

CALCOLO INCREMENTO POTERE FONOIOLANTE

Incremento del potere fonoisolante di partizioni verticali in laterizio

Si espongono i risultati di ricerche e prove sperimentali svolte per valutare l'incremento del potere fonoisolante di pareti in blocchi POROTON[®], di diversa massa superficiale, ottenibile con l'applicazione di opportune tipologie di rivestimento con strati addizionali.

1. Sommario

Le **prestazioni acustiche** di pareti tradizionali monostrato in laterizio POROTON[®] intonacate possono risultare adeguate, se opportunamente dimensionate, ai fini del soddisfacimento del requisito di isolamento acustico richiesto dal DPCM 05/12/1997, relativamente all'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w di partizioni di diverse tipologie di ambienti abitativi (50 dB misurati in opera).

Tuttavia, in merito alla realizzazione di **pareti divisorie** ricadenti in particolari categorie di ambienti, quali edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili, si è riscontrato che i **requisiti di isolamento acustico** richiesti dal DPCM 05/12/1997 ($R'_w=55$ dB) non sempre possono essere soddisfatti dalle stesse tipologie murarie.

Tale limitazione è stata messa in evidenza già a partire dalle prove di laboratorio, non affette da fenomeni di trasmissione laterale.

In sede progettuale occorre tenere conto anche delle perdite prestazionali dovute alle caratteristiche geometriche degli ambienti e al tipo di connessione che si viene a realizzare, mediante l'applicazione di metodi normati^(1, 2, 3). Per sistemi edilizi massivi, una tecnica di incremento delle prestazioni proprie della struttura, che al contempo consente una minimizzazione dell'effetto delle trasmissioni laterali, è quella del **rivestimento tramite strati addizionali**.

In questo lavoro vengono esaminate varie soluzioni murarie, ottenute abbinando a cinque partizioni monostrato POROTON[®] diverse tipologie di rivestimento resiliente, eseguite con due differenti tecniche di posa. Presso il *Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Padova* sono stati ricavati sperimentalmente^(4, 5, 6, 7, 8) i valori del potere fonoisolante delle strutture base, R_0 , e delle strutture rivestite, R_p , e si sono calcolati i valori dell'**incremento di potere fonoisolante**, $\Delta R=R_p-R_0$, come differenza dei valori in bande di terzi d'ottava^(9, 10, 11).

2. Partizioni monostrato di riferimento

Ai fini della valutazione dell'incremento di potere fonoisolante conseguibile con rivestimenti resilienti sono state utilizzate cinque tipologie di partizioni monostrato di riferimento.

Pareti di base con massa superficiale $m'_0 < 150$ kg/m² (Tipo 1):

- parete realizzata con tramezze porizzate POROTON[®] a fori verticali (dimensioni nominali: 8x50x25 cm; peso: 8,7 kg) posate con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), non intonacata, di spessore 8 cm e avente massa superficiale pari a 97 kg/m² (denominata P8);
- parete realizzata con tramezze porizzate POROTON[®] a fori verticali (dimensioni nominali: 12x50x25 cm, peso 11,1 kg) posate con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), non intonacata, di spessore 12 cm e avente massa superficiale pari a 107 kg/m² (denominata P12);
- parete realizzata con tramezze porizzate POROTON[®] a fori verticali (dimensioni nominali: 12x50x25 cm, peso 11,1 kg) posate con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), intonacata su un lato, di spessore complessivo pari a 13,5 cm e avente massa superficiale di 137 kg/m² (denominata P12I).

Pareti di base con massa superficiale $m'_0 > 150$ kg/m² (Tipo 2):

- parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato POROTON[®] a fori verticali (dimensioni nominali: 17x30x19 cm, percentuale di foratura 37%, peso 9,5 kg) posati con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm) e costipando di malta i fori di presa (peso medio del blocco in condizioni di posa 11,5 kg), non intonacata, di spessore 17 cm e avente massa superficiale pari a 256 kg/m² (denominata P17).
- parete realizzata con blocchi POROTON[®] serie 800 a fori verticali (spessore 20,0 cm, lunghezza compresa tra 25,0 e 35,0 cm, altezza compresa tra 18,5 cm e 24,0 cm, percentuale di foratura pari al 45 %, massa volumica lorda media ~850 kg/m³) giunto orizzontale di malta di allettamento continuo (spessore medio 1 cm), giunto di malta verticale continuo (spessore medio 1 cm), intonacata su un lato (spessore dell'intonaco 1,5 cm) e avente massa superficiale pari a 256 kg/m² (denominata P20I).

3. Tecniche di posa dei rivestimenti

Sono state analizzate due differenti **tecniche di posa dei rivestimenti resilienti**: la prima si basa sul semplice rivestimento di partizioni in laterizio non intonacate con una o due lastre di cartongesso; la seconda prevede anche l'applicazione di pannelli rigidi fonoassorbenti su pareti non intonacate o intonacate su un solo lato.

Con riferimento alla prima tecnica di posa [fig. 1], sono state impiegate **lastre in cartongesso** da 9 e 15 mm (denominate, rispettivamente CG9 e CG15), fissate con otto punti di colla di un diametro pari a circa 12 cm e disposte in modo sfalsato su ambo i lati della muratura di base non intonacata [fig. 1a]. L'intercapedine d'aria dovuta allo spessore dei punti di colla è risultata di circa 8 mm [fig. 1b]. L'eventuale secondo strato di cartongesso è stato avvitato sul primo, sfalsando le lastre. Infine, è stata realizzata la sigillatura del bordo con sigillante siliconico ed è stata posata la rete antiritiro sulle giunzioni con successiva stuccatura [fig. 1c].

