



# PER L'ACUSTICA NON TUTTI GLI AMBIENTI SONO UGUALI

Collana di "libretti d'istruzioni" per la soluzione di problemi di acustica ambientale  
nelle diverse tipologie di sale e locali



## L'ACUSTICA NEGLI AMBIENTI

# SCHOOL

L'acustica corretta per migliorare  
l'apprendimento e la  
concentrazione  
(aule didattiche, biblioteche)



# PER L'ACUSTICA NON TUTTI GLI AMBIENTI SONO UGUALI

Collana di “libretti d’istruzioni” per la soluzione di problemi di acustica ambientale  
nelle diverse tipologie di sale e locali

## PRESENTAZIONE DELLA COLLANA

Le problematiche legate all’acustica ambientale sono molteplici. Ogni ambiente o locale chiuso ha caratteristiche proprie da valutare da diversi punti di vista. Per questo si è pensato di creare uno strumento pratico ricco di esempi e realizzazioni molto specifiche, divise per tipologia di ambiente e/o sala. In questo modo il lettore può identificare il settore in cui opera o la tipologia di ambiente che deve migliorare acusticamente e calarsi nella sua specificità.

Si deve tener presente che l’acustica architettonica si basa su leggi fisiche regolate da precisi elementi di calcolo che fanno riferimento a caratteristiche oggettive degli ambienti, quali volume, geometrie interne, tipo di superfici, ma anche su elementi soggettivi legati alla destinazione d’uso degli ambienti e alle esigenze specifiche delle persone che le utilizzano.

Per questi motivi l’approccio progettuale deve essere diverso nei vari ambiti d’intervento. E’ intuitivo immaginare che le esigenze uditive in una sala conferenze sono diverse da quelle di un ristorante, così come quelle di una palestra sono diverse da quelle di un’aula scolastica o ancora l’acustica di un ambiente ufficio avrà necessità uditive diverse da quelle di una camera d’albergo.

I libretti che compongono la collana affrontano le problematiche acustiche nei vari ambiti con specificità a seconda della destinazione d’uso degli ambienti, identificando specifiche esigenze omogenee per tipicità; ciò facilita il lettore nella comprensione dei vari approcci progettuali accompagnandolo nella corretta identificazione delle diverse esigenze uditive e nella scelta dei corretti interventi da attuare con esempi e casi reali di progetti e lavori già realizzati.

## CONCETTI BASE DI ACUSTICA ARCHITETTONICA

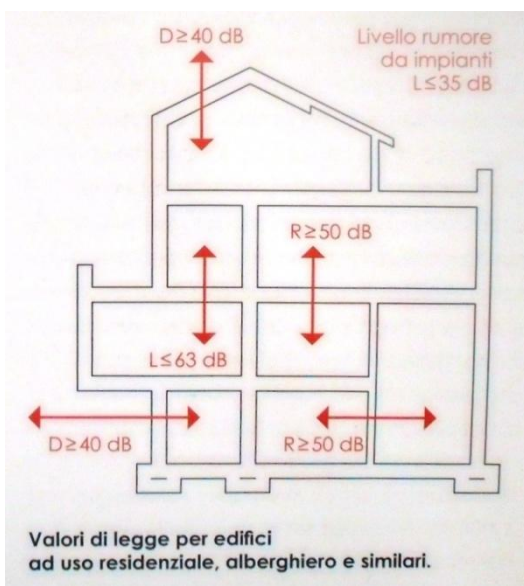
Come premessa alla trattazione dello specifico argomento di questo libretto è necessario esplicitare alcune basi teoriche e precisare alcune definizioni inerenti l'argomento dell'acustica ambientale. Ciò renderà più semplice comprendere la trattazione degli argomenti specifici e comprendere il perché delle azioni correttive da attuare negli ambienti per ottenere i risultati di correzione acustica più adatti al singolo caso.

