



INDICAZIONI TECNICO PROGETTUALI DI CORREZIONE ACUSTICA CALL CENTER

Committente



1. Premessa

Le proposte progettuali presentate all'interno del presente documento sono state definite con l'obiettivo di rispondere alle esigenze di versatilità dello spazio di un call center espresse dalla Committenza. In particolare tali esigenze comprendono specifiche richieste in termini di adattamento e diminuzione del tempo di riverberazione causa della mancata intelligibilità del parlato. L'evidente problematica della sala impone che la progettazione sia mirata all'individuazione di soluzioni che garantiscano una buona risposta acustica. Nell'ambito della presente relazione verranno analizzate in particolare le soluzioni acustiche adatte alle destinazioni d'uso enfatizzando la capacità di colloquiare nella sala del call center.

2. Requisiti acustici per la sala

Nelle tipologie di ambienti (es. uffici) in cui si svolgono attività che richiedono concentrazione, intelligibilità delle conversazioni e al contempo riservatezza e non interferenza delle comunicazioni stesse, è necessario disporre delle condizioni ambientali globali che permettano un comfort acustico o benessere psicofisico. Il comfort acustico può essere definito come quella condizione psicofisica per cui un individuo, immerso in un campo sonoro, si trova in condizioni di benessere, in relazione all'attività che sta svolgendo. È indubbio che uno spazio adeguatamente progettato e gestito negli aspetti del comfort acustico, sa creare condizioni di vivibilità che migliorano notevolmente la qualità della nostra vita quotidiana, incrementando considerevolmente la produttività e la qualità del lavoro svolto. Al fine di poter analizzare in modo accurato un ambiente chiuso dedicato al pubblico in relazione ai requisiti acustici che esso deve possedere ed, eventualmente, correggerne le caratteristiche acustiche, è necessario innanzitutto stabilire la destinazione d'uso dell'ambiente stesso. Negli ambienti di lavoro in esame si svolgono attività di tipo cognitivo e relazionale, nelle quali gli

Euphonia S.r.l.

Via E. Belinguer 3, 01030 Corchiano (VT) – **Nuova sede:** Via Stefano Madia 80 00139 **Roma (RM)**

Mobile: 339. 40.777.84 Web: www.euphonisrl.com



individui fruitori degli stessi ricevono, elaborano, producono e scambiano frequentemente informazioni principalmente attraverso la voce parlata.

Pur essendo assai diversificate tra loro, le sorgenti sonore che possono causare rischio o disturbo negli ambienti di lavoro in questione, sono verosimilmente riconducibili alle seguenti tipologie:

- sorgenti esterne il cui rumore si trasmette attraverso le pareti delimitanti l'edificio o l'ambiente;
- impianti tecnici dell'edificio quali impianti di climatizzazione dell'aria e ventilazione, ascensori, condutture idrauliche, ecc.;
- apparecchiature funzionali all'attività che possono essere di volta in volta generati da telefoni, fax, fotocopiatrici, stampanti, ecc.;
- attività antropiche tra le quali la più ricorrente è la voce umana.

Dunque, il controllo dei requisiti acustici dei locali è una delle condizioni che concorrono al benessere degli occupanti di un edificio.

2.2 La riverberazione e la qualità acustica

Le condizioni per un'ottimale trasmissione di messaggi sonori in un ambiente chiuso, sia che si tratti di parlato o di musica, sono:

- 1) il rumore deve giungere sufficientemente intenso in tutti i punti di ascolto della sala;
- 2) i rumori che si succedono con rapida emissione devono arrivare all'ascoltatore chiari e distinti mantenendo la loro individualità;
- 3) le componenti spettrali di un rumore complesso devono mantenere in modo inalterato le loro intensità relative.

In un qualsiasi ambiente confinato destinato alla permanenza umana, il rumore generato da una qualsiasi sorgente sonora giunge al nostro orecchio in vari modi, ossia in modo diretto (dalla sorgente al nostro orecchio) e, sebbene con un certo ritardo, in modo riflesso attraverso le superfici del locale (pareti, soffitti, pavimenti, oggetti, etc.).

Uno dei parametri maggiormente utilizzati per la valutazione della qualità acustica di un ambiente è la sua riverberazione.

