

PROGETTO, REALIZZAZIONE E COLLAUDO DI UN LABORATORIO PER LA MISURA DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI ELEMENTI DI EDIFICIO VERTICALI

A. Farina(*), P. Malpeli, R. Pompoli(**), E. Salsi

(*) Istituto di Fisica Tecnica, Viale Risorgimento, 2 - Bologna

(**) Istituto di Scienze dell'Ingegneria, via Massimo D'Azeglio 85/A
Parma

PREMESSA

Nell'ambito di una Convenzione di ricerca tra l'Università di Parma e la Ditta SALVARANI INDUSTRIE S.p.a. di Braganzola (Parma) è stato progettato e costruito presso lo stabilimento Salvarani, un laboratorio per la misura del potere fonoisolante di pareti divisorie verticali. Per accordi intercorsi tra le parti, il laboratorio è disponibile per eseguire prove conto terzi completamente gestite dall'Istituto di Scienze dell'Ingegneria dell'Università di Parma.

L'articolo descrive gli aspetti più significativi della progettazione e realizzazione del laboratorio e riferisce sui risultati ottenuti dal collaudo acustico delle camere di prova.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La norma che specificatamente descrive i requisiti dei laboratori per la misura dell'isolamento acustico dei componenti edilizi è la UNI 8270 parte 1^a [1]; altre indicazioni sono deducibili dalla UNI 8270 parte 3^a [2]. In sintesi le prescrizioni che maggiormente possono influenzare le scelte progettuali della forma e struttura delle camere di prova sono:

- a) volumi delle camere non uguali; si raccomanda una differenza di almeno il 10% ed un volume non inferiore a 50 m^3 ;
- b) l'apertura di prova tra le due camere deve essere di circa 10 m^2 , con la dimensione più piccola non minore di 2.3 m;
- c) il rapporto tra le dimensioni di ogni camera deve assicurare che le frequenze proprie, nella gamma delle basse frequenze, siano spaziate il più uniformemente possibile;
- d) il livello del rumore di fondo nella camera ricevente deve essere sufficientemente basso da permettere la misura dell'energia sonora trasmessa dalla camera di emissione, tenuto conto della potenza sonora disponibile in quest'ultima e delle proprietà fonoisolanti dei campioni per i quali il laboratorio è previsto;
- e) l'energia sonora trasmessa attraverso una qualsiasi via indiretta deve essere trascurabile rispetto a quella trasmessa attraverso il campione in prova;

f) i valori dei tempi di riverberazione, anche alle basse frequenze, devono essere inferiori a 2 secondi

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il primo vincolo al progetto era rappresentato dalla collocazione del laboratorio, per il quale era prevista la sistemazione in un vecchio edificio preesistente. Si tratta di una casa colonica ubicata lontano dallo stabilimento produttivo ed in una zona molto tranquilla.

Geometria degli ambienti di misura

I requisiti indicati precedentemente ai punti a), b) e c) determinano principalmente la geometria delle camere di prova: in particolare, il volume realizzato è il minimo richiesto e precisamente di 50 e 56 m³, mentre l'apertura della sezione di prova ha le dimensioni di 3050 x 3300 mm.

La figura 1 mostra pianta e sezione delle due camere: come si può osservare le dimensioni in pianta sono uguali, mentre le pendenze del soffitto sono diverse. Al fine di verificare la condizione indicata al punto c), sono state calcolate le frequenze proprie delle due camere nel campo compreso tra 0-200 Hz. Trattandosi di ambienti non parallelepipedi il valore delle frequenze proprie è stato determinato utilizzando un programma di calcolo basato sugli elementi finiti. Tenuto conto che la larghezza "L" delle due camere è costante, è stato sufficiente applicare tale metodo sul piano trasversale e quindi in forma bidimensionale, riducendo notevolmente il tempo di calcolo. La tabella I riporta i risultati ottenuti.

