



*a cura di*  
Ing. D. Giordano - Ing. L. Quaranta

*commissione*  
Acustica

*visto da*  
Ing. G. Fascinelli - Ing. M. Pasca

# LE CAMERE RIVERBERANTI E LE VERIFICHE ACUSTICHE IN CAMPO AEREAULICO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA

branca dell'ingegneria che tiene conto in maniera sinergica di tali nozioni è l'aeraulica (parola greca che deriva da aer = aria, e aulos = tubo). In tale disciplina si tiene conto dei metodi per canalizzare e diffondere l'aria negli ambienti da climatizzare per mezzo di una serie di trattamenti, con una bassa emissione di rumore.

Per l'individuazione delle caratteristiche acustiche delle varie parti costituenti un impianto di aria condizionata, vengono effettuate delle verifiche sperimentali, secondo norme UNI-EN-ISO ed Ashrae Standard, per la caratterizzazione delle prestazioni di lancio e di rumore, che dovranno poi essere riportate nelle schede tecniche descrittive di tali componenti. Al fine di poter eseguire tali prove sperimentali è necessario disporre di camere acustiche appositamente ideate per ospitare i componenti aeraulici da esaminare nell'ambito dell'intero campo di esercizio, in condizioni di prevalenza e portata assegnate. Le camere acustiche utilizzate per i sopra menzionati test sono del tipo riverberante, per consentire di realizzare un suono omogeneamente diffuso e per ridurre i costi realizzativi della sala stessa.

### Le camere riverberanti

Le camere riverberanti a pareti rigide sono concepite per consentire l'effettuazione di prove acustiche in condizione di riflessione multipla del suono, senza che sia possibile individuare l'origine o la direzione della sorgente sonora. Si adotta inoltre, l'uso di tali camere in campo aeraulico in quanto i componenti del condizionamento hanno un volume inferiore al 10% dell'ambiente che li ospita (UNI 27341) ed in esse può essere assicurata una precisione di misura con un margine di errore pari a 3 dB.

Il tempo di riverbero rappresenta il lasso temporale compreso tra l'istante in cui l'energia sonora emessa è pari ad uno e l'istante in cui la stessa si riduce sino a  $10^{-6}$  (60 dB di decrescita). Le camere acustiche si differenziano tra loro per i diversi tempi di riverbero. Nel caso di camera riverberante o semiriverberante tale valore è maggiore di 0,75 (per volume maggiore di 100 mc). Nel caso di camera anecoica il tempo di attenuazione del suono è inferiore al decimo di secondo. Nel caso di parete riflettente (caso in trattazione) si approssima tale lasso temporale con la formula di Sabine :

$$Tr = 0,16 V/A$$

dove V indica il volume della sala acustica ed A è l'assorbimento della stessa, pari alla sommatoria dei coefficienti di assorbimento delle singole superfici per le superfici stesse:  $A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i$ .

Per ottenere una persistenza del suono in tali camere è necessario che il pavimento sia assai

### Test acustici su componenti per impianti di condizionamento

La progettazione degli impianti di condizionamento dell'aria implica l'impiego dei principi di fisica tecnica, delle caratteristiche delle proprietà dell'aria e delle caratteristiche fisiche ed acustiche degli impianti tecnici da installare. La

rigido (tipicamente realizzato con pavimenti di calcestruzzo armato), le pareti ed il soffitto devono essere realizzati con materiale liscio e rigido. La dimensione della base, dell'altezza e della larghezza della camera non devono essere proporzionali tra loro, per evitare che si generino onde stazionarie e conseguenti fenomeni di risonanza acustica e battimenti; la dimensione massima (diagonale) deve essere inferiore ai 15 metri per evitare fenomeni di eco. Il volume della stessa camera non deve essere superiore ad una certa cubatura per evitare l'attenuazione delle alte frequenze e non deve essere inferiore ad un certo valore per consentire che possano essere effettuati test anche sulle basse frequenze.

Pertanto le verifiche acustiche per i componenti impiegati nel settore del condizionamento dell'aria sono spesso eseguite con tali configurazioni sperimentali, per la necessità di ricreare un ambiente caratterizzato da un suono omogeneamente diffuso, analogamente a molte condizioni operative e di esercizio degli stessi.