Per riverberazione si intende quella condizione fisica per la quale un rumore permane in un ambiente chiuso dopo l'interruzione della sorgente sonora a seguito delle molteplici riflessioni e diffusioni sulle pareti delimitanti l'ambiente.



Viene definito tempo di riverberazione, T60, il tempo [s] occorrente affinché il livello di pressione sonora ad una data frequenza si riduca di 60 dB rispetto al livello iniziale dopo l'interruzione dell'emissione sonora.

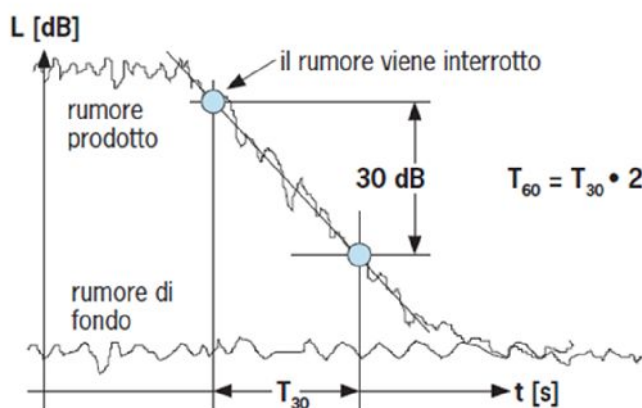


Figura n. 1. Grafico del Tempo di Riverberazione.

Il fenomeno della riverberazione gioca un ruolo fondamentale nella determinazione delle condizioni di comfort auditivo all'interno degli ambienti confinati. Se da un lato la presenza del campo sonoro riverberato è utile ai fini dell'ascolto, perché il suo contributo innalza il valore della densità di energia sonora in regime permanente e fornisce "condizioni naturali" di ascolto, da un altro lato un valore eccessivo della durata dei transitori di attacco e di estinzione può peggiorare la qualità dell'ascolto stesso, con perdita di intelligibilità e "impastamento" del segnale sonoro. Le attività tecniche che hanno la finalità di raggiungere una condizione di comfort acustico all'interno di un ambiente, prevedono proprio di operare su questo valore (in secondi) del Tempo di Riverberazione, cercando di ridurlo a valori ottimali.

I valori ottimali di Tempo di Riverberazione differiscono in base alla destinazione d'uso dell'ambiente e possono essere ricavati da apposite tabelle oppure calcolati empiricamente.



2.2 Il tempo di Riverberazione (T_{60}) ottimale per ogni ambiente

Formule empiriche per individuare il Tempo di Riverberazione Ottimale (T_{60} Ottimale).

Tale valore ci indica l'obiettivo finale della nostra progettazione e dei nostri interventi (raggiungimento della condizione di comfort acustico) ed unitamente alla individuazione del Tempo di Riverberazione esistente prima degli interventi di correzione acustica, ci porta alla quantificazione (in metri quadri m^2) di pannelli fonoassorbenti da installare.

In letteratura sono stati proposti diversi studi che correlano il tempo di riverberazione ottimale di un ambiente alla sua destinazione d'uso e al suo volume. Un esempio di tali correlazioni è riportato in fig. (2)

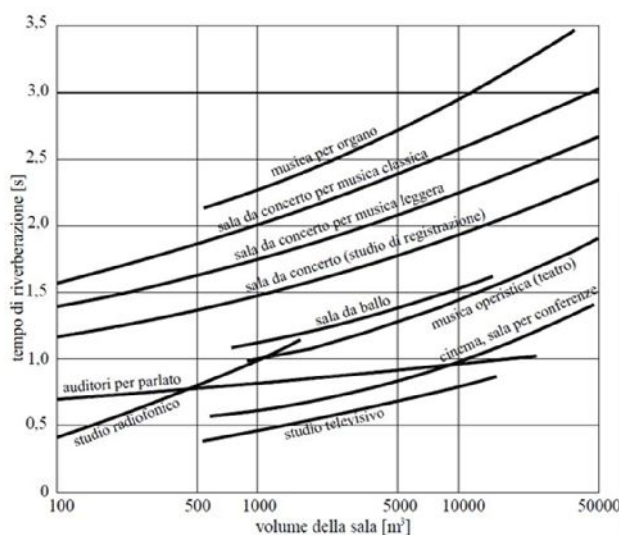


Figura n. 2. Grafico per la determinazione del valore ottimale del Tempo di Riverberazione.

