

Acustica

Suono e rumore sotto controllo grazie alla lana di vetro Isover



Indice

INDICAZIONI GENERALI IN MATERIA DI ACUSTICA	4
1. Pensate alla protezione dal rumore con il giusto anticipo	4
2. Che cos'è il suono?	5
Piacevole o fastidioso?	5
Trasmissione del suono	5
Velocità del suono, lunghezza d'onda e altezza	5
Soglia uditiva, pressione sonora e livello di pressione sonora	6
Aggiunta di livello	7
Livello di pressione sonora ponderato in dB(A)	8
3. Acustica dell'edificio	8
Protezione dal rumore strutturale	8
Acustica architettonica e fonoassorbimento	9
L'isolamento acustico non è la stessa cosa del fonoassorbimento	9
ISOLAMENTO ACUSTICO	10
1. Fonoisolamento per via aerea	10
Componenti senza intercapedine: Principio della massa	10
Componenti con intercapedine: principio «massa-molla-massa»	10
I vantaggi della costruzione con intercapedine	11
Fattori che influenzano le costruzioni «massa-molla-massa»	11
2. Isolamento dal rumore per calpestio	13
Abbattimento del rumore alla fonte	13
Rigidità dinamica	13
3. Esigenze per l'isolamento acustico di facciate, tetti, pareti e soffitti secondo la norma SIA 181:2020 La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie	15
Base giuridica	15
Campo di applicazione	15
Esigenze	15
Esigenze per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore esterne	16
Esigenze per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne	16
Esigenze di protezione dal rumore per calpestio	17
Esigenze di protezione dai rumori di impianti tecnici nell'edificio e di installazioni fisse	17
Tipi di rumore	18

ACUSTICA ARCHITETTONICA	19
1. Acustica architettonica geometrica	19
2. Acustica architettonica statistica	20
Tempo di riverbero T	20
Coefficiente di fonoassorbimento α_s	21
Valore singolo di fonoassorbimento α_w	22
Riduzione del livello sonoro ΔL	22
Attenuazione geometrica di propagazione	23
SOLUZIONI ISOVER	24
1. Protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore esterne	28
Pareti esterne	28
Tetti a falde	27
2. Protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne	28
Pareti divisorie	28
3. Protezione dal rumore per via aerea e da calpestio contro le fonti di rumore interno	29
Solai	29
4. Acustica architettonica	30
Piacevole sensazione di spazio grazie all'acustica equilibrata	30
Migliore acustica architettonica grazie alle superfici di assorbimento	30
5. Protezione dal rumore e riduzione del livello sonoro	32
Protezione dall'inquinamento fonico	32
Riduzione del livello sonoro nei capannoni industriali e negli impianti sportivi	33
ALLEGATO	34
4 Protocolli di misura - Staatliche Versuchsanstalt TGM, Vienna	34
Panoramica dei prodotti acustici Isover	36
Spiegazione dei termini e delle unità di misura	38
Piattaforma Lignumdata	39

Indicazioni generali in materia di Acustica

1. Pensate alla protezione dal rumore con il giusto anticipo

La vita è sempre più rumorosa. Le fonti di rumore, come il traffico o i macchinari da costruzione, nonché le attività umane all'interno degli edifici, sono spesso causa di disturbo per gli utenti e motivo di reclami. L'inquinamento acustico compromette il benessere tra le mura domestiche e riduce la capacità di concentrazione nel luogo di lavoro.

In Svizzera quasi **200.000 persone** nel loro luogo di lavoro sono esposte a livelli di rumore superiori ai limiti consentiti. Un residente su sette durante il giorno e uno su otto durante la notte, è esposto a un rumore stradale eccessivo nel proprio luogo di residenza. (Fonte: Suva)



Che il rumore sia fastidioso e, in casi estremi, possa far ammalare, è un dato di fatto che vale non soltanto per l'esposizione costante a livelli sonori elevati ma anche a rumori che pur molto più silenziosi, a causa del loro contenuto informativo e a seconda delle condizioni della persona interessata, possono essere comunque all'origine di disturbi del riposo e della concentrazione.

Dal momento che il rumore alla fonte non è sempre evitabile, è necessaria l'adozione di misure efficaci per ridurlo. Se alla protezione dal rumore viene attribuita scarsa importanza o se la stessa viene ridotta per motivi di costo, ne risulta una significativa perdita di qualità della vita e del lavoro, nonché di valore dell'immobile in questione. Misure di protezione contro l'inquinamento fonico adottate in un secondo tempo spesso o possono essere realizzate esclusivamente a pena di spese considerevoli o non possono essere realizzate affatto. **Un isolamento acustico ottimale deve quindi costituire parte integrante della progettazione fin dall'inizio.**

2. Che cos'è il suono?

In termini fisici, il suono consiste in vibrazioni meccaniche e onde di una sostanza gassosa, liquida o solida nell'intervallo di frequenze dell'udito umano, da 20 a 20.000 Hz. **Per l'acustica edile, l'intervallo di frequenze da 100 a 5.000 Hz è il più importante**, essendo percepito al massimo della sensibilità.

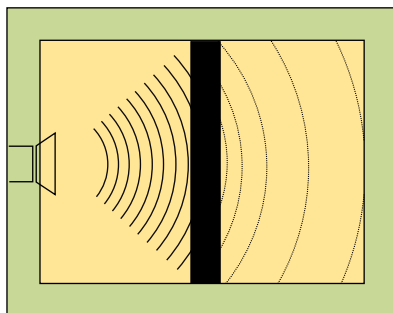
Piacevole o fastidioso?

Descriviamo in termini di suono tutto ciò che udiamo. Definiamo rumore un suono disturbante, fastidioso. Intendiamo con rumore tutte le impressioni uditive che causano un fastidio o sono dannose per la salute. Tuttavia, non solo i rumori forti costituiscono rumore, anche suoni con livelli di pressione sonora più bassi possono essere percepiti come tali. **La percezione del rumore è estremamente soggettiva**. Che il rumore sia percepito come disturbante dipende quindi non soltanto dal volume, dalla durata e dall'orario di produzione del rumore, ma anche dal tipo di rumore, dalla disposizione personale, dal momento della giornata o dalle condizioni di salute.

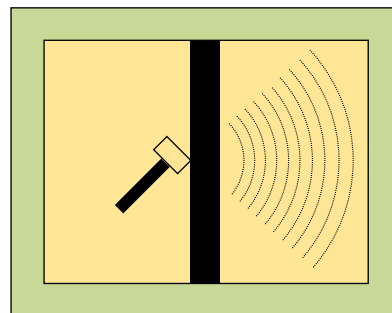
Trasmissione del suono

Per propagarsi, il suono ha bisogno di un mezzo, come l'aria. In questo caso si parla di **rumore per via aerea**. Se la propagazione del suono avviene in corpi solidi, si parla di **rumore per via solida**. Se la propagazione del suono nei corpi solidi è innescata dal camminare, si parla di **rumore per calpestio**. In entrambi i casi, però, viene irradiato dal corpo solido nell'aria, raggiungendo infine le nostre orecchie come rumore per via aerea.

Eccitazione del rumore per via aerea



Eccitazione del rumore per via solida



L'intensità della percezione dipende dall'entità del cambiamento della pressione dell'aria (pressione sonora p , Pa) e dal numero delle ripetizioni al secondo di questo cambiamento-(frequenza f , Hz).

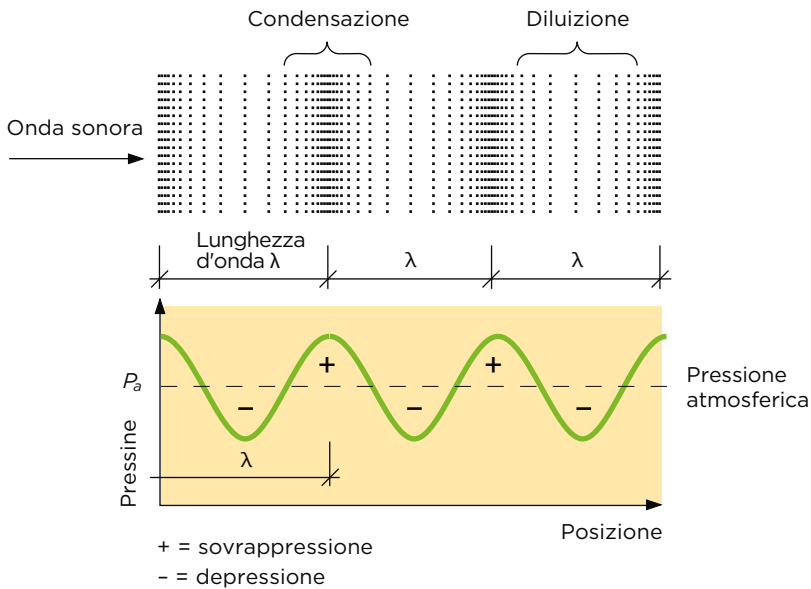
Velocità del suono, lunghezza d'onda e altezza

Le singole particelle d'aria oscillano intorno alla loro posizione di riposo nella direzione di propagazione, per cui anche le particelle vicine vengono colpite, dando luogo a una propagazione sonora dell'impatto, la cui velocità dipende dal mezzo. La velocità del suono nell'aria può essere rappresentata come segue:

$$c = \lambda \cdot f \text{ [m/s]}$$

λ Lunghezza d'onda [m]

f Frequenza [Hz]



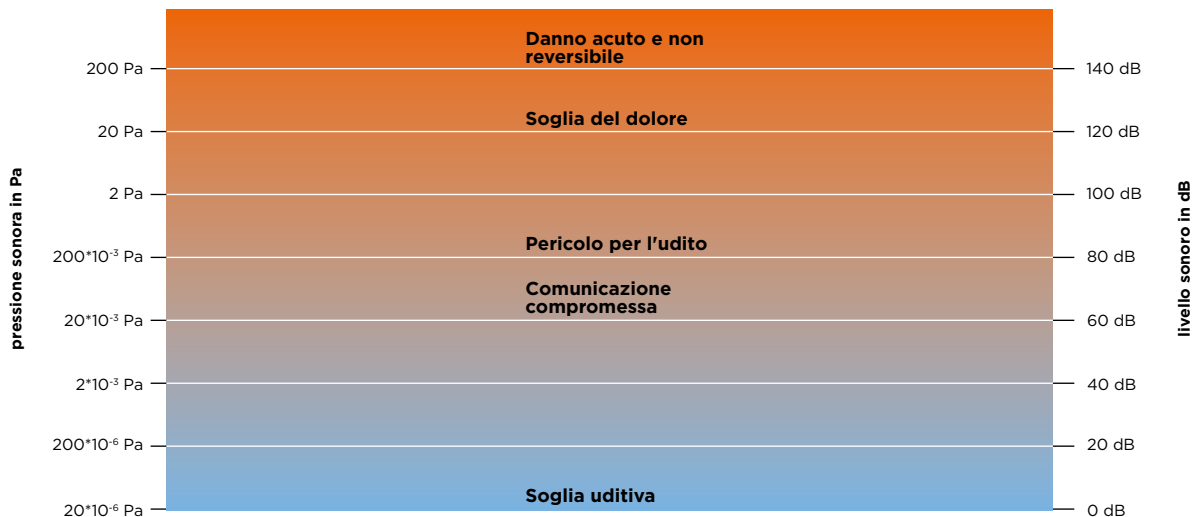
La velocità del suono nell'aria dipende principalmente dalla temperatura. A temperatura ambiente è pari a circa 340 m/s. Nell'intervallo di altezze dell'acustica edile (da 100 Hz a 5.000 Hz), si ha a che fare con lunghezze d'onda comprese tra 3,4 m e circa 70 mm. I toni bassi hanno una lunghezza d'onda lunga e sono molto più difficili da attenuare e assorbire rispetto ai toni alti con lunghezza d'onda corta.

Soglia uditiva, pressione sonora e livello di pressione sonora

L'orecchio umano è in grado di elaborare il rumore per via aerea in un intervallo di fluttuazioni di pressione di $2 \cdot 10^{-5}$ Pa come soglia uditiva fino alla soglia del dolore di 20 Pa. A una pressione sonora di 20.000 Pa, il timpano si rompe.

L'orecchio ha una sensibilità variabile: alta per i segnali deboli e bassa per quelli forti. È quindi pratica comune in acustica convertire le pressioni sonore assolute p (Pa) in valori logaritmici derivati da esse, i livelli di pressione sonora L (dB).

Il livello dei decibel corrisponde meglio all'impressione del volume. L'introduzione di questa scala riduce notevolmente l'intervallo di valori; i valori di pressione sonora da 0,00002 Pa a 20 Pa sono rappresentati dai valori in decibel da 0 a 120 dB.



