

**Teoria &
Pratica**

Acustica

Ambientale e architettonica

Isolamento acustico delle strutture edili

**Pareti, facciate, pavimenti e impianti
tecnologici secondo il DPCM 05.12.97**

Realizzato da



COVERD®

Divisione Acustica

Introduzione

Arricchiamo la collana “Acustica ambientale e architettonica” con questo manuale dedicato al “DPCM 5.12.97 Requisiti acustici passivi degli edifici” e ai consigli pratici per l’isolamento acustico delle strutture.

Il primo volume “Adempimenti legislativi” ha riscosso un interesse addirittura al di sopra delle aspettative e ci ha convinti a proseguire l’opera di divulgazione destinata agli operatori del settore edile.

Nelle pagine che seguono trovate un’introduzione ai concetti elementari di acustica architettonica e una spiegazione speriamo chiara del controverso DPCM 5.12.97 sui requisiti acustici degli edifici.

Ma anche indicazioni e consigli pratici per il corretto isolamento acustico delle strutture, sulla scorta di oltre un ventennio d’esperienza di cantiere. Un capitolo è dedicato ai materiali, con particolare riferimento alle prestazioni e alla eco-bio-compatibilità che caratterizza la nostra filosofia improntata alla bioedilizia.

Ancora una volta abbiamo scelto un linguaggio semplice e immediato, adatto a un manuale tascabile che non vuole spingersi troppo in là nell’analisi tecnica, lasciando a ognuno lo spazio per approfondimenti di altro spessore.

Buona lettura e buon lavoro a tutti.

CoVerd
Divisione Acustica

Indice

1. Appunti di acustica elementare 4

Suono e rumore
La misurazione del suono: i decibel e gli hertz
La velocità del suono nei diversi elementi
Decibel ponderato e livello continuo equivalente

2. Il rumore negli edifici 5

Il DPCM 5.12.97 sui requisiti acustici passivi
I requisiti acustici da considerare
Che cosa sono gli indici di valutazione?
Il potere fonoisolante apparente (pareti)
Isolamento acustico normalizzato (facciate)
Rumore di calpestio (pavimenti e solai)
Rumore degli impianti

3. Leggi da rispettare 9

Normativa statale e regionale
Relazione sul DPCM 5.12.97: criteri di redazione
La relazione è obbligatoria?
Chi può fare le relazioni?
Il controllo spetta ai Comuni
Un'occasione da non perdere

4. Isolamento acustico rumori aerei . . . 12

Fonoisolamento delle pareti
La legge di massa
Pareti composite o doppie
Insonorizzazione di una parete esistente
Isolamento acustico delle solette ai rumori aerei
Isolamento acustico delle facciate
Regolamento d'igiene della Lombardia

5. Isolamento acustico al calpestio 17

Il pavimento galleggiante
Consigli e accorgimenti pratici
Isolamento acustico di una soletta esistente

6. La rumorosità degli impianti 21

Impianti sanitari
Installazioni elettriche

7. I materiali 23

I limiti dei certificati di laboratorio
Isolamento eco-bio-compatibile
Introduzione ai materiali fonoisolanti di CoVerd
Il sughero biondo naturale
La lana di pecora
Le membrane vegetali e sintetiche
I laterizi

8. Il rumore finisce in tribunale 27

Progettista, costruttore, venditore: chi risponde?
Danno esistenziale e danno biologico

Normativa di riferimento 28

1. Appunti di acustica

Suono e rumore

Il suono può essere definito **una rapida variazione di pressione prodotta in un mezzo elastico dalla vibrazione di un corpo materiale (detta sorgente sonora), che risulti percepibile attraverso gli organi dell'udito umano.**

In fisica il suono è **un'onda che trasporta energia meccanica senza trasporto di materia** e che per propagarsi necessita di un mezzo dotato di massa ed elasticità, come lo sono l'aria, l'acqua, i gas e i solidi. L'onda sonora non può propagarsi nel vuoto e può essere rappresentata come una serie di compressioni e rarefazioni dell'aria. La distanza tra due compressioni (o rarefazioni) successive è detta *lunghezza d'onda*, mentre il numero di compressioni che si verificano in un secondo è chiamato *frequenza*. Per *timbro* si intende invece la "qualità del suono" determinato dalle armoniche presenti dallo loro intensità relativa.

Istintivamente la parola "suono" evoca in ognuno di noi un'idea positiva, legata a sensazioni gradevoli e di piacere. Ciò dipende probabilmente dal fatto che il fenomeno sonoro è tra quelli più vicini alla nostra esperienza sensoriale diretta, e che è in buona parte attraverso i suoni che riceviamo e diamo messaggi al mondo che ci circonda.

In realtà il suono non è sempre un piacere. Quando a ciò che sentiamo non attribuiamo più sensazioni di piacevolezza ma di fastidio, il suono diventa rumore. Possiamo dare al rumore la seguente definizione: **"qualsiasi suono che presenti caratteristiche tali, sia come qualità sia come intensità, da risultare fastidioso o addirittura dannoso per la salute e rispetto al quale il recettore non possa sottrarsi allontanandosi o spegnendo la sorgente sonora".**

Il rumore, dunque, è un suono che dà fastidio e che non può essere neutralizzato semplicemente premendo un tasto, come si farebbe ad esempio con una radio. Questa definizione appare completa perché tiene conto anche degli aspetti soggettivi del problema: un brano musicale può essere un piacere per chi lo vuole ascoltare e contemporaneamente un disturbo per chi vorrebbe dormire. In un caso simile la distinzione tra piacere e fastidio non dipende tanto dalla qualità del suono, quanto dall'impossibilità del recettore di sottrarsi ad esso.

La misurazione del suono: i decibel e gli hertz

I principali parametri descrittivi del suono sono l'intensità, o livello in decibel, e la frequenza.

L'orecchio umano è in grado di rilevare variazioni di pressione comprese tra 20 milionesimi di Pascal ($20 \mu\text{Pa}$), che è l'unità di misura della pressione, e 60 Pa, con danni uditivi immediati a 200 Pa.

Per evitare di dover operare con una gamma di numeri così ampia il livello sonoro è espresso in decibel in una scala che va da 0, i suoni più lievi che l'orecchio umano riesca a udire, fino a 140 dB e oltre dei rumori più assordanti. La scala dei decibel è logaritmica: se si raddoppia il valore efficace della variazione di pressione si ha un incremento di livello pari a 3 dB. Per dare qualche riferimento, la nostra gamma nel parlare va da 40 a 60 dB. Lo squillo di un telefono è circa 80 dB, un tagliaerba arriva a 90 dB, mentre un concerto rock può raggiungere i 120 dB (*Tabella 1*).

Un livello di rumore superiore a 80 dB, prolungato, è potenzialmente pericoloso per l'udito.

Pressione sonora in μPa	Esempio	Livello in dB
20	soglia di udibilità	0
20.000	conversazione	60
200.000	squillo del telefono	80
20.000.000	concerto rock	120

Tabella 1

La frequenza si misura in hertz (Hz). Il valore in hertz rappresenta il numero di oscillazioni (onde) al secondo delle molecole presenti in un'onda sonora. Ad esempio un suono che registra 300 Hz implica che si sono verificate 300 oscillazioni in un secondo. Il numero di oscillazioni determina anche come questo suono viene percepito dal nostro orecchio. Si pensi alle note basse e alle note alte di un pianoforte. Le frequenze basse producono toni bassi, quelle alte hanno un tono più alto. Mentre i suoni puri prodotti da un diapason rappresentano una sola frequenza, i suoni che udiamo ogni giorno, compreso il linguaggio, sono un insieme di molte frequenze (suoni complessi). Le frequenze del parlato vanno dai 200 agli 8.000 Hz, anche se il nostro orecchio è in grado di percepire frequenze tra i 16 e i 20.000 Hz.

Decibel ponderato e livello continuo equivalente

La sensibilità dell'orecchio umano non è costante al variare della frequenza dei suoni e la soglia uditiva (la quantità di energia-suono che deve essere applicata per dar luogo a una sensazione) cambia di continuo a mano a mano che ci si sposta nel campo delle frequenze udibili. Poiché gli apparecchi di misura non sono in grado di replicare la sensibilità tipica dell'orecchio, i segnali rilevati dai microfoni vengono filtrati mediante delle curve di ponderazione in funzione della frequenza del suono. Originariamente sono state introdotte tre curve di ponderazione, "A" per livelli sonori inferiori a 55 dB; "B" per livelli sonori compresi tra 55 e 85 dB; "C" per livelli sonori superiori a 85 dB. L'uso pratico ha poi portato ad utilizzare quasi esclusivamente la ponderazione "A". Il risultato della misura eseguito con tale curva è espresso in dB (A). Un altro problema è quello di quantificare nel tempo la rumorosità (che in genere fluttua rapidamente) con un valore medio. A questo proposito è stato definito il livello continuo equivalente (L_{eq}), definito come il livello sonoro costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo, ha lo stesso contenuto energetico del segnale fluttuante.

2. Il rumore negli edifici

I rumori che interessano gli edifici possono provenire dall'esterno o dall'interno. I rumori esterni sono costituiti tipicamente dal traffico, dalle attività produttive, dalle attività commerciali o legate al tempo libero. Quelli interni sono invece generati dalla normale vita domestica delle persone, ma anche dagli impianti tecnologici presenti nell'edificio (scarichi dell'acqua, caldaie, ascensori, impianti di climatizzazione...).

Il DPCM 5.12.1997 Sui requisiti acustici passivi degli edifici

Il DPCM 5.12.1997 "Determinazione dei

requisiti acustici passivi degli

edifici" (preceduto dal

DPCM 14.11.1997 "Limiti

delle sorgenti

sonore") indica i

valori limite dei

requisiti acustici

delle strutture e

degli impianti da

rispettare a edifici

di nuova

costruzione e/o da

ristrutturare.

La norma classifica

gli edifici secondo

la seguente tabella:

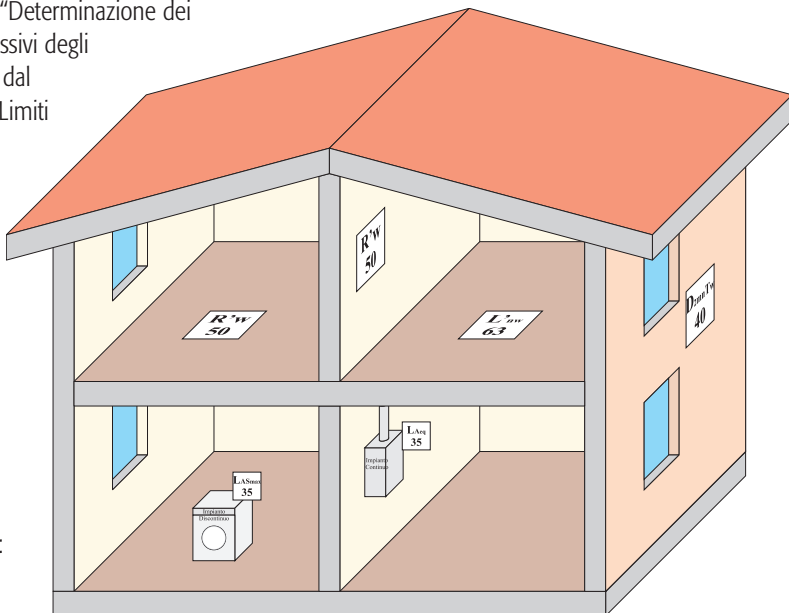


Tabella A: classificazione degli ambienti abitativi

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Categoria D	Edifici adibiti a ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Categoria E	Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella B: requisiti acustici passivi degli edifici e degli impianti

Categorie da Tab. A	Parametri			
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{Aeq}
D	55	45	58	35
A, C	50	40	63	35
E	50	48	58	35
B, F, G	50	42	55	35

Cosa molto importante, l'art. 1 del DPCM sottolinea che **i requisiti passivi acustici devono essere conseguiti in opera**, escludendo che ci possa affidare a dati teorici di laboratorio e sancendo di fatto la necessità di un collaudo strumentale.