 Euphonia Turning noise into harmony	Simulazione acustica Call Center	Revisione 00 del 01/08/2016 Pagina 5 di 10
--	---	---

3. Calcolo del tempo di riverbero ottimale (POST OPERAM)

Per il computo previsionale della quantità di superfici fonoassorbenti necessarie per un idoneo trattamento acustico dei locali in questione, è stato necessario stimare il Tempo di Riverberazione ante - operam che caratterizza ciascun ambiente confinato al fine determinare se e dove intervenire con un appropriato piano di risanamento acustico.

Il Tempo di Riverberazione determinato (ante – operam) è stato dunque confrontato con il valore ottimale che dovrebbe caratterizzare ogni ambiente in base alla propria destinazione d’uso e in base al volume secondo quanto previsto dalla norma DIN 18041.

È stata infine stimata la superficie assorbente (m^2) necessaria al fine di rendere acusticamente fruibili gli ambienti, ottenendo a conferma di ciò un Tempo di Riverberazione post – operam in linea con quello ottimale. Questo valore è stato ottenuto utilizzando il software di simulazione RAMSETE.

Nel caso specifico avendo un volume di $1200 m^3$ il tempo di riverbero ottimale in base alla destinazione d’uso per la frequenza specifica di 500 Hz è di 1,0 secondo.



4. Procedura di Simulazione

Il modello digitale 3D utilizzato per la simulazione della propagazione acustica all'interno delle sale è stato costruito a partire da piante e sezioni bidimensionali forniti dalla Committenza.

Il lavoro ha previsto una costruzione del modello 3D del guscio interno dell'ambiente oggetto di studio al fine di poter ottenere un file in grado di essere correttamente importato nel software di simulazione acustica Ramsete. Tale rielaborazione ha previsto la ricostruzione del modello 3D costituito soltanto da entità di superficie compatibili con il software Ramsete (figura 4-5).

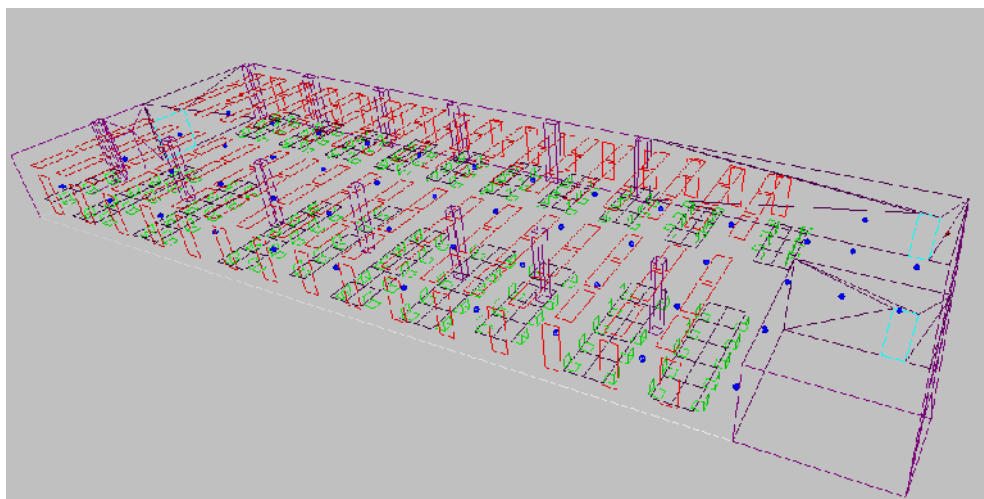


Figura 4 Immagine del modello dell'ambiente oggetto di studio

Si descrivono di seguito le principali fasi della realizzazione del modello alla base della simulazione del comportamento acustico dell'ambiente oggetto di studio.



