

**Isolamento
ai rumori aerei
e d'impatto
negli edifici**



COVERD®

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Introduzione: DPCM 5 Dicembre 1997

La riduzione dell'esposizione umana al rumore: è questo lo scopo dichiarato del Decreto del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" entrato in vigore il 21 febbraio 1998. Una novità legislativa attesa e già richiesta dalla legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995.

Il problema affrontato non è banale ed interessa in pratica tutti i cittadini: infatti in questo provvedimento legislativo vengono presi in considerazione sostanzialmente tutti gli aspetti di una qualche rilevanza sul piano dell'inquinamento acustico:

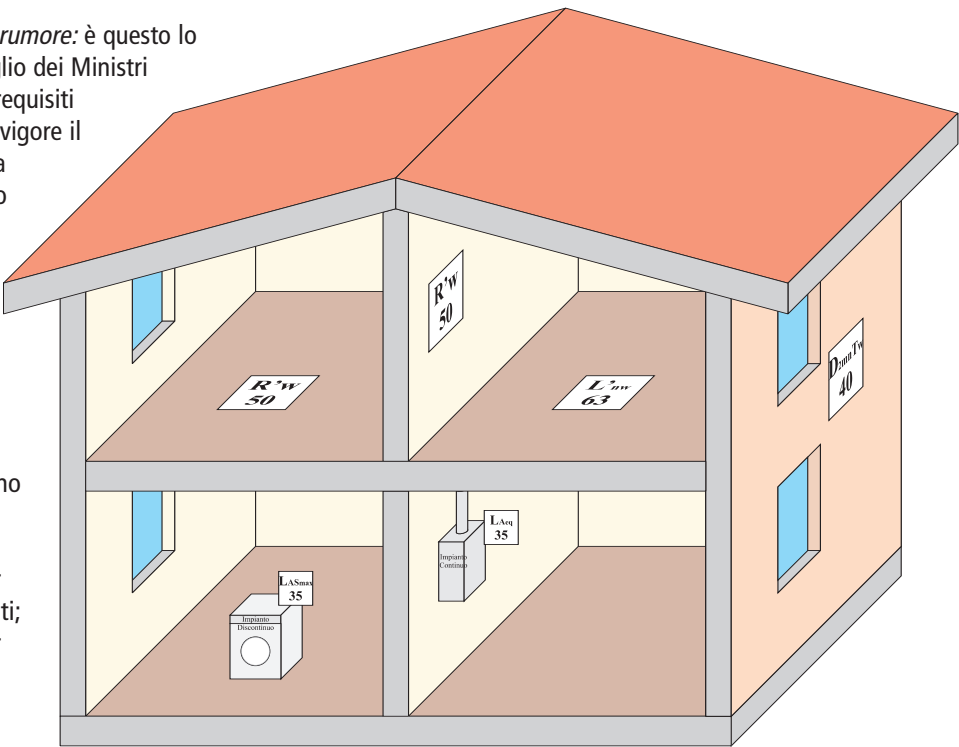
- A. isolamento dai rumori trasmessi per via aerea da unità abitative differenti;
- B. isolamento dai rumori trasmessi per via aerea e provenienti dall'esterno dell'edificio;
- C. isolamento dai rumori trasmessi attraverso le strutture (calpestio);
- D. rumorosità degli impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, areazione e condizionamento);
- E. rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria).

Si tratta quindi di un provvedimento di ampio respiro che interessa la totalità delle possibili fonti di inquinamento acustico all'interno degli edifici.

Occorre in particolare sottolineare il comma 1 dell'art. 1: *"Il presente decreto, [...] determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore all'interno agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore"*.

È importante la sottolineatura *"in opera"*: infatti la fase di progettazione, inevitabilmente basata su calcoli teorici, certificati di laboratorio e riferimenti a soluzioni e situazioni assimilabili deve prevedere una verifica in opera che deve consistere in una certificazione di collaudo realizzata secondo le più recenti disposizioni della normativa tecnica (EN ISO 140 e UNI 10708).

