

Studio di acustica applicata

www.davidefoppiano.it



Ing. Davide Foppiano

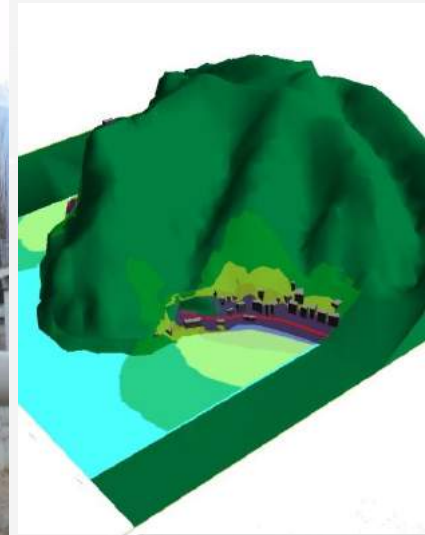
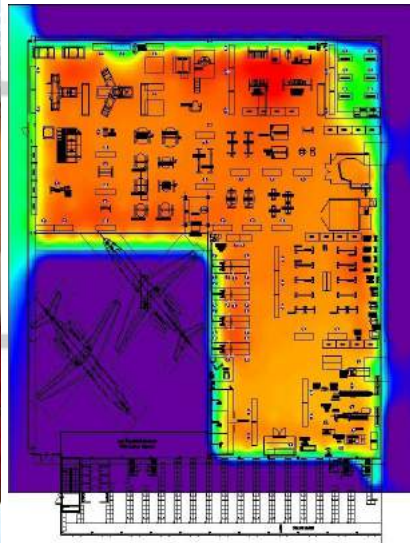
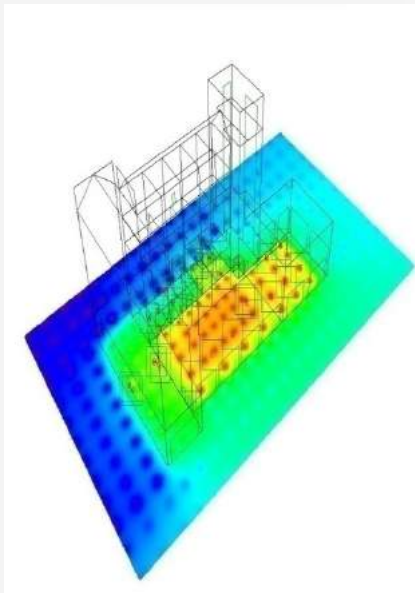
Via delle Ortensie 9 – 16040 Leivi (Ge)

L'acustica nei locali pubblici e nei ristoranti

Concetti base e casi studio



www.istitutoclimaliguria.it



Appendice C

Indicazioni per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti

Generalità

All'interno di ambienti dove il comfort acustico, e in specifico l'intelligibilità del parlato, rivestono un'importanza fondamentale (aule scolastiche, ambienti espositivi, sale da conferenza, mense, ecc.) e/o dove il controllo dell'assorbimento acustico risulta essere critico (palestre, piscine, ambienti per lo sport in genere), la valutazione acustica richiede la determinazione di alcuni specifici parametri.

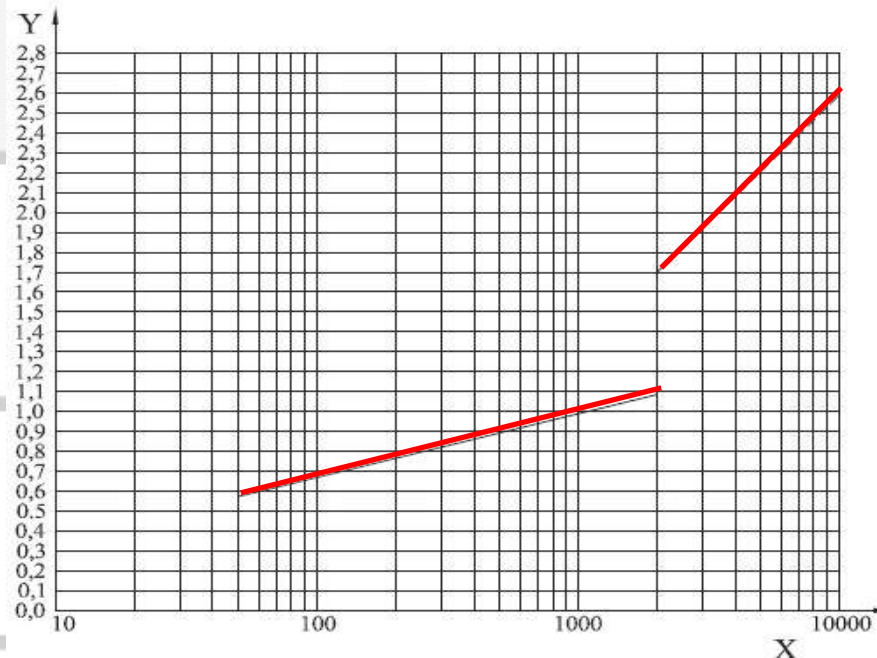
I descrittori acustici C_{50} e STI

Le caratteristiche interne di un ambiente, soprattutto quando sia essenziale garantire una buona intelligibilità del parlato, possono essere ben descritte attraverso i parametri C_{50} (chiarezza) e STI (speech transmission index). Nel prospetto C.1 sono riportati i valori consigliati per ognuna delle due grandezze citate, in relazione ad ambienti in cui la comprensione del parlato sia il requisito principale, e ad ambienti dedicati ad attività per le quali è sufficiente il controllo della riverberazione acustica (per esempio attività sportive).

