

GLI SPECIALI DI

UP!

MAGAZINE

PROGETTI | ARCHITETTURA | EDILIZIA



ISOLAMENTO ACUSTICO DAI RUMORI AEREI

Dicembre 2017

BigMat
HOME OF BUILDERS

www.bigmat.it





BigMat

SPECIALE ISOLAMENTO ACUSTICO DAI RUMORI AEREI

Secondo approfondimento sul tema dell'isolamento acustico, focus sulle soluzioni tecnologiche per il miglioramento del comfort acustico e una guida agli errori più frequenti da evitare.

a cura della **Redazione**

Prosegue la collana di Speciali tecnici BigMat che – dopo lo *Speciale Isolamento acustico dai rumori da impatto* nel n. 21 di *UPI* – torna a parlare di isolamento acustico. I rumori dei vicini, il suono della televisione o della radio e il traffico cittadino sono solo alcuni dei classici rumori aerei che percepiamo se l'isolamento acustico non è stato adeguatamente curato. Tenere fuori il rumore e godersi il lusso della tranquillità e del silenzio di casa propria è spesso

difficile, soprattutto in particolari contesti abitativi o aziendali. Servono soluzioni all'avanguardia per garantire privacy, benessere ambientale e maggiore produttività negli ambienti lavorativi.

L'Ufficio Tecnico BigMat, con la collaborazione di ANIT Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, approfondisce in questo speciale proprio il tema dell'isolamento acustico dai rumori aerei focalizzando l'attenzione anche sugli errori da evitare.

IL LUSSO DI UN BUON COMFORT ACUSTICO NELLE RISTRUTTURAZIONI EDILIZIE

Tecniche di intervento e materiali per ottenere un buon isolamento acustico dai rumori aerei.

a cura di **Matteo Borghi, ANIT – Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico** in collaborazione con **l'Ufficio Tecnico BigMat**

I motivi di una ristrutturazione possono essere di carattere estetico, decoro architettonico e/o manutenzione. Del resto è comprensibile che, trascorrendo oltre il 90% del tempo fra le mura domestiche, desideriamo una casa perfetta: cerchiamo i colori di tendenza, si fanno controsoffittature hi-tech per installare i moderni faretti a led e si rendono emozionali anche gli ambienti meno vissuti come il bagno, ma poi ci lamentiamo dei rumori dei vicini, degli scarichi idrici, del traffico esterno e del vociare notturno se abitiamo in città.

Un intervento di ristrutturazione può diventare un'ottima occasione per **migliorare il comfort acustico** e tutelare la propria privacy.

Il progetto di ristrutturazione deve contemplare anche aspetti legati al benessere psicofisico degli occupanti e, se si scelgono soluzioni tecnologiche adeguate, è possibile concedersi e ottenere **il lusso di un ottimo comfort acustico anche con costi sostenibili**, incrementando il valore commerciale dell'immobile.

Inoltre in molti casi i sistemi per l'isolamento acustico hanno anche il vantaggio di contribuire all'isolamento termico.

RISTRUTTURAZIONI E NORMATIVA ACUSTICA

L'applicazione del rispetto dei requisiti acustici passivi in caso di ristrutturazione, e/o cambio di destinazione d'uso, è sempre stato og-

getto di discussione e di continue richieste di chiarimento.

In effetti il Dpcm 5/12/1997 indica i limiti da verificare per le nuove costruzioni (vedi Tabella 1) ma non fa riferimento agli edifici esistenti. Documenti successivi al Dpcm, come la circolare del Ministero dell'Ambiente del settembre 1998 e la Legge n. 13 del 2001 della Lombardia, specificano invece in quali casi le ristrutturazioni debbano verificare i limiti del Dpcm (vedi box qui sotto).

SCelta DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

A prescindere da quanto indicato nella legislazione di settore, si suggerisce di **prendere sempre in considerazione nelle ristrutturazioni il tema dei requisiti acustici passivi**.

Gli obiettivi in fase di progetto devono essere quelli di:

- ▶ **garantire un adeguato comfort acustico** a coloro che abiteranno l'edificio riqualificato, migliorando i requisiti acustici passivi, in particolare se già non soddisfano il Dpcm 5/12/1997;
- ▶ **limitare il disturbo** che gli abitanti dall'unità riqualificata potranno arrecare verso le unità vicine.

È importante non sottovalutare anche quest'ultimo aspetto in quanto alcuni interventi possono causare il peggioramento delle prestazioni

QUANDO SI DEVE APPLICARE IL DPCM PER GLI EDIFICI ESISTENTI?



Nell'adunanza di giugno 2014 il **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** – in seguito a una richiesta da parte dell'Università La Sapienza di Roma per dei lavori di ristrutturazione dell'Ateneo e cambi di destinazione d'uso – **ha confermato che il Dpcm riguarda gli "...edifici e i loro componenti in opera" e pertanto deve essere applicato sia alle nuove costruzioni sia alle ristrutturazioni**. A supporto di tale affermazione, il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP. ha richiamato la validità della Circolare del Ministero dell'Ambiente del settembre 1998 in cui per "ristrutturazione si intende il rifacimento anche parziale di impianti

tecnologici, delle partizioni orizzontali e verticali degli edifici, e il rifacimento delle facciate esterne, verniciatura esclusa". Anche la Legge n. 13/2001 della Regione Lombardia riporta, all'art. 7, che i progetti relativi a interventi sul patrimonio edilizio esistente, che ne modifichino le caratteristiche acustiche, devono essere corredati da dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal Dpcm 5/12/1997 e dai regolamenti comunali.

Nota: Prima di un intervento è sempre bene accertarsi della normativa regionale di riferimento che potrebbe contemplare condizioni più restrittive. I testi completi di leggi e circolari possono essere scaricati dal sito www.anit.it nella sezione "Leggi e norme – Acustica edilizia".

Tabella 1 – Limiti del Dpcm 5/12/1997

Categorie di ambienti abitativi	LIMITI DA RISPETTARE				
	R'_w [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	L'_{nw} [dB]	L_{ASmax} [dBA]	L_{Aeq} [dBA]
Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	≥ 55	≥ 45	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Residenze, alberghi, pensioni e attività assimilabili	≥ 50	≥ 40	≤ 63	≤ 35	≤ 35
Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	≥ 50	≥ 48	≤ 58	≤ 35	≤ 25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili	≥ 50	≥ 42	≤ 55	≤ 35	≤ 35
Categorie di ambienti abitativi	LIMITI DA RISPETTARE				
	T [s] tempo di riverberazione				
Aule scolastiche	≤ 1,2				
Palestre scolastiche (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio)	≤ 2,2				

Dove:
 R'_w = potere fonoisolante apparente; $D_{2m,nT,w}$ = isolamento acustico di facciata; L'_{nw} = livello di rumore di calpestio di solai; L_{ASmax} = livello di rumore (picco massimo) generato da impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria); L_{Aeq} = livello di rumore (livello costante) di impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento); **T [s]** = tempo di riverberazione (tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale).

acustiche preesistenti e comportare la nascita di contenziosi con i vicini di casa. Ad esempio:

- ▶ l'asportazione della pavimentazione e del relativo strato di supporto e la sostituzione con piastrelle posate su un nuovo massetto, può comportare il **peggioramento del livello di rumore da calpestio nell'appartamento sottostante**;
- ▶ la ristrutturazione di un bagno in un condominio con l'installazione di nuovi impianti (ad esempio una nuova vasca idromassaggio), potrebbe causare un aumento del **livello di rumore da impianto** nelle vicine unità immobiliari;
- ▶ alcune tipologie di contropareti possono peggiorare la prestazione fonoisolante delle partizioni su cui vengono applicate.

La scelta di uno specifico prodotto o sistema costruttivo dipende da molti fattori ed è importante ricordare che una soluzione può determinare risultati differenti in base al contesto costruttivo in cui viene utilizzata. È quindi consigliabile una "diagnosi acustica" preventiva sia per individuare la soluzione più adeguata sia per valutare l'entità del miglioramento delle prestazioni acustiche dell'edificio. Come considerazioni di carattere generale si evidenzia quanto di seguito riportato.

- ▶ I rumori si trasmettono dall'ambiente "emittente" all'ambiente "ricevente" attraverso vari percorsi. A volte pertanto non basta incre-

mentare l'isolamento acustico di un unico elemento costruttivo per eliminare il disturbo in quanto il rumore si propaga oltre che per via diretta anche attraverso le strutture adiacenti (trasmissioni laterali).

