

# Nei grandi ambienti

Gli interventi passivi per la riduzione del disturbo provocato dai rumori; tecnologie, materiali e tecniche costruttive rivolte al contenimento dell'inquinamento acustico indoor.

Giorgio Biaggini

1ª Parte

(la 2ª Parte verrà pubblicata  
su Modulo n. 274 di Settembre)

In acustica edilizia, per ridurre il disturbo provocato dai rumori, sono possibili, in sintesi due tipi di intervento e precisamente:

- interventi attivi;
- interventi passivi.

Nel campo degli interventi attivi sono comprese tutte le operazioni finalizzate al controllo del rumore direttamente alla sorgente (ad esempio scelta di impianti tecnici silenziosi, loro corretta installazione, controllo del rumore di calpestio, ecc.).

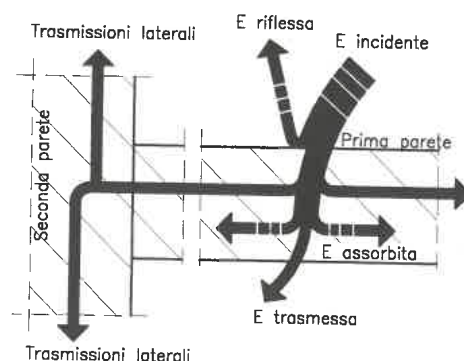
Alla categoria degli interventi passivi appartengono invece tutte le operazioni che, attraverso l'impiego di opportuni materiali e tecniche, hanno lo scopo di ostacolare, o comunque modificare, la propagazione dell'energia sonora e la sua ricezione.

L'assorbimento e l'isolamento acustici sono gli interventi passivi di gran lunga più importanti e, in quanto segue, parleremo di fonoassorbimento, dopo avere chiarito i fenomeni acustici che li riguardano.

## Assorbimento ed isolamento acustici

Se nella sua propagazione l'energia sonora incontra un ostacolo, avvengono i seguenti fenomeni di scomposizione e trasformazione (fig. 1):

- a) una parte dell'energia sonora viene riflessa dalla superficie dell'ostacolo;
- b) una parte viene assorbita dal materiale costituente l'ostacolo;



c) una parte viene trasmessa al di là dell'ostacolo stesso direttamente o attraverso le fughe laterali.

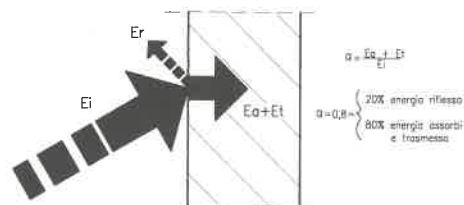
Le problematiche acustiche che derivano da quanto sopra precisato sono in sintesi di due tipi che, per le grandi differenze intrinseche, vanno studiati separatamente, anche se invece nella pratica quotidiana gli stessi vengono spes-

2 - Il coefficiente di assorbimento acustico è dato dal rapporto tra l'energia sonora assorbita e trasmessa e quella incidente

so confusi. Ci riferiamo agli interventi acustici aventi come obiettivo rispettivamente il fonoisolamento ed il fonoassorbimento.

Con il fonoisolamento si opera in modo da ridurre la parte di energia acustica che attraversa una struttura in modo da contenere, entro limiti prefissati, l'energia sonora che si trasmette al di là di essa. Si fa ricorso a questo tipo di intervento sia nell'acustica edilizia (pareti divisorie, perimetrali, solai, ecc.), sia nell'acustica industriale (ad esempio incapsulaggio di macchine rumorose). Il compito affidato al fonoassorbimento è invece completamente differente in quanto, in tal caso, si tratta di limitare o ridurre al minimo gli effetti dovuti alle riflessioni che le onde sonore fanno sulle superfici a vista degli ambienti chiusi.

Chiariti questi indispensabili concetti, in quanto



che lo stesso è in grado di riflettere soltanto il 20% dell'energia sonora incidente (fig.2).

I materiali rigidi, compatti e a superficie liscia (marmo, metalli, ecc.) sono fortemente riflettenti e quindi, mentre la parte di energia riflessa è notevole, risultano ridotte le quote di energia assorbita dal materiale costituente la parete.



1 - Nella pagina a fianco: scomposizione dell'energia sonora che incide su una parete.

segue parleremo del fonoassorbimento sia come fenomeno fisico, sia come mezzi per il suo controllo, sia infine come applicazioni pratiche.

### Assorbimento acustico

L'assorbimento acustico è quella proprietà dei materiali di trattenere una parte dell'energia sonora che li colpisce.

La grandezza che definisce questa proprietà di un materiale è il fattore di assorbimento acustico  $\alpha$ , che rappresenta il rapporto tra la somma dell'energia sonora assorbita  $E_a$  con quella trasmessa  $E_t$  e l'energia sonora incidente  $E_i$ , cioè:

$$\alpha = \frac{E_a + E_t}{E_i}$$

In altre parole, dire che un materiale ha un coefficiente di assorbimento acustico di 0,8 vuol dire

Al contrario i materiali porosi (fibrosi o a porosità aperta) sono in grado di assorbire un'alta percentuale dell'energia sonora che li colpisce, e di rifletterne per contro una percentuale minima.

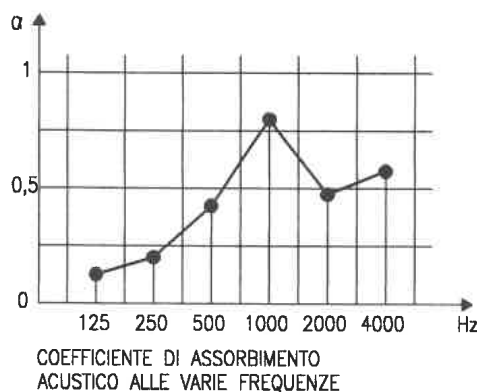
Questo fenomeno è dovuto all'attrito che le onde sonore incontrano nell'attraversare gli alveoli di questi tipi di materiali.

Poiché un determinato materiale non assorbe nello stesso modo i suoni gravi, medi o acuti, è necessario rivelare sempre il coefficiente di assorbimento in funzione della frequenza (fig.3). In generale esso è misurato per terzi o per bande di ottava.

### Misura del coefficiente di assorbimento acustico in campo sonoro diffuso

La misura viene eseguita presso laboratori specializzati in una camera riverberante di caratteri-





stiche acustiche note nella quale il suono risulta uniformemente diffuso.

Il materiale in prova viene sistemato di norma sul pavimento, e viene determinato alle varie frequenze il tempo di riverberazione sia a camera vuota, sia dopo la posa del materiale stesso. Applicando la nota formula di Sabine si determina il coefficiente di assorbimento acustico. Facendo la media aritmetica dei valori dei coefficienti di assorbimento acustico alle frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz e arrotondando il risultato al valore 0,05 più prossimo, si ottiene il coefficiente medio NRC. In epoca recente è stata emessa la norma UNI EN ISO 11654, che specifica un diverso metodo per esprimere con un numero unico (indice di valutazione) il coefficiente di assorbimento acustico variabile, come precedentemente precisato, con la frequenza.

### Materiali fonoassorbenti

I materiali fonoassorbenti, cioè con elevato fattore di assorbimento acustico, si possono dividere in tre categorie:

- materiali porosi, ad esempio poliuretani a celle aperte, manufatti in lana di vetro o di roccia ed in genere i manufatti a porosità aperta;
- pannelli piani flessibili (ad esempio lastre in gesso rivestito non forate);
- strutture risonanti (ad esempio pannelli in gesso rivestito perforati).

Nei materiali porosi l'assorbimento acustico avviene per trasformazione dell'energia sonora in calore a causa dell'attrito che le onde sonore sviluppano all'interno degli alveoli di questi manufatti.

