

Isolamento acustico

Introduzione alla progettazione dell'isolamento acustico

Siamo costantemente circondati dai rumori, dal suono. Spesso sorgenti di rumore come il traffico e le macchine da cantiere, oppure quelle dovute ad attività svolte all'interno di un edificio, ci procurano fastidio e sono motivo di reclamo. Il rumore è un eccesso di suono che può compromettere il benessere psicofisico dell'individuo. Ciò accade in particolar modo quando la sensazione di disturbo si ha tra le proprie pareti domestiche. L'esposizione a emissioni troppo elevate sul posto di lavoro pregiudica inoltre la capacità di concentrazione.

Il dare troppo poca importanza all'isolamento acustico o il trascurarlo per motivi di costo non comporta soltanto una perdita di qualità di vita e di lavoro, bensì anche e sempre una riduzione del valore dell'immobile. Spesso non è possibile attuare interventi di abbattimento del rumore a posteriori, ovvero lo è solamente con una spesa sproporzionata, ragion per cui la predisposizione di un isolamento acustico ottimale è in ogni caso parte integrante del progetto.

L'isolamento acustico ha il compito di proteggere l'utente di un locale dall'effetto eccessivo del rumore prodotto nel locale adiacente. Il livello sonoro all'interno del «locale rumoroso» varia a seconda del tipo di utilizzo, tuttavia nel locale adiacente si deve raggiungere sempre un'intensità sonora finale pressoché uguale. Per questo motivo dalle pareti e dai solai posti tra due locali si richiedono insonorizzazioni diverse in dipendenza del tipo di utilizzo cui sono destinati.

Trasmissione del suono

Si definiscono «suono» le oscillazioni e le onde meccaniche di un mezzo elastico, specialmente quelle comprese nel campo uditivo dell'uomo che si estende da una frequenza di ca. 16 Hz fino a 20.000 Hz.

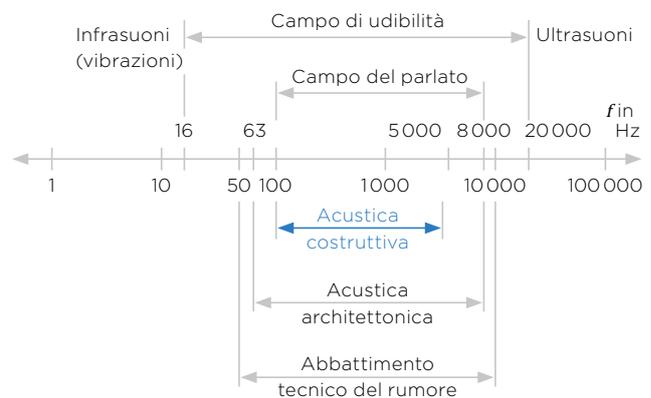
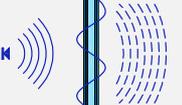
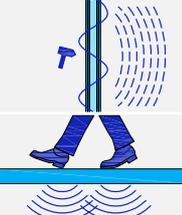


Figura 6: banda di frequenze

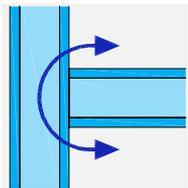
Il suono si propaga all'interno di un mezzo come onda sonora. A seconda del mezzo di trasmissione del suono la SIA 181 differenzia tra rumore per via aerea, rumore per via solida e rumore per calpestio.

	Rumore per via aerea	Rumore che si propaga nell'aria tramite oscillazione di particelle (onde sonore).
	Rumore per via solida e per calpestio	Rumore dovuto all'impatto (o ad altre eccitazioni simili aventi carattere di urto) su una parete, un solaio, una scala ecc. e trasmesso attraverso la struttura stessa per poi essere irradiato come rumore aereo.

Trasmissione laterale

La trasmissione del rumore aereo tra due locali adiacenti non avviene soltanto attraverso gli elementi di partizione. Infatti, incide altresì una trasmissione indiretta attraverso, ad esempio, elementi costruttivi affiancati, buchi acustici, forature, impianti di ventilazione, condotte ecc. La trasmissione longitudinale dipende dal tipo di partizione e da come la stessa è collegata agli elementi costruttivi affiancati.

La forma principale di trasmissione indiretta è la conduzione del suono attraverso elementi costruttivi adiacenti, ovvero affiancati. Anche qui le onde sonore si propagano provocando emissione nel locale confinante. Oltre alla trasmissione del rumore attraverso una partizione è quindi necessario tener conto altresì di questa trasmissione longitudinale attraverso gli elementi costruttivi affiancati.



Trasmissione laterale del rumore per via aerea

Percentuale di trasmissione del rumore aereo tra locali che non avviene attraverso partizioni in comune, bensì in percentuale o totalmente attraverso gli elementi costruttivi affiancati (soffitti, pareti ecc.).

Isolamento acustico

L'isolamento acustico è una misura atta a separare acusticamente i diversi ambienti così da contenere i rumori indesiderati provenienti da locali attigui o dall'esterno.

Se la trasmissione del suono avviene esclusivamente attraverso l'elemento di partizione senza trasmissione laterale si parla di potere fonoisolante per via aerea R di detto elemento costruttivo. Il valore del potere fonoisolante per via aerea R dipende dalla frequenza del rumore incidente e, secondo la norma EN ISO 140, si misura nella banda di frequenze comprese tra i 100 Hz e i 5.000 Hz.

Negli edifici l'isolamento acustico tra i vari locali si determina attraverso tutti gli elementi costruttivi coinvolti nella trasmissione del suono. Di questi fanno parte sia le pareti e i solai quali elementi separanti e fiancheggianti, sia anche pozzetti, cavedi, condotte, buchi acustici e ponti acustici strutturali. Come grandezza caratteristica, misurata in opera, dell'elemento di separazione si utilizza perciò il valore del potere fonoisolante apparente R' .

Elementi costruttivi a parete singola

Gli elementi costruttivi a parete semplice vibrano nel loro insieme come corpo unico. L'isolamento acustico degli elementi costruttivi compatti e omogenei a parete singola (ad es. una parete massiccia Alba®) dipende in prima linea dalla loro massa superficiale: più pesante è un siffatto elemento, maggiore sarà l'isolamento acustico. La «legge di massa» sperimentale prevede che, a una frequenza costante f , raddoppiando il peso l'isolamento acustico aumenti di 6 dB.

All'interno di un determinato campo di frequenze si ha tuttavia un peggioramento del comportamento fonoisolante. La frequenza più bassa alla quale il fenomeno sopra descritto compare in un elemento costruttivo è definita frequenza di coincidenza o frequenza critica f_g . Intorno a questa frequenza la riduzione dell'isolamento acustico è particolarmente alta.

Come già accennato, la frequenza di coincidenza f_g di una parete semplice dipende dalla massa superficiale e dalla resistenza alla flessione. Nel caso di elementi costruttivi flessoresistenti di media densità (ad es. pareti massicce Alba®) detta frequenza si ritrova tra i 100 Hz e i 300 Hz, mentre nel caso di elementi costruttivi leggeri e flessibili (ad es. contropareti Alba® e Rigips®) al di sopra di circa 2.500 Hz.