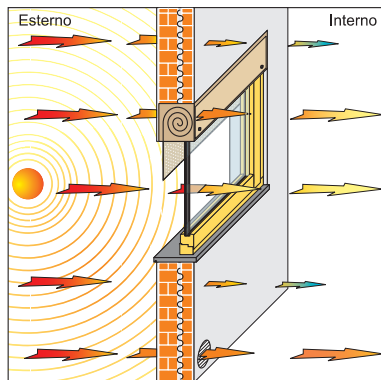
DPCM 5.12.97 Determinazione dei requisiti passivi acustici degli edifici.

Art. 1

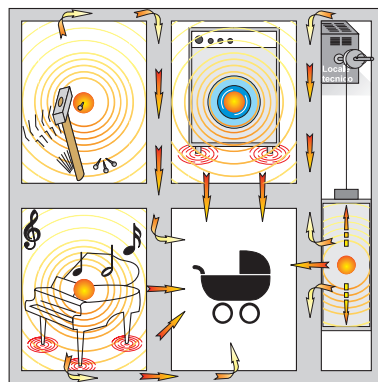
Comma 1: Il presente decreto, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995 n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore

I requisiti acustici da considerare

La norma distingue l' "isolamento al rumore aereo" dall' "isolamento al rumore da calpestio". I rumori di cui parliamo si dividono in due grandi gruppi: quelli che si trasmettono per via aerea e quelli che si trasmettono per via strutturale. I rumori di calpestio, che si caratterizzano come rumori "da impatto", rientrano nel secondo gruppo.



Rumori trasmessi per via aerea



Rumori trasmessi per via strutturale

I requisiti acustici da considerare secondo il DPCM 5.12.1997 sono cinque:

- ▷ Isolamento acustico tra alloggi >> indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w
- ▷ Isolamento acustico di facciata >> indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$
- ▷ Isolamento al rumore di calpestio >> indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$
- ▷ Rumorosità di impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria) >> livello massimo con costante di tempo "slow" e ponderazione "A" L_{A5max}
- ▷ Rumorosità di impianti a funzionamento continuo (riscaldamento, aerazione e condizionamento) >> livello continuo equivalente ponderato "A" L_{Aeq}

Essi interessano la realizzazione rispettivamente di: pareti divisorie tra alloggi (non i tavolati interni alle unità abitative), facciate, partizioni orizzontali, impianti a funzionamento discontinuo e impianti a funzionamento continuo.

Che cosa sono gli indici di valutazione?

I requisiti acustici passivi degli edifici in opera si misurano in funzione della frequenza in bande di un terzo di ottava, nell'intervallo compreso tra 100 e 3150 Hz. Questo metodo di misurazione, previsto nelle norme UNI EN ISO 140 PARTI 4,5 e 7. Per esprimere poi in modo sintetico i dati si ricorre e rendere possibile un immediato confronto ad unico valore, chiamato indice di valutazione. In questo modo le prestazioni di un divisorio, di una facciata o di una soletta, si riassumono in un solo numero. C'è però un problema. Come detto, l'introduzione dell'indice di valutazione semplifica notevolmente la pratica sperimentale, ma adottando solo questo parametro si perdono tutte le informazioni relative alle singole bande di frequenza.

Ciò provoca il rischio di eventuali “buchi” nell’isolamento acustico di una struttura, dovuti ad esempio al fatto che una determinata banda, a differenza di tutte le altre, risulta permeabile al suono incidente. La situazione potrebbe essere critica se la sorgente sonora ha un significativo contenuto proprio in quella banda. Per questa ragione è indispensabile svolgere in ogni caso un’attenta analisi in frequenza.

Il potere fonoisolante apparente (al rumore aereo tra alloggi)

Indica la capacità di isolamento acustico di una parete in opera. Si misura secondo la norma UNI EN ISO 140-4 e si esprime con la seguente formula: $R' = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$ [dB]

Dove L_1 e L_2 indicano i livelli di pressione sonora rispettivamente negli ambienti disturbante e ricevente, mentre $10 \log S/A$ è un correttivo che tiene conto del tempo di riverberazione nell’ambiente ricevente. A differenza del *potere fonoisolante* (misurato in laboratorio), il *potere fonoisolante apparente* (misurato in opera) tiene conto, oltre che della trasmissione diretta del suono, anche della trasmissione laterale (fiancheggiamenti per via strutturale). Più è alto l’indice di valutazione e migliore è la struttura. Nella *Tabella 4* sono indicati i valori minimi stabiliti dal DPCM 5.12.1997 per l’isolamento al rumore aereo tra alloggi a seconda della destinazione d’uso dell’edificio.

Isolamento acustico normalizzato (al rumore aereo di facciata)

Caratterizza l’isolamento acustico dei tamponamenti esterni di un edificio. Come descritte nella UNI EN ISO 140-5 l’isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione è definito da:

$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \log T/T_0$ [dB] Considerato che: $L_{1,2m}$ è il livello di pressione all’esterno (a 2m dalla facciata); L_2 è il livello di pressione sonora medio nell’ambiente ricevente; T_0 corrisponde a un tempo di riverbero di riferimento di 0,5 secondi. Più è alto l’indice e migliore è la struttura.

Nella *Tabella 5* i valori minimi del DPCM 5.12.1997.

Rumore di calpestio (da impatto su pavimenti e solai)

Utilizzando un generatore di calpestio normalizzato posizionato sul pavimento, l’isolamento acustico ai rumori d’impatto tra due stanze si ottiene semplicemente misurando il livello sonoro nella stanza ricevente sottostante (L). La misura in opera fa riferimento alla norma UNI EN ISO 140-7.

Le misure sono considerate valide e universali solo se le caratteristiche tecniche della macchina del calpestio rientrano negli standard richiesti dalla normativa internazionale ISO 140: cinque martelletti allineati del peso ognuno di 0,5 kg ugualmente spazati su una distanza di 40 cm che cadono da un’altezza di 4 cm con una frequenza di 10 colpi al secondo.

Poiché il livello sonoro dell’ambiente ricevente è influenzato dalle caratteristiche acustiche del locale (in particolare dall’assorbimento sonoro delle pareti non in esame), si è deciso di introdurre un termine correttivo dipendente dal tempo di riverbero. Il livello sonoro corretto, e dunque indipendente dalle caratteristiche del locale ricevente, si chiama livello sonoro di calpestio normalizzato (L_n).

L’espressione che lo caratterizza è la seguente:

$L_n = L - 10 \log T/T_0$ [dB] Dove T_0 è un tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 secondi per le volumetrie tipiche degli alloggi. Nota bene. A differenza del rumore aereo, per il rumore di calpestio tanto è più basso l’indice di valutazione e tanto è migliore la struttura che si sta considerando.

Nella *Tabella B* i valori massimi ammessi dalla normativa.

Rumore degli impianti

Per gli impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria) si considera come detto il *livello massimo con costante di tempo slow e ponderazione A* (L_{ASmax}), che non deve superare i 35 dB(A). Per gli impianti a funzionamento continuo (riscaldamento, aerazione e condizionamento) si fa invece riferimento al *livello continuo equivalente ponderato A* (L_{aeq}). Il limite di legge è 25 dB(A).

$$L_{ASmax} \leq 35 \text{ dB(A)}$$

$$L_{aeq} \leq 25 \text{ dB (A)}$$

Residenze	Indice	limite	meglio se...
pareti	R'_w	50 dB	è più alto
facciate	$D_{2m,nl,w}$	40 dB	è più alto
pavimenti	L'_{nw}	63 dB	è più basso
impianti discontinui	L_{ASmax}	35 dB	è più basso
Impianti continui	L_{aeq}	25 dB	è più basso

Tabella 2

3. Leggi da rispettare e opportunità da sfruttare

Normativa statale e regionale

La legge 26 ottobre 1995 n 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico” (G.U. 30 ottobre 1995, serie g n. 254) stabilisce le competenze dello Stato:

L. 447/95 Legge quadro sull’inquinamento acustico

Art. 3 comma 1

Sono di competenza dello Stato: (...)

e) la determinazione, (...) dei requisiti passivi acustici degli edifici e dei loro componenti in opera, allo scopo di ridurre l’esposizione umana al rumore (...)

f) L’indicazione, di concerto con (...) dei criteri per la progettazione, l’esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie (...)

Al punto e) si è ottemperato con il più volte citato DPCM 5.12.1997. Al punto f) ... chissà!

Nell'ambito della normativa regionale della Lombardia, il problema dei requisiti acustici passivi è stato affrontato con la Legge regionale n. 13 del 10 agosto 2001 "Norme in materia di inquinamento acustico":

L. R13/01 Norme in materia di inquinamento acustico

Art. 7

- 1) *Ristrutturazioni > dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici*
- 2) *Nuove costruzioni > valutazione e dichiarazione da parte del tecnico competente in acustica che attesti il rispetto dei requisiti acustici*
- 3) *Nuovi edifici produttivi e impianti > relazione che illustri materiali e tecnologie utilizzate per l'insonorizzazione redatta da tecnico competente in acustica ambientale*
- 4) *Le modalità operative di dettaglio per la verifica vengono definite dal regolamento locale di igiene*
- 5) *In attesa di quanto stabilito dall'art. 3 comma 1f della L. 447/95, la Regione Lombardia definisce con proprio provvedimento un periodo di sperimentazione di 6 mesi per definire criteri e parametri*

I criteri di redazione della relazione sui requisiti acustici passivi

Come già sottolineato, non è stato ancora emanato il decreto che fissa i "criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie".

Sono però già state pubblicate le seguenti norme tecniche:

UNI EN 12354-1: (...) Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;

UNI EN 12354-2: (...) Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;

UNI EN 12354-3: (...) Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;

Di maggiore interesse è tuttavia la recentissima UNI/TR, frutto del lavoro del GL 12 Acustica in edilizia dell'UNI: "Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione della tipologia nazionale".

La relazione è obbligatoria?

Va detto che la normativa in merito non è chiarissima. Certo è che i requisiti stabiliti devono essere conseguiti in opera.

