

Acustica edilizia e sistemi a secco

Le soluzioni S/R per l'isolamento acustico degli edifici: le fonti di inquinamento acustico, i requisiti di legge, i sistemi costruttivi. Con notevoli, importanti vantaggi rispetto a quelli tradizionali.

Massimo Guazzotti*

Da un punto di vista acustico ed in riferimento alle caratteristiche di isolamento acustico un edificio può essere scomposto in alcune parti fondamentali, ovvero: pareti di facciata, partizioni interunità verticali e partizioni interunità orizzontali.

Il quadro legislativo e normativo contemporaneo indica tramite il decreto sui requisiti acustici passivi degli edifici i valori massimi di pressione sonora ed i valori minimi di potere fonoisolante che l'impiego di tali componenti consentirà o che intrinsecamente essi stessi possiedono.

Le problematiche dell'isolamento acustico nell'edilizia

In primo luogo è bene fare una distinzione delle tipologie delle possibili rumorosità da cui un qualunque edificio può essere affetto e delle modalità di propagazione di tale rumorosità.

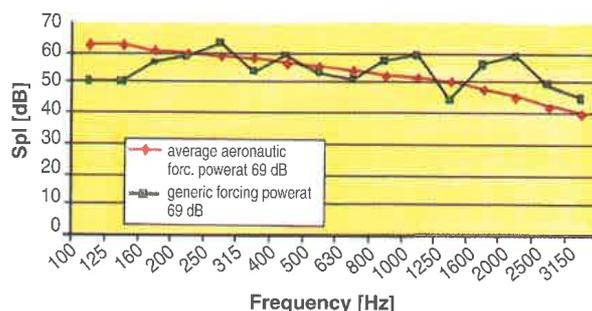
Il rumore esterno all'edificio

Il rumore prodotto all'esterno dell'edificio è tipicamente quello relativo al traffico stradale o più specificamente il rumore proveniente da una sorgente fissa, come ad esempio un compressore per condizionamento.

il rumore prodotto all'esterno preponderante è quello generato dagli aeromobili, nelle aree interessate da insediamenti ferroviari invece è da considerare la forzante acustica legata al passaggio dei treni.

Tutte le forme di inquinamento acustico descritte hanno in comune la modalità di propagazione, che avviene attraverso l'aria, da cui dipende la denominazione di rumori aerei.

Nonostante tale minimo comune denominatore questi fenomeni acustici possono essere molto diversi fra loro, e possono agire in modo diverso sulle componenti esterne dell'edificio. La ragione della diversità di tali fenomeni acustici sta nella diversa distribuzione della pressione sonora nello spettro di frequenza, ovvero la loro differenza spettrale. Il rumore aereo-



*Architetto, opera presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano.

In alto: spettri di rumore ambientale da traffico autoveicolare e da sorvolo di aeromobili commerciali.

Sotto: stralcio sintetico del Decreto sui requisiti acustici passivi degli edifici.

Descrizione materiale	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Potere fonoisolante di partizioni di divisione fra unità immobiliari distinte	Dens.
Indici	$D_{2m,nT,W}$	R'_{w}	$L'_{n,w}$
Valori per: Ospedali	45	55	58
Valori per: Residenze e Alberghi	40	50	63
Valori per: Scuole	48	50	58
Valori per: Uffici, Chiese, Centri commerciali	42	50	55

nautico, ad esempio, è caratterizzato da elevati livelli di pressione sonora alle basse frequenze, quello stradale da un andamento discontinuo ma relativamente basso nell'area di bassa frequenza.

Il rumore interno all'edificio

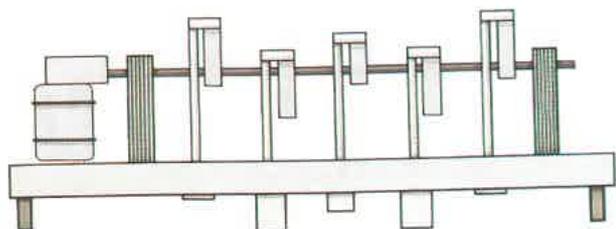
I suoni prodotti all'interno di un'unità abitativa possono giungere in un altro ambiente attraverso le partizioni orizzontali e le partizioni verticali.

Detti suoni si propagano per via aerea, e nel caso delle partizioni orizzontali anche per via solida. Da tale

ultima modalità di propagazione deriva il termine "rumore di calpestio"; il rumore di calpestio è stato normalizzato per mezzo di una apparecchiatura meccanica costituita da un albero a camme che comanda una serie di pestelli, tale meccanismo è realizzato con pesi e dimensioni riportati nella normativa.

Il rumore generato all'interno degli edifici è costituito prevalentemente dalla voce umana e da emanazioni sonore di apparecchi radiofonici e televisivi.

Il DPCM 5 dicembre 1997 di cui sopra stabilisce quali devono essere i valori massimi attribuibili ai rumori aerei provenienti dall'esterno e i valori massimi dovuti al rumore generato al piano superiore dalla macchina del calpestio, ambedue riscontrabili all'interno delle unità abitative. Il decreto stabilisce, inoltre, i valori minimi di isolamento acustico che intrinsecamente devono garantire le pareti di confine fra una unità e l'altra.



Generatore normalizzato di calpestio.

Miglioramento del potere fonoisolante di alcune strutture in laterizio accoppiate a diverse tipologie di controparete in gesso rivestito e pannelli in fibra minerale.

Pareti di facciata in laterocemento e con sistemi a secco

In un edificio tradizionale le pareti di facciata sono normalmente costituite da diversi componenti, ciascuno dei quali con diverse caratteristiche acustiche intrinseche (potere fonoisolante R_w). I componenti che generalmente si possono ritrovare in una parete di facciata sono:

- murature di tamponamento (costituite generalmente da una doppia muratura con intercapedine con paramenti di mattoni forati, spessore 15 cm esterno e 8 cm interno) R_w 50 dB;
- struttura in CA (pilastri e travi): R_w 45dB;
- murature di tamponamento leggere (sottodanzali e velette): R_w 41 dB;
- finestre (oggi normalmente equipaggiate con vetrocamera): R_w 32 dB.

L'isolamento acustico di facciata è dato dalla composizione acustica di tali elementi ed anche da tutto ciò che rappresenta una superficie acusticamente permeabile, ad esempio la mancanza di malta sui corsi verticali dei mattoni, le fessure esistenti fra telaio dei serramenti e muratura, ecc.

Per avere un'idea di come le componenti a basso isolamento, o ancor di più le mancanze dovute a non perfetta esecuzione come quelle sopra citate, contribuiscano al decremento dell'isolamento acustico si consideri il seguente esempio: un muro tradizionale esterno (composto da doppia parete con intercapedine) fornisce, se privo di aperture, un grado di isolamento pari a 50 dB, mentre una normale finestra chiusa ha un potere fonoisolante di circa 25 dB. Nell'ipotesi che la parte vetrata occupi il 25% della superficie totale, si avrà una perdita di isolamento di 18 dB e conseguentemente una limitazione totale del potere fonoisolante di tutta la parete a 32 dB.

Una tipica parete a secco può essere costituita, da un punto di vista acustico, da un pannello multistrato e da un serramento che, ad esempio, possono avere i seguenti requisiti fonoisolanti:

- pannello multistrato: R_w 43 dB;
- finestra con vetrocamera: R_w 32 dB.

I pannelli di tamponamento, nelle strutture a secco, presentano stratigrafie molto variabili e contraddistinte acusticamente dalla tipologia degli isolanti termici impie-

Tecnologia costruttiva della muratura	Indice di valutazione del potere fonoisolante della sola struttura	Indice di valutazione della struttura + accoppiato lastra in gesso rivestito + isolante in fibra 13+30 mm	Indice di valutazione della struttura + accoppiato lastra in gesso rivestito + isolante in fibra 13+50 mm
	R_w (dB)	R_w (dB)	R_w (dB)
Mattoni forati da 4 cm	34	55	-
Mattoni forati da 8 cm	34	54	-
Mattoni forati da 10 cm	36	-	55
Mattoni forati da 15 cm	42	48	56
Mattoni forati da 20 cm	46	-	61
Blocchi di gesso da 5 cm	27	51	55
Blocchi di gesso da 7 cm	32	49	53
Blocchi di gesso da 10 cm	38	54	56
Calcestruzzo da 8 cm	47	60	63
Calcestruzzo da 18 cm	61	64	69
Blocchi di cemento vibrato da 10 cm	45	60	-
Blocchi di cemento vibrato da 15 cm	52	-	65

gati. Tali isolanti termici normalmente sono contenuti nell'intercapedine fra paramento leggero interno, ad esempio pannelli in gesso, e paramento esterno, ad esempio struttura autoportante in lega di alluminio; i più efficaci dal punto di vista acustico sono gli isolanti fibrosi (lana di vetro ad alta densità) o quelli microcellulari (poliuretani espansi, moltoprene, neoprene, ecc.). Essi esercitano la loro funzione acustica, in quanto dotati di caratteristiche spiccatamente fonoassorbenti, impedendo il formarsi di riverberazioni all'interno dell'intercapedine, le quali sono capaci di ridurre gravemente il potere fonoisolante delle pareti stesse. Per questi motivi il grado di potere fonoisolante proprio di un tamponamento a secco può essere molto variabile. Nelle strutture a secco le caratteristiche di omogeneità dei materiali e la precisione delle connessioni fra i diversi componenti, ad esempio con il serramento, offre migliori garanzie che una struttura tradizionale in laterocemento. L'utilizzo consapevole di strutture leggere può comunque scaturire se necessitano capacità fonoisolanti di alto livello. Nel caso si sia in presenza di una sorgente specifica, come ad esempio il rumore aeronautico o il rumore derivante da lavorazioni industriali, si possono ottenere anche prestazioni elevate ottimizzando il numero dei pannelli e di intercapedini, modificando in tal modo spettralmente le caratteristiche isolanti in funzione dello spettro della forzante. Alcune strutture tradizionali vengono, ad esempio, talvolta bonificate acusticamente con l'ausilio di strutture a secco. Un tipico esempio è quello della bonifica di murature sottodavanzale con la sovrapposizione di una parete in cartongesso accoppiata ad un materassino fonoassorbente in lana di vetro ad alta densità.

Pareti interunità in laterocemento e con sistemi di pareti leggere

Le pareti divisorie di un qualunque edificio residenziale sono normalmente costruite in mattoni forati da 12 cm o da 15 cm, intonacate sui due lati coesionati con malta cementizia. Tale configurazione stratigrafica permette di ottenere un potere fonoisolante della parete solo in funzione della propria massa, ed in questi specifici casi non consente praticamente mai di raggiungere il grado di isolamento acustico richiesto dalla normativa.

L'impiego di strutture pesanti al fine di aumentare le capacità fonoisolanti di un tramezzo non

si dimostra realmente conveniente. Se si osserva il grafico relativo alla legge di massa si può constatare che un raddoppio del peso di una parete comporta un incremento del suo potere fonoisolante di circa 4 dB.

Il concetto di parete multipla trova la sua ideale applicazione nelle pareti leggere su orditura metallica: con questa tecnologia non è più il peso superficiale della parete a determinare il potere fonoisolante, ma il funzionamento del sistema massa - aria - massa.

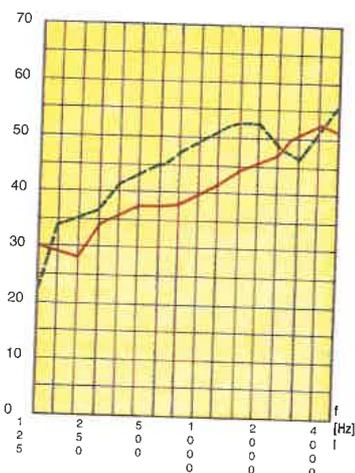
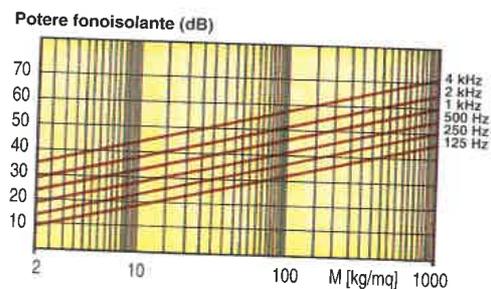
In pratica l'isolamento acustico non è più basato sull'inerzia (massa del divisorio) ma su un meccanismo dinamico basato sui principi della risonanza e della coincidenza. In tal modo si possono ottenere, con pesi di poche decine di kg per mq, valori di potere fonoisolante che richiederebbero, utilizzando pareti monoparamento, pesi di centinaia di kg per mq.

La parete doppia ideale dovrebbe avere i due strati componenti completamente separati fra di loro: più numerosi sono i punti di collegamento e più numerosi saranno i ponti acustici che ne mineranno l'efficienza. In tali ideali condizioni, l'aria contenuta si comporta come uno smorzante che dissipa l'energia acustica che si propaga attraverso la parete. Sul concetto di parete leggera su orditura metallica sono state elaborate numerose possibilità di composizione stratigrafica, i cui parametri progettuali fondamentali sono:

- Spessore lastre: spessore delle lastre di rivestimento, le quali possono essere montate in uno o più strati accoppiati;
- Profondità intercapedine: l'intercapedine può essere di diverse profondità ottenibili con differenti armature di sostegno;
- Coibentazione interna: la coibentazione interna può essere realizzata utilizzando pannelli in lana minerale aventi spessori e densità differenti posti nelle intercapedini fra le lastre in gesso.

Le partizioni orizzontali in laterocemento e realizzate con sistemi a secco

Le partizioni orizzontali o solai, come più comu-



In alto: rappresentazione grafica della legge di massa, potere fonoisolante in funzione della frequenza e della massa.