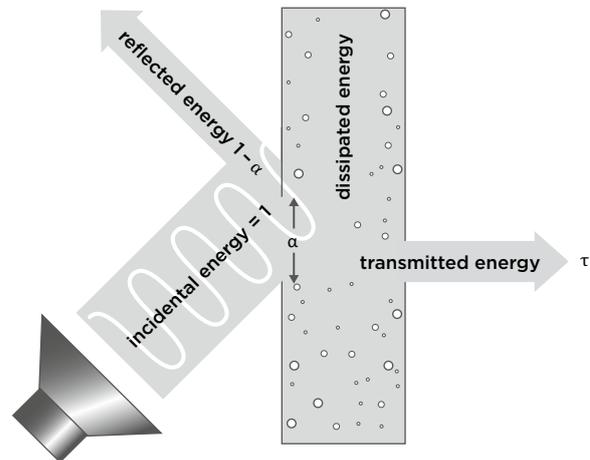


Figura 7: percorso dell'energia sonora nell'isolamento acustico per via aerea

Il fattore di trasmissione τ (tau) indica il rapporto tra l'energia sonora trasmessa e l'energia incidente totale.

$$\tau = \frac{\text{energia trasmessa}}{\text{energia totale}} [-]$$

Il rapporto tra τ e il potere fonoisolante per via aerea R si esprime con la formula:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau}$$

Dal momento che si tratta di una funzione logaritmica in base 10, riducendo la trasmissione τ di un decimo il potere isolante per via aerea R migliorerebbe di 10 dB.

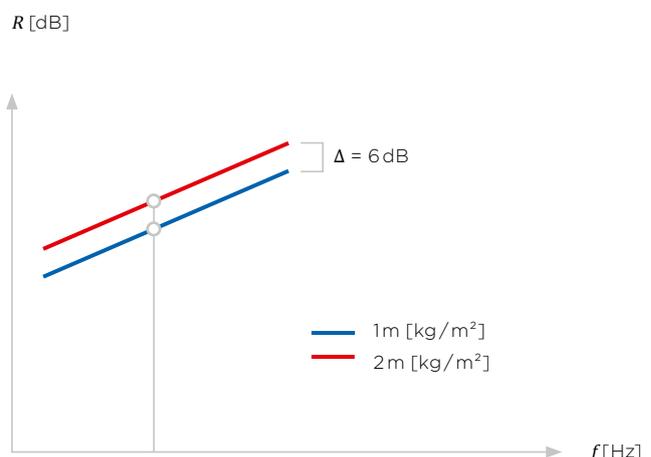


Figura 8: aumento dell'isolamento acustico all'incremento della massa

Elementi costruttivi a doppia parete

Questa tipologia costruttiva si ritrova comunemente sia nelle costruzioni leggere che nelle rifiniture interne a secco. Negli elementi costruttivi a doppia parete due strutture vibranti sono disposte una dietro l'altra a una certa distanza e accoppiate con un collegamento «morbido». In forza di tale accoppiamento un elemento costruttivo a doppia parete può essere considerato un sistema «massa-molla-massa». Da molla fungono l'aria inglobata nell'intercapedine, i pannelli isolanti compressi ivi inseriti e gli elementi di connessione. Così facendo, diversamente da quanto accade per gli elementi a parete singola, si ha qui la possibilità di influire in vario modo sull'isolamento acustico dell'elemento stesso.

L'energia sonora incidente sulla prima delle due pareti viene trasmessa alla seconda in parte come rumore per via aerea attraverso l'intercapedine e, in parte, come rumore per via solida tramite gli elementi di connessione (ad es. la sottostruttura) ed eventuali collegamenti non programmati (ponti acustici dovuti alla malta, impurità ecc.); da qui viene poi irradiata nel locale adiacente. In virtù di questo sistema «massa-molla-massa» il tutto ha due frequenze di risonanza:

- f_0 è la frequenza di risonanza dell'intero sistema «massa-molla-massa»
- f_g è la frequenza di coincidenza di ogni singola parete

Il sistema è inoltre ottimizzato dal fatto che queste due frequenze si trovano al di fuori del campo di misurazione dell'acustica strutturale. Grazie a detto principio le strutture leggere e sottili possono raggiungere valori di potere fonoisolante nettamente maggiori di quanto si abbia con gli elementi costruttivi a parete semplice.

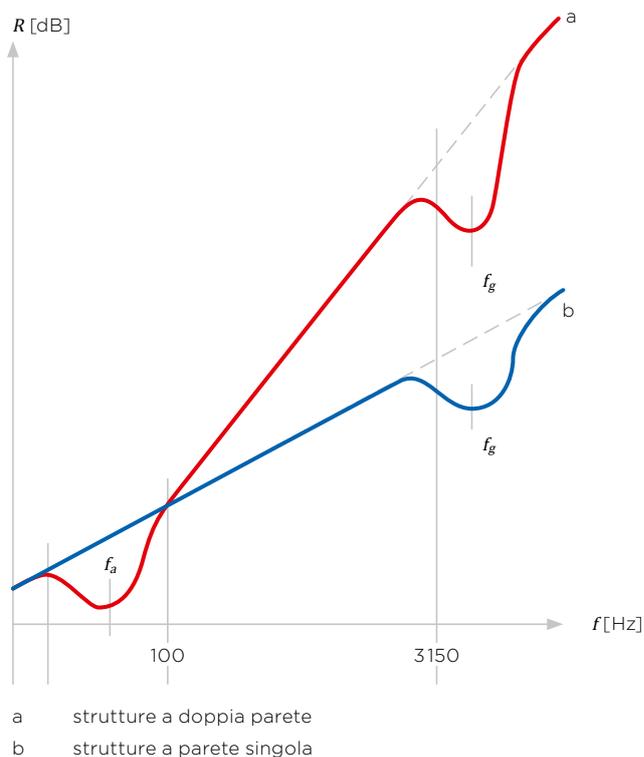


Figura 9: potere fonoisolante teorico e posizione ideale delle frequenze di risonanza

Verifica dell'isolamento acustico per via aerea secondo la norma SIA 181

In Svizzera l'isolamento acustico tra unità di utenza diverse è regolato dalla norma SIA 181. Quale misura per la protezione dal rumore per via aerea incidente dall'interno funge la differenza di livello sonoro $D_{i,d}$ (adeguata allo spettro e corretta in base al volume).

Per una previsione nel caso di sorgenti interne è da verificarsi quanto segue:

$$D_{i,d} \geq D_i$$

Nella norma SIA 181 il valore richiesto D_i è indicato in relazione al grado di disturbo e alla sensibilità al rumore. Al fine di fornire un supporto ai progettisti e come base per i relativi accordi contrattuali, l'allegato G della norma SIA 181 contiene raccomandazioni aggiuntive per gli elementi di partizione all'interno di un'unità di utenza suddivise per destinazione d'uso. Le raccomandazioni prevedono due livelli: il livello 1 assicura un isolamento acustico che permette di inibire soltanto un disturbo considerevole, mentre il livello 2 offre un isolamento acustico grazie al quale la maggior parte degli individui si sente normalmente a proprio agio nell'edificio.

La differenza di livello sonoro di progetto $D_{i,d}$ è definita con la seguente equazione:

$$D_{i,d} = D_{nT,w} + C - C_v - K_p$$

L'isolamento acustico dal rumore aereo si descrive tramite l'indice di valutazione della differenza di livello sonoro standardizzata $D_{nT,w}$ tra ambiente emittente e ambiente ricevente.