- ▶ L'eventuale presenza di elementi acusticamente deboli (ponti acustici) può ridurre drasticamente l'efficacia di alcuni interventi. Intervendo su questi, viceversa, si potranno ottenere elevati incrementi della prestazione fonoisolante complessiva.
- ▶ La prestazione acustica in opera di un sistema costruttivo dipende in modo considerevole dalla sua corretta posa (non a caso il Dpcm fa riferimento ai valori misurati in opera). Si raccomanda pertanto di seguire scrupolosamente le prescrizioni fornite dal produttore, dal progettista acustico e le indicazioni riportate in specifiche norme tecniche.

RIDURRE I RUMORI AEREI

Controparete a secco

La controparete a secco viene realizzata mediante lastre fissate su una orditura metallica opportunamente distanziata dalla parete in modo da creare un'intercapedine riempita con isolanti fonoassorbenti. Può essere autoportante oppure collegata alla parete (vedi Figura 1).

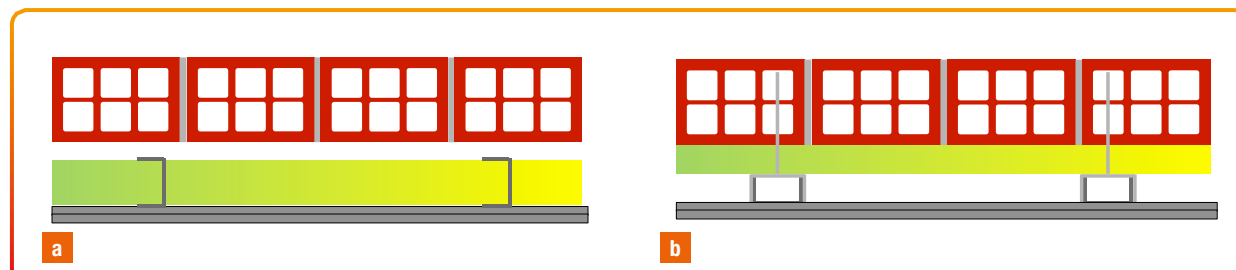


Figura 1 – a) Controparete su struttura autoportante (può essere staccata dalla parete in quanto i montanti metallici sono alloggiati all'interno di guide metalliche fissate a pavimento e soffitto). b) Controparete collegata alla parete esistente mediante supporti (distanziatori) ancorati alla struttura stessa.

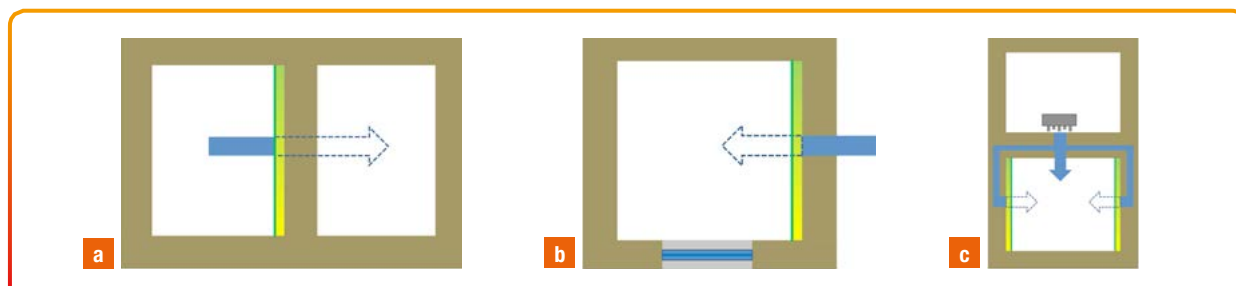


Figura 2 – Funzionalità di una controparete

La controparete può essere utilizzata per:

- ▶ incrementare la prestazione fonoisolante della parete interna (vedi Figura 2a);
- ▶ incrementare la prestazione fonoisolante della parete di facciata (vedi Figura 2b);
- ▶ ridurre le “trasmissioni strutturali” dei rumori come ad esempio i rumori da calpestio, da impianti o le trasmissioni laterali di rumori aerei (vedi Figura 2c).

Il miglioramento delle prestazioni è dovuto al fatto che essa realizza un sistema di due masse disaccoppiate (sistema massa-molla-massa). L'incremento di potere fonoisolante (ΔR_w) della partizione rivestita dipende dalla tipologia di lastre usate (ad esempio usando lastre in cartongesso a maggiore densità), dallo spessore dell'intercapedine e dell'isolante fonoassorbente, dal potere fonoisolante iniziale ovvero dalla massa superficiale della muratura di partenza, dalla frequenza di risonanza del sistema risultante, dalla presenza di scassi impiantistici nella controparete e dalla presenza di connessioni rigide con la parete esistente e le strutture laterali. Generalmente contropareti completamente desolidarizzate con bande resilienti sia dalle pareti laterali sia dal pavimento e soffitto determinano prestazioni migliori rispetto a contropareti collegate alla parete esistente. Infine se composta da due strati di lastre, i giunti di tali strati devono essere stuccati e fra loro sfalsati.

Rivestimento in controplaccaggio

Il controplaccaggio è un rivestimento della parete realizzato con lastre preaccoppiate a materiale fonoassorbente o materiale resiliente. Tali lastre possono essere incollate e, in alcuni casi, anche tassellate (vedi Figura 3).

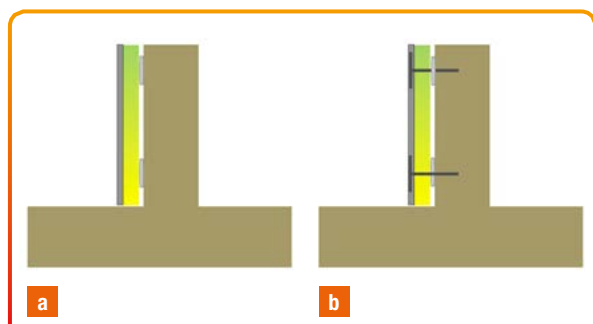


Figura 3 – a) Controplaccaggio incollato alla parete esistente. b) Controplaccaggio incollato e tassellato alla parete esistente.

Il controplaccaggio si comporta come una controparete ma con performance inferiori. Tuttavia rispetto a quest'ultima presenta il vantaggio di una maggiore velocità e semplicità di applicazione con costi più contenuti. Non consente però passaggi impiantistici. Se si vuole ottenere un miglioramento del potere fonoisolante della parete è necessario utilizzare materiali con elevate caratteristiche elastiche e adeguata rigidità dinamica. Gli isolanti fibrosi (lana di roccia, vetro, ecc.) devono avere una densità sufficiente (circa 70 – 80 kg/mc) per garantire la necessaria resistenza meccanica alle spinte orizzontali. Materiali non elasticizzati non forniscono alcun beneficio, anzi possono generare fenomeni di risonanza a determinate frequenze con peggioramento della prestazione fonoisolante della parete.

Contropareti pesanti

Con le stesse finalità della controparete leggera può essere realizzata una controparete “pesante”, ad esempio con blocchi in calcestruzzo cellulare o laterizi e materiale fonoassorbente o resiliente in intercapedine (vedi Figura 4).

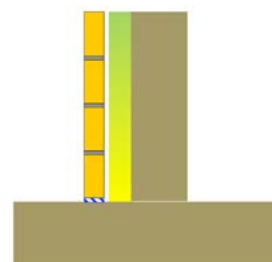


Figura 4 – Realizzazione di una controparete pesante con isolante fonoassorbente in intercapedine

L'utilizzo di questa soluzione può richiedere l'analisi del carico gravante sul solaio. Anche in questo caso la mancata cura dei dettagli nella posa in opera può ridurre sensibilmente le prestazioni rispetto ai valori misurati in laboratorio (desolidarizzazione del nuovo strato in muratura dalle strutture laterali, riempimento adeguato con malta dei giunti verticali e orizzontali, fissaggio del materiale fonoassorbente alla parete esistente con appositi tasselli o adesivi).

L'incremento di potere fonoisolante della parete esistente dipende da:

- ▶ tipologia di materiali utilizzati (laterizi, intonaco, materiale isolante, ecc.);
- ▶ potere fonoisolante e massa della parete rivestita.

RISANAMENTO ACUSTICO E TERMICO: GRANDI RISULTATI IN POCO SPAZIO

Quando si rende necessario isolare uno o più ambienti dall'interno, è fondamentale scegliere materiali che garantiscano le migliori prestazioni e che offrano una serie di vantaggi sia all'applicatore sia all'utilizzatore finale.