Scala del rumore



10-40 dB, Ambiente silenzioso

Sussurro (vento tra gli alberi, abitazione tranquilla, biblioteca)



40-60 dB, Rumore ambientale medio

Parlare a bassa voce (sottovoce, conversazioni tranquille in ufficio)



60-80 dB, Rumore di fondo stressante

È necessario parlare a voce più alta per farsi capire (ad esempio, lavatrice, bambino che piange, classe rumorosa).



80-100 dB, Rumore pericoloso per la salute

Si riesce a farsi intendere solo gridando (ad es. concerto, treno in transito)



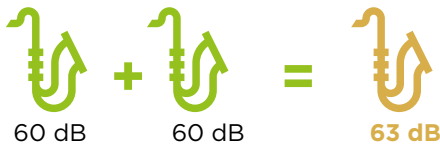
100-130 dB, soglia del dolore raggiunta

Nessuna comunicazione possibile (es. aereo a reazione in decollo)

Aggiunta di livello

I livelli sonori devono essere sommati logaritmicamente, mai aritmeticamente.

Due livelli sonori con una differenza di < 10 dB



Differenza tra due livelli sonori (in dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valore da aggiungere al livello più alto (in dB)	3.0	2.6	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5

60 dB + 60 dB ≠ 120 dB ma 63 dB
83 dB + 87 dB ≠ 170 dB ma 88.5 dB

Due livelli sonori con una differenza di > 10 dB



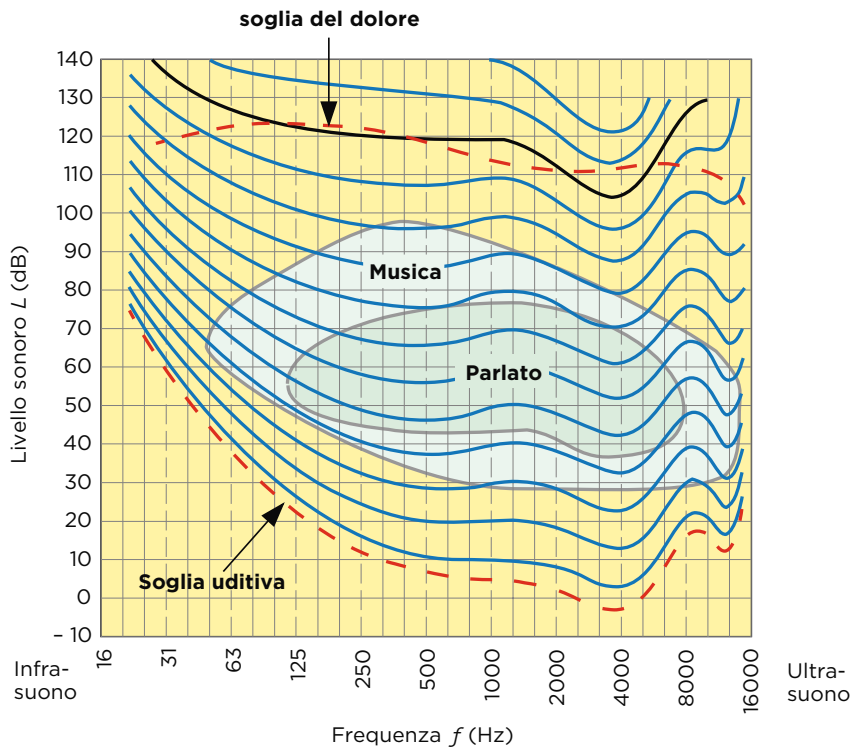
Il livello sonoro più alto annulla il livello sonoro più basso.

Percezione delle differenze di livello sonoro per diversità di livello sonoro superiori a 40 dB

Variazione di livello	Descrizione della percezione
1 dB	Appena percettibile
3 dB	Chiaramente percettibile
6 - 10 dB	Circa il doppio del rumore

Intervallo udibile dell'orecchio umano

Se ora riassumiamo l'udito umano in termini di intervallo di frequenza o altezza da 20 a 20.000 vibrazioni al secondo e di intervallo dinamico dei livelli di pressione sonora dalla soglia uditiva alla soglia del dolore, possiamo definire l'intero intervallo udibile come una superficie. Questa superficie uditiva è mostrata di seguito come l'intervallo udibile dell'orecchio umano.



Intervallo udibile dell'orecchio umano - Curve di percezione di un uguale volume

Livello di pressione sonora ponderato in dB(A)

Osservando le curve per diversi livelli sonori, si nota che l'udito umano non è ugualmente sensibile a tutte le altezze, ma lo è maggiormente alle frequenze comprese tra 500 e 5.000 Hz. A toni molto alti - vicini all'inizio dell'intervallo degli ultrasuoni - e a toni molto bassi, la sensibilità diminuisce notevolmente. Ad esempio, percepiamo un livello di pressione sonora di 80 dB a una frequenza di 4.000 Hz come altrettanto forte di un livello di pressione sonora di 90 dB a 125 Hz. I suoni acuti ci disturbano molto di più.

Sono state tuttavia introdotte diverse curve di filtraggio, in modo da non dover sempre specificare i livelli di pressione sonora nell'intera banda di frequenza per avere un'idea dell'effetto sull'udito umano. La migliore approssimazione alla percezione umana si ottiene con la curva di filtro A. Il filtro A riduce o amplifica il segnale sonoro nelle varie gamme di altezza in base alla sensibilità del nostro udito. I livelli di pressione sonora così determinati ci forniscono un unico valore utile per la valutazione e sono denominati **livelli ponderati di dB(A)**.

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	5'000
Ponderazione del filtro A (dB)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1

3. Acustica dell'edificio

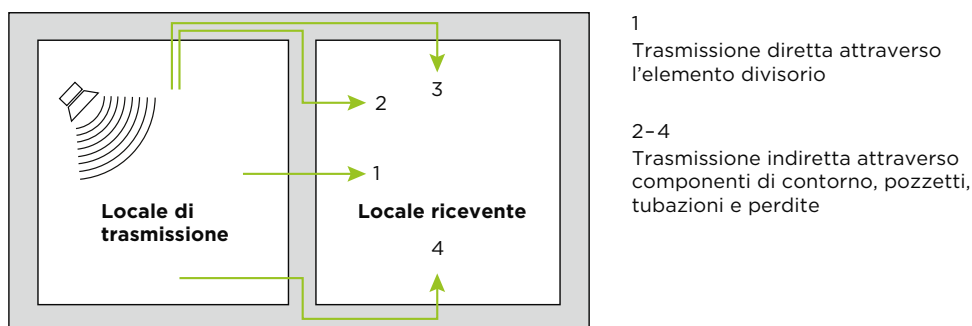
Protezione dal rumore strutturale

Se non è possibile garantire un'efficace protezione direttamente alla sorgente stessa del rumore, le misure strutturali di protezione dal rumore possono proteggere gli spazi abitativi e lavorativi da un rumore eccessivo.

I compiti della protezione dal rumore strutturale comprendono la protezione da fonti di rumore esterne e interne, nonché da fonti esterne e interne di rumore per via solida. La protezione dal rumore per calpestio è importante almeno quanto la protezione dalla trasmissione del rumore per via aerea (proveniente da fonti di rumore esterne e interne) e i servizi dell'edificio, come gli impianti di approvvigionamento idrico e di scarico, le unità di ventilazione e condizionamento, gli ascensori e i parcheggi sotterranei. La trasmissione del rumore tra ambienti dipende dal tipo di eccitazione (rumore per via aerea o rumore per via solida) e dai percorsi secondari.

Fonoisolamento per via aerea

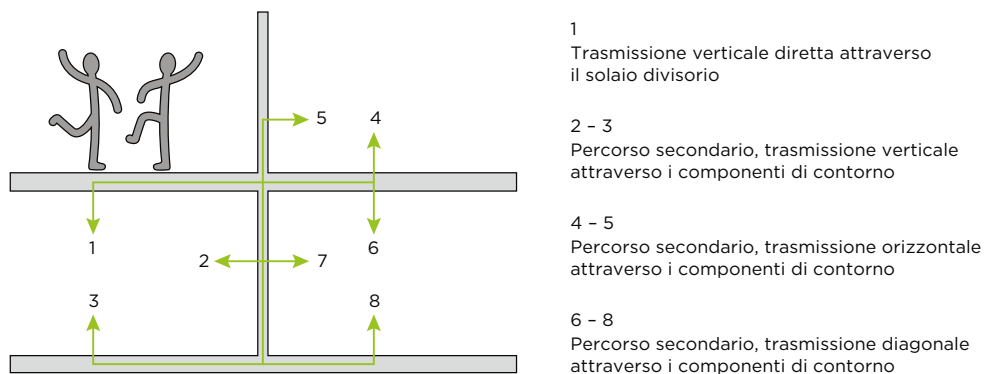
L'obiettivo del fonoisolamento per via aerea è quello di ridurre la trasmissione del suono per via aerea attraverso i componenti dell'edificio, quali pareti, porte, finestre o tetti, nonché attraverso percorsi secondari. **Più alto è di dB dell'indice di fonoisolamento ponderato R_w** (ovvero dell'indice di fonoisolamento in opera ponderato R'_w - compresi i componenti di contorno), **migliore è l'isolamento**. Ad esempio, un indice di fonoisolamento in opera ponderato R'_w di 55-60 dB è utilizzato come linea guida per le pareti divisorie piane.



Percorsi di trasmissione del rumore per via aerea tra ambienti vicini

Isolamento dal rumore per calpestio

Se la propagazione del suono nei corpi solidi è innescata dal camminare, si parla di rumore per calpestio. Viene generato come il cosiddetto rumore per via solida che, irradiato nell'aria, raggiunge infine l'orecchio umano come rumore per via aerea. Quanto più basso è il valore in dB del livello sonoro normalizzato ponderato per calpestio $L'_{n,w}$, tanto migliore è l'isolamento dal rumore per calpestio di un controsoffitto con sottofondo o rivestimento morbido del pavimento. Il contrario vale per la misura del miglioramento del rumore per calpestio ΔL_w : più alto è il valore in dB, migliore è l'isolamento (si veda anche la tabella in calce a pagina 14).

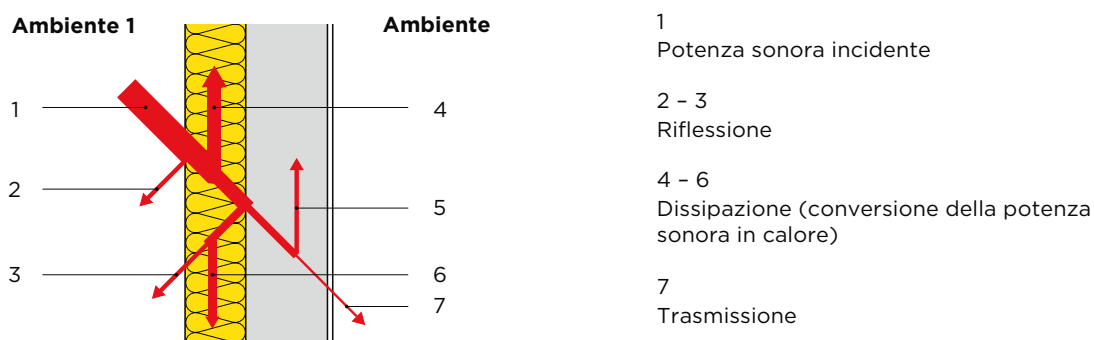


Percorsi di trasmissione del rumore per calpestio

Acustica architettonica e fonoassorbimento

L'acustica architettonica costituisce un ramo specialistico dell'acustica dedicato allo studio del comportamento del suono all'interno degli ambienti.

Grazie alle superfici fonoassorbenti è possibile ridurre il livello sonoro negli ambienti oppure ottimizzare l'intelligibilità del parlato e la resa acustica della musica. Il fonoassorbimento si riferisce al processo di riduzione dell'energia sonora, in particolare convertendola in calore. Per assorbire il rumore per via aerea in pratica si utilizzano prevalentemente materiali porosi e a celle aperte, come la lana di vetro Isover. Per descrivere fonoassorbimento di componenti o singole superfici, è necessario il coefficiente di fonoassorbimento α_s . Questo indica il rapporto tra l'energia sonora assorbita e quella incidente.