La differenza di livello sonoro standardizzata D_{nT} è definita come segue (EN ISO 140-4):

$$D_{nT,w} = R'_w + \Delta L_{LS} = R_w - K_F + \Delta L_{LS}$$

La differenza di livello sonoro si può quindi calcolare così:

$$D_{i,d} = R_w - K_F + \Delta L_{LS} + C - C_v - K_p$$

R_w [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante
R'_w [dB]	Termine di adattamento spettrale
K_F [dB]	Correzione volumetrica
ΔL_{LS} [dB]	Supplemento di progetto
C [dB]	Supplemento per la trasmissione laterale
C_v [dB]	Correzione del livello di rumore aereo
K_p [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente

Destinazione d'uso	Ambiente 1'	Ambiente 2'	Raccomandazione per il rumore aereo	
			Livello 1	Livello 2
Abitazione	Camera da letto	Camera da letto	40	45
	Camera da letto	Soggiorno	40	45
	Camera da letto	Vano a uso servizi	40	45
	Camera da letto	Attività lavorativa	40	45
Ufficio	Ufficio	Ufficio	35	40
	Ufficio	Sala riunioni	40	45
	Ufficio	Direzione	45	50
	Corridoio	Ufficio	30	35
	Sala riunioni	Direzione	45	50
	Corridoio	Direzione	35	40
	Sala riunioni	Sala riunioni	40	45
	Corridoio	Sala riunioni	30	35
Scuola	Aula	Aula	45	50
	Corridoio	Aula	35	40
	Sala musica	Aula	55	60
	Sala musica	Sala musica	55	60
	Lavori manuali	Aula	50	55
	Lavori manuali	Lavori manuali	45	50
Hotel	Camera	Camera	50	55
	Corridoio	Camera	40	45
	Camera	Attività	55	60
Casa per anziani, ospedale	Camera	Camera	50	55
	Corridoio	Camera	30	35
Ambienti per contatto sociale ²	Camera	Camera	50	55
	Camera	Corridoio	35	40

¹ Raccomandazioni per ambienti senza influsso delle porte e delle scale aperte (misurazione con contropareti).

² Ambienti in cui il contenuto delle conversazioni dovrebbe essere inudibile dall'esterno (ad es. studio medico, servizio sociale).

Tabella 6: valore richiesto D_i raccomandato secondo la norma SIA 181 (SIA, 2006)

Isolamento acustico con sistemi Rigips® per pareti divisorie

Al momento di progettare l'isolamento acustico edile il tecnico è libero di scegliere se calcolare il fonoisolamento necessario partendo dall'isolamento acustico o, al contrario, se calcolare l'isolamento acustico risultante partendo dal fonoisolamento richiesto.

Non soltanto si migliorano costantemente le condizioni di prova normalizzate (banchi di prova, tecniche di misura), bensì si ha anche un'ottimizzazione continua dei prodotti da costruzione interessati. Ciò riguarda sia le lastre in gesso Rigips® che i profilati e i materiali isolanti. Sono inoltre cambiati i materiali di cui sono costituiti gli elementi costruttivi fiancheggianti, costringendo così a cambiare a sua volta il modo di vedere le cose.

Utilizzando lastre in gesso per pareti studiate specificamente per strutture che devono assicurare protezione acustica (ottimizzate in termini di flessibilità rispetto alla massa della lastra) possono raggiungere valori fonoisolanti più elevati. Queste pareti mostrano un comportamento lineare anche alle basse frequenze dal momento che, grazie alla struttura massiccia, non si ha risonanza.

Le pareti a orditura metallica possono essere utilizzate per svariate finalità acustiche strutturali. In virtù del sistema «massa-molla-massa» dette pareti hanno un valore fonoisolante particolarmente elevato, specialmente alle alte frequenze. Con le lastre in gesso speciali ottimizzate per l'isolamento acustico (ad es. Rigips® Duo'Tech) è possibile dissipare ulteriore energia sonora migliorando così la prestazione generale della parete.

Ogni sistema Rigips® per pareti divisorie riporta l'indicazione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w , nonché dei termini di adattamento spettrale C e C_{tr} .

Rispetto alle normali lastre da costruzione ottimizzate ai fini della protezione acustica, tutti i sistemi Alba® e Rigips® per pareti divisorie hanno inoltre il vantaggio di disporre di appositi raccordi studiati per ridurre al minimo la trasmissione laterale.

Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w e termini di adattamento spettrale C e C_{tr}

Dal momento che il potere fonoisolante dipende dalla frequenza del suono incidente e, all'interno del campo di altezze tonali compreso tra i 100 Hz e i 5.000 Hz, si determina in passi singoli, è stato necessario definire un metodo di valutazione capace di descrivere in modo sufficiente la qualità acustica di una partizione edilizia tramite un unico valore. Nell'applicare detta procedura una curva di riferimento viene traslata su quella sperimentale (ottenuta con le misure delle prove effettuate in laboratorio) secondo regole prestabilite. Dopo la traslazione il punto di intersezione della curva di riferimento a 500 Hz fornisce il cosiddetto «indice di valutazione del potere fonoisolante» R_w in dB come valore singolo. Più alto è l'indice del potere fonoisolante maggiore sarà l'isolamento acustico.

I termini di adattamento spettrale C e C_{tr} sono valori espressi in decibel da sommare al valore numerico singolo R_w . Così facendo si tiene conto delle peculiarità degli spettri acustici specifici di varie sorgenti sonore, ad esempio il rumore proveniente dalla strada o quello dovuto ad attività svolte all'interno dell'edificio. Il valore dei termini di adattamento spettrale C e C_{tr} è riportato tra parentesi dopo l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w . Il termine di adattamento C presuppone un'azione del rumore con uno spettro di frequenze distribuite in modo piuttosto uniforme, mentre il termine C_{tr} tiene in considerazione lo spettro che presenta considerevoli componenti di basse frequenze, ad esempio il rumore causato dalla circolazione stradale (« tr » sta per «traffico»). Di norma i termini di adattamento C e C_{tr} sono valori negativi e vanno quindi a ridurre l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w . I valori bassi indicano un comportamento favorevole ai fini della prestazione fonoisolante, quelli alti un comportamento sfavorevole (ad esempio $C = -3$ dB è migliore di -5 dB).

Conformemente alla norma SIA 181 «Isolamento acustico nell'edilizia residenziale», nella valutazione del disturbo provocato dal rumore è obbligatorio tenere conto della percezione uditiva utilizzando i termini di adattamento spettrale, per la precisione::

- C_{tr} per l'isolamento acustico contro i rumori provenienti dall'esterno per via aerea, ovvero contro le basse frequenze generate da musica
- C per l'isolamento acustico contro i rumori provenienti dall'interno per via aerea
- $C_{tr50-3150}$ per l'isolamento acustico per via aerea (valutazione a partire da 50 Hz), fra le altre cose nel caso di discoteche e speciali stabilimenti produttivi con attività notturna