4.1 Costruzione del modello architettonico

La ricostruzione dei modelli tridimensionali delle sale in esame è stata effettuata partendo dai disegni (piante e sezioni) forniti dalla Committenza. E' stato realizzato il guscio che delimita il volume interno del modello opportunamente posizionando le superfici in modo da simulare il campo acustico confinato dell'ambiente oggetto di studio, successivamente suddividendo i confini così definiti in funzione delle relative caratteristiche acustiche. All'interno del volume del modello sono stati poi aggiunte le superfici che schematizzano sia gli oggetti d'arredo, quali sedie, poltrone, tavoli ed elementi sospesi comprendenti fonti di illuminamento ed isole fonoassorbenti che gli elementi di separazione quali pareti mobili, porte, vetrate e tende.

5. Indicazioni tecnico progettuali

A seguito delle misure sperimentali effettuate si evidenzia un tempo di riverberazione eccessivo, pertanto lo stato di progetto oggetto di test ha come obiettivo l'allineamento del Tempo di riverbero previsionale con l'ottimale. Si è deciso di utilizzare dei pannelli Zen di Metalway (figura 5-6):



Figura n. 5. Esempio di installazione dei pannelli ZEN.

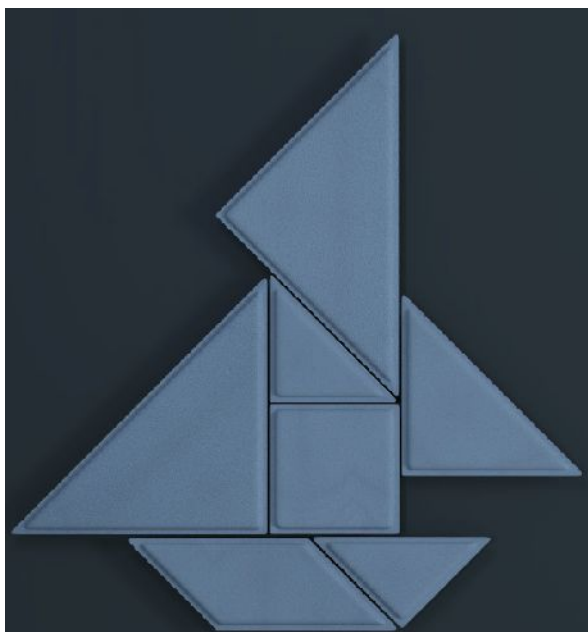


Figura n. 6. Esempio di installazione dei pannelli ZEN-TANGRAM.

I pannelli ZEN hanno le seguenti caratteristiche acustiche certificate:

Campione "ZEN" di Metalway S.r.l.

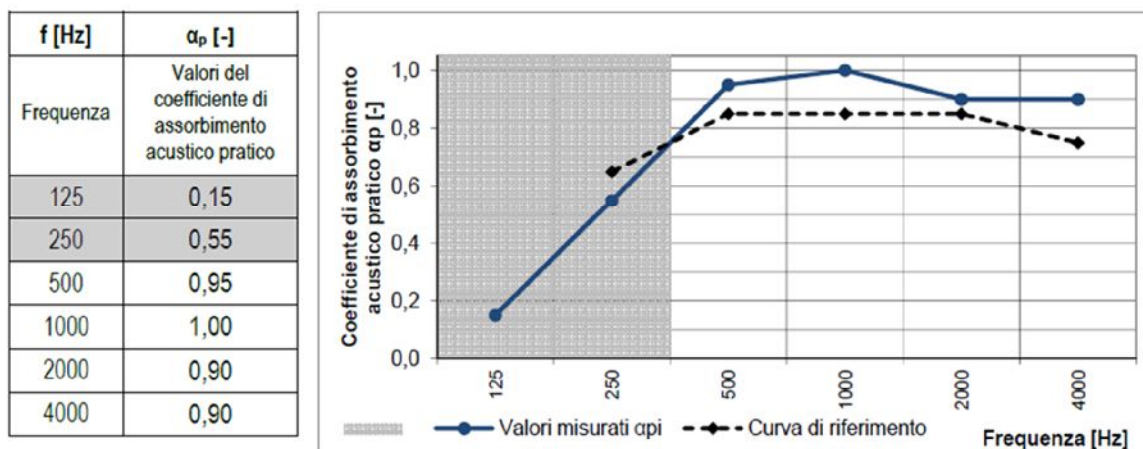


Figura n. 7. Certificazione dei coefficienti fono-assorbenti.