Per quanto riguarda la seconda tecnica di posa [fig. 2], sono stati utilizzati i **pannelli rigidi fonoassorbenti** di seguito elencati:

- a) CELENIT N, spessore 20 mm: pannelli in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza (denominati N20);
- b) CELENIT N, spessore 25 mm: pannelli in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza (denominati N25);
- c) CELENIT N, spessore 35 mm: pannelli in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza (denominati N35);
- d) CELENIT N, spessore 50 mm: pannelli in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza (denominati N50);
- e) CELENIT P3, spessore 50 mm: pannelli sandwich composti da due strati in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza, stabilmente legati ad uno strato interno in polistirene (denominati P50);
- f) CELENIT L3, spessore 35 mm: pannelli sandwich, composti da due strati in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza stabilmente legati ad uno strato interno in lana di roccia ad alta densità a fibra orientata (denominati L35);
- g) CELENIT L3, spessore 50 mm: pannelli sandwich, composti da due strati in lana di legno mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza stabilmente legati ad uno strato interno in lana di roccia ad alta densità a fibra orientata (denominati L50).
- h) CELENIT E3, spessore 50 mm: pannelli sandwich composti da due strati, spessore 5 mm ciascuno, in lana di legno di abete mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza, stabilmente legati ad uno strato interno in polistirene espanso estruso (denominati E50).

Tali pannelli sono stati disposti orizzontalmente su ambo i lati della muratura non intonacata o sul lato non intonacato della muratura intonacata sul lato opposto [fig. 2a]; essi, inoltre, sono stati fissati con tasselli ad espansione in plastica, a fungo, con perno in poliammide rinforzato con fibre di vetro. Il rivestimento dei pannelli, eseguito con lastre in cartongesso da 15 mm o 12,5 mm nel caso dei rivestimenti con CELENIT E3, spessore 50 mm (tipo h), è del tutto analogo a quello descritto in precedenza nell'ambito della prima tecnica di posa [fig. 2b, fig. 2c].



Fig. 1 – Esempio di montaggio del rivestimento realizzato con doppio strato di lastre in cartongesso.



Fig. 2 – Esempio di montaggio del rivestimento realizzato con pannelli CELENIT, costituiti da due strati di lana di legno mineralizzata legati ad uno strato interposto in lana di roccia, e lastre in cartongesso.

4. Risultati sperimentali

I risultati delle **analisi sperimentali** svolte vengono di seguito esposti in termini di **indice di valutazione del potere fonoisolante** R_w e degli indici R_w+C e $R_w+C_{tr}^{(8)}$, in funzione sia della massa superficiale complessiva [figg. 3, 4, 5] che dello spessore totale [figg. 6, 7, 8] delle partizioni.

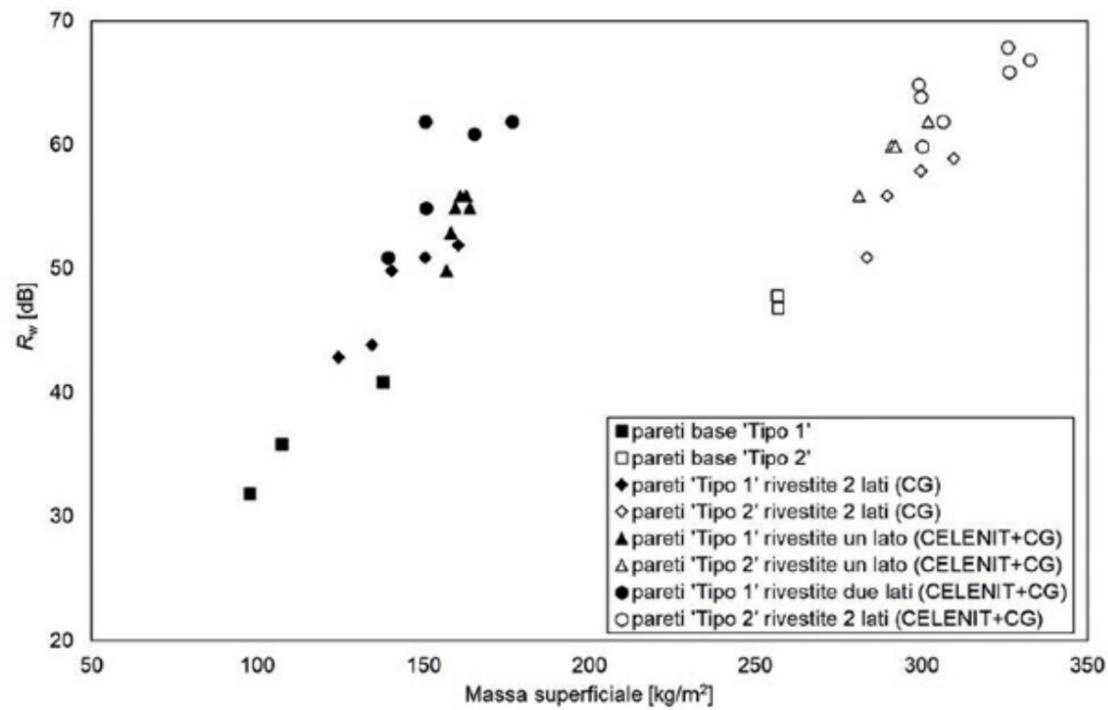


Fig. 3 – Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w , delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione della massa superficiale totale.