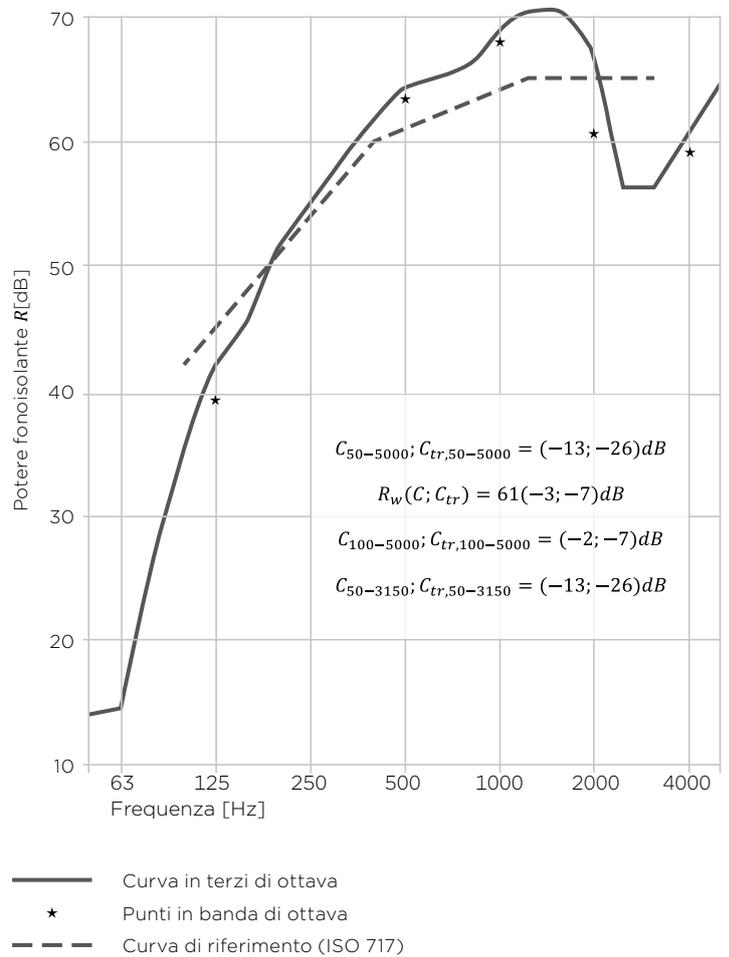


Figura 10: esempio di valutazione del potere fonoisolante per una parete divisoria Rigips® con rivestimento a doppio strato di lastre CW75/125 Habito®

Determinazione dell'isolamento acustico necessario R_w+C

Per il dimensionamento degli elementi costruttivi, compresi i rispettivi raccordi, Rigips SA mette a disposizione il software «Rigips® Calc» con il quale, a seconda dei requisiti posti all'isolamento acustico, si possono elaborare le soluzioni di volta in volta più convenienti.

Nella maggior parte dei casi per un calcolo preliminare si può utilizzare la tabella che segue. Essa mostra quale sia il valore calcolatorio R_w+C che una parete divisoria deve avere come minimo per raggiungere il valore richiesto D_i . I valori riportati sono calcolati per una parete modello di dimensioni definite, completa di alcune configurazioni tipiche di raccordo agli elementi fiancheggianti.

R_w+C in dipendenza del tipo di raccordo all'elemento costruttivo							
Valore richiesto per il rumore aereo dovuto a sorgenti interne D_i [dB]	30	33					
	35	38					
	40	43					
	45	48			49		
	50	53	54	55	56	57	

Tabella 7: valore di calcolo necessario R_w+C della parete in relazione al valore richiesto D_i e comuni tipologie di raccordo

Supplemento di progetto $K_p = 2$ dB

Dimensioni della parete divisoria $B \times H = 5 \times 3$ m

Volume dell'ambiente ricevente $V < 200$ m³

Questi risultati evidenziano come quanto normalmente richiesto possa già essere soddisfatto completamente utilizzando strutture Rigips®.

Una parete divisoria (ad esempio per un edificio residenziale) con le dimensioni sopra descritte e il tipo di raccordi indicati deve presentare il valore $R_w+C \geq 43$ dB per soddisfare il requisito minimo $D_i \geq 40$ dB.

Decisivi per la qualità dell'isolamento acustico ottenuto in opera sono, in prima linea, una progettazione coerente di tutti gli elementi costruttivi compresi i relativi raccordi, nonché un'esecuzione a regola d'arte.

Valutazione dei fattori che influiscono sull'isolamento acustico

Sull'isolamento acustico delle pareti leggere influiscono vari fattori:

- il profilo dei montanti (tipo e interasse)
- la tipologia esecutiva dell'isolamento nell'intercapedine (spessore e percentuale di materiale coibente)
- il rivestimento (tipo, spessore, peso e disposizione delle lastre di tamponamento)
- i raccordi e gli elementi fiancheggianti

In seguito a numerose prove sono stati acquisiti i valori empirici esposti al seguito.

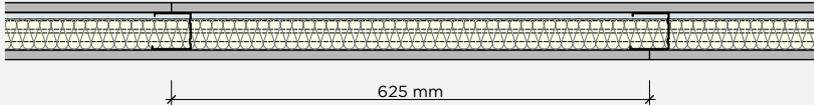
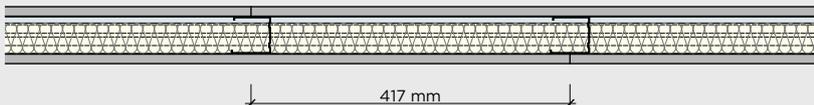
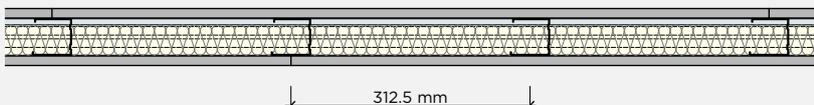
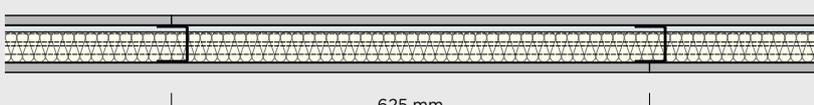
Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
<p>CW 50/75 esecuzione standard</p>  <p style="text-align: center;">625 mm</p> <p>Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm</p>				
<p>CW 50/75</p>  <p style="text-align: center;">417 mm</p> <p>Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm</p>				
<p>CW 50/75</p>  <p style="text-align: center;">312.5 mm</p> <p>Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm</p>				
<p>UA 50/75</p>  <p style="text-align: center;">625 mm</p> <p>Spessore lamiera dei profili UA 2.0 mm</p>				

Tabella 8: pareti divisorie con rivestimento a uno strato di lastre, influenza esercitata sull'isolamento acustico dalla disposizione dei montanti e dallo spessore della relativa lamiera

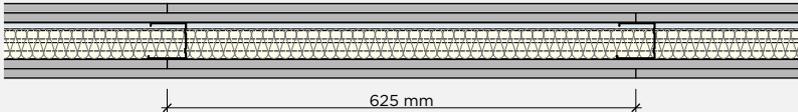
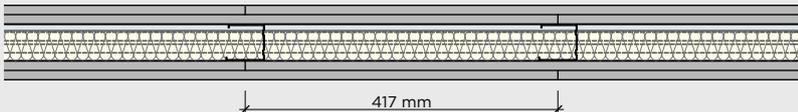
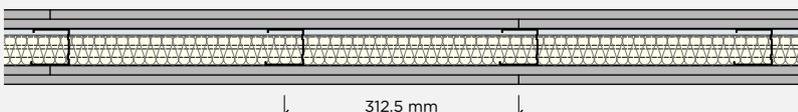
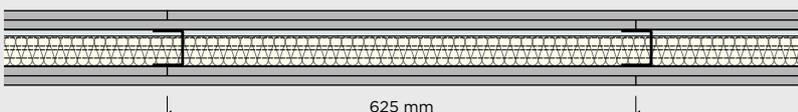
Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
CW 50/100 esecuzione standard  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/100  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
CW 50/100  Spessore lamiera dei profili CW 0.6 mm				
UA 50/100  Spessore lamiera dei profili UA 2.0 mm				

Tabella 9: pareti divisorie con rivestimento a uno strato di lastre, influenza esercitata sull'isolamento acustico dalla disposizione dei montanti e dallo spessore della relativa lamiera