Valori consigliati dei parametri C_{50} e STI

	C_{50} dB	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	$\geq 0,6$
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	$\geq 0,5$

Le modalità di misurazione e di valutazione sono descritte nella serie UNI EN ISO 3382 e nella CEI EN 60268-16.



Il tempo di riverberazione

Nella pratica corrente è molto diffuso, per quanto generalmente meno affidabile, l'utilizzo del tempo di riverberazione T per valutare le caratteristiche acustiche interne di un ambiente.

I valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1 000 Hz sono ricavabili dalle espressioni seguenti:

$$T_{\text{ott}} = 0,32 \lg(V) + 0,03 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito al parlato)} \quad (\text{C.1})$$

$$T_{\text{ott}} = 1,27 \lg(V) - 2,49 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)} \quad (\text{C.2})$$

dove:

V è il volume dell'ambiente, in metri cubi.

Nel diagramma in figura C.1 è rappresentato T_{ott} in funzione del volume V , in accordo con le formule (C.1) e (C.2).

UNI 11532-1/2018

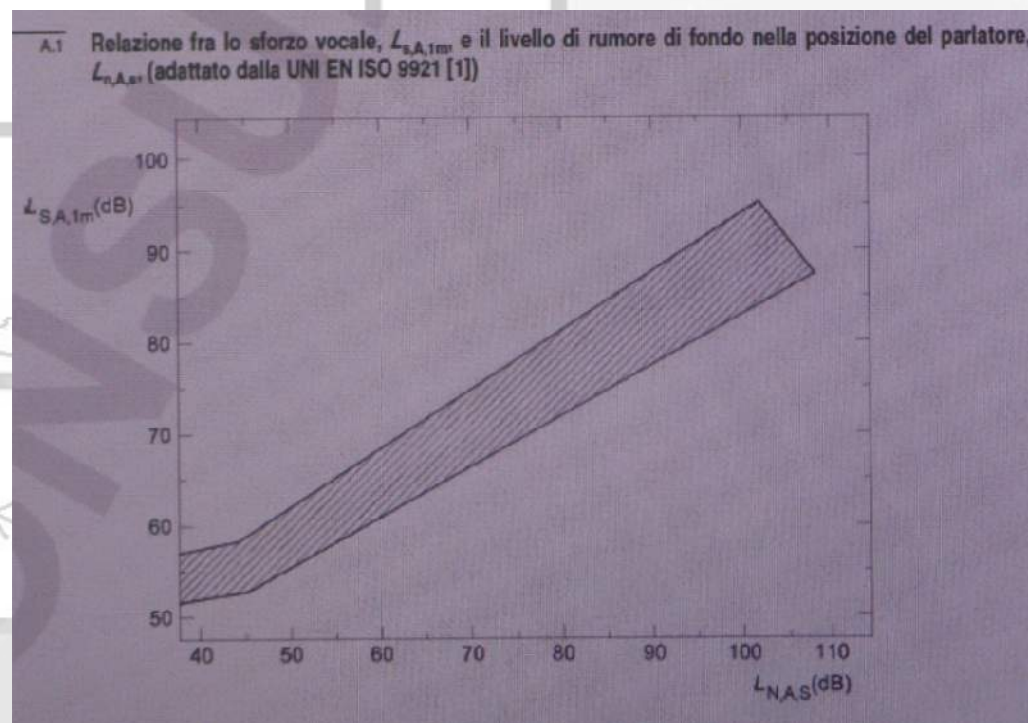
Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati Metodi progettuali e tecniche di valutazione Parte 1: Requisiti generali

Descrizione parametri T_r , STI, C_{50} , $L_{ic,int}$ ecc

STI esprime la qualità della trasmissione del parlato in termini di intelligibilità, relativa ad un percorso acustico o elettro-acustico tra un parlatore e un ascoltatore (CEI EN 60268-16)

Sforzo Vocale	$L_{p,A,1m}$ [dB(A)]
Rilassato	54
Normale	60
Elevato	66
Forte	72
Molto forte	78

Valori di STI	Qualità del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16
$0 < STI < 0.3$	Pessimo
$0.3 < STI < 0.45$	Scarso
$0.45 < STI < 0.6$	Accettabile
$0.6 < STI < 0.75$	Buono
$0.75 < STI < 1$	Eccellente