In più le logiche della ristrutturazione richiedono prodotti sempre più universali in grado di condensare nelle loro caratteristiche il maggior numero di funzioni e di vantaggi: prodotti "universali" in grado di risolvere più problematiche in modo efficace, aumentando in maniera percepibile il comfort abitativo. **IsolGypsum Special** è la lastra universale della gamma IsolGypsum di **Isolmant**, che garantisce elevate prestazioni sia come risanatore acustico sia come risanatore termico.



Il tutto in uno spessore ridotto (22,5 mm circa) e in un prodotto facile da posare, caratteristiche che si traducono in un lavoro semplice e veloce da eseguire per il posatore, pulito e poco invasivo per il consumatore finale. L'applicazione di IsolGypsum Special su una parete esistente consente di aumentare di circa 8/10 dB il potere fonoisolante della parete stessa (il potere fonoisolante della sola lastra è $R_w = 31,5$ dB). Quanto alla termica, un intervento di risanamento con IsolGypsum Special diminuisce il rischio di formazione di muffa e condensa superficiale e risolve il problema della "parete fredda", andando così a rendere omogenea la distribuzione del calore all'interno di una stanza e riducendo la necessità di intervenire con il riscaldamento artificiale.



Scopri i prodotti Isolmant su www.isolmant.com

MIGLIORAMENTO ACUSTICO CON IL CALCESTRUZZO CELLULARE

La struttura porosa, omogenea e isotropa dei blocchi Ytong in calcestruzzo cellulare rappresenta la soluzione ideale per realizzare nuove costruzioni e ristrutturazioni: tamponamenti esterni, tramezzature interne, contropareti, divisori tra diverse unità abitative in spessori contenuti per un elevato comfort abitativo e prestazioni acustiche e termiche garantite nel tempo grazie alle caratteristiche invariabili del materiale.

Per realizzare una buona performance acustica è d'obbligo porre la massima attenzione alla corretta posa del materiale, con l'interposizione di una guaina sotto le tramezze e alla riduzione delle tracce per tubazioni e impianti, facilitata dall'estrema lavorabilità del materiale Ytong.

Una recente campagna di prove acustiche in laboratorio ha portato allo sviluppo di un nuovo blocco dedicato all'isolamento acustico. Una doppia parete di spessore complessivo 26 cm composta da una normale tramezza **Ytong-PRO** spessore 10 cm abbinata alla nuova tramezza **Ytong-ACU** spessore 12 cm, con strato isolante costituito da un pannello di IsolFIBTEC PFT (fibra riciclata in tessile tecnico di poliesteri a densità crescente lungo lo spessore, dalle elevate prestazioni termiche e acustiche) accoppiato a Isolmant Special 5 mm in intercapedine, è stata certificata con una straordinaria prestazione di 65 dB. La realizzazione di quattro più

quattro scatole impiantistiche contrapposte sulle due pareti non ha influenzato la prestazione misurata in laboratorio, a conferma dell'eccellente comportamento acustico delle murature in calcestruzzo cellulare.



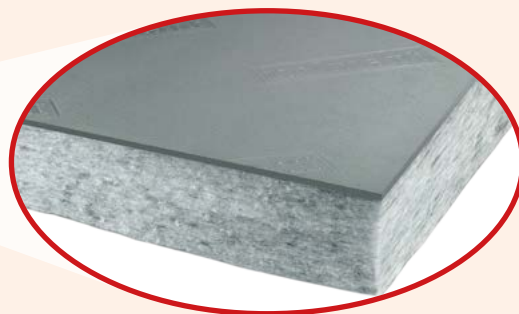
Scopri la gamma Ytong su www.ytong.it

ISOLAMENTO ACUSTICO IN INTERCAPEDINE

Le pareti doppie o triple di separazione tra differenti unità immobiliari con intercapedine garantiscono il migliore isolamento acustico ai rumori aerei, in quanto sfruttano l'effetto della massa insieme all'effetto dissipativo del materiale isolante fibroso presente al loro interno. **Isolmant Perfetto Special**, inserito in intercapedine, svolge perfettamente il ruolo di assorbitore acustico grazie alla sua struttura morfologica a densità differenziata nello spessore, caratteristica unica nel suo genere e specifica della fibra IsoFIBTEC PFT di cui è composto, frutto della ricerca tecnologica di Isolmant. La presenza dello strato in Isolmant Special permette al prodotto di svolgere anche la funzione di materiale resiliente, per migliorare l'attenuazione acustica alle basse frequenze. Il pannello Perfetto Special



è inoltre un ottimo isolante termico e sa farsi amare anche in cantiere, perché pensato per agevolare il lavoro di posa in opera. Tra le sue caratteristiche principali infatti troviamo il formato (1 x 2,85 m) e la finitura (prodotto battentato con nastratura adesiva): si tratta di un pannello portante e a tutta altezza, facile da posare in cantiere perché può essere inserito a secco in intercapedine mentre si costruisce il secondo muro (eventualmente incollato o tassellato se necessario). Il pannello va posato assicurandosi che ricopra con continuità tutta la superficie della muratura, e nel caso di posa su parete perimetrale il lato con Isolmant Special dovrà essere rivolto verso l'ambiente riscaldato. È disponibile in due spessori (circa 30 e circa 50 mm) e ha un potere fonoisolante R_w da 54 a 67 dB in base al sistema costruttivo in cui è inserito (valori certificati).



Scopri le soluzioni Isolmant su www.isolmant.com

Controsoffitti continui

Sempre più spesso progettisti e proprietari realizzano controsoffittature per ridimensionare stanze dall'altezza elevata, nascondere impianti tecnici o realizzare illuminazioni a led. Oltre a valorizzare e abbellire esteticamente un qualunque ambiente, le controsoffittature consentono di migliorare il comfort termico ma soprattutto acustico. Per qualunque applicazione, è opportuno verificare sempre che l'altezza dei locali non sia inferiore ai 2,70 m per gli ambienti abitabili e 2,40 m per i corridoi e i disimpegni.

L'intervento consiste nel realizzare una struttura adeguata di supporto (orditure metalliche o eventualmente in legno) alla quale verranno fissate le lastre (in gesso rivestito, fibrorinforzate, pannelli in fibra mi-

nerale rinforzata, ecc.) e riempiendo l'intercapedine con dell'isolante fonoassorbente.

I controsoffitti possono essere di tipo sospeso (anche detti ribassati), di tipo autoportante e infine in aderenza quest'ultimo caratterizzato da performance minori (vedi Figura 5).

Il controsoffitto consente di:

- ▶ incrementare la prestazione fonoisolante dei solai (vedi Figura 6a);
- ▶ ridurre i rumori da calpestio (vedi Figura 6b);
- ▶ incrementare l'isolamento delle falde del tetto (vedi Figura 6c);
- ▶ ridurre le trasmissioni laterali incrementando il potere fonoisolante di una controparete (vedi Figura 6d).



Figura 5 – Tipologia di controsoffitto: a) ribassato; b) in aderenza; c) autoportante.

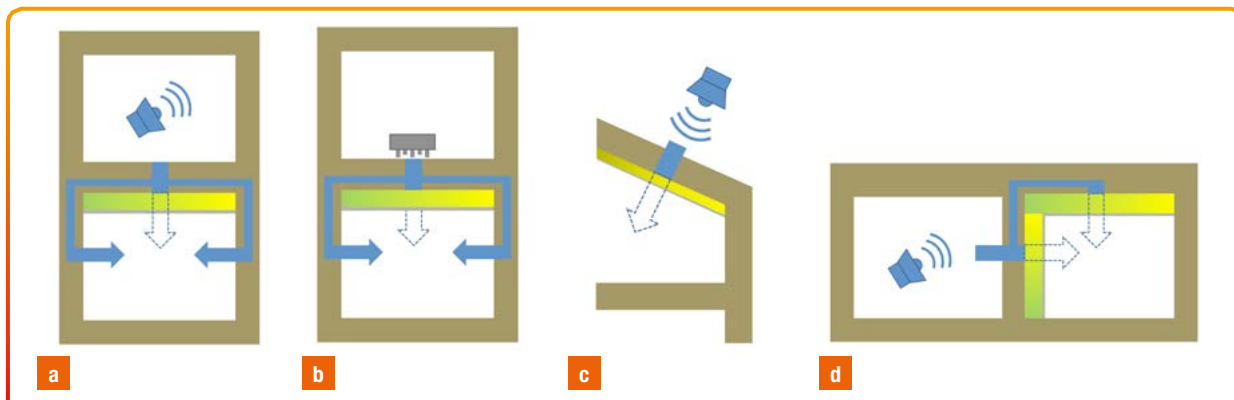


Figura 6 – Funzionalità di un controsoffitto

L'incremento di potere fonoisolante determinato da un controsoffitto dipende in sostanza dai medesimi fattori delle controparti a secco. Si evidenzia che per i controsoffitti ribassati, esistono in commercio **pendini "antivibranti"**, schematizzati in figura 7, che possono contribuire a ridurre ulteriormente la trasmissione di vibrazioni tra controsoffitto e solaio. Ad esempio un controsoffitto ribassato di almeno 20 cm con ganci acustici e interposto un materassino in lana minerale di 50 mm consente di ottenere un miglioramento di oltre 10 dB.