Sempre più Comuni, nei propri regolamenti, stabiliscono l'obbligatorietà della documentazione. Alcuni, più ligi nell'applicazione della normativa nazionale, subordinano il rilascio del certificato di abitabilità alla presentazione di una relazione di collaudo.

Fuori dai casi di obbligo, è il numero crescente dei contenziosi giudiziari a convincere sempre più progettisti e costruttori a servirsi della relazione sui requisiti acustici passivi, ma soprattutto di un collaudo prima della consegna del manufatto. Le relazioni, ricordiamolo, vanno presentate all'Ufficio tecnico del Comune che rilascia il permesso di costruire o altro provvedimento autorizzativo.

Chi può fare le relazioni?

L'obbligo di presentare le documentazioni (valutazioni di impatto e clima acustico, requisiti acustici passivi degli edifici) spetta al soggetto titolare dell'opera, cioè al costruttore, che si deve avvalere di un *tecnico competente in acustica ambientale* riconosciuto ai sensi di legge.

La figura professionale del *tecnico competente in acustica ambientale* è stata istituita dalla Legge quadro 447/95, che ha fissato anche i requisiti per ottenere la relativa qualifica.

Il riconoscimento viene rilasciato dalle regioni, che periodicamente pubblicano un elenco aggiornato dei tecnici abilitati. Questi possono poi svolgere la loro attività in tutto il territorio nazionale.

Il controllo spetta ai Comuni

I comuni, avvalendosi delle ARPA, devono esercitare una funzione di controllo e di pianificazione (si pensi ai piani di classificazione acustica del territorio).

Al di là della normativa in materia di inquinamento acustico (si vedano in proposito gli art. 6 e 10 della L. 447/95), vi sono altri strumenti, quali ad esempio il rilascio del certificato di abitabilità di un immobile residenziale, attraverso i quali i Comuni possono intervenire in modo molto persuasivo. Infatti, atteso che i requisiti acustici rientrano tra i requisiti igienico-sanitari, l'accertata insufficienza di isolamento acustico potrebbe portare a negare il rilascio del certificato di abitabilità, con tutto ciò che ne consegue...

Un'occasione da non perdere

Il DPCM 5.12.1997 deve essere visto come un'opportunità da non perdere, perché fornisce al progettista e al costruttore indicazioni indispensabili per una corretta realizzazione delle strutture. Ovviamente le relazioni acustiche previsionali hanno un senso solo se vengono rispettate e non viste, come purtroppo succede, come dei semplici adempimenti burocratici.

Con gli altri professionisti (strutturisti, termotecnici ecc...) deve avere un suo ruolo anche il tecnico acustico, prima, durante e dopo la fase realizzativa. Così facendo il ruolo del progettista e del D.L. non viene sminuito, ma anzi ulteriormente valorizzato dalla necessità di considerare una variabile in più e di coordinare l'attività di un'ulteriore figura tecnica.

Il collaudo finale delle strutture in opera

Abbiamo usato prima la parola collaudo e torniamo su questo importante argomento.

Come più volte ricordato, la normativa prevede che i requisiti acustici siano conseguiti in in opera.

Ciò significa **che solo e soltanto un collaudo finale in opera può dare la certificazione della reale rispondenza delle opere alla normativa.**

La sola relazione previsionale non basta, perché necessariamente non tiene conto di eventuali difetti costruttivi o errori di posa. Per lo stesso motivo non bastano i semplici certificati di laboratorio dei materiali, che sono per di più relativi a condizioni di misura che nulla hanno a vedere con la realtà costruttiva.

Il certificato di collaudo acustico in opera è l'unico strumento con cui il costruttore può far valere la bontà del suo lavoro in sede di contenzioso.

4. Isolamento acustico ai rumori aerei

Spesso capita di dover sopportare il volume del televisore del vicino, o la musica e le voci del bar sottocasa. Sono situazioni spiacevoli, che peggiorano la qualità della nostra vita. E' in circostanze come queste che si rimpiange un buon isolamento acustico. Che poi, a ben guardare, è un sacrosanto diritto di ogni proprietario o inquilino di qualsivoglia abitazione. Il buon senso e la legge dicono che gli elementi murari di una costruzione devono essere progettati e costruiti in modo da proteggere gli ambienti sia dai rumori esterni sia da quelli delle unità abitative vicine. La pratica insegna che un intervento di bonifica acustica a posteriori è purtroppo sempre insufficiente a risolvere completamente il disturbo, che al massimo può essere attenuato.

La strada migliore per ottenere un buon comfort acustico è studiare le soluzioni più idonee già in fase progettuale, rispettarle in fase realizzativa e curare la posa in opera. Prevenire, insomma, è meglio che curare.

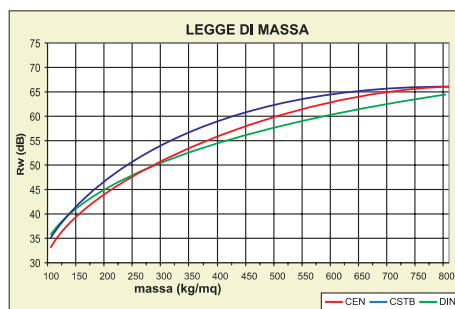
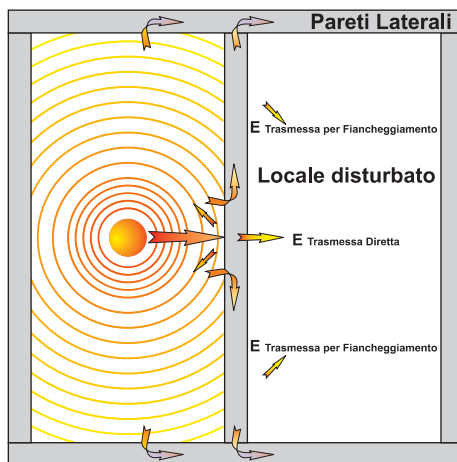
Fonoisolamento delle pareti

Il rumore aereo generato da una qualsiasi sorgente sonora non rimane confinato all'interno di un locale, ma si propaga attraverso ogni possibile via di trasmissione e si introduce nelle stanze adiacenti sotto forma di rumore. Prendendo in esame la parete divisoria tra due alloggi, le vie di trasmissione del suono si dividono in:

- 1) trasmissione diretta (quando il suono si propaga attraverso la parete in esame);
- 2) trasmissione indiretta (quando il suono viaggia attraverso percorsi alternativi, ad esempio le pareti adiacenti a quella in esame). Questo apporto si definisce comunemente "contributo di fiancheggiamento".

La legge di massa

In prima approssimazione esiste un rapporto diretto, espresso dalla legge di massa, tra il potere fonoisolante e la massa frontale della struttura (massa per unità di superficie). La legge di massa, elaborata sulla base di diversi risultati sia teorici che sperimentali, evidenzia un incremento dell'isolamento di 6 dB per ogni raddoppio della massa superficiale della parete. Il comportamento reale dei divisori si discosta però dalla legge di massa. Per tale motivo il calcolo previsionale dell'isolamento acustico delle partizioni risulta più complesso, richiedendo di considerare anche le caratteristiche delle strutture fiancheggianti e le dimensioni degli ambienti di emissione e ricezione.



Pareti composite o doppie

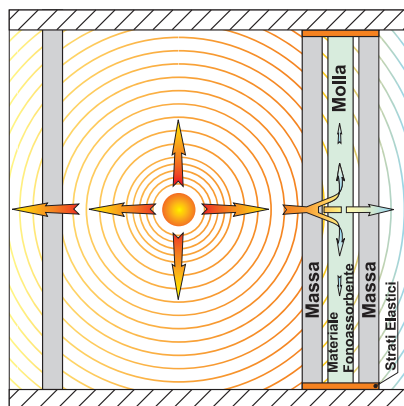
Il potere fonoisolante di una parete può essere incrementato prevedendo l'appesantimento della struttura o, nel caso di interventi correttivi, sostituendo gli elementi preesistenti con altri più pesanti.

Un sistema di questo tipo incontra però due seri ostacoli: il maggior peso strutturale e il volume sottratto allo spazio abitativo. Il tutto senza che vi sia un miglioramento davvero significativo del fonoisolamento.

Per ovviare a questi problemi è opportuna la realizzazione di una parete a due strati: due partizioni separate da uno spazio di qualche centimetro (il più disaccoppiate possibile) che conferiscono alla struttura contemporaneamente massa ed elasticità. L'intercapedine d'aria si comporta infatti come una connessione elastica tra i due strati, migliorando le prestazioni fonoisolanti in modo direttamente proporzionale allo spessore.

Un ulteriore miglioramento si raggiunge attraverso il riempimento dell'intercapedine con dei pannelli di materiale fonoisolante, che funzionando da barriera rumore permettono anche di contenere lo spessore del doppio muro a vantaggio dello spazio calpestabile.

La scelta più conveniente consiste nel privilegiare i materiali che uniscono prestazioni acustiche e termiche ai massimi livelli, meglio se traspiranti, naturali e biocompatibili. Della serie: due piccioni con una fava. La parete divisoria ideale segue lo schema massa-molla-massa, con materiale fonassorbente in intercapedine



Consigli e accorgimenti pratici

Alla luce delle precedenti considerazioni, la parete va vista come una struttura "a sistema". La sua prestazione non dipende mai da un solo componente, ma dall'insieme dei materiali, dalle modalità di accostamento e infine dalla posa in opera degli stessi.

Sul piano pratico e operativo sono da evitare i laterizi forati semplici (foratoni, tramezze e tavelle), che sono causa di inconvenienti quali:

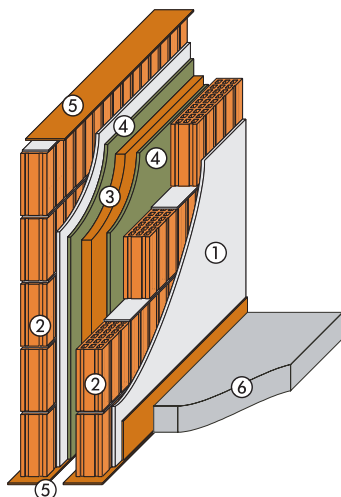
- fenomeni di risonanza attraverso la cassa vuota;
- ponti acustici dovuti allo scavo delle tracce.

La trasmissione del suono attraverso la cassa vuota dei forati può essere importante, in quanto il laterizio si comporta sostanzialmente come la cassa di una chitarra che esalta il suono della corda pizzicata in prossimità di un'apertura.

Per quanto riguarda i ponti acustici, è arcinoto che dove vengono scavate le tracce dell'impianto elettrico spesso non rimane che uno spessore di pochi millimetri una volta rotto il laterizio.

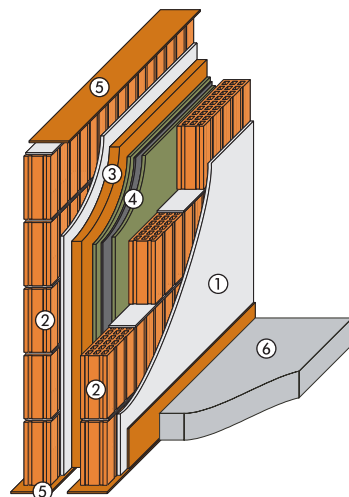
L'uso dei forati semplici nelle pareti divisorie tra alloggi impone una quantità molto maggiore di materiale fonoisolante, ma nemmeno in questo modo si raggiungono i 50 dB in opera stabiliti dalla norma. L'impiego combinato di blocchetti fonici semipieni (8x12x28 oppure 12x12x24) dà risultati decisamente migliori e in linea con le aspettative acustiche.