La responsabilità della realizzazione delle opere di collaudo ricade sulla direzione lavori e sull'impresa che avranno cura di



affidare ad un tecnico competente l'incarico della verifica in opera delle prestazioni richieste per legge. Ma perché il provvedimento non diventi una verifica a posteriori sterile ed esclusivamente punitiva è necessario che un tecnico acustico intervenga fin dalla fase di progetto.

Non è pensabile prevedere la protezione acustica di un edificio come una fase accessoria finale: infatti un risultato ottimale può essere raggiunto solo se la problematica acustica viene affrontata fin dall'inizio e durante l'intera fase progettuale e realizzativa.

Infine entrando nello specifico delle prescrizioni previste, vengono identificate dal decreto delle tipologie di edifici e per ciascuno di essi vengono forniti i valori limite da prevedere per i diversi parametri, come riportato nelle tabelle.

Per conseguire i valori previsti dalle specifiche illustrate dal DPCM del 05.12.97, non è sufficiente una solida preparazione teorica, ma a questa occorre accompagnare una consolidata esperienza operativa nell'acustica edile ed architettonica in modo da poter padroneggiare con estrema sicurezza calcoli teorici previsionali, soluzioni progettuali, tecnologie applicative e rilievi strumentali sul campo.

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	D2m,nT,w	L'n,w	L'ASmax	L'Aeq
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	25
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	25

Isolamento Acustico per via aerea tra ambienti

Il suono è un'onda materiale longitudinale che si propaga in un qualsiasi mezzo elastico: nel momento in cui dalla sorgente l'onda sonora, propagandosi in un ambiente, incide su un divisorio, parte dell'energia viene assorbita, parte riflessa e parte trasmessa.

Per le problematiche inerenti il fonoisolamento quello che interessa è l'energia trasmessa: si può schematizzare il fenomeno considerando la parete divisoria come una membrana che sollecitata dall'onda sonora entra in vibrazione. In questo modo la parete divisoria diventa a sua volta, nel locale adiacente, una sorgente sonora che irradia una parte dell'energia incidente in un altro locale.

Ma il problema non è solo legato alla parete divisoria: infatti ad una trasmissione per via aerea in senso stretto si affianca un effetto dovuto al fiancheggiamento delle pareti.

Infatti l'energia sonora incidente viene trasmessa a qualsiasi componente rigidamente connesso al divisorio in questione penalizzando spesso in maniera significativa le prestazioni acustiche del divisorio stesso.

Per questo motivo la normativa prevede di considerare quale parametro per la caratterizzazione delle prestazioni acustiche di un divisorio il potere fonoisolante apparente:

$$R' = 10 \log \frac{W_1}{W_2 + W_3} \text{ dB}$$

dove W_1 rappresenta la potenza sonora incidente sul divisorio, W_2 quella trasmessa direttamente attraverso il divisorio e W_3 quella trasmessa da elementi laterali o da altri componenti.

In opera questo parametro può essere valutato tramite la:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \text{ dB}$$

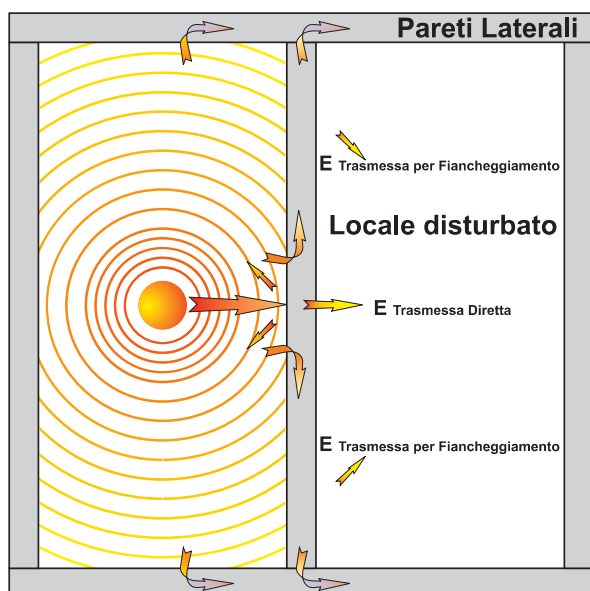
dove L_1 e L_2 sono i livelli sonori medi rispettivamente nell'ambiente emittente e nell'ambiente ricevente, S è la superficie del divisorio in m^2 e A è l'area equivalente di assorbimento acustico nell'ambiente ricevente in m^2 .

