

RIQUALIFICAZIONE ACUSTICOEDILIZIA DELL'AUDITORIUM "PUCCINI" A TORRE DEL LAGO (LU)

Maria Cairoli (1), Livio Mazzarella (2)

1) Politecnico di Milano, Milano, maria.cairoli@polimi.it

2) Politecnico di Milano, Milano, livio.mazzarella@epdmi.it

SOMMARIO

L'articolo mostra un possibile iter progettuale per riqualificare uno spazio confinato, migliorandone la risposta acustica, nel rispetto di vincoli architettonici restrittivi.

Il mantenimento delle geometrie e delle volumetrie dell'involucro esterno del fabbricato che ospita la sala, e la richiesta di rendere lo spazio polifunzionale, generano scenari differenti a servizio dell'utente finale.

Un'elevata qualità sonora è richiesta ai fini di utilizzare l'auditorium quale luogo d'ascolto della musica non amplificata, in particolare per la musica da camera.

Premessa

Grazie alla consulenza e al supporto storico artistico dell'architetto Glauco Borella, della Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio, per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico delle province di Lucca e Massa Carrara, è stato possibile avviare il progetto di restauro dell'auditorium.

1. Lo stato di fatto e i nuovi obiettivi di progetto

La sala, prima dell'intervento edilizio, si presentava quale ambiente stretto e lungo, non molto alto, con una geometria riconducibile a quella della "shoebox" (lunghezza pari a 19.5 m, larghezza 6.5 m, altezza 2.9 m). Alle pareti, intervallate dalle finestrate, pannellature lignee piane, di fibra di legno impiallicciata (mdf), definivano lo spazio interno; piano si presentava anche il controsoffitto, appeso alle capriate sovrastanti. La pavimentazione era in pietra.

Un bassissimo isolamento acustico separava l'ambiente interno dall'esterno.

1.1 I rilievi acustici

Sono state effettuate misure in assenza di pubblico e di sedute, e in generale di materiali fonoassorbenti sia a parete sia a soffitto. Quale principale riferimento per la metodologia e le procedure di misurazione è stata considerata la norma ISO 3382-1 [1].

Le misurazioni hanno previsto due posizioni della sorgente (un dodecaedro omnidirezionale), una nella zona in cui si sarebbe posizionato il palco nel nuovo progetto, l'altra spostata di un metro rispetto al centro della pavimentazione. 11 le posizioni dei ricevitori, riproposte poi nelle simulazioni acustiche predittive per la valutazione delle soluzioni proposte nel nuovo progetto.

Il valor medio del tempo di riverbero nelle due campagne di misurazione, alle frequenze centrali 500 Hz e 1 kHz, risulta pari rispettivamente a 1.32 e 1.26 sec.

Questi valori risultano non ottimali per la musica da camera poiché, considerando che si riferiscono ad una configurazione della sala in cui il pubblico è assente, sono inferiori al range consigliato in letteratura [2].

La distribuzione della pressione sonora risulta disomogenea, la riflessione laterale insufficiente.

1.2 Le nuove destinazioni d'uso dell'auditorium

Già destinato ad accogliere la musica da camera, il nuovo progetto trasforma l'auditorium in sala polifunzionale idonea ad ospitare anche mostre, conferenze e utilizzabile quale sala per prove musicali [3].

Il progetto propone un'ottimizzazione dei parametri acustici, principali descrittori delle configurazioni sopracitate, introducendo elementi architettonici in grado di variare la risposta sonora. Un'elevata qualità si raggiunge considerando le caratteristiche necessarie per diffondere il suono, evitare focalizzazioni e fenomeni di eco [4].

Il progetto considera anche il cambiamento della risposta acustica al variare del numero di posti a sedere, da sala sgombra di sedute fino ad una con capienza massima pari a 100 posti a sedere.

2. Analisi predittiva

Il nuovo progetto prevede l'incremento del volume della sala per aumentare il tempo di riverbero e nuove finiture interne a parete, a soffitto e a pavimento per migliorare l'uniformità della distribuzione della pressione sonora. Si inseriscono anche tendaggi fonoassorbenti che possono scorrere davanti alle finestrate laterali, per introdurre la possibilità di variare la risposta acustica (come richiesto dalla nuova polifunzionalità dello spazio).

Si incrementa, inoltre, l'isolamento acustico delle partizioni perimetrali ($R'_w > 55$ dB) e delle finestrate ($R'_w > 37$ dB).

Il controsoffitto, realizzato con pannellature lignee, si innalza, rispetto allo stato di fatto, in media di ca. 30 cm, la quota del pavimento finito, realizzato in legno con sottostante camera d'aria, si abbassa di 10 cm.

Nuove pannellature sulle pareti laterali, anch'esse in legno multistrato, curvilinee, con raggio variabile, migliorano l'uniformità del campo acustico ed aumentano l'energia sonora laterale. La parete di fondo sala, fonoassorbente, in legno forato, evita gli echi [5].

Si individua la zona del palco inserendo una pedana di circa 40 m² per elevare gli strumentisti rispetto agli spettatori.

Intorno al palco le pareti si inclinano leggermente a creare una camera acustica capace di migliorare l'ascolto reciproco degli strumentisti e incrementare il campo sonoro delle prime riflessioni.

2.1 Simulazioni

Si individua la zona del palco inserendo una pedana di circa 40 m² per elevare gli strumentisti rispetto agli spettatori (altezza palco 40 cm). Intorno al palco le pareti si inclinano leggermente a creare una camera acustica. Per favorire la risposta sonora dell'ambiente si studiano numerosi indici quali, ad esempio, il Tempo di Riverberazione (RT), l'indice di Intelligibilità (STI), l'indice di Chiarezza (C₈₀), l'indice di Definizione (D₅₀), valutati tramite simulazione di un modello tridimensionale; a questo fine si utilizza il programma Catt-Acoustic (figure 1, 2 e 3) [6].



Figura 1 – spaccato prospettico del modello di simulazione, configurazione sala espositiva (vista longitudinale)



Figura 2 – spaccato prospettico del modello di simulazione, configurazione sala espositiva (vista dall'alto)



Figura 3 – spaccato prospettico del modello di simulazione, configurazione sala espositiva (vista verso fondo sala)

Il programma muove dalle diverse superfici interne della sala, considerando il loro coefficiente di assorbimento acustico e il coefficiente di diffusione, che variano in funzione dei materiali di finitura e della forma geometrica [7]; si utilizzano una sorgente omnidirezionale e ricevitori posti nelle posizioni scelte per i rilievi di cui sopra.

Le configurazioni analizzate sono numerose, partendo dalla sala in assenza di sedute e con i tendaggi fonoassorbenti totalmente nascosti, configurazione espositiva, si arriva alla configurazione congressuale in cui si ipotizza una presenza di pubblico pari al 100% e i tendaggi totalmente spiegati. Tra queste due configurazioni limite, caratterizzate rispettivamente dal massimo e dal minimo tempo di riverberazione ottenibile

nell'ambiente, si colloca la configurazione musica da camera, che prevede la presenza di pubblico ed i tendaggi nascosti.

I principali risultati ottenuti sono riportati nella tabella che segue (Tabella 1).

Tabella 1 – Principali configurazioni della sala polifunzionale e relativi valori medi dei principali parametri acustici a 1 kHz

Configurazione	T ₃₀ 500 Hz [sec]	T ₃₀ 1 kHz [sec]	C ₈₀ [dB]	D ₅₀ [%]	STI
Assenza sedute Tende raccolte	1.45	1.37	-2	38	0.40
Pubblico 50% Tende raccolte	1.29	1.18	-0.8	47	0.45
Pubblico 100% Tende spiegate	0.85	0.67	1.9	58	0.64

3. Conclusioni

Il mantenimento della sagoma dell'involucro esterno non ha impedito di aumentare il volume interno della sala di circa il 15%, incrementando così anche il tempo di riverbero. Questa crescita ha migliorato le condizioni sonore per l'ascolto della musica da camera ed ha permesso di utilizzare l'auditorium quale sala prova per ensemble e piccole orchestre.

L'inserimento della camera acustica, ottenuta inclinando le pareti laterali intorno al palco, ha migliorato l'ascolto reciproco degli strumentisti, ha introdotto nuove riflessioni sonore provenienti dalle pareti retrostanti ai musicisti, subito successive all'onda diretta, ed ha contribuito ad una distribuzione maggiormente uniforme della pressione sonora anche nelle ultime file di pubblico.

L'uniformità del suono è stata ulteriormente ottimizzata dalla geometria scelta per le superfici di rivestimento, per la maggior parte curve.

La polifunzionalità, che ha comportato una risposta acustica variabile, è stata raggiunta attraverso un ampio ventaglio di scenari possibili, non solo per mezzo dei tendaggi (che possono essere spiegati in tutto o in parte all'occorrenza) ma anche grazie all'amovibilità dei posti a sedere.

In particolare, per l'ascolto della musica da camera e in generale per la musica acustica, dalle simulazioni è emerso che l'ottimizzazione dei valori dei relativi parametri si ottiene riducendo la capienza massima della sala al 50%, ovvero limitando l'effetto fonoassorbente del pubblico. Si è consigliato allora, laddove fosse prevista un'elevata affluenza di pubblico, di replicare lo spettacolo più volte anziché sfruttare la capienza massima della sala che penalizzerebbe la qualità sonora dell'ascolto.

Bibliografia

- [1] UNI - Acoustics - *Measurement of room acoustic parameters* - Part 1: Performance spaces ISO 3382-1:2009
- [2] Kuttruff H. - *Room Acoustics* - (2009) 5th Ed. Spon Press
- [3] Mike Barron, Sven Kissner - *a possible acoustic approach for multipurpose auditoria suitable for both speech and music* - Applied Acoustics 115 (2017) 42-49
- [4] Hans Michel and Joseph Myers - *increasing liveness and clarity in a multipurpose civic center* - The Journal of the Acoustical Society of America 140, 3294 (2016)
- [5] *Auditorium Acoustics and Architectural Design* - Barron M. (2009) 2nd Ed. Spon Press cap. 10
- [6] B.-I. L. Dalenbäck. *A New Model for Room Acoustic Prediction and Auralization*. PhD thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, November 1995
- [7] Embrechts, D. Archambeau, and G. B. Stan. Determination of the scattering coefficient of random rough diffusing surfaces for room acoustics applications. Acta Acustica - Acustica, 87:482-494, 2001.