Anche in questo caso occorre però eliminare il “contributo di fiancheggiamento” generato dai rumori che si propagano per via solida. Il sistema migliore consiste nell’inserire uno spessore di materiale elastico non deformabile nel tempo tra i componenti delle diverse strutture (pareti e solette), in modo da contenere il fenomeno del ponte acustico lungo tutto il perimetro del tramezzo. Non bisogna infatti dimenticare che, in presenza di collegamenti rigidi, la parete doppia si comporta come una parete semplice, annullando i benefici che si volevano ottenere.



Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_{w} 52

- ① Intonaco sabbia e cemento
- ② Nk8 blocchetto fonoico in laterizio
- ③ SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompatto 2/3/4/5cm a grana fine 2/3mm
- ④ KoFiVeg ovatta vegetale 1cm
- ⑤ KoFlex strisce in sughero naturale supercompresso 3/5/10mm
- ⑥ Caldana in sabbia e cemento



Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_{w} 53

- ① Intonaco sabbia e cemento
- ② Nk8 blocchetto fonoico in laterizio
- ③ SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompatto 2/3/4/5cm a grana fine 2/3mm
- ④ FoniVeg sandwich di ovatta vegetale e laminato smorzante 2,3cm
- ⑤ KoFlex strisce in sughero naturale supercompresso 3/5/10mm
- ⑥ Caldana in sabbia e cemento

Insonorizzazione di una parete esistente

Per isolare i divisori tra alloggi di un edificio già costruito non ci sono che due soluzioni: raddoppiare il peso delle pareti o appoggiare alle stesse uno strato isolante. La seconda soluzione è decisamente la più praticabile e si attua applicando sulla parete, tramite un supporto resiliente, uno strato piuttosto flessibile, impermeabile e ben coibentato. Un buon esempio può essere una controparete riempita di materiale fonoisolante.

Si tratta di una struttura leggera, abbastanza semplice da realizzare, che in opera potrà avere, a seconda dei materiali impiegati, uno spessore contenuto entro i 10 cm.

Va però detto che un intervento di insonorizzazione a posteriori non risolve mai completamente il problema del rumore.

E che la maggiore o minore efficacia di questa soluzione dipende moltissimo dalle prestazioni del materiale fonoisolante, che dovrà avere il più possibile di massa ed elasticità e dal disaccoppiamento strutturale della controparete.

Per un comfort ai massimi livelli (non soltanto acustico) andranno privilegiate le soluzioni che prevedono l'impiego di materiali naturali, facendo attenzione ai prodotti contenenti fibre non degradabili.

Isolamento acustico delle solette ai rumori aerei

I divisori orizzontali in latero-cemento sono generalmente molto pesanti (la massa frontale della struttura finita è generalmente tra i 420 e i 550 kg/mq). A questa situazione corrisponde un fonoisolamento teorico al rumore aereo compreso tra 54 e 57 dB, dunque sopra i 50 dB della normativa. Tuttavia va fatta attenzione alle luci dei solai e alla presenza di materiali alveolati, due fattori che riducono notevolmente le prestazioni di fonoisolamento aereo delle strutture (sino a 10 dB). Per le solette leggere, ad esempio in legno, bisogna sempre prevedere un sottofondo con elevate prestazioni fonoisolanti anche al rumore aereo.

Torneremo a parlare dei divisori orizzontali in modo più approfondito nel seguente cap. 5, dove trattiamo dell'isolamento ai rumori di impatto (calpestio).

Isolamento acustico delle facciate

Per i tamponamenti esterni valgono le stesse considerazioni delle pareti divisorie, salvo tener conto della presenza di aperture come finestre e porte.

La superficie vetrata, anche quando rappresenta solo il 10 per cento della superficie totale, influenza pesantemente l'efficienza acustica della facciata. Ne consegue che nella protezione di un edificio dai rumori esterni andrà posta particolare attenzione ai serramenti ed ai vetri.

L'isolamento acustico fornito da un vetro singolo cresce con l'aumento dello spessore.

E' inoltre fondamentale che le finestre siano ben sigillate alle intelaiature e che siano ben isolati i cassonetti delle tapparelle, veri e propri ponti acustici.

Tipo di vetro	Massa (Kg/mq)	Indice di fonoisolamento
3 mm	7,5	26,0
4 mm	10,0	27,0
6 mm	15,0	28,0
doppio 4+6+4 mm	20,0	30,0
doppio 4+12+4	20,0	31,0
stratif. 11/12 mm	27,0	33,0
climasonor 40/21	35,0	36,0

Tabella 3 - Potere fonoisolante per alcuni tipi di vetro

Regolamento d'igiene della Lombardia

Riassumendo, gli indici di fonoisolamento al rumore aereo previsti dal DPCM 5.12.97 per le pareti divisorie tra distinte unità immobiliari e per le facciate sono i seguenti:

Tipologia dell'edificio	Is. divisori interni	Isolamento facciate
Ospedali, cliniche, case di cura	55 dB	45 dB
Residenze, alberghi, pensioni	50 dB	40 dB
Scuole a tutti i livelli	50 dB	48 dB
Uffici, attività commerciali e ricreative	50 dB	42 dB

Tabella 4

La norma non specifica come vanno considerate le camere d'albergo e le aule scolastiche, che a rigor di legge non sono considerabili "distinte unità immobiliari" pur necessitando di un alto livello di privacy. In attesa di un chiarimento legislativo, su questo argomento vale il buon senso di progettisti e costruttori. In Lombardia il DPCM si è sovrapposto al Regolamento Locale di Igiene (DGR 25.07.1989), che prevedeva per le facciate, diverse prestazioni acustiche minime a seconda della zona urbana ove è collocato l'edificio con ulteriore differenziazione a seconda che le facciate fossero cieche o con serramento.

Zona	Pareti interne		Facciate	
	Verticali tra alloggi	Solette	Con serramento	Senza serram.
Industriale	40 dB	42 dB	35 dB	45 dB
Mista	40 dB	42 dB	35 dB	42 dB
Residenziale	40 dB	42 dB	32 dB	40 dB
Particolare tutela	40 dB	42 dB	30 dB	35 dB

Tabella 5

Come si nota dalla *Tabella 5*, gli indici sono più bassi rispetto a quelli nazionali.

Attenzione però a due cose:

- 1) Il Regolamento d'Igiene della Lombardia stabiliva anche che:
"nel caso di spazi abitativi confinanti con spazi destinati a pubblico esercizio, attività artigiane commerciali, industriali o ricreative o che si trovano in zone con grosse concentrazioni di traffico, devono essere previsti e realizzati a cura del costruttore o del titolare dell'attività, indici di valutazione dell'isolamento acustico maggiori di 10 dB rispetto alla tabella";
- 2) In presenza di indicazioni non univoche, i valori da applicare sono sempre e comunque quelli più restrittivi e dunque quelli del DPCM 5.12.97, a meno che i regolamenti locali di igiene ed edilizia non prevedano limiti ancora più vincolanti.

Ne consegue che il Regolamento locale di igiene tipo della Lombardia è di fatto superato, in quanto non applicabile in presenza di una normativa nazionale più severa.

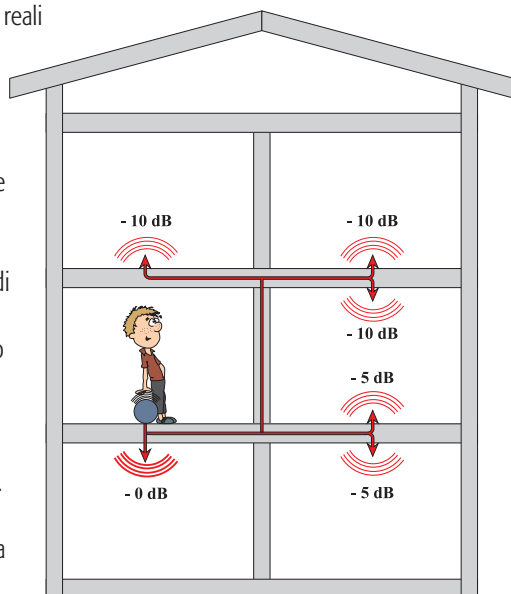
5. Isolamento acustico al rumore di calpestio

In questo capitolo parliamo dei rumori da impatto che si propagano attraverso la struttura del fabbricato e che poi si trasformano in rumori aerei, giungendo al nostro orecchio come elementi di disturbo. Questi rumori possono essere causati da un impatto vero e proprio (ad esempio un oggetto che cade sul pavimento) o dalle vibrazioni prodotte da un elettrodomestico in funzione (lavatrice, lavastoviglie ecc...). La prima cosa da tenere presente è che i rumori strutturali non si propagano solo nel vano sottostante, ma in tutto l'edificio attraverso le murature. Il rumore di un oggetto pesante che cade sul pavimento al piano terreno può essere sentito anche al sesto piano!

Il più comune dei rumori da impatto è quello di calpestio, cioè prodotto dalle persone che camminano. Dello stesso tipo sono i disturbi prodotti dalle sedie che strisciano, dallo spostamento di mobili, ma anche dallo sbattere di ante e porte. Anche i rumori di calpestio si trasmettono a tutto l'edificio. Per misurare questo tipo di rumori si usa, come detto, un generatore di calpestio normalizzato e si fa riferimento alla norma UNI EN ISO 140-7. Non bisogna mai dimenticare che i rumori strutturali non sono risolvibili a posteriori, se non con interventi costosi e difficili da praticare. Poniamo il caso di una persona che sente i vicini camminare nell'appartamento al piano di sopra. L'intervento correttivo prevede il rifacimento completo del pavimento sovrastante, ma chi può convincere i due a mettersi d'accordo? E poi, chi paga? Per questo motivo è bene realizzare in modo corretto i sottofondi mediante un pavimento galleggiante.

