



Il convegno inizierà alle **ore 15.00**

---

# Comfort acustico e ambienti di lavoro

## Normativa e soluzioni tecnologiche



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

Dal 1984 diffonde, promuove e sviluppa l'efficienza energetica e il comfort acustico come mezzi per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone



soci individuali

**3750**



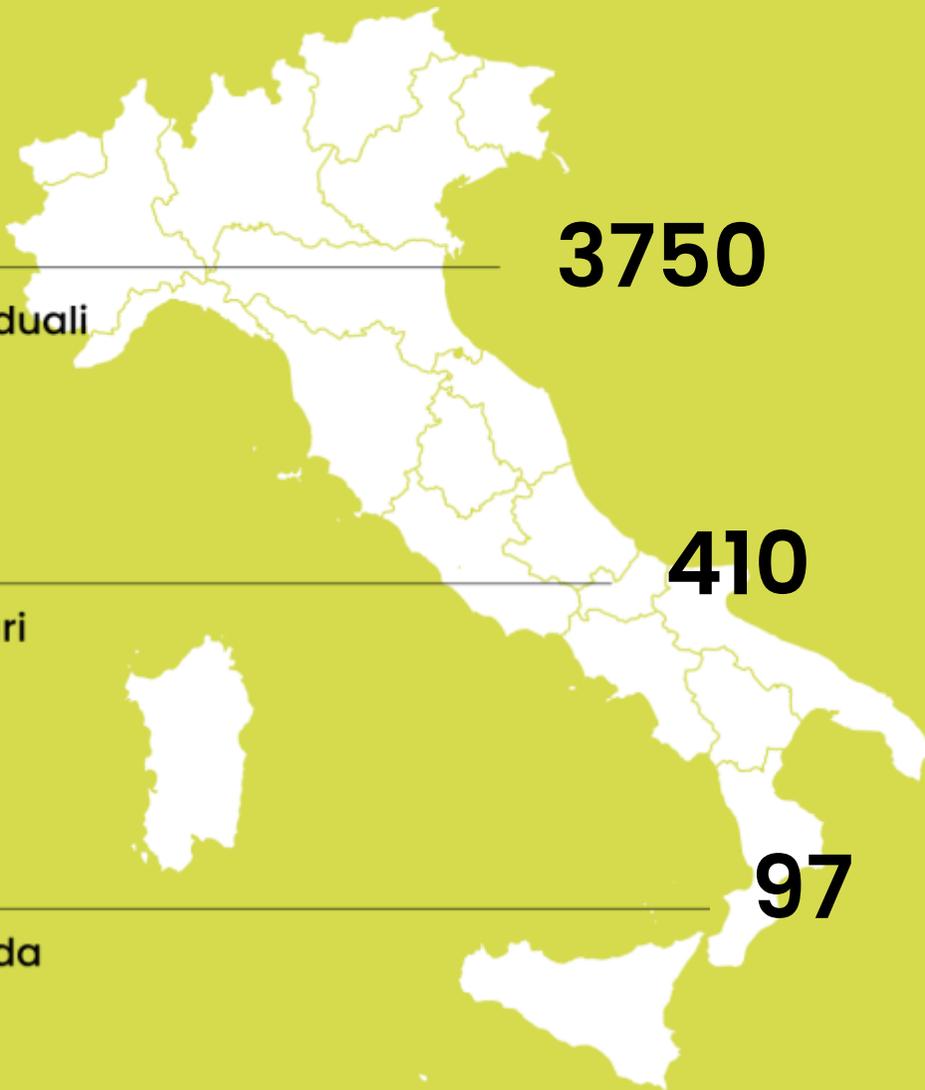
soci onorari

**410**



soci azienda

**97**



# Attività istituzionali



## Servizi per i soci

- Guide
- Chiarimenti tecnici



- Software



PAN



IRIS



APOLLO



LETO



EUREKA



ECHO



ICARO

Servizi validi  
per **12 mesi**

**120€ + IVA**

QUOTA SOCIO

**240€ + IVA**

QUOTA SOCIO PIÙ

# Strumenti per i Soci ANIT

 GUIDA  
**ANIT**  
Riservata  
ai Soci

## ACUSTICA EDILIZIA

Legislazione per nuovi edifici e ristrutturazioni  
Detrazioni fiscali e classificazione acustica



**ANIT** 

Tutti i diritti sono riservati.  
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza autorizzazione scritta.  
Questa guida è aggiornata alla data sopra indicata. Verificate sul [sito ANIT](http://www.anit.it) la presenza di versioni più recenti

sviluppato da  **TEP** TECNOLOGIA  
E PROGETTO

**RINNOVA**

# echo 8

**INIZIA**

Requisiti acustici passivi, classificazione acustica e  
caratteristiche interne di ambienti confinati.



Sei un professionista, uno studio di progettazione,  
un'impresa edile o un tecnico del settore?

Diventa socio ANIT





- Chi siamo ▾
- News ▾
- Diventa Socio ▾
- Soci ANIT ▾
- Leggi e norme ▾
- Pubblicazioni ▾
- Corsi
- Eventi ▾

Le nostre news

Aggiornamenti  
legislativi

Video

Canale YouTube

**ANIT Risponde**

Newsletter

**Sei un professionista, uno studio di progettazione,  
un'impresa edile o un tecnico del settore?**

## Acustica edilizia

- Quali sono i limiti di legge imposti dal [DPCM 5-12-1997](#)?
- Cosa devono contenere le [relazioni di calcolo previsionale di REQUISITI ACUSTICI PASSIVI](#)?
- Cosa è la [Classificazione acustica](#) delle unità immobiliari?
- [Quali “relazioni di acustica” vengono richieste ai professionisti?](#)  
(Impatto, clima acustico, requisiti acustici, classificazione acustica)
- [Isolamento ai rumori aerei](#)
- [Isolare i rumori da calpestio](#)
- [Isolare dai rumori esterni](#)
- Isolamento dai [Rumori di impianti](#)
- Controllo del [Tempo di riverberazione](#)

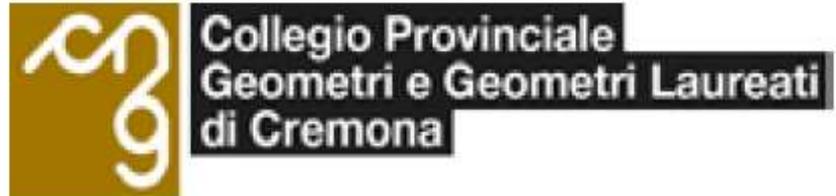
---

## Sostenibilità ambientale

Il decreto sui [Criteri Ambientali Minimi \(CAM\)](#)

<https://www.anit.it/anit-risponde/>

## Patrocini



## Sponsor tecnico



# Programma

## 15.00 Introduzione normativa

**Ing. Matteo Borghi –ANIT**

Comfort acustico negli uffici

Prescrizioni legislative: DPCM 5-12-1997 e Decreto CAM 2022

Normativa di settore: UNI ISO 22955, UNI EN ISO 3382-3, situazione lavori UNI 11532-3

## 16.00 Soluzioni tecnologiche

**Arch. Alessia Mora –Celenit**

La progettazione dei rivestimenti fonoassorbenti tra ecodesign e comfort

Prestazioni e caratteristiche tecniche

Soluzioni applicative: controsoffitti, rivestimenti a parete, sistemi sospesi e soluzioni di design