### Argomenti trattati

- Fondamenti dell'acustica , definizione e concetti base ( fonoisolamento, fonoassorbimento)
- acustica nelle costruzioni e acustica architettonica
- “Come sentiamo” cenni di psicoacustica
- Il riverbero e altri indici di qualità sonora
- I materiali fonoassorbenti ed il loro utilizzo
- La correzione acustica, obiettivi e metodi,

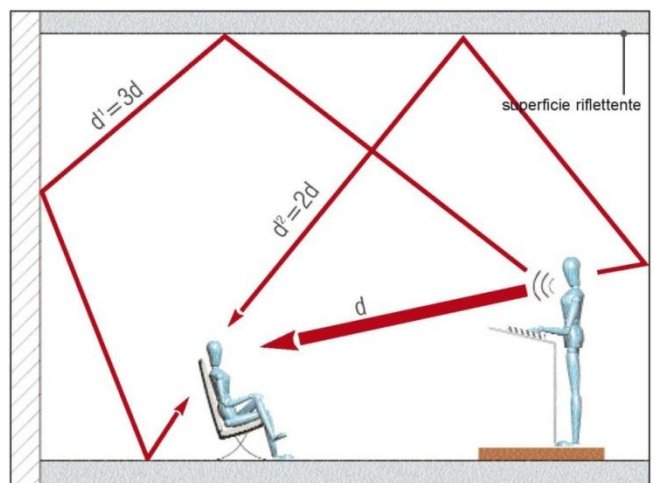
### Acustica nelle costruzioni

Problemi di isolamento acustico  
(dB decibel) RUMORI



### Acustica architettonica

Problemi di acustica ambientale  
( $\alpha$  coef. Assorbimento) SUONI



E' fondamentale comprendere i concetti di fonoisolamento e di fonoassorbimento che identificano in acustica i due grandi campi di intervento nelle costruzioni e negli ambienti.

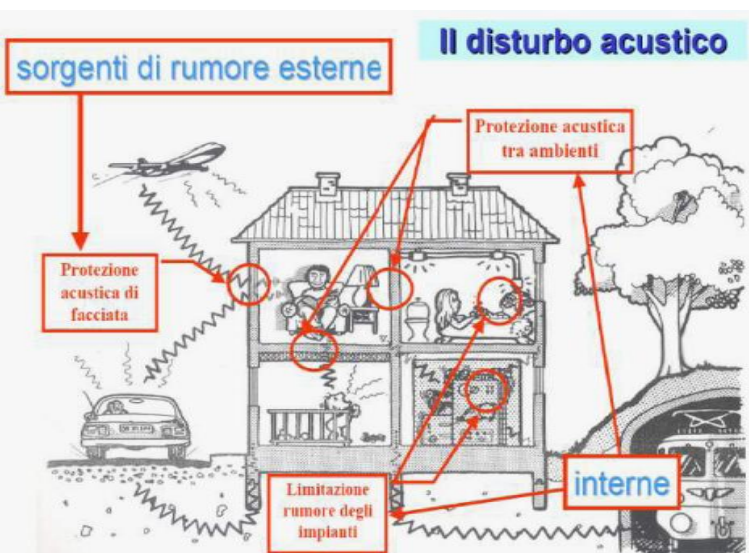
Quando si parla di fonoisolamento si entra in un mondo che riguarda le costruzioni e specificatamente quanto una partizione edilizia isola dai rumori. L'acustica nelle costruzioni si occupa dei problemi provocati dai rumori e dei disturbi che i rumori provocano, quindi il fonoisolamento è una caratteristica specifica dell'involucro edilizio.

L'acustica architettonica invece studia la propagazione del suono in ambienti chiusi. Tale propagazione è influenzata notevolmente dalle caratteristiche di assorbimento acustico che hanno le superfici che racchiudono l'ambiente e questa caratteristica viene identificata come fonoassorbimento delle superfici.