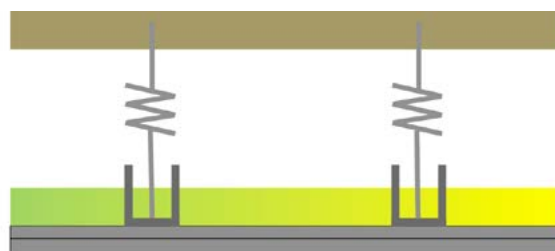
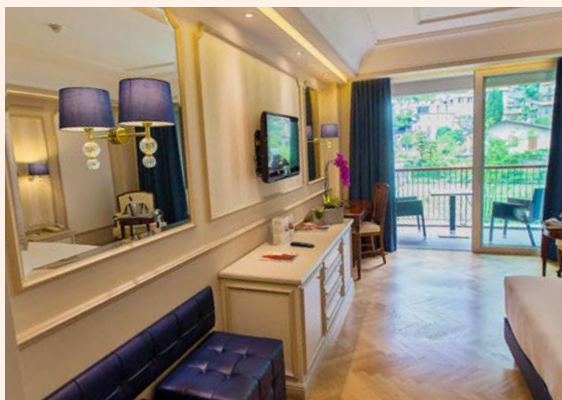


Figura 7 – Pendini antivibranti

LASTRE AD ALTE PRESTAZIONI PER UNA PRIVACY ASSOLUTA

Il Grand Hotel Imperiale di Moltrasio (CO) voleva assicurare ai suoi clienti un comfort elevatissimo. Per questo ha richiesto pareti con un alto grado di isolamento acustico, protezione dal fuoco e resistenza meccanica. In tale contesto l'intervento di **Knauf** è stato risolutivo per pareti interne e soffitti. Per le pareti divisorie interne tra camere sono state adottate strutture con orditura metallica doppia W316+1 Knauf, che garantiscono livelli di isolamento superiori a 63 dB. Isolate acusticamente con un isolante Knauf Isoroccia 70, questo tipo di pareti sono costituite da un doppio strato di lastre Knauf Vidiwall e GKB a vista su ogni lato, completate da uno strato di Vidiwall in intercapedine. Tra camere e disimpegno sono state montate pareti divisorie con orditura metallica singola W112, costituite da una singola orditura metallica con isolamento Ekovetro R e un doppio strato di lastre **Silentboard** e **Diamant** per lato, altamente prestazionali, che hanno permesso di raggiungere un livello di fonoisolamento superiore a 64 dB.



In particolare, le lastre Silentboard hanno un potere insonorizzante molto elevato che deriva dallo spostamento, acusticamente più efficace, della frequenza di coincidenza f_{gr} (curva più morbida) e dall'aumento della massa riferita alla superficie (frequenza di risonanza). Oltre alle pareti, un intervento di isolamento acustico deve riguardare anche i soffitti. Per questo motivo nei locali del Grand Hotel Imperiale è stata realizzata una struttura a doppio controsoffitto, applicando al solaio in lamiera grecata un controsoffitto secondo lo schema Knauf D113 per la protezione dal fuoco, lasciando poi uno spazio per il passaggio degli impianti e realizzando quindi un secondo controsoffitto con lastre Knauf GKB o Diamant (che garantiscono un maggiore isolamento) a seconda della necessità, sostenute da **ganci Silent** a taglio acustico.



Scopri i prodotti Knauf su www.knauf.it



CONTROLLO DELL'ACUSTICA INTERNA

Il suono prodotto all'interno di un ambiente chiuso arriva a un ascoltatore che si trova nello stesso ambiente sia per via diretta sia a seguito delle riflessioni sulle pareti (vedi Figura 8). Le riflessioni oltre ad aumentare il livello sonoro (di fatto le pareti amplificano la potenza del suono) provocano il fenomeno della **riverberazione** (detto anche "coda sonora").

Cioè il suono persiste per un certo tempo anche dopo che la sorgente ha smesso di emetterlo.

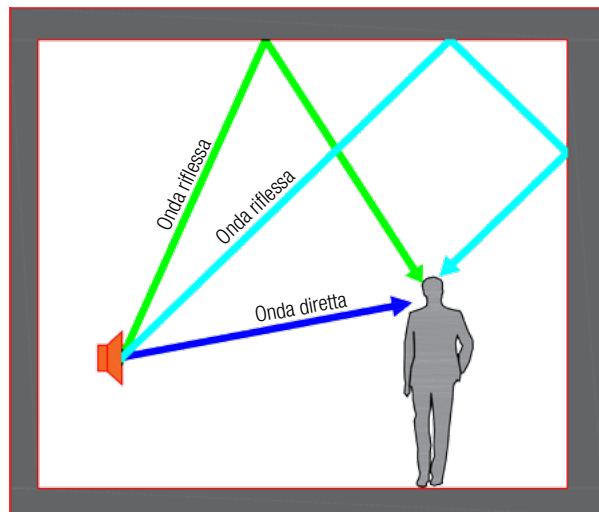


Figura 8 – Riverberazione: fenomeno dovuto alle riflessioni dell'onda sonora sulle pareti.

Secondo la normativa, vedi Tabella 1 pag. 3, il tempo di riverberazione (T) è il tempo necessario affinché il suono decada di 60 dB.

Il T dipende dalla capacità di assorbimento delle superfici dell'ambiente e dalla frequenza ed è il parametro che indica la qualità acustica degli ambienti.

Se da un lato una coda sonora lunga può rappresentare un vantaggio in quanto aumenta l'intensità e rende naturale l'ascolto – si pensi ad esempio all'ascolto della musica degli organi nelle chiese – dall'altro può essere un fattore negativo poiché rende meno comprensibile il parlato (la fine di una parola si sovrappone con la successiva).

In linea generale noi sentiamo un ambiente riverberante quando T è maggiore di 2 secondi e sordo (o asciutto) quando T è inferiore a 1 secondo. In funzione della destinazione d'uso, del volume dell'ambiente e dell'attività che si dovrà svolgere all'interno esistono dei valori ottimali di T_{ott} da confrontare con il valore misurato o calcolato (vedi Figura 9). Prima di esaminare le tecniche di correzione acustica è bene capire come si comportano i materiali nei confronti dell'assorbimento.

Meccanismi di assorbimento acustico

L'assorbimento acustico di un materiale avviene grazie alla conversione in calore di parte dell'energia incidente secondo tre diversi principi.

1. Assorbimento per porosità

In generale quanto più un materiale è impermeabile all'aria e rigido tanto più riflette il suono. Viceversa all'aumentare della sua porosità e flessibilità aumenta la sua capacità di assorbire l'energia sonora. L'energia sonora viene dissipata per attrito sulle pareti dei pori e per attrito viscoso nella massa d'aria trasformandosi in calore con un impercettibile aumento di temperatura. A livello microscopico si riscontra come i pori orientati parallelamente al flusso implicino un minore assorbimento rispetto a quelli orientati perpendicolarmente, così come la tortuosità (cammino più complesso) favorisce l'assorbimento. **Materiali fonoassorbenti sono i materiali porosi e fibrosi di basso peso specifico** quali feltri, lana di vetro e di roccia, fibre vegetali, sughero, trucioli di legno, materiali polimerici espansi a celle aperte (poliuretani espansi e melammine espansi) e intonaci. Gli intonaci fonoassorbenti sono intonaci a cui nell'impasto vengono aggiunte sostanze alleggerenti che creano le microporosità. Il fonoassorbimento aumenta con l'aumentare della frequenza del suono e dello spessore del materiale poroso (si vedano i valori nel box Il coefficiente di assorbimento a pag. 11).

Alle alte frequenze, dai 500 Hz in poi, già con 5 cm di spessore si ha un assorbimento elevato ($\alpha > 0,5$) e un aumento dello spessore non comporterebbe ulteriori miglioramenti.