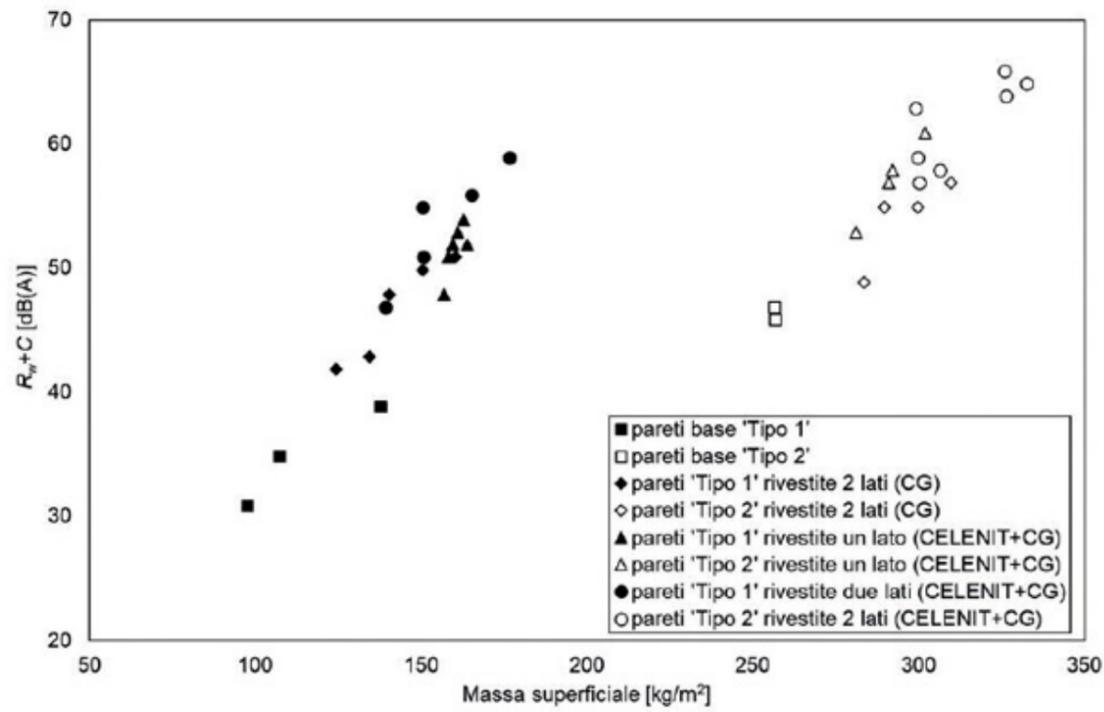


Fig. 4 – Indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C, (R_w+C), delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione della massa superficiale totale.

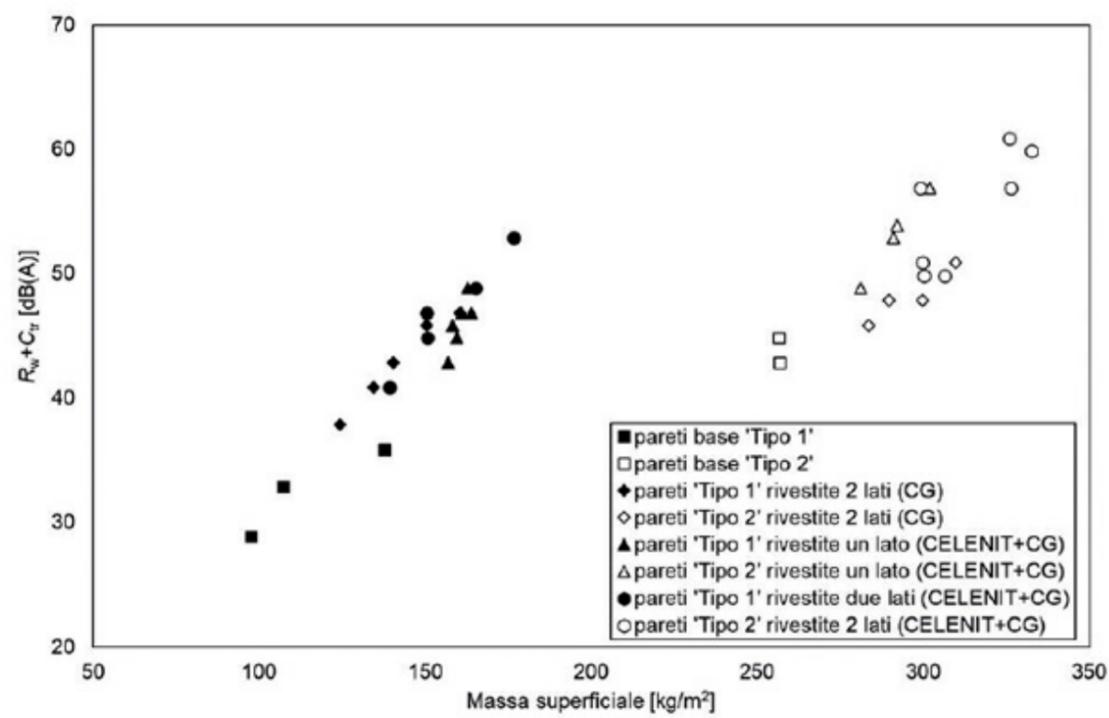


Fig. 5 – Indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C_{tr} (R_w+C_{tr}), delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione della massa superficiale totale.