Tipologia esecutiva	Riduzione isolamento acustico dB			
	-6	-4	-2	0
<p>Non scorrevole, sigillatura con gesso o stucco (stucco = Rimastic - gesso = Alba® AGK PLUS, Alba® Albacol PLUS, Rigips® Rifino PLUS o malta per giunti di sistema Rigips® Vario)</p>				
<p>Scorrevole fino 20mm, sigillatura stucco-stucco (stucco = Rimastic)</p>				
<p>Scorrevole fino 20mm, sigillatura gesso-stucco (stucco = Rimastic - gesso = Alba® AGK PLUS, Alba® Albacol PLUS, Rigips® Rifino PLUS o malta per giunti di sistema Rigips® Vario)</p>				
<p>Scorrevole fino 20mm, senza sigillatura</p>				

Tabella 10: influenza dei raccordi a soffitto

Influenza dell'isolamento a insufflaggio

Le analisi degli effetti di un riempimento delle intercapedini con lana minerale sull'isolamento acustico di una parete leggera a doppia struttura hanno dimostrato che questo processo consente di:

- ridurre la rigidità elastica dell'intercapedine,
- ridurre il livello di pressione acustica nell'intercapedine e
- minimizzare l'influenza delle risonanze dell'intercapedine (in direzione longitudinale e trasversale).

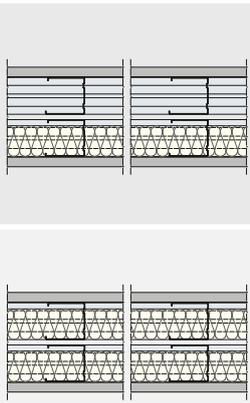
In base a queste influenze è quindi possibile migliorare l'isolamento acustico di una parete leggera a doppia struttura con un isolamento a insufflaggio con lana minerale. Sono stati analizzati i seguenti parametri e la loro influenza sull'isolamento acustico:

- resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale
- grado di riempimento
- massa volumica

Come parametro fondamentale per il materiale è stata calcolata la resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale r ($\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$). Per quanto riguarda la lana minerale, più elevata è la resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale, maggiore sarà l'energia acustica trasformata in calore dall'attrito sulla struttura delle fibre. La resistenza al flusso è tanto più elevata quanto più sottile e densa è la struttura del tessuto. È stato riscontrato che, con resistenze al flusso d'aria misurate in direzione laterale $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$, non si ottiene alcun aumento significativo dell'isolamento acustico per costruzioni leggere a due strutture comuni. Il requisito necessario per ottenere un tale risultato è un grado di riempimento minimo del 50%.

Diverse pubblicazioni specialistiche e test sull'influenza del grado di riempimento sull'isolamento acustico dimostrano che un aumento di questo parametro con isolamento con lana minerale produce un effetto positivo. Gli attuali sistemi di costruzione a secco presentano un grado di riempimento dell'80% circa. Gli studi hanno dimostrato che solitamente, a fronte di un aumento del grado di riempimento dall'80% al 100%, ci si può aspettare un miglioramento del singolo valore di solo 1dB circa. Con un grado di riempimento del 100% e un isolamento installato ben teso e dall'elevata rigidità, si rischia di ottenere involontariamente un accoppiamento degli strati (rivestimento), con conseguente riduzione dell'isolamento acustico.

Per contro, l'influenza sull'isolamento acustico della massa volumica ρ (kg/m^3) degli isolamenti in lana minerale nei sistemi di costruzione a secco è trascurabile. Ciò è stato dimostrato da vari studi condotti presso il Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca Empa LPMR (rapporto d'inchiesta n. 5214010997) e dalla Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt TGM (perizia TGM-VA AB 10814) sulla base di costruzioni a secco testate.

Costruzione a secco	Grado di riempimento	Spessore	Tipo di isolamento	Massa volumica	Resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale	Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w ($C;C_{tr}$)
	50%	50 mm	Lana di vetro	11 kg/m^3	5,4 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	48 (-4;-12)
			Lana minerale	14 kg/m^3	8,0 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	48 (-4;-11)
			Lana di vetro	30 kg/m^3	9,4 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	48 (-5;-13)
			Lana minerale	115 kg/m^3	39 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	48 (-5;-12)
			Lana di vetro	128 kg/m^3	34 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	48 (-5;-13)
	100%	2 x 50 mm	Lana minerale	11 kg/m^3	5,4 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	53 (-5;-12)
			Lana di vetro	14 kg/m^3	8,0 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	53 (-4;-11)
			Lana minerale	30 kg/m^3	9,4 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	53 (-5;-13)
			Lana di vetro	115 kg/m^3	39 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	52 (-3;-10)
			Lana minerale	128 kg/m^3	34 $\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	54 (-4;-11)

Isolamento acustico con contropareti Rigips®

Le contropareti sono un sistema semplice per migliorare l'isolamento acustico di elementi costruttivi massicci sia esistenti che nuovi. Questa tipologia costruttiva è particolarmente efficiente grazie al sistema «molla-massa». Rigips® ha in programma vari sistemi studiati a seconda delle esigenze. Detti sistemi si possono suddividere fondamentalmente in due gruppi:

- contropareti con lastre composite: Alba®phon e RigitheRM® MW (strato isolante fissato direttamente all'elemento di supporto).
- contropareti con sottostruttura in profilato metallico

Per conseguire risultati ottimali è indispensabile osservare i seguenti aspetti:

- struttura il più flessibile possibile
- disaccoppiamento meccanico della controparete dalla parete massiccia
- strato isolante poroso nell'intercapedine con una resistenza al flusso d'aria misurata in direzione laterale pari a

$$r \geq 5kPA \frac{s}{m^2}$$

In relazione alle rispettive esigenze è possibile ottimizzare lo spessore dell'intercapedine delle contropareti servendosi di una sottostruttura in profilato metallico. Le nozioni di base esposte nel capitolo che segue intendono fungere da supporto per la progettazione.

Il miglioramento dell'isolamento acustico per mezzo di contropareti dipende sempre dal tipo di elemento costruttivo di base al quale le stesse andranno applicate. Al seguito si forniscono informazioni in merito a un modo di procedere sia realistico che pratico.

Incremento del potere fonoisolante di contropareti con sottostruttura in profilato metallico

Le contropareti Alba® e Rigips® con sottostruttura in profilato metallico sono ottimizzate per il miglioramento acustico. Contestualmente alle ampie prove effettuate da Rigips® sono stati conseguiti valori di abbattimento migliori rispetto a quanto previsto dalla norma DIN EN 12354-1.

In dipendenza dell'isolamento acustico dell'elemento costruttivo esistente, i valori di incremento del potere fonoisolante ΔR_{w} [dB] delle contropareti possono essere individuati con le tre curve A1-A3. Le curve sono indicate sulla scorta della tipologia costruttiva e dello spessore di isolante della controparete.