Al contrario alle basse frequenze al fine di aumentare il coefficiente α è opportuno aumentare lo spessore. Per evitare spessori eccessivi solitamente tali materiali vengono posati non in aderenza alla parete da trattare ma a una distanza pari a $\lambda/4$ al fine di trovarsi nel punto in cui l'energia trasportata dall'onda è massima come mostrato in Figura 10. Infatti sulla parete le particelle d'aria sono ferme e l'ampiezza dell'onda è nulla e quindi il materiale assorbe poco e niente. Al contrario alla distanza $\lambda/4$ l'assorbimento è massimo.

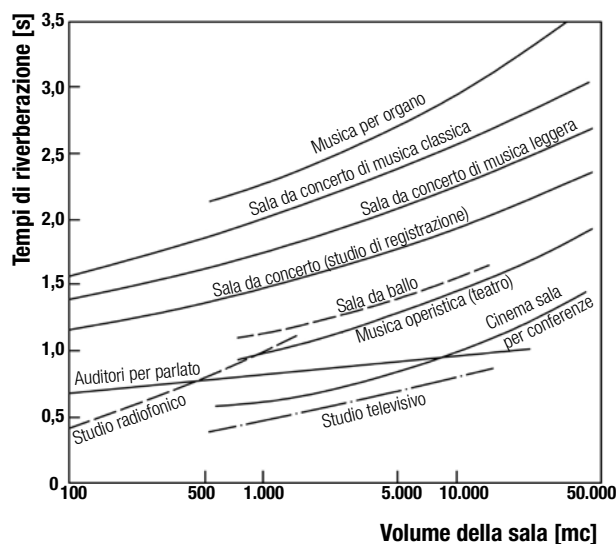


Figura 9 – Valori ottimali del tempo di riverberazione in funzione del volume dell'ambiente e della sua destinazione nel campo di frequenze tra 500 e 1.000 Hz

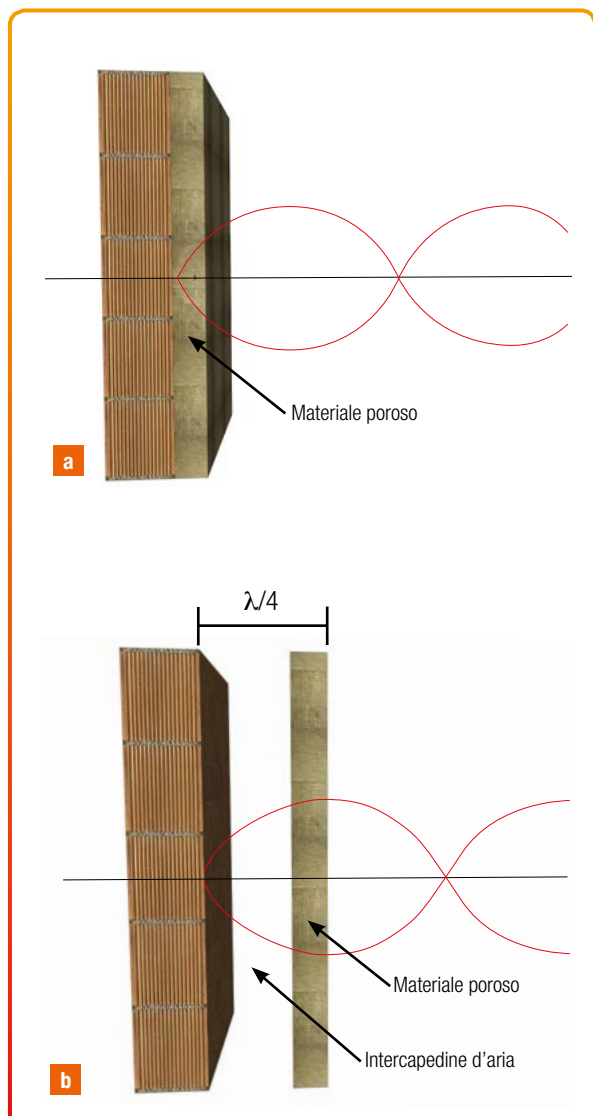


Figura 10 – Assorbimento in funzione della posizione del pannello.
 a) In aderenza: assorbimento minimo.
 b) A una distanza $\lambda/4$: assorbimento massimo.

2. Assorbimento per risonanza di cavità

Le strutture di risonanza sono costituite da pannelli di materiale non poroso (ad esempio una lastra di gesso) sui quali vengono praticati dei fori di opportune dimensioni e vengono montati a una certa distanza dalla superficie da trattare.

In questo modo si vengono a creare una serie di risonatori di Helmholtz, cioè cavità che comunicano con l'esterno attraverso il foro di lunghezza pari allo spessore del pannello detta "collo del risonatore" (vedi Figura 11).

Quando un'onda sonora va a incidere sull'ingresso del risonatore l'aria contenuta nel suo collo viene posta in oscillazione mentre l'aria contenuta nella cavità viene a essere alternatamente compressa ed espansa, la sua elasticità fa sì che essa si comporti come una molla. Questo sistema, costituito da una massa oscillante (aria nel collo), un

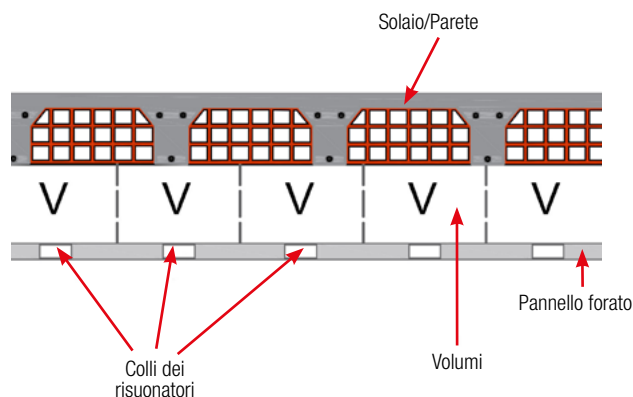


Figura 11 – Schema dei risonatori costituito da pannelli forati

elemento elastico (aria nella cavità) e un elemento smorzante (l'attrito sulle pareti del collo), avrà una sua frequenza di risonanza ben precisa in corrispondenza della quale la dissipazione di energia sonora sarà massima. Tali sistemi sono particolarmente efficaci alle medie-basse frequenze. Inserendo del materiale poroso nel collo del risonatore si perde in assorbimento ma si allarga il campo di frequenza.

3. Assorbimento per risonanza di membrana

Nel caso dei pannelli flessibili (legno, gesso, ecc., vedi Figura 12) fissati su supporti rigidi che li tengono distanziati dalla parete da trattare, l'assorbimento acustico è in funzione della loro elasticità, in quanto le onde sonore incidenti creano una serie di pressioni e depressioni che provocano un'inflexione del pannello verso la parete mettendolo pertanto in vibrazione.

Anche in questo caso il meccanismo è quello del risonatore di Helmholtz, ossia il pannello si comporta come una massa vibrante, mentre l'aria contenuta nella cavità come una molla acustica caratterizzata dalla sua rigidità. In analogia al caso precedente, questo sistema è molto selettivo in frequenza.

È utile per assorbire frequenze ancora più basse (200÷300 Hz), dove i materiali fonoassorbenti sono poco efficaci e i risonatori di Helmholtz assumerebbero dimensioni troppo grandi.

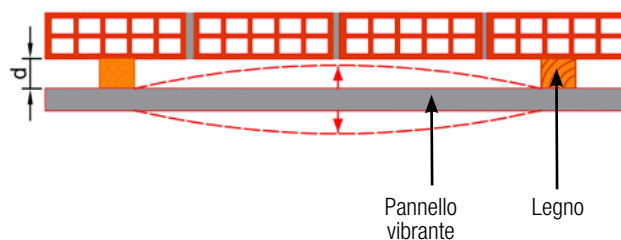


Figura 12 – Schema dei pannelli vibranti

La frequenza di risonanza (f_0) di questo sistema è data dalla seguente formula:

$$f_0 = \frac{60}{\sqrt{(\sigma \cdot d)}}$$

Dove:

σ = densità superficiale del pannello [kg/mq]

d = densità del pannello dalla parete [m]

L'ampiezza della risonanza anche in questo caso può essere allargata (a spese del coefficiente di assorbimento) riempiendo tutto o in parte l'intercapedine con un isolante fonoassorbente.

Concludendo è possibile confrontare i diversi meccanismi di assorbimento: **alle alte frequenze sono preferibili i materiali porosi, alle medio-basse i sistemi di risonanza per cavità e alle basse quelli per risonanza di membrana** (vedi Figura 13).

