

CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DI UN SISTEMA DI RIVESTIMENTO DI PARETI: DIVERSI METODI A CONFRONTO

ACOUSTIC CHARACTERIZATION OF A WALL COATING SYSTEM: DIFFERENT METHODS COMPARED

Fabio Scamoni¹ *, Chiara Scrosati¹, Michele Depalma¹, Maurizio Federici², Sandra Zappella²,
Edoardo Alessio Piana³

¹ ITC CNR, San Giuliano Milanese

² Regione Lombardia, D.G. Territorio e Protezione Civile - Milano

³ Università di Brescia

* Indirizzo dell'autore di riferimento - Corresponding author's address:
via Lombardia, 49 - 20098 San Giuliano Milanese (MI), Italia
e-mail: fabio.scamoni@itc.cnr.it

(Ricevuto il 29/06/2018, accettato il 18/09/2018)

RIASSUNTO

Diversi metodi di caratterizzazione acustica di un rivestimento di pareti sono messi a confronto. Oggetto delle prove è un sistema di rivestimento innovativo applicabile sia sul lato interno che sul lato esterno delle pareti perimetrali delle abitazioni. Il rivestimento è stato provato sia in laboratorio che in campo, applicando diversi metodi di prova che hanno riguardato sia la prestazione di isolamento che quella di assorbimento acustico. I risultati ottenuti sono confrontati e discussi allo scopo di identificare e proporre una procedura di verifica delle proprietà e delle prestazioni del prodotto oggetto dello studio il più possibile aderente alle esigenze delle applicazioni reali a cui esso è destinato.

ABSTRACT

Different methods of acoustic characterization of a wall coating are compared. The tested object is an innovative coating system applicable both on the inside and on the outside of the outer walls of buildings. The coating was tested both in the laboratory and in the field, applying different test procedures that concerned both the insulation performance and the sound absorption performance. The obtained results are compared and discussed in order to identify and propose a characterization procedure that is as close as possible to the needs of the real applications to which it is intended.

Parole chiave: sistemi di rivestimento, assorbimento acustico, isolamento acustico.

Keywords: wall coating, sound absorption, sound insulation.

1. Introduzione

Lo scopo di questo lavoro è quello di confrontare i diversi metodi disponibili per la caratterizzazione acustica di materiali innovativi, evidenziandone i pro, i contro, le equivalenze e le complementarità [1]. Il materiale è stato selezionato nell'ambito di una Ricerca cofinanziata da Regione Lombardia e ITC CNR [2], finalizzata ad individuare sistemi di rivestimento innovativi, con elevate caratteristiche termiche ed acustiche, da utilizzare per la riqualificazione degli edifici. Le prove di verifica preliminari si sono svolte nei laboratori dell'ITC CNR e dell'Università di Brescia mentre quelle in campo sono state eseguite presso un edificio messo a disposizione da Regione Lombardia nella zona dell'aeroporto di Malpensa.

2. Il sistema provato

Si tratta di un intonaco innovativo (nano-composito), applicabile sia all'interno che all'esterno delle abitazioni, con proprietà acustiche e termiche (Figura 1).



Figura 1 - Materiale innovativo sottoposto a caratterizzazione - Tested innovative material.

La peculiarità di tale prodotto risiede soprattutto nella sua modularità e flessibilità: la sua composizione può infatti essere facilmente modificata con conseguente variazione del comportamento e delle prestazioni. Il sistema è stato applicato ad una situazione reale costituita da una doppia parete di mattoni forati con una intercapedine d'aria da 10 cm (vedi figura 2), rappresentata dalla facciata dell'edificio sperimentale dove si sono svolte le prove in campo.

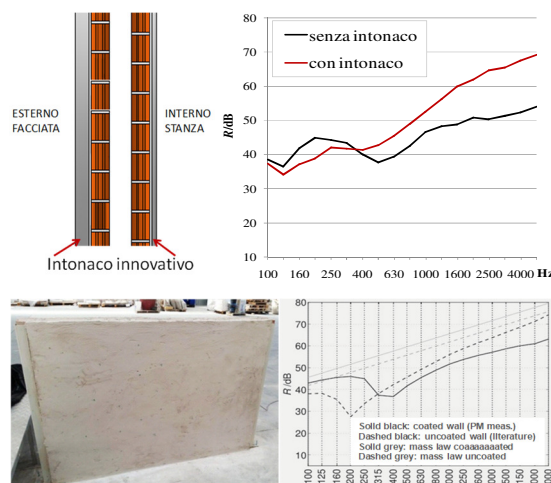


Figura 2 - Pareti in prova e risultati ottenuti coi metodi delle camere di trasmissione (sopra) e della mobilità (sotto) - Walls under test and results obtained with the transmission rooms (above) and with the mobility (below).