### Le camere per prove aerauliche

Le verifiche acustiche in argomento, per poter essere effettuate senza che siano influenzate dalle condizioni fluidodinamiche di immissione ed estrazione dell'aria, dovranno essere eseguite anche secondo altri requisiti progettuali che tengono conto delle scie e turbolenze che si innescano a monte ed a valle dei componenti che devono essere sottoposti a verifica. Tali ultimi accorgimenti assicurano standard qualitativi del flusso dell'aria tali da poter considerare il moto dell'aria del tipo "indisturbato", senza quindi che si verifichino effetti di bloccaggio

aerodinamico o di interazione con le pareti circostanti.

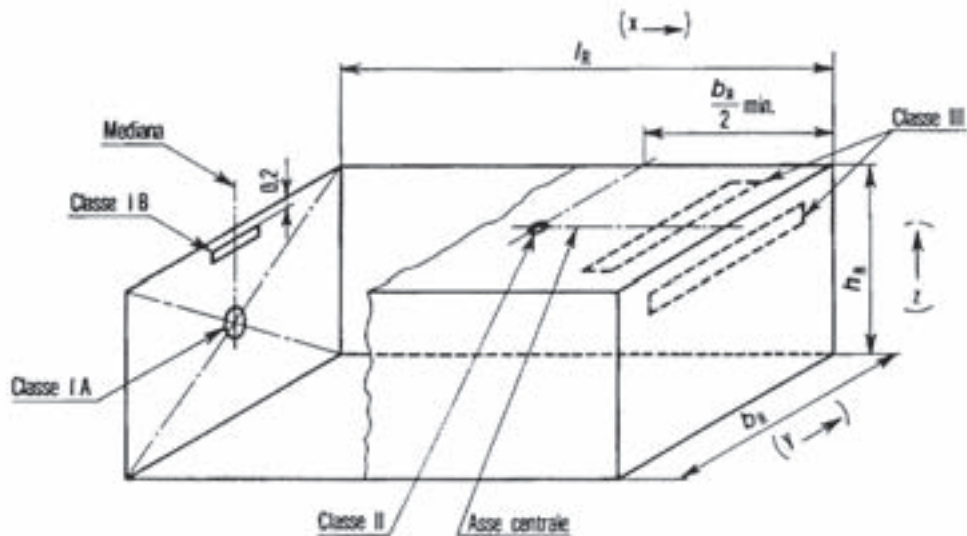
L'ordine di grandezza della velocità dell'aria in uscita nei condotti aeraulici deve essere tenuto in considerazione e limitato entro campi prestabiliti, per evitare la generazione di un rumore indesiderato all'interno delle tubature o della sala prove. Si riporta in tal senso uno schema progettuale, con la specifica delle distribuzioni dei prodotti del condizionamento all'interno del laboratorio di prova, in funzione della classe di appartenenza di questi ultimi.

### Schema esecutivo e applicazione

Lo schema esemplificativo riportato (fig.1) rappresenta la configurazione di un struttura tipo per la realizzazione di un laboratorio per l'esecuzione delle verifiche acustiche in argomento, con un rapporto tra le dimensioni della sala ( $l_R$  = lunghezza,  $b_R$  = larghezza ed  $h_R$  = altezza) conforme a quanto previsto nella norma UNI EN 3741.

Nel caso applicativo della camera riverberante realizzata presso la Ieca Italia Srl (del quale si riportano alcune immagini di dettaglio nelle figure 2,3,4), con un volume della sala pari a 89 mc e con un rapporto tra i lati pari a  $b_R/l_R = 0,62$  ed  $h_R/l_R = 0,42$ , si è ottenuto un tempo di riverbero medio pari a 0,75 sec. Il laboratorio in esempio è stato realizzato secondo le normative tecniche vigenti (riassunte in tabella di figura 6) con un ambiente interno ideato acusticamente per assicurare una propagazione del suono in assenza di distorsioni o fenomeni di battimento. In aggiunta sono state adottate delle predisposizioni lungo le pareti della camera e sul soffitto che consentono di effettuare prove sulle varie classi

Figura 1 - Schema esecutivo di camera riverberante per verifiche aerauliche (UNI 23741)