Sostenibilità e rispondenza ai protocolli CAM Leed ed Itaca

17.00 Risposte a domande online

17.15 Chiusura lavori

**2CFP**

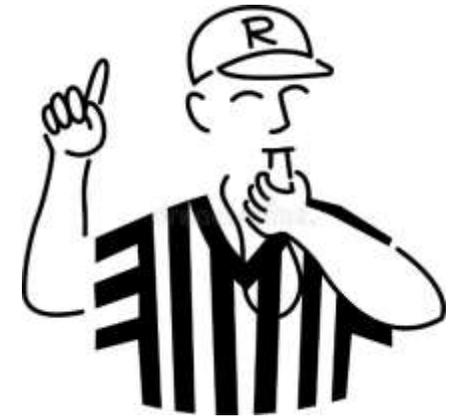
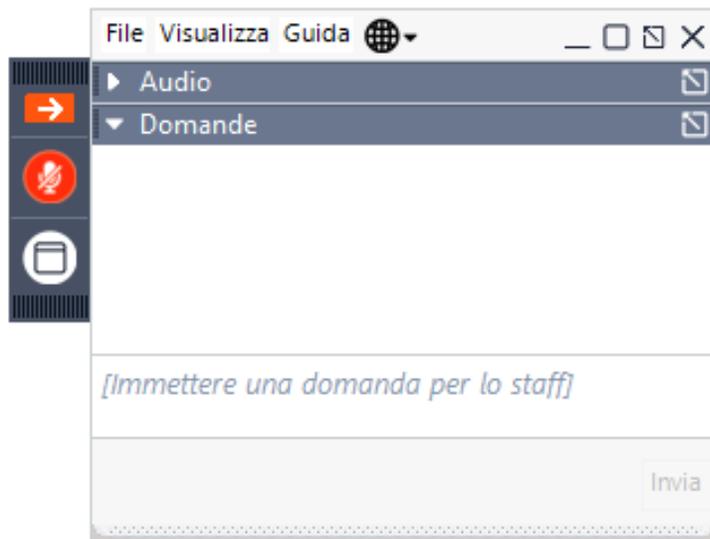
INGEGNERI

GEOMETRI

I CFP sono riconosciuti solo per la presenza all'intero evento formativo

# Regole di interazione

- Audio: disattivato
- Condivisione schermo: solo del relatore
- Domande: via chat
- Non è possibile registrare l'evento



Ti occupi di acustica edilizia?



SONDAGGIO  
**ANIT**

Ing. Matteo Borghi



---

# Introduzione normativa

Comfort acustico negli uffici

Prescrizioni legislative: DPCM 5-12-1997 e Decreto CAM 2022

Normativa di settore: UNI ISO 22955, UNI EN ISO 3382-3, situazione lavori UNI 11532-3

**Ing. Matteo Borghi**

**RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE**



**PROGETTO  
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN  
CANTIERE**



**MISURE  
IN OPERA**



**RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE**



**QUANDO UN UFFICIO È  
«ACUSTICAMENTE  
CONFORTEVOLE»?**



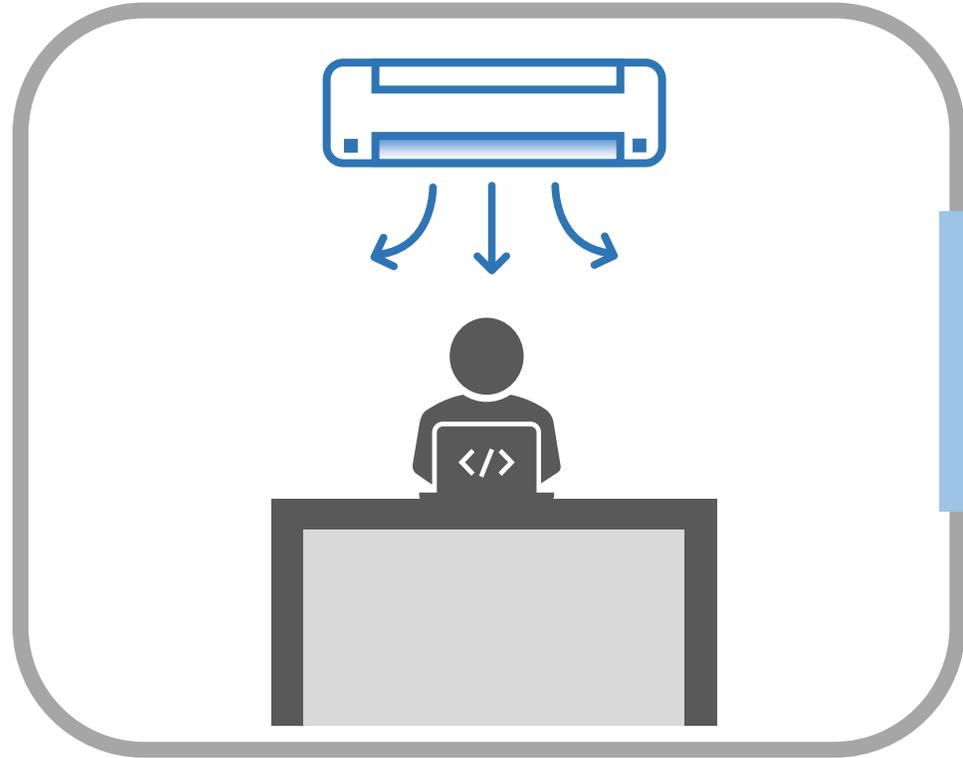
# Adeguato isolamento a rumori «ESTRANEI»