Tali parametri vengono calcolati in base ai rilievi strumentali in funzione della frequenza, per ogni banda in terzi d'ottava da 100 a 3150 Hz (sedici bande). Il parametro ponderato R'_w è ottenuto attraverso la procedura descritta dettagliatamente nella UNI EN ISO 717.

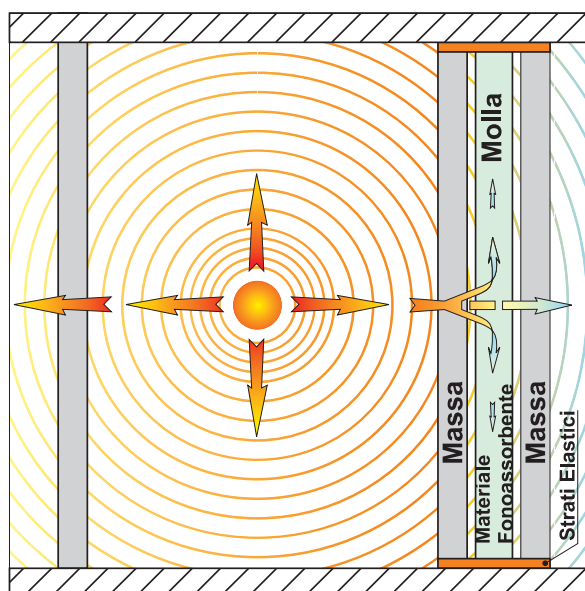
Le caratteristiche fisiche che entrano in gioco per la valutazione in fase progettuale del divisorio sono:

- A.** tipologia costitutiva della parete (parete singola o doppia parete con intercapedine);
- B.** massa aerica (kg/m^2) del divisorio. Indicativamente fino a $250 kg/m^2$, ad ogni raddoppio della massa aerica corrisponde un incremento di circa 6 dB del potere fonoisolante. Oltre i $250 kg/m^2$ non si ha un incremento significativo del potere fonoisolante del divisorio;
- C.** frequenza di coincidenza del divisorio: si tratta di una frequenza caratteristica del materiale in corrispondenza della quale si ha una brusca riduzione del potere fonoisolante (in genere per elementi murari è compresa tra i 100 e i 200 Hz);
- D.** spessore dell'eventuale intercapedine e caratteristiche del materiale fonoassorbente inserito (in genere si ha da 0,5 a 1 dB per ogni centimetro di intercapedine);
- E.** frequenza di risonanza del sistema parete – materiale fonoassorbente – parete (si tratta di un oscillatore armonico tipo massa – molla – massa) nel caso di pareti doppie.