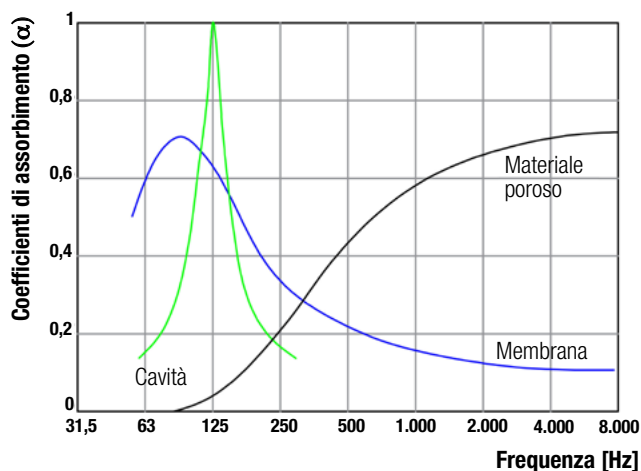


Figura 13 – Confronto tra i diversi meccanismi assorbenti

Soluzioni per la correzione acustica: pannelli, controsoffitti, intonaci

Quando un ambiente già in opera è caratterizzato da una cattiva qualità acustica, ad esempio troppo riverberante con T maggiore rispetto al valore ottimale, è necessario aggiungere delle unità assorbenti al fine di ridurre il tempo di riverberazione.

Il tempo di riverbero T è dato dalla formula di Sabine:

$$T = 0,16 \frac{V}{A} \quad \text{nella quale} \quad A = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i$$

Dove:

V [mc] = volume dell'ambiente

A = assorbimento globale dell'ambiente

S_i [mq] = superficie i -esima

α_i = coefficiente di assorbimento medio della i -esima superficie

Si tratta di individuare i materiali caratterizzati da coefficienti di assorbimento opportuni che messi in quantità adeguata vadano a incrementare il denominatore della formula precedente portando il tempo di riverbero al valore ottimale.

La correzione può essere eseguita posizionando a parete o a soffitto specifici materiali o sistemi fonoassorbenti, in grado di ridurre le riflessioni delle onde sonore:

- ▶ pannelli fonoassorbenti a parete e/o a soffitto (vedi Figura 14a);
- ▶ controsoffitti e/o contropareti fonoassorbenti (vedi Figura 14b);
- ▶ intonaci fonoassorbenti a parete e a soffitto (vedi Figura 14c).

Ogni soluzione è caratterizzata da specifiche prestazioni che variano in base alla tipologia di materiale utilizzato e al suo posizionamento nell'ambiente.

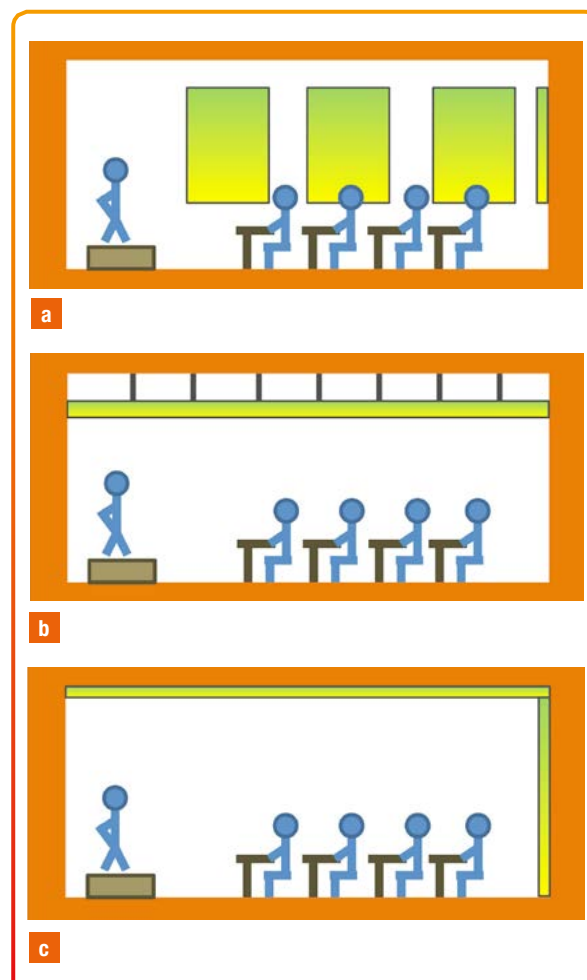


Figura 14 – Correzione acustica con sistemi fonoassorbenti

IL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO



Il coefficiente di assorbimento (α), dato specifico per ogni materiale da costruzione e per le condizioni di messa in opera, è un numero che varia da 0 (materiale riflettente) a 1 (completamente assorbente) e nella norma UNI EN ISO 11654 viene classificato dalla lettera A (a cui

corrispondono i valori migliori prossimi all'unità) fino alla E (a cui corrispondono i valori peggiori fino al minimo di 0,25). Per valori più bassi il materiale risulta non classificato. A titolo di esempio si riportano in tabella i valori dei coefficienti di assorbimento di alcuni materiali.

Tabella - Coefficienti di assorbimento acustico (valori indicativi)

Materiale	Spessore [mm]	Strato d'aria [mm]	Frequenze centrali delle bande di ottava [Hz]					
			125	250	500	1.000	2.000	4.000
Lana di vetro densità 16-24 kg/mc	25	0	0,10	0,30	0,60	0,70	0,80	0,85
	"	40	0,15	0,40	0,70	0,85	0,90	0,95
	"	100	0,22	0,57	0,83	0,82	0,90	0,90
	"	300	0,65	0,70	0,75	0,80	0,75	0,75
	50	0	0,20	0,65	0,90	0,85	0,80	0,85
	"	40	0,25	0,80	0,95	0,90	0,85	0,90
	"	100	0,45	0,97	0,99	0,85	0,80	0,92
	"	300	0,75	0,85	0,85	0,80	0,80	0,85
Lana di vetro densità 32-48 kg/mc	100	0	0,60	0,95	0,95	0,85	0,80	0,90
	25	0	0,12	0,30	0,65	0,80	0,85	0,85
	"	40	0,12	0,45	0,85	0,90	0,85	0,90
	"	100	0,25	0,70	0,90	0,85	0,85	0,90
	50	0	0,20	0,65	0,95	0,90	0,80	0,85
Lana di vetro densità 32-40 kg/mc rivestita con tessuto in fibra di vetro	"	40	0,28	0,90	0,95	0,87	0,85	0,94
	100	0	0,70	1,00	0,98	0,85	0,70	0,80
	"	40	0,78	1,00	0,99	0,94	0,90	0,90
Lana di roccia densità 40-140 kg/mc	"	100	0,80	1,00	0,99	0,93	0,84	0,84
	25	0	0,10	0,30	0,70	0,80	0,80	0,85
	"	40	0,20	0,65	0,90	0,85	0,80	0,80
	"	100	0,35	0,65	0,90	0,85	0,85	0,80
	"	300	0,65	0,85	0,85	0,80	0,80	0,85
	50	0	0,20	0,65	0,95	0,90	0,85	0,90
	"	40	0,35	0,85	0,95	0,90	0,85	0,85
	"	100	0,55	0,90	0,95	0,90	0,85	0,85
Poliuretano espanso	"	300	0,75	0,95	0,95	0,85	0,85	0,90
	20	0	0,07	0,20	0,40	0,55	0,70	0,70
Polistirolo espanso	"	40	0,10	0,25	0,60	0,90	0,80	0,85
	25	0	0,04	0,05	0,06	0,14	0,30	0,25

In alcune schede tecniche, data la variabilità del coefficiente di assorbimento alle varie frequenze, i produttori riportano l'**NRC (Noise Reduction Coefficient)** che dà un'indicazione del comportamento generale del materiale alle frequenze medie:

$$NRC = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1.000} + \alpha_{2.000}}{4}$$

