

Qualificazione acustica di camere semianecoiche mediante applicazione della metodologia prevista dalla norma ISO 3745 - 1977

Convegno
Nazionale

RUMORE E
VIBRAZIONI
valutazione
prevenzione
bonifica

Bologna
20-21 novembre 1990

Modena
22-24 novembre 1990

A. FARINA, F. SIMONI e V. TARABUSI

*Istituto di Fisica Tecnica
Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna*

SOMMARIO

Per la qualificazione acustica di una camera semianecoica può essere utilizzata la metodologia prevista dalla norma ISO 3745-1977. Tale normativa stabilisce precisi limiti di accettabilità per i valori misurati. In sede di valutazione dei risultati sperimentali è necessario interpretare analiticamente gli stessi prima di formulare un giudizio sulla qualità della camera in prova.

La presente memoria, partendo da un caso pratico di qualificazione acustica di una camera semianecoica di medie dimensioni, affronta criticamente tali problematiche.

INTRODUZIONE

Una camera anecoica è, come noto, un ambiente ad elevato assorbimento acustico nel quale eseguire misurazioni fonometriche in condizioni che si approssimano a quelle di campo libero.

Tali condizioni ideali sono però praticamente impossibili da raggiungere in quanto i materiali che definiscono fisicamente i confini della camera hanno necessariamente un coefficiente di assorbimento inferiore ad 1.

Si rende quindi spesso necessaria un'indagine al fine di qualificare acusticamente il comportamento

della camera anecoica, in modo da stabilire se ed in quale misura i rilevamenti eseguiti all'interno della stessa si possono considerare attendibili.

In molti casi la realizzazione di una camera anecoica presenta limiti insuperabili. Il pavimento, infatti, deve essere fonoassorbente come le altre pareti, e quindi risulta inadatto a sopportare carichi anche di basso valore. Per quasi tutte le prove concernenti impianti e macchinari, quindi, si utilizza una camera semianecoica. In questo caso il pavimento deve essere perfettamente riflettente.

Le prestazioni di una camera semianecoica si avvicinano sensibilmente a quelle di una camera anecoica, con il limite, però, delle dimensioni della sorgente di rumore in prova. Infatti nella camera semianecoica per potere riprodurre la condizione di campo libero occorre disporre la sorgente di rumore teoricamente sul piano stesso di calpestio, o comunque molto vicino ad esso. E' chiaro pertanto che una sorgente con baricentro di emissione acustico piuttosto alto in rapporto alle dimensioni della sala non può soddisfare tale condizione.

Al fine di valutare la potenza sonora in camera semianecoica è necessario sottrarre 3 dB al risultato per tenere conto della presenza del piano riflettente.

NORMATIVA

Attualmente per qualificare una camera anecoica o semianecoica si fa riferimento alla normativa ISO 3745-1977 - "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources. Precision methods for anechoic and semianechoic rooms".

Come si desume dal titolo la normativa è centrata sul problema della determinazione della potenza sonora delle sorgenti di rumore, però stabilisce precisi limiti per l'accettabilità delle prestazioni di camere anecoiche e semianecoiche.

Per la verifica occorre disporre di una sorgente sonora di riferimento (cioè di potenza acustica nota) con la quale eseguire rilievi di livello di pressione sonora all'interno della sala. Si calcoleranno poi gli scostamenti D tra i livelli di pressione sonora teorici L_t calcolati nell'ipotesi di campo libero

TAB I

Frequenza di centro banda [Hz]	Scostamento consentito [dB]
$f \leq 630$	± 2.5
$800 \leq f \leq 5000$	± 2.0
$f \geq 6300$	± 3.0

e quelli sperimentali Ls.

Per una camera semianecoica le tolleranze sono quelle indicate in Tab I.

La normativa prevede che i punti di misura siano disposti su 8 direttrici uscenti dal centro della sorgente di riferimento, di cui 4 orientate verso gli angoli superiori della sala e 4 verso punti scelti a caso.

La ISO 3745 prevede inoltre rilevamenti per terzi d'ottava per frequenze inferiori a 125 Hz e superiori a 4000 Hz, e per ottave tra queste due frequenze.

MISURE SPERIMENTALI

Dovendosi qualificare una camera semianecoica di medie dimensioni, si è utilizzata una sorgente di riferimento della Bruel & Kjaer modello 4204. Tale sorgente, del classico tipo a ventola, è stata disposta direttamente sul pavimento della sala, al centro della stessa. I rilievi fonometrici sono stati eseguiti con un analizzatore bicanale della Ono Sokki modello CF-920.