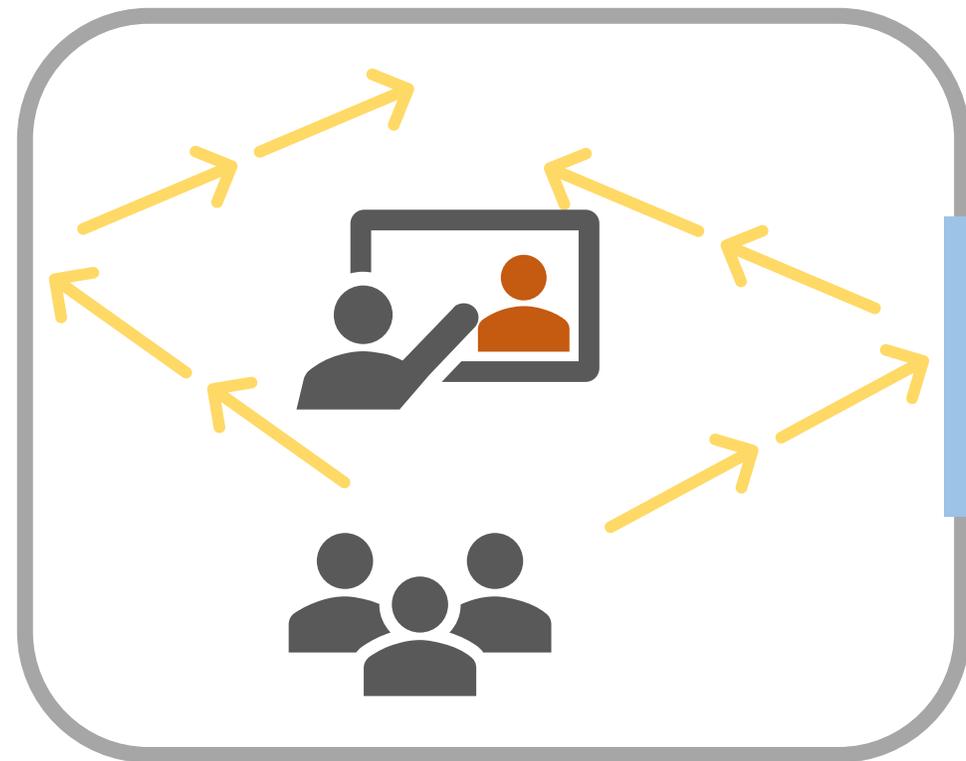
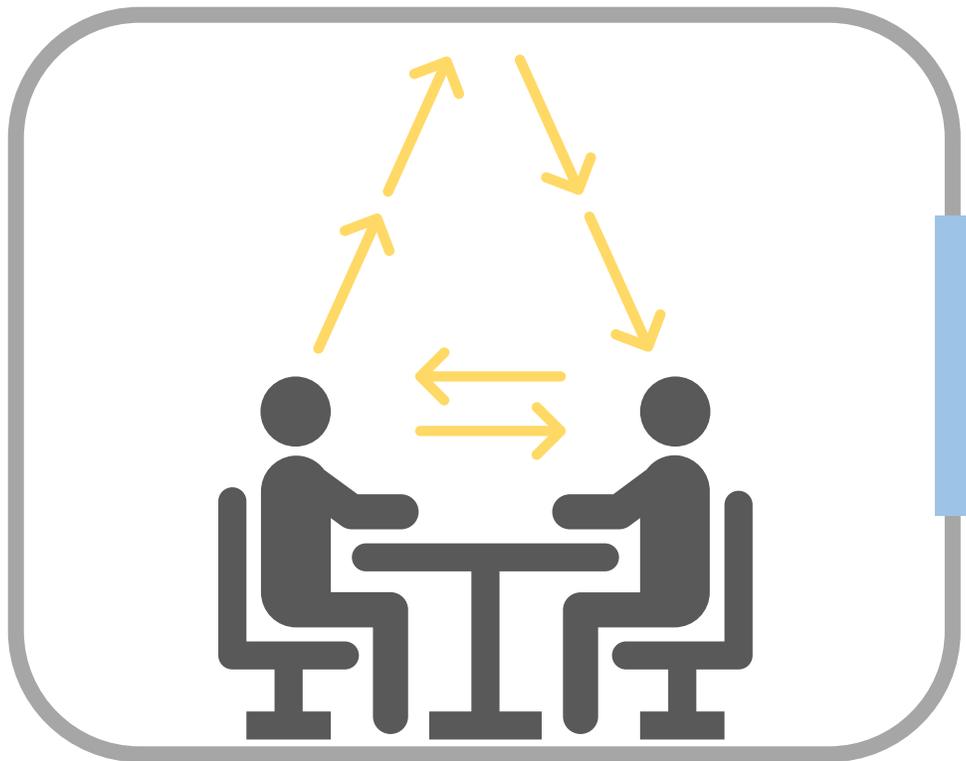
# Adeguata «PRIVACY ACUSTICA»



# Ridotta rumorosità impianti interni



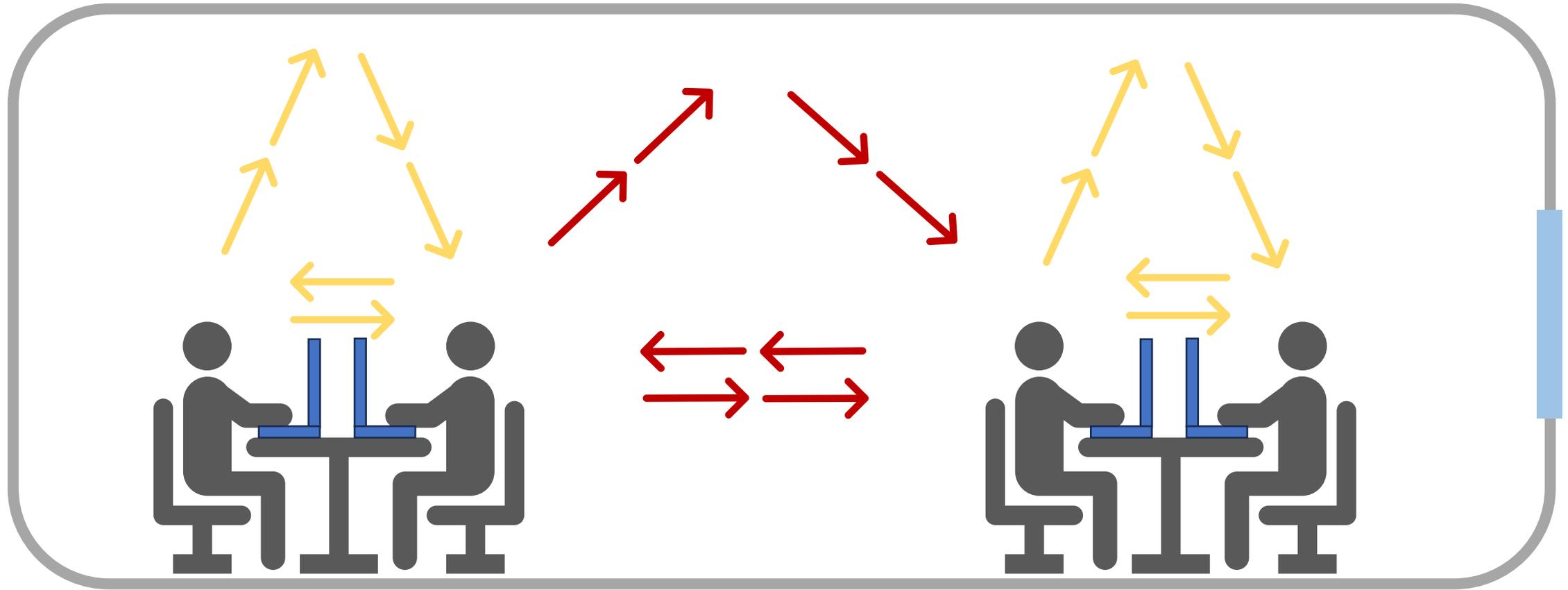
# Adeguata comprensione del parlato e riverberazione