L'acustica nelle scuole

Per gli studenti

- Maggiore comprensione del discorso
- Migliore memoria a breve e lungo termine
- Migliore capacità di lettura
- Abbassamento dei livelli di stress e pressione sanguigna

Per gli insegnanti

- Maggiore chiarezza del discorso
- Maggiore comprensione degli studenti
- Meno problemi di voce
- Abbassamento dei livelli di stress e pressione sanguigna

Dati casi studio

- Aumento 10 dB – riduzione 5-7% voti
- Buon ambiente acustico, riduzione livello voce
- Buona comprensione aumenta l'apprendimento

Effetti sugli insegnanti

- Un buon ambiente acustico riduce la frequenza cardiaca di 10 battiti/min
- Maggiore esposizione a problemi di voce
- Affaticamento vocale

1 Attività

2 Persone

3 Spazio

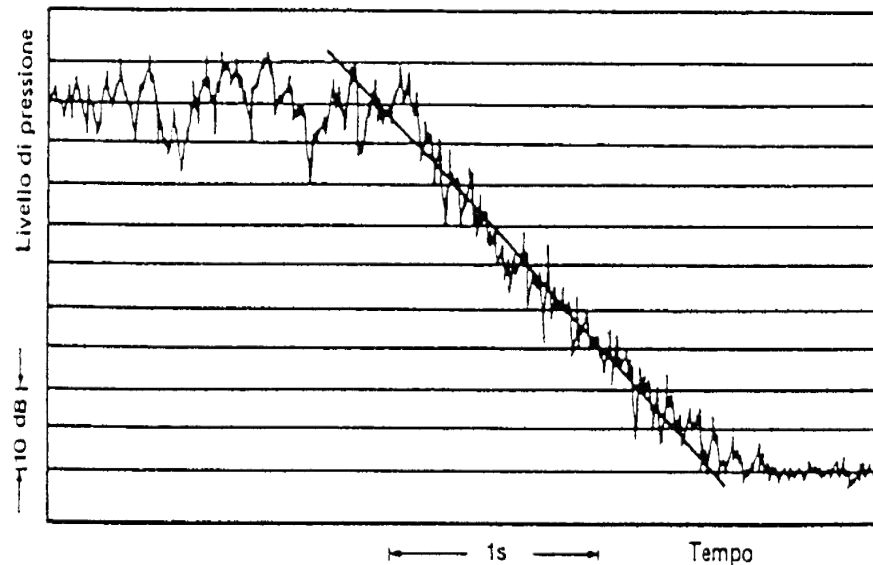


- 10 dB

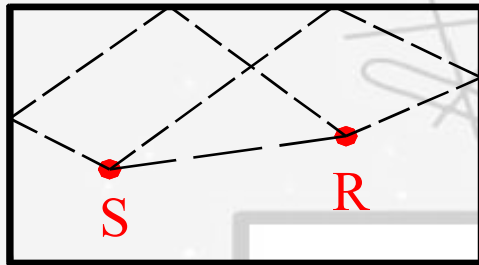
www.davidefoppiano.it

Tempo di riverberazione (EDT, T30, T20): è il tempo necessario perché, a partire dall'istante di inizio del transitorio di estinzione, il livello di pressione sonora nell'ambiente diminuisca di **60 dB** (riduzione di un milionesimo della densità sonora)

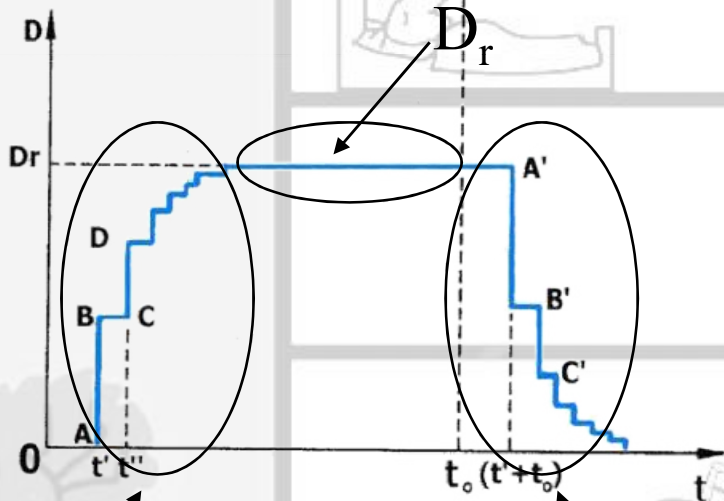
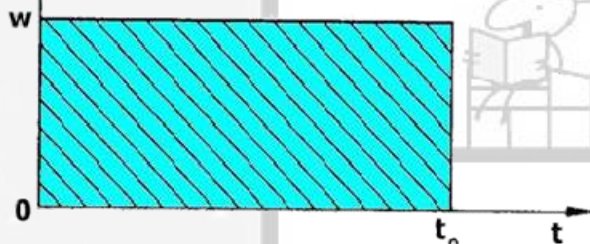
$$\tau_c = 0.16 \frac{V}{\sum_i a_i S_i} \quad [s]$$



Valori ottimali: in funzione del volume e della destinazione d'uso.