3. Isolamento ai rumori aerei

L'isolamento ai rumori aerei è stato valutato in laboratorio e in campo utilizzando i metodi riassunti in Tabella 1.

Tabella 1 - Metodi di prova per l'isolamento ai rumori aerei - Test methods for the airborne sound insulation.

Procedura	Metodo	Norma	Grandezza
Lab I ₁	Camere trasmissione	ISO 10140	$R = L_1 - L_2 + 10 \log(S/A)$
Lab I ₂	Mobilità meccanica	Non normato	$R = -10 \log \tau_d$
Situ I ₁	Isolamento facciata	ISO 16283-3	$D_{2m,n,T}$

Il primo metodo è conforme alla ISO 10140 [3], con una parete in prova da 10 m², posata a separazione delle camere di trasmissione sonora, riprodotte la situazione reale, cioè una doppia parete costituita dai seguenti strati: parete in mattoni con fori verticali e percentuale di foratura inferiore al 45%, intercapedine d'aria da 10 cm, parete in mattoni identica alla prima.

Il secondo, basato sulla misura della mobilità meccanica, non è ancora stato recepito da una norma tecnica ma è riconosciuto come valido dalla comunità scientifica [4, 5]; in questo caso il campione, una parete singola di mattoni pieni da 120×55×25 mm, delle dimensioni di 1,78 m x 1,05 m, era diverso da quello usato nelle camere di trasmissione sonora. Anche la composizione dell'intonaco era diversa da quella utilizzata per le prove secondo la ISO 10140. In Figura 2 sono riportate le pareti in prova e i risultati ottenuti coi metodi delle camere di trasmissione sonora (Lab I₁) e della mobilità (Lab I₂).

Il confronto tra i due metodi di laboratorio evidenzia il diverso comportamento dell'intonaco sulle pareti di base: nel primo caso il miglioramento di R , dopo l'applicazione, evidente alle frequenze medio-alte, è dovuto soprattutto alla variazione del loss factor. La leggera variazione della frequenza di coincidenza è dovuta all'aumento della rigidità flessionale causato dall'applicazione dell'intonaco. Nel caso della prova di mobilità l'applicazione dell'intonaco ha causato sia l'aumento della massa superficiale che l'irrigidimento del muro di base singolo. La zona di coincidenza è variata da 200 Hz a 360 Hz, con conseguente miglioramento di R alle basse frequenze. In Tabella 2 sono riassunti i risultati in termini di indice di valutazione.

Tabella 2 - Isolamento: risultati delle prove di laboratorio - Sound insulation: laboratory test results.

	Metodo Camere trasmissione		Metodo Mobilità	
	Senza intonaco	Con intonaco	Senza intonaco	Con intonaco
$R_w (C; C_{tr})$	46 (-2;-3)	50 (-2;-5)	48 (-3;-7)	48 (-1;-3)

Le prove in campo sono state eseguite applicando il metodo descritto nella ISO 16283-3 [6] prima (ante-operam) e dopo (post-operam) l'applicazione dell'intonaco innovativo sia sulle pareti interne che su quelle esterne in due diversi ambienti, i risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3 - Risultati delle prove in campo di isolamento di facciata (Situ I₁) - Results of the in situ (Situ I₁) measurements of the facade sound insulation.

Ambiente di prova	Ante-operam D _{2m,nTw} [dB]	Post-operam D _{2m,nTw} [dB]	ΔD _{2m,nTw} [dB]
Soggiorno	43	44	1
Cucina	30	31	1

L'applicazione dell'intonaco innovativo ha migliorato solo leggermente l'isolamento acustico complessivo degli ambienti in prova, tenuto conto della scarsissima prestazione acustica dei serramenti esistenti.

4. Assorbimento acustico

L'assorbimento acustico è stato valutato sia in laboratorio che in campo utilizzando i metodi riassunti in Tabella 4.

Tabella 4 - Metodi di prova per l'assorbimento acustico - Test methods for the sound absorption.

