



ISOLAMENTO ACUSTICO NEGLI EDIFICI CLT

MANUALE ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

OTTOBRE 2019



Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

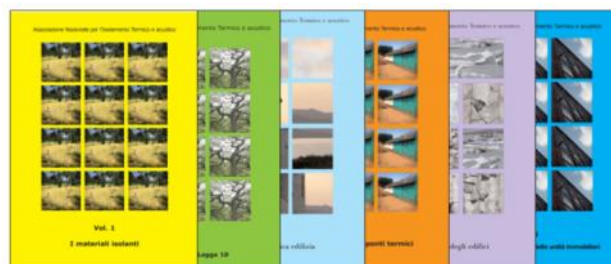
I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **GUIDE** e **MANUALI** di chiarimento sull'efficienza energetica e l'isolamento acustico degli edifici. Gli argomenti trattati riguardano la normativa di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **GUIDE** analizzano le leggi e le norme del settore e sono riservate ai Soci.

I **MANUALI** invece, caratterizzati da un taglio più pratico e realizzati in collaborazione con le Aziende ANIT, sono scaricabili gratuitamente dal sito www.anit.it

I vari temi sono inoltre approfonditi nei **libri** della collana editoriale ANIT "L'isolamento termico e acustico".



STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante **aggiornamento** sulle **norme in vigore** con le GUIDE ANIT



I software per calcolare **tutti i parametri** energetici, igrotermici e acustici degli edifici



Servizio di **chiarimento tecnico** da parte dello Staff ANIT



Abbonamento alla rivista specializzata **Neo-Eubios**

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "Socio Individuale Più" per ottenere servizi avanzati

MANUALE ANIT REALIZZATO IN COLLABORAZIONE CON


rothoblaas

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

I contenuti sono curati dallo Staff ANIT e sono aggiornati alla data in copertina.

Le informazioni riportate sono da ritenersi comunque indicative ed è sempre necessario riferirsi anche a eventuali documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge. Si raccomanda di **verificare sul sito www.anit.it l'eventuale presenza di versioni più aggiornate di questo documento.**

INDICE

1	PREMESSA	2
2	LIMITI DI LEGGE E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	3
2.1	DPCM 5-12-1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici	3
2.2	Norme tecniche per calcoli previsionali e misure in opera	4
3	ISOLAMENTO ACUSTICO NEGLI EDIFICI CLT	5
3.1	Introduzione	5
3.2	Acustica degli elementi CLT	7
3.3	Sistemi di rivestimento	8
3.4	Sistemi per ridurre i percorsi per via strutturale.....	12
3.5	Materiali sigillanti	16
4	CALCOLI PREVISIONALI PER GLI EDIFICI CLT	17
4.1	Introduzione	17
4.2	Prove di laboratorio Rothoblaas: Potere fonoisolante (R_w).....	18
4.3	Prove di laboratorio Rothoblaas: Misure di K_{ij}	22
5	CONTATTI	28

1 PREMESSA

Nell'ultimo decennio, a livello mondiale è stato registrato un forte aumento degli edifici costruiti con elementi CLT (Cross Laminated Timber), tendenza che ha interessato anche il nostro Paese.

I pannelli in CLT sono costituiti da tavole in legno massiccio a strati incrociati che vengono utilizzati in verticale per pareti e in orizzontale per solai.

L'elevato livello di sviluppo tecnologico raggiunto ha permesso l'incremento delle soluzioni possibili sia per scelta dei sistemi di connessione che per la definizione delle prestazioni termiche, rendendo il sistema adatto alla realizzazione sia di costruzioni di piccole dimensioni, che di edifici multipiano.

Il tema dell'isolamento acustico di questo sistema costruttivo invece è ancora in fase di studio. Anche se le recenti norme per i calcoli previsionali di acustica (UNI EN ISO 12354:2017) hanno iniziato a citare espressamente gli edifici CLT, non si hanno ancora molti dati a disposizione sulle prestazioni del sistema. Per questo risultano di particolare interesse le ricerche scientifiche sviluppate in questo settore.

Questo Manuale analizza il tema dell'isolamento acustico degli edifici CLT e descrive:

- *I limiti di legge da rispettare e la normativa di settore*
- *Le soluzioni tecnologiche che si possono utilizzare e gli accorgimenti da adottare in cantiere*
- *I risultati delle ricerche realizzate da Rothoblaas sulle prestazioni degli elementi e sull'influenza delle connessioni ai giunti.*

Il Manuale è stato realizzato in collaborazione con [ROTHOBLAAS](https://www.rothoblaas.it), azienda associata ANIT leader nello sviluppo e nella fornitura di soluzioni ad elevato contenuto tecnologico per l'edilizia in legno, e che, in questi anni, ha affrontato la sfida della ricerca in campo acustico in collaborazione con università e centri di ricerca specializzati.

2 LIMITI DI LEGGE E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

2.1 DPCM 5-12-1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Il documento che specifica i limiti di legge per l'isolamento acustico degli immobili è il DPCM 5-12-1997. Di seguito una breve introduzione ai parametri definiti nel decreto ed i limiti da rispettare in opera.

Tipo di rumore	Descrittore	Considerazioni
Rumori aerei da altre unità immobiliari (TV, voci, ecc.)	Potere fonoisolante apparente R'_w	Il parametro indica la capacità di una partizione di limitare il passaggio di rumori aerei: in sostanza "quanti dB è in grado di eliminare la partizione". Più il valore di R'_w è alto, migliore è la prestazione di isolamento. Le prescrizioni del Decreto si applicano solo alle partizioni di separazione tra differenti unità immobiliari.
Rumori esterni (traffico stradale, ferroviario, ecc.)	Isolamento acustico di facciata $D_{2m,nTw}$	Come R'_w anche questo parametro indica la capacità della facciata di abbattere i rumori aerei provenienti dall'esterno, ossia "quanti dB" è in grado di eliminare la facciata. Alti valori di $D_{2m,nTw}$ indicano migliori prestazioni di isolamento.
Rumori da impatto (calpestio, spostamento mobili, ecc.)	Livello rumore calpestio L'_{nw}	Il parametro rappresenta il livello di rumore di calpestio misurato nell'ambiente disturbato, quando nell'ambiente disturbante viene azionata una macchina per il calpestio. Di conseguenza bassi livelli di rumore indicano migliori prestazioni di isolamento.
Impianti a funzionamento discontinuo	Livello rumore massimo L_{Amax}	Il livello di rumore si valuta in sostanza misurando il "picco massimo" di rumore emesso da un impianto. Il DPCM considera impianti a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria.
Impianti a funzionamento continuo	Livello equivalente di rumore L_{Aeq}	Il livello di rumore si valuta misurando il "livello costante" di rumore emesso dall'impianto. Il DPCM considera impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.
Tempo di riverberazione	Tempo di riverberazione T	Il tempo di riverberazione (T) è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale. Il parametro varia con la frequenza considerata.

Categorie di ambienti abitativi Edifici adibiti a:	Parametri [dB]				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	L'_{nw}	L_{Amax}	L_{Aeq}
Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	≥ 55	≥ 45	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Residenze, alberghi, pensioni ed attività assimilabili	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	≤ 35 o $25? (*)$
Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	≥ 50	≥ 48	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili	≥ 50	≥ 42	≤ 55	≤ 35	≤ 35 o $25? (*)$

(*) Il Decreto ha un errore di scrittura. Si consiglia di considerare il limite più restrittivo (25 dBA)

Tempo di riverberazione (T)

La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare:

- **1,2 sec.** nelle aule scolastiche
- **2,2 secondi** nelle palestre delle scuole (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio)

I limiti del DPCM 5-12-1997 devono essere applicati agli edifici di nuova costruzione. Per le ristrutturazioni non vi sono specifiche indicazioni. Varie circolari ministeriale e leggi regionali hanno però fornito alcune interpretazioni. Ad esempio una Circolare datata **9 marzo 1999** specifica che i limiti del DPCM devono essere applicati in caso di “ristrutturazione totale” e ai nuovi impianti tecnologici, installati ex novo o in sostituzione a impianti esistenti.

Per gli appalti pubblici ai limiti del DPCM 5-12-1997 si aggiungono le prescrizioni del DM 11 ottobre 2017 sui “Criteri Ambientali Minimi” (CAM). Il decreto impone il raggiungimento della Classe acustica II, come definita nella norma UNI 11367, e il rispetto di parametri per la qualità acustica interna. Ospedali, case di cura e scuole devono soddisfare il livello di “prestazione superiore” riportato nell’Appendice A della UNI 11367.

2.2 Norme tecniche per calcoli previsionali e misure in opera

La tabella che segue riassume le norme tecniche di riferimento per calcoli previsionali e misure in opera dei requisiti acustici passivi degli edifici.

	Calcoli previsionali		Misure in opera	
Rumori aerei - R'_w	UNI EN ISO 12354-1	UNI TR 11175	UNI EN ISO 16283-1	
Calpestio - L'_{nw}	UNI EN ISO 12354-2	UNI TR 11175	UNI EN ISO 16283-2	
Facciata - $D_{2m,nTw}$	UNI EN ISO 12354-3	UNI TR 11175	UNI EN ISO 16283-3	
Impianti - L_{ASmax} - L_{Aeq}	UNI EN 12354-5		UNI EN ISO 16032	UNI 8199
Tempo di riverbero - T	UNI EN 12354-6		UNI EN ISO 3382 (1-2-3)	

Le norme sui calcoli indicano come calcolare tutti i percorsi di rumore da ambiente emittente e ricevente e come combinarli tra loro per ricavare la prestazione in opera.

Le norme sulle misure specificano invece le caratteristiche delle sorgenti e della catena di misura, le procedure da seguire per la rilevazione e le tecniche di analisi dei dati. Individuano anche come comportarsi in “casi particolari” (ad es. ambienti sfalsati, con forme particolari, ecc.)

Maggiori informazioni sui temi trattati in questo capitolo sono riportati sulle GUIDE ANIT: [Requisiti acustici passivi](#) e [Acustica e ristrutturazioni](#)



3 ISOLAMENTO ACUSTICO NEGLI EDIFICI CLT

3.1 Introduzione

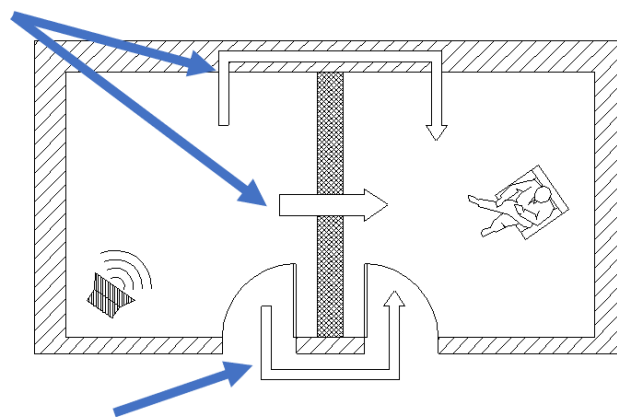
In acustica edilizia le sorgenti di rumore possono essere suddivise in:

- **Sorgenti di rumori aerei:** onde sonore che si propagano nell'aria (voci, TV, radio, ecc.)
- **Sorgenti di rumori da impatto:** fenomeni che trasmettono direttamente energia alle strutture (calpestio, movimentazione dei carrelli in un supermercato, ecc.).

I suoni si propagano da ambiente emittente a ricevente attraverso vari percorsi che possono distinguersi in:

- percorsi **per via strutturale**, (attraversando gli elementi edili).
- percorsi **per via aerea** (ad es. attraverso fessure nella partizione, canali di aerazione che mettono in comunicazione i due ambienti, aperture, ecc.)

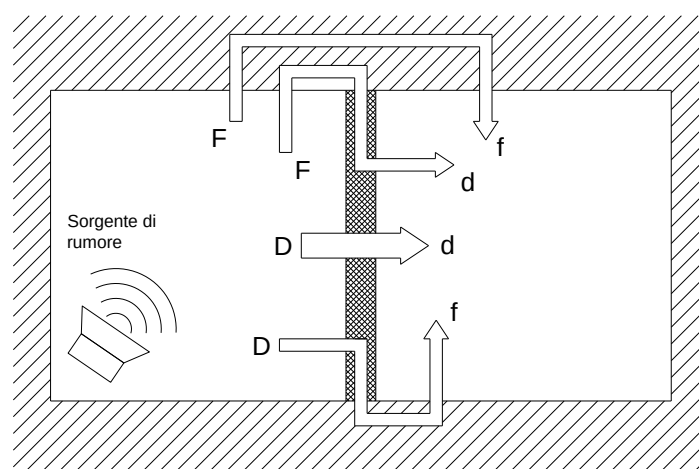
Via strutturale



Via aerea

I percorsi per via strutturale si possono classificare come **percorsi diretti** (se coinvolgono solo l'elemento di separazione) o **percorsi laterali** (se riguardano anche le strutture collegate alla partizione divisoria). La figura seguente riporta il percorso diretto (Dd) e i tre percorsi laterali che si attivano su ogni lato (Ff, Fd, Df) dove:

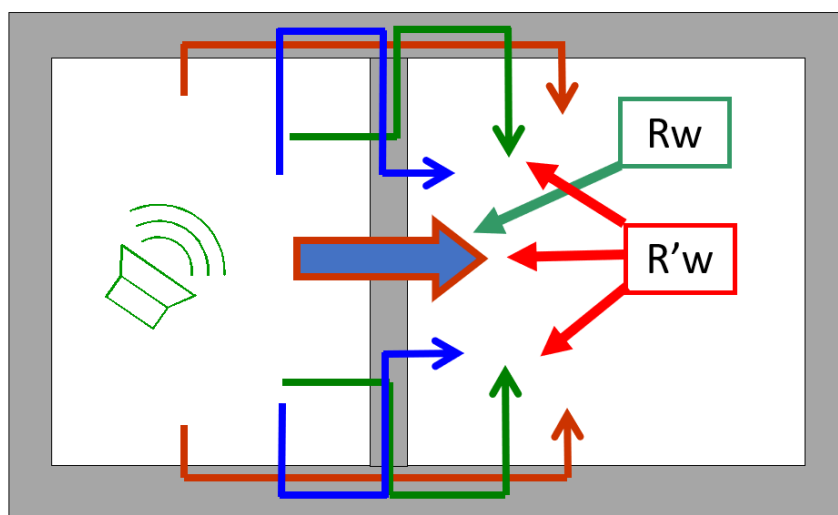
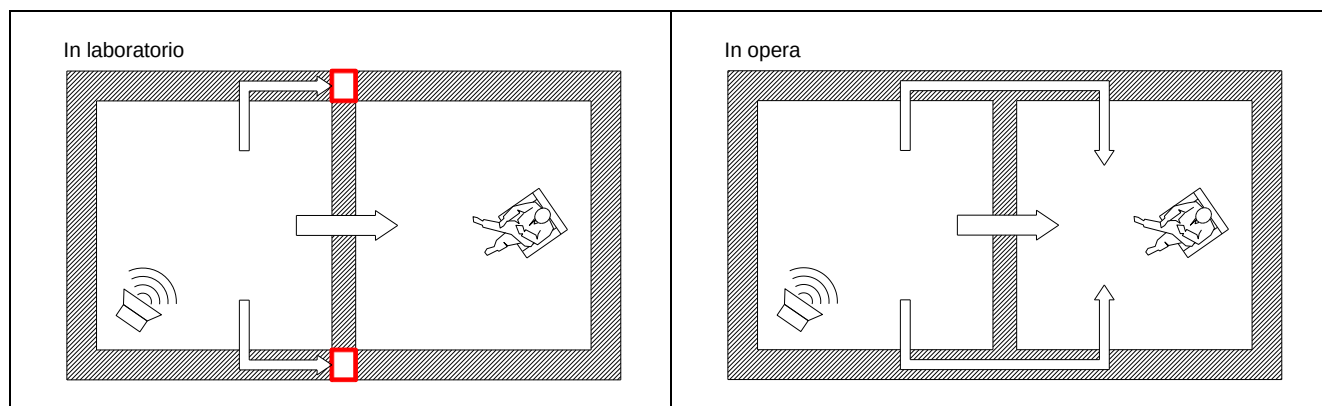
- D: indica l'elemento divisorio nell'ambiente emittente
- d: indica l'elemento divisorio nell'ambiente ricevente
- F: indica la struttura laterale nell'ambiente emittente
- f: indica la struttura laterale nell'ambiente ricevente



Complessivamente si individuano quindi 13 percorsi: uno diretto e 12 laterali (3 per ogni lato della parete)

Le **prove di laboratorio** di potere fonoisolante, realizzate dai produttori, riguardano la prestazione di isolamento relativa al solo percorso diretto (indice di potere fonoisolante – R_w). Le rilevazioni infatti vengono eseguite tra due camere fisicamente disconnesse tra loro.

Le misure in cantiere (e i limiti del DPCM 5-12-1997) considerano invece tutti i percorsi di rumore (indice di potere fonoisolante apparente – R'_w)



Gli edifici costruiti con elementi CLT possono raggiungere elevate prestazioni di isolamento ai rumori. Per ottenere l'obiettivo però è necessario (come per qualsiasi tipologia di sistema costruttivo):

- curare la definizione delle stratigrafie e dei nodi di connessione
- verificare con attenzione la corretta posa in opera di materiali e sistemi costruttivi.

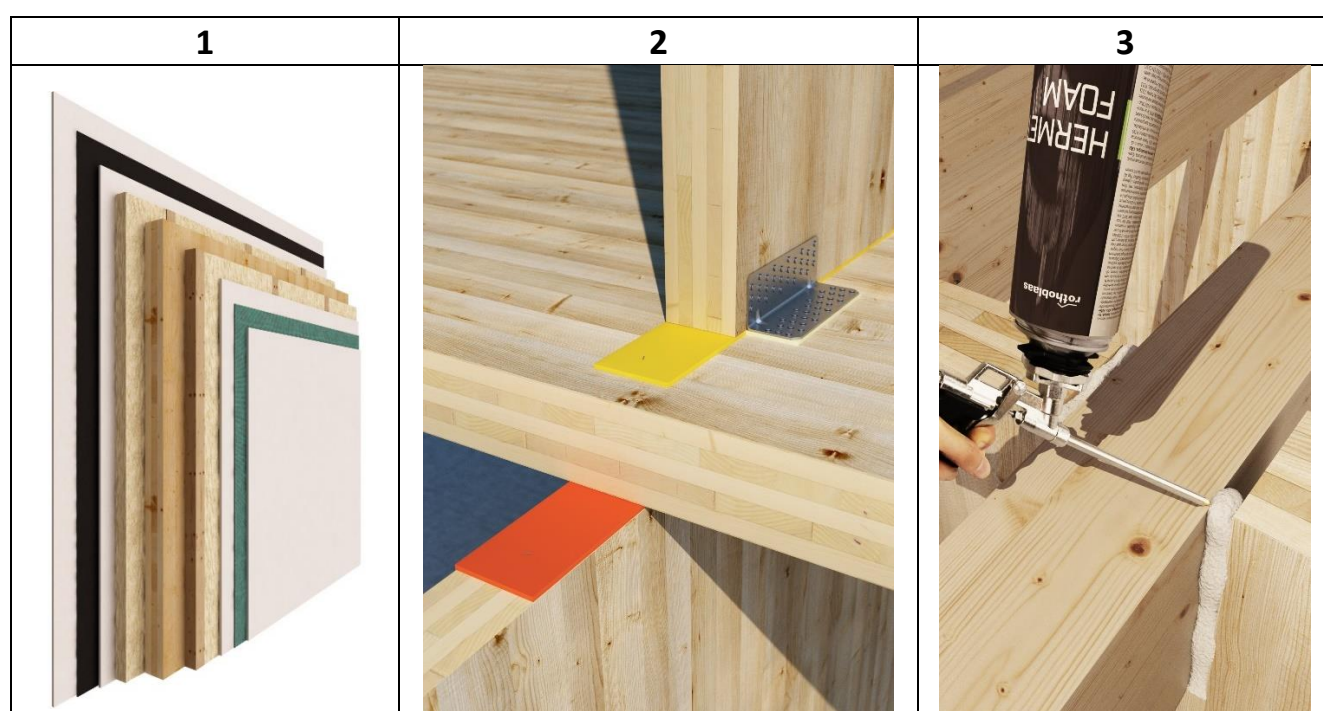
Di seguito si propongono alcune considerazioni su questi temi.

3.2 Acustica degli elementi CLT

I soli elementi in CLT generalmente presentano, a causa della loro ridotta massa superficiale e della loro rigidità, prestazioni acustiche non elevate, in particolare alle basse frequenze.

Pertanto, se si intendono ottenere specifiche prestazioni di isolamento ai rumori, occorre:

1. Incrementare l'isolamento ai rumori aerei o ai rumori da impatto degli elementi CLT, rivestendoli con sistemi quali contropareti a secco, controsoffitti, massetti galleggianti, ecc.
2. Ridurre le trasmissioni per via strutturale, svincolando gli elementi con l'interposizione di materiali resilienti
3. Ridurre le trasmissioni per via aerea, sigillando eventuali fessure tra gli elementi con nastri autoespandenti o schiume con prestazioni fonoisolanti. In alcuni casi (ad esempio per i serramenti) anche i nastri adesivi possono contribuire a raggiungere l'obiettivo.



L'utilizzo di una o più soluzioni deve essere valutata dal professionista che segue l'intervento, e dipende dalle richieste del committente e dall'obiettivo che si intende raggiungere in opera. Per chiarezza si evidenzia però che elementi CLT senza alcun tipo di rivestimento non permettono di rispettare i limiti imposti dal DPCM 5-12-1997.

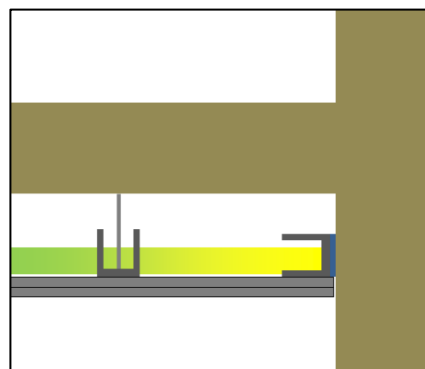
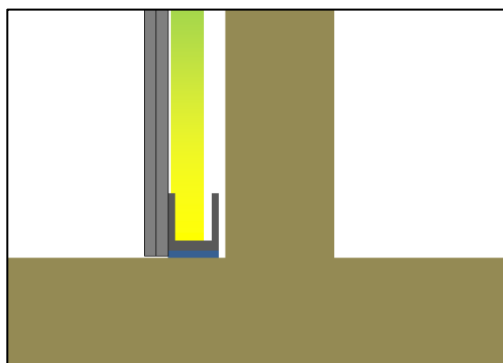
Inoltre occorre anche specificare che l'efficacia acustica del sistema dipende in modo significativo **dalla sua corretta posa in opera**. Ad esempio: nei massetti galleggianti errori di posa della "vasca" di materiale resiliente possono vanificare il risultato finale. Allo stesso modo le contropareti a secco non devono presentare un numero eccessivo di scassi impiantistici, che ne potrebbero ridurre drasticamente la prestazione fonoisolante. Per queste ragioni è molto importante che il professionista incaricato segua il cantiere per verificare la corretta realizzazione dell'opera.

Di seguito si riportano alcune considerazioni sulle soluzioni tecnologiche che si possono utilizzare per risolvere i tre aspetti indicati in precedenza.

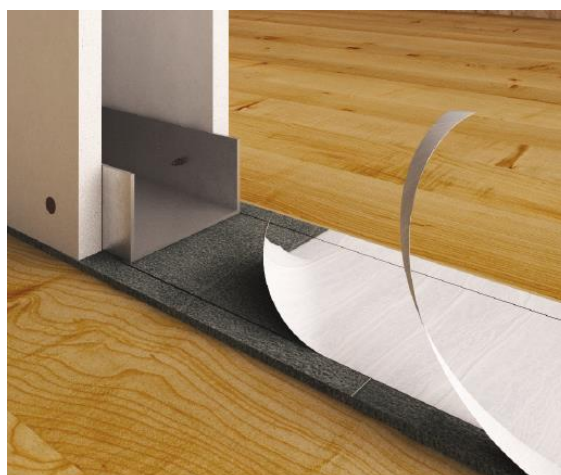
3.3 Sistemi di rivestimento

È possibile aumentare sensibilmente la prestazione di isolamento ai rumori aerei degli elementi CLT rivestendoli con sistemi quali: contropareti a secco, controsoffitti, massetti galleggianti e massetti a secco.

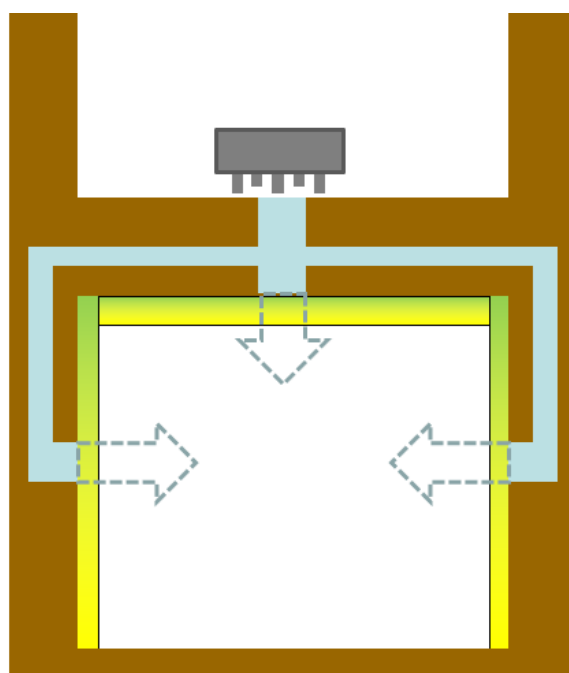
Contropareti e **controsoffitti** possono essere realizzati con lastre continue (ad es. in cartongesso o gessofibra), e materiale fonoassorbente nell'intercapedine.



La struttura portante del sistema a secco deve essere desolidarizzata dagli elementi laterali mediante l'interposizione di nastro resiliente

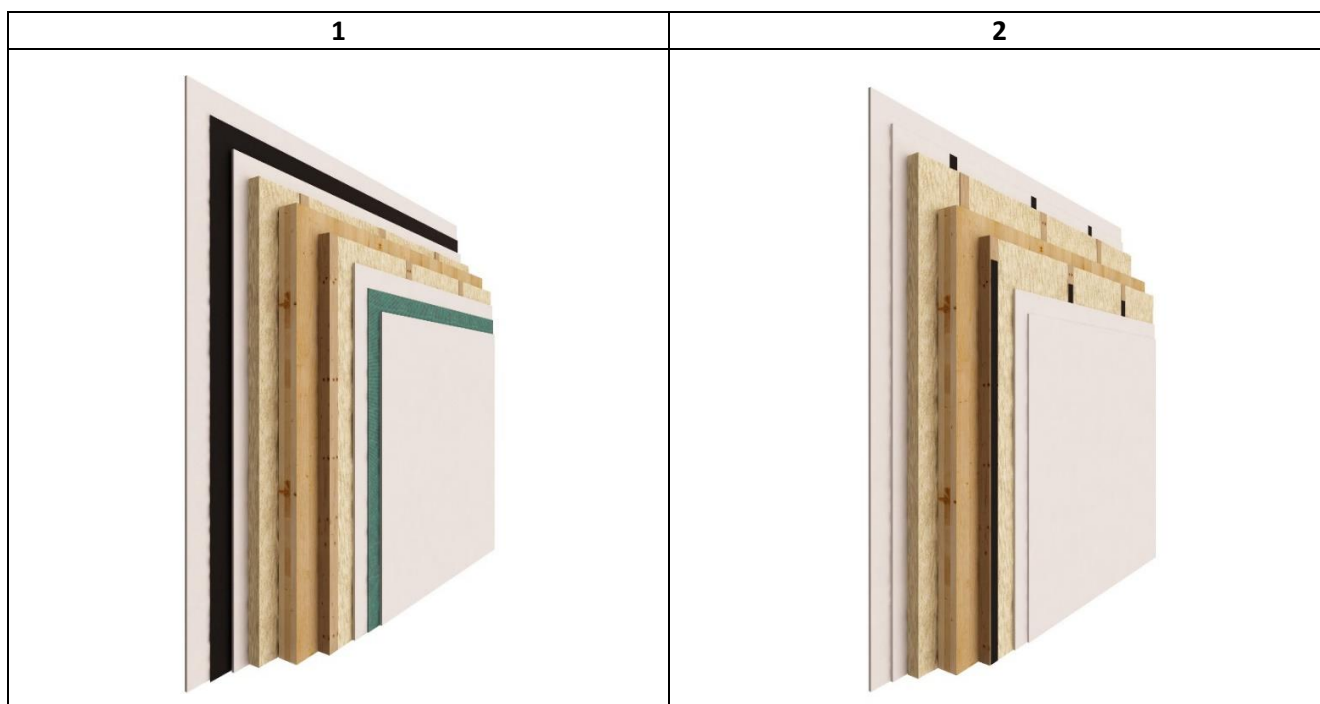


I controsoffitti contribuiscono anche a ridurre i rumori da calpestio, ma generalmente è necessario combinarli con contropareti per ridurre anche le trasmissioni laterali.