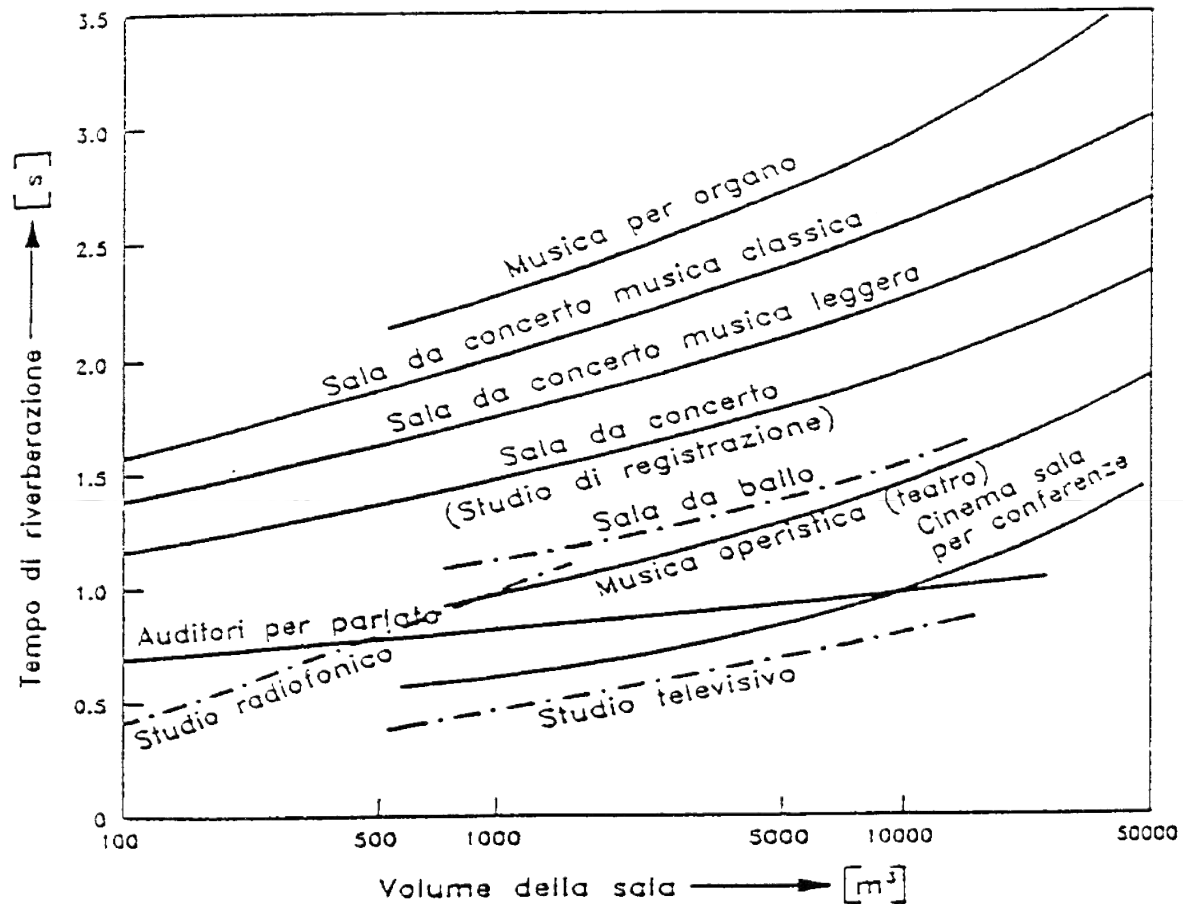
S sorgente sonora costante
R ricevitore
W = potenza sonora emessa da **S**
 nell'intervallo di tempo $t = 0$ $t = t_0$
D = densità sonora



- $t = 0$, **S** inizia a funzionare
- OA, $D = 0$
- AB, D aumenta, componente diretta, $t' = L/c = SR/c$
- all'istante t'' giunge la prima componente riflessa
- D_r = densità di regime
- $t = t_0$, **S** cessa di funzionare
- $(t_0 - (t' + t_0))$ ultimo contributo del suono diretto
- il fenomeno si riproduce al contrario fino a quando $D = 0$

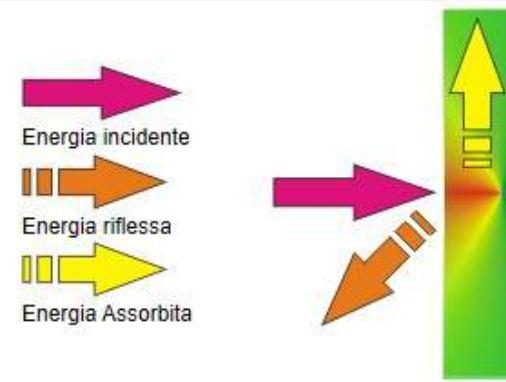


Valori ottimali del tempo di riverberazione (500 Hz)