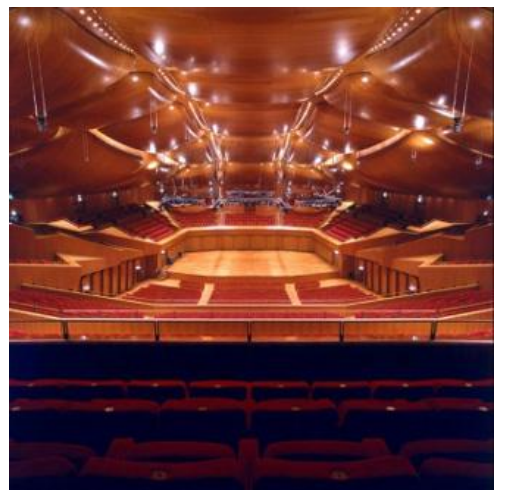
Si identifica come Isolamento acustico la capacità di una struttura di abbattere il rumore aereo. Tale parametro ha a che fare con l'energia sonora e quindi con i decibel (dB)

Si identifica fonoassorbimento la capacità di una superficie di assorbire per dissipazione i suoni. Tale parametro viene identificato dal coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  che varia da 0 a 1.

Per definizione i rumori sono onde sonore che disturbano, cioè tutto ciò che non vogliamo sentire, mentre i suoni sono sempre onde sonore che però vogliamo sentire anzi vogliamo sentire bene. Su questa distinzione si basa la differenza in acustica tra acustica delle costruzioni e acustica architettonica.



## Propagazione del suono



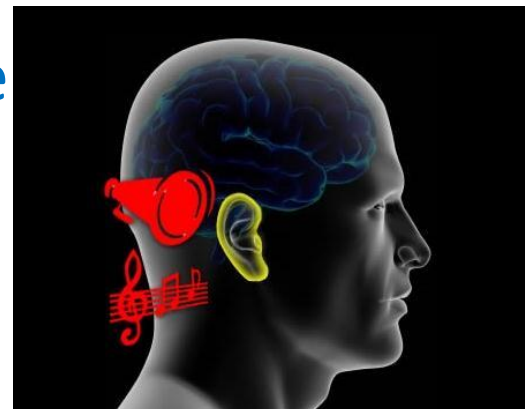
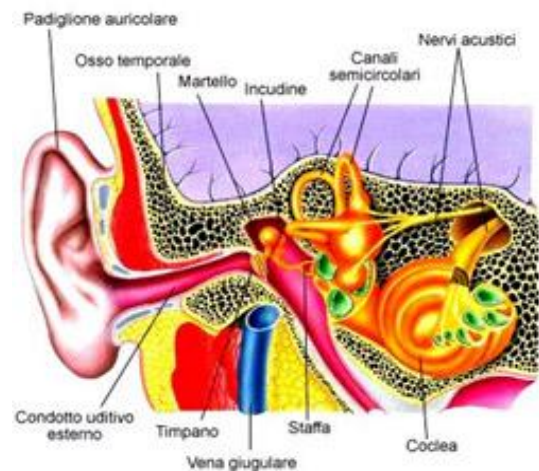
In acustica architettonica oltre a parametri oggettivi che riguardano la propagazione dei suoni come la velocità del suono nell'aria, le riflessioni dei suoni sulle superfici, e molti altri effetti distorsivi come il mascheramento o il riverbero, subentrano anche molteplici aspetti soggettivi. La scienza che studia "come sentiamo" è la psicoacustica. Tale scienza studia sia i meccanismi fisiologici dell'orecchio, che psicologici dell'ascolto. La psicoacustica identifica quali sono le relazioni tra i fenomeni acustici oggettivi e le percezioni uditive soggettive elaborate dal cervello. Tale scienza studia il sistema ricevitore, sia per come i suoni vengono ricevuti dal sistema uditivo sia come vengono interpretati dal cervello. La soggettività della percezione uditiva e gli aspetti psicologici dell'ascolto sono degli aspetti fondamentali da tener presente nella progettazione ed è per questo che in questa collana si è cercato di differenziare le varie destinazioni d'uso degli ambienti proprio per meglio identificare anche quali sono gli aspetti psicologici che intervengono nelle varie ambientazioni.