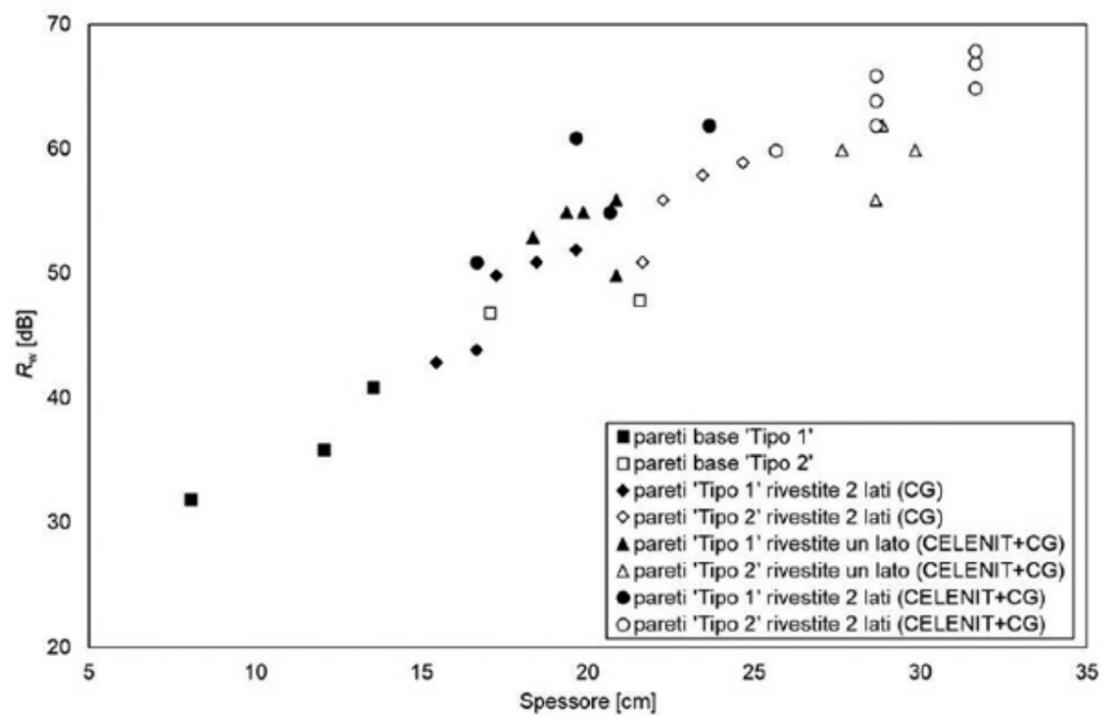


Fig. 6 – Indice R_w , delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione dello spessore totale.

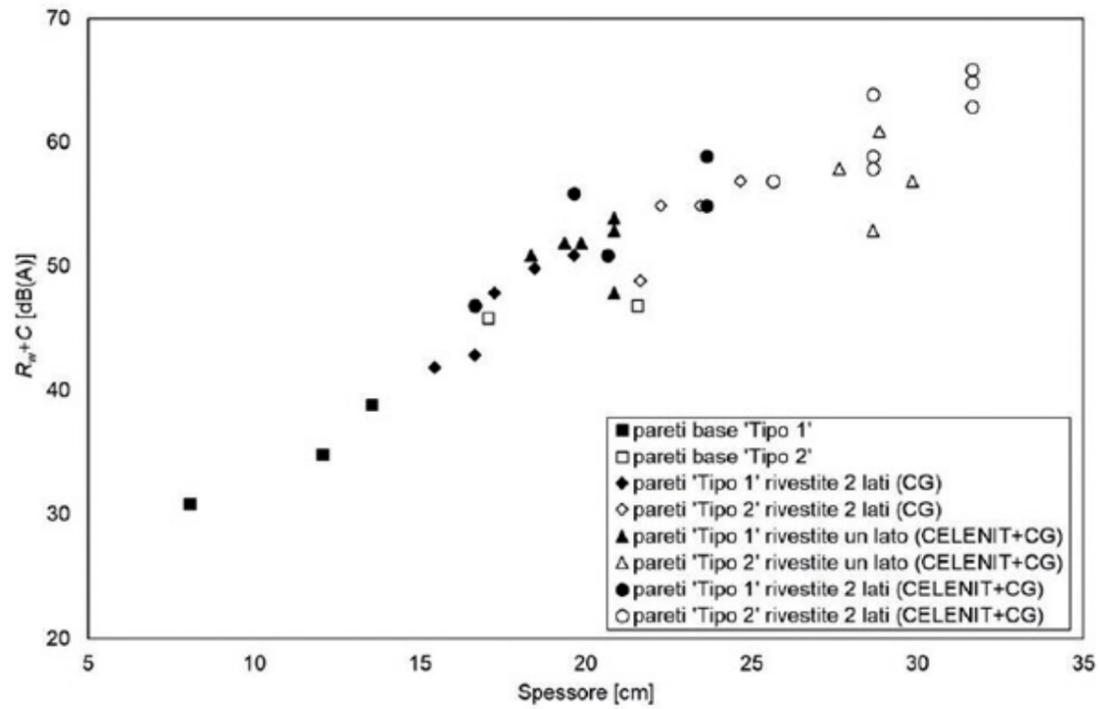


Fig. 7 – Indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C, (R_w+C), delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione dello spessore totale.