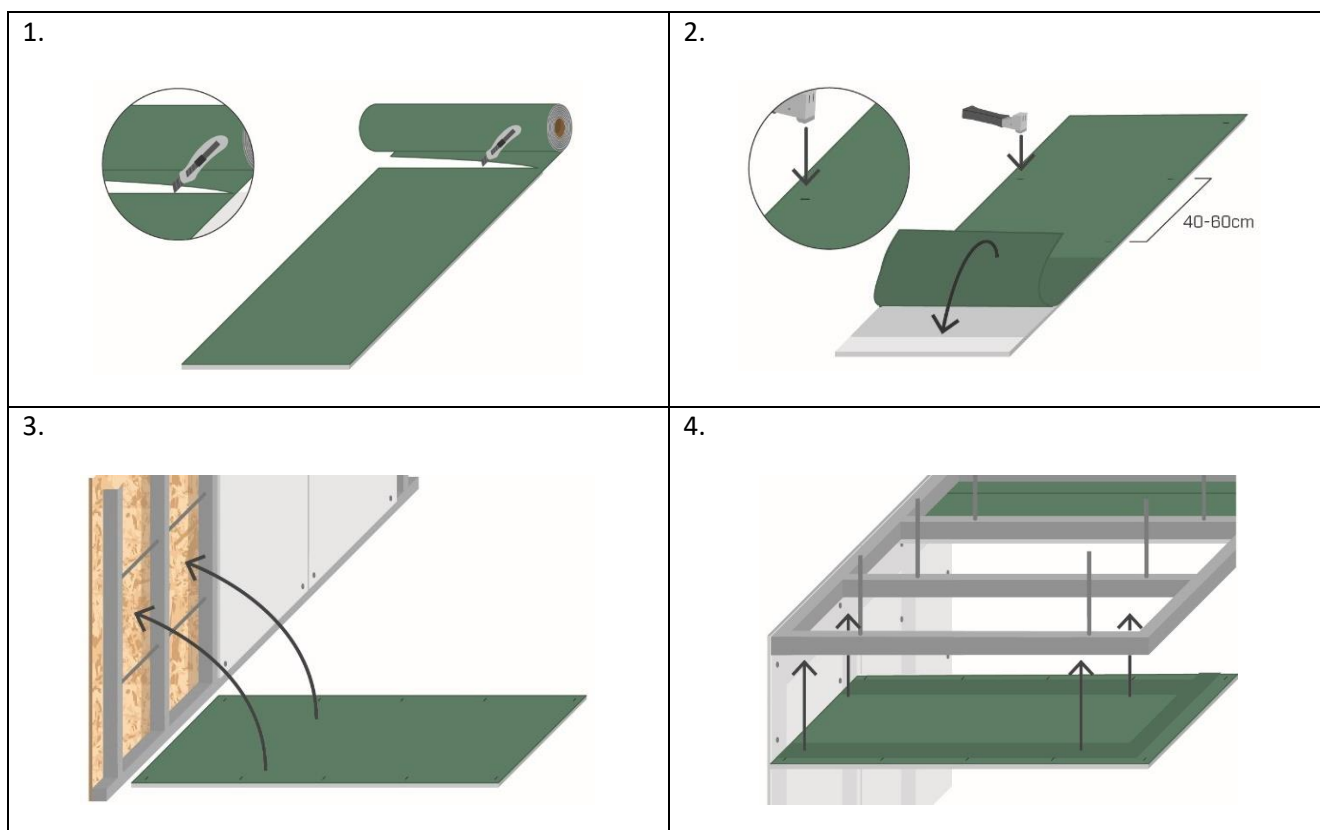


La prestazione fonoisolante delle contropareti in alcuni casi può essere incrementata:

1. interponendo tra le lastre materiali fonoimpedenti ad elevata densità
2. interponendo tra lastre e struttura portante nastri resilienti



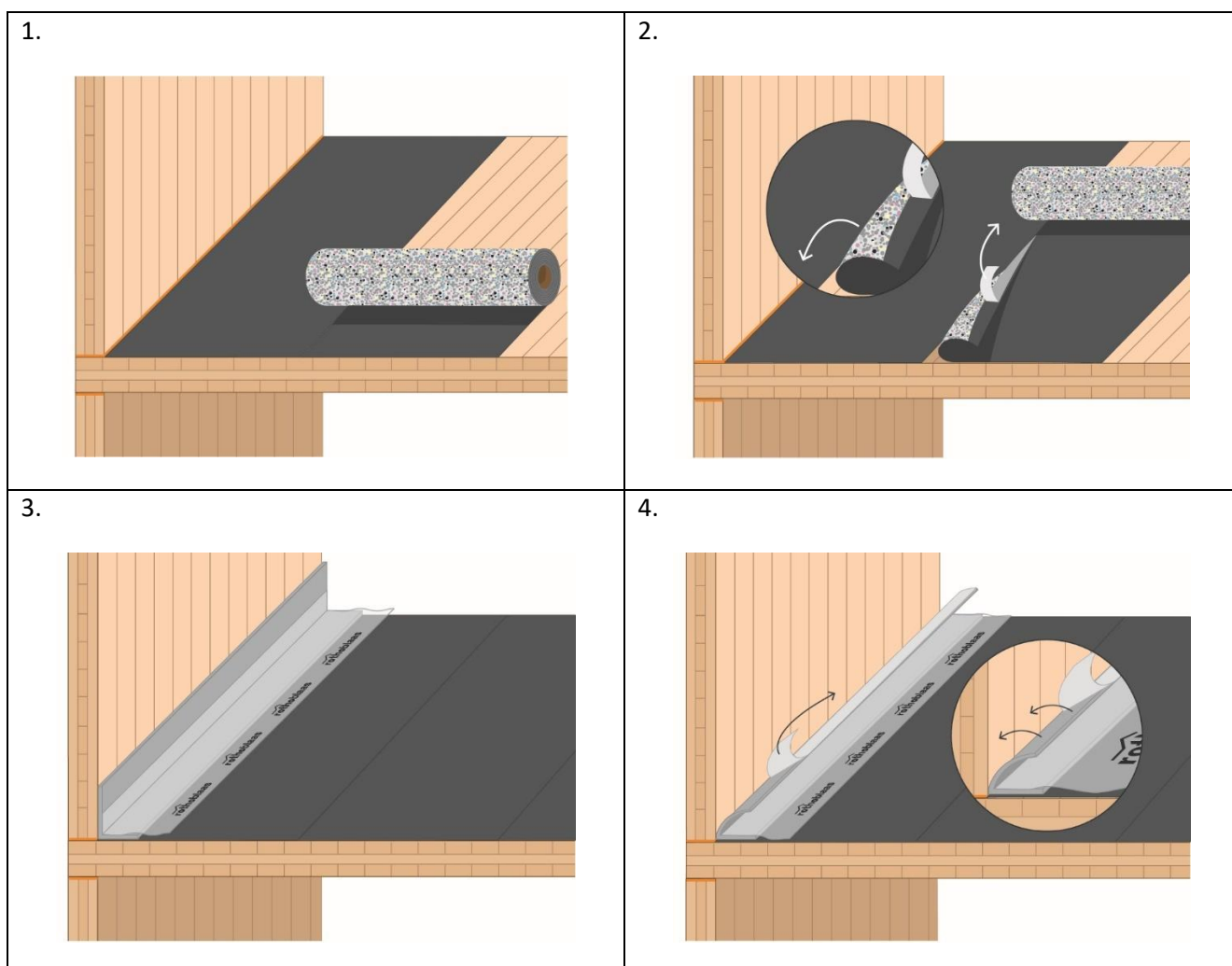
Le immagini che seguono riportano indicazioni per l'applicazione di membrane fonoimpedenti alle lastre



I massetti galleggianti e i massetti a secco contribuiscono ad aumentare l'isolamento ai rumori aerei e a ridurre la trasmissione di rumori da calpestio



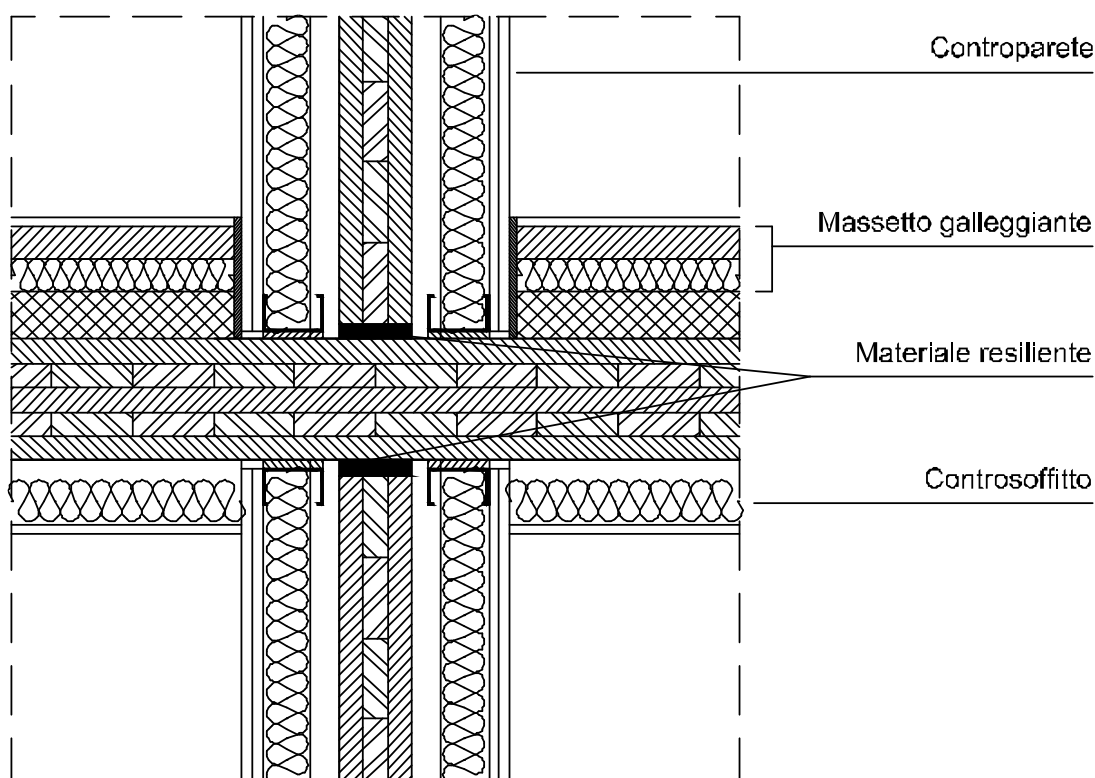
Le immagini che seguono riportano indicazioni di base per la posa della vasca di materiale resiliente.



La posa di materiali resilienti sottopavimento invece contribuisce solo alla riduzione dei rumori da calpestio



Tutte le soluzioni possono essere combinate tra loro (contropareti + controsoffitti + massetti galleggianti, ecc.). Come indicato in precedenza la definizione di quali e quante soluzioni utilizzare dipende dall'obiettivo che si vuole raggiungere a fine lavori.

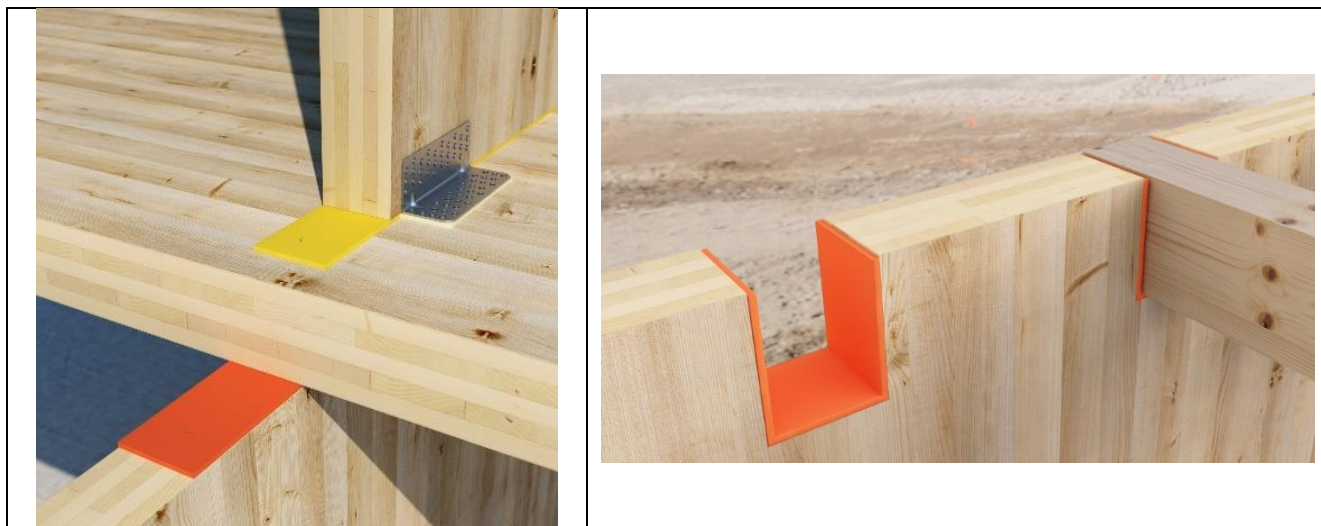


3.4 Sistemi per ridurre i percorsi per via strutturale

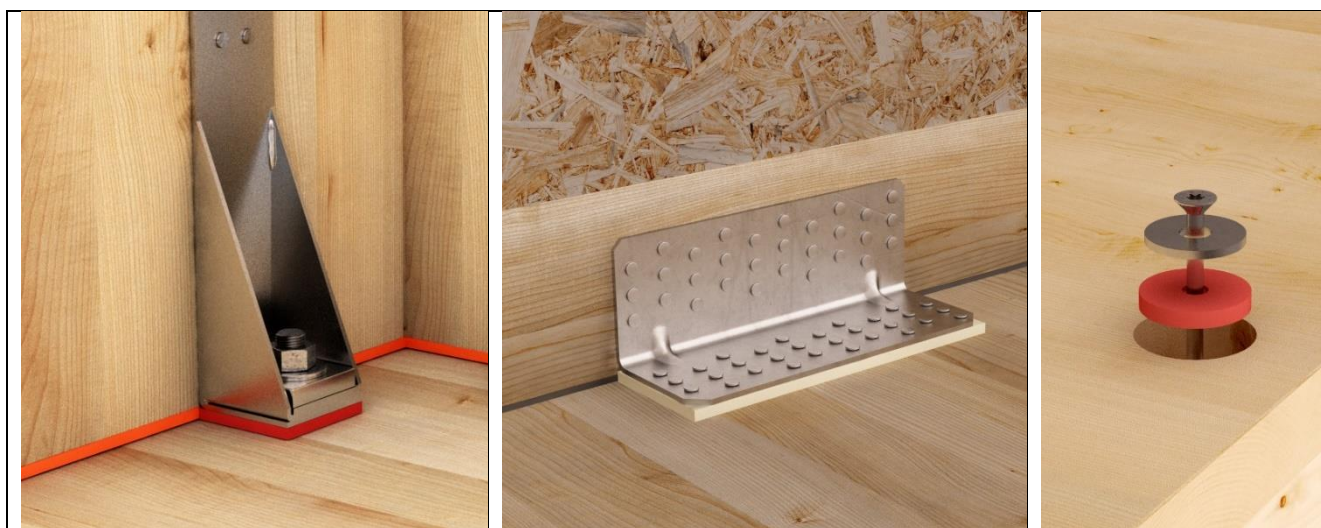
Per limitare la trasmissione di rumori per via strutturale è opportuno disaccoppiare gli elementi in CLT con materiale resiliente. L'interposizione di uno strato di separazione elastico fra elementi rigidi infatti limita la trasmissione delle vibrazioni nella struttura e quindi del rumore.