Di norma l'assorbimento acustico dei materiali porosi cresce con l'aumentare della frequenza, con l'aumentare del loro spessore e con quello della eventuale camera d'aria retrostante il prodotto. L'influenza di tale camera d'aria è molto forte, nel senso che con l'aumentare del suo

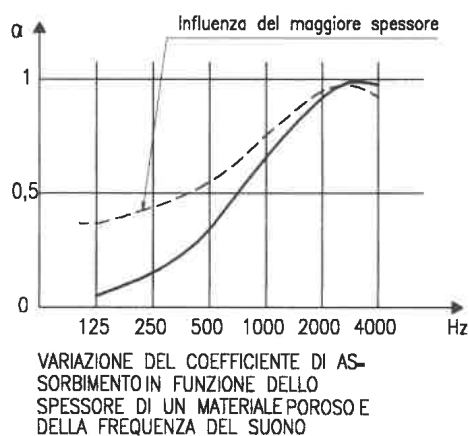
spessore cresce l'assorbimento acustico del materiale fonoassorbente, quasi nella stessa misura con cui crescerebbe con lo spessore di quest'ultimo. Ne deriva che nei certificati di prova del coefficiente di assorbimento acustico deve sempre essere precisata la presenza o meno di detta camera d'aria.

Nel caso di materiali fibrosi ha inoltre influenza sull'assorbimento acustico il diametro delle fibre, la loro densità, la presenza di materiale non fibrato (lane di roccia) e la presenza di eventuali film di protezione o rivestimenti di varia natura. Questi ultimi, infatti, modificano sostanzialmente il coefficiente di assorbimento acustico di materiali porosi, soprattutto alle alte frequenze.

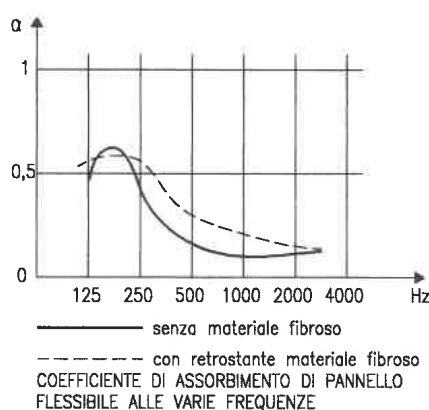
La figura 4 illustra, per un materiale poroso, l'andamento tipico del coefficiente di assorbimento acustico in funzione del suo spessore e della frequenza.

Nel caso di pannelli piani flessibili l'assorbimento acustico è legato alla loro elasticità, allo spessore della camera d'aria retrostante e all'eventuale inserimento nella stessa di materiali porosi. Quando un'onda sonora produce, nelle vicinanze di una membrana flessibile, un aumento della pressione acustica, si ha un'inflexione

3 - Poiché un determinato materiale non assorbe nello stesso modo i suoni gravi, medi o acuti, è necessario rilevare sempre il coefficiente di assorbimento in funzione della frequenza.



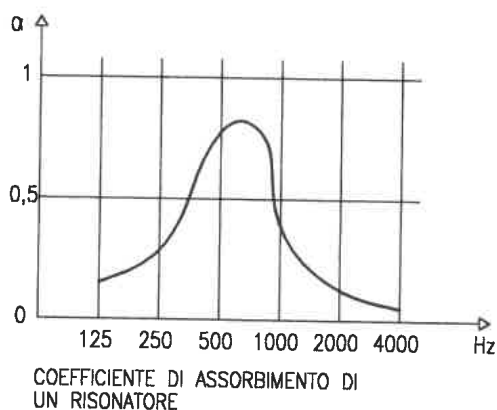
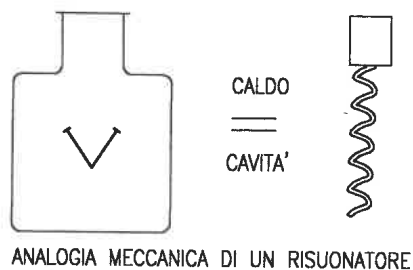
4 - Andamento tipico del coefficiente di assorbimento acustico in funzione dello spessore del materiale e della frequenza.