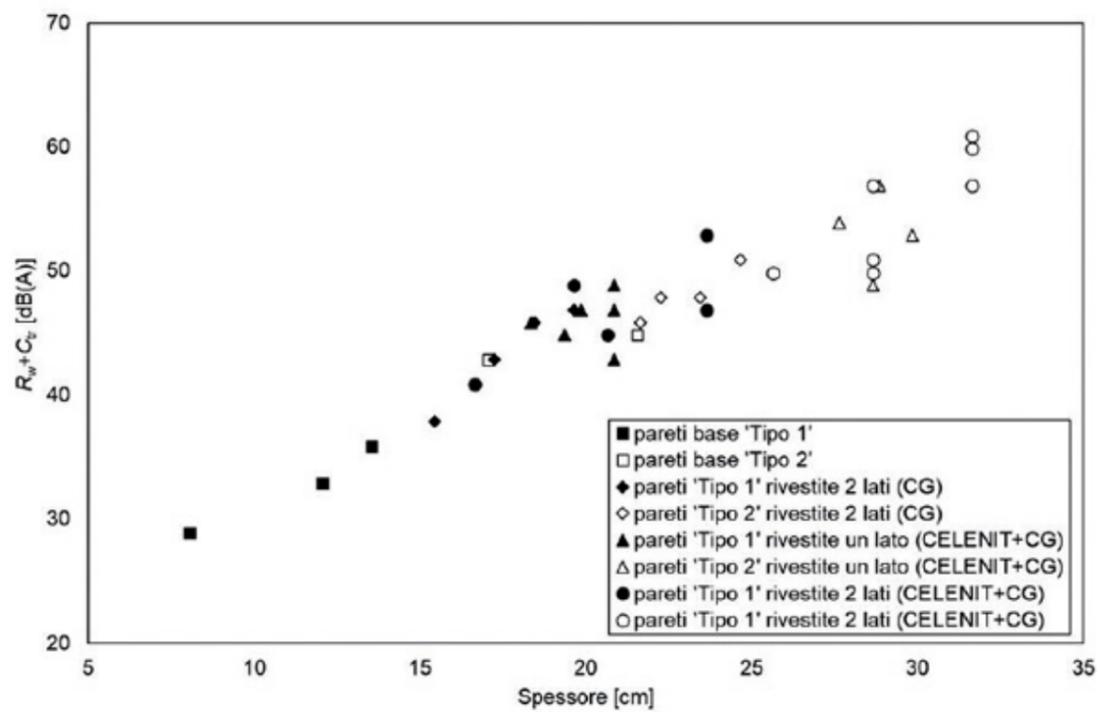


Fig. 8 – Indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C_{tr} , (R_w+C_{tr}), delle partizioni di base e delle partizioni rivestite, in funzione dello spessore totale.

Si riassumono in tab. 1 i risultati ottenuti.

Tab. 1 – Prestazioni acustiche, dimensioni e massa delle pareti esaminate.

Parete	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	$\Delta(R_w+C)$ [dB(A)]	$\Delta(R_w+C_{tr})$ [dB(A)]	s [cm]	Δs [cm]	m'_0, m' [kg/m ²]	$\Delta m'$ [kg/m ²]
P8	32	–	–	–	8.0	–	97.0	–
P8+N20+1CG15	51	19	16	12	16.6	8.6	138.7	41.7
P8+N20+2CG15	61	29	25	20	19.6	11.6	164.7	67.7
P12	36	–	–	–	12	–	106.6	–
P12+1CG9	43	7	7	5	15.4	3.4	123.9	17.3
P12+1CG15	44	8	8	8	16.6	4.6	134.0	27.4
P12+2CG9	50	14	13	10	17.2	5.2	140.0	33.4

Parete	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	$\Delta(R_w+C)$ [dB(A)]	$\Delta(R_w+C_{tr})$ [dB(A)]	s [cm]	Δs [cm]	m'_0, m' [kg/m ²]	$\Delta m'$ [kg/m ²]
P12+1CG15+1CG9	51	15	15	13	18.4	6.4	150.0	43.4
P12+2CG15	52	16	16	14	19.6	7.6	160.0	53.4
P12+N20+1CG15	55	19	16	12	20.6	8.6	150.2	43.6
P12+L35+1CG15	62	26	20	14	23.6	11.6	150.0	43.4
P12+N20+2CG15	62	26	24	20	23.6	11.6	176.2	69.6
P12I	41	-	-	-	13.5	-	137.2	-
P12I +N25+1CG15	53	12	12	10	18.3	4.8	157.7	20.5
P12I+P50+1CG15	50	9	9	7	20.8	7.3	156.4	19.2
P12I+2N20+1CG15	55	14	13	11	19.8	6.3	163.4	26.2
P12I+L35+1CG15	55	14	13	9	19.3	5.8	159.1	21.9
P12I+ L50+1CG15	56	15	14	11	20.8	7.3	160.6	23.4
P12I+N50+1CG15	56	15	15	13	20.8	7.3	162.4	25.2
P17	47	-	-	-	17	-	256.2	-
P17+1CG15	51	4	3	3	21.6	4.6	283.0	26.8
P17+2CG9	56	9	9	5	22.2	5.2	289.2	33.0
P17+1CG15+1CG9	58	11	9	5	23.4	6.4	299.2	43.0
P17+2CG15	59	12	11	8	24.6	7.6	309.2	53.0
P17+N20+1CG15	60	13	11	7	25.6	8.6	299.8	43.6
P17+N35+1CG15	62	15	12	7	28.6	11.6	306.0	49.8
P17+L35+1CG15	64	17	13	8	28.6	11.6	299.4	43.2
P17+L35+2CG15	65	18	17	14	31.6	14.6	298.6	42.4
P17+N20+2CG15	66	19	18	14	28.6	11.6	325.8	69.6
P17+N35+2CG15	67	20	19	17	31.6	14.6	332.0	75.8
P17+L35+2CG15	68	21	20	18	31.6	14.6	325.4	69.2
P20I	48	-	-	-	21.5	-	256.0	-
P20I+E50+1CG12.5	56	8	6	4	28.6	7.1	280.6	24.6
P20I+E50+2CG12.5	60	12	10	8	29.8	8.3	290.6	34.6
P20I+2N20+1CG12.5	60	12	11	9	27.6	6.1	291.6	35.6
P20I+2N20+2CG12.5	62	14	14	12	28.8	7.3	301.6	45.6