Il pavimento galleggiante

La soletta che divide un appartamento dall'altro deve garantire un indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio pari o inferiore a 63 dB reali in opera. La prima considerazione a tal proposito riguarda lo spessore dei solai. Negli ultimi anni abbiamo assistito a una repentina evoluzione dell'impiantistica, che ha introdotto soluzioni sempre più tecnologiche, ma anche più ingombranti. Alla luce della situazione attuale, l'esperienza di cantiere insegna che un solaio acusticamente efficiente deve avere uno spessore di almeno 40-45 cm. Al di sotto di queste misure sarà infatti difficile raggiungere i requisiti richiesti dalla legge a proposito di isolamento dal calpestio, anche con i migliori materiali fonoisolanti. Ciò premesso, l'unico intervento acusticamente efficace consiste nella realizzazione di un pavimento galleggiante o flottante sopra la soletta. Il funzionamento del sistema si basa sull'interposizione di uno strato elastico fra la struttura portante e la pavimentazione; da qui la definizione "galleggiante". Un impatto è la risultante di una forza



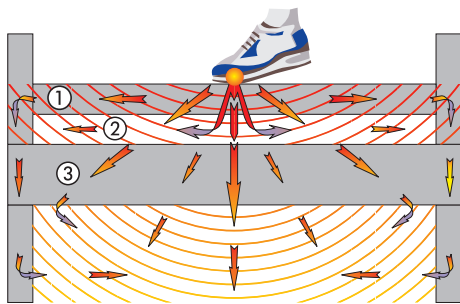
Esempio di propagazione dei rumori strutturali

di breve durata, ma sufficiente per far sì che la struttura entri in vibrazione: come il calpestio o l'urto di un oggetto rigido sul pavimento. Non appena l'oggetto perturbante entra in contatto con la pavimentazione, la sua velocità si riduce a zero. Se la struttura del sottofondo è molto dura, la velocità di rallentamento è rapida e l'oggetto caduto genera un rumore d'ampiezza molto elevata e di brevissima durata. Se invece il fondo ha uno strato elastico, la velocità di rallentamento è più bassa e si genera un rumore a minore ampiezza e a più lunga durata, cioè più sordo.

Consigli e accorgimenti pratici

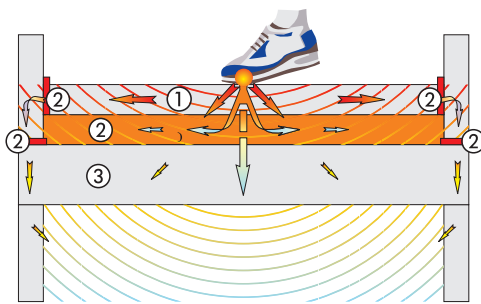
La posizione ideale per lo strato elastico del pavimento galleggiante è direttamente sulla struttura portante, così da separare quest'ultima dal massetto che ospiterà la pavimentazione. In questo modo funzionerà come una "molla smorzata" in grado di attutire i rumori. Va premesso che con spessori bassi e con i solai alveolati di cui si fa largo uso nell'edilizia residenziale è molto difficile raggiungere risultati accettabili di isolamento ai rumori impattivi. Il problema va affrontato in fase progettuale e risolto con l'impiego dei materiali più efficaci a seconda delle diverse situazioni. Non si pensi che un pavimento galleggiante, magari di pochi millimetri, basti a risolvere ogni problema: la prestazione acustica della soletta va sempre valutata guardando la struttura nel suo complesso. Ecco di nuovo l'importanza di un accurato studio preliminare. Ma può non essere sufficiente! Una messa in opera non accurata può rendere inefficace la migliore progettazione. Tra i tanti, evidenziamo alcuni aspetti:

- ▷ planarità del sottofondo di rasatura degli impianti. Non devono essere presenti le classiche "cunette" più o meno pronunciate che sovente vengono realizzate al di sopra di tutte le canalizzazioni. Infatti, ciascuna di esse costituisce un potenziale "ponte acustico";
- ▷ qualsiasi materiale anticalpestio deve essere posato su un fondo il più "pulito" possibile: deve essere rimosso tutto ciò che costituisce un'asperità del fondo (sfridi di lavori, sassolini, residui di malta, ecc.);
- ▷ devono essere posate delle strisce di separazione di adeguato spessore e con le opportune caratteristiche di elasticità sia sopra che sotto i tavolati. Non solo in quelli che costituiscono le partizioni di separazione tra alloggi, ma anche in quelli di compartimentazione interna degli alloggi. Ogni partizione verticale non isolata è potenzialmente una via di trasmissione dell'energia sonora, soprattutto se di origine impattiva;



Rumore di calpestio senza strato elastico interposto

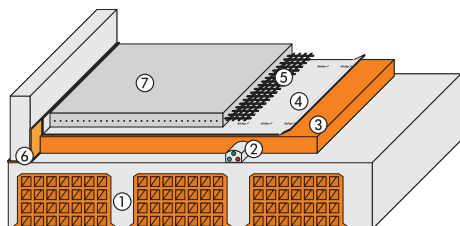
- ① Massetto
- ② Alleggerimento rigido
- ③ Struttura portante



Rumore di calpestio con strato elastico interposto

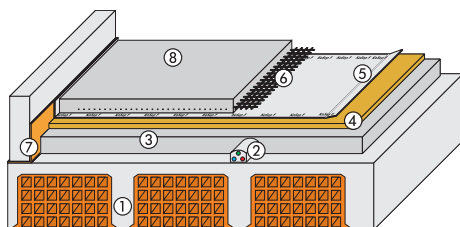
- ① Massetto
- ② Strato elastico
- ③ Struttura portante

- ▷ prima di gettare il massetto, si devono proteggere tutte le partizioni verticali con strisce di materiale isolante o risvoltando lo strato anticalpestio posato sul fondo lungo le pareti fino ad una quota superiore a quella prevista per il pavimento finito. Tale strato elastico deve essere mantenuto fino alla posa del pavimento (sia esso in ceramica, gres o legno), in modo da impedire che il rivestimento vada a collegarsi con le pareti laterali. Solo dopo la posa del pavimento si potrà rifilare il materiale in eccesso, nascondendo poi la giunzione con lo zoccolino battiscopa;
- ▷ attenzione allo zoccolino in ceramico o gres fissato con malta o colla da piastrellista: in nessun caso si dovrà realizzare una connessione rigida e diretta col pavimento. Infatti, una tale connessione costituisce un ponte acustico che renderebbe inefficace la soluzione progettuale realizzata.



Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato L'_{nw} 61

- ① Soletta portante in latero-cemento
- ② Impianti elettrici ed idraulici
- ③ Impasto SugheroLite + KoGlass
- ④ KoSep.F strato separatore anticalpestio 4/8mm
- ⑤ KoMax rete antifessurazione in polipropilene
- ⑥ KoFlex strisce in sughero naturale biondo supercompresso 3/5/10mm
- ⑦ Caldana in sabbia e cemento



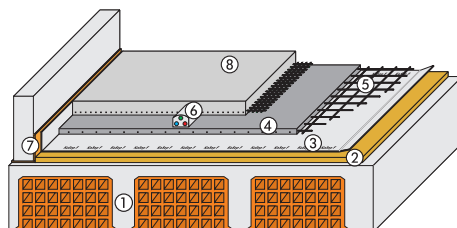
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato L'_{nw} 60

- ① Soletta portante in latero-cemento
- ② Impianti elettrici ed idraulici
- ③ Riempiimento sabbia e cemento
- ④ SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompatto 2/3/4/5cm a grana fine 2/3mm
- ⑤ KoSep.F strato separatore anticalpestio 4/8mm
- ⑥ KoMax rete antifessurazione in polipropilene
- ⑦ KoFlex strisce in sughero naturale biondo supercompresso 3/5/10mm
- ⑧ Caldana in sabbia e cemento

L'ottemperamento del D.P.C.M. 05.12.1997, può essere conseguito attraverso tre soluzioni.

La prima prevede che la completa rasatura degli impianti venga eseguita mediante posa di SugheroLite, granuli di sughero biondo bolliti e ventilati amalgamati con legante a presa aerea KoGlass, sopra la quale venga posato uno strato separatore anticalpestio KoSep.F.

Il massetto ripartitore in sabbia e cemento, gettato direttamente sullo strato separatore anticalpestio KoSep.F, verrà rinforzato impiegando la rete antifessurazione KoMax.



Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato L'_{nw} 59

- ① Soletta portante in latero-cemento
- ② SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompatto 2/3/4/5cm a grana fine 2/3mm
- ③ KoSep.F strato separatore anticalpestio 4/8mm
- ④ Caldana armata
- ⑤ KoSteel rete elettrosaldata antifessurazione realizzata in filo zincato ø 2mm con maglia 50x50mm
- ⑥ Impianti elettrici ed idraulici
- ⑦ KoFlex strisce in sughero biondo naturale supercompresso 3/5/10mm
- ⑧ Caldana in sabbia e cemento per rasatura impianti

Nella seconda, la rasatura impianti verrà eseguita mediante realizzazione di un massetto in sabbia e cemento, sopra il quale verranno posati nell'ordine un pannello in sughero biondo naturale superkompatto SoKoVerd.LV a grana fine 2/3 mm ed uno strato separatore anticalpestio KoSep.F. Il massetto ripartitore in sabbia e cemento, gettato direttamente sullo strato separatore anticalpestio, verrà rinforzato impiegando la rete antifessurazione KoMax.

Nella terza, lo strato elastico costituito da pannelli in sughero biondo naturale superkompatto SoKoVerd.LV a grana fine 2/3 mm ed uno strato separatore anticalpestio KoSep.F, viene posato direttamente sulla soletta nuda. Successivamente si eseguono una cappa armata, gli impianti e la relativa rasatura, realizzata mediante esecuzione di un massetto in sabbia e cemento rinforzato con rete antifessurazione KoSteel. Indispensabile, durante l'esecuzione di tutte le soluzioni, l'impiego delle strisce KoFlex, da applicare lungo tutto il perimetro del locale in oggetto, dalla quota 0 a quella dello strato isolante sottostante.

In ogni caso il pavimento flottante dovrà essere realizzato con prodotti dalle alte prestazioni acustiche e meccaniche, rispondenti ai seguenti requisiti:

- 1) adeguata elasticità sotto i carichi statici e dinamici;
- 2) buona e costante attenuazione acustica;
- 3) sufficiente resistenza meccanica;
- 4) buon isolamento termico e igrometrico;
- 5) garanzia di durata nel tempo

Attenzione ai ponti acustici

Come per le pareti verticali, anche per i sottofondi e le pavimentazioni è importante evitare collegamenti rigidi tra le strutture, in particolare tra il massetto e la soletta e tra il massetto e i muri perimetrali. Allo scopo, si consiglia di apporre nella parte più bassa del muro un inserto di materiale elastico in modo da desolidarizzare le strutture. Anche la guaina smorzante stesa sopra lo strato elastico per correggere i sormonti delle tracce può essere risvoltata verso l'alto lungo le pareti.

Isolamento acustico al calpestio di una soletta esistente

In questi casi, non infrequenti a dire il vero, vale il detto "quel che è fatto è fatto".

Gli interventi correttivi possibili sono soltanto due, entrambi piuttosto costosi e impegnativi:

- 1) Rifacimento completo della pavimentazione e del sottofondo, adottando un pavimento galleggiante ben isolato da un adeguato strato elastico;
- 2) Sostituzione del pavimento esistente con una pavimentazione resiliente in materiale morbido. Sono indicate piastrelle viniliche o in gomma, tappeti o rivestimenti di tipo tessile come moquettes, soprattutto alte e morbide e con substrato elastico di appoggio. In questo modo gran parte dell'energia meccanica prodotta dagli impatti viene trasformata in energia termica e dissipata.