Esistono in commercio materiali resilienti da interporre:

- Tra elementi CLT:

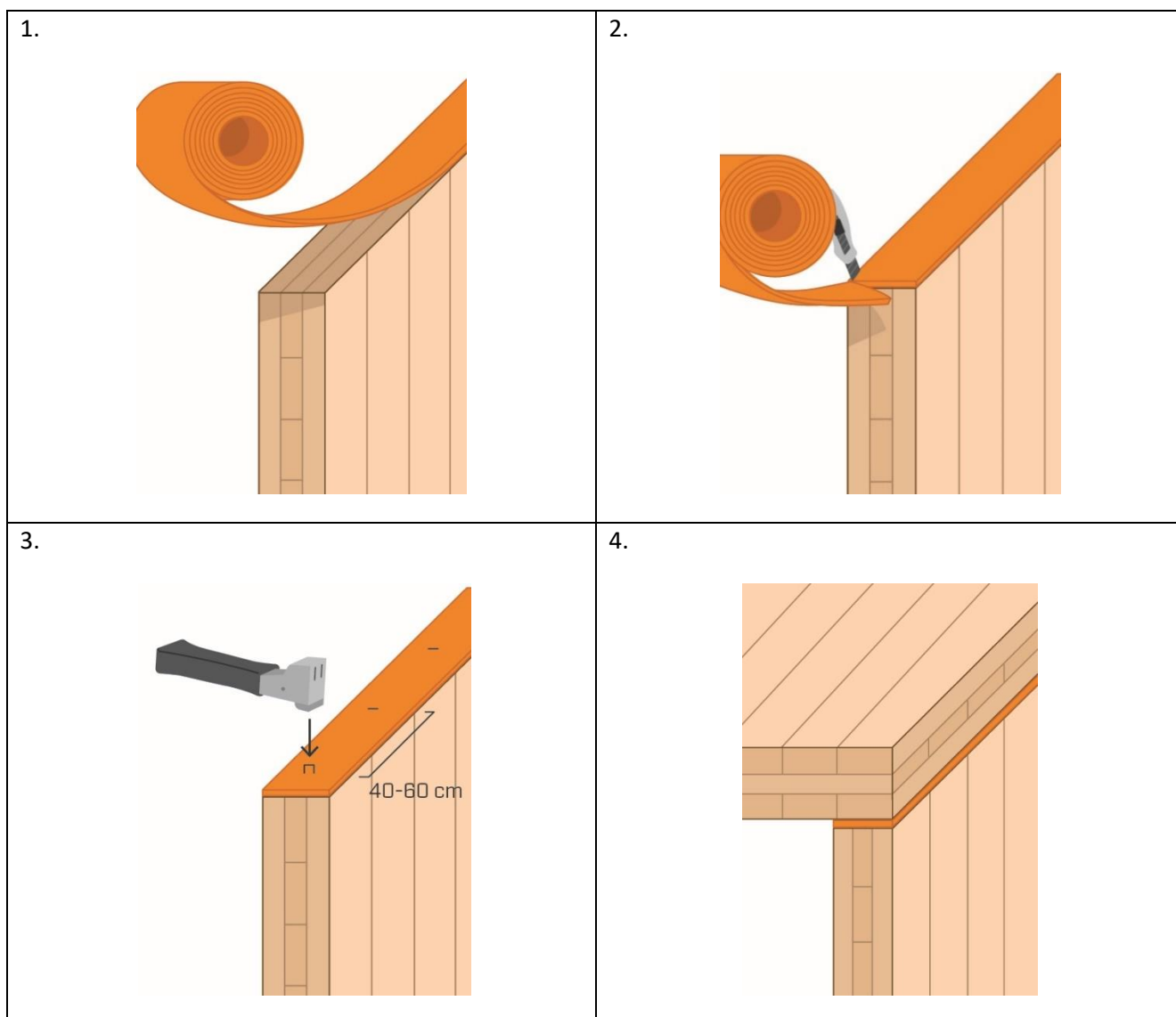


- Tra elementi di fissaggio:



Questi materiali resilienti inoltre contribuiscono a ridurre l'incidenza di eventuali ponti acustici, determinati da errori di posa di altri sistemi. Ad esempio: un errore nella realizzazione del massetto galleggiante può comportare un punto di passaggio preferenziale per le vibrazioni, che possono essere in parte "intercettate" dalle strisce resilienti sottoparete.

Le immagini che seguono riportano indicazioni di base per la posa delle strisce di materiale resiliente.



3.4.1 APPROFONDIMENTO TECNICO: scelta dei materiali resilienti per le pareti

Il tipo di materiale da utilizzare **dipende dal carico della struttura soprastante**. I prodotti infatti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale.

Per eseguire la corretta valutazione del prodotto, si consiglia di sommare al valore di carico permanente, il 50% del carico accidentale. È necessario ragionare sulle condizioni d'esercizio e non sulle condizioni di stato limite ultimo perché si deve isolare acusticamente l'edificio in condizioni di carico quotidiane e non durante un evento con carico eccezionale.

Una volta individuato il carico agente, è possibile scegliere il prodotto corretto attraverso le tabelle di impiego che forniscono le fasce di carico ottimizzate rispetto al comportamento statico del materiale valutato in compressione considerando l'effetto dell'attrito e la frequenza di risonanza del sistema. È possibile effettuare una valutazione più approfondita analizzando i grafici di caratterizzazione del materiale.

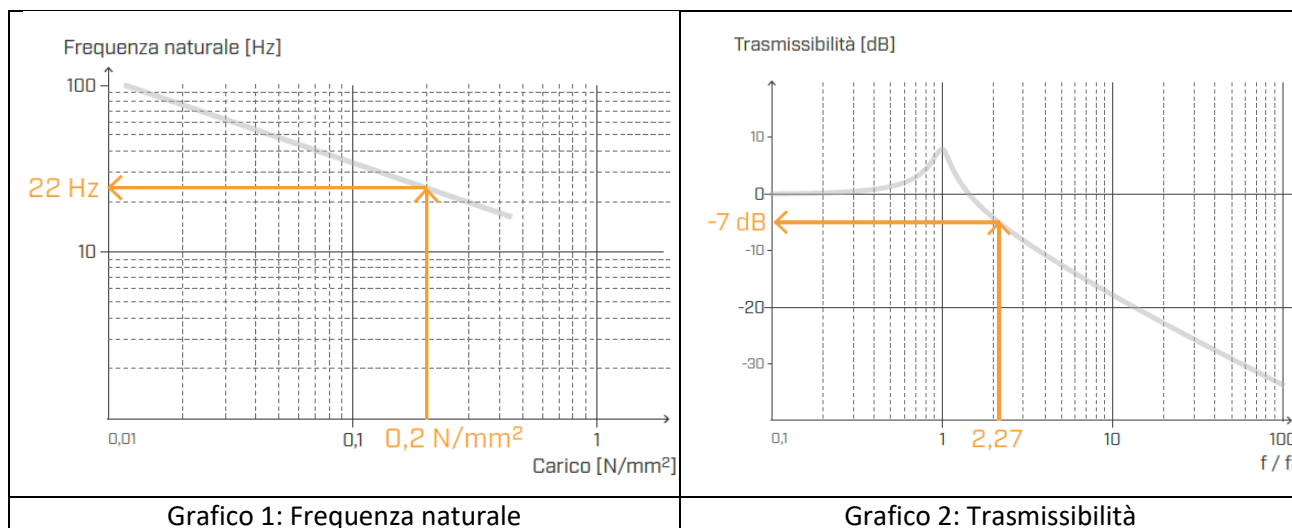
Di seguito si riporta un esempio per rendere più semplice e fruibile la spiegazione.

Supponiamo ci sia un carico di $0,2 \text{ N/mm}^2$ che agisce sul materiale resiliente.

Dalla lettura del Grafico 1, specifico del prodotto in esame, si evince che il materiale per questo carico presenta una frequenza naturale o di risonanza pari a 22 Hz. A questo punto si può calcolare il rapporto tra la frequenza forzante, ovvero la frequenza più bassa che si intende isolare (esempio 50 Hz), e la frequenza naturale individuata nel Grafico 1:

$$\text{Rapporto tra frequenza forzante e frequenza naturale} = f/f_0 = 50/22 = 2,27$$

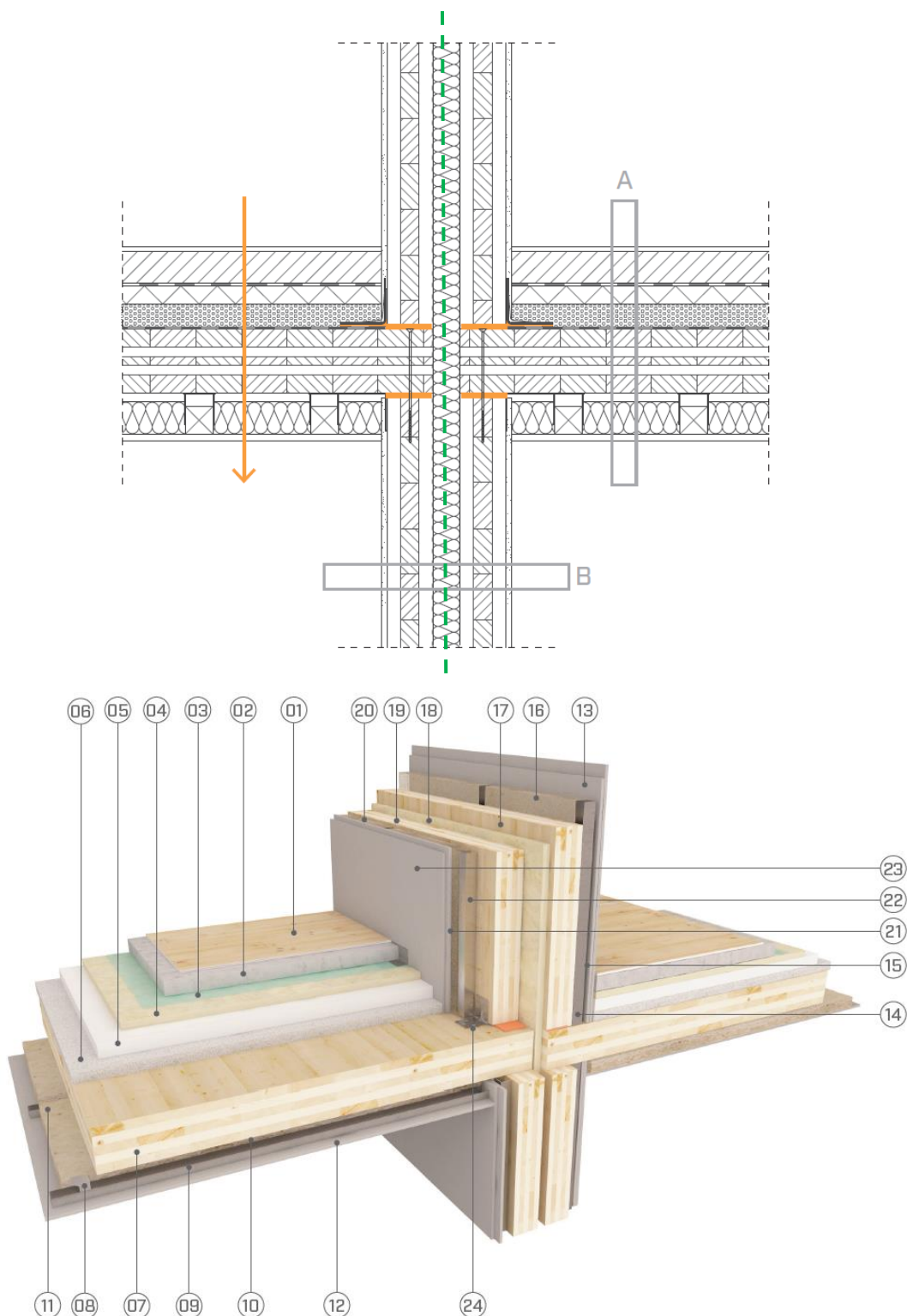
Quindi si ricorre al Grafico 2 della trasmissibilità, posizionando il valore 2,27 appena calcolato sull'asse delle ascisse, e si interseca la curva della trasmissibilità.



Ne risulta che la trasmissibilità del materiale è negativa e pari a circa -7 dB. Ciò significa che il prodotto, in queste condizioni di carico, riesce ad attenuare circa 7 dB rispetto alla frequenza di 50 Hz e, di conseguenza, la prestazione migliora per frequenze superiori a 50 Hz.