5. Analisi dei risultati

Per approfondire l'influenza delle variazioni di spessore delle partizioni di base, conseguenti all'applicazione di diverse tipologie di rivestimento resiliente, sulle corrispondenti **variazioni in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante** R_w , degli indici R_w+C e R_w+C_{tr} , si analizzano i grafici di seguito riportati, che rappresentano gli incrementi dei suddetti indici (ΔR_w , $\Delta(R_w+C)$ e $\Delta(R_w+C_{tr})$) in funzione dell'incremento di spessore delle partizioni analizzate, Δs [figg. 9, 10, 11].

Con riferimento alle sigle utilizzate all'interno dei grafici, si precisa che:

- il numero che precede la sigla "CG" indica il numero di strati di cartongesso, il numero che segue indica lo spessore delle lastre;
- il numero che segue la sigla "P" indica lo spessore della parete base;
- la sigla "I" indica parete intonacata su un lato.

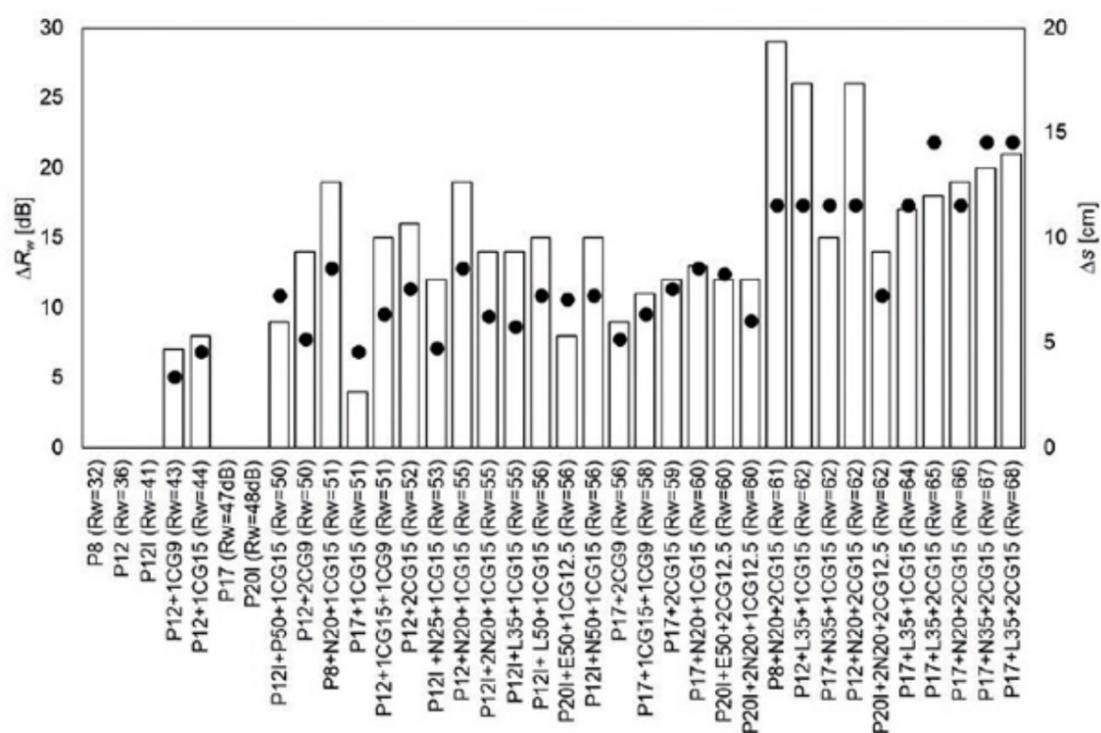


Fig. 9 – Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, ΔR_w (\square), in funzione dell'incremento di spessore Δs (\bullet), delle partizioni esaminate.