Procedura	Metodo	Norma	Grandezza
Lab A ₁	Camera riverberante	ISO 354	$\alpha_s = A_T/S$
Lab A ₂	Tubo ad Impedenza	ISO 10534-2	$\alpha = 1 - r ^2 = 1 - r_r^2 - r_t^2$
Situ A ₁	Riverberazione	ISO 3382-2	T
Situ A ₂	Riflessione in campo	EN 1793-5	$\alpha = 1 - RI$

I risultati delle prove di laboratorio eseguite coi metodi della camera riverberante secondo la ISO 354 [7] e del tubo ad impedenza secondo la ISO 10534-2 [8] sono riportati in Figura 3; i provini usati col tubo sono stati ricavati dallo stesso materiale usato in camera riverberante. Si nota un andamento simile ottenuto per i due campioni di spessore maggiore, con leggera sovrastima del metodo col tubo a impedenza.

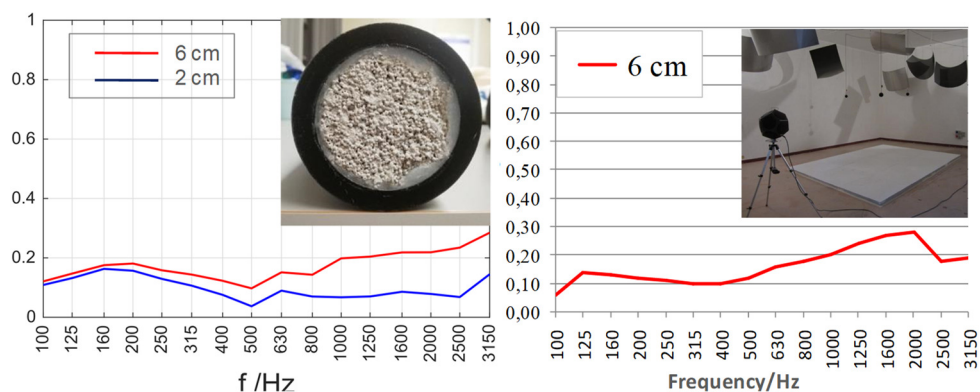


Figura 3 - Assorbimento acustico per incidenza normale (a sinistra) e per incidenza diffusa (a destra) - Sound absorption at normal incidence (left) and diffuse incidence (right).

Infine si riportano i risultati ottenuti con due metodi provati sul campo. Nel primo caso è stato misurato il tempo di riverberazione all'interno di una stanza, secondo la ISO 3382-2 [9], prima e dopo la posa dei materiali di rivestimento; dai risultati è evidente la riduzione del tempo di riverberazione dovuto all'applicazione del rivestimento in prova (vedi Figura 4).

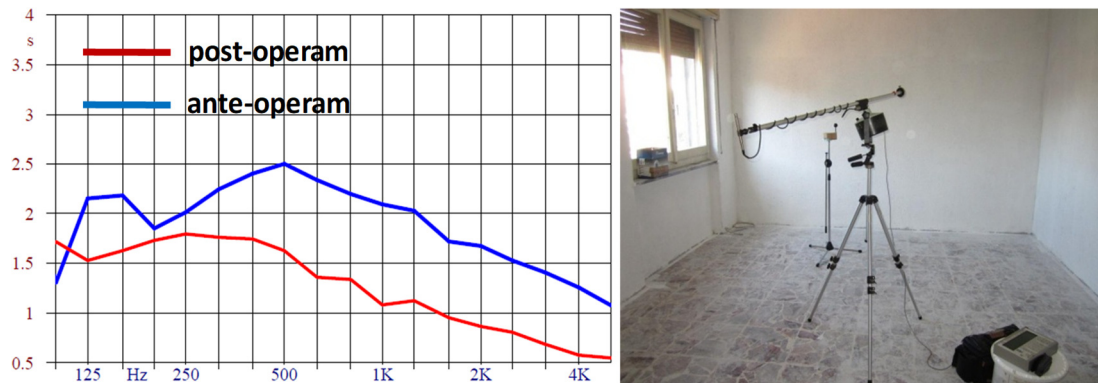


Figura 4 - Tempo di riverberazione in opera prima (curva blu) e dopo (curva rossa) l'applicazione - In situ reverberation time ante-operam (blue curve) and post-operam (red curve).

Nel secondo caso, il metodo di misura del coefficiente di riflessione secondo la UNI EN ISO 1793-5 [10], destinato alla caratterizzazione delle barriere acustiche, è stato applicato alla superficie della facciata in prova; in Figura 5 è visibile l'allestimento di prova applicato a una porzione della facciata dell'edificio sperimentale e i risultati ottenuti in termini di assorbimento acustico che evidenziano un leggero miglioramento dovuto all'intonaco innovativo.