## Ambienti con differenti esigenze acustiche

- Uffici singoli
- Open space
- Sale riunioni
  
- Corridoi
- Spazi comuni
- Reception

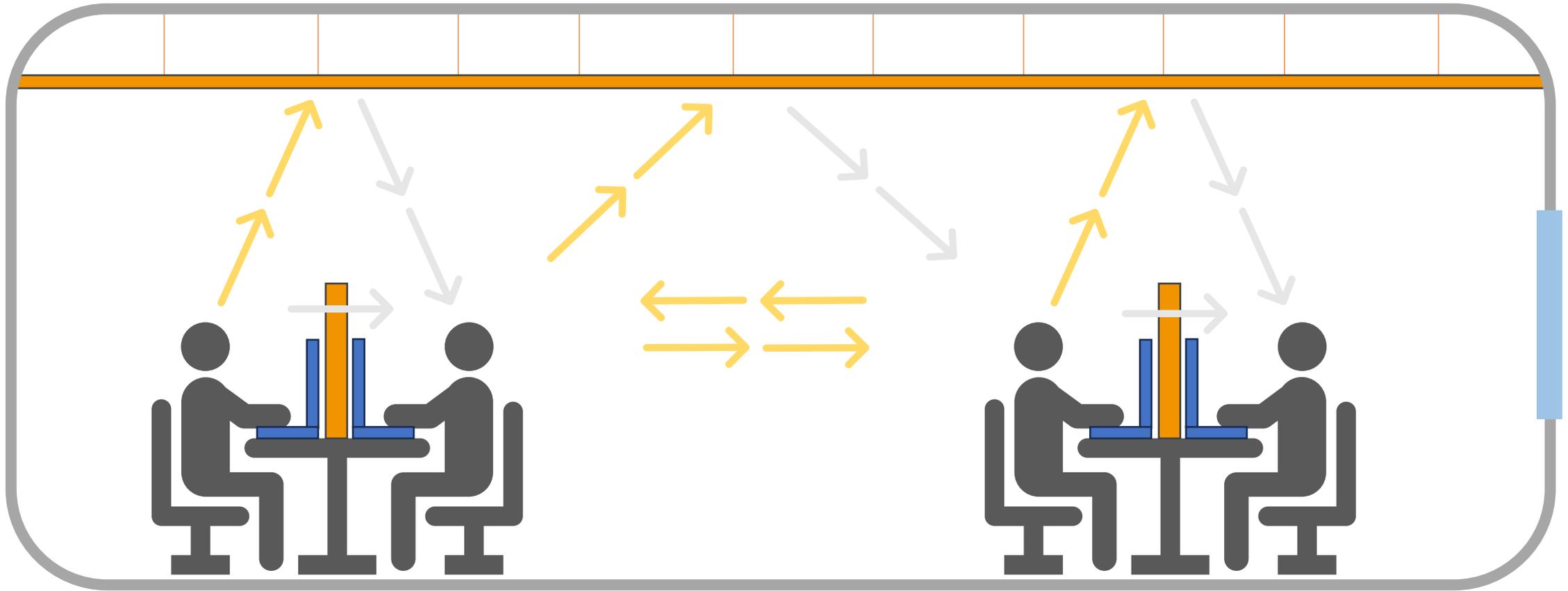
# Uffici open space

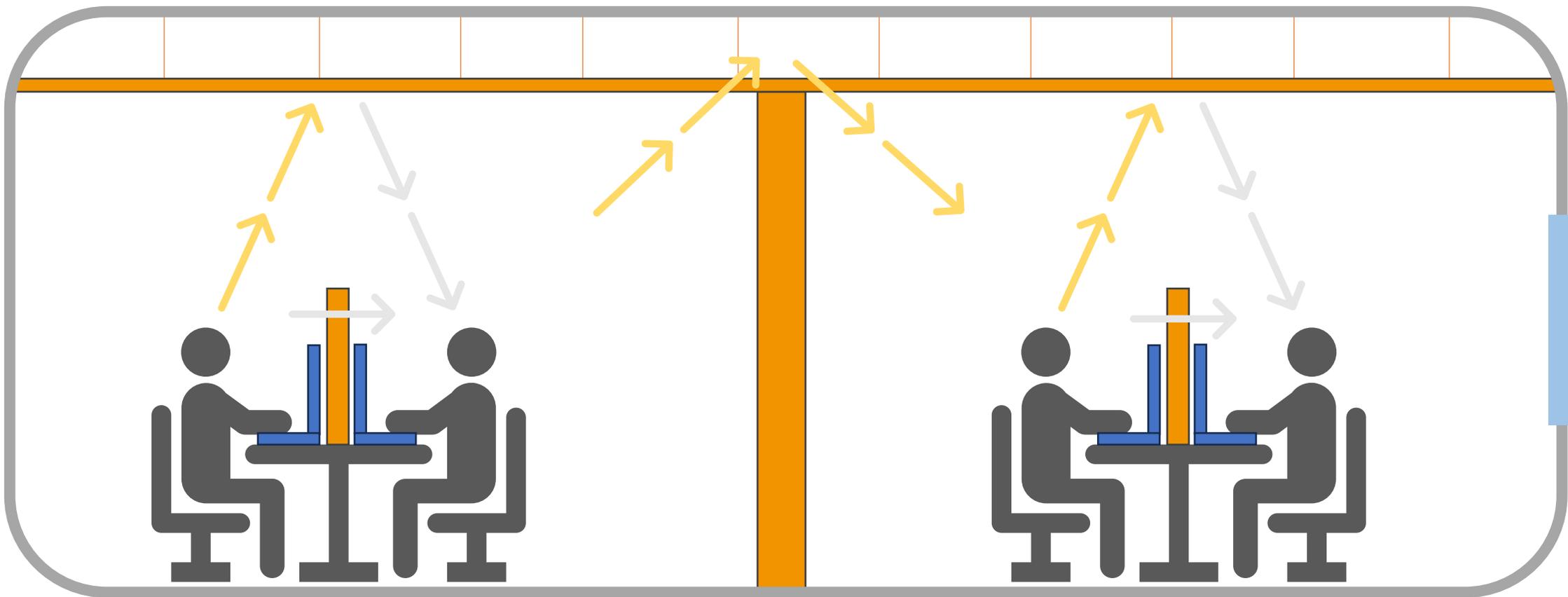


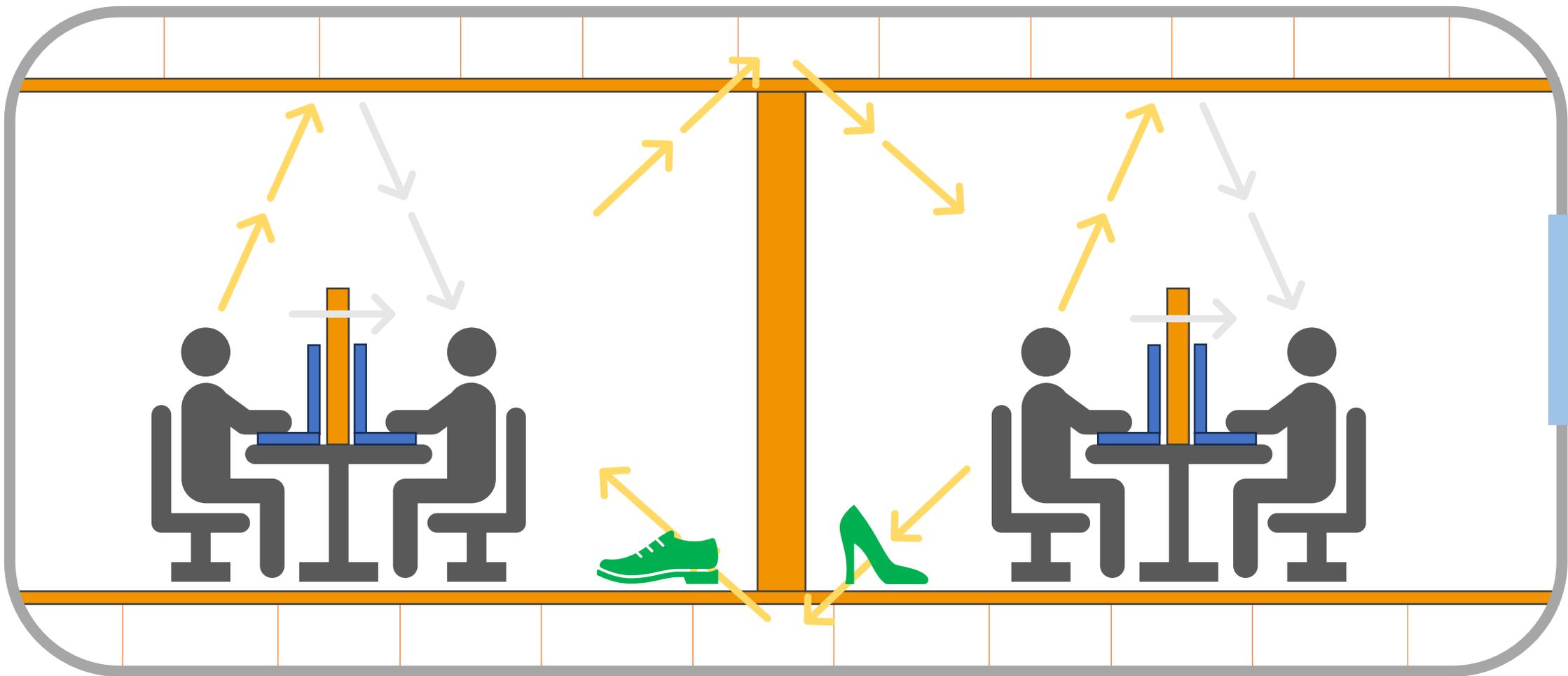
## Obiettivi da raggiungere (Open space)