Figg. 2a-2b - Set-up del condotto in condizioni di prova



Figura 3 - Particolare della porta d'ingresso

Figura 4 - Condotto di immissione in sala e oblò d'ispezione

Figura 5 - Particolare dell'UTA

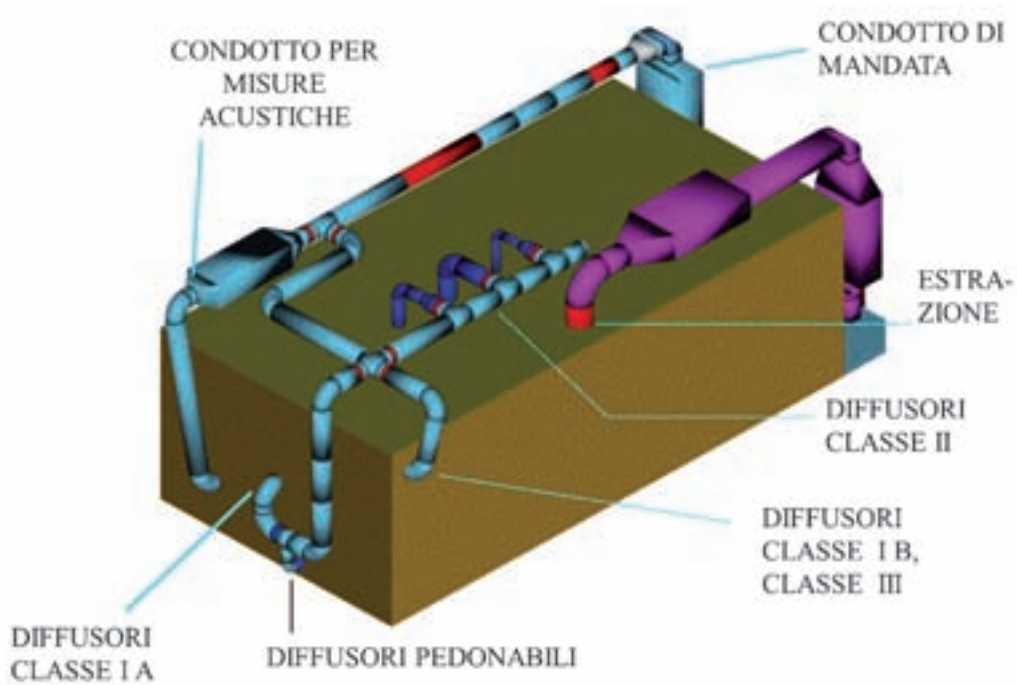


Figura 6 - Schema generale esecutivo, ideato secondo le norme tecniche vigenti

di accessori per la diffusione o ripresa nel campo del condizionamento dell'aria. Sono inoltre stati adottati alcuni accorgimenti esecutivi impiegati per ottenere l'abbattimento di un eventuale rumore esterno. Le regioni adibite all'osservazione dall'esterno sono inoltre, ridotte al massimo (oblò di figura 2 e 4). La por-

ta di accesso deve essere opportunamente disegnata per attenuare e riflettere il rumore con il minimo trafileamento dell'aria stessa. L'unità di trattamento dell'aria U.T.A. (fig.5) dovrà essere silenziata ed ideata per generare il minimo rumore nei condotti di mandata e di ripresa dell'aria. ■



### Ringraziamenti

Si ringraziano il Dr Livio Fabi ed il Sig Augusto Raganelli per aver consentito sia la realizzazione di una camera riverberante presso la Ieca Italia Srl sia l'esecuzione di prove acustiche in campo aeraulico.

### Bibliografia

- Architectural Acoustics: Principles and Practice a cura di William J. Cavanaugh, Gregory C. Tocci, Joseph A. Wilkes; 13 Settembre 2009, Casa Editrice Sheridan Books
- Nuovo Colombo: Manuale dell'Ingegnere, Casa Editrice Hoepli, 1991
- Norme di riferimento UNI EN ISO 5167, UNI EN 20354, UNI EN 25135, UNI EN 3741, UNI 8728, UNI 23741, ISO 3743-1/2, ISO 3745, ASHRAE 70-91