

RAPPORTO DI PROVA

Tipo di misurazione: Misura dell'area equivalente di assorbimento acustico in camera riverberante

Oggetto della misura: Lampada Silent Field

Norma tecnica di riferimento: UNI EN ISO 354:2003

Laboratorio di prova: Camera riverberante del Dipartimento di Ingegneria, Università di Ferrara

Data delle misure: 29/06/2017

Data del report: 29/06/2017

1. Introduzione

Dietro richiesta di Artemide S.p.A. sono state svolte misurazioni di assorbimento acustico in camera riverberante su lampade Silent Field con funzione fonoassorbente. Le misure sono state svolte in conformità alla normativa tecnica UNI EN ISO 354:2003 Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante applicandola al caso degli oggetti discreti, ottenendo come risultato della misura le unità assorbenti che una singola lampada aggiunge nell'ambiente. Sono state misurate simultaneamente 4 lampade in ottemperanza alle indicazioni della normativa circa l'assorbimento massimo misurabile e alla minima distanza tra gli oggetti.

2. Apparato sperimentale
Ambiente di prova

La camera riverberante presso il laboratorio di Acustica del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara ha un volume di 252,9 m³ ed una superficie totale in terna pari a 247,4 m². La pianta è quadrilatera senza angoli retti con superficie di base pari a 49,9 m² e il soffitto, di altezza media pari a 5,14 m forma anch'esso angoli non retti con le pareti laterali. Sul perimetro si trovano sei colonne piene che aumentano la diffusione del campo acustico e sono presenti a soffitto 4 grandi diffusori di dimensioni 2 m x 2,2 m e raggio di curvatura 5 m che, appesi a diversa altezza ed in maniera da risultare sghembi tra loro e rispetto alle pareti ed al soffitto, assicurano la diffusione del campo acustico in tutto l'intervallo di frequenze di misurazione.

Strumentazione HW/SW

Tabella 1: Risorse HW/SW impiegate nelle misure e nelle analisi dei dati.

Generazione del segnale	3 sorgenti dodecaedriche Marca Lookline Mod. DL304 con amplificatore digitale
Ripresa del segnale	6 microfoni omnidirezionali di Classe 1 da ½" marca B&K
Sistema di acquisizione ed analisi	Sinus – Soundbook con opzioni per misura di risposta all'impulso e calcolo del tempo di riverberazione

3. Campione testato

Descrizione

La lampada Silent Field è formata da due dischi accoppiati in fibra di poliestere ad alta densità di diametro 1000 mm e spessore complessivo di circa 30 mm. Il pannello in fibra di poliestere nella parte inferiore a vista è sagomato con cerchi di diverso diametro a creare un gioco di pieni e vuoti con profondità massima di circa 9 mm. La lampada viene quindi sospesa a soffitto con tre cavi d'acciaio.

Nel pannello inferiore sono applicati 12 faretto a led che non erano presenti nei campioni utilizzati per le misure in quanto non influiscono sull'assorbimento acustico. Nella Figura 1 è mostrata una sezione schematica della lampada.

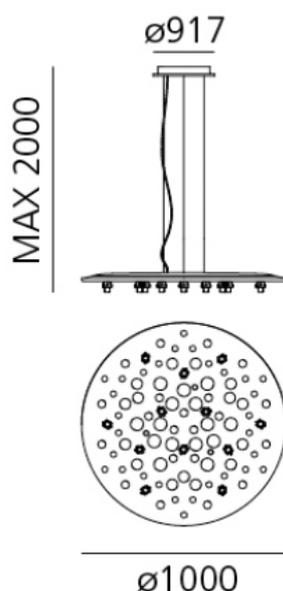


Fig.1 Artemide - Silent Field

Collocazione

La lampada Silent Field, data la sua tipologia di montaggio, è stata quindi considerata quale "singolo elemento" oppure "elemento discreto" ai sensi della norma UNI EN ISO 354:2003. Sono quindi valutate le unità assorbenti (espresse in m²) piuttosto che il coefficiente di assorbimento acustico, per il quale sarebbe ambigua in questo caso la definizione. Allo scopo della misura sono stati collocati 4 campioni in camera posti ad una distanza minima tra loro di 2 m ai sensi della stessa norma (Figura 2). Le lampade sono state sistemate su supporti sottili a pavimento, rivolte verso l'alto, simulando un'installazione a sospensione tipica ad un distanza di 1000 mm dal soffitto.



Figura 2: Disposizione delle 4 lampade Silent Field in camera riverberante.

4. Procedure di misura

La procedura prevede l'allestimento iniziale della camera riverberante senza campioni e l'esecuzione di misurazioni di risposta all'impulso in numero minimo di 12, che corrispondono a 4 posizioni di misura per ciascuna delle 3 sorgenti sonore impiegate. La tecnica di misura impiegata è quella "swept sine" che prevede l'emissione dal dodecaedro di una onda sinusoidale con frequenza che cresce in modo esponenziale e la deconvoluzione del segnale ripreso per ogni microfono. La misura viene ripetuta 3 volte per ogni sorgente sonora. Per ciascuna delle risposte all'impulso misurate viene ricavato, tramite il processo di integrazione inversa, il decadimento della energia sonora e da questo il tempo di riverberazione RT1 in bande di terzo d'ottava valutato su un decadimento di 30 dB. I risultati sono mediati spazialmente effettuando la media aritmetica dei valori ottenuti per le diverse combinazioni sorgente - ricevitore. Si corregge poi il valore medio ottenuto in ragione dell'assorbimento dell'aria per le condizioni di temperatura ed umidità proprie delle misure a camera vuota.

Una procedura analoga viene ripetuta effettuando la misura nelle medesime combinazioni di sorgenti e ricevitori dopo avere posizionato in camera il materiale oggetto del test come descritto nel paragrafo precedente. In questo caso si ottiene il tempo di riverberazione medio RT2.

Una volta ottenuti i tempi di riverberazione si calcolano le unità assorbenti complessive utilizzando la formula seguente:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55,3V \left(\frac{1}{c_2 RT_2} - \frac{1}{c_1 RT_1} \right) - 4V(m_2 - m_1) \quad [\text{m}^2]$$

dove:

AT sono le unità assorbenti che caratterizzano l'insieme delle 4 lampade

A2 sono le unità assorbenti della camera con le lampade

A1 sono le unità assorbenti della camera vuota

V è il volume della camera

m1 è il coefficiente correttivo per l'assorbimento dell'aria nella condizione di camera vuota

m2 è il coefficiente correttivo per l'assorbimento dell'aria nella condizione di camera occupata

Le misurazioni sono avvenute nelle seguenti condizioni termo-igrometriche:

	Temperatura	Umidità
Camera vuota:	25 °C	30%
Camera occupata:	26 °C	30%

Tabella 2: condizioni termo-igrometriche durante le misure.

La correzione dei dati di tempo di riverberazione è stata sviluppata a partire dalla normativa ISO 9613-1:1993 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere, che fornisce il coefficiente di attenuazione dal quale si ricava m tramite la formula:

$$m = \frac{\alpha}{10\text{Log}(e)} \quad [\text{m}^{-1}]$$

Il valore richiesto Aobj, che rappresenta le unità assorbenti per ciascuna lampada, si ottiene infine nel caso specifico tramite la seguente formula:

$$A_{obj} = \frac{A_T}{4} \quad [\text{m}^2]$$

5. Risultati

I risultati dell'assorbimento acustico equivalente sono forniti in forma grafica, come da normativa, in Figura 3 ed in forma numerica in Tabella 3 con arrotondamento a 0,1 m² per quanto riguarda le unità assorbenti come indicato dalla norma.

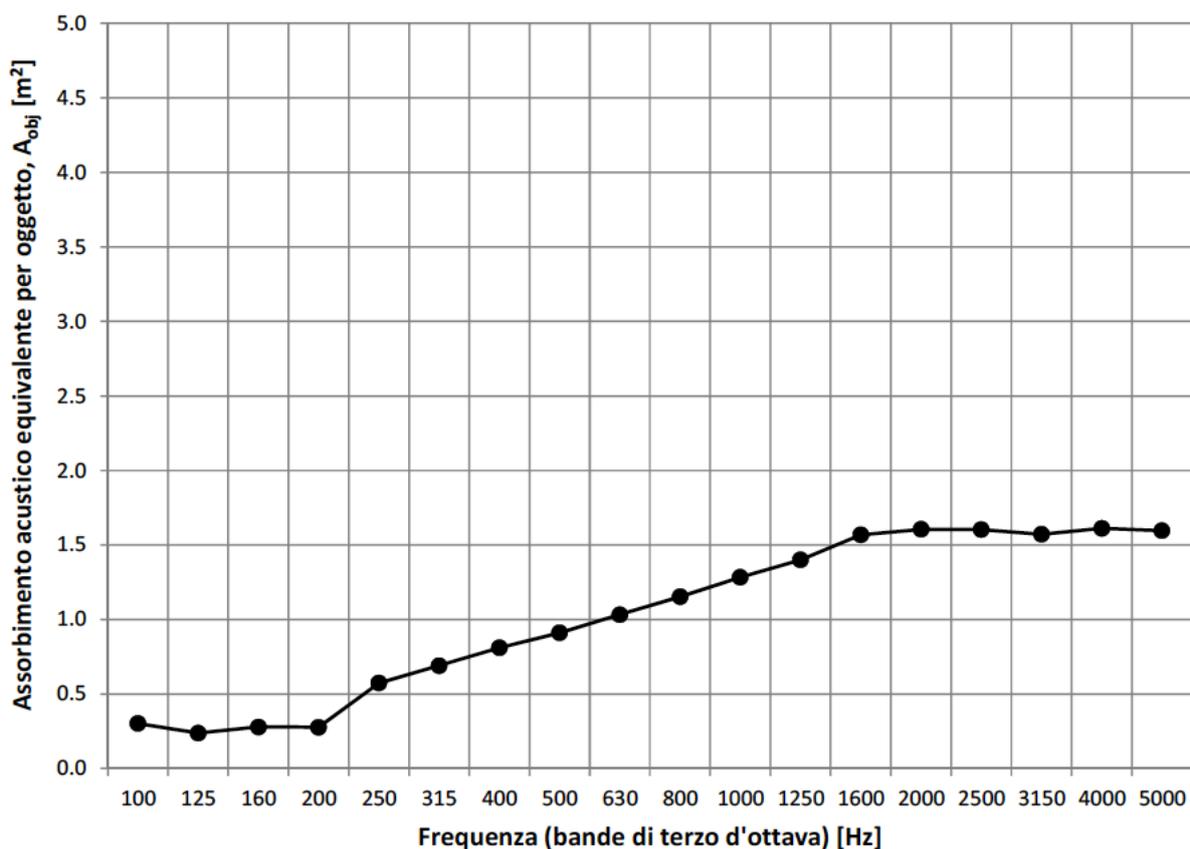


Figura 3 : Andamento in frequenza delle unità assorbenti per oggetto A_{obj}

Frequenza [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
T1 [s]	6.54	6.12	5.87	5.61	5.38	5.26	5.27	5.36	5.17	5.07	4.78	4.47	4.04	3.48	3.01	2.49	2.14	1.77
T2 [s]	5.46	5.34	5.04	4.85	4.11	3.86	3.69	3.60	3.37	3.20	2.96	2.75	2.48	2.24	2.04	1.81	1.61	1.40
A _{obj} [m ²]	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

Tabella 3: Dati numerici dei tempi di riverbero misurati e delle unità assorbenti della Silent Field.