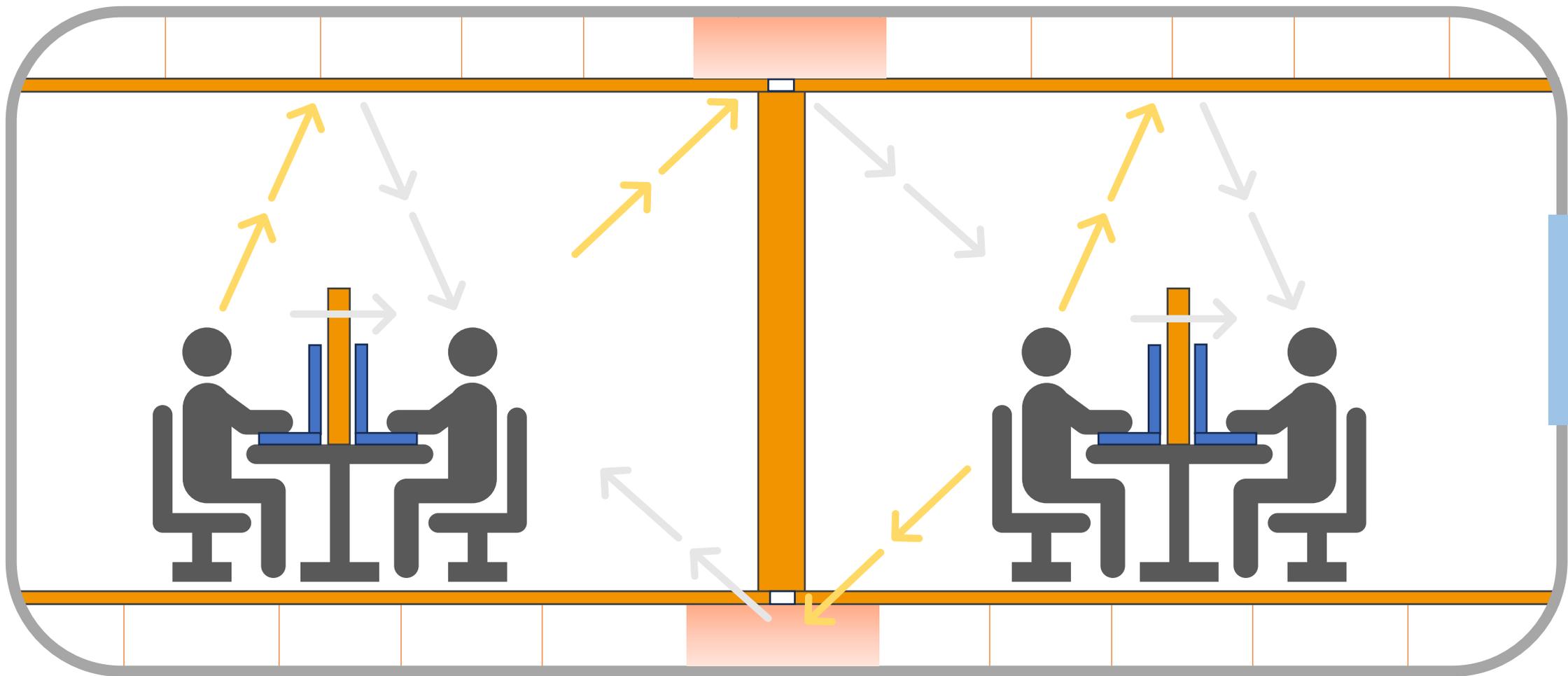
- Adeguata percezione del parlato tra postazioni vicine
- Ridotta percezione tra postazioni lontane
- Ridurre rumore ambientale (impianti, parlato non correlato con l'attività lavorativa, ecc.)
- Prevenire **effetto Lombard**