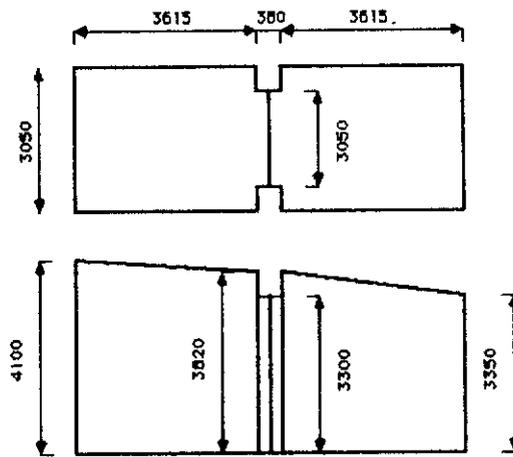


FIG. 1

Tabella 1

freq.	numero modi			
	alta rettangolare	alta inclinata	bassa rettangolare	bassa inclinata
50	0	1	1	2
63	3	3	3	3
80	3	2	2	1
100	10	10	10	10

Strutture di confine

Le prescrizioni indicate ai punti (d), (e) ed (f) influenzano in modo particolare le scelte della struttura edilizia delle camere e delle modalità di esecuzione delle opere edili.

Bassi livelli del rumore di fondo nella stanza ricevente, punto (d), richiedono elevati isolamenti acustici delle camere rispetto alle sorgenti di rumore esterne ed in particolare una scelta appropriata delle porte di accesso agli ambienti di misura. In questo caso si è cercato di realizzare una struttura completamente svincolata da quella preesistente e costituita da pareti aventi elevata massa.

Per le pareti esterne sono stati utilizzati mattoni pieni di 10 cm di larghezza; il muro è stato intonacato, quando possibile, su entrambi i lati. Tra le nuove pareti e quelle precedenti, è stato poi inserito uno strato di lana di vetro di 40 mm. Le pareti delle due camere di prova sono state realizzate con pannelli in cartongesso di 25 mm di spessore, separate da quelle in mattoni da un ulteriore strato di lana di vetro di 40 mm (fig. 2).

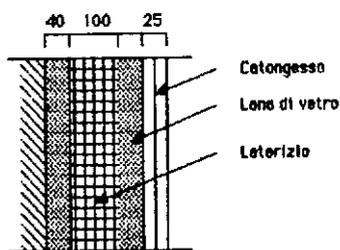


FIG. 2

Le porte di accesso alle camere sono formate da un telaio interamente realizzato in acciaio con profili ad U, larghi 100 mm, sul quale sono state saldate lamiere dello spessore di 2 mm. L'interno è stato poi riempito con lana minerale ad alta densità.

Per quanto riguarda la riduzione della trasmissione laterale, punto (e), si è cercato di mantenere le due strutture di confine delle camere completamente svincolate ed indipendenti. In particolare, ognuna di esse appoggia su un proprio pavimento galleggiante ed è delimitata da pareti e soffitto completamente autonomi. La fessura di 40 mm di spessore, che si è venuta a formare tra le pareti in corrispondenza della sezione di prova, è stata completamente chiusa con una guarnizione in gomma ad alta densità ed elevato smorzamento.

Infine, la richiesta di bassi valori del tempo di riverberazione anche a bassa frequenza, punto (f), è stata soddisfatta grazie alla presenza delle pareti in cartongesso che delimitano le due camere di prova.

COLLAUDO ACUSTICO

Affinché le misure del potere fonoisolante siano ritenute conformi alle specifiche indicate nelle citate normative, devono essere soddisfatti alcuni requisiti acustici che vengono qui descritti.

Tempi di riverberazione

Come previsto dalla parte 3^a della UNI 8270, i tempi di riverberazione delle due camere sono inferiori a 2 secondi in tutto il campo di frequenze compreso tra 100 e 3150 Hz. A bassa frequenza questo risultato è stato possibile grazie ai pannelli in cartongesso con cui sono state realizzate le pareti laterali delle camere di misura; ad alta frequenza è invece sufficiente introdurre una opportuna quantità di materiale fonoassorbente.