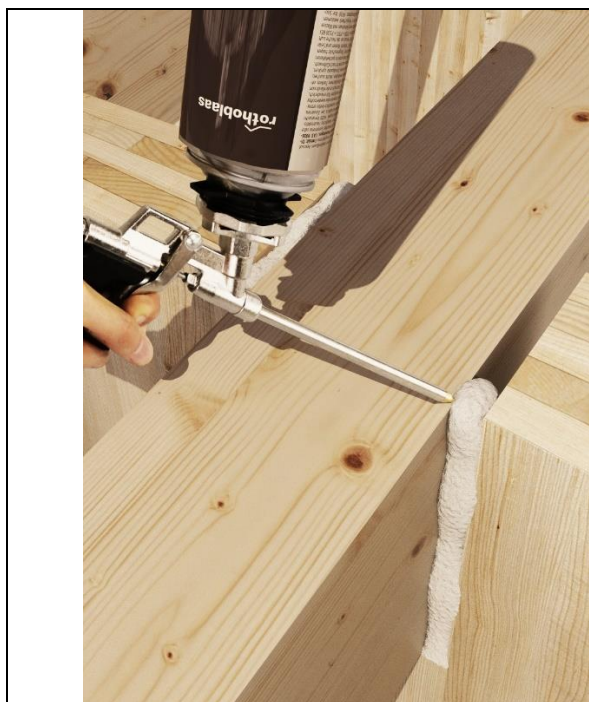
Valori positivi di trasmissibilità indicano invece che, in quelle specifiche condizioni, il materiale non isola, ma trasmette le vibrazioni amplificandole.

Per ridurre i percorsi per via solida è anche possibile separare fisicamente gli elementi strutturali. Scelta che però necessariamente porta a dover fare delle considerazioni anche dal punto di vista statico. La ricerca dell'equilibrio tra i due aspetti, attraverso un costante confronto tra consulente acustico e strutturista, è cruciale per la buona riuscita del progetto.



3.5 Materiali sigillanti

Non va dimenticato che l'aria è uno dei principali mezzi di propagazione dell'onda sonora. Per questo motivo tutte le fessure devono essere sigillate con schiume con prestazione fonoisolante, nastri autoespandenti e nastri adesivi.



Schiuma sigillante



Nastro autoespandente



Nastri adesivi e nastri autoespandenti per i serramenti

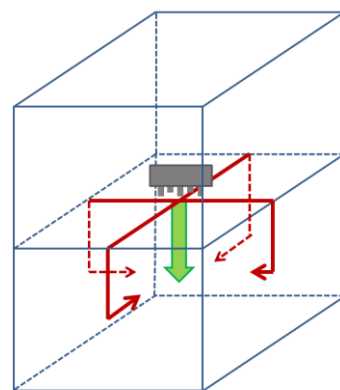
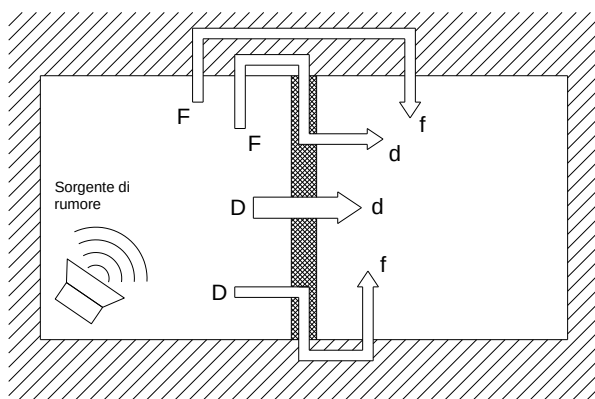
La prestazione fonoisolante dei sigillanti, quali nastri autoespandenti e schiume, può essere certificata in laboratorio secondo le indicazioni della UNI EN ISO 10140-1

4 CALCOLI PREVISIONALI PER GLI EDIFICI CLT

4.1 Introduzione

La scelta di una o più soluzioni tecnologiche può basarsi su calcoli previsionali dei requisiti acustici passivi, eseguiti con i modelli matematici delle norme serie UNI EN ISO 12354.

Le norme indicano come calcolare tutti i percorsi di rumore da ambiente emittente ad ambiente ricevente, e come combinarli tra loro per ottenere la prestazione in opera.



La relazione che segue indica come combinare tra loro tutti i possibili percorsi di isolamento ai rumori aerei, da ambiente emittente ad ambiente ricevente, per ottenere l'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w)

$$R'_w = - \left(10 \log \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right) \right)$$

Dove:

$R_{ij,w}$: indice di potere fonoisolante del percorso ij [dB]

A_0 : Area di assorbimento acustico di riferimento = 10 m²

S_s : Superficie della partizione divisoria [m²]

$D_{n,j,w}$: indice di isolamento acustico normalizzato attraverso un piccolo elemento ($D_{n,e}$) o un percorso di trasmissione di rumore aereo ($D_{n,s}$)

Un generico percorso laterale di isolamento ai rumori aerei ($R_{ij,w}$) può essere calcolato come segue:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + \left(10 \log \frac{S_s}{l_f} \right)$$

Nel calcolo occorre inserire:

- La prestazione fonoisolante dell'elemento nell'ambiente emittente ($R_{i,w}$) e nell'ambiente ricevente ($R_{j,w}$)
- L'incremento di potere fonoisolante determinato da strutture di rivestimento lungo il percorso "ij" ($\Delta R_{ij,w}$) (controsoffitti, contropareti, massetti galleggianti e a secco)
- L'indice di riduzione delle vibrazioni lungo il percorso "ij" (K_{ij})
- La superficie della partizione (S) e la lunghezza del lato considerato (l_f)

Come accennato nell'introduzione la versione più recente delle norme ISO 12354, del 2017, cita espressamente gli edifici CLT, ma purtroppo attualmente non sono disponibili molti dati sulle prestazioni di questo sistema costruttivo. In particolare per quanto riguarda gli indici di riduzione di vibrazioni (K_{ij})

Per questo, nei capitoli che seguono, riportiamo i risultati di misure di laboratorio eseguite da Rothoblaas relative a prestazioni fonoisolanti (R_w) di elementi in CLT e di indice di riduzione delle vibrazioni (K_{ij}) nei giunti tra elementi CLT.



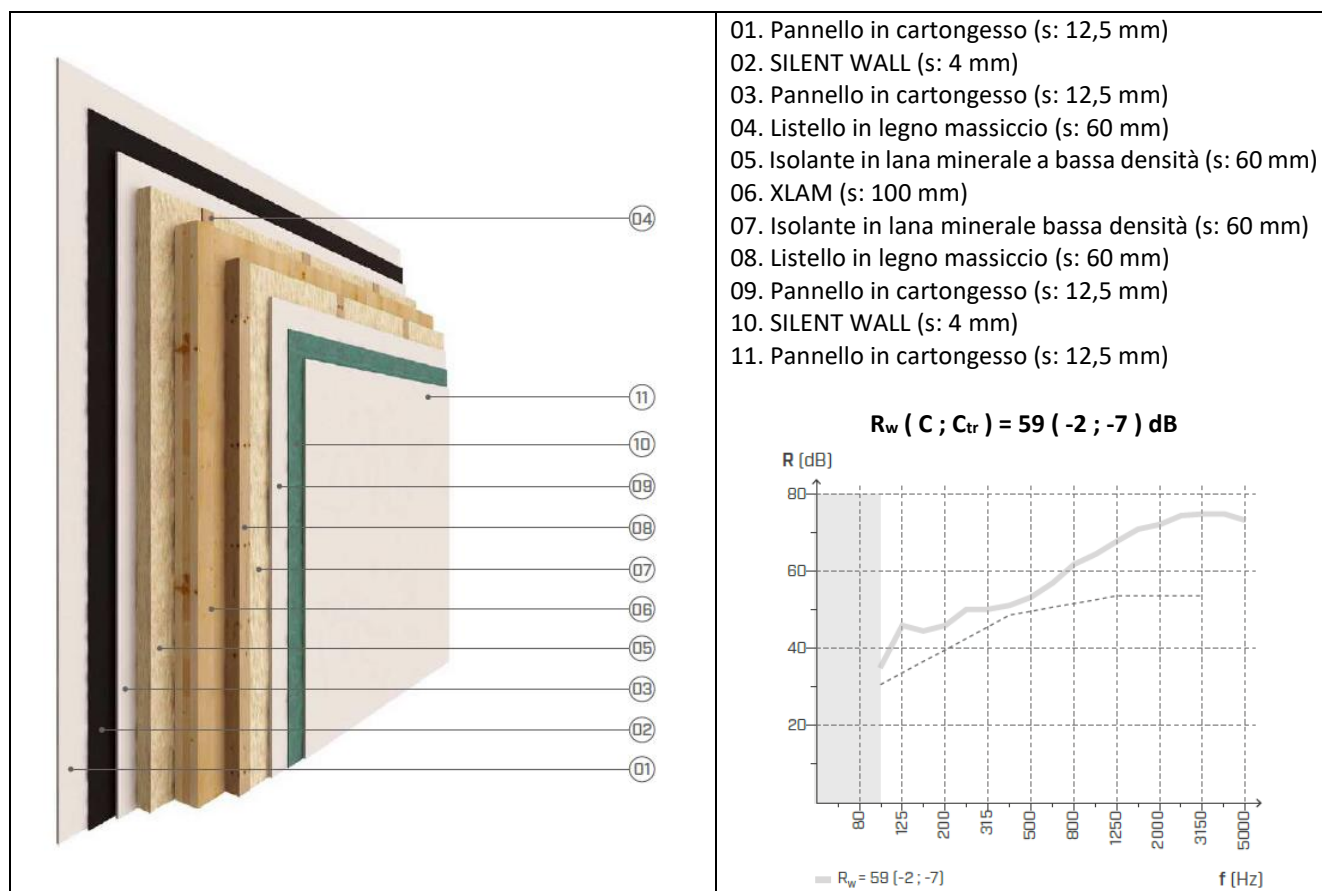
È possibile eseguire i calcoli previsionali utilizzando il software Echo, fornito ai Soci ANIT, e scaricabile in versione prova 30 giorni da <https://www.anit.it/software-anit/>

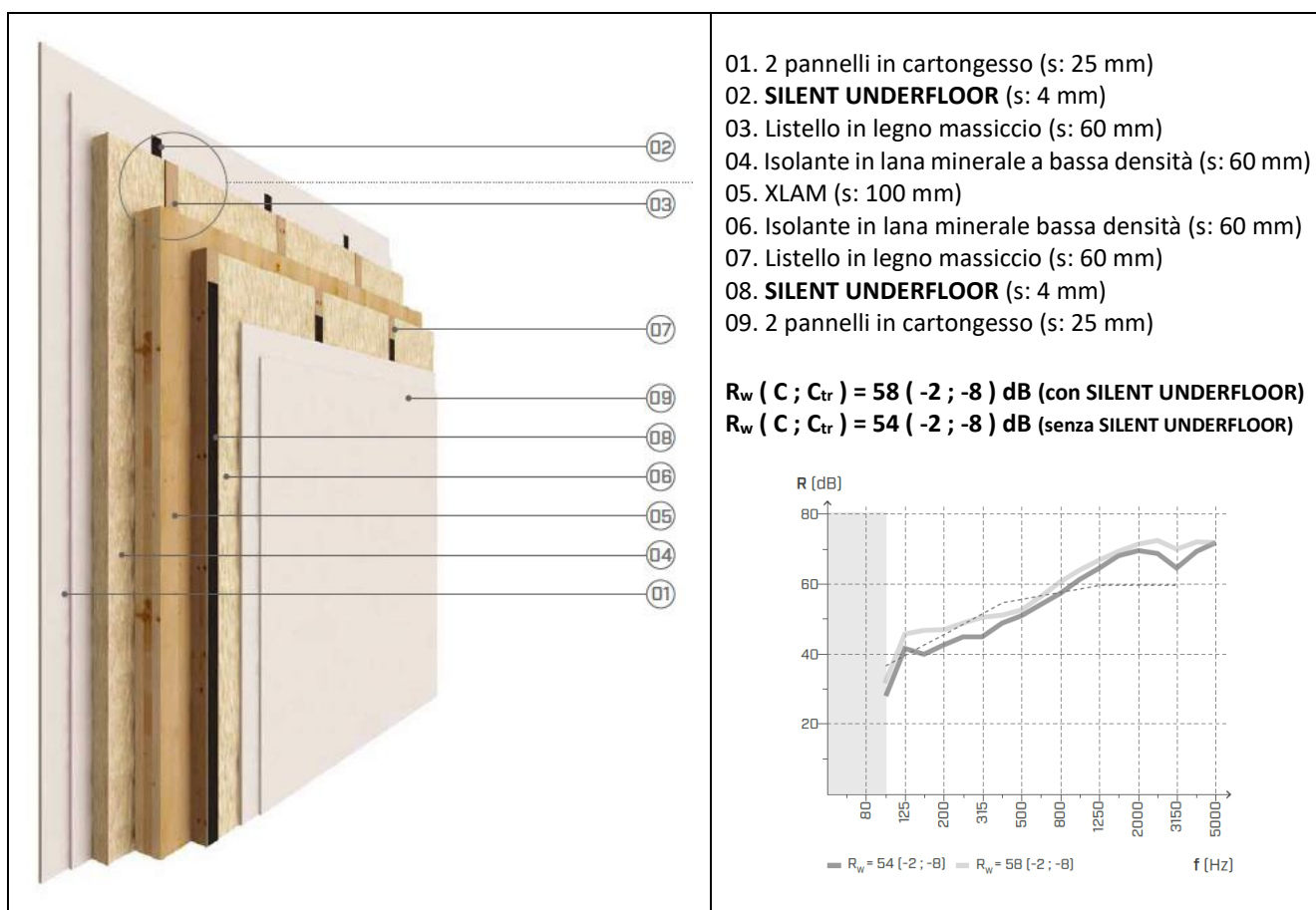
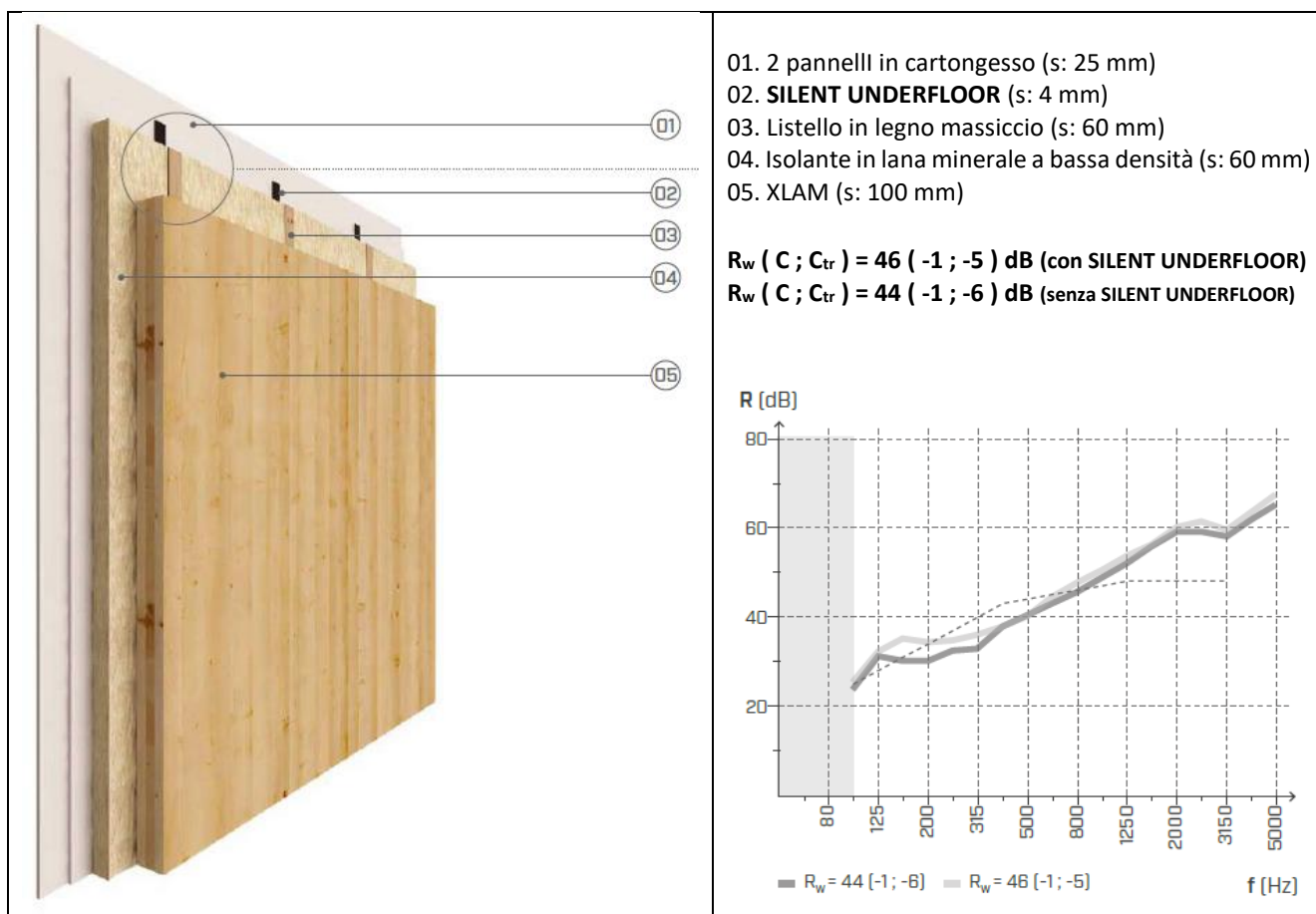
Nel software può essere importata una specifica banca dati con le prestazioni dei prodotti Rothoblaas relative a:

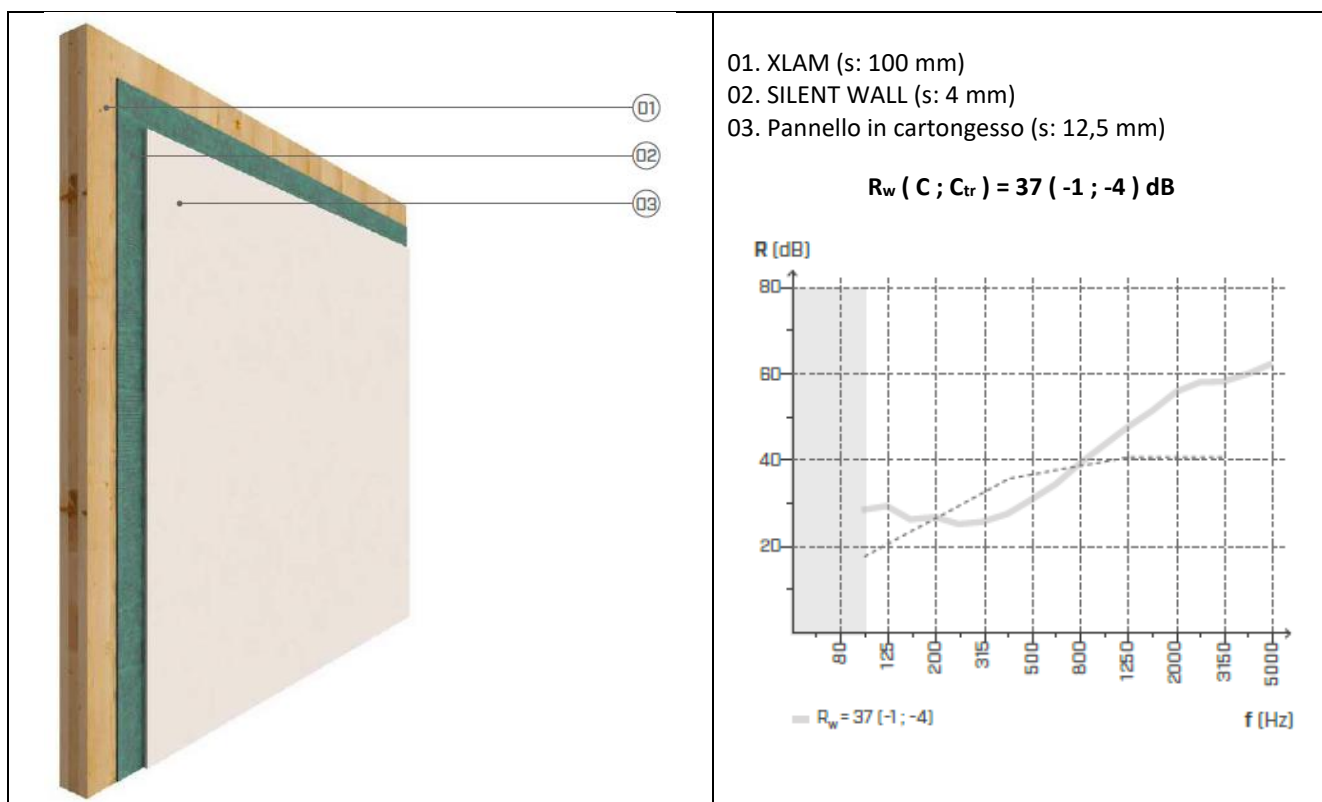
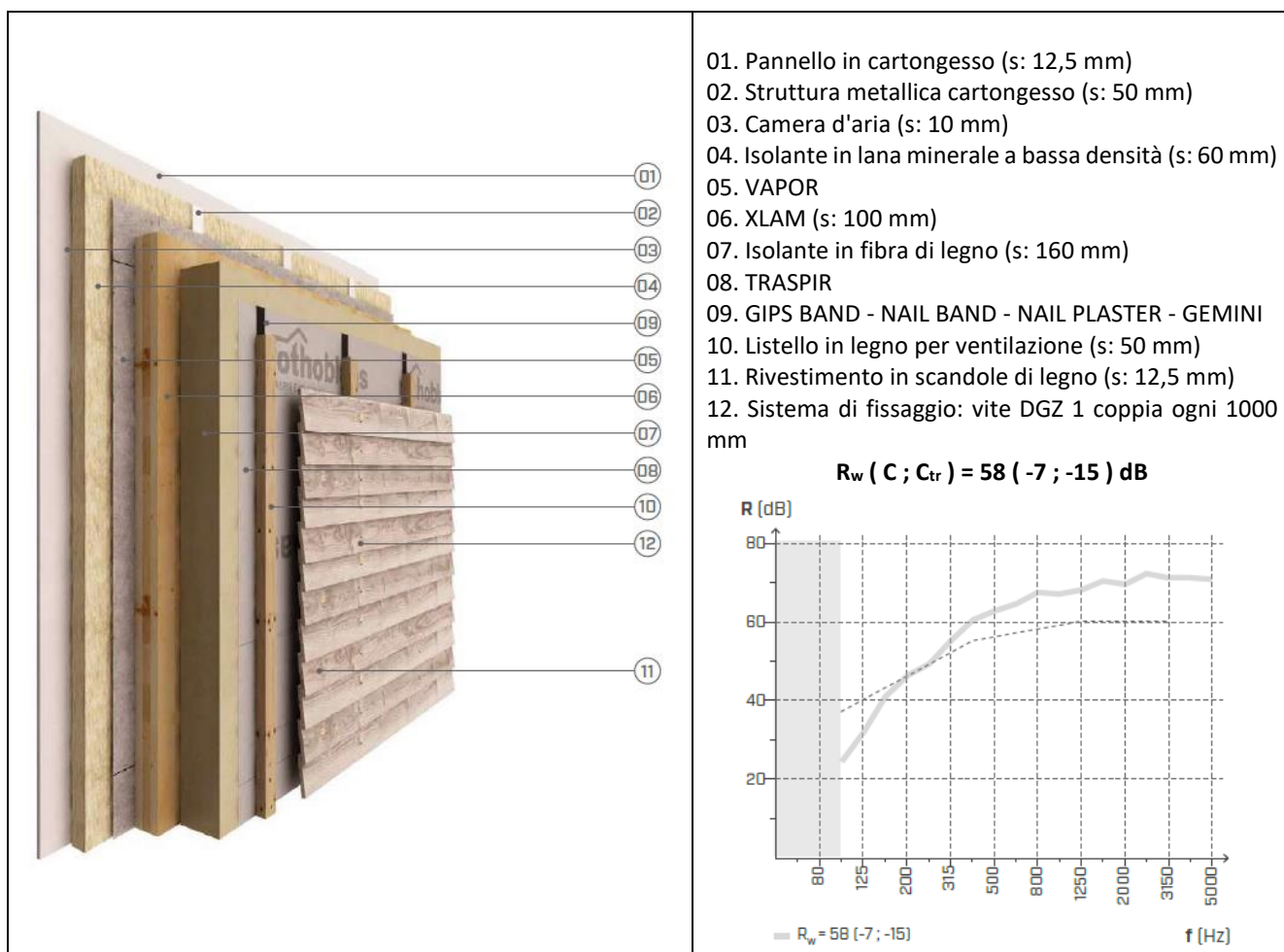
- Prestazioni fonoisolanti degli elementi
- Coefficienti K_{ij} dei giunti
- Prestazioni dei materiali resilienti

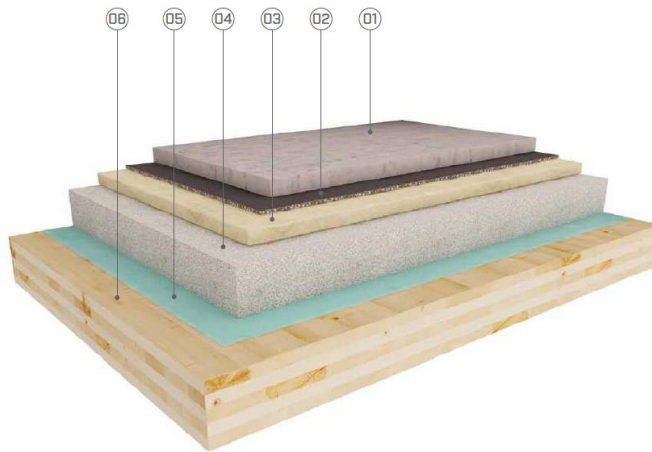
4.2 Prove di laboratorio Rothoblaas: Potere fonoisolante (R_w)

Di seguito i risultati di alcune delle misure di laboratorio eseguite da Rothoblaas, si rimanda ai contatti del produttore, riportati all'ultima pagina, per conoscere tutte le soluzioni testate.



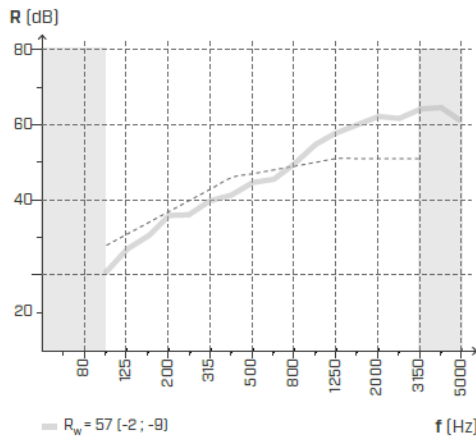




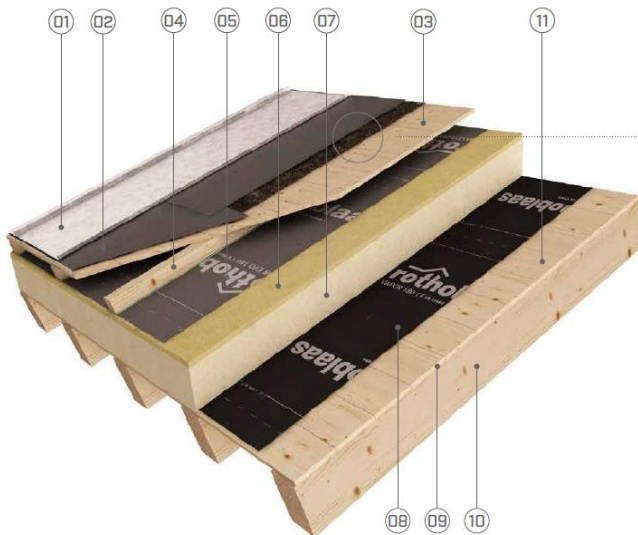
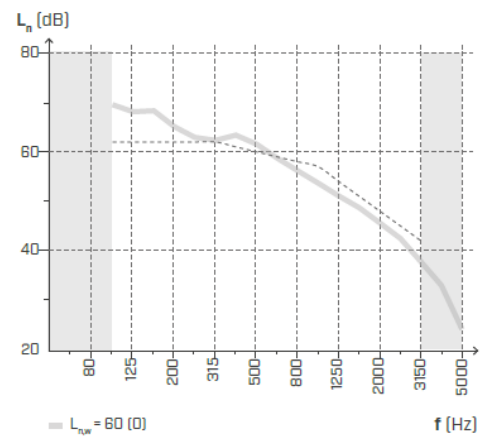


- 01. Massetto cemento (2000 kg/m²) (s: 50 mm)
- 02. SILENT FLOOR EVO (s: 10 mm)
- 03. Lana minerale: $s' \leq 10$ MN/m³ (110 kg/m²) (s: 40 mm)
- 04. Massetto alleggerito con EPS (s: 120 mm)
- 05. BARRIER 100
- 06. XLAM (s: 150 mm)

$R_w (C; C_{tr}) = 57 (-2; -9) \text{ dB}$



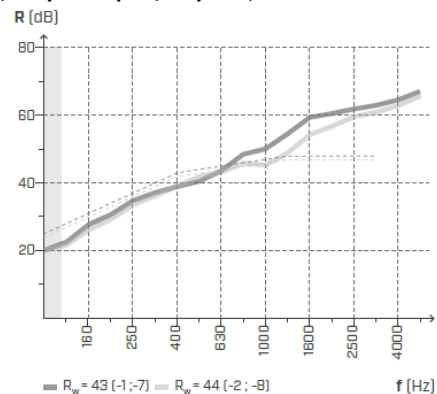
$L_{n,w} (C_i) = 60 (0) \text{ dB}$



- 01. Lamiera d'acciaio zincato (s: 0,6 mm)
- 02. TRASPIR 3D COAT (s: 8 mm)
- 03. Tavolato in legno d'abete (s: 20 mm)
- 04. Listelli in legno massiccio (s: 60 mm)
- 05. TRASPIR
- 06. Isolante in fibra di legno ad alta densità (200 kg/m³) (s: 22 mm)
- 07. Isolante in fibra di legno (110 kg/m³) (s: 180 mm)
- 08. VAPOR
- 09. Tavolato in legno d'abete (s: 20 mm)
- 10. Trave in legno lamellare d'abete (s: 200 mm)
- 11. Fissaggio con DGZ

$R_w (C; C_{tr}) = 44 (-2; -8) \text{ dB}$ (con TRASPIR 3D COAT)

$R_w (C; C_{tr}) = 43 (-1; -7) \text{ dB}$ (senza TRASPIR 3D COAT)

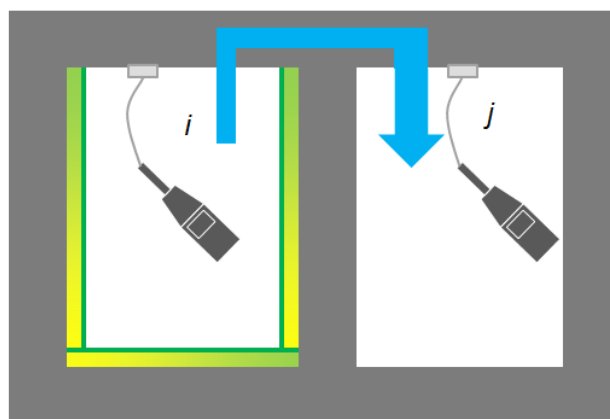


4.3 Prove di laboratorio Rothoblaas: Misure di K_{ij}

Rothoblaas in collaborazione con l'Università di Bologna, ha effettuato una serie di misure per determinare il valore dei coefficiente K_{ij} su giunti tipo di edifici CLT.