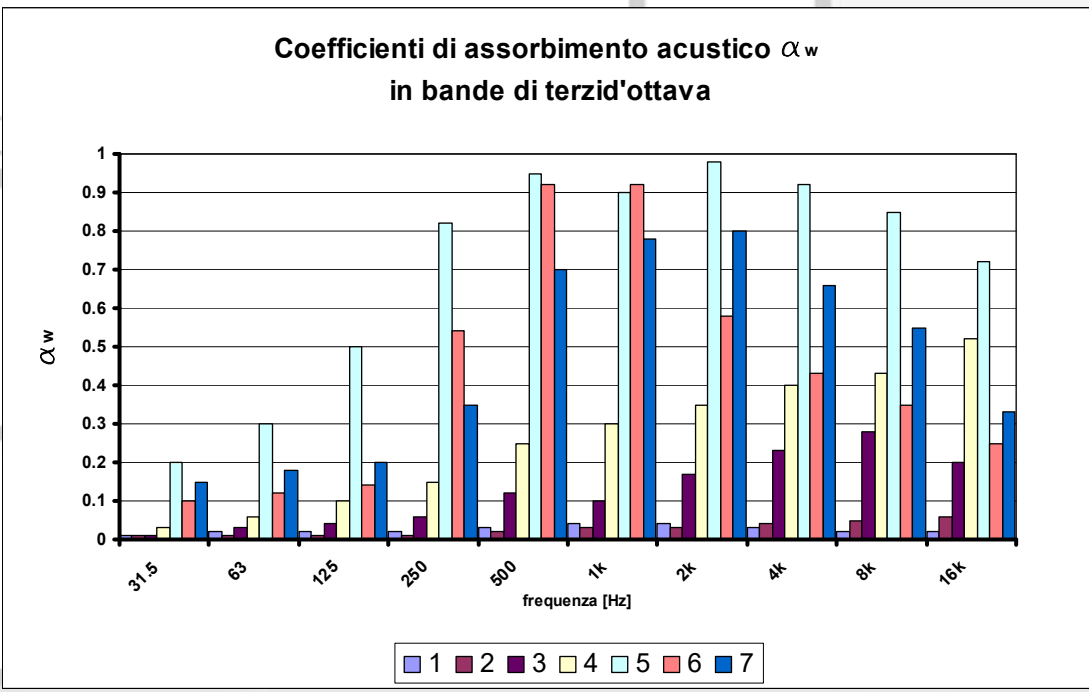
FONOASSORBENZA

$$\alpha_w = \frac{E_{ass}}{E_{inc}}$$



$$0 < \alpha_w < 1$$

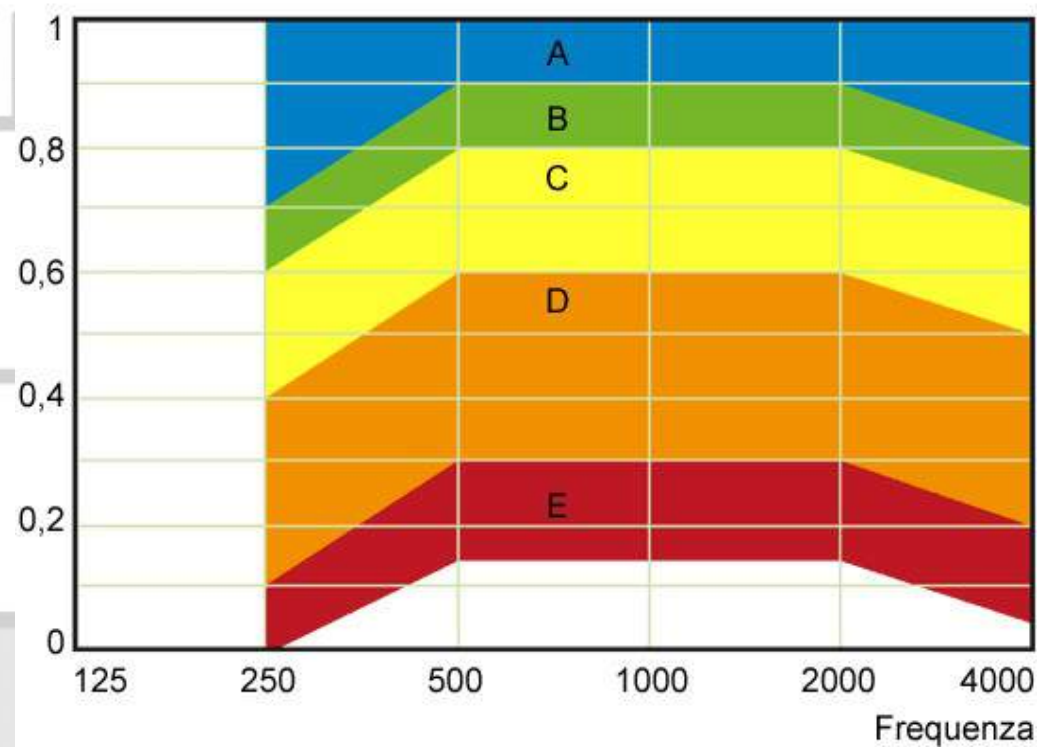
- 1 intonaco liscio
- 2 pav. Marmo
- 3 pav. Legno
- 4 tappeto moquette
- 5 controsoffitto
- 6 controsoffitto 1
- 7 controsoffitto 2