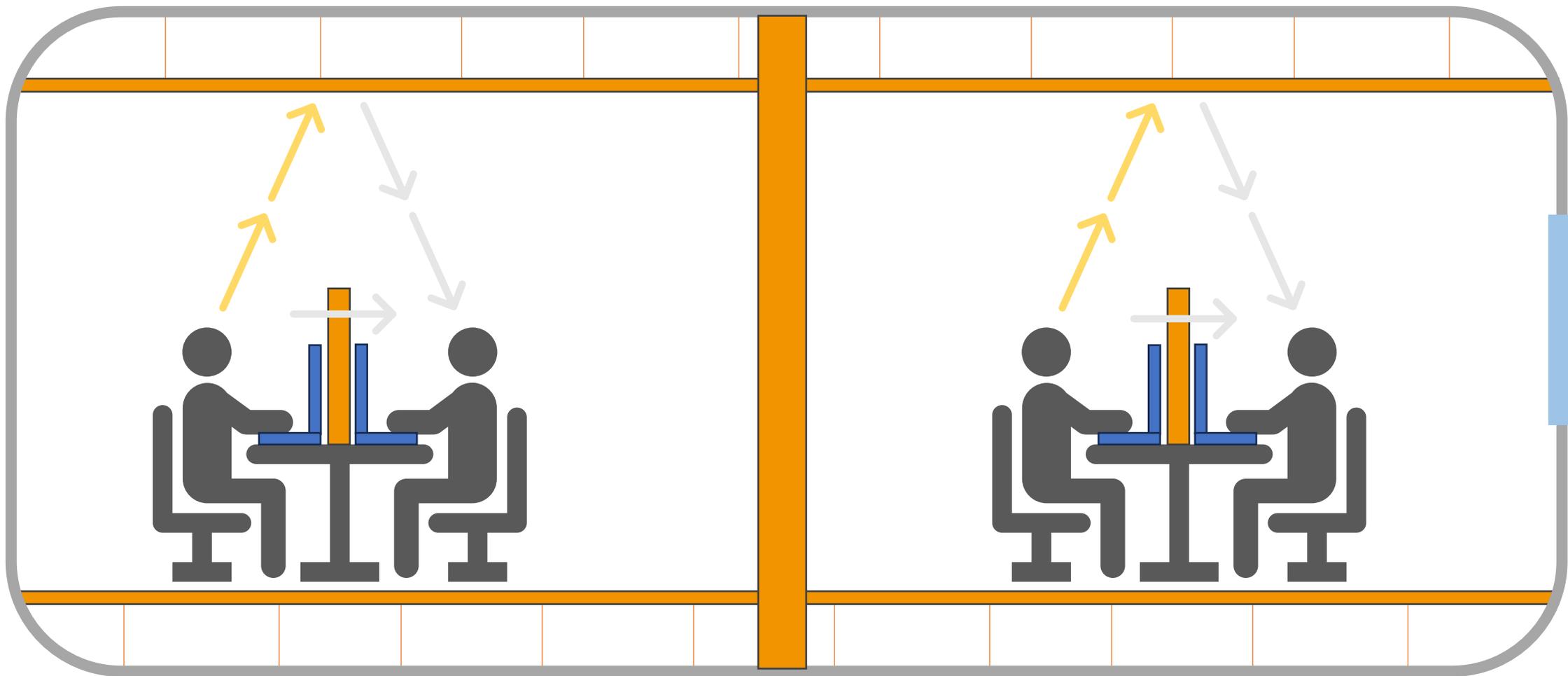
# Uffici open space



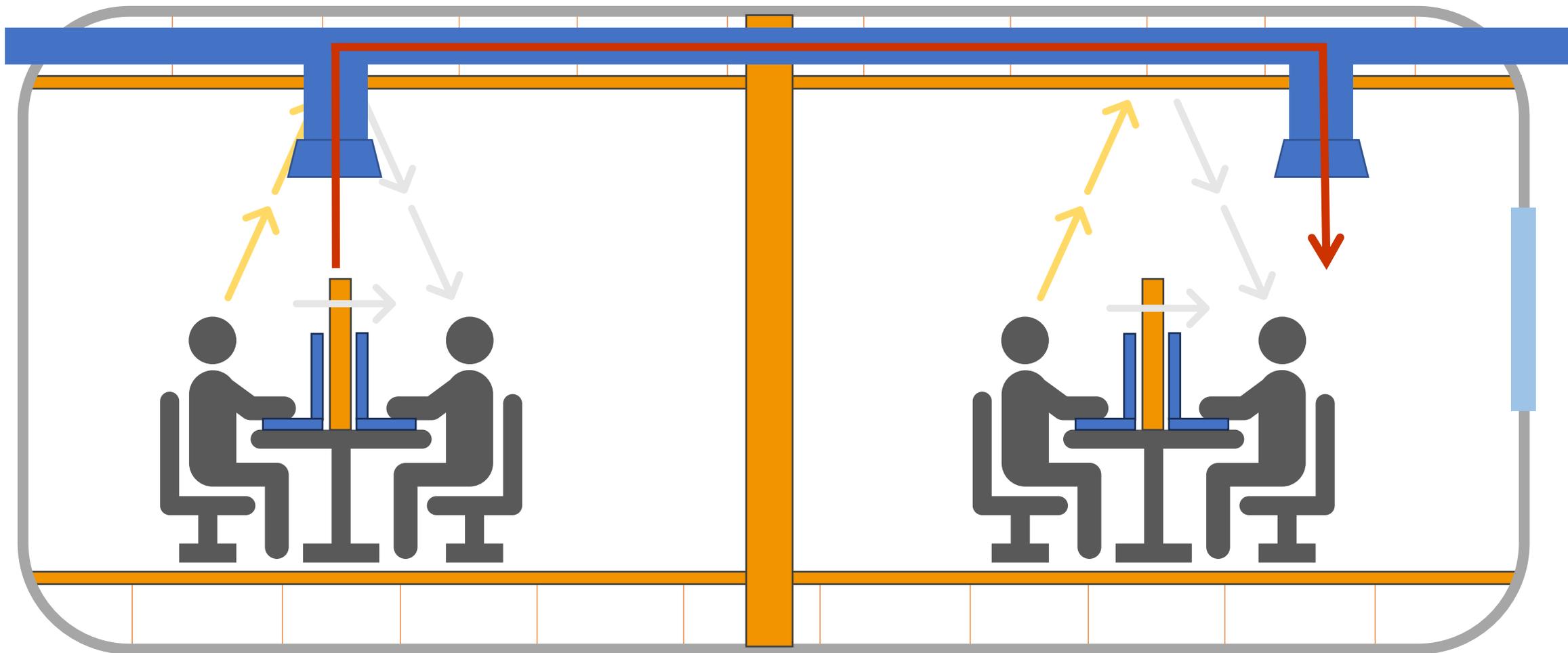




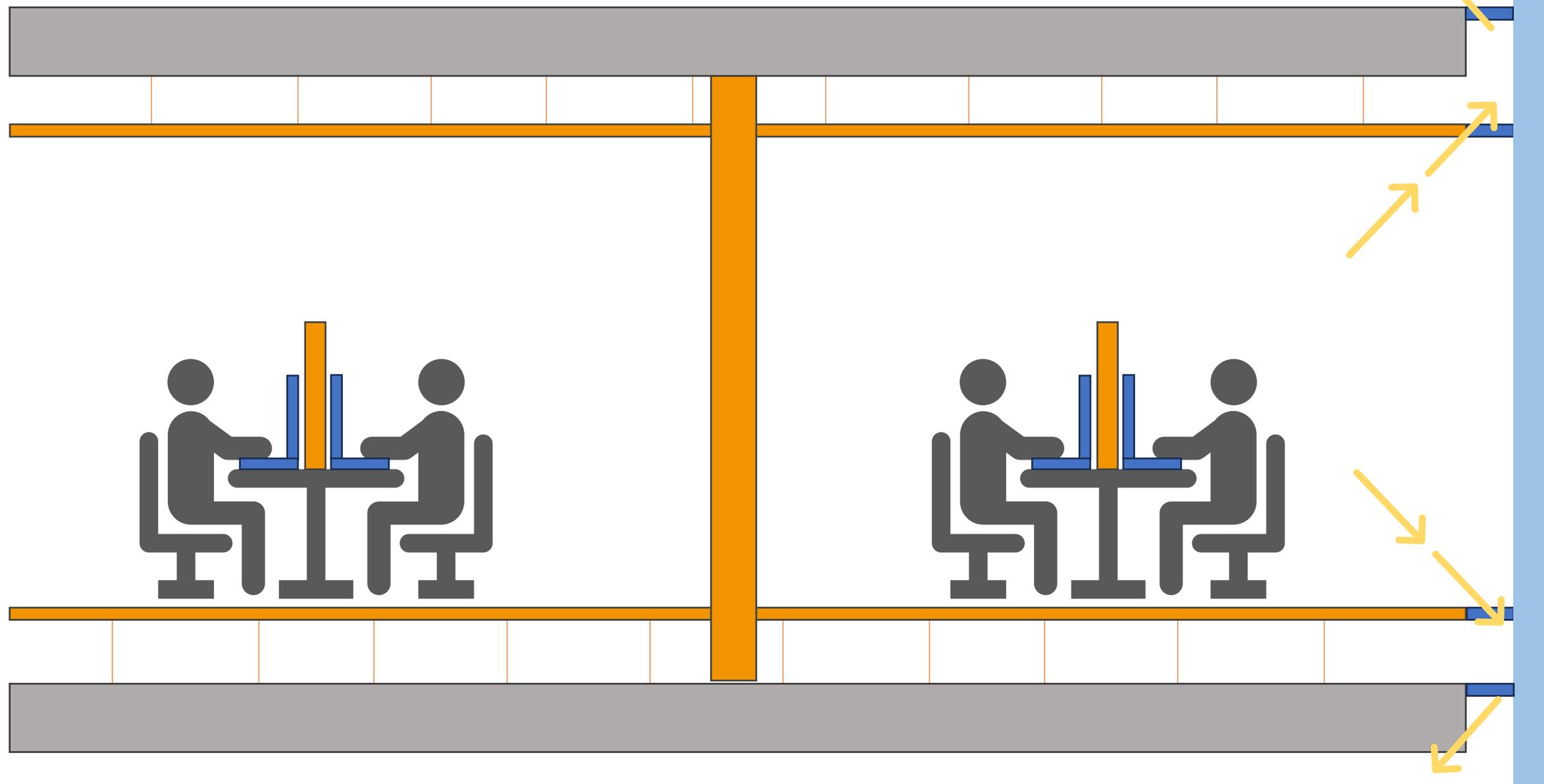




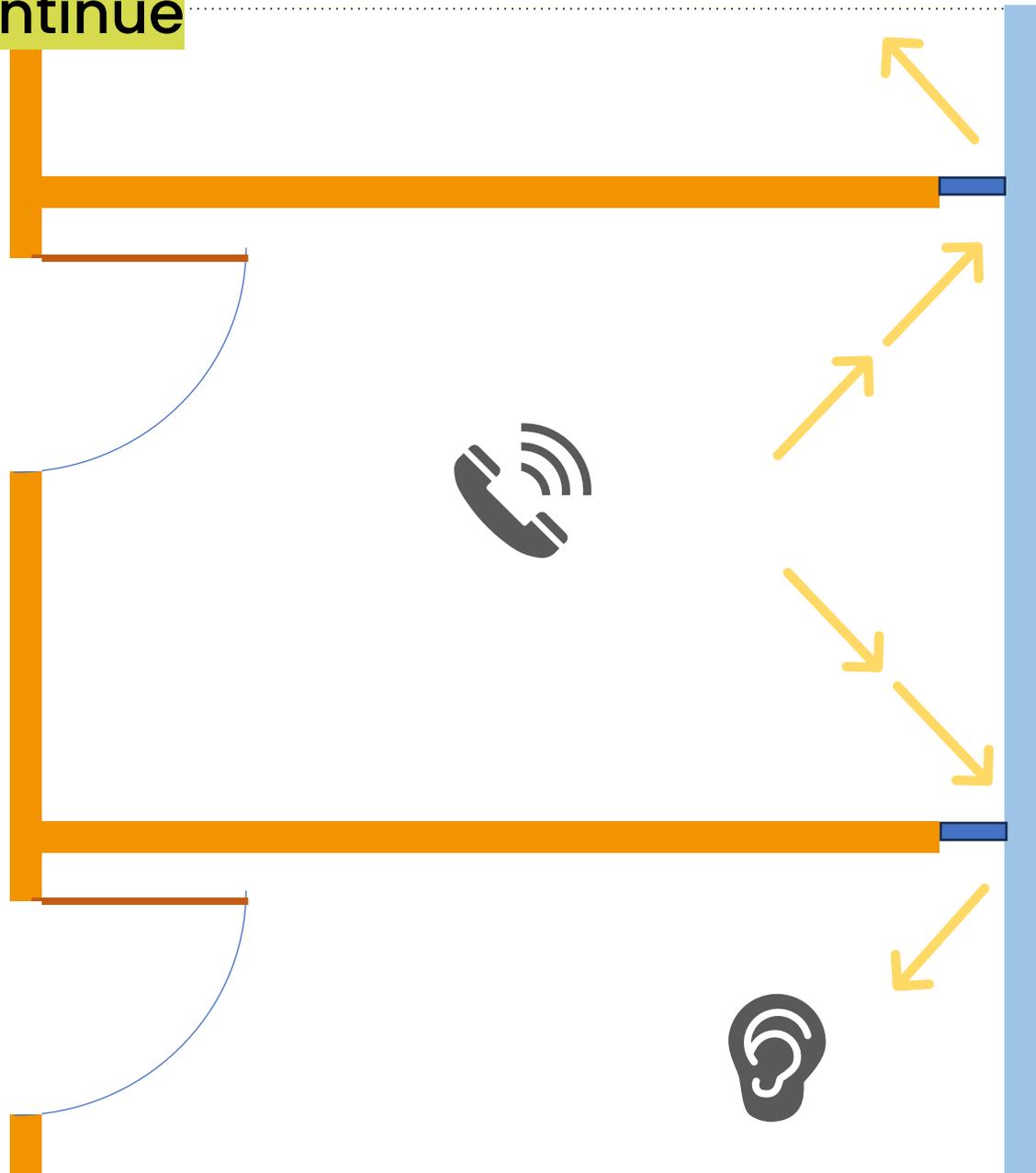
# Uffici



# Uffici – Facciate continue

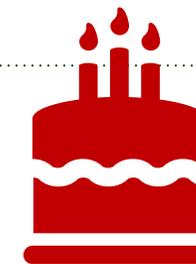


# Uffici – Facciate continue



---

# OBBLIGHI DI LEGGE



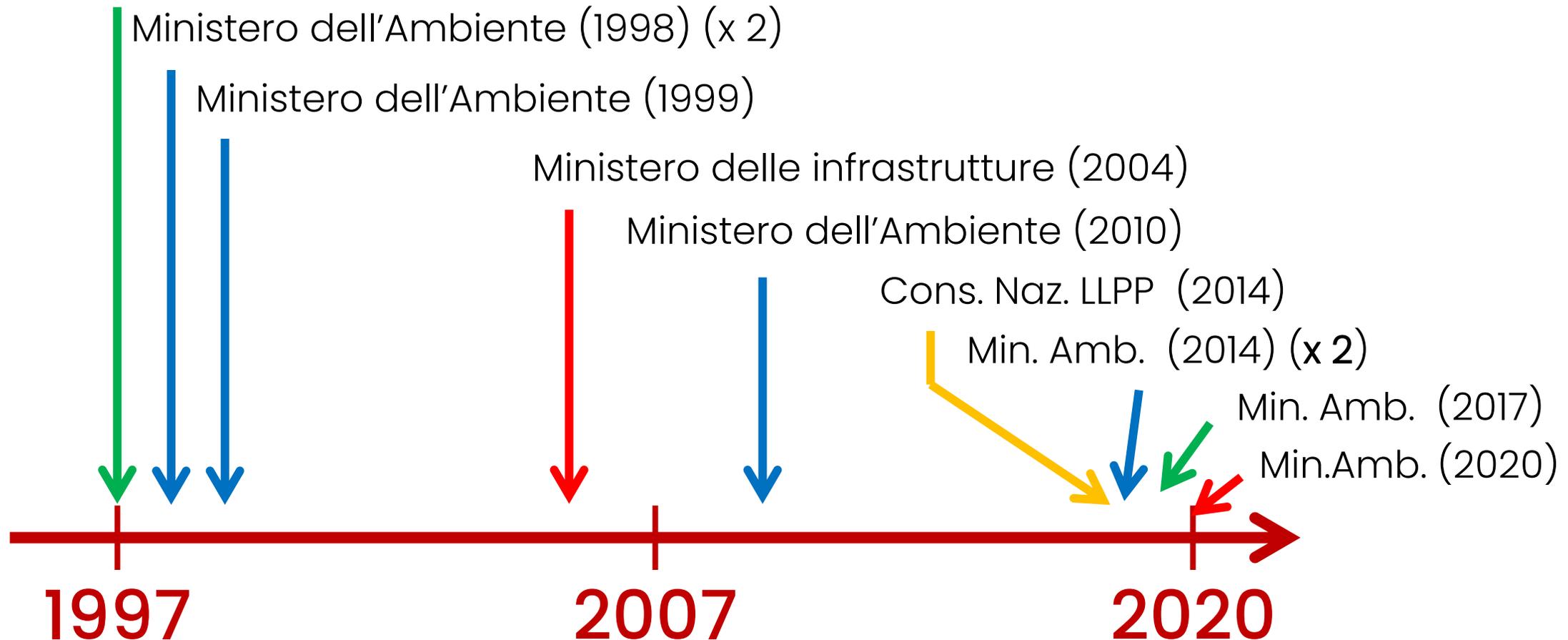
Destinazione d'uso	Pareti e solai tra U.I.	Facciate	Rumore da calpestio	Impianti a funz. discontinuo	Impianti a funz. continuo	Tempo di riverberazione	
	$R'_w$ [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	$L_{A,S,max}$ [dBA]	$L_{A,eq}$ [dBA]	T [s]	
Ospedali, cliniche, case di cura	$\geq 55$	$\geq 45$	$\leq 58$	$\leq 35$	$\leq 25$	-	
<b>Residenze</b> , alberghi, pensioni	$\geq 50$	$\geq 40$	$\leq 63$	$\leq 35$	$\leq 25?$	-	
Scuole a tutti i livelli	$\geq 50$	$\geq 48$	$\leq 58$	$\leq 35$	$\leq 25$	Aule $\leq 1,2$	Palestre $\leq 2,2$
