5 cm.
- *Posa in opera dei pannelli*: pannelli incollati tra di loro con colla polivinilica applicata lungo la battentatura, giunture tra pannelli stuccate con malta adesiva a base cementizia.
- *Fissaggio dei pannelli in sughero alla parete*: incollaggio per punti, con malta adesiva a base cementizia.

Parete 2 (Fig. 2b)

- *Spessore totale*: 29 cm.
- *Stratigrafia*: Intonaco 1,5 cm, tramezze forate 12x25x25 cm 15 fori, pannelli sughero 3 cm, malta adesiva a base cementizia 1 cm, intonaco di rinzaffo 2 cm, tramezze forate 8x25x25 cm, intonaco 1,5 cm.
- *Posa in opera dei pannelli*: pannelli incollati tra di loro con colla polivinilica applicata lungo la battentatura, giunture tra pannelli stuccate con malta adesiva a

base cementizia; pannelli incollati alla parete interna, senza intercapedine d'aria, lasciando solo qualche millimetro dalla parete esterna per mantenerla staccata.

- *Fissaggio dei pannelli in sughero alla parete*: incollaggio con malta adesiva a base cementizia stesa con spatola dentata americana da 1 cm sia sulla parete che sui pannelli.

Parete 3 (Fig. 2c)

- *Spessore totale*: 35,5 cm.
- *Stratigrafia*: Intonaco 1,5 cm, tramezze forate 12x25x25 cm 15 fori, intonaco di rinzafo 1,5 cm, listelli biadesivi in polietilene espanso 2 cm (i listelli distanziano il sughero dalla parete in laterizi, lasciando sulla quasi totalità della superficie un'intercapedine d'aria di 2 cm), pannelli sughero 3 cm, listelli biadesivi in polietilene espanso 2 cm (i listelli hanno la stessa funzione di cui sopra), tramezze semipiene 12x25x25 cm, intonaco 1,5 cm.
- *Posa in opera dei pannelli*: pannelli incollati tra di loro con colla polivinilica applicata lungo la battentatura, giunture tra pannelli stuccate con malta adesiva a base cementizia.
- *Fissaggio dei pannelli in sughero alla parete*: incollaggio con listelli biadesivi in polietilene espanso dello spessore di 2 cm applicati sia sulla parete esterna che su quella interna a formare una doppia intercapedine d'aria.

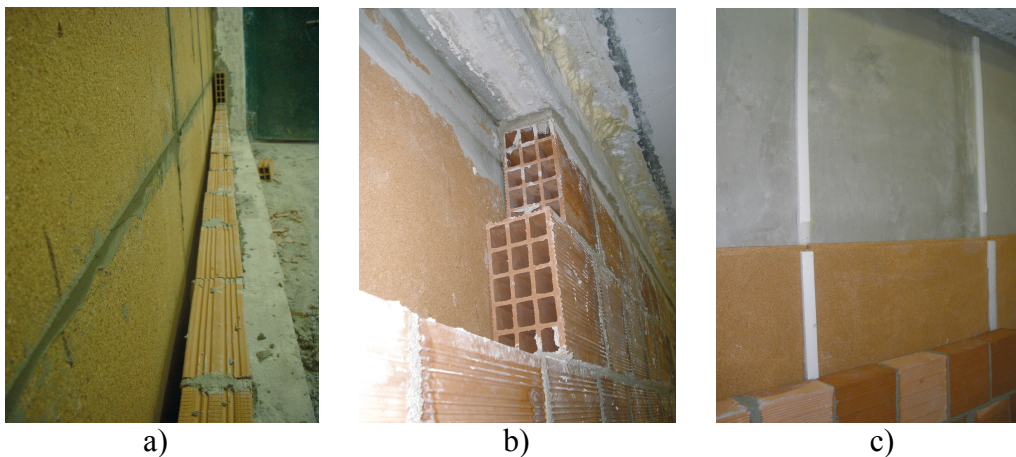


Figura 2 – a) Parete 1: intercapedine d'aria tra i pannelli in sughero e la parete in tramezze da 8 cm; b) Parete 2: assenza di intercapedine d'aria tra i pannelli in sughero e la parete in tramezze da 12 cm; c) Parete 3: fissaggio dei pannelli con listelli in polietilene espanso a formare una doppia intercapedine d'aria.

3.2 Risultati delle prove sperimentali sulle pareti

Le caratteristiche principali delle tre pareti testate e l'indice del potere fonoisolante R_w ottenuto dalle rispettive prove sono riportati in tabella 2.

Nella stessa tabella sono indicati i valori della massa superficiale delle pareti e i valori teorici dell'indice del potere fonoisolante. La massa superficiale è stata ricavata per via analitica, considerando il peso degli elementi in laterizio, lo spessore dei giunti orizzontali e verticali, il volume di malta penetrata all'interno dei fori orizzontali delle tramezze e le rispettive densità di malta, intonaco e adesivo cementizio impiegati di volta in volta. Il valore teorico dell'indice R_w è stato calcolato per mezzo di una relazione

sperimentale, nota dalla Letteratura [4] e riportata di seguito, valida per pareti doppie in laterizio intonacate, di massa superficiale compresa tra 80 e 400 kg/m² e con intercapedine di almeno 5 cm di spessore che sia riempita, sia pure parzialmente, di materiale poroso o fibroso fonoassorbente:

$$(1) \quad R_W = 16 \log M + 10 \quad [\text{dB}]$$

dove:

M è la massa superficiale complessiva della parete [m/s].