UNI 16487/2015
Procedura di prova per controsoffitti
Assorbimento acustico

UNI 11654/1998
Assorbitori acustici per l'edilizia
Valutazione dell'assorbimento acustico

Classe assorbimento acustico	Indice di valutazione unico α_w [0-1]
A	0,90 - 0,95 - 1,00
B	0,80 - 0,85
C	0,60 - 0,65 - 0,70 - 0,75
D	0,30 - 0,35 - 0,40 - 0,45 - 0,50 - 0,55
E	0,25 - 0,20 - 0,15
Non classificato	0,10 - 0,05 - 0,00



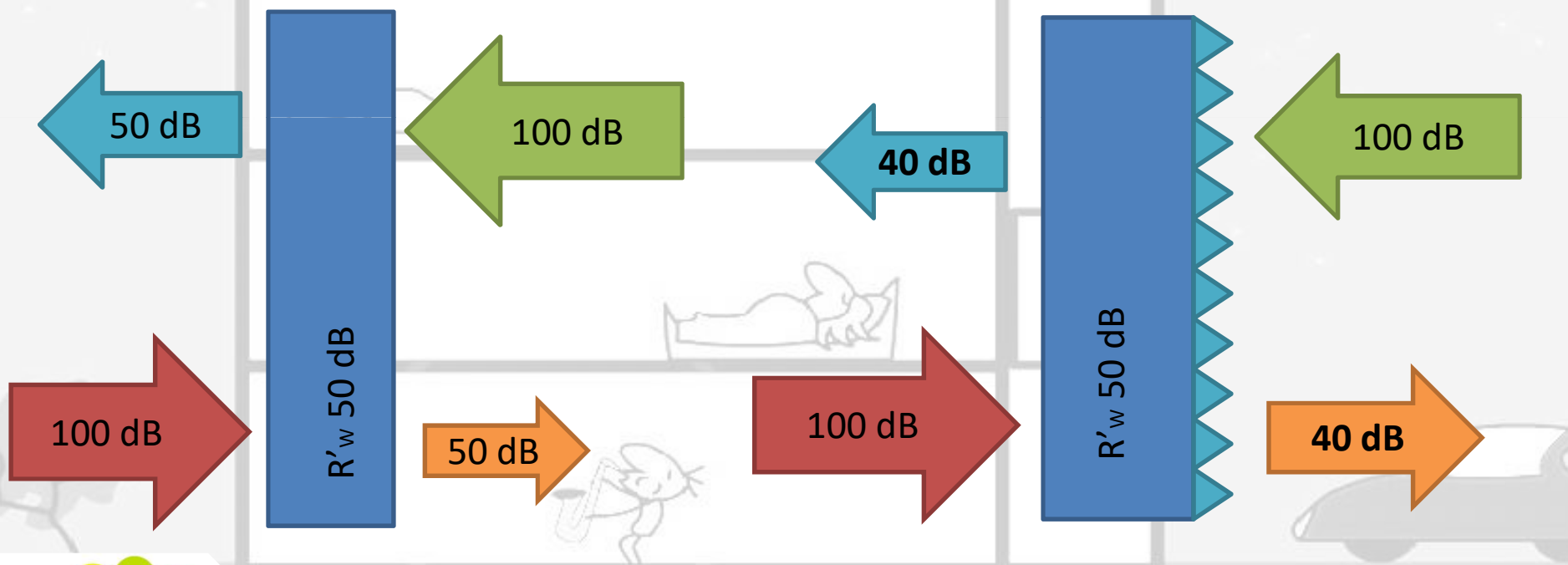
Concetti base

Fono Isolamento



Fono Assorbimento

Comfort acustico



Misurazione dei parametri acustici



Riverberazione

✓ *ISO 3382/2-2008:*

Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari

✓ *Interruzione di una sorgente sonora stazionaria*

✓ *Sorgente sonora impulsiva (palloncino, pistola, clappatore ecc)*

✓ *Fonometro di classe di precisione 1 e varie norme UNI in funzione della tipologia di sorgente*



Cosa significa avere un idoneo comfort acustico all'interno dell'ambiente di lavoro?