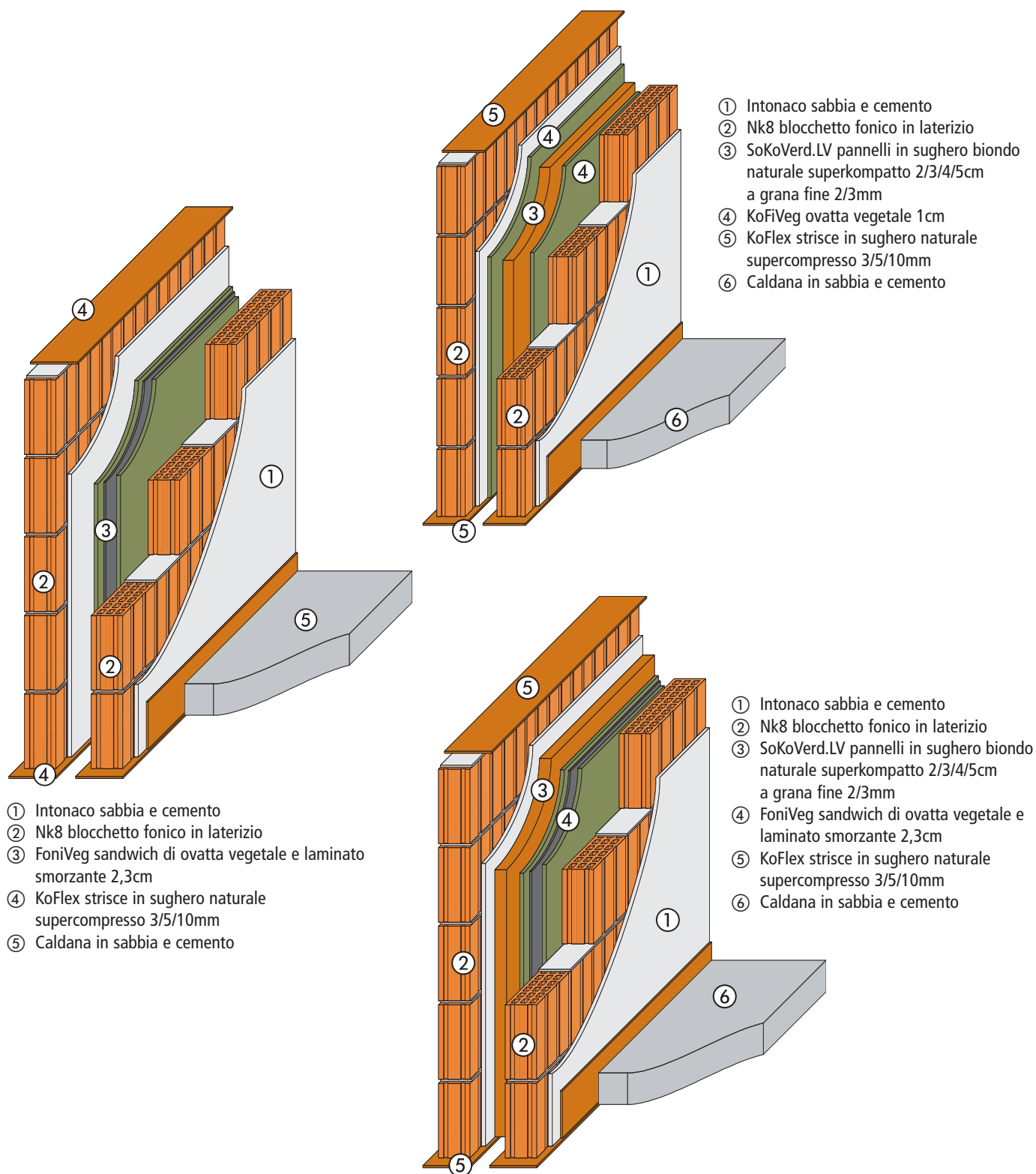
Trasmissione rumore aereo



Principio fisico parete composta



Soluzioni tecniche CoVerd di alcuni divisori verticali



Indice di isolamento acustico ai rumori aerei di alcuni divisori verticali

Descrizione struttura	Spessore parete cm	Peso parete kg/m ²	R' _w (dB) Teorico	R' _w (dB) Collaudo
Intonaco 1cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + KoFiVeg 1cm + SoKoVerd.LV 3cm + KoFiVeg 1cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + strisce KoFlex sotto e sopra tavolato	25	286	59	53
Intonaco 1cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + FoniVeg 2,3cm + SoKoVerd.LV 3cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + strisce KoFlex sotto e sopra tavolato	26	291	60	52
Intonaco 1cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + FoniVeg 2,3cm + Nk8 8cm + Intonaco 1cm + strisce KoFlex sotto e sopra tavolato	22	284	55	51

Isolamento dal rumore di calpestio di solai

La sollecitazione meccanica di un divisorio, tipicamente un solaio sottoposto all'impatto di passi, oggetti, ecc. si trasmette per via solida per raggiungere come onda sonora gli ambienti circostanti.