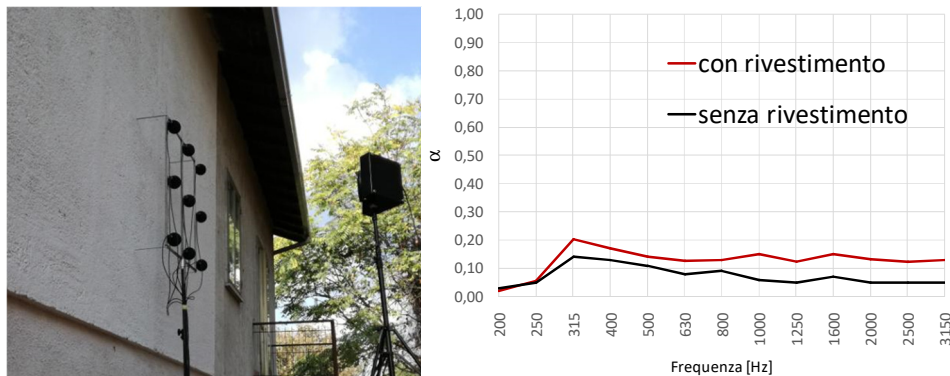


Figura 5 - Allestimento per la prova di riflessione in campo e risultati ottenuti con e senza l'intonaco innovativo - Array for the sound reflection test and results obtained with (red curve) and without (blue curve) the innovative coating.

Conclusioni

Il risultato principale della ricerca è stato la messa a punto della procedura di caratterizzazione del sistema selezionato basato sulla verifica di laboratorio delle specifiche dichiarate e sulla verifica in campo in condizioni di utilizzo. Riguardo ai metodi di

prova utilizzati, i diversi approcci hanno evidenziato aspetti positivi e negativi che devono essere valutati in base allo studio specifico e affinché il processo di caratterizzazione sia efficace. Tutti i metodi disponibili, sia normati che sperimentali, dovrebbero essere utilizzati purché scientificamente provati. Come settore di studio, rimane ancora aperta la possibilità di confrontare i risultati ottenuti con ciascun metodo effettuando correlazioni tra di essi.

Conclusions

The main result of the research was the development of the procedure to characterize the selected system based on laboratory verification of the declared specifications and in situ verification under use conditions. With regard to the test methods used, the different approaches have highlighted positive and negative aspects that have to be evaluated according to the specific study and so that the characterization process is effective. All available methods, both standardized and experimental, should be used as long as they are scientifically proven. As a field of study, the possibility of comparing the results obtained with each method is still open, making correlations between them.

Bibliografia

- [1] Scamoni, F., Piana, E.A., Scrosati, C. (2017). Experimental evaluation of the sound absorption and insulation of an innovative coating through different testing methods. *Building Acoustics*, 6 settembre 6, pp. 1-19.
- [2] Scamoni, F., Scrosati, C., Piana, E.A., Depalma, M., Federici, M., Zappella, S. (2017). Sperimentazione su materiali di rivestimento innovativi, aventi elevate caratteristiche acustiche, da utilizzare per il risanamento di edifici. In: *Atti del 44° Convegno Nazionale AIA*, Pavia, 7-9 giugno.
- [3] ISO (2010). ISO 10140-5:2010, Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements Part 5: Requirements for test facilities and equipment. ISO, Geneva, Switzerland.
- [4] Piana, E.A. (2016). A method for determining the sound reduction index of pre-cast panels based on point mobility measurements. *Applied Acoustics*, 110, pp. 72-80.
- [5] Piana, E.A. e Nilsson, A.C. (2010). Prediction of the sound transmission loss of sandwich structures based on a simple test procedure. In: *17th International Congress on Sound and Vibration 2010, ICSV 2010* (ed. M Crocker), Cairo, Egypt, 18-22 July 2010, pp 109-116. Auburn: IIAV.
- [6] ISO (2016). ISO 16283-3:2016, Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 3: Façade sound insulation. ISO, Geneva, Switzerland.
- [7] ISO (2003). ISO 354:2003, Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room. ISO, Geneva, Switzerland.
- [8] ISO (1998). ISO 10534-2:1998, Acoustics - Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - Part 2: Transfer-function method. ISO, Geneva, Switzerland.
- [9] ISO (2008). ISO 3382-2:2008, Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. ISO, Geneva, Switzerland.
- [10] EN (2016). EN 1793-5:2016, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 5: Intrinsic characteristics - In situ values of sound reflection under direct sound field conditions. EN, Geneva, Switzerland.