6. La rumorosità degli impianti

Il DPCM 5.12.97 suddivide gli impianti tecnici in impianti a funzionamento continuo e impianti a funzionamento discontinuo. Sono impianti a funzionamento continuo quelli di riscaldamento, di condizionamento, gli autoclavi ecc... Sono a funzionamento discontinuo gli impianti sanitari, gli ascensori, ecc... In entrambi i casi la rumorosità deve essere rilevata nell'ambiente dove è maggiormente avvertito il disturbo, purché diverso da quello in cui il rumore è generato.

Per gli impianti a funzionamento continuo deve essere rilevato il livello continuo equivalente, che non deve superare i 25 dB(A). Per gli impianti a funzionamento discontinuo deve essere misurato il livello massimo durante l'evento (costante di tempo slow), che non deve eccedere i 35 dB(A).

Il Regolamento di igiene della Lombardia raggruppa invece tutti gli impianti tecnologici e stabilisce per essi un livello massimo di 25 dB(A) con punte di 30 dB(A). Per l'impianto di distribuzione dell'acqua e gli apparecchi sanitari si limita a una generica raccomandazione, chiedendo che siano "realizzati, mantenuti e condotti in modo da evitare rumori molesti". Il base alla nostra esperienza e alla specificità dell'edilizia residenziale (impianti di riscaldamento autonomi, ascensori silenziosi...), possiamo affermare che di solito gli aspetti più critici riguardano gli impianti sanitari e le installazioni elettriche (interruttori) per le quali non è tuttavia ad oggi stabilito alcun limite di rumorosità.

Impianti sanitari

Le sorgenti rumorose possono essere classificate in: rumori della rubinetteria, rumori degli apparecchi (di utilizzazione e di funzionamento), rumori delle condotte.

I rumori della rubinetteria sono per questi fattori fondamentali la pressione idraulica (che dovrebbe essere compresa tra 1,5 e 3 bar), la portata di erogazione e il sistema di costruzione della rubinetteria. I rumori sono tanto più intensi quanto più sono elevate pressione e portata e quanto meno è efficiente la rubinetteria. Quest'ultima dovrebbe essere concepita in modo tale da non presentare nessuno spazio dove l'acqua non scorre e in modo da agevolare l'improvvisa espansione.

Acustica dalla "A" alla "A"

La Divisione AcusticA della CoVerd è in grado di fornire consulenza e assistenza in tutte le fasi della "realizzazione acustica", dalla stesura del capitolato, alla fornitura dei materiali, fino al collaudo finale con tecnici competenti in acustica ambientale

www.coverd.it



I rumori di utilizzazione degli apparecchi sono tipicamente: l'appoggio di secchi e stoviglie; l'apertura/chiusura di porte e cassette; la caduta di coperchi; l'azionamento meccanico della rubinetteria.

I rumori di funzionamento degli apparecchi insorgono con lo scorrere dell'acqua dalla rubinetteria, l'entrata dell'acqua negli apparecchi, l'uscita dell'acqua dagli apparecchi, il risciacquo dei WC. Per evitare tutti i rumori generati dagli apparecchi è necessario prevedere degli ancoraggi elastici di vasche da bagno e lavelli. Per i WC, se posti a terra, serve un buon pavimento galleggiante, del resto sempre opportuno. Se invece il WC è posato a parete, deve prevedersi un ancoraggio non rigido interponendo materiale elastico fonoassorbente tra la tazza WC e la parete. Sono necessari manicotti antirumore anche sulle viti di fissaggio, che altrimenti costituiscono un ponte acustico.

I rumori delle condotte idrauliche costituiscono la fonte principale di disturbo in un edificio, anche perché sono spesso la via di trasmissione del rumore generato altrove, ad esempio dalle rubinetterie. La velocità dell'acqua non ha una grande rilevanza nella generazione dei rumori.

Tuttavia, di norma, essa non dovrebbe superare i 2m/s. Un buon promemoria per limitare la trasmissione di rumore lungo le condotte è il seguente:

- ☐ le colonne montanti e le condotte di allacciamento agli apparecchi non devono, per quanto possibile, essere montate alle o nelle pareti divisorie dei locali abitati. Vanno bensì montate su elementi costruttivi pesanti, possibilmente in prossimità di angoli e non al centro delle pareti;
- ☐ nessuna condotta deve risultare direttamente congiunta con l'opera muraria, ossia non ci devono essere punti di contatto tra tubi e strutture edilizie;
- ☐ nessuna condotta deve essere murata prima di essere stata controllata nell'isolamento dalla DDLL;
- ☐ la fasciatura delle essere realizzata con materiale pesante ed elastico;
- ☐ nei canali delle condotte (cavedi) il livello sonoro può risultare incrementato fino a 10 dB. Per questo è indispensabile riempire con materiale granulare inerte e fonoassorbente o rivestire con pannelli fonoassorbenti due delle quattro pareti laterali.

Installazioni elettriche

In genere non sono presenti impianti così rumorosi da essere sorgenti significative di rumore. Le lamentele più frequenti riguardano gli interruttori luci, che è bene scegliere anche in base alla silenziosità di funzionamento. In generale, riguardo alle installazioni elettriche, si tende a privilegiare la sostituzione di un elemento costruttivo o lo spostamento della sorgente piuttosto che realizzare importanti opere di protezione acustica. Un problema a sé (a metà tra impiantistico e idraulico) sono gli autoclavi, che possono trasmettere rumore per via aerea e per via strutturale attraverso le condotte. Nel primo caso si deve intervenire sul locale dove è collocato l'impianto con opere di insonorizzazione, nel secondo occorrerà desolidarizzare la sorgente con giunti elastici e connessioni antivibranti.

7. I materiali

In generale possiamo dire che le caratteristiche di buon materiale fonisolante sono la massa e l'elasticità. La massa, secondo il principio che abbiamo osservato nei capitoli precedenti, fa in modo che serva un'elevata quantità di energia per mettere in vibrazione la struttura e in questo modo esercita una funzione di barriera al rumore. Il miglior materiale fonoisolante, guarda caso, è il piombo, il cui utilizzo incontra però delle evidenti controindicazioni di ordine pratico. Normalmente in una parete la massa è data dai laterizi (più o meno elevata in rapporto alla loro consistenza), ma questi da soli non bastano. Il guaio è che l'isolamento acustico richiede materiali pesanti, mentre i moderni sistemi costruttivi sono basati su soluzioni leggere. Ecco perché entra in gioco l'elasticità e perché per ottenere un buon fonoisolamento si opera con le soluzioni "a sandwich" del tipo massa-molla-massa, dove molla è il coibente utilizzato. Un materiale elastico agisce riflettendo una parte dell'energia sonora senza entrare in vibrazione, e dissipandone un'altra parte al suo interno sotto forma di calore. Questo comportamento è ottimizzato nei materiali porosi, compatti e rigidi che ottimizzano sia il contrasto tra le frequenze di risonanza sia la capacità di assorbimento-riflessione. Nella pratica, le caratteristiche più idonee per l'isolamento acustico si trovano nei materiali naturali porosi e fibrosi di origine vegetale, animale e minerale. I prodotti sintetici rigidi e alveolati hanno invece proprietà acustiche scarse. Grande attenzione va posta alla densità del materiale, che per garantire un buon risultato deve essere medio-alta. Con un materiale a densità bassa occorre uno spessore maggiore per ottenere lo stesso effetto.

Il limite dei certificati di laboratorio

I certificati di laboratorio sono utili, ma devono essere letti con sagacia e competenza. Il contesto del laboratorio è completamente diverso da quello di un edificio reale e di questo bisogna tenere conto. In laboratorio qualsiasi materiale è testato nelle sue migliori condizioni di utilizzo e di posa: nella pratica realizzativa si possono riscontrare decrementi delle prestazioni misurate in laboratorio anche di 10 dB! Un suggerimento spicciolo, anche per i profani, è quello di leggere tutte le pagine del certificato di laboratorio, solitamente composto da almeno 4/5 fogli, e non solo il "numerillo" finale. Valutare struttura base, modalità di posa, masse superficiali ecc... Diffidare di certificazioni incomplete che non potrebbero neppure essere diffuse, come del resto specificato dagli stessi enti certificatori. Infine, ricordare sempre che il DPCM 5.12.97 stabilisce che i requisiti acustici passivi devono essere conseguiti in opera.

Isolamento acustico eco-bio-compatibile

I materiali per la coibentazione termoacustica degli edifici devono rispondere alle aspettative (cioè "funzionare"), ma anche a criteri di bio-eco-compatibilità. La bioedilizia, cioè l'arte di costruire nel rispetto dell'uomo e dell'ambiente, ci dice che una corretta coibentazione deve garantire: traspirabilità; igroscopicità; resistenza a fuoco, muffe, funghi e roditori senza l'utilizzo di prodotti sintetici; assenza di radioattività; capacità di essere elettricamente neutra; sostenibilità ambientale. Come detto, in acustica i risultati migliori si ottengono con i materiali naturali (e ciò mette in secondo piano i derivati del petrolio che hanno un forte impatto ambientale). Anche tra le fibre naturali di origine minerale va fatta attenzione all'uso di prodotti che possono liberare nell'aria dei locali microfibre irritanti per le mucose dell'apparato respiratorio.

Introduzione ai materiali per il fonoisolamento di CoVerd

L'esperienza di CoVerd nelle soluzioni acustiche per l'edilizia ruota intorno alla tecnologia applicata del sughero biondo naturale, in granuli e in pannelli. Ma l'attenzione è rivolta a tutti i materiali dell'agricoltura e della silvicoltura, in modo particolare italiani, contribuendo in questo modo alla tutela dell'ambiente e all'economia nazionale. Costanti ricerche sui materiali hanno permesso di ottimizzare anche le prestazioni acustiche delle fibre vegetali (sughero, gomma, legno, cotone e canapa) e animali (lana di pecora), e di mettere a punto accoppiamenti per ricavare sandwich fonoisolanti per tutti gli utilizzi.



Sughero biondo naturale in granuli bollito e ventilato

Il sughero biondo naturale

Il sughero, grazie alle sue proprietà naturali, è il materiale che combina al meglio prestazioni termiche e acustiche. Questa caratteristica lo rende una scelta valida ed economicamente conveniente nella coibentazione degli edifici di ogni tipo.

Ricavato dalla corteccia della Quercus Suber, una pianta tipicamente mediterranea presente anche in Italia (soprattutto in Sardegna e Sicilia), il sughero è un prodotto completamente naturale e rinnovabile in quanto la corteccia, dopo l'asportazione manuale, si rigenera in un arco di dieci anni e può essere nuovamente asportata.



Pannello di sughero biondo naturale supercompatto in AF a grana fine 2/3mm



Pannello di sughero biondo naturale compresso in AF a grana media 4/8mm

Essiccazione, stagionatura, bollitura e macinazione del sughero hanno un bassissimo impatto ambientale e anche gli scarti di produzione (polveri ecc...) vengono bruciati per produrre una parte dell'energia necessaria al processo di lavorazione, oppure impiegati in agricoltura. Gli scarti di lavorazione sono completamente riutilizzabili.