In basso: potere fonoisolante di un tramezzo leggero confrontato con quello di un muro tradizionale (linea tratteggiata).

nemente vengono definiti, hanno un comportamento acustico, nei confronti dei rumori propagati per via aerea, del tutto analogo al comportamento delle partizioni verticali.

Esaminando la stratigrafia di un comune solaio in laterocemento, che nel nostro paese rappresenta la stragrande maggioranza tipologica relativa a questo componente edilizio, si può considerare come l'alternanza fra travetti in cemento armato (ad elevata massa areica) e laterizi (a ridotta massa areica) costituisca una struttura fisiologicamente poco impedente dal punto di vista acustico. Di fatto si può quasi esclusivamente contare sul potere fonoisolante garantito dal massetto collaborante e dallo strato di cemento magro (caldana). Si deve ovviare di considerare il rivestimento all'estradosso della partizione in quanto soggetto a sostanziali mutamenti nel corso delle sue sostituzioni che ne possono stravolgere l'efficacia.

In conseguenza a quanto esposto si ricava che l'isolamento acustico ai rumori aerei offerto da un solaio in laterocemento può essere talvolta anche scarso, soprattutto quando tale solaio è interposto fra ambienti non abitativi (box, pubblici esercizi, ecc.) ed unità abitative. Il trattamento elettivo, in questi casi, consta nella messa in opera all'intradosso del solaio di una controsoffittatura con intercapedine coibentata con materiale fonoassorbente.

Un sistema di realizzazione di solaio a secco non offre masse considerevoli su cui contare per l'isolamento acustico, dato che mediamente ha

una massa areica inferiore a quella di un solaio in laterocemento, inoltre la struttura portante (ad esempio in acciaio) avente maggior massa risulta dislocata in modo concentrato sull'intera superficie. Tuttavia, gli elementi costituenti la

stratigrafia di un solaio a secco sono strati molto omogenei e presentano una o più intercapedini fra l'uno e l'altro strato. Ciò può consentire, con una adeguata progettazione acustica, di ottenere strutture multistrato particolarmente efficaci comprese in spessori molto minori di quelli che si avrebbero realizzando un intervento di bonifica su di un solaio in laterocemento, come dianzi esposto.

La riduzione dei rumori impattivi

La riduzione dei rumori impattivi è subordinata all'interruzione della continuità del percorso per via solida delle vibrazioni: ciò può essere ottenuto con varie tecniche che, escludendo le azioni dirette sulla fonte delle vibrazioni (giunti e supporti elastici, molle, ecc.) si dividono in tre categorie di intervento:

- rivestimento, all'intradosso, del solaio con uno strato smorzante come ad esempio le tipologie di moquette a pelo ritorto o a pelo alto. Le condizioni al contorno che consentano a tale intervento di essere efficace sono che il solaio sia dotato di una certa massività e che la sua massa areica sia uniformemente distribuita;
- realizzazione di un pavimento galleggiante mediante l'interposizione fra massetto e strato di riempimento in cemento magro di una guaina resiliente, la quale opera in questo caso un vero e proprio taglio acustico della partizione orizzontale;
- realizzazione di controsoffittatura all'intradosso della soletta. Tale intervento è da intendersi come rimedio parziale al rumore di calpestio in quanto deputato all'intercettazione dei rumori aerei generati dalla vibrazione del solaio ed emessi dall'intradosso dello stesso, ma non dei suoni emessi dalle partizioni verticali dell'ambiente disturbato, solidali con il solaio e sollecitate dalle vibrazioni del medesimo.

I sottopavimenti a secco possono essere costituiti da lastre in gesso rivestito che vengono giuntate in opera mediante incastrici a maschio e femmina sui quali viene applicato un adesivo silconico.

Le lastre possono essere accoppiate a pannelli di polistirolo o polistirene ad alta densità.

Nel caso che la superficie del solaio rustico sia molto irregolare o che si voglia creare uno strato di contenimento per gli impianti è possibile applicare un livellante costituito da un granulato minerale a secco con ottime caratteristiche di attenuazione delle vibrazioni. Sul sottopavimento realizzato nel modo descritto è possibile applicare qualunque tipo di rivestimento.

Una tecnologia alternativa è quella che prevede l'utilizzo di massetti autolivellanti che consentono di realizzare pavimenti galleggianti estremamente resistenti e con spessori limitati.

La tecnica di realizzazione prevede la completa separazione del massetto autolivellante dal solaio rustico e dalle pareti laterali mediante strisce in polistirolo o in fibra minerale.

Potere fonoisolante e suo miglioramento relativo ad alcune significative tipologie di pareti in gesso rivestito su struttura metallica.

Rappresentazione schematica di pavimento galleggiante.