Pannelli dovranno essere così distribuiti:

N° 150 pannelli ZEN 1,8 m x 0,4 m (per una superficie di 105 m²) da posizionare a soffitto;

N° 45 pannelli ZEN 1,8 m x 0,4 m (per una superficie di 31,5 m²) da posizionare sulle pareti laterali;

N° 4 tangram (per una superficie di 3,3 m²) da posizionare sulle pareti laterali;

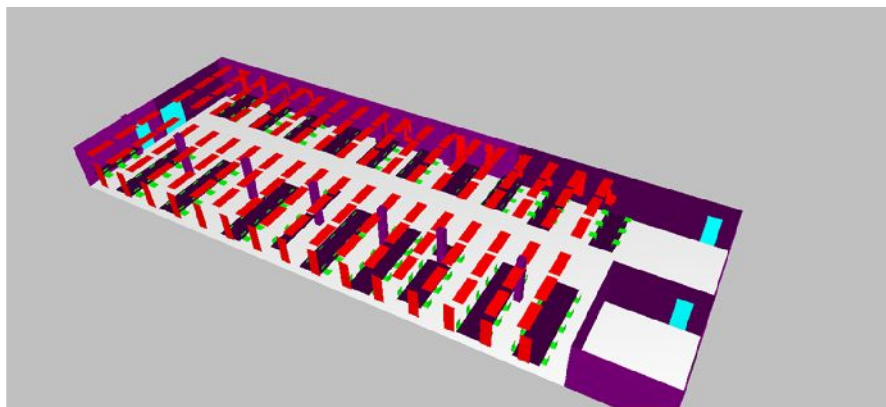
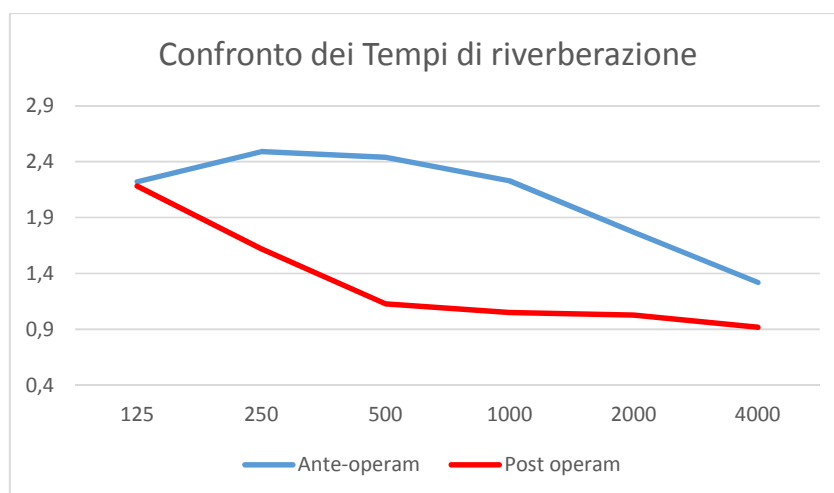


Figura 8: posizionamento dei pannelli (evidenziati in rosso) nel call center.



6. Conclusioni

Dai risultati delle stime del tempo di riverbero effettuate secondo la normativa norma DIN 18041 è emersa una situazione di cattiva qualità acustica dell'ambiente in oggetto dovuta a tempi di riverbero molto elevati a tutte le frequenze di interesse. Ciò posto, è stata valutata una ipotesi di correzione acustica dell'ambiente che corrisponde all'installazione di un controsoffitto fonoassorbente o il rivestimento di alcune pareti verticali così come descritto nei paragrafi precedenti



	125	250	500	1000	2000	4000
Ante-operam	2,22	2,49	2,44	2,23	1,77	1,32
Post operam	2,18	1,62	1,13	1,05	1,03	0,92

Analizzando la tabella in questa pagina si evince che questa soluzione comporta una notevole riduzione dei tempi di riverbero rispetto allo stato attuale. Infatti questo intervento di risanamento acustico comporta un abbassamento del tempo di riverbero allineandolo ai valori limite di 1 secondo. La presente simulazione acustica previsionale presenta dei valori di incertezza intrinseci dell'algoritmo di calcolo del software di simulazione. Ciò implica che i livelli di riverbero simulati potrebbero essere non perfettamente coincidenti con quelli misurati a seguito dell'intervento di bonifica.