La camera in esame ha dimensioni m 9x9 in₃ pianta ed altezza 3.5 m, per un volume di circa 290 m³.

I risultati dei rilievi fonometrici sono riassunti graficamente in FIG.1, che riporta la mappa isolivello relativa all'ottava 1000 Hz.

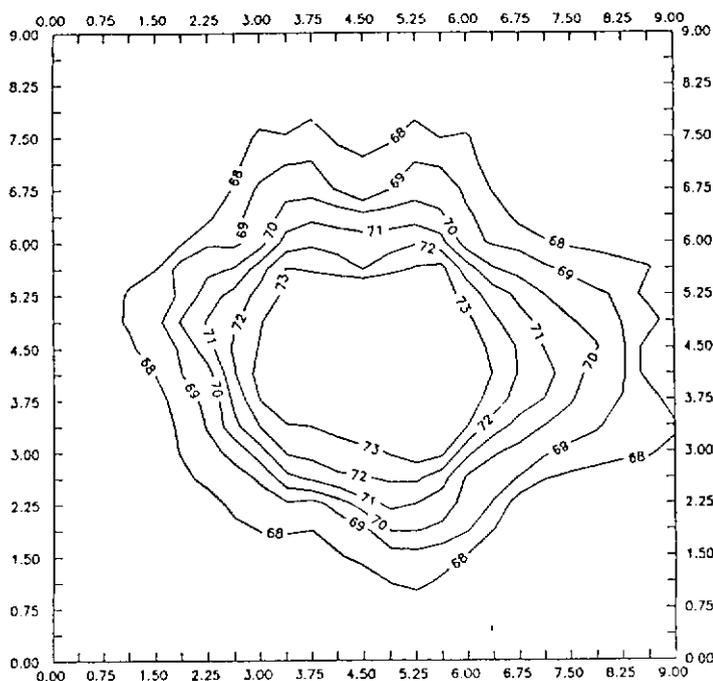


FIG.1 Mappa isolivello relativa all'ottava 1000 Hz.

PROBLEMI INTERPRETATIVI SULLA NORMA

La ISO 3745 è estremamente chiara e precisa sia nella definizione delle procedure da adottare durante i rilevamenti che nella prescrizione degli scostamenti accettabili.

Ciononostante al momento di interpretare le misure fonometriche effettuate per dare un giudizio sulla qualità della camera sorgono numerosi problemi.

Il primo problema è costituito dall'emissività non omnidirezionale della sorgente di rumore utilizzata. Il diagramma di direzionalità presenta infatti, sul piano verticale, notevole variabilità, come mostrato in FIG.2. In particolare si nota che le direttrici più emissive sono quelle comprese tra 0 e 45 gradi di inclinazione sull'orizzontale.

Ciò comporta innanzi tutto che le direttrici di misura non devono essere disposte nel cono di apertura compresa tra 45 e 90 gradi, zona nella quale i livelli di pressione sonora misurati sono inferiori a quelli teoricamente ottenibili con l'ipotesi di campo libero.

Anche adottando questo accorgimento, però, si è notato che spesso lo scostamento $D=L_t-L_s$ tra valori teorici e sperimentali risultava di segno positivo, il che significherebbe un assorbimento maggiore di quello di campo libero. Dal momento che ciò è fisicamente impossibile, si è indagato su quali potessero esserne i motivi.

Tramite rilievi intensimetrici si è verificata la tabella di taratura della potenza sonora della

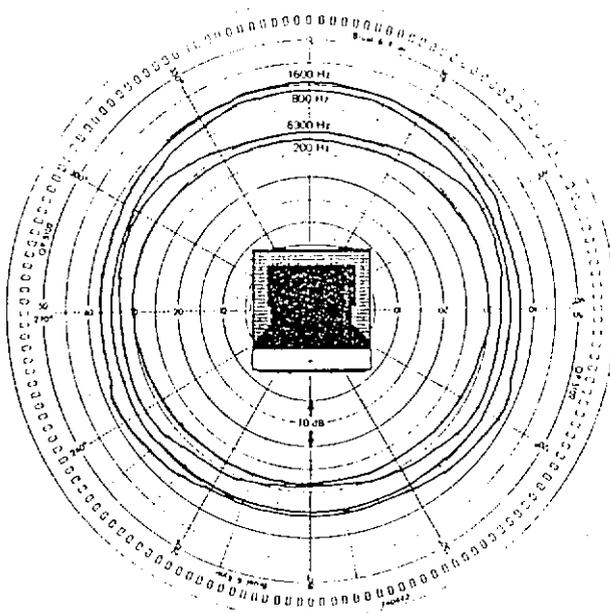


FIG.2 Diagramma di direzionalità della sorgente di riferimento.

sorgente di rumore fornita dalla Bruel & Kjaer. Si sono così riscontrate alcune lievi differenze che possono essere causa di uno spostamento verso l'alto dei livelli teorici Lt.