Riduzione del livello sonoro attraverso l'assorbimento

L'isolamento acustico non è la stessa cosa del fonoassorbimento

L'isolamento acustico e fonoassorbimento perseguono obiettivi diversi. Un materiale da costruzione che isola bene non è necessariamente adatto al fonoassorbimento e viceversa. Una parete in calcestruzzo isola efficacemente il suono, ma riflette praticamente tutta l'energia sonora in superficie. Un pannello acustico assorbe il suono in modo eccellente, ma nella sostanza non lo isola. Al fine di dare un'illustrazione di questo aspetto, la tabella seguente mostra il confronto tra un pannello in legno e la lana minerale:

Materiale	Assorbimento acustico	Isolamento acustico
20 mm di lana minerale	circa 70%	circa 3 dB
Pannello in legno da 20 mm	circa 3%	circa 22 dB

Isolamento acustico

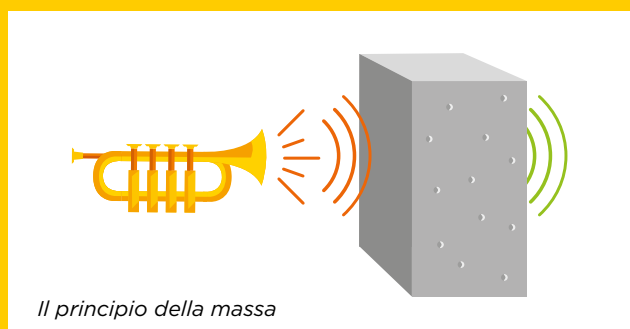
1. Fonoisolamento per via aerea

Quando si considera la trasmissione del suono attraverso un componente dell'edificio o l'isolamento acustico di un componente dell'edificio, è necessario distinguere tra costruzione a uno o due strati.

Componenti senza intercapedine: principio della massa

La trasmissione del suono dei componenti senza intercapedine dipende principalmente dalla loro massa per unità di superficie. Maggiore è la massa per unità di superficie di una parete o di un solaio, migliore è l'isolamento acustico, perché più alto è il peso per unità di superficie, meno il componente può essere eccitato dalle onde sonore. Per ottenere una buona protezione dal rumore ($R_w > 50$ dB) con componenti senza intercapedine, sono necessarie masse superficiali superiori a 250 kg/m^2 .

Questa relazione tra massa e isolamento acustico esiste anche per il rumore per calpestio, il tipo di rumore per via solida più comune nelle costruzioni edilizie, nel caso di componenti senza intercapedine. Il suono trasmesso (livello sonoro normalizzato ponderato per calpestio) è più basso con i solai in calcestruzzo spessi, cioè pesanti, che con quelli sottili.

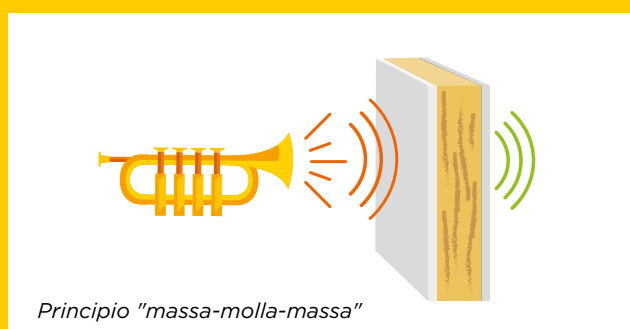


Componenti con intercapedine: principio "massa-molla-massa"

La trasmissione del suono secondo il principio "massa-molla-massa" avviene con componenti con intercapedine, costituiti da due strati e da un materiale il più possibile morbido e elastico. Insieme all'intercapedine d'aria e/o allo strato isolante, gli strati della parete agiscono come un sistema di vibrazione "massa-molla-massa".

Questo è il caso, ad esempio, di

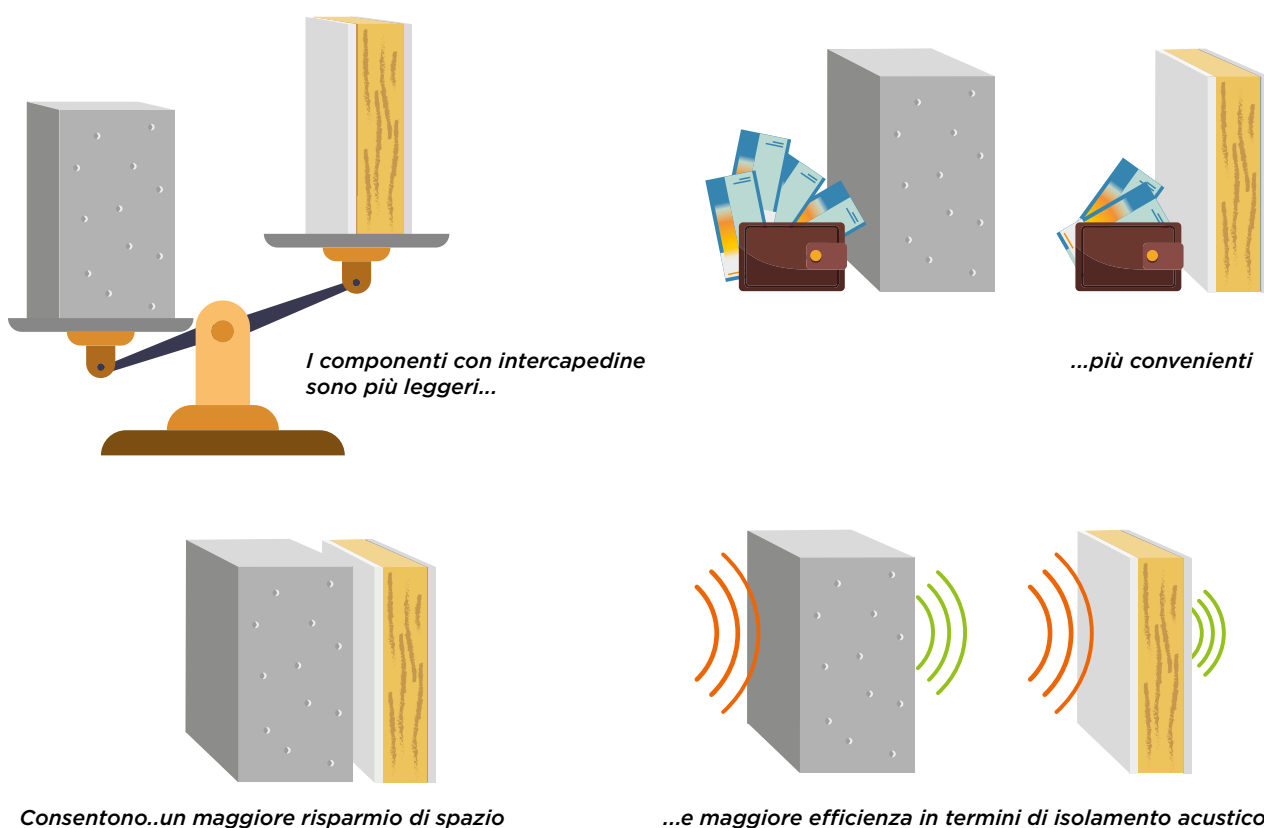
- Pareti leggere con rivestimento in legno o metallo
- Costruzioni di solai in legno e muratura
- Pareti esterne in struttura leggera (in legno o acciaio leggero)
- Strutture di copertura nelle costruzioni in legno



Nel caso più favorevole, gli stessi valori di isolamento acustico possono essere raggiunti con un decimo della massa di un componente senza intercapedine.

I vantaggi della costruzione con intercapedine

Buoni valori di isolamento acustico possono essere raggiunti sia con strutture con intercapedine che senza. I componenti con intercapedine hanno però il grande vantaggio di poter ottenere le stesse prestazioni isolanti con un peso considerevolmente inferiore.



Fattori che influenzano le costruzioni “massa-molla-massa”

I seguenti elementi influenzano l'isolamento acustico:

> Le pareti

- Massa per unità di superficie
- Distanza
- Rigidità di flessione
- Numero di strati per il rivestimento
- Metodo di fissaggio per pannelli

> L'isolamento per lo smorzamento dell'intercapedine

- Livello di riempimento
- Resistenza al flusso del materiale isolante in funzione della lunghezza

> La sottostruttura per le costruzioni in legno/leggere

- senza intercapedine, con intercapedine
- Materiale (legno, metallo)

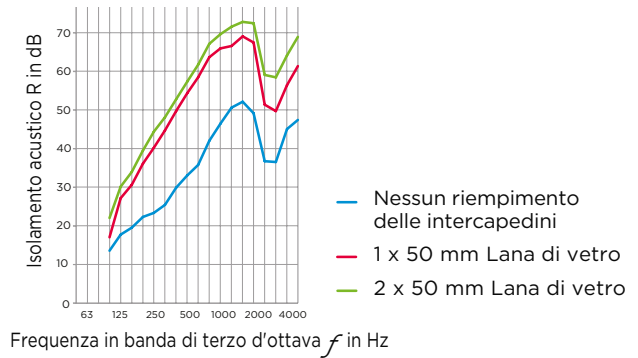
La densità apparente dell'isolante non ha alcuna influenza

Dall'esame approfondito del riempimento (smorzamento) delle intercapedini si possono ricavare i tre principi di base seguenti:

Primo principio di base: un elevato livello di riempimento (smorzamento) ottimizza l'isolamento

L'isolamento acustico può essere ottimizzato facilmente e semplicemente riempiendo la cavità ad un livello elevato. Questo può essere illustrato in modo impressionante con l'esempio di una parete leggera. La parete leggera testata è costituita da due telai di montanti realizzati con profili da 50 mm, un singolo strato di cartongesso di tipo A da 12,5 mm su entrambi i lati ed è stata misurata una volta senza riempimento (smorzamento) dell'intercapedine, una volta con 50 mm e una volta con 2 x 50 mm di lana di vetro Isover. A seconda di ciò, il valore di Fonoisolamento per via aerea R_w è di 35-53 dB. Le migliori prestazioni di isolamento si ottengono con il livello di riempimento più elevato.

Senza riempimento delle intercapedini	1 x 50 mm lana di vetro	2 x 50 mm lana di vetro
$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$
35 (-2; -6)	48 (-4; -12)	53 (-5; -12)

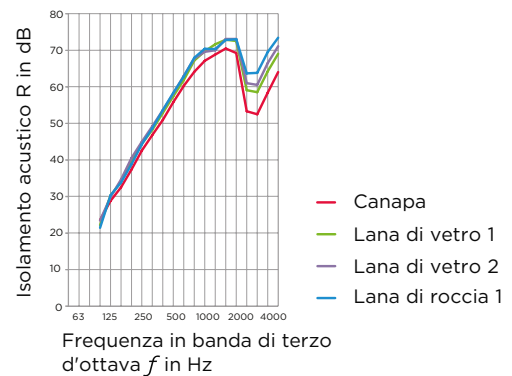


Misurazione comparativa del livello di riempimento dello smorzamento dell'intercapedine

Secondo principio di base: la resistenza al flusso legata alla lunghezza deve essere di almeno 5 (kPa s)/m²

Il secondo fattore di influenza decisivo nell'intercapedine è la resistenza al flusso r legata alla lunghezza dell'isolante. Deve raggiungere un valore di almeno 5 (kPa s)/m². Una maggiore resistenza al flusso non comporta un ulteriore miglioramento dell'isolamento acustico. L'esempio seguente mostra che la variante con una resistenza al flusso < 5 (kPa s)/m² raggiunge un Fonoisolamento per via aerea R_w di 51 dB, tutte le altre di 53 dB. Tutti i materiali isolanti Isover soddisfano il requisito della resistenza al flusso legata alla lunghezza di 5 (kPa s)/m².

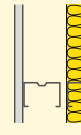
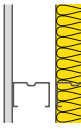
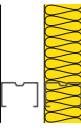
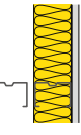
Canapa $r = 1.5 \text{ kPa s/m}^2$	Lana di vetro 1 $r = 5.4 \text{ kPa s/m}^2$	Lana di vetro 2 $r = 8.0 \text{ kPa s/m}^2$	Lana di roccia 1 $r = 9.4 \text{ kPa s/m}^2$
$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$
51 (-3; -10)	53 (-5; -12)	53 (-4; -11)	53 (-5; -13)

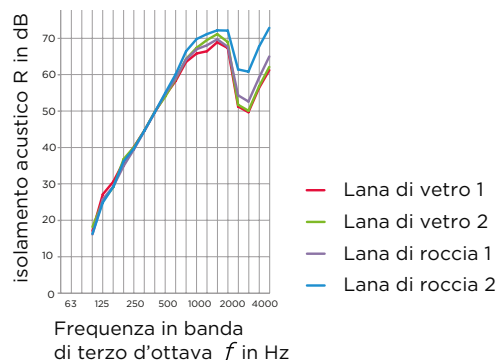


Misura comparativa della resistenza al flusso dell'isolamento

Terzo principio di base: la densità apparente del materiale isolante non ha alcuna influenza sulle prestazioni di isolamento

Il materiale isolante costituisce la "molla" del sistema di isolamento acustico e non la "massa". Pertanto, la sua densità apparente non ha alcuna influenza sull'isolamento acustico. La misura di riduzione del rumore per via aerea non varia in funzione della densità della lana minerale inserita. La seguente serie di misurazioni dimostra questo fatto per densità di massa comprese tra 11 e 128 kg/m³:

Lana di vetro 1 11 kg/m ³	Lana di vetro 2 14 kg/m ³	Lana di roccia 1 30 kg/m ³	Lana di roccia 2 128 kg/m ³
			
$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$
48 (-4; -12)	48 (-4; -11)	48 (-5; -13)	48 (-5; -13)



Misurazione comparativa della densità di massa del materiale isolante

2. Isolamento dal rumore per calpestio

Abbattimento del rumore alla fonte

Gran parte del rumore all'interno degli edifici è causato dal rumore per calpestio nei pavimenti sottostanti.