Le rilevazioni sono state realizzate su campioni costruiti presso lo stabilimento dell'azienda, seguendo le indicazioni delle norme serie UNI EN ISO 10848.

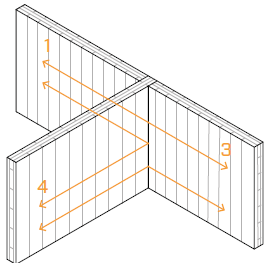
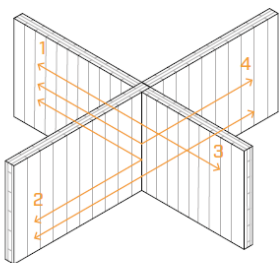
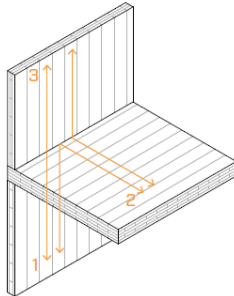
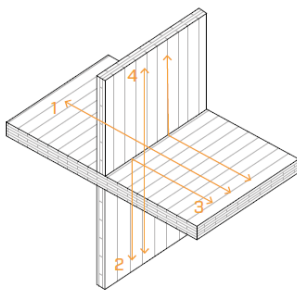
La procedura di misura, in estrema sintesi, è consistita nell'eccitare le strutture con shaker elettrodinamico e nel rilevare, mediante accelerometri, le risposte delle partizioni sui due lati del giunto.



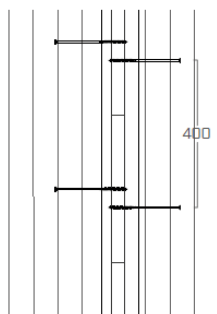
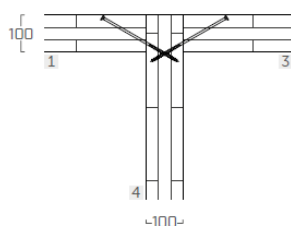
Nella campagna di misure sono stati testati giunti a L, T, e X. I pannelli in CLT sono stati forniti da sette diversi produttori: i differenti processi di produzione li distinguono ad esempio per numero e spessore delle tavole, incollaggio laterale delle lamelle, presenza di tagli anti-ritiro nell'anima. Sono stati testati differenti tipi di viti e connettori, così come diverse strisce resilienti nel giunto parete-solaio.

Lo studio ha permesso di misurare le prestazioni di **54 differenti tipologie di giunti a L, a T e a croce**, sia per collegamento parete-parete che parete-solaio. Di seguito si riportano i risultati solo di alcune delle misure eseguite. Si rimanda ai contatti del produttore, riportati all'ultima pagina, per conoscere tutte le soluzioni testate.

Le tabelle riportano il valore medio (200-1250 Hz) e il grafico con i dati in frequenza.

GIUNTI PARETE-PARETE		GIUNTI PARETE-SOLAIO	
GIUNTI A T	GIUNTI A X	GIUNTI A T	GIUNTI A X
			
$K_{14} = K_{41}$ $K_{13} = K_{31}$	$K_{43} = K_{34}$ $K_{14} = K_{41}$ $K_{12} = K_{21}$ $K_{13} = K_{31}$ $K_{42} = K_{24}$	$K_{13} = K_{31}$ $K_{12} = K_{21}$	$K_{23} = K_{32}$ $K_{13} = K_{31}$ $K_{42} = K_{24}$ $K_{23} = K_{32}$ $K_{34} = K_{43}$

GIUNTI PARETE-PARETE

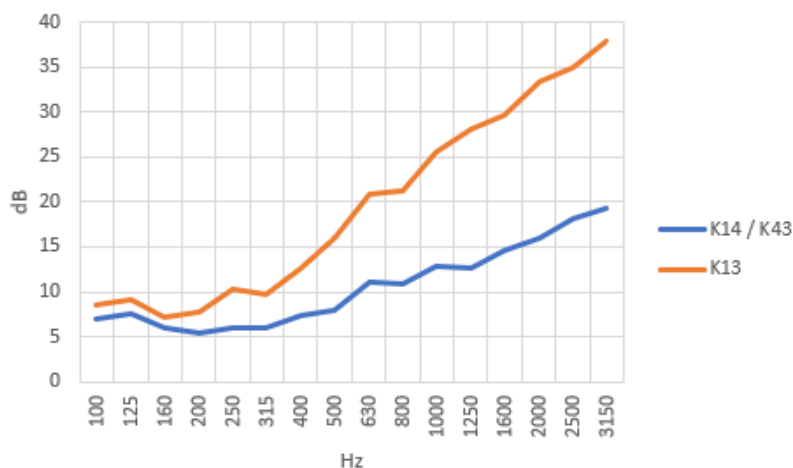


Prova 5

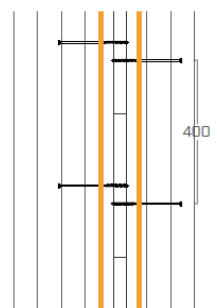
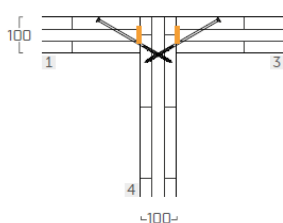
Sistema di fissaggio

Viti HBS Ø8 X 240 mm

(HBS8240) passo 400 mm



Valori medi (200-1250 Hz)

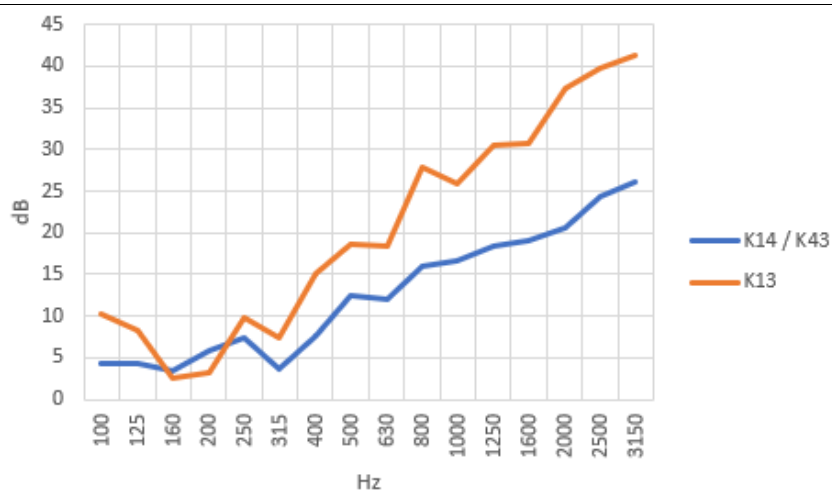
 $K_{14} / K_{34} = 8,9 \text{ dB}$ $K_{13} = 16,9 \text{ dB}$ 

Prova 6

Sistema di fissaggio

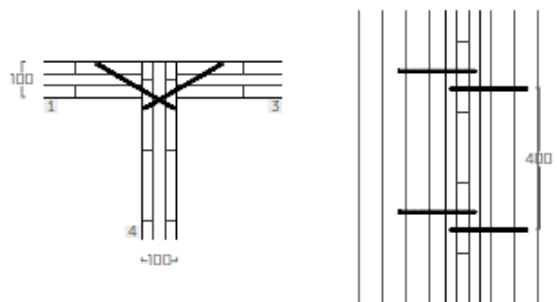
Viti HBS Ø8 X 240 mm

(HBS8240) passo 400 mm

**Con profilo resiliente
CONSTRUCTION SEALING**

Valori medi (200-1250 Hz)

 $K_{14} / K_{34} = 11,1 \text{ dB}$ $K_{13} = 17,4 \text{ dB}$

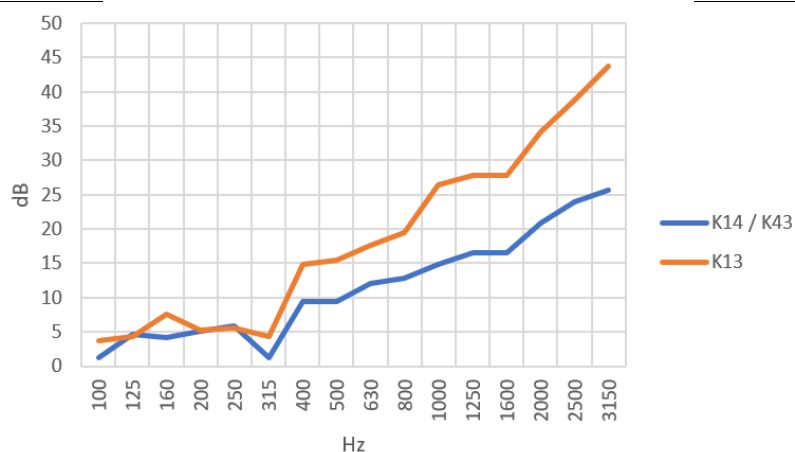


Prova 7

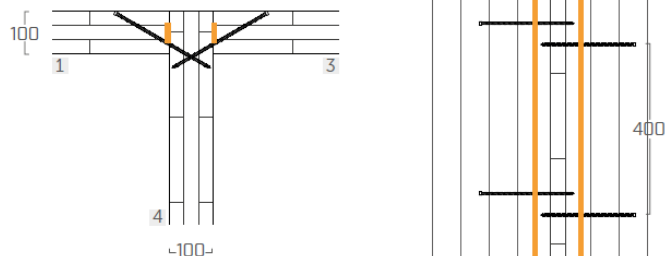
Sistema di fissaggio

Viti VGZ Ø7 X 260 mm

(VGZ7260) passo 400 mm



Valori medi (200-1250 Hz)

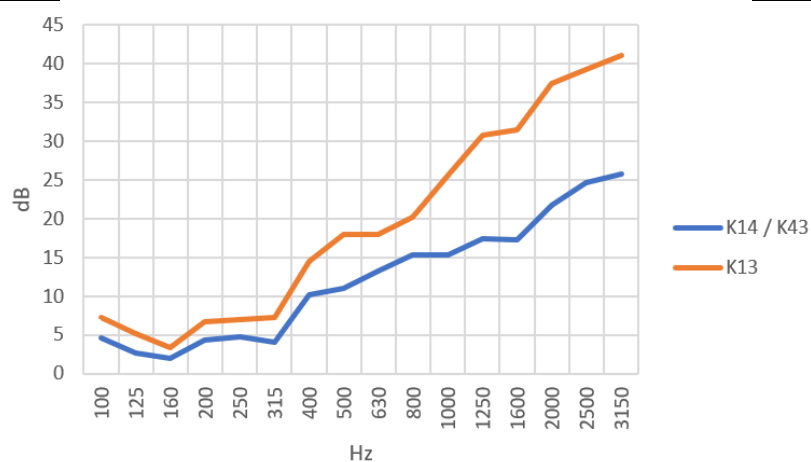
 $K_{14} / K_{34} = 9,7 \text{ dB}$ $K_{13} = 15,2 \text{ dB}$ 

Prova 8

Sistema di fissaggio

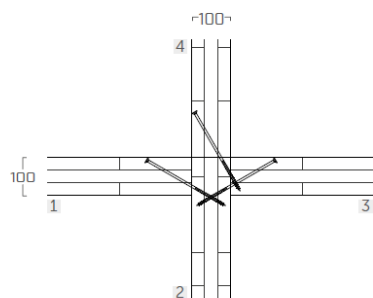
Viti VGZ Ø7 X 260 mm

(VGZ7260) passo 400 mm

Con profilo resiliente
CONSTRUCTION SEALING

Valori medi (200-1250 Hz)