Ciò però non spiega perché, lungo una medesima direttrice, alcuni valori di D siano negativi ed altri positivi. Vi è cioè una fluttuazione di segno dello scostamento in funzione della posizione di misura. Di tale fluttuazione tiene d'altra parte conto anche la ISO 3745, con scostamenti consentiti attorno al valore teorico di uguale entità e segno inverso.

Occorre ricordare che, anche se la sorgente di rumore è di piccole dimensioni rispetto alla sala ed è stata posta direttamente sopra il pavimento, il suo baricentro acustico risulta pur sempre sollevato sul piano di calpestio di una ventina di centimetri. A causa della presenza del piano riflettente, quindi, essa si comporta come un dipolo formato dalla sorgente reale e da quella virtuale.

Considerando un tono puro (o rilevamenti in banda stretta) si verifica una interferenza alternativamente costruttiva e distruttiva allontanandosi dalla sorgente lungo una direttrice inclinata. Ciò potrebbe quindi produrre le riscontrate fluttuazioni.

Dal momento però che i rilievi sono stati effettuati per terzi d'ottava e per ottave, tale ipotesi non sembra plausibile.

La sorgente a ventola genera un flusso d'aria piuttosto intenso e percepibile fino ad alcuni metri di distanza. Tale flusso esce dalla superficie laterale della sorgente ed entra dalla superficie superiore. Si forma così una circolazione d'aria con vortici turbolenti. Gli effetti di questo fenomeno sono logicamente compresi nei valori forniti come taratura dalla casa costruttrice della sorgente, però occorre pensare che nei punti in cui il flusso d'aria è localmente ridotto rispetto a quelli principali vi può essere una effettiva diminuzione del livello sperimentale Ls.

La spiegazione più plausibile del fenomeno della fluttuazione di segno dello scostamento D sembra quindi essere quella legata alla presenza del flusso d'aria turbolento. Esso potrebbe essere eliminato con l'utilizzo di sorgenti costituite da tre altoparlanti a 120 gradi, ciò che però comporta un diagramma di direzionalità meno uniforme, almeno sul piano orizzontale.

E' comunque consigliabile, utilizzando una sorgente a ventola, montare sul microfono la protezione antivento anche a notevole distanza dal punto di emissione.

La TAB I fissa lo scostamento consentito tra valori teorici e sperimentali del livello di pressione sonora entro la camera.

Il comportamento della sala non è però uniforme, in quanto in alcuni punti essa è a norma ed in altri no. Si presenta quindi il problema di come classificare qualitativamente la sala stessa.

Un primo metodo è quello di stabilire la percentuale di accettabilità della sala. Nel caso esaminato su 341 condizioni di misura si avevano 311 casi di rispondenza alla norma e 30 non rispondenti.

Si potrebbe quindi concludere che la camera semianecoica esaminata ha una rispondenza del 91% alla

Convegno
Nazionale

**RUMORE E
VIBRAZIONI**
valutazione
prevenzione
bonifica

Bologna
20-21 novembre 1990

Modena
22-24 novembre 1990

norma ISO 3745, senza ulteriori considerazioni.

Dal punto di vista operativo, però, sembra più opportuno entrare maggiormente nel merito della questione, definendo quali sono i punti e le frequenze che maggiormente si discostano dai limiti prefissati.

Nel caso in esame si è notato che tutte le misure eseguite nel campo 4000-10000 Hz sono a norma, mentre tutti i casi con scostamento troppo elevato sono al di sotto dei 4000 Hz. Questi ultimi sono prevalentemente ad una certa distanza dalla sorgente di riferimento, per cui è possibile definire un raggio operativo oltre il quale la camera semianecoica non si comporta rigorosamente come tale.

Nella fattispecie la camera semianecoica in esame potrebbe essere qualificata nel seguente modo :
"camera semianecoica a norma ISO 3745 per tutte le frequenze comprese tra 4000 e 10000 Hz; per frequenze inferiori a norma ISO 3745 per un raggio operativo inferiore a 3.5 m dalla sorgente in prova".

CONCLUSIONI

Per qualificare acusticamente una camera anecoica o semianecoica il tecnico acustico deve valutare oculatamente i dati ricavati durante i rilievi in loco, ed applicare volta per volta al caso particolare studiato le indicazioni che le normative forniscono con intendimenti del tutto generali.