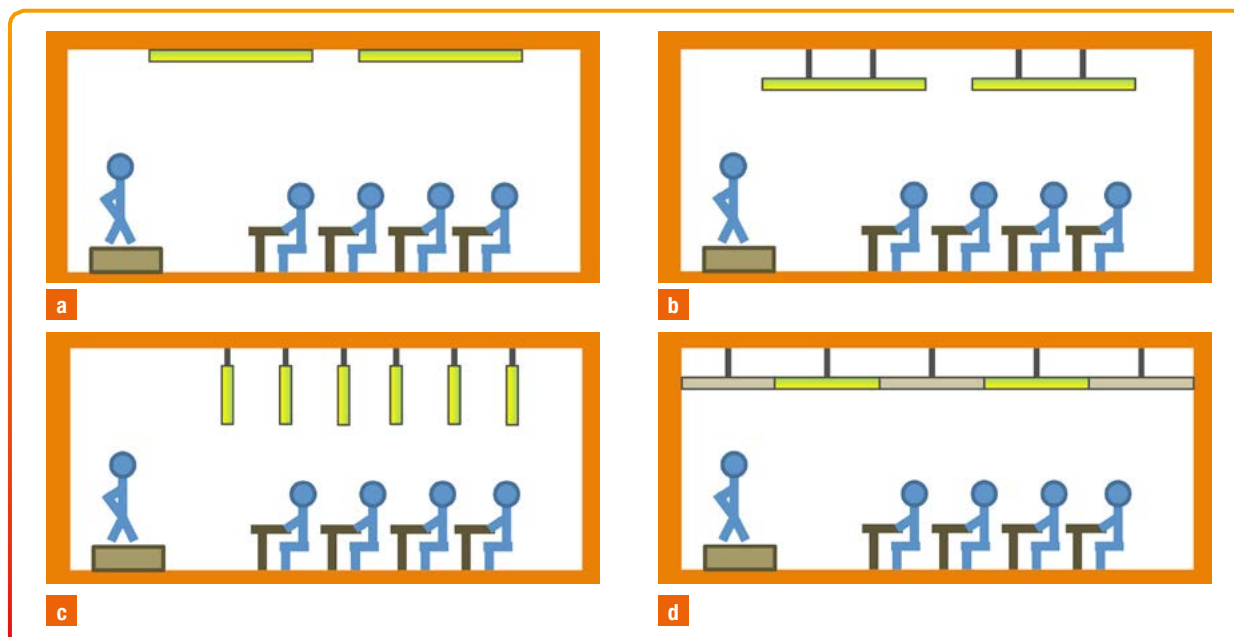


Figura 15 – Modalità di posa dei pannelli fonoassorbenti

Tra le possibili tecniche di posa dei pannelli fonoassorbenti vi sono quelli:

- ▶ in aderenza alla partizione a parete o soffitto (vedi Figura 15a);
- ▶ sospesi a isola in orizzontale (vedi Figura 15b);
- ▶ sospesi a *baffles* in verticale (vedi Figura 15c);
- ▶ in sostituzione a elementi di controsoffitti modulari (vedi Figura 15d).

Altri elementi che possono contribuire a correggere l'acustica interna sono:

- ▶ elementi di arredo con caratteristiche fonoassorbenti (ad esempio tendaggi, sedie, ecc.);
- ▶ rivestimenti a pavimento fonoassorbenti (ad esempio moquette, tappeti, ecc.).

COMFORT ACUSTICO E PIACERE ESTETICO

Celenit e i prodotti della divisione ACOUSTICIDESIGN propongono soluzioni all'avanguardia che combinano le elevate qualità fonoassorbenti con la sostenibilità ed ecocompatibilità di un prodotto naturale, per la correzione acustica dal design innovativo e personalizzabile. I pannelli in lana di legno con la loro particolare texture superficiale sono, infatti, naturali assorbitori acustici e fanno sì che il rumore non rimbalzi da una parete all'altra ma venga in parte assorbito e dissipato evitando il fastidioso fenomeno del riverbero. La scelta della tipologia di texture, le colorazioni, le lavorazioni sui bordi e i vari sistemi di montaggio, possono comporre idee creative di design accattivante per insistere su una progettazione che generi sensazioni visive positive. Si spazia da interventi a tutta superficie fino ad arrivare a soluzioni di intervento puntuali per operare anche in locali già avviati. La versatilità e la velocità con la quale i **pannelli Celenit** possono essere applicati, permette inoltre di lavorare in interventi di riqualificazione di ambienti che presentano gravi problemi di riverbero spesso senza sacrificarne l'apertura. A Milano sono presenti numerosi esempi di locali e catene di ristorante che presentano controsoffitti, rivestimenti a parete o elementi puntuali sospesi. Interessante case history è infatti il lavoro svolto grazie a Maja Group, atelier di progettazione specializzato in "Food&Beverage", che a Milano ha realizzato una serie di locali scegliendo i prodotti Celenit proprio per le loro performance acusti-

che e definendo di volta in volta soluzioni applicative diverse. Si va da Caterina Cucina e Farina con il controsoffitto che utilizza il modulo 1.200x600 con bordi smussati, a SoNatural e Smoked con il soffitto continuo con quadrotti a bordo dritto, fino ad arrivare a Torre del Mangia con i pannelli verniciati bianchi posti tra la travatura in legno. La sinergia tra architetti e designer e il ruolo di consulenza dell'ufficio tecnico Celenit permettono infatti di personalizzare al massimo la tipologia di intervento al fine unico di ottimizzare il comfort acustico!



Ristorante So Natural (Milano) © Maja Group | ph. Ilaria Caprifoglio

Scopri le soluzioni Celenit su www.celenit.com



INTONACO FONOASSORBENTE PER IL COMFORT ACUSTICO

Chiese, ristoranti, sale congressi, piscine, aeroporti, palazzetti, scuole, cinema e teatri sono tutti luoghi, dove il comfort acustico e la qualità dell'ascolto rivestono un aspetto importante, e dove trova quindi spazio l'intonaco fonoassorbente **Sonophone** di **Edilteco**, caratterizzato da una granulometria e da una colorazione (di base bianca oppure nera) dalla piacevole resa estetica. La sua duttilità (solo 368 kg/mc di densità) rende semplice la posa in opera. Grazie alle ottime performance fonoassorbenti (α_w pari a 0,85 per 5 cm di spessore) e le proprietà di reazione al fuoco (classe A1, quindi incombustibile), Sonophone è inoltre una soluzione vincente soprattutto quando si hanno a disposizione superfici curve e geometrie complesse. Le incredibili proprietà fonoassorbenti derivano dalla porosità, che andrà quindi rispettata in fase di posa in opera: il prodotto è, infatti, da posare esclusivamente con macchina intonacatrice e, per lo stesso motivo, l'eventuale tinteggiatura andrà eseguita a spruzzo e unicamente con vernici a base minerale.



Esempio di intervento in una piscina olimpionica a Deauville in Francia

Scopri la gamma di soluzioni Edilteco su www.edilteco.it

MIGLIORAMENTO DELL'ISOLAMENTO DI FACCIATA

Isolamento con sistemi ETICS

Il sistema di isolamento a cappotto, applicato principalmente per ridurre le dispersioni termiche, può dare un beneficio anche in termini di isolamento acustico di facciata.

Si realizza in buona sostanza una "controparete" esterna in grado di funzionare, rispetto alla muratura di facciata, come un sistema massa (muratura) - molla (isolante) - massa (intonaco sottile armato) con un valore di isolamento acustico caratterizzato da un andamento a tre zone (vedi Figura 16) individuate dalla frequenza di risonanza (f_0) del sistema:

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{(s'/m'')}$$

Dove:

s' = rigidità di massa dell'isolante

m'' = massa superficiale dell'intonaco sottile armato

Per frequenze minori di f_0 le due masse oscillano in fase e il sistema segue la legge di massa comportandosi come una parete singola di massa pari alla somma delle due masse. Il potere fonoisolante migliora all'aumentare della frequenza (6 dB ogni ottava) ma data l'esigua massa del cappotto in realtà i benefici sono piuttosto contenuti. In corrispondenza della f_0 le masse oscillano in controfase e invece si ha un peggioramento del potere fonoisolante. Oltre la f_0 il rivestimento sottile vibra con una frequenza elevata che la parete fa fatica a seguire e si ha il disaccoppiamento delle masse e pertanto il contributo del cappotto è significativo fino al valore della frequenza di coincidenza del rivestimento sottile. Per ottenere una frequenza di risonanza bassa e massimizzare il beneficio acustico su un ampio spettro di frequenze è bene ricorrere a isolanti con bassa rigidità dinamica (EPS elasticizzato, fibra di legno, lana di legno, lane minerali, ecc.), mentre isolanti con

elevata rigidità dinamica potrebbero diminuire il potere fonoisolante. Tuttavia, è necessario specificare che l'isolamento acustico delle facciate è determinato in massima parte dalle loro componenti deboli, pertanto, in presenza di serramenti con scarse prestazioni isolanti, un lieve decremento della prestazione della sola parete non comporta una sensibile riduzione dell'isolamento complessivo.