- ✓ Assenza di elementi disturbanti nell'ambiente di lavoro
- ✓ Assenza di rumori provenienti dall'esterno
- ✓ Assenza di rumori endogeni prodotti da impianti tecnici
- ✓ Assenza di rumori provenienti dagli ambienti adiacenti

EFFETTI SULLE PERSONE DI UNA BUONA ACUSTICA

- ✓ Vivere senza disagio un ambiente in genere
- ✓ Migliorare la vivibilità in genere dell'ambiente
- ✓ Influire inconsciamente sulla psiche della persona
- ✓ Migliorare l'apprendimento e lo svolgimento delle attività lavorative
- ✓ Nelle sale riunioni: maggior attenzione da parte dei partecipanti

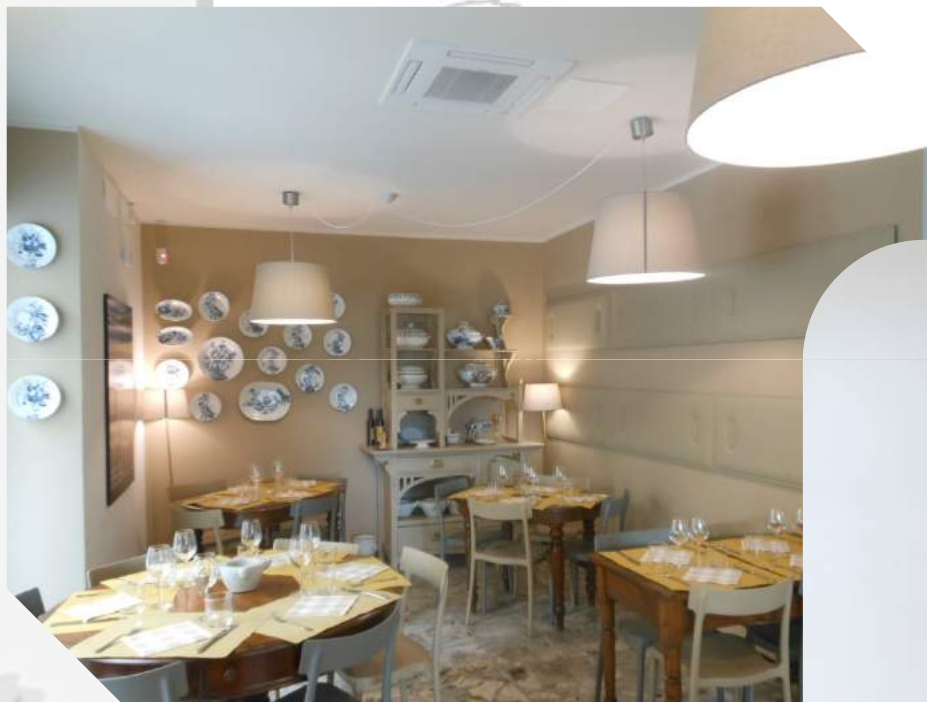


Errori comuni

Leggende metropolitane:
ma è vero che i cavi tesati...



Affidarsi al primo che passa....



Errori comuni



Errori comuni



Questo lo standard

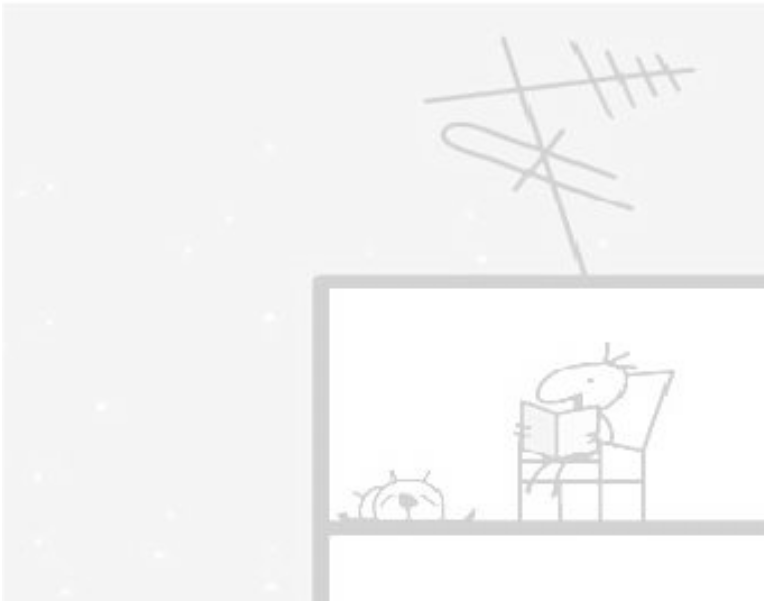


Questo lo standard



Materiali fonoassorbenti

















Esempio

Locale a pianta quadrata 10x10m h. 2.7 metri

I ipotesi – Nessun trattamento acustico

II ipotesi – Controsoffitto fonoassorbente

Dati geometrici

Pavi/soffitto	100 mq
Pareti	$(10*4) * 2,7 = 108$ mq
Volume ambiente	270 mc

Dati acustici

Intonaco finitura liscia	0,02
Pavimento ceramica	0,02
Controsoffitto fonoassorbente	0,72

figura

C.1

Valori ottimali del tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1 000 Hz, T_{ott} , in ambienti adibiti al parlato e ad attività sportiva