Rumore di fondo

Il rumore di fondo all'interno delle camere è risultato inferiore a 20 dB in tutto il campo di frequenze compreso tra 100 e 3150 Hz.

Ripetibilità delle misure

La verifica della ripetibilità delle misure è stata condotta secondo la procedura indicata dalla norma ISO 140/2 [3]. Come campione di prova è stato costruito un muro di mattoni pieni. La procedura di misura prevede 2 posizioni microfoniche nella camera trasmittente e 3 nella camera ricevente; si ottengono in tal modo 6 singole misure di isolamento che vengono mediate linearmente per fornire un unico valore di R. Si è ripetuto il procedimento per 6 volte e sono stati confrontati a coppie i risultati ottenuti dalle misure consecutive: la 1^a con la 2^a (R1-R2), la 3^a con la 4^a (R3-R4) e la 5^a con la 6^a (R5-R6). La tabella II confronta i valori delle differenze di R in corrispondenza alle diverse bande di frequenza; come è facile osservare tali valori sono tutti inferiori ai massimi previsti dalla ISO 140/II [3].

TAB. II

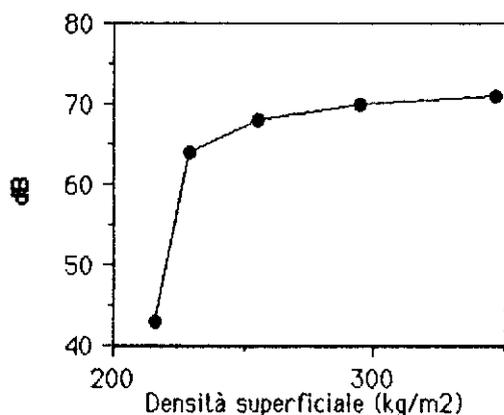
Frequenza	R1-R2	R3-R4	R5-R6	ISO
100	0,5	0	1,5	5
125	0,5	0,2	0,4	5
160	0,0	0,2	0,5	5
200	0,2	0,0	0,4	5
250	0,1	0,2	0,4	5
315	0,1	0,0	0,5	2
400	0,1	0,4	0,3	2
500	0,1	0,7	0,2	2
630	0,3	0,0	0,6	1
800	0,4	1	0,5	1
1000	0,7	0,4	0,7	1
1250	0,2	0,8	0,3	1
1600	0,2	0,7	0,5	2
2000	0,5	0,4	1,0	2
2500	0,2	0,4	0,5	2
3150	0,1	0,2	0,1	2

Misura di R'_{max}

Al fine di verificare che il suono trasmesso da ogni percorso indiretto sia trascurabile rispetto al suono trasmesso attraverso l'elemento in prova, la norma UNI 8270 parte 3^a suggerisce di determinare il valore di R'_{max} ottenuto dalla misura di R' (potere fonoisolante apparente) con una struttura ad alto isolamento acustico. Se, pur aumentando le proprietà isolanti della struttura, non si ha un incremento di R' , questo è da considerarsi come R'_{max} .

La figura 3 mostra la curva dell'indice di valutazione R_w (dB) al variare della massa specifica (kg/m^2) della parete in prova; come si può osservare il valore dell'indice di valutazione di R_{max} è risultato di 71 dB. Considerato che le trasmissioni laterali possono essere ritenute trascurabili quando, per un elemento in prova, il valore di R è minore di $(R_{\text{max}} - 10)$ dB, si può concludere che il laboratorio può misurare il potere fonoisolante R di pareti verticali aventi un valore massimo dell'indice di valutazione (R_w) di 61 dB. Più in dettaglio la tabella III fornisce i valori massimi di R al variare delle frequenze di centro banda comprese tra 100 e 3150 Hz.