## • Come "sentiamo"?

### Meccanismi fisiologici

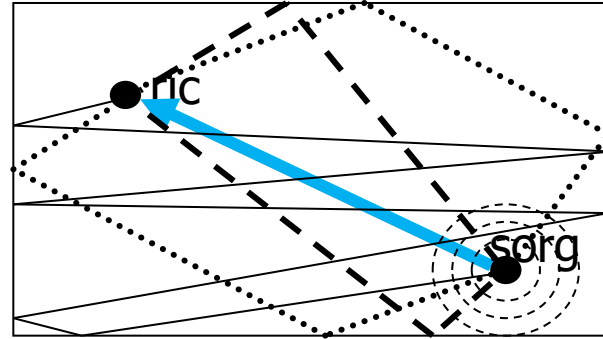
- Quali sono le relazioni tra i fenomeni acustici oggettivi e percezione uditiva soggettiva?

### Meccanismi psicologici



Nello studio della propagazione dei suoni in ambienti chiusi il parametro più importante da considerare è il RIVERBERO. Tale fenomeno è generato dalla riflessione delle onde sonore provocato dalle superfici che delimitano gli ambienti. In termini semplici alle nostre orecchie non arriva solo il suono diretto generato da una sorgente sonora ma anche un suono riflesso. Poiché i suoni arrivano in tempi diversi si genera un disturbo.

- Suono diretto
- Campo sonoro riverberato



## UNA CODA SONORA TROPPO "LUNGA" GENERA UN DISTURBO

Il Tempo di riverbero, espresso in secondi, è il parametro che esprime la durata della coda sonora e si esprime secondo la seguente relazione:

$$T = 0,161 \frac{V}{A} \quad A = \sum \alpha_i S_i$$

Da tale relazione si capisce come T, tempo di riverbero, sia influenzato dai seguenti fattori

- V volume della sala
- $\alpha$  assorbimento delle superfici

Oltre a ciò si devono tener presenti altri due fattori molto importanti:

- La geometria interna dell'ambiente per garantire la stazionarietà del campo sonoro riverberato
- La destinazione d'uso della sala che influenza gli aspetti psicologici dell'ascolto e che determina anche il  $T_{ott}$  che è il tempo di riverbero ottimale riferito alla sala in esame.

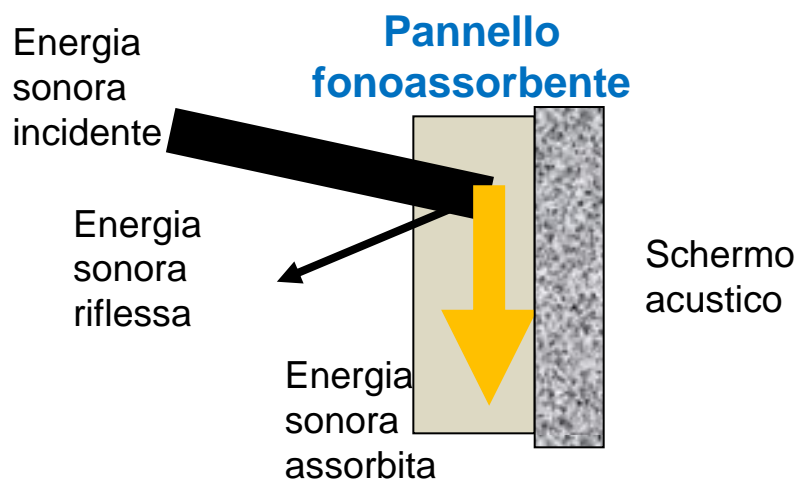
Ottenere valori ottimali del tempo di riverberazione rappresenta il giusto compromesso tra il raggiungimento di un livello sonoro sufficiente per un'audizione senza sforzo in tutti i punti dell'ambiente e la riduzione del disturbo provocato da un eccesso di riverberazione.