 $K_{14} / K_{34} = 10,6 \text{ dB}$ $K_{13} = 16,4 \text{ dB}$

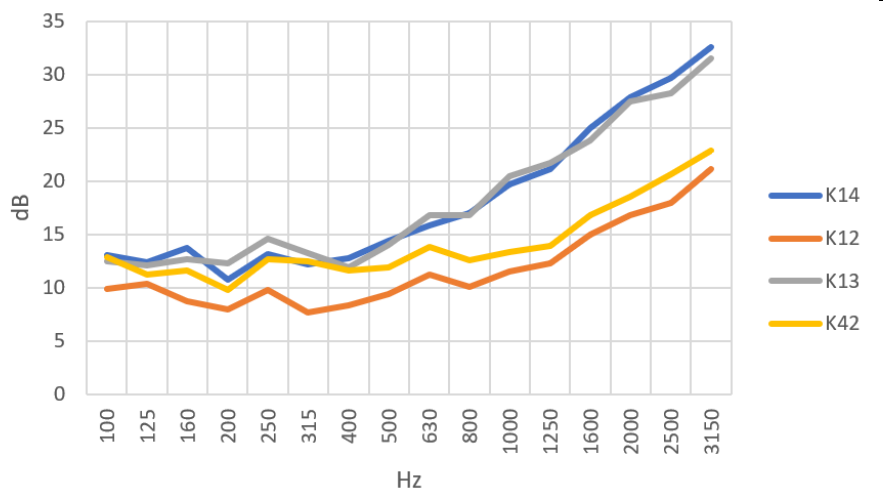


Prova 12

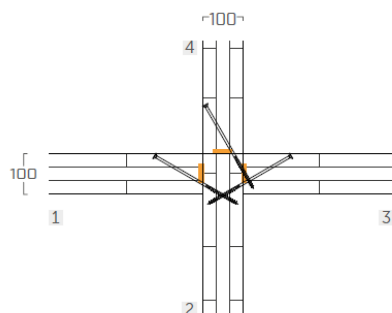
Sistema di fissaggio

Viti HBS Ø8 X 240 mm

(HBS8240) passo 400 mm



Valori medi (200-1250 Hz)

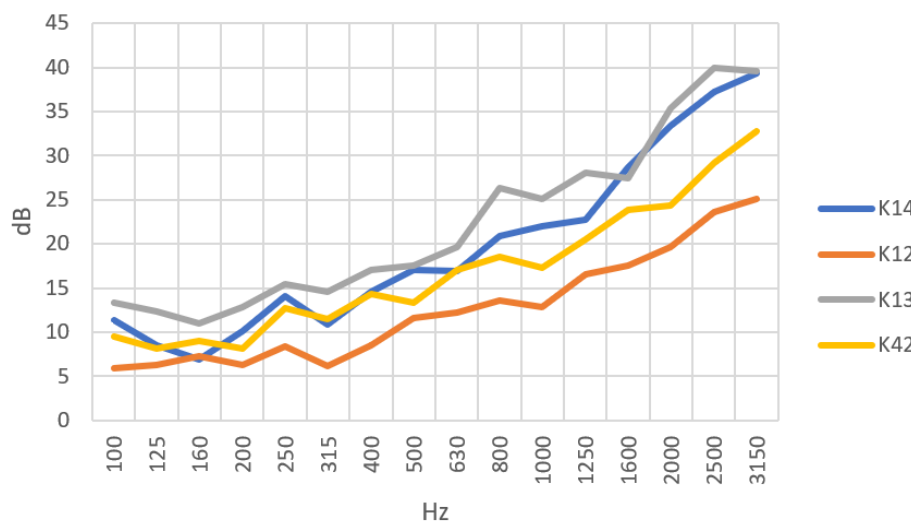
K₁₄ = 15,2 dB**K₁₂ = 9,8 dB****K₁₃ = 15,8 dB****K₄₂ = 12,5 dB**

Prova 13

Sistema di fissaggio

Viti HBS Ø8 X 240 mm

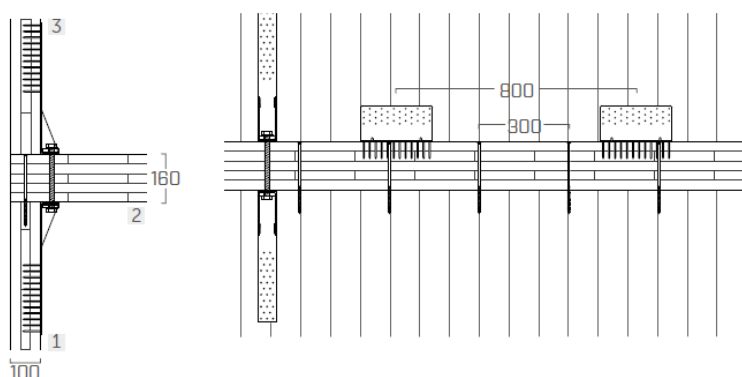
(HBS8240) passo 400 mm

**Con profilo resiliente
CONSTRUCTION SEALING**

Valori medi (200-1250 Hz)

K₁₄ = 16,6 dB**K₁₂ = 10,7 dB****K₁₃ = 19,6 dB****K₄₂ = 14,8 dB**

GIUNTI PARETE-SOLAIO



Prova 36

Sistema di fissaggio

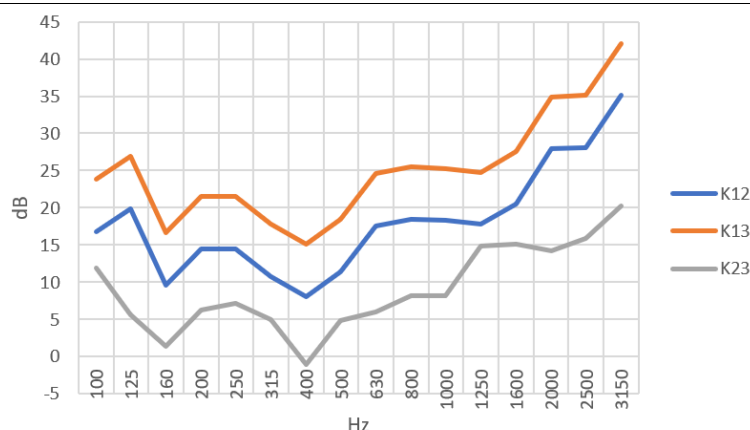
Viti HBS Ø8 X 240 mm

(HBS8240) passo 300 mm

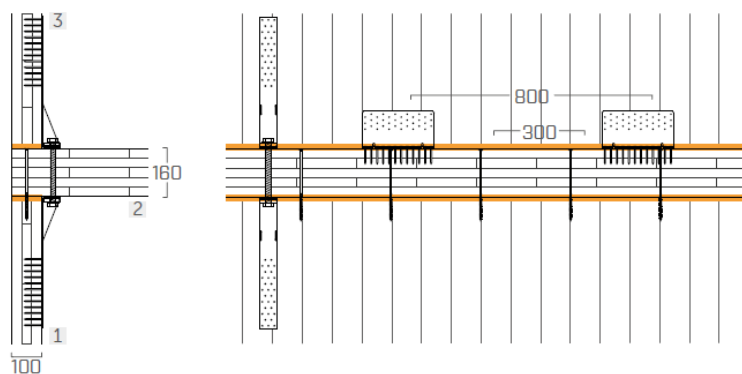
Angolari TITAN (TTN240)

passo 800 mm

Angolare WHT (WHT440)



Valori medi (200-1250 Hz)

K₁₂ = 14,6 dB**K₁₃ = 21,6 dB****K₂₃ = 6,6 dB**

Prova 37

Sistema di fissaggio

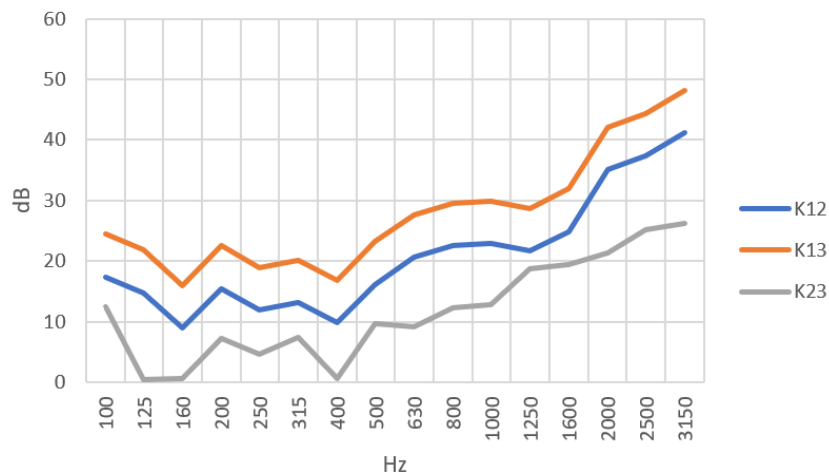
Viti HBS Ø8 X 240 mm

(HBS8240) passo 300 mm

Angolari TITAN (TTN240)

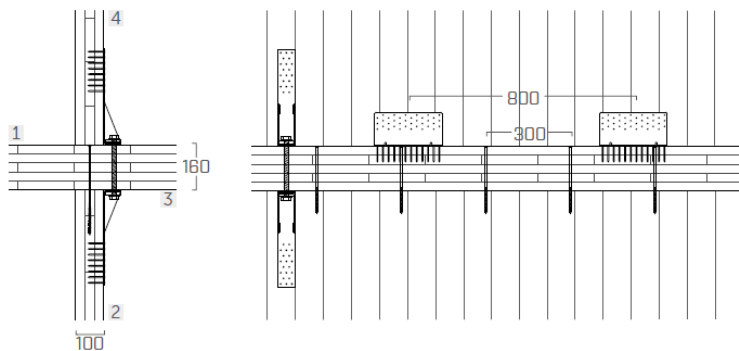
passo 800 mm

Angolare WHT (WHT440)

Con profilo resiliente**XILOFON + TITAN SILENT**

Valori medi (200-1250 Hz)

K₁₂ = 17,2 dB**K₁₃ = 24,2 dB****K₂₃ = 9,2 dB**



Prova 42

Sistema di fissaggio

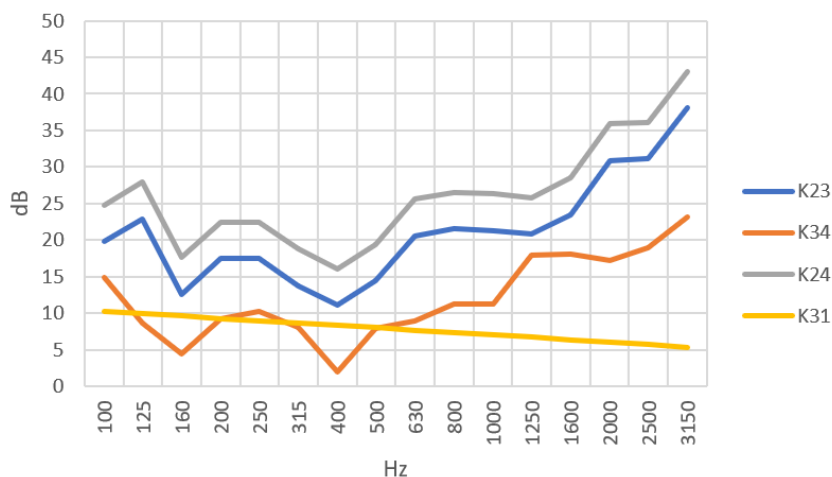
Viti HBS Ø8 x 240 mm

(HBS8240) passo 300 mm

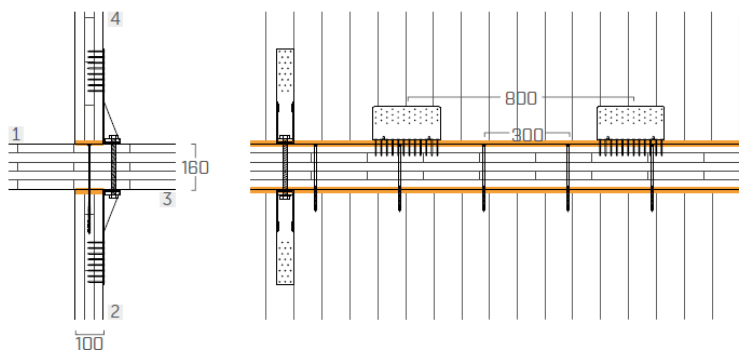
Angolari TITAN (TTN240)

passo 800 mm

Angolare WHT (WHT440)



Valori medi (200-1250 Hz)

K₂₃ = 17,6 dB**K₃₄ = 9,6 dB****K₂₄ = 22,6 dB****K₃₁ = 8,0 dB**

Prova 43

Sistema di fissaggio

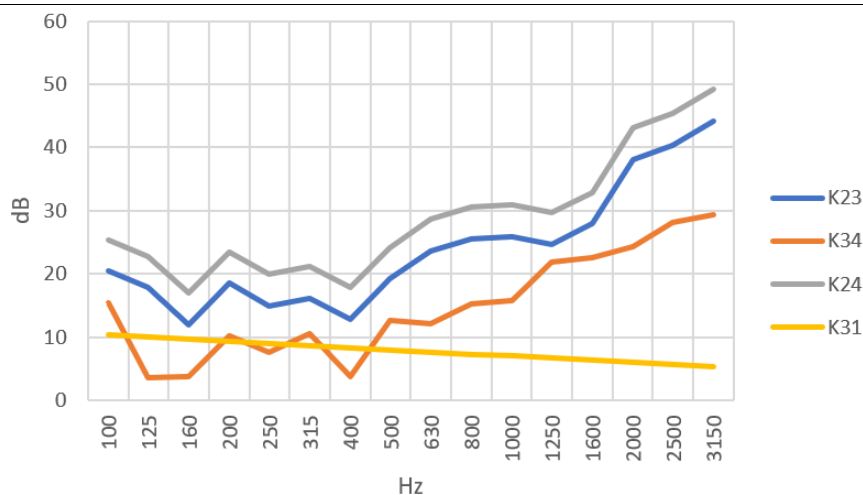
Viti HBS Ø8 x 240 mm

(HBS8240) passo 300 mm

Angolari TITAN (TTN240)

passo 800 mm

Angolare WHT (WHT440)

Con profilo resiliente**XILOFON + TITAN SILENT**

Valori medi (200-1250 Hz)

K₂₃ = 20,2 dB**K₃₄ = 12,2 dB****K₂₄ = 25,2 dB****K₃₁ = 8,0 dB**

5 CONTATTI

- **ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico**
www.anit.it
info@anit.it
- **Rotho Blaas Srl**
via dell'Adige 2/1 – 39040 Cortaccia (BZ)
www.rothoblaas.it
info@rothoblaas.com

Tel: 0471 818400

Fax: 0471 818484



ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

ANIT

- diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici
- promuove la normativa legislativa e tecnica
- raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche relative all'isolamento termico ed acustico
- promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato.

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI**: Professionisti e studi di progettazione
- **SOCI AZIENDA**: Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico
- **SOCI ONORARI**: Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini e Collegi professionali

STRUMENTI PER I SOCI

I soci individuali ricevono



Costante **aggiornamento**
sulle **norme in vigore** con
le **GUIDE**



I software per calcolare
tutti i parametri energetici,
igrotermici e acustici degli
edifici



Servizio di **chiarimento**
tecnico da parte dello
Staff



Abbonamento alla rivista
specializzata **Neo-Eubios**

www.anit.it

info@anit.it

Tel. 0289415126