È uno dei problemi avvertiti in modo più drammatico in gran parte degli edifici moderni in quanto fonte di notevole disturbo soprattutto nelle ore serali e notturne.

La sollecitazione meccanica si propaga per via solida sia attraverso il divisorio (solaio) sia attraverso le pareti adiacenti (fenomeno di fiancheggiamento).

Non è quindi sufficiente intervenire sul singolo solaio: l'intervento deve essere globale ed interessare l'intera struttura edile.

La normativa prevede di considerare quale parametro di valutazione il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato

$$L'_n = L + 10 \log \frac{A}{A_0} \text{ dB}$$

dove L rappresenta il livello medio (in dB) rilevato nel locale disturbato una volta che sia azionato il generatore di calpestio normalizzato, A l'area di assorbimento equivalente nell'ambiente ricevente (in m²) e A₀ l'area di assorbimento equivalente di riferimento (pari a 10 m²).

Tali parametri vengono calcolati in base ai rilievi strumentali in funzione della frequenza, per ogni banda in terzi d'ottava da 100 a 3150 Hz (sedici bande).

Il parametro ponderato L'_{n,w} è ottenuto attraverso la procedura descritta dettagliatamente nella UNI EN ISO 717.

Trattandosi di un livello di rumorosità, non di una differenza di livelli, tanto più è basso il valore ottenuto dalla valutazione tanto migliore risulta il comportamento del divisorio.

Gli interventi per il contenimento della rumorosità da calpestio sono sostanzialmente di due tipi:

A. scelta del materiale della pavimentazione;

B. cappa flottante.

La prima soluzione consiste nel scegliere il materiale con cui pavimentare i locali in modo che sia in grado di attenuare direttamente l'impatto. Materiali idonei sono la moquette, il parquet (anche se dipende dalla modalità di posa), il linoleum (entro certi limiti), ecc.

In questo caso però bisogna rinunciare a utilizzare molti materiali che per altri motivi possono risultare migliori di quelli citati e si deve essere disposti a sacrificare estetica e gusti personali sull'altare dell'isolamento acustico.

La seconda soluzione prevede la realizzazione, al di sopra della soletta tradizionale, di uno strato elastico (che di solito congloba gli impianti) di spessore adeguato al di sopra del quale viene posato un massetto in sabbia e cemento e quindi il pavimento.

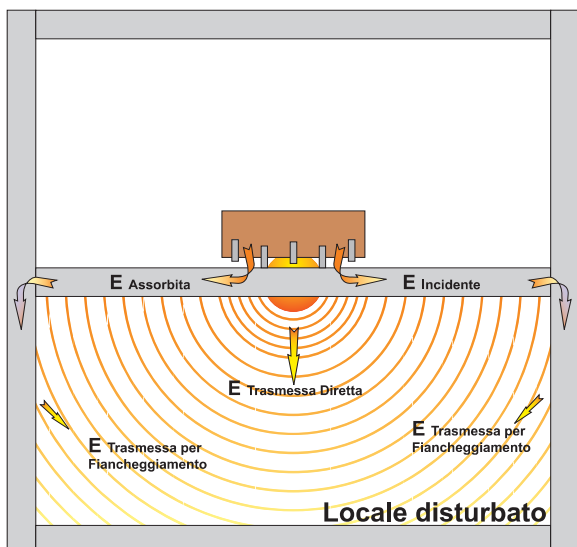
Il sistema così costituito si comporta come un oscillatore armonico costituito da una molla (lo strato elastico) e dalle due masse.

È importante la scelta del materiale elastico, che non deve avere cedimenti pena il deterioramento del pavimento, e il corretto dimensionamento soprattutto del massetto superiore in termini di massa aerica (kg/m²).