La bollitura a 120° serve per sterilizzare le cortecce e renderle più elastiche, pronte per la macinazione che restituirà un granulato biondo con grandi proprietà coibenti e tanti altri pregi: termicamente inerte, elettricamente neutro, atossico, biologicamente puro dalla produzione al riciclaggio, inalterabile, impermeabile, traspirante, autoestinguente e inattaccabile da muffe, roditori e insetti.

Separato nelle diverse granulometrie, il sughero può essere utilizzato sfuso (SugheroLite) o pressato in pannelli di diverso spessore (SoKoVerd.LV e SoKoVerd.AF).

I pannelli SoKoVerd.LV e SoKoVerd.AF si differenziano tra loro per la dimensione della grana, fine LV (2/3 mm di diametro) e media AF (4/8 mm).

Anche il granulato sfuso SugheroLite è disponibile in tre diverse granulometrie: costante (4 mm), media (4/8 mm) e grossa (8/14 mm). A una granulometria fine corrispondono prestazioni migliori. Importante: su ogni imballo CoVerd è stampigliata la certificazione di qualità “biologicamente puro”.

La lana di pecora

La lana di pecora è una fibra isolante di origine animale ricavata dal vello della pecora mediante tosatura manuale. La sua caratteristica peculiare è l'ottima resistenza all'umidità, unita a doti di buon isolante termoacustico. La lana è infatti la fibra più igroscopica che esista perché riesce ad assorbire vapore acqueo fino al 33% del suo peso senza dare la sensazione di bagnato. Il pannello Lankot di CoVerd è realizzato con il 75% di pura lana di pecora e il 25% di poliestere riciclato, che fornisce alla fibra animale la struttura elastica in cui “ingabbiarsi”.

Viene utilizzato nell'intercapedine dei muri perimetrali e dei divisori, nei tetti e nei sottofondi di pavimenti in legno come isolante termoigrometrico e acustico ai rumori aerei e di calpestio.

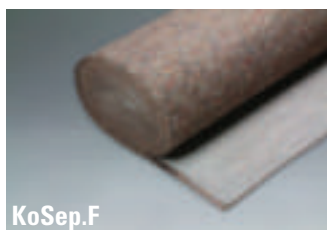
Lankot è un isolante eco-bio-compatibile, proviene da fonti rinnovabili in buona parte italiane e ha un ciclo di lavorazione a bassissimo impatto energetico-ambientale. È traspirante, facile da utilizzare senza l'aggiunta di barriere vapore e non rilascia microfibre dannose per la salute dell'uomo.



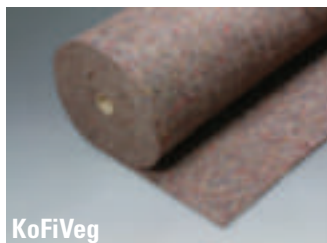
Isolante termico e acustico in lana di pecora

Le membrane per l'isolamento ai rumori aerei e d'impatto

Sono molto efficaci e risolvono numerosi problemi pratici, specie quando ci si trova a combattere con i centimetri. Ve ne sono di ovatta sintetica e vegetale (lana e cotone riciclati), alcune accoppiate a un laminato smorzante dalle alte prestazioni di fonoattenuazione. In funzione anticalpestio vengono impiegate da sole o in aggiunta allo strato elastico nel pavimento galleggiante. La loro funzione è anche quella di correggere i ponti acustici causati dalle tracce degli impianti a pavimento. Nelle pareti garantiscono un'efficace barriera ai rumori aerei con uno spessore molto contenuto. Un classico è il doppio strato di ovatta vegetale in abbinamento a pannelli di sughero nell'intercapedine dei divisori e delle facciate (ovatta-sughero-ovatta), che costituisce un'eccellente coibentazione acustica e termoigrometrica. Le guaine a sandwich di ovatta vegetale e laminato, per le prestazioni e la maneggevolezza, sono molto efficaci per l'isolamento (fasciatura) degli impianti tecnologici dai rumori di impatto.



Strato separatore anticalpestio



Ovatta vegetale



Sandwich di ovatta vegetale con anima di laminato smorzante

KoSep.F Strato composto da ovatta sintetica agugliata di 4 e 8 mm accoppiata a un film di polietilene. E' particolarmente indicato come strato correttivo anticalpestio da interporre tra l'impasto di sughero vetrificato e il massetto.

KoFiVeg Materassino di fibre vegetali e animali cardate, agugliate e apprettate in rotoli. E' utilizzato come strato fonoassorbente nelle pareti divisorie tra alloggi, nell'interstizio dei controsoffitti e per la fasciatura degli impianti.

FoniVeg Sandwich costituito da due strati di fibre vegetali e animali di 10 mm e un'anima di laminato smorzante da 3 mm. E' usato come strato fonoimpedente nelle intercapedini delle pareti, nell'interstizio dei controsoffitti e nella fasciatura degli impianti.

I laterizi

Sono fondamentali per il fonoisolamento dei divisori tra alloggi e delle facciate. Osserviamo però subito che i divisori in laterizio presentano sempre grossi problemi di isolamento acustico e normalmente in opera non raggiungono i valori imposti dal DPCM 5.12.97. Solo il rivestimento o l'isolamento in intercapedine con pannelli fonoisolanti permette di aumentare il fonoisolamento anche alle basse e medie frequenze, che risultano le più disturbanti e quelle che si riscontrano con più frequenza nelle abitazioni. Abbiamo osservato nei capitoli precedenti che la massa del divisorio condiziona il fonoisolamento dello stesso. Ma abbiamo osservato anche che esigenze strutturali e di costo impediscono di raggiungere l'isolamento acustico voluto aumentando il peso della parete.

Meglio dunque inseguire buoni risultati con pareti costituite da più strati di materiale pesante ma di modesto spessore, tra i quali vengono interposti materiali leggeri con funzione elastico-smorzante. Le caratteristiche che condizionano la prestazione acustica di un laterizio sono la percentuale di foratura, il peso specifico, la qualità dell'impasto base e la porosità. La percentuale di foratura è il rapporto tra i vuoti presenti nel mattone e l'area lorda della sezione. Si parla di mattoni pieni se il rapporto di foratura è inferiore al 15%, semipieni se è compreso tra il 15% e 45%, forati se è superiore al 45%. A un basso rapporto di foratura corrisponde una massa maggiore e dunque un maggior potere fonoisolante. Va tenuto presente, inoltre, che le cavità dei mattoni forati si comportano come la cassa armonica di una chitarra, che esalta il suono della corda pizzicata in prossimità dell'apertura.

Riguardo alla porosità, nell'impasto che costituisce il laterizio, essa rappresenta un fattore di rischio innanzitutto per i cicli di gelività dell'acqua che si può raccogliere nei pori del materiale.

Dal punto di vista acustico, si traduce in un alleggerimento che sottrae massa alla struttura.

Ricordiamo che la porosità dei blocchi cosiddetti "alleggeriti" si ottiene miscelando all'impasto dell'argilla, prima della loro formatura, del materiale combustibile come carbone, segatura di legno, sfere di polistirolo espanso ecc...

Durante il processo di cottura il materiale combustibile brucia completamente, lasciando dei piccoli vuoti. Bassa percentuale di foratura (25/30%), alta qualità dell'impasto e assenza di porosità sono la caratteristica dei blocchetti fonici in laterizio NK8 (8x12x28) e NK12 (12x12x24) con fori verticali.

Entrambi vengono utilizzati per la realizzazione di pareti divisorie fonoisolanti, in strato semplice e doppio. Sono idonei anche per murature esterne con composizioni varie.

8. Quando il rumore finisce in tribunale

Le prime situazioni che sono state oggetto di contenziosi giudiziari sono quelle legate al funzionamento di impianti fissi, tipicamente quelli produttivi, soprattutto se interessanti anche il periodo notturno.

Sulla base di queste tipologie di sorgenti sonore la giurisprudenza ha elaborato, ben prima del DPCM 01.03.1991, il criterio valutativo detto della “normale tollerabilità”, ampiamente applicato oggi anche ad ambiti diversi. A seguire si sono iniziate a segnalare quali sorgenti sonore oggetto di contenzioso i pubblici esercizi con attività notturna (pub, discoteche, disco-bar, ecc.). La problematica del rumore, dovuta soprattutto agli impianti di diffusione sonora e al vociare degli avventori sia all'interno che all'esterno delle aree di stretta pertinenza, è particolarmente sentita quando lo spazio commerciale è contiguo a unità abitative (classico esempio è il piano terreno a uso commerciale e i piani superiori del medesimo edificio a uso residenziale). Purtroppo tale situazione è abbastanza comune, e non solo nelle grandi città. Ad oggi questo tipo di problematica è probabilmente la più frequente.

Ma la tipologia di contenzioso che possiamo constatare come sia in costante affermazione da almeno 2 o 3 anni è quella che lamenta il mancato rispetto dei requisiti di isolamento acustico degli edifici. In previsione è questo il problema che assumerà maggiore rilevanza nei prossimi anni.

Progettista, costruttore, venditore: chi risponde?

Delle tre componenti citate, nel caso di contenzioso sui requisiti acustici passivi sono solitamente chiamati in causa il venditore, la direzione lavori e l'impresa costruttrice. Occorre osservare come in genere siano le ultime due le figure maggiormente compromesse. Infatti, essendo la carenza di isolamento acustico un vizio progettuale o costruttivo, ai sensi dell'art. 1669 del Codice Civile l'appaltatore ne risponde per 10 anni (il venditore invece per un solo anno, art. 1495).

La legge presuppone che l'impresa edile conosca le “regole del buon costruire”, e la considera sempre corresponsabile anche a fronte di un grave errore progettuale, a meno che abbia provveduto a contestarlo per iscritto, fino a rifiutarsi di eseguire una lavorazione palesemente inadeguata.

Danno esistenziale e biologico

Gli orientamenti della giurisprudenza sono abbastanza diversificati a seconda del contesto. In generale, limitatamente alla componente rumore, per il danno biologico è difficile dimostrare con certezza una relazione causa-effetto, anche se vi sono casi di riconosciuto danno biologico pur in assenza di prova certa. Il danno esistenziale, introdotto più di recente nel campo del disturbo da rumore, viene ormai riconosciuto con una certa frequenza, anzi è sovente assunto come scontato una volta verificata la sussistenza del lamentato disagio. Più delicata la questione del diminuito valore immobiliare. Infatti, se esiste una consolidata casistica legata a sorgenti sonore fisse legate in particolare a insediamenti industriali, è ancora insufficiente nel campo della verifica dei requisiti acustici, anche se qualche sentenza in proposito inizia a esserci. Occorre ricordare che il diminuito valore dell'immobile non rappresenta un risarcimento del danno al disturbato: viene infatti sanato un inferiore valore immobiliare che avrà effetto, ad esempio, in ogni atto di compravendita successivo alla sentenza.