Il tempo di riverberazione ottimale dipende dal volume e della destinazione d'uso dell'ambiente.

Dalle precedenti relazioni si è detto che particolare importanza hanno le caratteristiche di assorbimento acustico delle superfici. Ciò significa che alti valori del coefficiente di assorbimento produce una significativa riduzione del tempo di riverbero e quindi del disturbo da esso generato.

**I materiali con alto coefficiente di assorbimento acustico si definiscono fonoassorbenti**

- ALTO COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO ACUSTICO  $\alpha$   
( $E_{\text{ass}} / E_{\text{inc}}$ )
- RIDUZIONE DEL RIVERBERO ALL'INTERNO DEI LOCALI



Esistono molteplici tipi di materiali fonoassorbenti che dissipano energia sonora incidente ma considerando i principi di funzionamento dei vari sistemi fondamentalmente si possono identificare due grandi categorie di materiali

- MATERIALI POROSI disperdono il suono per attrito (lane minerali, lane di vetro, lane in fibre naturali, feltri, pannelli in fibra di legno incrociate, tendaggi, tappeti, tessuti, "persone", arredi ecc.)
- PANNELLI FORATI O FESSURATI, E A CAVITÀ RISONANTI, sfruttano il principio dei risonatori di Helmholtz,, disperdono il suono per risonanza grazie alla diffrazione delle onde sonore (cartongesso forato, lamiera forata, compensato forato, tutte le varianti dei pannelli fessurati, e superfici a cavità risonanti, ecc.).

Esistono anche pannelli fonoassorbenti vibranti che sono molto specifici e selettivi in frequenza, vengono usati solo per particolari esigenze acustiche in ambienti musicali o da concerto.



Per approcciare qualsiasi tipo di correzione acustica in un ambiente dobbiamo considerare i due elementi fondamentali che già abbiamo individuato: parametri oggettivi, legati agli aspetti geometrici e fisici dell'ambiente e parametri soggettivi legati alla destinazione d'uso della sala e il conseguente approccio psicologico delle persone che la occupano. In funzione delle esperienze e delle possibili soluzioni progettuali che si attuano in acustica architettonica si definiscono quattro categorie d'intervento. Ogni categoria presuppone diversi obiettivi per la correzione acustica

- **ACUSTICA “DIFENSIVA”**

Mira a ridurre il livello sonoro nei locali ad elevata rumorosità per migliorare il confort (ristoranti, bar, discoteche, palestre, piscine, ecc.)

Controllo del livello acustico complessivo con utilizzo diffuso di materiali fonoassorbenti



- **ACUSTICA “DISTENSIVA”**

Mira a ridurre il livello sonoro nei locali per migliorare il confort ed agevolare il relax , il riposo e la concentrazione (ambienti wellness, spa, salotti, zone relax, ecc.)

Controllo del livello acustico specifico con utilizzo mirato di materiali fonoassorbenti per generare correzioni adeguate alla destinazione d'uso dell'ambiente



- **ACUSTICA “PERMISSIVA”**

Permettere un corretto ascolto e una buona comprensione della parola (aule scolastiche, asili, uffici, sale riunioni, sale conferenze, ecc.)

Controllo del riverbero



- **ACUSTICA “OTTIMALE”**

Consentire all'ascoltatore di ricevere i segnali, parola o musica, con nitidezza senza distorsioni, qualunque sia il punto di ascolto (teatri , cinema, auditorium, ecc.)