I materiali isolanti anti calpestio Isover soddisfano le esigenze maggiorate in conformità alla norma SIA 251 *Massetti flottanti all'interno di edifici* contrastano efficacemente il rumore per calpestio alla fonte. I prodotti leggeri in lana di vetro si distinguono per la facilità di movimentazione in cantiere, l'elevata resistenza alla compressione e l'adattabilità ai componenti edilizi esistenti.

Rigidità dinamica

Il parametro decisivo del materiale per l'isolamento dal rumore per calpestio è la rigidità dinamica s' . Quanto più basso è il valore della rigidità dinamica, tanto migliore è l'isolamento dal rumore per calpestio della costruzione del soffitto.

La tabella seguente mostra i buoni valori dei prodotti Isover PS 81, ISOCALOR e LURO 814 per quanto riguarda la rigidità dinamica.

Prodotto Isover	Spessore (mm)	Rigidità dinamica s' (MN/m ³)
PS 81	12	16
	15	12
	20	9
	25	7
	30	6
ISOCALOR	22	12
	32	9
	43	6
LURO 814	20-40	≤9

La rigidità dinamica risultante s'_{res} dell'isolamento dal rumore per calpestio con due o più strati viene calcolata secondo la seguente formula:

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3} + \dots} \text{ MN/m}^3$$

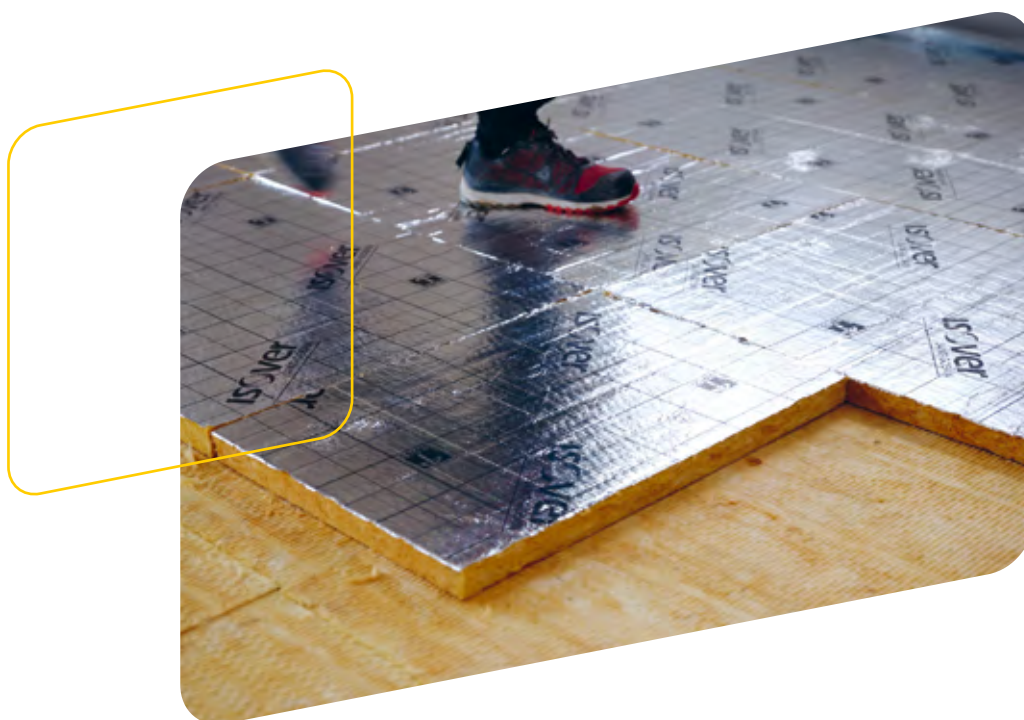
In una struttura con uno strato di ISOCALOR 22 mm su uno strato di LURO 814 30 mm, la rigidità dinamica risultante s'_{res} è quindi:

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{9}} = 5.1 \text{ MN/m}^3$$

L'isolamento acustico dai rumore per calpestio di una costruzione a soffitto può quindi essere massimizzato posando più strati di isolante Isover sotto i massetti flottanti.

Prodotto Isover	Spessore	Rigidità dinamica s' (MN/m ³)	Simbolo	Spessore del rivestimento in cemento in mm			
				50	70	100	120
PS 81	12 mm	16	ΔL_w $L_{n,w,r}$	28 dB 50 dB	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	35 dB 43 dB
	15 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	31 dB 47 dB	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB
	20 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	36 dB 42 dB
	25 mm	7	ΔL_w $L_{n,w,r}$	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	40 dB 38 dB	38 dB 40 dB
	30 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	36 dB 42 dB	38 dB 40 dB	41 dB 37 dB	39 dB 39 dB
ISOCALOR	22 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	34 dB 44 dB	32 dB 46 dB	34 dB 44 dB
	32 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB
	43 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	38 dB 40 dB	38 dB 40 dB
LURO 814	40 mm	<9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	35 dB 43 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB

Misura del miglioramento del rumore per calpestio ΔL_w e livello sonoro normalizzato ponderato per calpestio $L_{n,w,r}$ in dB sul soffitto di riferimento con sovrapposizione del solaio



3. Esigenze per l'isolamento acustico di facciate, tetti, pareti e soffitti secondo la norma SIA 181:2020 *La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie*

Base giuridica

L'Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF) obbliga all'art. 32 a realizzare la protezione dal rumore nei progetti edilizi secondo le regole riconosciute della scienza delle costruzioni, in particolare la norma SIA 181.

Campo di applicazione

La norma SIA 181 regola la protezione contro le fonti di rumore interne ed esterne. Si applica alle nuove costruzioni e alle trasformazioni, nonché ai cambi di destinazione.

Esigenze

La norma SIA 181 distingue tra esigenze minime, esigenze maggiorate ed esigenze particolari. Le esigenze minime garantiscono un isolamento acustico in grado di impedire solo disturbi notevoli. Le esigenze maggiorate offrono una migliore protezione acustica rispetto alle esigenze minime e, in caso di esigenze di tranquillità maggiori o di usi speciali, possono essere stabilite esigenze specifiche. Le esigenze maggiorate si applicano alle nuove costruzioni di case unifamiliari, bifamiliari e a schiera, nonché agli appartamenti costituiti come proprietà per piani. Le esigenze minime devono essere rispettate in ogni caso (art. 32 OIF).

Le esigenze sono permanenti e non ammettono tolleranze. Si applicano allo stato di utilizzo dell'edificio. Ai fini della valutazione sono determinanti i valori interi rilevati mediante misurazioni effettuate durante la costruzione.

Le esigenze dipendono dalla sensibilità al rumore e dall'esposizione al rumore.

Sensibilità al rumore	Descrizione del tipo di ambiente e della sua destinazione d'uso (ambiente di ricezione)
nessuna	Aree di traffico e funzionali, ambienti utilizzati solo occasionalmente o ambienti con un notevole rumore di funzionamento. Esempi: Magazzino, deposito e cantina, locale per il riscaldamento, la ventilazione e i servizi dell'edificio, sala hobby, parcheggio, vano scale, portico.
bassa	Ambienti destinati a lavori prevalentemente manuali. Ambienti che vengono utilizzati da molte persone o solo per brevi periodi di tempo. Esempi: officina, sala di lavoro manuale, mensa, ristorante, cucina senza zona giorno, bagno, doccia, WC, sala di vendita, corridoio all'interno dell'appartamento, sala d'attesa.
media	Ambienti per vivere, dormire e per il lavoro intellettuale / spirituale. Esempi: soggiorno, camera da letto, studio, aula, sala di pratica musicale, cucina abitabile, ufficio, locale ricevente, camera d'albergo.
alta	Ambienti per utenti con necessità particolarmente elevate di pace e tranquillità. Esempi: sale speciali per il silenzio in ospedali e sanatori, sale per terapie speciali con elevate esigenze di riposo, sale per la lettura e lo studio.

SIA 181, Tabella 1: Classificazione della sensibilità al rumore in base al tipo di locale e all'utilizzo - lato di immissione

Esigenze per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore esterne

La classificazione della sensibilità al rumore viene effettuata secondo la Tabella 1, SIA 181. Il grado di disturbo (inquinamento fonico) da rumore esterno viene registrato dal livello di valutazione L_r secondo l'ordinanza contro l'inquinamento fonico.

Inquinamento fonico	da basso a moderato		da forte a molto forte	
Beurteilungsperiode	Giorno	Notte	Giorno	Notte
Livello di valutazione dB	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Sensibilità al rumore	Valori richiesti D_e			
bassa	22 dB	22 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
media	27 dB	27 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
alta	32 dB	32 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

SIA 181, Tabella 2: esigenze minime D_e per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore esterne

Per i esigenze maggiorate, i valori aumentano di 3 dB rispetto ai valori della Tabella 2.

I casi speciali sono quelli in cui le sorgenti di rumore non hanno un livello di valutazione conforme alla OIF, per i quali è necessario concordare un'adeguata protezione dal rumore, e i locali con utilizzo esclusivo durante il giorno o la notte, per i quali il periodo di occupazione corrispondente determina il requisito.

Esigenze per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne

La sensibilità al rumore viene classificata in base alla Tabella 1, SIA 181. Il grado di disturbo (inquinamento fonico) viene classificato interpretando per analogia gli esempi della Tabella 3.

Inquinamento acustico	basso	moderato	forte	molto forte
Utilizzo	bassa rumorosità	normale	rumoroso	molto rumoroso
Esempi di tipo e utilizzo della sala lato emissioni (ambiente di trasmissione)	Sala lettura, sala d'attesa, archivio, magazzino, deposito e cantina, locale biciclette	Soggiorno, camera da letto, cucina, bagno, doccia, WC, corridoio, ascensore, vano scale, giardino d'inverno, locale parcheggio, ufficio, sala riunioni, laboratorio, sala vendite senza impianto di diffusione audio	Sala, aula scolastica, asilo nido, scuola materna, locale tecnico, ristorante senza impianto di diffusione audio, sala vendita con impianto di diffusione audio e relativi accessi locali, locale parcheggio a uso commerciale	Locale commerciale, laboratorio, sala prove musicale, sala sportiva, ristorante con impianto di diffusione audio e relativi locali di accesso
Sensibilità al rumore	Valori richiesti D_i			
bassa	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
media	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
alta	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

SIA 181, Tabella 3: esigenze minime D_i per la protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne.

Per i esigenze maggiorate, i valori sono aumentati di 4 dB rispetto ai valori della Tabella 3.

Casi particolari sono i locali con porte verso zone di accesso dove, a seconda della sensibilità al rumore, si applicano esigenze ridotte e esigenze minime per l'isolamento acustico strutturale della porta rispetto alla Tabella 3, nonché nel caso di emissioni a bassa frequenza significative durante le ore notturne (bar, pub, discoteche, dancing) dove sono indicati esigenze minime specifici.

Esigenze di protezione dal rumore per calpestio

La sensibilità al rumore è classificata in base alla Tabella 1, SIA 181. Il grado di disturbo (inquinamento fonico) è classificato interpretando analogicamente gli esempi della Tabella 5.