Normativa di riferimento

- Codice penale italiano, art. 659
- Codice civile italiano, artt. 844 e 2043
- Circolare Ministro LLPP n.ro 3150 del 22/5/67 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici degli edifici"
- DM dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nelle esecuzioni di opere di edilizia scolastica"
- DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- Legge 26 ottobre 1995 n.ro 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico"
- Decreto 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo"
- DPCM 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- Decreto 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DPR 11/12/97 n.496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"
- Decreto 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- DPCM 31/3/98 "Atto di coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica"
- DPR n.ro 459 18/11/98 "Regolamento recante norme di esecuzione in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- DPCM 16/4/99 n.ro 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"
- Decreto 20/5/99 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"
- Decreto 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento rumore"
- DPR 3/4/2001 "Regolamento recante la disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche"
- Decreto 23/11/2001 "Modifiche dell'allegato 2 del DM 29/11/2000"
- Legge n.ro 179 del 13/7/2002 "Disposizioni in materia ambientale"
- DPR 30/03/2004 n.ro 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"
- D.L. 19/08/2005 n.ro 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"
- D.L. 19/08/2005 n.ro 195 "Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale"

Normativa Regione Lombardia

- Legge regionale n.ro 16 del 14/8/99 "Istituzione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente – ARPA"
- Legge regionale n.ro 13 del 10/8/2001 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- DGR 16/11/2001 n.ro 7 6906 "Piano di risanamento acustico"
- DGR 2/7/2002 n.ro VII-9776 "Criteri di dettaglio per la classificazione acustica del territorio comunale"
- DGR n.ro VII/8313 seduta del 8/3/2002 Legge n.ro 447/1995 e Legge regionale 10/8/2001 n.ro 13
- Allegato DGR n.ro VII/8313 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico"
- DGR 2/7/2002 n.ro VII-9776 "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale"
- DGR n.ro VII/10556 Approvazione dello schema di convenzione tra la Regione Lombardia e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente per la realizzazione degli interventi denominati "Presidio tecnico regionale rumore aeroportuale" e "Predisposizione delle curve di isolivello per Linate, Malpensa, Orio al Serio"
- DGR 13/12/2002 n.ro VII-11582 "Linee guida per la relazione biennale sullo stato acustico del Comune"

Norme tecniche

UNI EN ISO 140-1	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 1: Requisiti di dispositivi di prova nei laboratori con eliminazione della trasmissione laterale
UNI EN ISO 140-3	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 3: Misurazioni in laboratorio dell'isolamento di rumori aerei di elementi di edifici
UNI EN ISO 140-4	Acustica - Misure di isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 4: Misurazioni in opera dell'isolamento a rumori aerei tra ambienti
UNI EN ISO 140-5	Acustica - Misure di isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 5: Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate
UNI EN ISO 140-6	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 6: Misurazioni in laboratorio dell'isolamento di rumore di calpestio dei solai
UNI EN ISO 140-7	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 7: Misurazioni in opera dell'isolamento a rumore di calpestio di solai
UNI EN ISO 140-8	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 8: Misurazioni in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso mediante rivestimenti del solaio di riferimento
UNI EN ISO 717-1	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 1: Isolamento di rumori aerei
UNI EN ISO 717-2	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 2: Isolamento di rumore di calpestio
UNI EN ISO 11654	Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico
UNI EN 12207	Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione
UNI EN 12354-1	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
UNI EN 12354-2	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
UNI EN 12354-3	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
UNI EN 12354-4	Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno
UNI EN 20140-9	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e in elementi di edificio Parte 9: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto
UNI EN 20140-10	Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Parte 10: Misurazioni in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio
UNI EN 29052-1	Acustica - Determinazione della rigidità dinamica Parte 1: Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali
UNI 11160	Linee guida per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra

Disponibili i nostri depliant e le nostre riviste scaricabili dal sito Internet...



www.coverd.it

La CoVerd si fa “in cinque”

Cinque sono infatti i pilastri del nostro lavoro

1) La Tecnologia applicata del sughero biondo naturale

Dal 1984 CoVerd produce soluzioni per l'isolamento termico, igrometrico e acustico degli edifici secondo una filosofia improntata alla “Bioedilizia”, cioè alla ricerca del benessere delle persone e al rispetto dell'ambiente. Il risultato concreto di questa attività sono le centinaia e centinaia di case, scuole, cinema, teatri, chiese, sale pubbliche e palestre costruiti o ristrutturati a misura d'uomo. CoVerd impiega solo materiali bioedili ed ecocompatibili, fra tutti il sughero biondo naturale, per il quale la nostra azienda ha sviluppato una tecnologia all'avanguardia. Non solo, sempre coerente con la scelta bioedile che la caratterizza, CoVerd ha introdotto sul mercato italiano nuovi materiali e ha messo a punto soluzioni tecniche adatte a ogni esigenza d'isolamento bioclimatico e acustico. In CoVerd la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie e di nuovi processi applicativi sono il motore dell'attività aziendale e consentono il raggiungimento di sempre nuovi traguardi qualitativi per l'isolamento bioclimatico e acustico degli edifici.

2) Consulenza e assistenza dall'idea al cantiere

CoVerd interviene con personale specializzato in tutte le fasi del processo architettonico per l'individuazione delle soluzioni migliori d'isolamento acustico e bioclimatico. Dalla progettazione autonoma di sistemi d'isolamento per edifici all'assistenza in cantiere al fianco del progettista.

La fornitura dei materiali, tutti rigorosamente certificati, completa un percorso improntato a qualità e professionalità.

3) La Divisione Acustica

Fin dalla nascita CoVerd ha affrontato e approfondito le problematiche legate all'inquinamento acustico (valutazioni di impatto acustico, rilievi, perizie, zonizzazioni acustiche ecc.) e alle applicazioni edili e architettoniche dell'acustica (calcolo progettuale degli indici di valutazione dell'inquinamento acustico, verifica e collaudo in opera, correzione acustica). Dall'ambito civile a quello industriale. In quest'ultimo CoVerd opera valutazioni dell'esposizione al rumore dei lavoratori (Decreto 277), della rumorosità prodotta dagli impianti e dell'impatto sulla comunità.

4) Analisi Termografiche

E' l'ambito di più recente sviluppo della CoVerd. La termografia IR permette di evidenziare ponti termici, carenze d'isolamento, difetti di posa. Ma non solo: trova applicazione anche nella ricerca di guasti di impianti idro-sanitari, nella prevenzione guasti caldaie, impianti elettrici, ecc..

5) Informare per crescere: pubblicazioni e convegni

Lo stile bioedile del costruire, di cui CoVerd è portavoce da oltre vent'anni, è un percorso prima di tutto culturale e non può prescindere da una costante opera di divulgazione e di informazione del pubblico, a cominciare dai professionisti dell'edilizia. Ecco perché CoVerd pubblica “Bioedilizia”, la rivista quadrimestrale di informazione tecnico-scientifica e culturale che viene diffusa in oltre 50.000 copie a tutti gli operatori del settore dal 1987. Oltre che l'occasione per presentare nuovi prodotti e nuove soluzioni, la pubblicazione è un prezioso momento di confronto e di aggiornamento professionale, soprattutto in materia legislativa. Da una costola di “Bioedilizia” è nato “AudioDinamika”, l'inserito che completa l'informazione approfondendo i temi dell'acustica architettonica per difendersi dal rumore. Completano il quadro i convegni e i seminari di studio che CoVerd organizza periodicamente per gli operatori del settore.

Il nostro staff

CoVerd vanta uno staff di tecnici, impiegati e operai che hanno acquisito esperienza e una profonda conoscenza del settore edile. Ciò ha permesso di sviluppare strumenti e innovative tecnologie applicative nel campo dell'isolamento termico, igrometrico e acustico degli edifici, fino a diventare e rimanere costantemente protagonista sul mercato da oltre vent'anni.

CoVerd ha inoltre un organico di tecnici competenti in Acustica e Termografia in grado di mettere la loro competenza e la loro esperienza al vostro servizio.

Tecnici competenti in acustica ambientale riconosciuti con proprio decreto dalla Regione Lombardia ai sensi della L.447/95 art. 2 commi 6, 7 e 8

Tecnici competenti in termografia all'infrarosso con certificazione di primo livello rilasciata dall'Infrared Training Center Europe & Asia FLIR System AB – Sweden

A chi rivolgersi

Angelo Verderio

Presidente CoVerd

angelo@coverd.it

Fondatore di CoVerd nel 1984, ha sempre saputo prevedere le esigenze del mercato dell'edilizia, precorrendone spesso le tappe. Dalla sua lungimiranza è nata la Divisione Acustica di CoVerd, nella quale ha investito con continuità risorse umane ed economiche. Oggi presiede e indirizza le diverse attività tecnico-commerciali dell'azienda, mettendo a frutto l'enorme esperienza acquisita nel campo della protezione acustica e termoigrometrica di ambienti abitativi, industriali, collettivi e speciali.

Diana Verderio

Responsabile Sviluppo Prodotto

diana@coverd.it

Punto di riferimento in azienda, si occupa di prodotto promuovendo e coordinando le attività di ricerca e sviluppo di nuovi materiali per l'isolamento acustico e bioclimatico. Coordina inoltre l'attività di promozione e divulgazione scientifica in cui CoVerd investe molte risorse.

Massimo Murgioni

Direttore Tecnico

massimo@coverd.it

Tecnico Competente in Acustica Ambientale e Termografia, dal 1998 è Direttore Tecnico di CoVerd. Si occupa delle soluzioni applicative per la protezione acustica e termica degli edifici, compresa la ricerca di nuovi materiali e nuove tecnologie isolanti. Da anni studia e risolve le problematiche termiche e acustiche di edifici e di ambienti a uso collettivo e speciale (sale di registrazione, teatri, sale di prova, cinema, auditorium, chiese) con particolare riguardo agli aspetti di correzione Acustica Ambientale (riverberazione e comfort acustico).

Marco Raimondi

Responsabile Divisione Acustica

marco@coverd.it

Laureato in fisica, Tecnico Competente in Acustica Ambientale e Termografia, dal 1996 dirige la Divisione Acustica di CoVerd. Coordina tutte le attività previsionali (impatto acustico, clima acustico, requisiti acustici degli edifici), di rilievo fonometrico in campo architettonico (riverberazione, isolamento acustico) e ambientale (inquinamento acustico, rumorosità da sorgenti fisse e mobili), nonché di redazione di piani di risanamento acustico e di zonizzazione acustica del territorio. E' consulente tecnico in contenziosi amministrativi e giudiziali.

Demetrio Bonfanti

Responsabile Attività Editoriale e di Formazione demetrio@coverd.it

In CoVerd dagli anni immediatamente successivi alla fondazione, costituisce un pilastro essenziale nell'economia aziendale. Coordinatore di Redazione della rivista "Bioedilizia", ne ha promosso lo sviluppo ampliando l'offerta editoriale con la pubblicazione dell'allegato "Audiodinamika". E' l'organizzatore dei vari seminari e convegni che periodicamente vengono proposti agli operatori tecnici del settore edile, nonché coordinatore delle pubblicazioni tecnico-scientifiche su temi specifici.

Un riferimento nell'acustica architettonica

Alcuni dei nostri servizi:

- Valutazione impatto acustico
- Valutazione clima acustico
- Valutazione requisiti acustici
- Piani di zonizzazione
- Collaudi acustici
- Rilievi sul campo
- Progettazione acustica
- Realizzazione



COVERD®

Divisione Acustica