Spessore di isolante [mm]	Rivestimento a uno strato di lastre o Alba® 25	Rivestimento a due strati di lastre o Alba® 40	Rivestimento a tre strati di lastre
$30 \leq d < 60$	A3	A2	A2
$60 \leq d < 80$	A2	A1	A1
≥ 80	A1	A1	A1

Tabella 12: determinazione della curva di progetto per contropareti con sottostruttura in profilato metallico

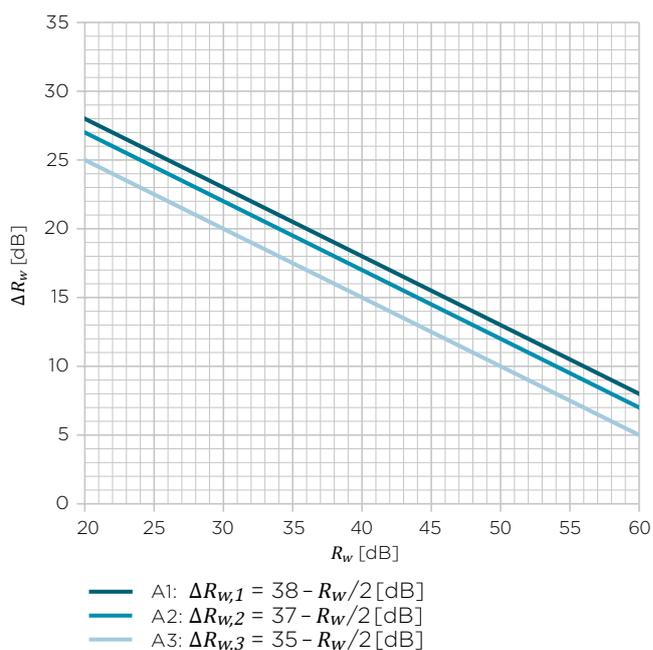


Figura 11: curve di progetto per contropareti con profili in acciaio

Utilizzando lastre performanti Rigips® in tutti gli strati di rivestimento (ad esempio Habito®, Duraline®, Aquaroc, Rigidur® H, Glasroc F e X-Ray Protection) si ha un ulteriore miglioramento dell'isolamento acustico di 1 dB.

Incremento del potere fonoisolante di contropareti con lastre composite

Le contropareti realizzate con lastre composite constano di lastre accoppiate Alba® e Rigips®, laddove il pannello di lana minerale viene incollato all'elemento costruttivo esistente a tutta superficie o con il metodo a cordolo e punti. Dal momento che, in questo caso, è lo strato di isolante a farsi carico del comportamento flessio-elastico altrimenti dato dal sistema «massa-molla-massa», oltre alla rispettiva massa ha rilievo anche la rigidità dinamica dell'isolante stesso ed è stata perciò ottimizzata.

In dipendenza dell'isolamento acustico dell'elemento costruttivo esistente, i valori di incremento del potere fonoisolante ΔR_w [dB] delle contropareti possono essere individuati con le quattro curve B1 e B2. Le curve sono indicate in relazione alla lastra composita e dello spessore di isolante.

Spessore di isolante d [mm]	Rigitherm® MW incollata	Alba®phon 25 incollata	Alba®phon 40 incollata
20	—	B2	B2
30	—	B2	B1*
40	B2	B2	B1
50	—	B1	B1

*vale per una massa superficiale dell'elemento costruttivo esistente pari a $m > 150$; per masse $m \leq 150$ considerare la curva B2

Tabella 13: determinazione della curva di progetto per contropareti con lastre composite

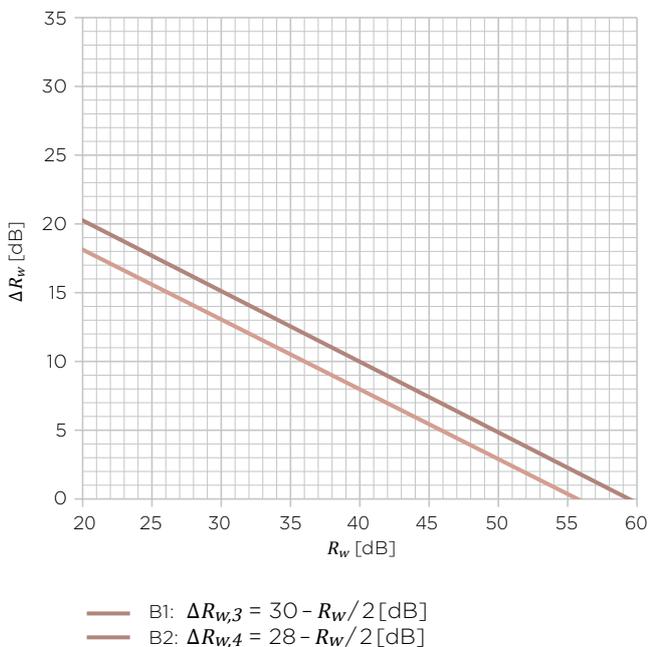


Figura 12: curve di progetto per contropareti con lastre composite

Isolamento acustico con nodi di riduzione

Spesso quando si devono raccordare pareti a orditura metallica Rigips® a una facciata leggera si ha a disposizione soltanto una porzione di spazio molto limitata. In questo caso la parete divisoria si collega all'involucro esterno con un cosiddetto «nodo di riduzione» («restringimento della parete», «raccordo a facciata con spessore ridotto»).

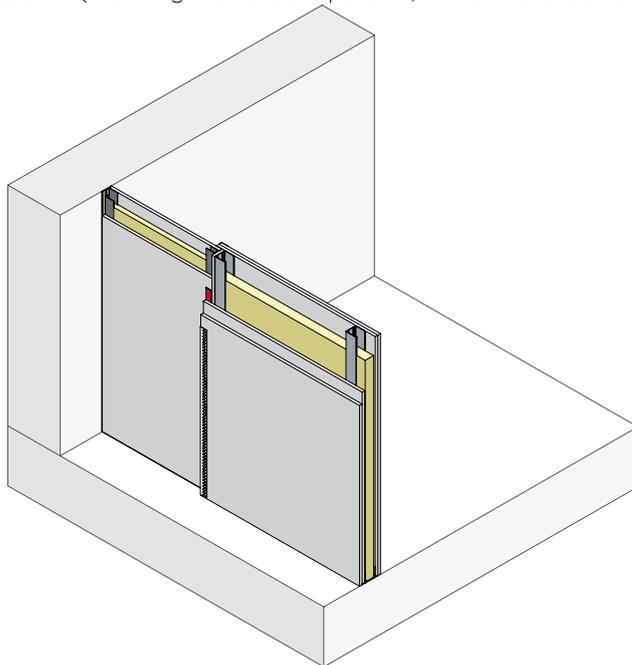


Figura 13: rappresentazione schematica di un nodo di riduzione

Dal momento che un nodo di riduzione è più sottile della rispettiva partizione verticale ne consegue, di norma, un minor isolamento acustico. Di ciò si deve necessariamente tener conto in fase di progetto. L'influenza esercitata dal nodo di riduzione sull'isolamento acustico tra locale e locale è determinata da vari fattori:

- potere fonoisolante del nodo di riduzione in sé
- potere fonoisolante della parete divisoria
- rapporto percentuale tra la superficie della parete divisoria e quella del nodo di riduzione
- dimensioni del nodo di riduzione
- materiali utilizzati
- modalità esecutiva del raccordo del nodo di riduzione alla facciata e alla parete divisoria
- potere fonoisolante degli elementi costruttivi adiacenti (in particolare quello della «facciata leggera»)

Calcolo della prestazione fonoisolante di superfici composte da elementi eterogenei

Se considerate sotto l'aspetto dell'isolamento acustico le partizioni verticali con nodo di riduzione sono elementi divisori aventi due valori fonoisolanti diversi. Conoscendo il valore del potere fonoisolante di ciascuna delle singole porzioni di superficie è possibile determinare l'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante dell'intera superficie ($R_{w,res}$) applicando la seguente equazione:

$$R_{w,res} = -10 \lg \left[\frac{1}{S_s} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-R_{i,w}/10} \right]$$

Laddove:

$R_{w,res}$: indice di valutazione del potere fonoisolante risultante dell'intera superficie [in dB]

S_s : superficie totale della struttura [m²]

S_i : porzione di superficie «i», ad es. porte, finestre, nodo di riduzione ecc. [m²]

$R_{w,i}$: indice di valutazione del potere fonoisolante della porzione di superficie «i» [dB]

Nel calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante confluiscono pertanto la percentuale di superficie di ciascuna porzione e il rispettivo valore fonoisolante. Ciò significa che quanto maggiore è la superficie del nodo di riduzione rispetto alla superficie totale dell'elemento divisorio (in percentuale) e quanto più si discostano tra loro i valori fonoisolanti delle singole superfici, tanto maggiore sarà l'impatto esercitato dal nodo di riduzione sull'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante. In tali casi un aumento del valore fonoisolante della parete in sé incide poco sull'indice di valutazione del potere fonoisolante risultante.