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	$\geq 50$	$\geq 42$	$\leq 55$	$\leq 35$	$\leq 25?$	-	

# Circolari di chiarimento

DOWNLOAD



DPCM 5-12-1997





### Circolare ministeriale – Luglio 2020

- Ristrutturazione parziale: mantenere o migliorare le prestazioni preesistenti
- Ristrutturazione totale (o nuova costruzione): raggiungere le prestazioni del DPCM 5-12-1997

NB: edifici pre-DPCM 5-12-1997

Assenza di prescrizioni per:

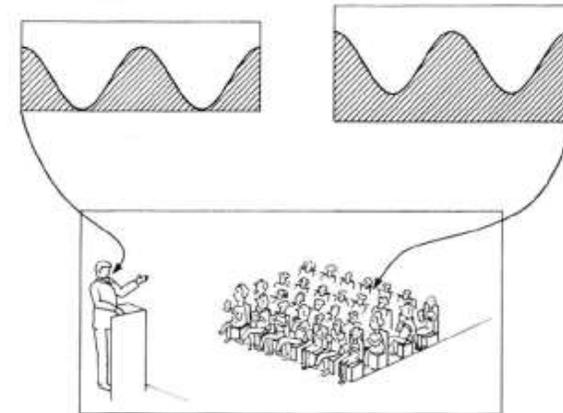
- correzione acustica interna degli uffici
- isolamento tra differenti uffici nella stessa unità immobiliare
- isolamento tra postazioni di lavoro in ambienti open space
- rumorosità degli impianti installati negli ambienti di lavoro

# Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Publicato in G.U. il 6/08/2022, entra in vigore il 4/12/2022