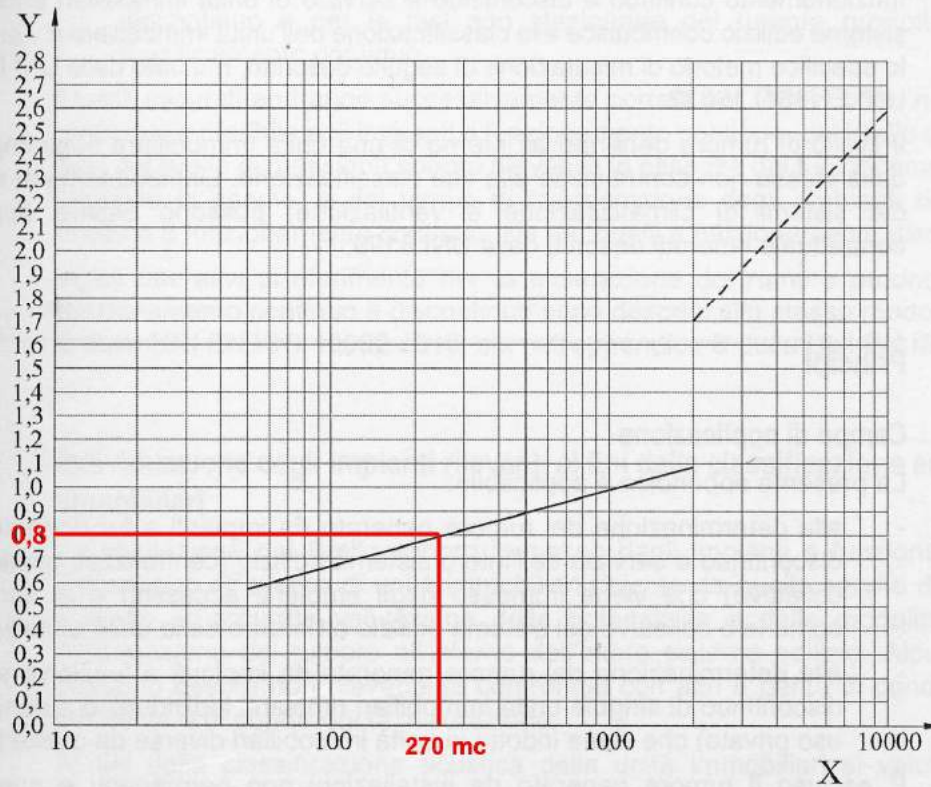
Legenda

— Parlato (ambiente non occupato)

- - - Sport (ambiente non occupato)

X Volume V , m^3

Y Tempo di riverberazione ottimale, T_{ott} , s



$$T_{ott} = 0,32 \lg(270) + 0,03 = 0,80 \text{ s}$$

$$T_r = 0,16 \frac{V}{\alpha_i A_i}$$

I ipotesi

Pavimento	$100 \times 0,02 = 2 \text{ mq}$
Soffitto	$100 \times 0,02 = 2 \text{ mq}$
Pareti	$108 \times 0,02 = 2,16 \text{ mq}$
<hr/>	
Totale A	6,16 mq

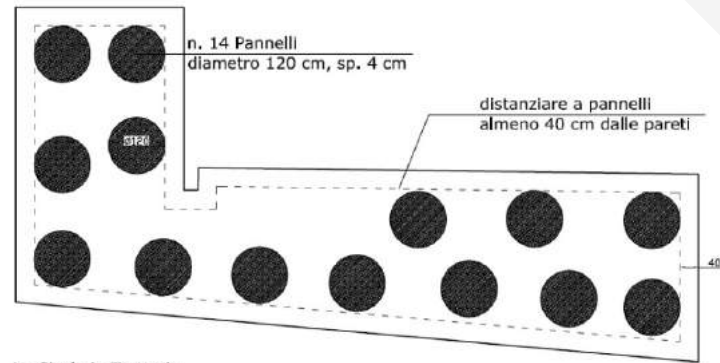
$$Tr = (0,16 \times 270) / 6,16 = \underline{7,01 \text{ s}}$$

II ipotesi

Pavimento	$100 \times 0,02 = 2 \text{ mq}$
Soffitto	$100 \times 0,72 = 72 \text{ mq}$
Pareti	$108 \times 0,02 = 2,16 \text{ mq}$
<hr/>	
Totale A	76,16 mq

$$Tr = (0,16 \times 270) / 76,16 = \underline{0,56 \text{ s}}$$

30% superficie fonoassorbente



Le Cicale in Trattoria
4 ISOLE ROTONDE