Tuttavia, laddove la superficie del nodo di riduzione è percentualmente piccola rispetto a quella totale, è pur sempre possibile supplire fino a un certo grado allo scompensamento creatosi incrementando il valore fonoisolante della parete.

Il nomogramma illustrato sotto consente di rilevare la riduzione del valore del potere fonoisolante in funzione della differenza della prestazione fonoisolante delle singole porzioni di superficie e della percentuale di superficie della porzione più piccola. Il tutto è rappresentato sulla scorta di una parete divisoria corredata di porta.

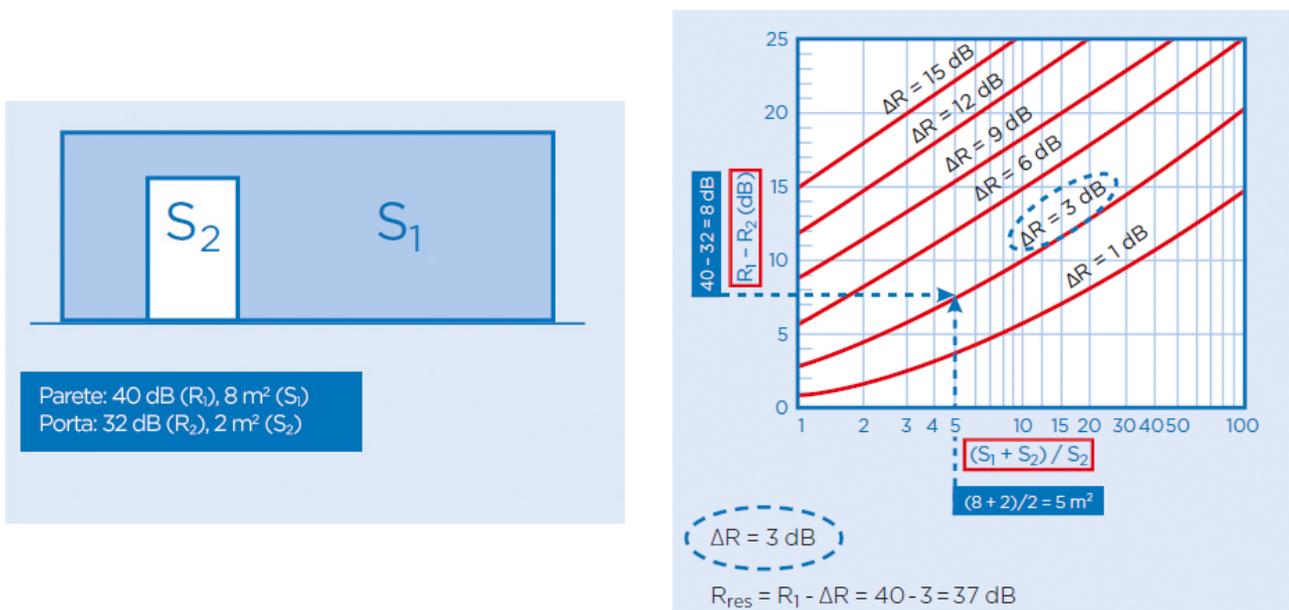


Figura 14: esempio per il calcolo del potere fonoisolante risultante di superfici composte da elementi eterogenei

Nodi di riduzione Rigips

Rigips ha fatto analizzare la prestazione fonoisolante di varie tipologie di nodi di riduzione. Come esposto nella tabella 13, dette soluzioni si differenziano tra loro per il tipo di rivestimento, per l'esecuzione con o senza lamiera d'acciaio e per lo spessore del materiale coibente. I nodi di riduzione sono stati testati con una larghezza di 625 mm.

Sono state prese in esame le seguenti varianti di nodo di riduzione:

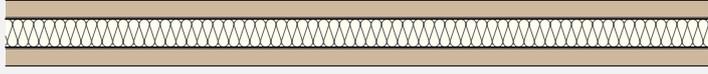
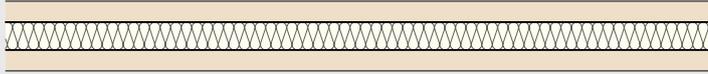
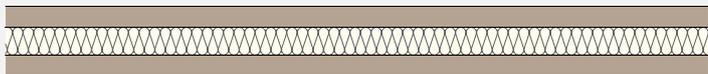
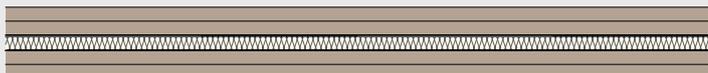
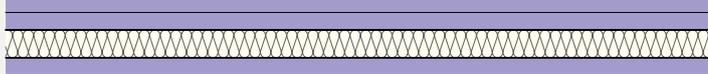
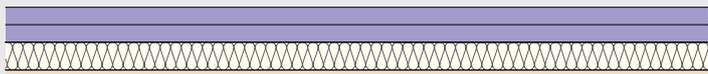
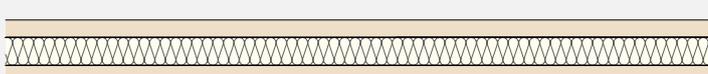
Struttura stratigrafica	R _w [dB]	Rappresentazione schematica del sistema
Nodo di riduzione 1: Rigips® Habito 12.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 0.5 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 0.5 mm Rigips® Habito 12.5 mm Spessore totale 46.0 mm	41	
Nodo di riduzione 2: Rigips® Duraline 15.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 15.0 mm Spessore totale 50.0 mm	44	
Nodo di riduzione 3: Rigidur® H 15.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigidur® H 15.0 mm Spessore totale 50.0 mm	43	
Nodo di riduzione 4: Elem. per pavim. Rigidur® EE 20 20.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 30 MF 30.0 mm Spessore totale 50.0 mm	44	
Nodo di riduzione 5: Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Spessore totale 70.0 mm	55	
Nodo di riduzione 6: Rigips® Duo'Tech Duraline 25 mm Lana minerale Rigips® 20 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Spessore totale 57.5 mm	50	
Nodo di riduzione 7: Rigips® Duraline 12.5 mm Lana minerale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Spessore totale 45.0 mm	43	

Tabella 14: tipologie di nodo di riduzione certificate

Indici di valutazione del potere fonoisolante risultante

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante risultante riportati nella seguente tabella valgono per nodi di riduzione la cui superficie è pari all'8% ovvero al 16% della superficie totale della partizione.

Per l'8% ciò corrisponde, ad esempio, a una parete di dimensioni 7.2 m × 3.0 m con nodo di riduzione di 0.625 m × 3.0 m, mentre per il 16% a una parete di dimensioni 3.0 m × 3.28 m con nodo di riduzione di 0.625 m × 3.0 m.