Inquinamento acustico	basso	moderato	forte	molto forte
Esempi di tipo e utilizzo della sala lato emissioni (ambiente di trasmissione)	Archivio, sala d'attesa, sala di lettura, balconi	Soggiorno, camera da letto, cucina, bagno, doccia, WC, locale adibito a ufficio, cor-ridoio, vano scale, corridoio, passaggio, terrazza, parcheggio	Sala vendite, ristorante, atrio, scuola, asilo nido, scuola materna, palazzetto dello sport, laboratorio, sala per la pratica della musica	Gli usi specificati nel livello "forte", se si verificano anche durante la notte, dalle 19.00 alle 7.00.
Sensibilità al rumore	Valori delle esigenze L'			
bassa	63 dB	58 dB	53 dB	48 dB
media	58 dB	53 dB	48 dB	43 dB
alta	53 dB	48 dB	43 dB	38 dB

SIA 181, Tabella 5: esigenze minime L' per la protezione dal rumore per calpestio

Per l'aumento delle esigenze si applicano i valori ridotti di 4 dB; per le trasformazioni e i cambi di destinazione si applicano i valori aumentati di 2 dB rispetto ai valori della Tabella 5; per la trasmissione del suono d'impatto dai balconi si applicano i valori aumentati di 5 dB.

Per le costruzioni calpestabili utilizzate solo occasionalmente, come i locali caldaia, i centri di condizionamento, i magazzini, ecc. non sono richieste esigenze per la protezione dal rumore per calpestio; per le costruzioni calpestabili utilizzate in modo intensivo si applicano esigenze aggiuntive.

Esigenze di protezione dai rumori di impianti tecnici nell'edificio e di installazioni fisse

La sensibilità al rumore è classificata in base alla Tabella 1, SIA 181. I tipi di rumore sono classificati interpretando per analogia gli esempi della Tabella 7.

Tipo di rumore lato emissione (ambiente di trasmissione)	Rumori singoli		Rumori continui
	Rumori generati dal funzionamento di impianti	Rumori causati dall'utente	Rumori generati dal funzionamento di impianti o causati dall'utente
Sensibilità al rumore	Anforderungswerte L_H		
bassa	38 dB	43 dB	33 dB
media	33 dB	38 dB	28 dB
alta	28 dB	33 dB	25 dB

SIA 181, Tabella 6: Esigenze minime L_H di protezione dai rumori di impianti tecnici nell'edificio e di installazioni fisse

Per le esigenze maggiorate, i valori si riducono di 4 dB rispetto ai valori della Tabella 6. 25 dB è il valore minimo.

Tipi di rumore

Rumori singoli	<p>Rumori generati dal funzionamento di impianti (verifica con rumore originale) Riempimento e svuotamento di lavabi, lavelli e vasche da bagno; risciacquo del WC e attivazione dello sciacquone; rumori di funzionamento di impianti d'alimentazione e di scarico dell'acqua; manipolazioni e regolazioni di valvole e rubinetteria; impianti di ascensori e montacarichi; rumori di portoni di garage ad azionamento automatico, chiudiporta o impianti di tende; rumori di commutazione di impianti elettrici</p>
	<p>Rumori causati dall'utente (verifica con rumore originale) Azionamento manuale di pareti divisorie per docce, portoni di garage, persiane e tapparelle, porte d'ingresso e di chiusura, porte e finestre scorrevoli</p>
	<p>Rumori causati dall'utente (verifica con martello a caduta Empa) Utilizzo di vasca da bagno, piatto doccia e piano doccia a filo pavimento, WC, lavabo, combinazione di lavabo, bidet, lavello, piano di lavoro in cucina, armadio, base e pensili, specchiera</p>
Rumori continui	<p>Rumore generato dal funzionamento di impianti (verifica con il rumore originale) Funzionamento di impianto di ventilazione e condizionamento, lavastoviglie, lavatrice, asciugatrice, impianto di raffreddamento, ventilatore, riscaldamento, compressore, pompa di calore, vasca idromassaggio, scarico per tetti.</p>
	<p>Rumori causati dall'utente (verifica con suono originale) Rumori prodotti da attrezzature industriali od artigianali ad azionamento manuale</p>

SIA 181, Tabella 7: Esempi di assegnazione dei rumori ai tipi di rumore



Acustica architettonica

L'acustica architettonica si occupa della propagazione del suono e della distribuzione dell'energia sonora in ambienti chiusi con l'obiettivo di garantire un'acustica ottimale per un'ampia varietà di ambienti, a seconda del loro utilizzo. Ciò significa, ad esempio, creare le migliori condizioni sonore per le sale da concerto, la migliore intelligibilità del parlato per i teatri e la massima riduzione del rumore per i capannoni industriali e le attività artigianali e commerciali.

Gli ambienti influenzano la nostra percezione del suono (ad esempio della musica o del parlato), per cui la trasmissione spaziale e temporale del suono è di fondamentale importanza nella progettazione di un ambiente. Si possono ottenere buone proprietà acustiche ambientali soltanto con il soddisfacimento simultaneo di diverse condizioni, a partire, ad esempio, dalla scelta di una forma adatta a un particolare uso, per garantire una distribuzione uniforme del suono senza effetti di eco e di focalizzazione dirompenti.

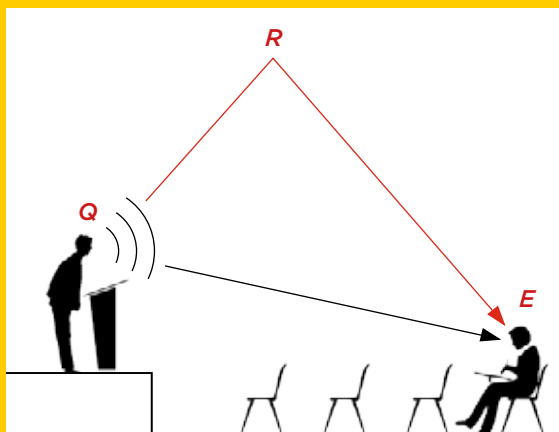
L'acustica architettonica può essere suddivisa in due aree principali - acustica architettonica geometrica e acustica architettonica statistica - al fine di descrivere le soluzioni a problemi specifici.

1. Acustica architettonica geometrica

All'interno di un ambiente le onde sonore non soltanto si propagano direttamente, ma vengono anche riflesse, diffratte o assorbite. L'acustica architettonica geometrica descrive i fasci sonori idealizzati secondo le leggi della riflessione. Le lunghezze d'onda considerate devono essere inferiori alle dimensioni delle superfici riflettenti. Affinché la riflessione abbia luogo le superfici riflettenti devono essere a loro volta fonoriflettenti. Diversamente, una superficie fonoassorbente assorbe la maggior parte dell'energia sonora incidente, un dato tuttavia solitamente auspicabile, soprattutto laddove un miglioramento geometrico non sia possibile.

Le riflessioni sonore che si verificano nei primi 35-50 ms dopo il suono diretto, a seconda dello spettro sonoro della sorgente, non vengono percepite separatamente come un evento sonoro distinto, ma creano un'unica impressione sonora nell'orecchio. I raggi sonori riflessi durante questo intervallo di tempo, che raggiungano il ricevitore, amplificano il suono diretto in modo utile. Le singole riflessioni forti che arrivano dopo 50 ms dal suono diretto vengono percepite separatamente come eco.

L'immagine seguente illustra una situazione di questo tipo. Il suono diretto copre la distanza dalla sorgente **Q** al ricevitore **E** (raggio nero). La riflessione, invece, devia da **Q** attraverso **R** verso **E** (raggio rosso). Se il riflesso raggiunge il ricevitore con 35 ms di ritardo rispetto al suono diretto, questo deve essere corretto da un controsoffitto acustico.



Come stima approssimativa del comportamento acustico di un ambiente - in relazione al suo utilizzo - è possibile formulare un requisito generale per il volume ottimale dell'ambiente per persona. Il volume specifico dell'ambiente non deve essere superiore a quello specificato nella tabella seguente.

Volume ottimale dell'ambiente in base all'utilizzo	m ³ /persona
Auditorium	4
Sala da canto	5
Sala concerto	7
Spazi sacri	10

Si noti inoltre che il volume della sala per un diffusore non specializzato non deve in nessun caso superare i 2.000 m³.

2. Acustica architettonica statistica

L'acustica architettonica statistica considera come una totalità le onde sonore che si propagano all'interno di un ambiente, che vengono riflesse più volte sulle superfici di confine dell'ambiente e registrate statisticamente.

Se una sorgente sonora inizia a emetter suono in un ambiente chiuso, le onde sonore si propagano inizialmente come in un campo libero fino a quando non vengono riflesse dalle superfici di confine e si sovrappongono alle onde incidenti. Dopo poco tempo si raggiunge uno stato stazionario.

Anche se la sorgente sonora viene nuovamente spenta, essa continua a emettere suono per un po' di tempo, finché i riflessi multipli non si attenuano. Chiamiamo riverbero questa risonanza.

Il tempo di riverbero è il parametro acusticamente decisivo per la valutazione e la qualità di un ambiente. Nell'acustica architettonica statistica, la forma dell'ambiente non ha alcun ruolo, purché l'ambiente possa essere caratterizzata con un tempo di riverbero definito. Sono importanti solo il volume e il comportamento di assorbimento di tutte le superfici.

Tempo di riverbero T

Il tempo di riverbero è il periodo di tempo T , espresso in secondi, durante il quale l'energia sonora media di un ambiente decade a un milionesimo del suo valore iniziale dopo lo spegnimento della sorgente sonora: questo corrisponde a una riduzione del livello sonoro di 60 dB. La relazione matematica tra il tempo di riverbero, il volume e la capacità di assorbimento totale delle superfici è espressa dalla formula del Sabine:

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A} \quad [s]$$

0.163	Costante del Sabine	
V	Volume dello spazio vuoto	Superficie [m ³]
A	fonoassorbente totale equivalente	[m ²]

Tempi di riverbero ottimali

In considerazione dei diversi utilizzi degli ambienti e in linea con i "volumi ottimali degli ambienti" descritti in precedenza, il tempo di riverbero di un ambiente può essere adattato all'uso cui è destinato. Si distingue essenzialmente tra sale per l'esecuzione del parlato e sale per la musica.

Nelle aule di lingue, l'obiettivo primario è quello di ottenere una buona intelligibilità. Se il tempo di riverbero è troppo lungo, le singole sillabe non vengono più percepite separatamente, ma vengono ricevute come un'incomprensibile poltiglia di sillabe a causa del riverbero. Se il tempo di riverbero è troppo breve, cioè l'assorbimento è eccessivo, il volume si abbassa a tal punto da compromettere l'intelligibilità senza l'utilizzo di un'amplificazione elettroacustica.

Nelle sale per le esecuzioni musicali, la percezione soggettiva gioca un ruolo importante e può quindi variare notevolmente. Il tipo di musica e le preferenze personali influenzano il giudizio sul tempo di riverbero ottimale, che, tuttavia, in generale, tuttavia, è maggiore di quello del parlato.

A causa della dipendenza dell'assorbimento dalla frequenza, anche il tempo di riverbero in un ambiente è una funzione della frequenza. In alcuni casi lo spettro di riverbero cambia notevolmente, soprattutto in presenza di un numero diverso di persone e di un'attrezzatura diversa.

Superficie fonoassorbente equivalente A

La superficie fonoassorbente equivalente è il prodotto della superficie che delimita l'ambiente e della superficie con il corrispondente coefficiente di fonoassorbimento. Poiché questo dipende dall'altezza, lo stesso vale per le aree di fonoassorbimento equivalenti. Si chiamano equivalenti perché le superfici in m² vengono moltiplicate per una quantità adimensionale e risultano in valori acustici equivalenti m².

La superficie fonoassorbente totale equivalente di un ambiente è la somma delle singole aree di assorbimento, calcolate come segue:

$$A = \alpha_{s,1} \cdot S_1 + \alpha_{s,2} \cdot S_2 + \dots + \alpha_{s,n} \cdot S_n \quad [\text{m}^2]$$

α_s Coefficiente di fonoassorbimento (adimensionale)

S Superficie [m²]

1,2,...n Numero di singole superfici con diversi coefficienti di fonoassorbimento

La superficie S non è solo una superficie parziale di assorbimento del confine dell'ambiente, ma può anche essere la superficie delle persone e degli oggetti collocati nell'ambiente.

	Superficie fonoassorbente equivalente A in bande di ottava, frequenza centrale (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Persone, in piedi o su sedie di legno	0.15	0.30	0.50	0.55	0.60	0.50
Persone su sedute imbottite	0.20	0.40	0.55	0.60	0.60	0.50
Persone con strumenti sul podio	0.40	0.80	1.00	1.40	1.30	1.20
Sedute in legno senza pubblico	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.05
Seduta imbottita rivestita in tessuto, senza persone	0.10	0.30	0.35	0.45	0.50	0.40
Sedute imbottite in pelle senza persone	0.10	0.25	0.35	0.35	0.20	0.10

Superficie fonoassorbente equivalente A in m² per unità di oggetti diversi

Coefficiente di fonoassorbimento α_s

Per descrivere fonoassorbimento dei componenti dell'edificio o delle singole superfici, è necessario il coefficiente di fonoassorbimento, che descrive il rapporto tra l'energia sonora assorbita e quella incidente. Viene misurato in laboratorio in una camera riverberante e dipende dalla frequenza.