I valori sperimentali dell'indice R_W risultano più elevati di quelli teorici per tutte e tre le pareti: i valori teorici risultano tuttavia leggermente sottostimati (nella misura massima di 1 dB) in accordo con quanto rilevato in [5].

Tabella 2 – Caratteristiche principali ed indice R_W delle tre pareti doppie testate

Parete	Spessore [cm]	ρ_m pannelli [kg/m ³]	Incollaggio pannelli	Intercapedine	R_W [dB]	Massa sup. stimata [kg/m ²]	R_W teorico [dB]
1	28	330	malta per punti	2 cm	50	200	47
2	29		malta sp. 1 cm	-	49	245	48
3	35,5		listelli PE	2 cm + 2 cm	52	250	48

In figura 3 sono riportati gli andamenti in frequenza del potere fonoisolante per le tre diverse pareti doppie.

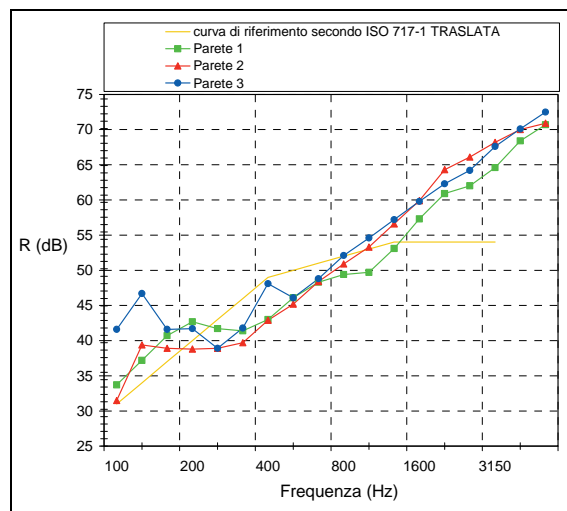


Figura 3 – Andamento in frequenza del potere fonoisolante delle tre pareti doppie testate.

Da essa si evince che le pareti 2 e 3 presentano un andamento analogo per le frequenze medio-alte; la parete 1 presenta valori di potere fonoisolante sempre minori nelle

bande di frequenza corrispondenti, in particolare per le bande di frequenza centrale da 630 a 4000 Hz. Più complesso appare invece l'andamento per le frequenze medio-basse e basse: confrontando i valori di potere fonoisolante al di sotto dei 400 Hz per le Pareti 1 e 2, quest'ultima presenta valori sempre minori di quelli corrispondenti alla Parete 1, eccezion fatta per la banda di frequenza centrale 125 Hz. La Parete 3 presenta invece valori intermedi rispetto a quelli delle Pareti 1 e 2 per le bande comprese tra 160 e 315 Hz, con un valore molto migliore rispetto alle altre due pareti alla frequenza minima di 100 Hz: alle frequenze di 125 e 400 Hz il potere fonoisolante presenta inoltre due picchi di notevole entità, provocati con tutta probabilità dalla posa in opera di tramezze semi-piene anziché forate per la parete lato camera ricevente e dalle diverse modalità di installazione dei pannelli in sughero (montati con listelli di polietilene espanso anziché incollati alla parete).

4. Conclusioni

L'indagine sperimentale oggetto del presente studio ha riguardato la valutazione delle proprietà acustiche di pannelli in sughero di diverso spessore e densità e la determinazione per via teorica e sperimentale dell'indice del potere fonoisolante R_w di pareti doppie in laterizio intonacato con tali pannelli in intercapedine.

Il comportamento fonoisolante dei pannelli in sughero si è rivelato migliore per pannelli di densità maggiore, in accordo con quanto previsto dalla legge della massa: ciò ha condotto ad eseguire le successive prove in pareti doppie, installando esclusivamente pannelli monostrato ad alta densità ($\geq 300 \text{ kg/m}^3$).

Per quanto riguarda il potere fonoisolante di pareti doppie in laterizio, sono stati valutati i valori di R_w per tre diverse pareti, differenti sia per spessore che per modalità di installazione dei pannelli: in particolare questi ultimi sono stati installati con intercapedine d'aria, senza intercapedine d'aria e con doppia intercapedine d'aria. L'ultima soluzione presenta il valore di potere fonoisolante più elevato ($R_w = 52$), in virtù del miglior comportamento della parete alle frequenze medio-basse e basse.

I valori dell'indice di potere fonoisolante calcolati nelle camere riverberanti sono stati infine confrontati con quelli calcolati per mezzo di una relazione teorica dedotta dalla Letteratura [4], valutando analiticamente la massa per unità di superficie della parete. I risultati ottenuti mostrano valori sperimentali R_w maggiori di 1÷4 dB rispetto a quelli calcolati per via analitica, in accordo con quanto rilevato in Letteratura [5].

5. Bibliografia

- [1] UNI EN ISO 140-3:2006, *Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.*
- [2] UNI EN 717-1:1997, *Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.*
- [3] UNI EN ISO 140-1:2006, *Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale.*
- [4] *Manuale di Acustica Applicata*, a cura di R. Spagnolo, Città Studi Edizioni, Milano 2008, relazione (6.9.3) pag. 670.
- [5] A. Di Bella, C. M. Pontarollo, N. Granzotto, *Problematiche di misura e di valutazione delle prestazioni fonoisolanti di elementi edilizi*, Convention Nazionale del Gruppo di Acustica Edilizia "L'acustica edilizia in Italia: esperienze e prospettive", Ferrara 11-12 marzo 2009.