5 - Coefficiente di assorbimento acustico di un pannello flessibile misurato alle varie frequenze.

6 - A fianco: analogia meccanica di un risonatore.

7 - Sotto: coefficienti di assorbimento di un risonatore.



della membrana stessa verso la parete. L'elasticità della membrana fa sì che si verifichino una serie di vibrazioni che generano a loro volta delle onde sonore. Qualora le onde sonore prodotte dalla membrana risultino in perfetta controfase con quelle in arrivo, si ha un totale assorbimento di queste ultime. L'assorbimento acustico derivante da questo procedimento è molto selettivo (vedi fig. 5), in quanto avviene solo per quelle frequenze per le quali il pannello elastico entra in risonanza. La presenza di un materiale fibroso nella camera d'aria retrostante allarga la gamma delle frequenze assorbite. Passiamo adesso al fenomeno acustico legato all'assorbimento per risonanza di cavità. La figura 6 schematizza una bottiglia di volume V. Quando un'onda sonora entra all'interno della bottiglia comprime l'aria in essa contenuta la quale, per la propria elasticità, produce un'onda sonora in controfase con quella in arrivo. Se la frequenza del suono incidente è uguale alla frequenza propria del risonatore si ha una perfetta risonanza, e quindi un annullamento dell'energia sonora delle onde incidenti. Anche in questo caso l'assorbimento in funzione alla frequenza è molto selettivo (fig. 7). Spesso invece di un solo risonatore si impiegano risonatori multipli, costituiti ad esempio da una lastra di gesso rivestito perforata e posta a una certa distanza da

una parete (fig. 8). Qualora i fori abbiano diametro variabile l'assorbimento del sistema sarà meno selettivo, dato che le frequenze di risonanza sono legate ai diversi valori del diametro dei fori (foratura random).

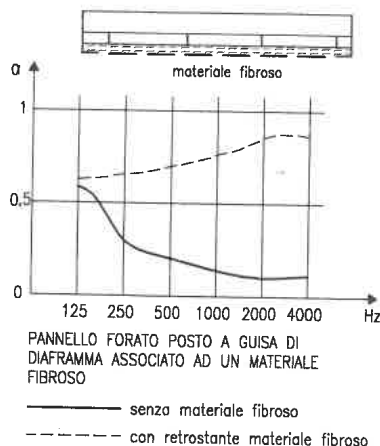
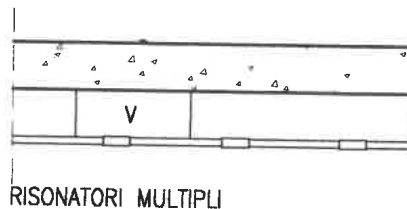
In conclusione, abbiamo visto che esistono tre principali sistemi di assorbimento acustico che possono però essere combinati tra di loro al fine di sfruttare al meglio le proprietà fonoassorbenti di ciascuno dei essi.

Il sistema più valido, in tal senso, è quello di disporre un materiale poroso dietro sistemi assorbenti acustici per risonanza di cavità o per effetto membrana.

La figura 9 illustra la combinazione di un materiale poroso di base con un pannello perforato, ottenendo in tal modo un sistema risonante-assorbente in grado di svolgere le sue funzioni di fonoassorbimento su tutta la gamma delle frequenze udibili.

Nella seconda parte, in pubblicazione sul numero di settembre, verranno documentate le varie tecniche di intervento e le tipologie di prodotti.

(Si ringraziano Armstrong, BPB Italia, Celenit, Eraclit, Eurocoustic, Vanoncini per la documentazione fotografica gentilmente fornita).



8 - In alto: spesso, invece di un solo risonatore, si impiegano risonatori multipli, costituiti ad esempio da una lastra di gesso rivestito perforata e posta a una certa distanza dalla parete.

9 - Sopra: combinazione di un materiale poroso di base con un pannello perforato.