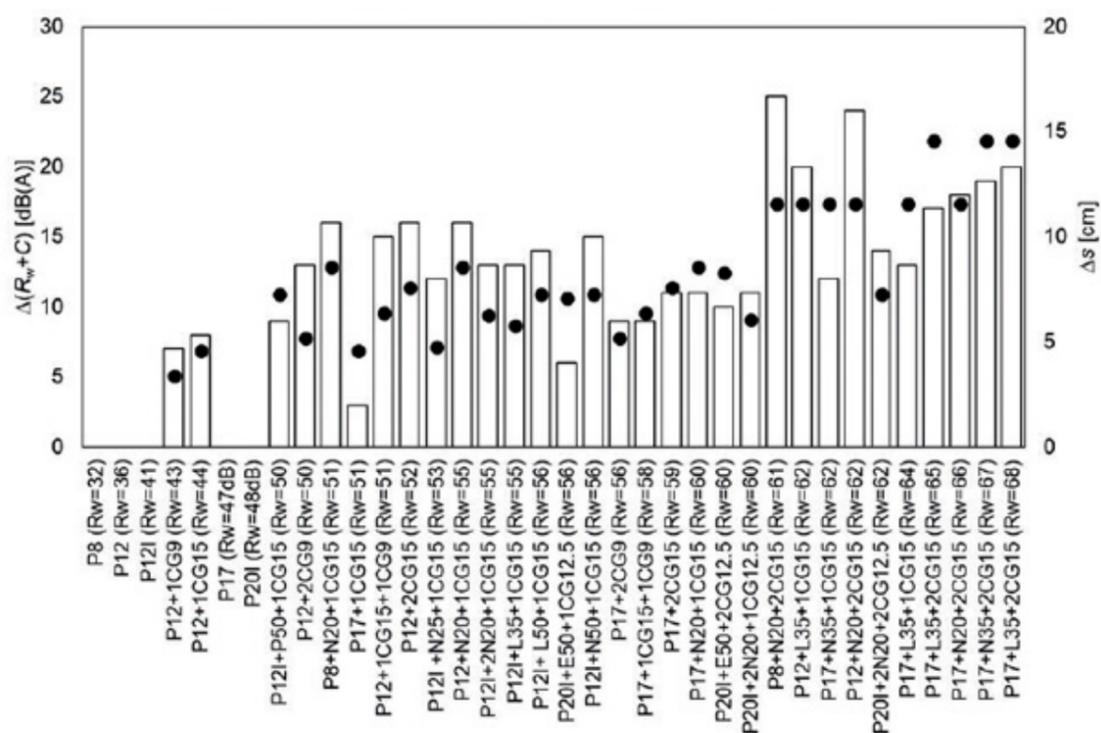


Fig. 10 – Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C, $\Delta(R_w+C)$ (\square) in funzione dell'incremento di spessore Δs (\bullet), delle partizioni esaminate.

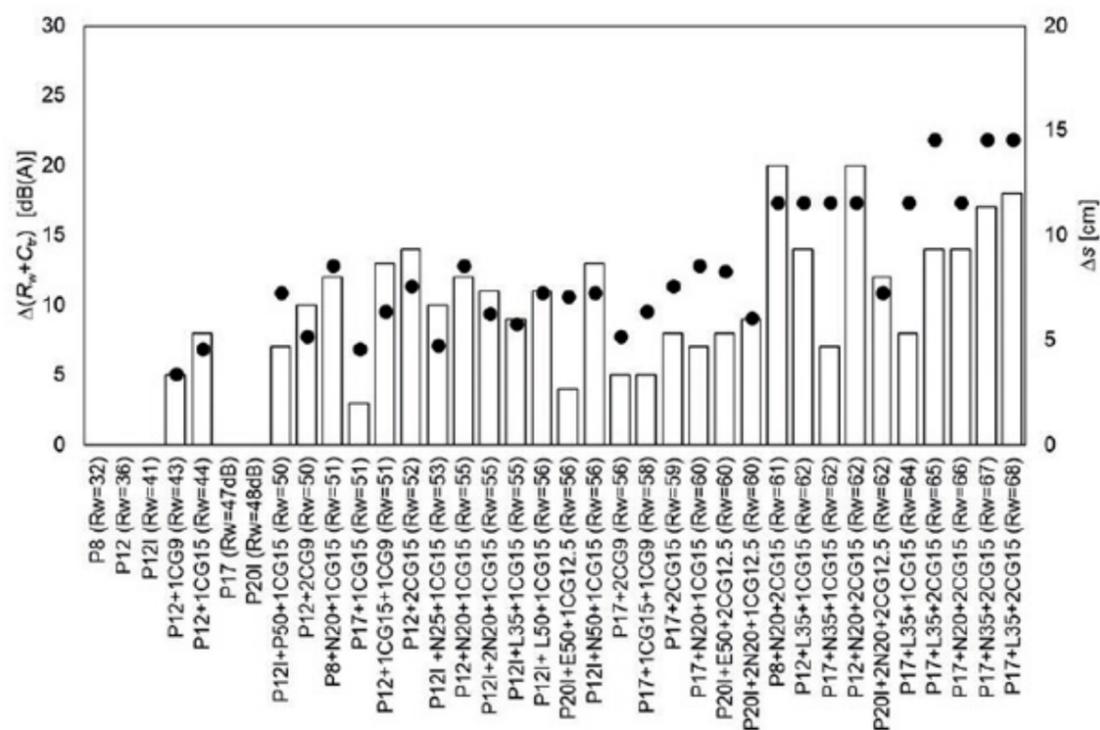


Figura 11 – Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C_{tr} , $\Delta(R_w+C_{tr})$ (□) in funzione dell'incremento di spessore Δs (●), delle partizioni esaminate.