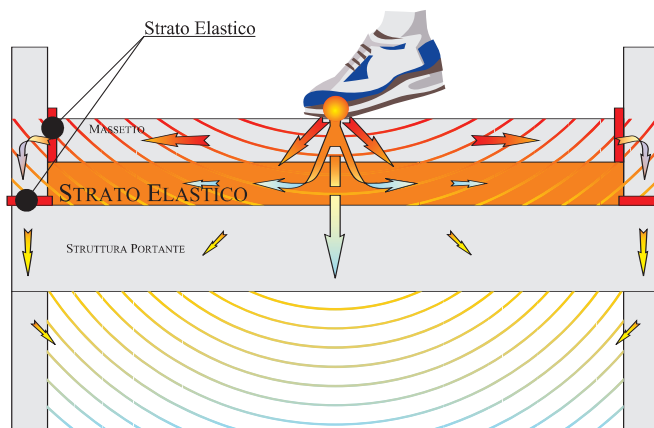
Inoltre devono essere evitati collegamenti rigidi della struttura "galleggiante" con le pareti laterali, pena l'esaltazione della trasmissione laterale che andrebbe ad inficiare la prestazione del solaio preso a sé stante.

Infine grande attenzione deve essere prestata all'impiantistica: infatti le condotte, le tracce, le tubazioni possono costituire ponti acustici importanti per la trasmissione del suono, oltretutto comportare una riduzione eccessiva dello strato elastico posato soprattutto se lo spessore di quest'ultimo previsto in progetto risultasse ridotto.

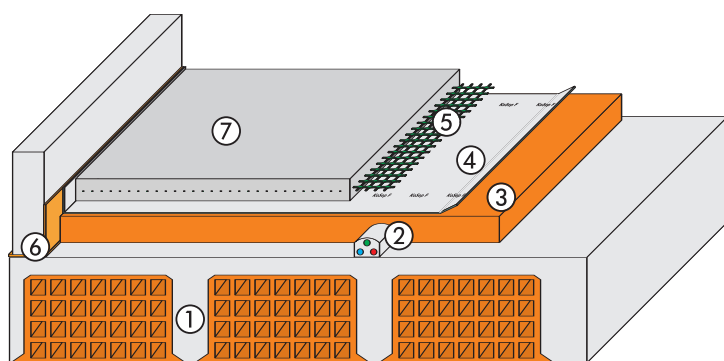
Trasmissione rumore impatto



Principio fisico pavimento galleggiante

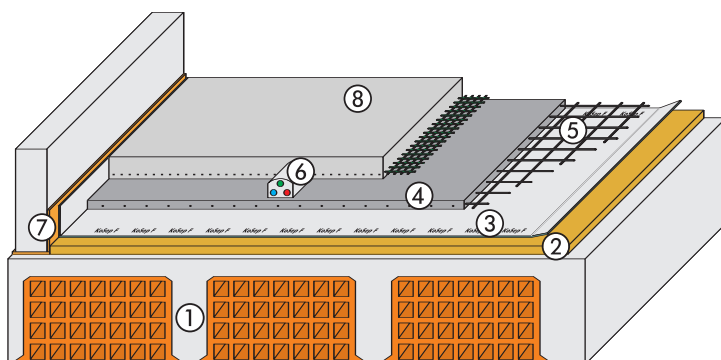
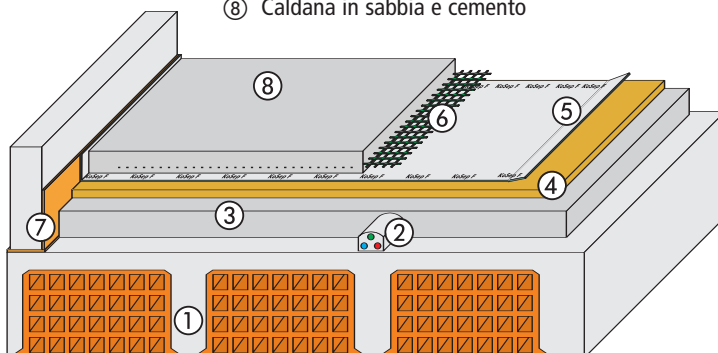