Descrizione del nodo (larghezza 625 mm)	Indice di valutazione del potere fonoisolante del nodo	Parete base* $R_w = 50$ dB		Parete base* $R_w = 56$ dB		Parete base* $R_w = 60$ dB		Parete base* $R_w = 63$ dB		Parete base* $R_w = 70$ dB	
		8%	16%	8%	16%	8%	16%	8%	16%	8%	16%
Percentuale di superficie											
°	R_w [dB]	Indice di valutazione del potere fonoisolante risultante $R_{w,res}$ [dB]									
Nodo di riduzione 1: 12.5 mm Rigips® Habito 0.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 20.0 mm Lana minerale Rigips® 0.5 mm Lamiera d'acciaio Rigips® 12.5 mm Rigips® Habito	41	48	47	50	48	51	48	51	48	52	49
Nodo di riduzione 2: 15.0 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 15.0 mm Rigips® Duraline	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Nodo di riduzione 3: 15.0 mm Rigidur® H 20.0 mm Lana minerale Rigips® 15.0 mm Rigidur® H	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51
Nodo di riduzione 4: 20.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 20 30.0 mm Elem. per pavim. Rigidur® EE 30 MF	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Nodo di riduzione 5: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline	55	50	50	56	55	59	58	61	60	65	62
Nodo di riduzione 6: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	50	50	50	55	54	58	55	59	56	61	57
Nodo di riduzione 7: 12.5 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Lana minerale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51

Tabella 15: tabella sinottica

* L'esatta composizione stratigrafica delle pareti base (con i rispettivi valori di isolamento acustico) è disponibile nella documentazione tecnica.

Esempio di calcolo del valore del potere fonoisolante

Nel caso di una parete base Rigips® con $R_w = 60$ dB **a** si utilizza il nodo di riduzione **b** con una percentuale di superficie dell'8% **c**. Ne consegue pertanto un indice di valutazione del potere fonoisolante risultante pari a $R_{w,res} = 59$ dB **d**.

Disegno di esempio del valore del potere fonoisolante

Parete a secco con 60 dB: sistema 1-HA.1.2-10 (CW 75/125)

+ nodo di riduzione 5 → valore del potere fonoisolante risultante $R_{w,res} = 59$ dB

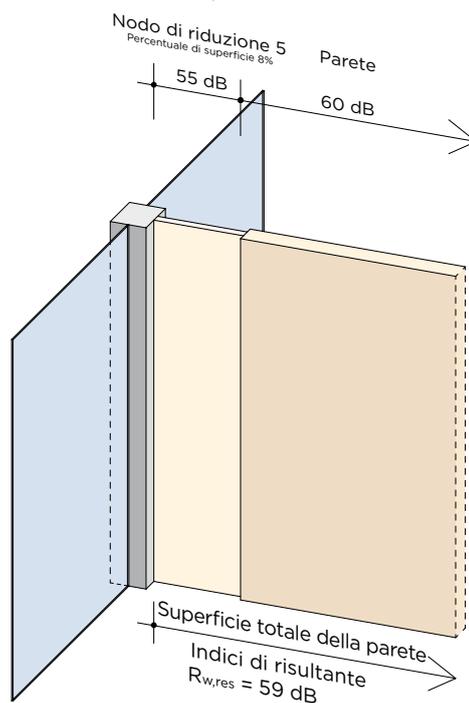


Figura 15: valore del potere fonoisolante

Collegamento del nodo di riduzione all'elemento costruttivo

Oltre a tener conto del potere fonoisolante degli elementi costruttivi circostanti, un aspetto decisivo per le prestazioni acustiche dell'intera struttura è anche il collegamento ermetico ed eseguito a regola d'arte della partizione verticale in sé agli elementi costruttivi a essa adiacenti. Ogni difetto in questo senso (buco acustico) porta infatti a un peggioramento delle prestazioni insonorizzanti. Per compensare irregolarità e dislivelli è indispensabile foderare la superficie di contatto del raccordo (ad es. con una striscia di feltro Rigips), nonché sigillare il tutto stuccando alla perfezione i punti di giunzione agli elementi costruttivi adiacenti.

Dettaglio: Nodo di riduzione collegato a pilastro di facciata

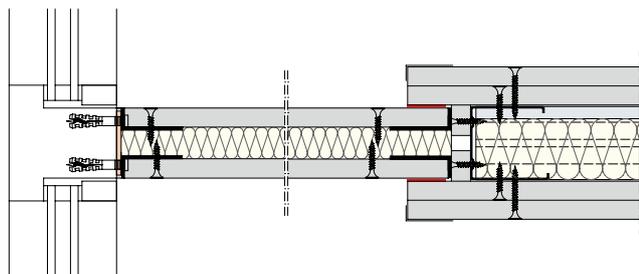


Figura 16: Profili a L verso l'interno

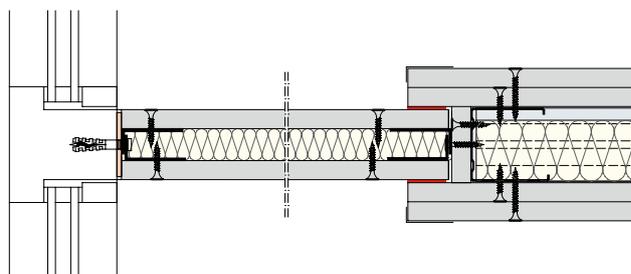
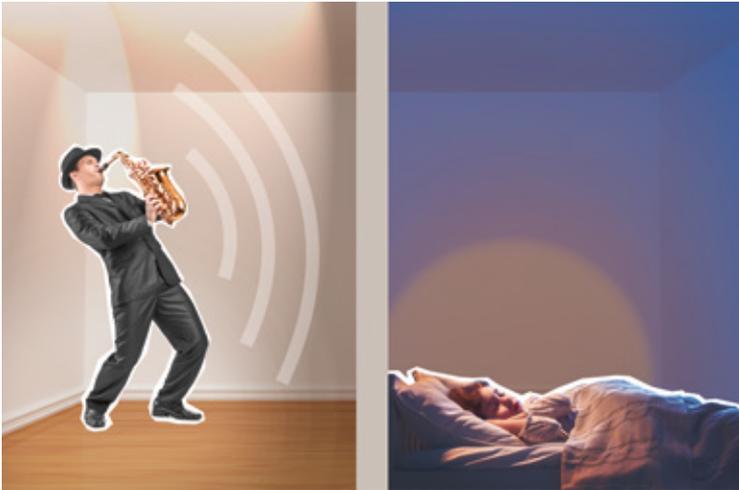


Figura 17: Profili a L verso l'esterno

Sintesi dei punti salienti



Massa e rigidezza flessionale

La massa e la rigidezza flessionale, le quali influiscono sulla frequenza di coincidenza f_c (frequenza critica), sono i fattori principali nella valutazione dell'isolamento acustico degli elementi costruttivi a parete singola

Elevato potere fonoisolante

Grazie al sistema «massa-molla-massa», con gli elementi costruttivi a doppia parete si è in grado di raggiungere un potere fonoisolante molto elevato pur impiegando strutture leggere e sottili

La norma SIA 181

In Svizzera l'isolamento acustico tra unità di utenza diverse è regolato dalla norma SIA 181. Oltre ai metodi di calcolo, la norma fornisce anche raccomandazioni inerenti la prestazione fonoisolante degli elementi di partizione

Semplicità e ingombro ridotto

Con le contropareti Rigips® è possibile ottenere un incremento del potere fonoisolante in maniera semplice e risparmiando spazio