Quest'analisi evidenzia che **l'applicazione di rivestimenti resilienti** consente di conseguire **prestazioni di isolamento acustico elevate**.

Infatti, esaminando per esempio il grafico riportato in fig. 9, si può osservare come, a parità di incremento di spessore di circa 12 cm di una partizione base, sia possibile conseguire:

- incrementi ΔR_w di 29 dB per la partizione POROTON® di base P8, di massa superficiale 97 kg/m^2 e $R_w=32$ dB, ottenibili tramite la soluzione P8+N20+2CG15, caratterizzata da $R_w=61$ dB e spessore complessivo pari a circa 20 cm;
- incrementi ΔR_w di 26 dB per la partizione POROTON® di base P12 di massa superficiale 107 kg/m^2 e $R_w=36$ dB, conseguibili tramite la soluzione P12+N20+2CG15, caratterizzata da $R_w=62$ dB e spessore complessivo pari a circa 24 cm;
- incrementi ΔR_w di circa 19 dB per la partizione POROTON® di base P17 di massa superficiale 256 kg/m^2 e $R_w=47$ dB, ottenibili tramite la soluzione P17+N20+2CG15, caratterizzata da $R_w=66$ dB e spessore complessivo pari a circa 29 cm.

Inoltre, con riferimento all'ultima soluzione riportata nel grafico di fig. 9, caratterizzata dall'applicazione su ambo i lati della partizione POROTON® di base P17 di un rivestimento realizzato con pannello CELENIT L3, spessore 35 mm (tipo f) e due lastre di cartongesso CG15, si può osservare che con uno spessore totale di circa 32 cm è possibile ottenere un indice di valutazione del potere fonoisolante di $R_w=68(-2;-7)$ dB.

Dal grafico di fig. 5 e da un confronto dei grafici delle fig. 9 e fig. 11 si può notare come le **prestazioni migliori**, considerando le basse frequenze (R_w+C_{tr}), siano quelle che utilizzano **pareti base ad elevata massa**, a conferma dell'importanza di realizzare **strutture opache massive** laddove si vogliono effettivamente **isolare rumori di bassa frequenza** (quali, per esempio, i rumori da traffico).

6. Conclusioni

In questo lavoro sono state esaminate varie soluzioni murarie, ottenute abbinando a cinque **partizioni monostrato POROTON®** diverse tipologie di rivestimento resiliente, eseguite con due differenti tecniche di posa.

L'impiego dei **rivestimenti resilienti**, in alternativa ai tradizionali strati di finitura superficiale, costituisce una soluzione efficace alla necessità di fornire soluzioni tecniche, relativamente semplici e di costo contenuto, in grado di offrire una **adeguata protezione nei confronti dei rumori trasmessi per via aerea**.

I risultati hanno confermato l'ottimo comportamento di strutture combinate muratura-cartongesso.

Al **buon comportamento alle basse frequenze**, caratteristico della muratura base costituita da **pareti monostrato in laterizio POROTON®**, viene sommato l'ottimo andamento alle frequenze medio alte dello spettro sonoro, caratteristico delle strutture sottili ad elevata massa e basso spessore.

Un aumento considerevole delle prestazioni si ottiene interponendo materiale poroso smorzante.

Le diverse **soluzioni costruttive proposte dal Consorzio POROTON® Italia**, siano esse monostrato "massive", pluristrato o monostrato rivestite o placcate, forniscono livelli prestazionali che **permettono di soddisfare** in sede progettuale, se opportunamente dimensionate e tenendo conto delle condizioni di vincolo tipiche di questi elementi edilizi, i **requisiti di isolamento acustico** richiesti in opera dall'attuale normativa in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante apparente per **tutti gli ambiti di applicazione previsti**.

Bibliografia:

- (1) UNI EN ISO 12354-1:2017 *Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.*
- (2) UNI EN ISO 12354-2:2017 *Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.*
- (3) UNI EN ISO 12354-3:2017 *Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea.*
- (4) UNI EN ISO 10140-1:2016 *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Regole di applicazione per prodotti particolari.*
- (5) UNI EN ISO 10140-2:2010 *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Misurazione dell'isolamento acustico per via aerea.*
- (6) UNI EN ISO 10140-4:2010 *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 4: Procedure e requisiti di misurazione.*
- (7) UNI EN ISO 10140-5:2014 *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 5: Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova.*
- (8) UNI EN ISO 717-1:2013 *Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.*
- (9) Di Bella A., Granzotto N., *Rivestimenti resilienti per partizioni monostrato in laterizio: indagini sperimentali*, Atti del 32° Convegno nazionale A.I.A., Ancona, 15-17 giugno 2005.
- (10) Di Bella A., Ferro A., Granzotto N., *Tecniche di incremento del potere fonoisolante di partizioni verticali*, IV Giornata sull'Acustica Ambientale, Firenze, 30 marzo 2006.
- (11) Di Bella A., Granzotto N., *Analisi comparativa delle tecniche di miglioramento del potere fonoisolante di partizioni verticali*. Atti del 36° Convegno Nazionale A.I.A. Torino, 10-12 Giugno 2009.

DATA 23 Giugno 2021

AUTORI Antonino Di Bella (*), Nicola Granzotto (*)

NOTE AUTORI (*) Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Padova, Padova

RIFERIMENTO Newsletter numero 137