Soluzioni tecniche CoVerd di alcuni divisori orizzontali



- 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

- ① Soletta portante in latero-cemento
- ② Impianti elettrici ed idraulici
- ③ Riempimento sabbia e cemento
- ④ SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompakto 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



- ① Soletta portante in latero-cemento
- ② SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompakto 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 $\varnothing$ 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

Indice di isolamento acustico ai rumori aerei di alcuni divisori orizzontali

Descrizione struttura	Spessore solaio cm	Peso solaio kg/m ²	R' _w (dB) Teorico	R' _w (dB) Collaudo
Solaio 24cm + Sugherolite 7cm + KoSep.F 4mm + massetto 5cm + pavimento	38,0	410	55	54
Solaio 24cm + Sugherolite 5cm + KoSep.F 8mm + massetto 5cm + pavimento	36,5	408	53	53
Solaio 24cm + caldana 5cm + SoKoVerd.LV 3cm + KoSep.F 4mm + massetto 5cm + pavimento	38,5	405	56	54
Solaio 24cm + SoKoVerd.LV 3cm + KoSep.F 4mm + caldana armata 4cm + massetto 5cm + pavimento	38,5	480	58	56

Indice di isolamento acustico al calpestio di alcuni divisori orizzontali

Descrizione struttura	Spessore solaio cm	Peso solaio kg/m ²	L' _{nw} (dB) Teorico	L' _{nw} (dB) Collaudo
Solaio 24cm + Sugherolite 7cm + KoSep.F 4mm + massetto 5cm + pavimento	38,0	410	60	61
Solaio 24cm + Sugherolite 5cm + KoSep.F 8mm + massetto 5cm + pavimento	36,5	408	62	62
Solaio 24cm + caldana 5cm + SoKoVerd.LV 3cm + KoSep.F 4mm + massetto 5cm + pavimento	38,5	405	59	60
Solaio 24cm + SoKoVerd.LV 3cm + KoSep.F 4mm + caldana armata 4cm + massetto 5cm + pavimento	38,5	480	58	59

CoVerd Divisone Acustica: Tecnologia e Professionalità

La CoVerd sin dal 1984, anno della sua fondazione, opera con successo nel settore dell'Acustica Ambientale ed Architettonica.

In questi anni la CoVerd ha creato uno staff tecnico scientifico altamente qualificato, acquisendo nel contempo una profonda esperienza e conoscenza nel settore, confermando il proprio ruolo di competenza fino a diventare una delle società protagoniste del mercato.

Il servizio che la CoVerd offre nel campo dell'Acustica Ambientale ed Architettonica è veramente a 360 gradi e va dalla continua ricerca tecnico scientifica ai rilievi sul campo, dall'analisi e post-elaborazione dei dati alla predisposizione dei piani di bonifica ambientale, dallo studio acustico delle strutture edili e degli impianti tecnologici al collaudo in opera delle caratteristiche acustiche degli stessi, dalle perizie sul campo alla promozione culturale ed alle iniziative di formazione professionale.

La Divisione Acustica della CoVerd si occupa di tutte le problematiche connesse a rumore e vibrazioni in campo industriale e civile utilizzando le tecnologie più avanzate con la professionalità che deriva dall'esperienza "sul campo".

I nostri tecnici sono inseriti nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Lombardia (Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95, art. 2 commi 6 e 7) pubblicato periodicamente sul B.U.R.L.

La strumentazione di cui dispone la Divisione Acustica è assolutamente all'avanguardia, continuamente aggiornata ed ampliata.

Completano poi la dotazione i numerosi softwares che supportano quotidianamente l'attività tecnica svolta dai nostri professionisti dell'acustica.