	Coefficiente di fonoassorbimento α_s in bande di ottava, frequenza centrale (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Calcestruzzo, muratura intonacata	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Muratura non intonacata	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07
Rivestimenti in legno per pareti	0.40	0.30	0.20	0.10	0.10	0.20
Pavimento rigido su solaio massiccio	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
Rivestimento morbido del pavimento ≤ 5 mm su solaio massiccio	0.02	0.03	0.06	0.15	0.30	0.40
Rivestimento morbido del pavimento ≤ 10 mm su solaio massiccio	0.04	0.08	0.15	0.30	0.45	0.55
Pavimento in legno, parquet su doghe	0.12	0.10	0.06	0.05	0.05	0.06
Finestre, facciate in vetro	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Porte in legno	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Tenda a rete fino a 200 mm davanti a una superficie rigida	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Tenda < 200 g/m ² fino a 200 mm davanti a una superficie dura	0.05	0.06	0.09	0.12	0.18	0.22
Tenda, tessuto di circa 400 g/m ² con pieghe o increspature $> 1:3$, fino a 200 mm davanti a una superficie rigida	0.10	0.40	0.70	0.90	0.95	1.00
Grandi aperture	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Griglia di ventilazione, 50% di superficie aperta	0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Isover PB A 031 60 mm, direttamente su substrato duro	0.20	0.80	1.12	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, con cavità di 25 mm	0.25	0.86	1.14	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, con cavità di 300 mm	0.64	0.88	1.14	1.10	1.05	1.05

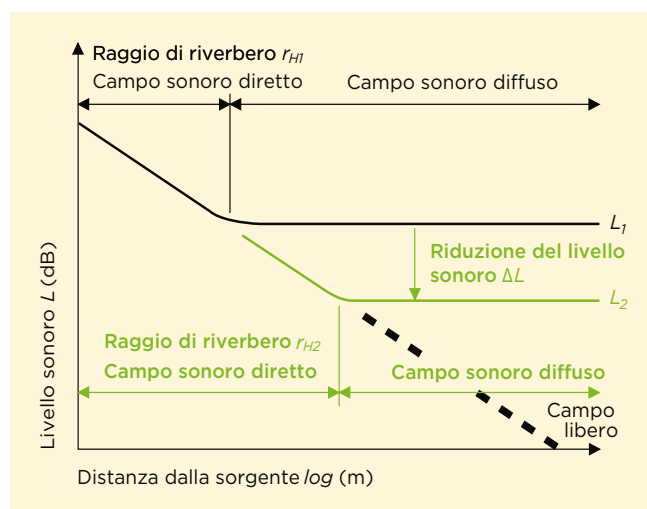
Coefficienti di fonoassorbimento α_s [-] di vari materiali

Valore singolo di fonoassorbimento α_w

Secondo la norma EN ISO 11654, è possibile determinare un valore singolo di fonoassorbimento anche dai dati della banda di frequenza. Tale valore singolo di fonoassorbimento del coefficiente di fonoassorbimento ponderato α_w offre il vantaggio di poter confrontare determinate proprietà del prodotto con un solo valore. Per il calcolo delle proprietà acustiche di un ambiente in condizioni reali, non si deve utilizzare il valore singolo di fonoassorbimento ponderato, essendo troppo impreciso per questo.

Riduzione del livello sonoro ΔL

Se in un ambiente sono presenti sorgenti sonore, la geometria, le proprietà dell'ambiente e l'intensità della sorgente determinano il livello di pressione sonora. Si distingue tra stanze cubiche, in cui si crea un campo sonoro diffuso a causa della dispersione e delle riflessioni del suono, e stanze piatte, in cui non è più possibile una densità di energia uniformemente distribuita.



Schema di riduzione del livello sonoro

Nelle immediate vicinanze della sorgente sonora valgono sempre le leggi della propagazione del suono all'aperto - in tutti gli ambienti. Chiamiamo questa distanza dalla sorgente raggio di riverbero r_H . Se aumentiamo fonoassorbimento in un ambiente, aumentiamo anche il raggio di riverbero. La transizione dal campo sonoro diretto al campo sonoro diffuso nelle stanze cubiche, in cui agisce il riverbero, si allontana dalla sorgente. Ciò significa che il livello sonoro diminuisce all'aumentare della distanza dalla sorgente.

È quindi evidente la riduzione del rumore che si può ottenere con l'installazione di pannelli acustici.

Attenuazione geometrica di propagazione

Se siamo interessati alla propagazione del suono in stanze piatte - all'interno delle quali non esiste più un campo sonoro diffuso - allora le superfici del soffitto e del pavimento hanno un'influenza decisiva sul campo sonoro. Le riflessioni dalle pareti laterali sono in gran parte trascurabili. Calcolare una riduzione del livello sonoro secondo le regole dell'acustica architettonica statistica è sbagliato. Per tracciare un confine tra l'area di applicazione dell'acustica architettonica statistica e l'area in cui il livello di pressione sonora diminuisce di almeno 3 dB per ogni raddoppio della distanza senza raggiungere un raggio di riverbero, dobbiamo descrivere un fattore di forma di fonoassorbimento.

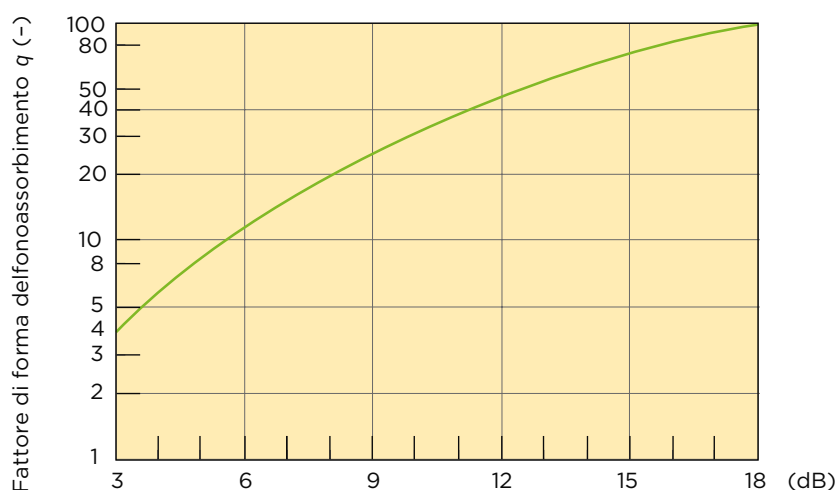
Il "fattore di forma del fonoassorbimento q " è un parametro adimensionale che consente di decidere, soprattutto per i capannoni industriali, se si tratta di un caso di acustica architettonica statistica o se una misura di abbattimento del rumore prevista deve essere calcolata in base alle leggi dell'attenuazione geometrica di propagazione. È il prodotto delle dimensioni dell'ambiente acustica e della diagonale dell'ambiente.

$$q = \frac{A}{V} \cdot \sqrt{l^2 + b^2 + h^2} \quad [-]$$

$q \leq 1$ Si applicano le leggi dell'acustica architettonica statistica.

$q > 1$ Non è più presente un campo sonoro diffuso.

A	Superficie fonoassorbente totale equivalente	[m ²]
V	Volume dell'ambiente vuoto	[m ³]
l	Lunghezza dell'ambiente	[m]
b	Larghezza dell'ambiente	[m]
h	Altezza del locale; se è presente un tetto a shed (tetto a dente di sega), h si applica solo fino al bordo inferiore del tetto	[m]



Riduzione del livello sonoro per raddoppio della distanza

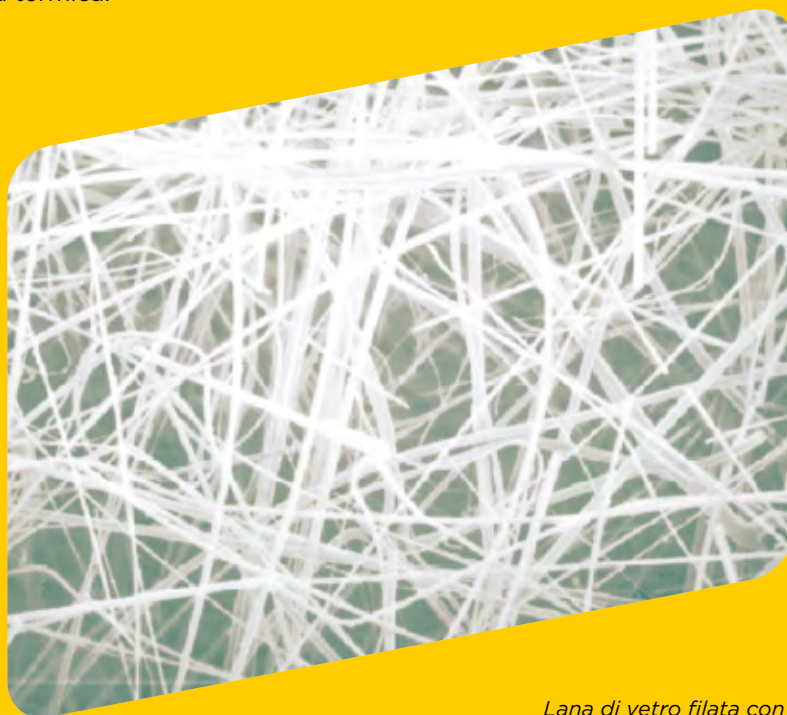
Se le misure di protezione dall'inquinamento acustico sono adottate in ambienti piani con pannelli acustici a soffitto, assorbitori sospesi o progetti simili, possiamo leggere l'efficacia come risultato dell'attenuazione geometrica di propagazione dal diagramma che utilizza il fattore di forma del fonoassorbimento.

Soluzioni Isover

Isover offre soluzioni adeguate ed efficaci per tutti i settori dell'acustica e della protezione dal rumore strutturale. Ciò significa una buona acustica e un'efficace protezione dal rumore dal seminterrato al tetto, che si tratti di rumori provenienti dall'esterno che dall'interno.

Pareti solide esterne o divisorie in muratura o in calcestruzzo, tetti, pareti esterne e interne o soffitti divisorii in legno, muri a secco con sottostruttura metallica: nelle strutture a più intercapedini il cui fonoisolamento per via aerea funziona secondo il principio massa-molla-massa, l'isolamento costituisce la "molla" del sistema. Il parametro decisivo per il materiale è la resistenza al flusso r legata alla lunghezza, che deve essere di almeno 5 (kPa s)/m^2 . Resistenze di flusso più elevate non apportano alcun miglioramento.

Grazie alla struttura estremamente fine del tessuto, la lana di vetro Isover è ideale per convertire il suono in energia termica.



Lana di vetro filata con ingrandimento 100x

1. Protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore esterne

L'involucro dell'edificio è importante per il comfort interno, in quanto riduce il rumore proveniente dall'esterno, quale quello prodotto da traffico, industria o cantieri, migliorando così l'ambiente di vita e di lavoro. In Svizzera, le esigenze per la Protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne devono essere soddisfatte in conformità con l'Ordinanza contro l'inquinamento fonico e la norma SIA 181 *La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie*. Queste norme garantiscono un'adeguata protezione dal rumore ed elevano il livello della qualità della vita dei residenti e degli utenti.

Pareti esterne

Le pareti solide esterne in muratura o in calcestruzzo, sia con facciate ventilate che con isolamento termico esterno intonacato in lana di vetro Isover e muratura a doppio strato (con intercapedine), offrono eccellenti valori di isolamento acustico. Con queste pareti esterne, la protezione dal rumore risulta influenzata quasi esclusivamente dalla qualità delle finestre.