Fig. 3 Indice di valutazione R_w



Frequenza	R_{max}
100	54,8
125	46
160	48,3
200	51,5
250	48,6
315	46
400	52,3
500	60,4
630	66,1
800	69,8
1000	72,9
1250	74,1
1600	77,1
2000	77,9
2500	75
3150	76,5

Riproducibilità delle misure

La riproducibilità delle misure deve garantire che, per un prefissato campione in prova, il valore del potere fonoisolante ottenuto in un laboratorio che segue prescritte procedure di prova, sia uguale a quello ottenuto, sul medesimo campione, da un altro laboratorio che. La figura 4 mostra il valore di R di una parete stratificata ottenuto rispettivamente presso il laboratorio dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale "G.Ferraris" (I.E.N.G.F) di Torino (curva a) ed il laboratorio descritto nella presente nota (curva b). L'indice di valutazione è risultato rispettivamente di 30,5 dB e 30 dB. La modesta differenza è probabilmente da imputare alla minore area della sezione di prova del laboratorio dell'I.E.N.G.F.

ULTERIORI IMPIEGHI DEL LABORATORIO

Il laboratorio può essere utilmente impiegato anche per la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico (α_s) e della potenza sonora di alcuni tipi di sorgenti di rumore.

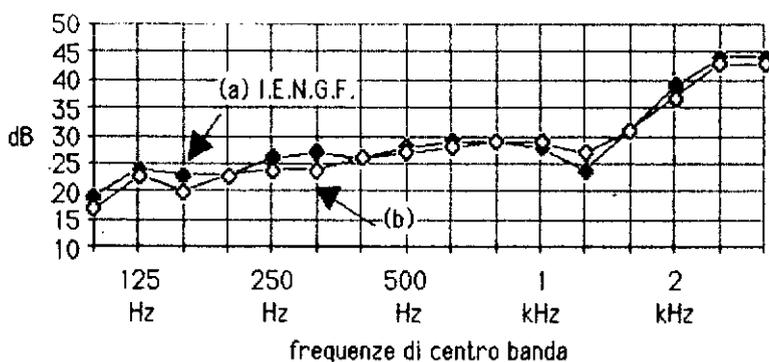
Misura del coefficiente di assorbimento acustico

La norma che presiede alla misura del coefficiente di assorbimento acustico in camera riverberante è la ISO 354-1985 [4]. La prima prescrizione sulla camera di prova indica un valore ottimale del volume di circa 200 m^3 , ma non inferiore a 150 m^3 . Nel laboratorio in esame le due camere unite, senza cioè campione nella sezione di prova, danno origine ad un unico ambiente avente un volume di circa 108 m^3 . La condizione di distribuzione uniforme delle frequenze proprie dell'intero volume porta ad un valore minimo della frequenza di 250 Hz, che rappresenta quindi il limite inferiore della frequenza di centro banda a partire dalla quale il campo acustico presenta un'accettabile diffusione.

Misura della potenza sonora

Un attento esame di tutta la serie di norme ISO 3740-1980 [5] porta a concludere che il laboratorio, nella sua configurazione di ambiente unico di 108 m^3 , è idoneo a misurare la potenza sonora di sorgenti che emettono su un ampio spettro di frequenze secondo il metodo definito di precisione e descritto dalla ISO 3741 [6]. La frequenza minima, oltre la quale si può ritenere che il laboratorio risponda ai requisiti richiesti dalla citata norma, è di 160 Hz.

Fig. 4 Riproducibilità delle misure di R



BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI 8270 Parte 1^a - Requisiti dei laboratori.
- [2] UNI 8270 Parte 3^a - Misura in laboratorio del potere fonoisolante.
- [3] ISO 140/II - Statement of precision requirements.
- [4] ISO 354-1985 - Measurement of sound absorption in a reverberation room
- [5] ISO 3740-1980 - Guidelines for the use of basic standards and for preparation of noise test code.
- [6] ISO 3741-1980 Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms