

## L'ADEGUAMENTO ACUSTICO DI CHIESE RIFUNZIONALIZZATE: UN CASO STUDIO A LUCCA

Sarah Balducci (1), Simone Secchi (2)

1) Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, [sarah.balducci147@gmail.com](mailto:sarah.balducci147@gmail.com)

2) Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, [simone.secchi@unifi.it](mailto:simone.secchi@unifi.it)

### SOMMARIO

L'articolo tratta di un caso studio a Lucca di una chiesa francescana sconsacrata e rifunzionalizzata come aula per eventi e spettacoli che tuttavia mal si presta a ricoprire questo nuovo ruolo per le gravi problematiche acustiche che presenta, dovute sia alla sua forma che alle superfici materiche che la compongono, tipiche degli ambienti liturgici. Una volta analizzate le caratteristiche acustiche dell'ambiente vengono ipotizzate due possibili soluzioni: una più tradizionale che tuttavia non riesce a risolvere tutte le problematiche e una più improntata sulla volontà di creare un ambiente totalmente adatto alle nuove funzioni.

### 1. Premessa

Molti ambienti storici originariamente destinati alle funzioni liturgiche o ad altre funzioni vengono recuperati ad alto uso nonostante le loro caratteristiche acustiche originali siano spesso inadeguate a ciò. Nell'articolo si affronta questa problematica con riferimento ad un caso studio di una chiesa francescana sconsacrata convertita in un teatro (Figura 1).

Lo studio, che è stato oggetto della tesi di laurea della prima autrice [1], parte dalla necessità di dare una nuova vita a quelle parti del tessuto urbano che nel tempo hanno perso la loro funzione originaria, riconvertendole e adeguandole alle nuove funzioni. La chiesa in questione è stata trasformata in aula per eventi e spettacoli ed è tutt'oggi utilizzata per queste funzioni, nonostante la sua conformazione materica e distributiva non la rendano acusticamente adatta a ricoprire questi ruoli.



Figura 1 - Foto dell'interno della chiesa di San Francesco (Lucca). Le dimensioni della navata sono di circa 58x17m.

### 2. Analisi delle alternative di intervento

Al fine di adeguare acusticamente l'ambiente alle nuove funzioni sono state perseguite due diverse strade: una prima ipotesi che puntava ad un intervento di miglioramento acustico più 'tradizionale', con l'inserimento di materiali fonoassorbenti, e una seconda ipotesi che puntava alla realizzazione di una "macchina teatrale" ottimizzata all'interno del volume della chiesa.

Il primo intervento 'tradizionale', come mostrano i risultati delle simulazioni (Figura 4), migliora, ma non risolve appieno, le problematiche acustiche dell'aula

La seconda ipotesi di intervento invece si origina dall'estremizzazione della prima ipotesi, ovvero: poiché per raggiungere una risposta acustica ottimale dell'ambiente sarebbe necessario inserire quantità di materiali tali da stravolgere completamente l'aspetto della navata senza comunque raggiungere un'ambiente acustico veramente idoneo, è stata fatta la proposta di creare un volume compatto e funzionale al suo interno, nel quale la risposta acustica è totalmente controllabile, lasciando allo stesso tempo fruibile la navata esterna: il progetto di un teatro interno.

### 3. Risultati delle simulazioni nelle diverse ipotesi di intervento

Le analisi di simulazione sono state effettuate mediante il software I-Simpa® [2] tramite il metodo dell'SPPS, o metodo della simulazione della propagazione delle particelle sonore. Questo metodo si basa su una schematizzazione dell'onda sonora: si ammette che l'energia sonora si propaghi nello spazio sotto forma di particelle che seguono traiettorie rettilinee fino alla collisione con un oggetto. Ad ogni collisione le particelle possono essere assorbite, riflesse, disperse, diffuse o trasmesse a seconda della natura dell'oggetto e secondo leggi probabilistiche (Figura 2).

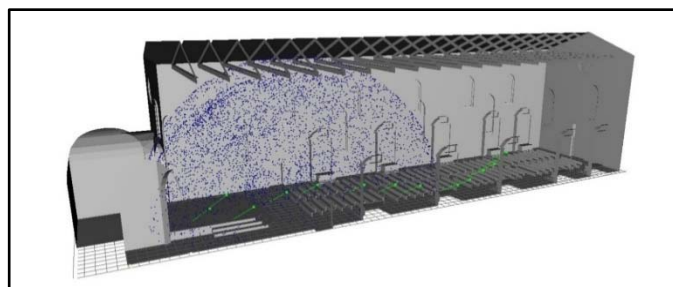


Figura 2 - Rappresentazione della diffusione delle particelle sonore all'interno del modello tridimensionale realizzato.

Prima di avviare il calcolo il modello è stato debitamente tarato sulla base delle risposte acustiche ottenute dal rilievo effettuato nel 2013 dallo studio Müller Acoustic Consulting.

Il risultato di tale rilievo ha evidenziato un tempo di riverbero notevolmente alto, specialmente alle basse frequenze dove si arriva a 5-6 secondi di  $T_{60}$ .

### 3.1 Risultati della prima ipotesi d'intervento.

Attraverso l'ausilio del modello tridimensionale (Figura 2) è stato possibile elaborare e verificare varie proposte di miglioramento acustico, che, per quanto riguarda la prima ipotesi d'intervento, è possibile sintetizzare in tre punti: ridimensionamento del volume attraverso l'inserimento di un'ampia tenda fonoassorbente capace di accorciare l'eccessiva lunghezza dell'ultima seduta dall'ipotetico palco (lunghezza inutile in termini di buona visibilità); inserimento di sufficiente quantità di materiale fonoassorbente laddove era possibile senza stravolgere l'assetto della chiesa, ovvero in sospensione sotto le capriate e negli spazi vuoti tra le bifore; inserimento di un palco regolabile che potesse assolvere anche alla funzione di deflettore del suono (Figura 3).

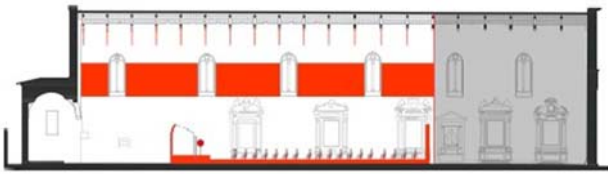


Figura 3 – Schema di intervento della prima ipotesi: in grigio la porzione della navata esclusa dalla tenda, in rosso gli elementi aggiunti.

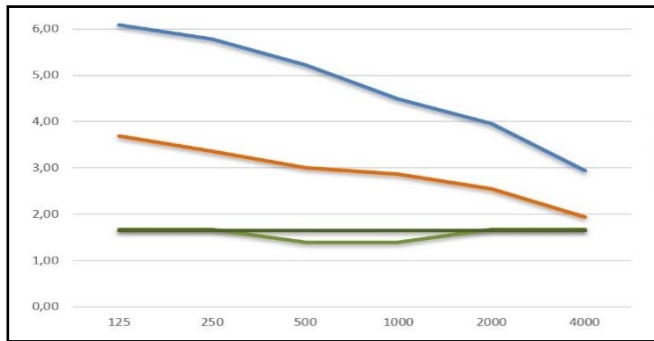


Figura 4 – Grafico di confronto tra i valori del tempo di riverberazione prima dell'intervento (in blu), con la prima ipotesi (in arancio) e infine in verde i valori ottimali secondo la norma UNI 11367 e la letteratura.

Il miglioramento è evidente, ma ancora lontano dalle aspettative. Per poter ulteriormente migliorare la risposta acustica è possibile aumentare la quantità di materiale fonoassorbente, aggiungere *bass trap* per migliorare la risposta alle basse frequenze e deflettori in sospensione sopra le sedute per meglio convogliare il suono (Figura 5, sopra) [3]. La quantità di materiale da aggiungere per poter ottenere una risposta esaustiva sarebbe stata decisamente notevole. Giunti a questa conclusione è stata quindi vagliata l'alternativa di concentrarsi sul creare un ambiente acusticamente performante, raccogliendo tutti i suddetti interventi in uno solo (Figura 5, sotto).



Figura 5 – Confronto tra l'estremizzazione dell'intervento della prima ipotesi (in alto) e il concetto di concentrazione degli interventi in un unico blocco della seconda ipotesi (in basso).

### 3.2 La seconda ipotesi di intervento: l'ipotesi progettuale

La seconda ipotesi d'intervento, in sintesi, consiste nella creazione di un volume all'interno di quello della chiesa, che possa contenere tutto il necessario per una perfetta "macchina teatrale", compresa quindi un'ottima risposta acustica, oltre che termica e visiva, altri due fattori non ottimali allo stato attuale. [4] Una volta ipotizzata la distribuzione di massima del progetto, è stato utilizzato nuovamente il software I-Simpa, con metodo SPSS, per le verifiche. All'interno del modello tridimensionale sono stati inserite tre sorgenti sonore in corrispondenza del palco e dieci ricevitori in modo da coprire uniformemente la platea (Figura 6).

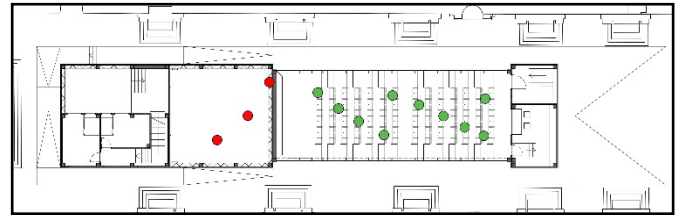


Figura 6 – Schema di distribuzione delle sorgenti e dei ricevitori all'interno del teatro.

La risposta sonora, riportata in Figura 7 in termini di tempo di riverberazione, è stata notevolmente migliore rispetto alla prima ipotesi di intervento, in quanto si tratta di un ambiente più circoscritto, le cui superfici materiche sono state studiate ai fini di una migliore resa acustica. [5]

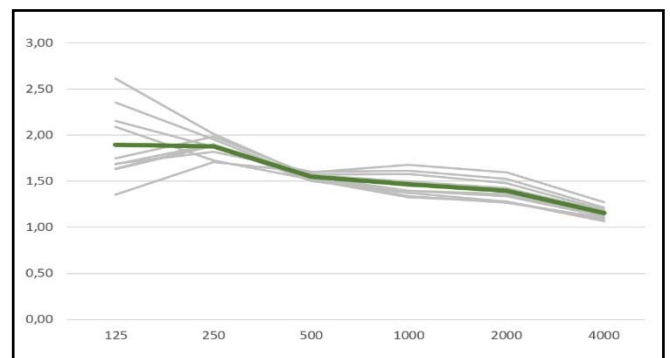


Figura 7 – Grafico dell'andamento del tempo di riverbero medio e nelle varie postazioni all'interno del teatro. I valori sono in linea con quanto richiesto per ambienti di questo genere.



Figura 8 – Render rappresentativo del volume del teatro progettato all'interno della navata della chiesa.

## 4. Bibliografia

- [1] Balducci S., La chiesa di San Francesco a Lucca. Analisi e studi di riqualificazione acustica: progetto di un teatro interno, tesi di laurea, Università di Firenze, Scuola di Architettura, A.A. 2019-2020
- [2] <https://i-simpa.univ-gustave-eiffel.fr/>
- [3] Spagnolo R. Manuale di Acustica Applicata, CittàStudi Edizioni, 2014
- [4] Cingolani S., Spagnolo R., Acustica musicale e architettonica", UTET libreria, 2009
- [5] Trevor J.Cox, Peter D'Antonio, Acoustic Absorbers and Diffusers: Theory, Design and Application, Taylor & Francis Inc., 2004.