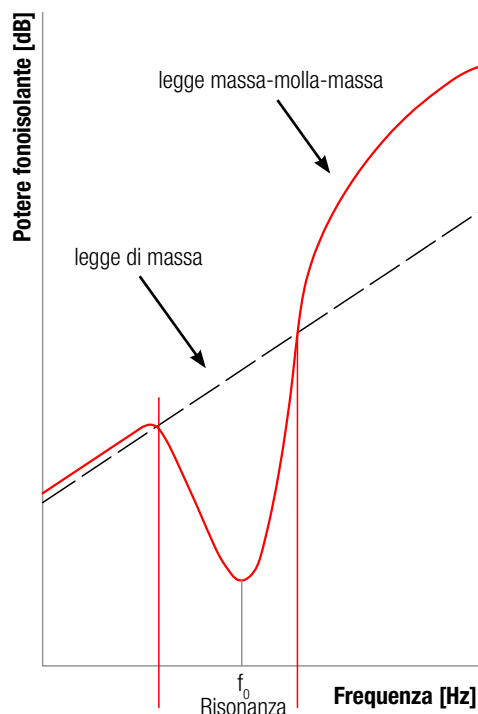


Figura 16 – Andamento del potere fonoisolante in funzione della frequenza per il sistema a cappotto

SISTEMA A CAPPOTTO IN LANA DI VETRO: IL LUSO DIVENTA ACCESSIBILE

Il sistema a cappotto **weber.therm comfort G3**, con pannello in lana di vetro **Isover Clima34 G3**, rappresenta la soluzione più completa per l'isolamento della facciata, poiché garantisce un isolamento efficace contro freddo, caldo, rumore (traffico, pioggia, grandine, ecc.) e fuoco, con il vantaggio di un prezzo straordinariamente accessibile. Contribuisce inoltre in maniera importante al rispetto dell'ambiente: la lana di vetro, prodotta nello stabilimento di Saint-Gobain Isover a Vidalengo di Caravaggio (BG), è infatti composta per oltre l'80% da materiale riciclato. Le principali caratteristiche del sistema sono: un'ottima reazione al fuoco (Euroclasse A2-s1,d0), una eccezionale stabilità dimensionale e resistenza nel tempo, semplicità nella lavorazione su superfici difficili, irregolari e curve, oltre a una elevata resistenza agli urti occasionali. Il prodotto **weber.therm comfort G3** permette all'umidità in eccesso presente nell'edificio di fuoriuscire, evitando la formazione di muffe e condense all'interno dei locali, assicurando un eccezionale livello di isolamento acustico. Test effettuati presso l'Istituto Giordano hanno portato i seguenti risultati:

► $R_w = 59$ dB – Sistema di isolamento esterno a cappotto **weber.therm comfort G3** con pannello isolante **Isover Clima34 G3** – sp. 80 mm su parete di base costituita da mattoni forati sp. 12+8 cm (intercapedine d'aria sp. 6 cm);

► $R_w = 60$ dB – Sistema di isolamento esterno a cappotto **weber.therm comfort G3** con pannello isolante **Isover Clima34 G3** – sp. 80 mm su parete di base costituita da termolaterizio sp. 25 cm.

Per dare alla facciata un aspetto più moderno e contemporaneo, la soluzione **weber.therm robusto universal** permette di scegliere con maggiore libertà la finitura ideale, ad esempio ceramica, pitture o anche rivestimenti pesanti quali la pietra ricostruita o naturale, a differenza dei tradizionali sistemi a cappotto.



Scopri i prodotti e i sistemi Saint-Gobain su www.isover.it e www.e-weber.it

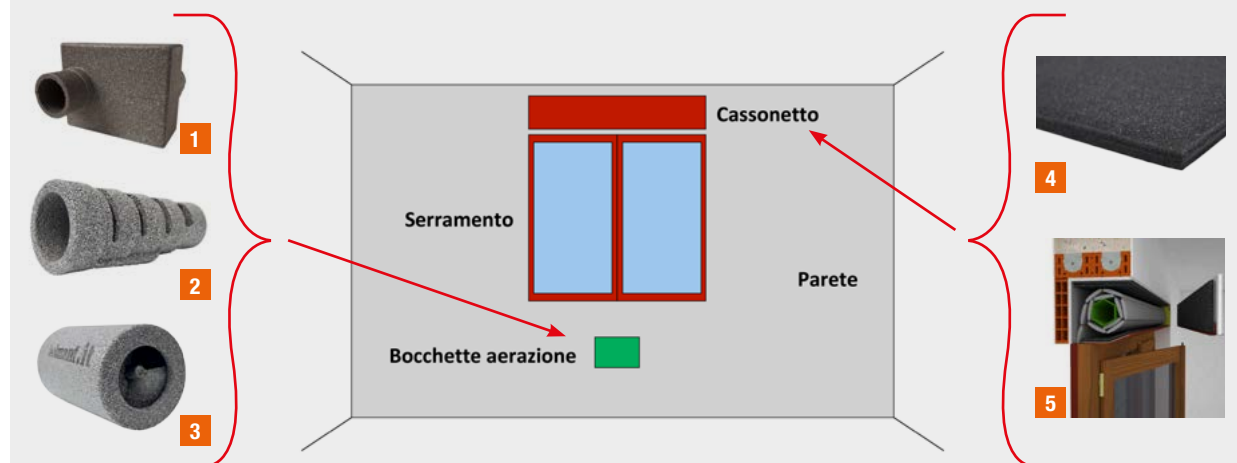
GLI ELEMENTI DEBOLI DELLA FACCIATA

Per incrementare il potere fonoisolante di facciata potrebbe essere vantaggioso intervenire sugli elementi deboli come serramenti, bocchette di areazione e cassonetti.

La sostituzione dei serramenti con altri più performanti è in genere la soluzione più efficace. Un intervento, che può determinare un sensibile incremento della prestazione fonoisolante della facciata, è la posa di un secondo serramento esterno. Questo, oltre a schermare il serramento esistente, può contribuire a eliminare il ponte acustico determinato dalla presenza del cassonetto. In tutti i casi è di fondamentale importanza la corretta posa in opera degli elementi. La norma UNI 11296 fornisce alcune indicazioni in merito.

Per le bocchette di aerazione (vedi immagine 1 per pareti doppie, 2 e 3 per pareti monostrato nella figura qui sotto) invece sono presenti sul mercato ingressi d'aria di tipo silenziato che, grazie a una struttura interna a labirinto, riducono sensibilmente l'ingresso dei rumori esterni.

Per i cassonetti (vedi immagini 4 e 5) esistono in commercio sistemi fonoisolanti e fonoassorbenti da inserire all'interno dell'elemento, se vi è lo spazio necessario, ad esempio, incollandoli e fissandoli sulle pareti del cassonetto così da aumentarne la massa, ridurre il campo sonoro nella cavità, e comunque chiudere eventuali fessure verso l'esterno.





Isolamento con intonaco isolante

Anche gli intonaci isolanti, come i sistemi ETICS, possono contribuire a incrementare la prestazione fonoisolante della parete opaca. L'intervento consiste, in sostanza, nell'applicare uno strato di intonaco isolante sulla parete esistente e l'eventuale incremento di potere fonoisolante è determinato dall'aumento di massa della partizione. Dipende quindi dalle caratteristiche della parete di base, dalla tipologia e dallo spessore dell'intonaco applicato. In merito all'efficacia dell'intervento valgono in sostanza le medesime considerazioni espresse per i sistemi ETICS. L'eventuale incremento di prestazione della parete opaca può essere valutato con calcoli ad hoc, mentre per la corretta posa dei sistemi si raccomanda di attenersi alle indicazioni dei produttori. **!**

PER APPROFONDIRE

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

Sul tema "Acustica e ristrutturazioni" ANIT ha pubblicato una specifica Guida per i propri associati che sintetizza quali tecnologie si possono utilizzare e i limiti di legge in vigore.

I Soci ANIT ricevono: le guide ANIT per un costante aggiornamento sulle norme in vigore, i software ANIT che permettono di calcolare tutti gli aspetti dell'efficienza energetica e dell'acustica degli edifici, il servizio di chiarimento tecnico da parte dello staff ANIT e l'abbonamento alla rivista specializzata NEO-EUBIOS.



Maggiori informazioni sugli strumenti sviluppati da ANIT su www.anit.it

VUOI PUBBLICARE I TUOI PROGETTI SU UP!?

Manda una tavola riassuntiva con una foto e un abstract di una tua realizzazione a info@bigmatitalia.it.

UP! Magazine è il periodico del Gruppo BigMat stampato in 20.000 copie con notizie e aggiornamenti dal mondo della progettazione, architettura ed edilizia.



BigMat
HOME OF BUILDERS



www.bigmat.it

Se il tuo progetto viene pubblicato, riceverai gratuitamente 50 copie di UP! Magazine. La Redazione si riserva la facoltà di decidere quali progetti pubblicare.

BIG

LAURA