Controllo della diffusione del suono oltre che il raggiungimento del T ott







# L'ACUSTICA NEGLI AMBIENTI SCHOOL

L'acustica corretta per migliorare  
l'apprendimento e la concentrazione  
(aule didattiche, biblioteche)

Sappiamo che qualsiasi segnale acustico genera un impulso che il cervello riceve elabora ed interpreta. La conseguenza di ciò è che le attività cerebrali legate all'apprendimento e alla concentrazione vengono penalizzate se contemporaneamente in modo continuo arrivano al cervello impulsi disturbanti che interferiscono con le attività cerebrali principali.

Sono moltissimi gli studi effettuati sugli effetti che il rumore o più in generale gli ambienti disturbati provocano sulle attività di studio o di lavoro, se consideriamo che le aule scolastiche sono i luoghi in cui apprendimento e concentrazione devono essere massimi è fondamentale che tali ambienti non presentino elementi sonori disturbanti o che distorsioni e riverberazioni generano effetti negativi di percezione.

Un aspetto molto importante da considerare in ambiente scolastico è l'esigenza di comfort che anche i docenti o i relatori nelle aule necessitano. La capacità di concentrazione e di attenzione deve essere massima anche per gli insegnanti tenere lezioni in un ambiente disturbato acusticamente porta il relatore a fare molta fatica e limitare la concentrazione aumentando le pause e il relatore perde fluidità del discorso.

Il lungo periodo inoltre ha conseguenze per alcuni alunni ed insegnanti influenzano anche gli stati d'animo il cervello si abitua a percepire i disturbi acustici generando un effetto di assuefazione che porta alle conseguenze inconsce di stress e di nervosismo.

È intuitivo pensare che se una persona sa di poter affrontare una giornata in un ambiente disturbato affronta l'impegno con svogliatezza e riluttanza, quindi la predisposizione psicologica all'attività di apprendimento di concentrazione è negativa e quindi anche la resa e l'efficienza dell'attività sarà molto ridotta.



Di seguito presentiamo alcuni esempi pratici che illustrano diverse soluzioni possibili per migliorare il confort acustico, partendo da condizioni iniziali sullo stato di fatto degli ambienti presi in considerazione e le conseguenti azioni da attuare per ovviare alle problematiche riscontrate.

Gli esempi che vengono presentati in questa trattazione sono casi pratici di realizzazioni che OAcoustic ha seguito sia in fase di progettazione che in fase di realizzazione in collaborazione con progettisti, architetti e aziende contrat del settore dell'arredamento d'interni.



L'autore: Ing. Oscar Avian tecnico in acustica ambientale e fondatore di OAcoustic silence solutions.

Attualmente mi occupo della progettazione e realizzazione di soluzioni per interni legate all'acustica ambientale utilizzando prodotti fonoassorbenti di design di vario tipo e dell'ideazione di innovative soluzioni per il miglioramento acustico degli ambienti. Fornisco a committenti privati ad aziende e a studi professionali consulenza in materia di acustica per lo sviluppo di soluzioni applicative e l'ottimizzazione di progetti architettonici.



**Il nostro obiettivo** è affrontare e risolvere il disturbo generato dal riverbero acustico negli ambienti chiusi, integrando suono, luce e design. **Operiamo in tutti gli ambienti** come sale convegni, teatri, ristoranti, bar, hotel, uffici, sale riunioni, aule didattiche, studi medici, palestre, ecc. **per assicurare il giusto comfort acustico**, per limitare la rumorosità ambientale e aumentare la nitidezza del segnale sonoro principale.

**Analizziamo** tramite precisi programmi di calcolo acustico o rilievi fonometrici tutte le problematiche sonore di ogni singolo progetto e/o ambiente. **Progettiamo e realizziamo sistemi fonoassorbenti e luminosi integrati** per fornire soluzioni adeguate. Utilizziamo diversi materiali e complementi tecnici d'arredo per ottimizzare il risultato sonoro **unendo design, acustica e illuminazione**.