PRODOTTI CONSIGLIATI

> Facciate ventilate

PB F 030 | PB F 032

> Facciate intonacate

ISOCOMPACT

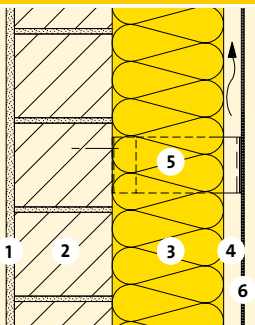
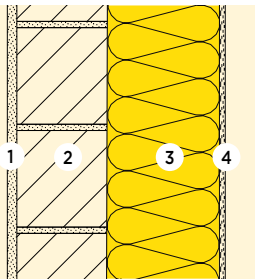
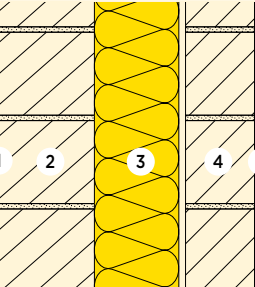
> Costruzioni in legno

PB M 030 | SWISSROLL 030

ISOPONTE 032 | PB M 032

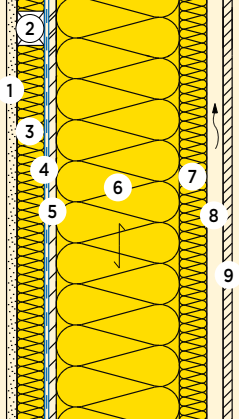
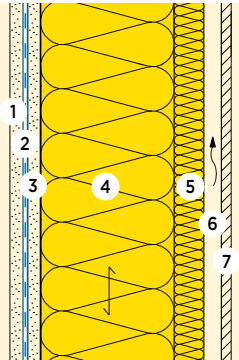
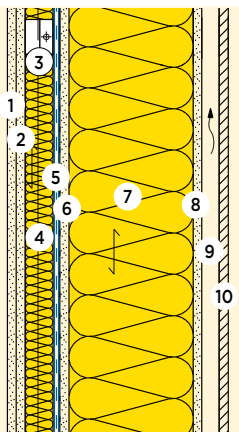
ISOCONFORT 032 | PB M 034

UNIROLL 034

Costruzione di pareti di rivestimento esterne	Descrizione	Indice di fonoisolamento ponderato R_w , e termini di adattamento dello spettro (C; C_w)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intonaco interno 15 mm 2. Laterizio 17.5 cm 3. Isolamento termico e fonico PB F 030 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Ventilazione posteriore 5. Console 6. Rivestimento in fibrocemento 13kg/m³ 	58 (-2; -6) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intonaco interno 15 mm 2. Laterizio 17.5 cm 3. Isolamento termico e fonico ISOCOMPACT 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Rivestimento di finitura in intonaco di circa 7 mm 	55 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intonaco interno 15 mm 2. Laterizio 15 cm 3. Isolamento termico e fonico PB F 030 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Laterizio 12.5 cm 5. Intonaco esterno 20 mm 	65 (-1; -5) dB

Per ulteriori pareti di rivestimento, vedere le schede tecniche dei componenti.

Anche le pareti esterne in legno possono avere valori di isolamento acustico molto elevati. A differenza delle strutture solide, tuttavia, gli indici di fonoisolamento per via aerea variano molto di più a seconda della struttura (costruzione, rivestimento- cappotto - interno) e del rivestimento della facciata.

Costruzione di pareti di rivestimento esterne	Descrizione	Indice di fonoisolamento ponderato R_w e termini di adattamento dello spettro (C; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 2. Stecche / cavi 3. Isolamento termico e fonico PB M 030 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Membrana con funzione di freno al vapore e tenuta all'aria VARIO® XTRA 5. OSB 18 mm 6. Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 7. Isolamento termico e fonico ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Ventilazione posteriore 9. Cassaforma in legno 22 mm 	47 (-2; -8) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 2. Membrana con funzione di freno al vapore e tenuta all'aria VARIO® XTRA 3. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 4. Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Isolamento termico e fonico ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 6. Ventilazione posteriore 7. Cassaforma in legno 22 mm 	48 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 2. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 3. Stecche disaccoppiate elasticamente 4. Isolamento termico e fonico PB M 034 50 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Membrana con funzione di freno al vapore e tenuta all'aria VARIO® XTRA 6. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 7. Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 9. Ventilazione posteriore 10. cassaforma in legno 22 mm 	65 (-1; -5) dB

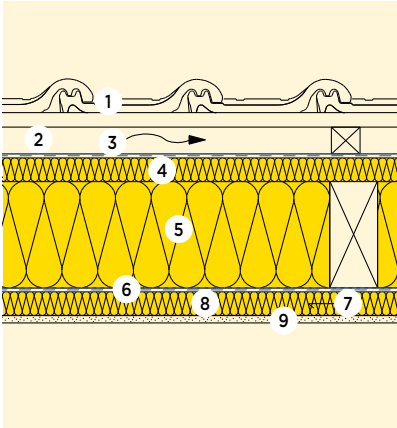
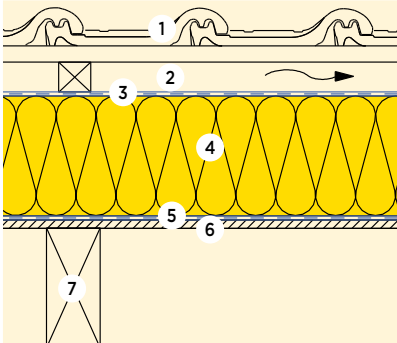
Per ulteriori pareti di rivestimento, vedere le schede tecniche dei componenti e lignumdata.com

Tetti a falde

Il fonoisolamento per via aerea dei tetti a falde, come per le pareti esterne delle costruzioni in legno, dipende fortemente dalla struttura, in particolare dal tipo di copertura e dai rivestimenti interni. Con i tetti a falde, la necessità di fonoisolamento per via aerea è accompagnata dal rischio di inquinamento fonico e di reclami da parte dei proprietari degli edifici a causa del rumore della pioggia, soprattutto nel caso di coperture in lamiera.

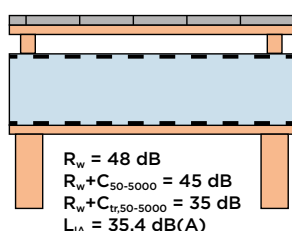
PRODOTTI CONSIGLIATI

ISOTHERM 034 | ISORIGID | PB M 034

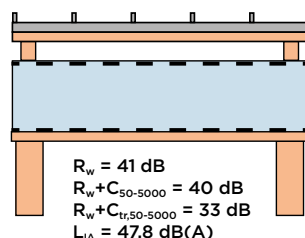
Struttura del tetto a falde	Descrizione	Indice di fonoisolamento ponderato R_w , e termini di adattamento dello spettro (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tegole in argilla / listelli per tetti 2. Contro listelli / ventilazione posteriore 3. Telo sottotetto, ad es. VARIO® ROOFTIGHT + 4. Pannello rigido isolante per sottotetto ISORIGID 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 240 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 6. Membrana con funzione di freno al vapore e tenuta all'aria VARIO® XTRA 7. Stecche / cavi 8. Isolamento termico e fonico PB M 034 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 9. Cartongesso 15 mm 	<p>49 (-4; -11) dB</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tegole in argilla / listelli per tetti 2. Contro listelli / ventilazione posteriore 3. Telo sottotetto, ad es. VARIO® ROOFTIGHT + 4. Isolamento termico e fonico ISOTHERM 034 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Membrana con funzione di freno al vapore e tenuta all'aria VARIO® KM SUPRAPLEX-SKS 6. Cassaforma 20 mm 7. Travetti 	<p>51 (-1; -5) dB</p>

Per ulteriori pareti di rivestimento, vedere le schede tecniche dei componenti e lignumdata.com

Il tipo di copertura influisce notevolmente sulla misura del fonoisolamento per via aerea. Il rumore della pioggia può avere un effetto negativo sulle coperture in lamiera. Il valore ponderato di fonoisolamento per via aerea R_w di un tetto a falde con isolamento dei travetti in lana minerale da 200 mm è di 48 dB per il rivestimento in blocchi di cemento e di 41 dB per il rivestimento in lastre di alluminio. Il livello di intensità sonora L_{IA} come indicatore dell'isolamento fonico alla pioggia è di 35 dB per il rivestimento in blocchi di cemento e di 48 dB per il rivestimento in lastre di alluminio.



Rivestimento in blocchi di cemento



Rivestimento in lamiera di alluminio

2. Protezione dal rumore per via aerea proveniente da fonti di rumore interne

Le pareti divisorie tra le unità d'utenza dovrebbero essere con intercapedine per motivi di protezione dal rumore. Ciò significa che si ottengono valori di isolamento acustico molto elevati, indipendentemente dal fatto che si utilizzino costruzioni in muratura o in calcestruzzo, muri a secco con sottostrutture metalliche o costruzioni in legno: il parametro materiale decisivo dell'isolamento è ancora una volta la resistenza al flusso r legata alla lunghezza.

Pareti divisorie

PRODOTTI CONSIGLIATI

> Pareti divisorie leggere

ISOVOX | ISORESIST PIANO PLUS |
ISORESIST PIANO PLUS P |
ISOVOX R CONFORT

> Rivestimento (Cappotto)

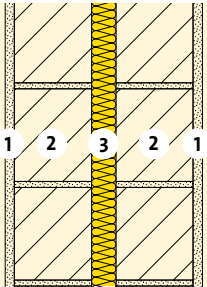
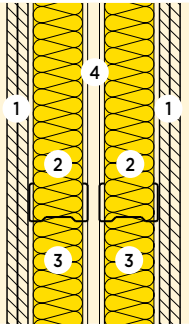
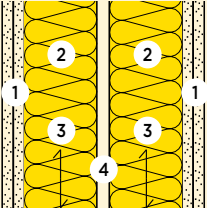
ISOVOX | PB M 030 | PB M 032 | PB M 034

> Pareti divisorie in calcestruzzo per case e appartamenti

LURO 814

> Pareti divisorie in muratura per case e appartamenti

ISOLENE P 032 | PB F 032
PB M 032 | PB M 034

Costruzione della parete	Descrizione	Indice di fonoisolamento ponderato R_w e termini di adattamento dello spettro- (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intonaco interno 15 mm 2. Laterizio 12,5 cm 3. Isolamento termico e fonico PB M 030 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 	64 (-1; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra di gesso GKB, tipo A, 2 x 12,5 mm 2. Montante in metallo CW/UW 75 mm 3. Isolamento termico e fonico ISORESIST PIANO PLUS 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Distanza 10 mm 	64 (-5; -13) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 2 x 15 mm 2. Montante in legno 60 x 120 mm 3. Isolamento termico e fonico ISOFIX 034 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Distanza 10 mm 	69 (-4; -11) dB

Per ulteriori pareti di rivestimento, vedere le schede tecniche dei componenti e lignumdata.com

3. Protezione dal rumore per via aerea e per calpestio contro le fonti di rumore interno

Per i solai tra le unità d'utenza la grande sfida è l'isolamento dal rumore per calpestio. Di norma, le esigenze per il fonoisolamento per via aerea sono soddisfatte se sono garantite per la protezione dal rumore per calpestio. La rigidità dinamica s' , espressa in MN/m^3 , è determinante per l'isolamento dal rumore per calpestio nei controsoffitti sia massicci che in legno: minore è la rigidità dinamica, migliore è l'isolamento dei pannelli anticalpestio.

Solai

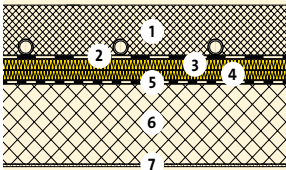
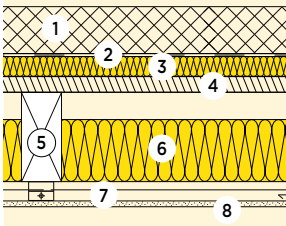
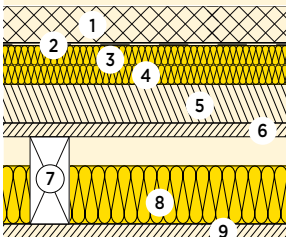
PRODOTTI CONSIGLIATI

> Pavimenti flottanti senza riscaldamento a pavimento

LURO 814 | PS 81

> Pavimenti flottanti con riscaldamento a pavimento

ISOCALOR

Struttura del solaio	Descrizione	Indice di fonoisolamento ponderato R_w e termini di adattamento dello spettro- (C; C_{tr})	Livello sonoro normalizzato ponderato da calpestio ponderato $-L_{tr,w}$ e termine di adattamento dello spettro C_1
	<ol style="list-style-type: none"> Massetto fluido al solfato di calcio KBS Eco-21 50 mm Strato di copertura Isolamento dal rumore per calpestio ISOCALOR 22 mm, $s' = 12 \text{ MN}/\text{m}^3$ l'isolamento dal rumore per calpestio LURO 814 20 mm, $s' = 9 \text{ MN}/\text{m}^3$ Pellicola protettiva in PE 0,2 mm Cemento 16 cm Gesso 5 mm 	65 (-2; -9) dB	42 (-2) dB
	<ol style="list-style-type: none"> Massetto in solfato di calcio 55 mm Strato di copertura Isolamento dal rumore per calpestio PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN}/\text{m}^3$ Pannello a base di legno 25 mm Strato della trave 100 x 280 mm Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)}/\text{m}^2$ Stecche disaccoppiate elasticamente Lastra in gessofibra o cartongesso rigido 15 mm 	66 (-4; -12) dB	49 (1) dB
	<ol style="list-style-type: none"> Massetto in solfato di calcio 55 mm Strato di copertura Isolamento dal rumore per calpestio PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN}/\text{m}^3$ Isolamento dal rumore per calpestio LURO 814 30 mm, $s' = 9 \text{ MN}/\text{m}^3$ Pannelli di cemento da 60 mm, 2'000 kg/m^3 Pannello a base di legno 25 mm Strato di travi 100 x 240 mm Isolamento termico e fonico UNIROLL 034 160 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)}/\text{m}^2$ Pannello a base di legno 25 mm 	68 (-3; -7) dB	47 (-1) dB

4. Acustica architettonica

Piacevole percezione dello spazio grazie a un'acustica equilibrata

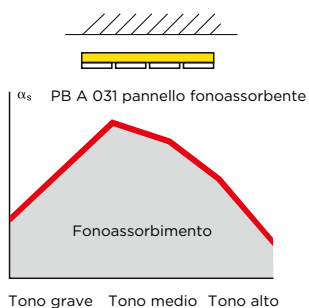
L'acustica architettonica, ovvero le condizioni generali di ascolto, determinano l'intelligibilità del parlato e l'impressione sonora all'interno di un ambiente. Un'acustica architettonica ottimale influenza dunque in maniera significativa il benessere e la capacità di concentrazione degli utenti. Per ottenere un'acustica architettonica ottimale oltre alla forma dell'ambiente giocano un ruolo importante il controllo del riverbero e un livello di rumore di fondo quanto più possibile basso. Considerate le diverse destinazioni d'uso degli ambienti, il tempo di riverbero di un determinato ambiente può essere adattato alla destinazione d'uso relativa. Si distingue essenzialmente tra sale per l'esecuzione del parlato e sale per la musica. Per regolare il riverbero, con l'ausilio di pannelli acustici vengono create superfici di assorbimento, le cosiddette "superfici fonoassorbenti".