Isolamento Acustico per via aerea delle facciate

La protezione degli ambienti dai rumori provenienti dall'esterno è fondamentale. Il problema si pone soprattutto in zone densamente popolate ove il traffico veicolare è notevole anche in orari notturni o in aree prossime ad insediamenti produttivi, soprattutto se attivi sull'arco delle 24 ore. La normativa prevede la verifica dell'intera facciata senza esplicitare indici di valutazione differenti a seconda che vi siano aperture o meno, come invece era previsto, ad esempio, dal Regolamento Locale di Igiene tipo della Regione Lombardia. Il parametro da valutare è l'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione espresso dalla

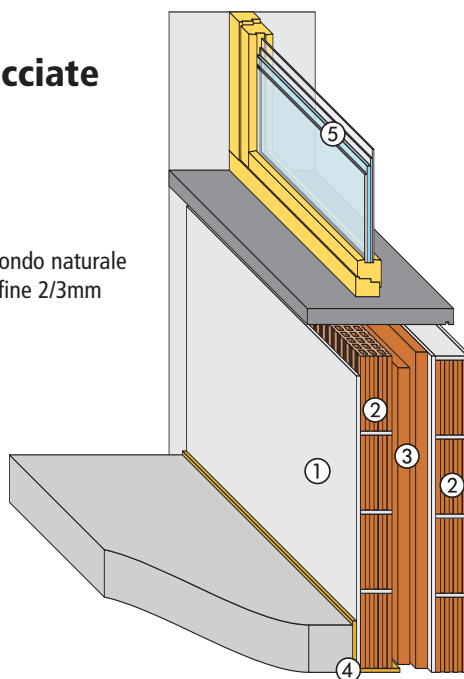
$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

dove $L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora all'esterno 2 m

davanti alla facciata, L_2 è il livello di pressione sonora medio all'interno del locale disturbato, T è il tempo di riverberazione rilevato all'interno del locale disturbato e $T_0 = 0,5$ s. Tali parametri vengono calcolati in base ai rilievi strumentali in funzione della frequenza, per ogni banda in terzi d'ottava da 100 a 3150 Hz (sedici bande). Il parametro ponderato $D_{2m,nT,w}$ è ottenuto attraverso la procedura descritta dettagliatamente nella UNI EN ISO 717. Nel caso più frequente di pareti munite di finestre, la prestazione fonoisolante complessiva dipende più dalle caratteristiche acustiche della superficie vetrata, del serramento e dell'eventuale cassonetto della tapparella che non dalla parete in muratura. Infatti il suono tende a seguire la via ove incontra una minore resistenza: una parete ben progettata, di suo in grado di soddisfare ampiamente i requisiti acustici richiesti non può sopperire a superfici finestrate insufficienti da un punto di vista acustico.

Soluzione tecnica CoVerd di facciate

- ① Intonaco sabbia e cemento
- ② Nk8 blocco fonico in laterizio
- ③ SoKoVerd.LV pannelli in sughero biondo naturale superkompacto 2/3/4/5cm a grana fine 2/3mm
- ④ KoFlex strisce in sughero naturale supercompresso 3/5/10mm
- ⑤ Serramento con vetro stratificato
- ⑥ Caldana in sabbia e cemento



Indice di isolamento acustico ai rumori aerei di alcune facciate

Descrizione struttura	Spessore facciata cm	Peso facciata kg/m ²	R' _w (dB) Teorico
Intonaco 1cm + Laterizio forato 12cm + SoKoVerd.LV 5cm + intercapedine 8cm + Laterizio forato 8cm + Intonaco 1cm	35	224	57
Laterizio semipieno 30cm + Cappotto SoKoVerd.LV 5cm	36	280	60
Paramano 12cm + SoKoVerd.AF 5cm + intercapedine 5cm + laterizio forato 8cm + intonaco 1cm	31	238	58



Tecnologia applicata del sughero naturale per l'isolamento acustico e bioclimatico - Divisione Acustica

CoVerd 23878 Verderio Superiore (Lecco) Italy Via Leonardo Da Vinci 30 Telefono 039 512487 Fax 039 513632 EMail info@coverd.it - www.coverd.it