Migliore acustica architettonica grazie alle superfici di assorbimento

Per migliorare l'acustica architettonica e smorzare il riverbero in ambienti rumorosi, i pannelli isolanti Isover vengono installati come riempimento su pannelli perforati e scanalati. Grazie ai suoi pannelli per installazione a vista, Saint-Gobain Isover AG è in grado di offrire soffitti acustici decorativi di grande efficacia.



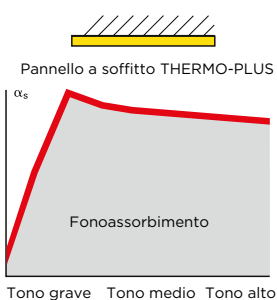
PRODOTTI CONSIGLIATI



> Materiali fonoassorbenti per controsoffitti acustici

PB A 031 pannello fonoassorbente

Il pannello isolante viene posato direttamente sulla pannellatura perforata o scanalata, che viene ricoperta da un vello. Consente un eccellente fonoassorbimento con una resistenza al flusso r legata alla lunghezza di $> 37 \text{ kPa s/m}^2$. Riferimento alla scheda tecnica del componente 34-200.



> Pannelli isolanti per soffitti acustici montati direttamente

Pannello per soffitti THERMO-PLUS

Il pannello in lana di vetro con un robusto tessuto di vetro laminato sul lato visibile viene tirato sui bordi. Consente un eccellente fonoassorbimento con una resistenza al flusso r legata alla lunghezza $\geq 37 \text{ kPa s/m}^2$. Riferimento alla scheda tecnica del componente 34-310.



Le soluzioni di fonoassorbimento per l'interior design sono disponibili presso la nostra consociata Ecophon.

ecophon
SAINT-GOBAIN

5. Protezione dall'inquinamento fonico e riduzione del livello sonoro

Per ridurre gli elevati livelli di rumore provenienti da strade, ferrovie e riprese, nonché in luoghi di lavoro quali officine meccaniche, si utilizzano superfici fonoassorbenti, elementi e barriere di protezione dall'inquinamento fonico.

Protezione dall'inquinamento fonico

Molti percorsi di trasporto attraversano il centro delle aree residenziali e causano alti livelli di inquinamento fonico. Per contrastarlo si utilizzano barriere fonoassorbenti singole o doppie: i pannelli fonoassorbenti Isover dimostrano la loro validità come isolamento acustico di prima classe, sia in pareti insonorizzate in metallo, legno, clinker acustico perforato o in costruzioni solide. I prodotti acustici Isover soddisfano anche le più elevate esigenze di fonoassorbimento anche nell'utilizzo come rivestimento di gallerie e coperture a cassetta metallica e di protezione dal rumore. In questo tipo di applicazioni, la loro non infiammabilità costituisce un requisito essenziale, consentendo di proteggere gli utenti assicurando al tempo stesso la loro ampiamente meritata tranquillità.



*Schermo fonoassorbente grazie al PB A 031
Pannello acustico a Berna-Wittigkofen*

Riduzione del livello sonoro nei capannoni industriali e negli impianti sportivi

La riduzione del livello sonoro nei capannoni industriali è un requisito che riguarda sia la protezione della salute dei dipendenti che la conformità alle norme di legge sulla riduzione dell'inquinamento fonico. In molti ambienti di produzione si generano livelli di rumore elevati, che non solo influiscono sul benessere dei dipendenti, ma, a lungo termine, aumentano inoltre il rischio di danni all'udito e di stress. Lo stesso vale per gli impianti sportivi.

Le superfici fonoassorbenti delle pareti interne e dei tetti/soffitti sono metodi collaudati.



Palestra Gümligen



Laboratorio Brittnau

Panoramica dei prodotti acustici Isover

	ISOVOX	ISORESIST PIANO PLUS / ISORESIST PIANO PLUS P	PS 81	LURO 814	ISOCALOR	PB A 031	THERMO- PLUS	PB F 030	PB F 032
Applicazione tipica									
Isolamento per pareti a traliccio metallico e rivestimenti (cappotto)	✓	✓							
Isolamento per costruzioni in legno									
Isolamento per facciate ventilate								✓	✓
Isolamento per cassette metalliche								✓	✓
Isolamento per facciate intonacate									
Isolamento del nucleo e dell'interno									
Travi e Isolamento del pavimento in massetto									
Pannello isolante sotto il tetto									
Isolamento per soffitti acustici						✓			
Isolamento per soffitti di cantine							✓		
Isolamento dal rumore per calpestio			✓	✓	✓				
Resistenza al flusso legata alla lunghezza secondo la norma SIA 181.205									
$r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$		✓							
$r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$	✓								
$r \geq 25 \text{ kPa s/m}^2$									✓
$r \geq 37 \text{ kPa s/m}^2$						✓			
$r \geq 40 \text{ kPa s/m}^2$								✓	
$r \geq 45 \text{ kPa s/m}^2$			✓	✓	✓		✓		
Rigidità dinamica secondo la norma SIA 181.201									
$s' \geq 16 \text{ MN/m}^3$			12 mm						
$s' \geq 12 \text{ MN/m}^3$			15 mm		22 mm				
$s' \geq 9 \text{ MN/m}^3$			20 mm	20-80 mm	32 mm				
$s' \geq 6 \text{ MN/m}^3$			20 mm 30 mm		43 mm				

Spiegazione dei termini e delle unità di misura

Suono

In acustica, si distingue a seconda del mezzo di trasmissione del suono:

- Rumore per via aerea: rumore che si propaga nell'aria.
- Rumore per via solida: il rumore si propaga nei materiali solidi.
- Suono dei liquidi: il suono che si propaga nei liquidi

Il suono si propaga in un mezzo, ad esempio nell'aria, sotto forma di onda sonora. Le molecole d'aria oscillano intorno a una posizione di riposo e trasferiscono le oscillazioni alle molecole vicine. Secondo le leggi della fisica, queste vibrazioni meccaniche sono associate a fluttuazioni di pressione. Le onde sonore si propagano alla velocità del suono, che varia a seconda del mezzo. Nell'aria la velocità del suono è di circa 340 m/s a 15°C. L'orecchio percepisce il suono grazie alle fluttuazioni di pressione che agiscono sul timpano e alle vibrazioni risultanti che vengono trasmesse alle cellule nervose dell'orecchio interno.

Pressione sonora

La pressione sonora è espressa in Pa (Pascal): Il limite di percezione (p_0 = soglia uditiva) è di $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, la soglia del dolore è di 20 Pa e a circa 20.000 Pa il timpano umano si rompe. Il livello sonoro, o più precisamente il livello di pressione sonora, caratterizza l'intensità di un suono ed è espresso in decibel (dB).

Frequenza f

La frequenza è il numero di oscillazioni al secondo. L'unità di misura della frequenza è l'Hertz (Hz). L'intervallo di frequenze da 20 a 20.000 Hz circa è udibile dall'orecchio umano sano. La perdita dell'udito può essere dovuta all'età o a danni da rumore. Nell'acustica edile, viene registrato l'intervallo di frequenze da 100 a 5.000 Hz.

Intervallo udibile

La sensibilità dell'orecchio umano dipende dalla frequenza. A parità di livello di pressione sonora, i toni bassi sono percepiti come più silenziosi di quelli medi intorno ai 1.000 Hz. L'intervallo udibile dell'orecchio è limitato a basse pressioni sonore dalla soglia uditiva e ad alte pressioni dalla soglia del dolore.

Fonoisolamento per via aerea di componenti senza intercapedine

Il fonoisolamento per via aerea di componenti omogenei senza intercapedine può essere rappresentato come una funzione della massa per unità di superficie.

A causa del fenomeno della corrispondenza delle tracce (coincidenza), l'indice di fonoisolamento ponderato non aumenta per i componenti realizzati con i materiali da costruzione comunemente utilizzati nelle costruzioni edilizie con masse superficiali comprese tra circa 8 e 40 kg/m².

Fonoisolamento per via aerea di componenti con intercapedine

I componenti con intercapedine offrono generalmente un fonoisolamento per via aerea superiore rispetto a un componente senza intercapedine dello stesso peso.

Il livello di miglioramento è determinato da diversi fattori di influenza: rigidità di flessione dei gusci, distanza tra i gusci, connessione meccanica dei gusci, riempimento della cavità, frequenza di risonanza del sistema e massa per unità di superficie dei gusci. Oltre a questi fattori di influenza derivanti da considerazioni teoriche, nella pratica costruttiva è necessario tenere conto anche dei seguenti punti: Insonorizzazione, progettazione dei collegamenti.

Rigidità dinamica s'

La rigidità dinamica è la resistenza di una molla a una forza alternata.

In generale, la rigidità dinamica è maggiore della rigidità sotto forza statica. Nei sistemi di isolamento acustico, la molla è formata, ad esempio, dal cuscino d'aria racchiuso tra due gusci di copertura o dallo strato isolante elastico sotto un pannello di massetto.

Per i materiali isolanti piani, la rigidità dinamica s' è specificata nell'unità MN/m³.

Resistenza al flusso r legata alla lunghezza

La resistenza al flusso r specifica della lunghezza è un parametro specifico del materiale, importante soprattutto per le esigenze acustiche. In questo modo è possibile fare una dichiarazione sul comportamento di assorbimento specifico per gli assorbitori porosi. Per i materiali isolanti utilizzati come smorzatori di cavità, la resistenza al flusso legata alla lunghezza deve essere di almeno 5 kPa s/m².

La resistenza al flusso fornisce informazioni sulle proprietà strutturali degli assorbitori porosi. Consente di confrontare i diversi prodotti in termini di qualità di fonoassorbimento.

Coefficiente di fonoassorbimento α_s

Il coefficiente di fonoassorbimento α_s è definito come il rapporto tra l'energia sonora assorbita e quella incidente. Per la riflessione completa, $\alpha_s = 0$; per l'assorbimento completo, $\alpha_s = 1$. Il coefficiente di fonoassorbimento α_s dipende dalla frequenza.

Termica, acustica, protezione antincendio.
Suggerimenti professionali.



Isolamento termico



Isolamento fonico



Protezione antincendio



Tetti

Tetti a falda e tetti piani



Soffitti, solette, pavimenti

Pavimenti di solai, betoncini, solette a travi di legno, solette di cantine, controsoffitti acustici



Pareti

Facciate, pareti interne, costruzioni leggere, costruzioni in legno



Isolanti speciali

Elementi prefabbricati, condotte, contenitori, canali



SAINT-GOBAIN
ISOVER SA
Route de Payerne 1
1522 Lucens
021 906 01 11

Servizio vendita interno
021 906 05 70
07:30 - 11:45
13:30 - 17:00
Venerdì fino alle 16:00
sales@isover.ch

Helpdesk / Tecnica
0848 890 601



isover.ch

stampato in
svizzera