## Paragrafo 2.4.11 “Prestazioni e comfort acustici”

Classe	Prestazioni
I	Molto buone
II	Buone
III	Di base
IV	Modeste



## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

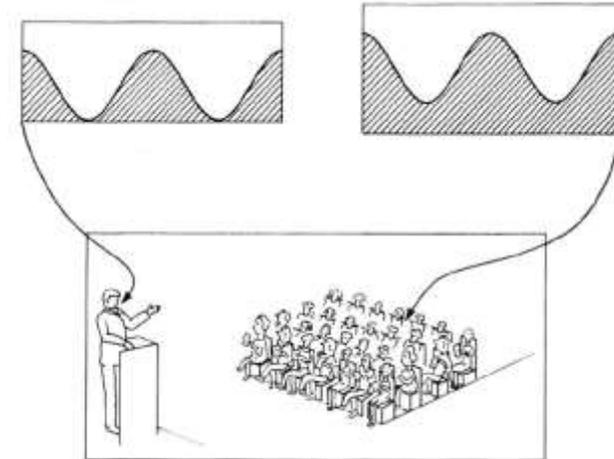
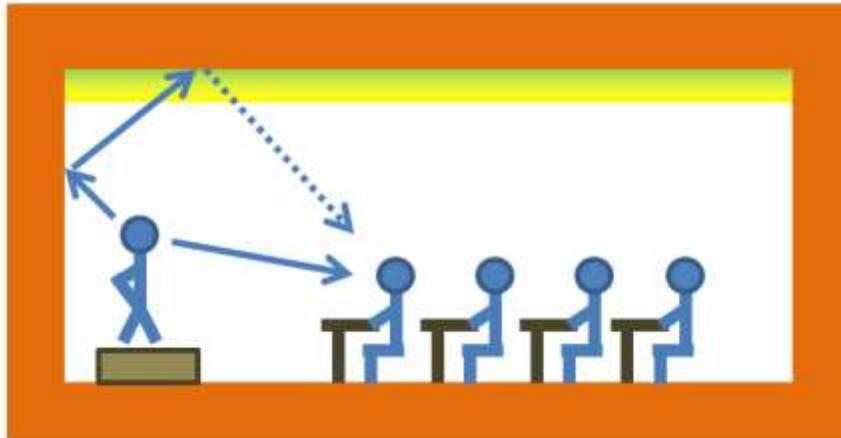
Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	$\geq 40$
Isolamento ai rumori tra U.I. $R'_w$	$\geq 53$
Rumori da calpestio $L'_{nw}$	$\leq 58$
Rumore impianti continui $L_{ic}$	$\leq 28$
Rumore impianti discontinui $L_{id}$	$\leq 33$

## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Descrittore	Classe II	DPCM 5-12-1997
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$	$\geq 40$	$\geq 42$
Isolamento ai rumori tra U.I. $R'_w$	$\geq 53$	$\geq 50$
Rumori da calpestio $L'_{nw}$	$\leq 58$	$\leq 55$
Rumore impianti continui $L_{ic}$	$\leq 28$	$\leq 25$
Rumore impianti discontinui $L_{id}$	$\leq 33$	$\leq 35$

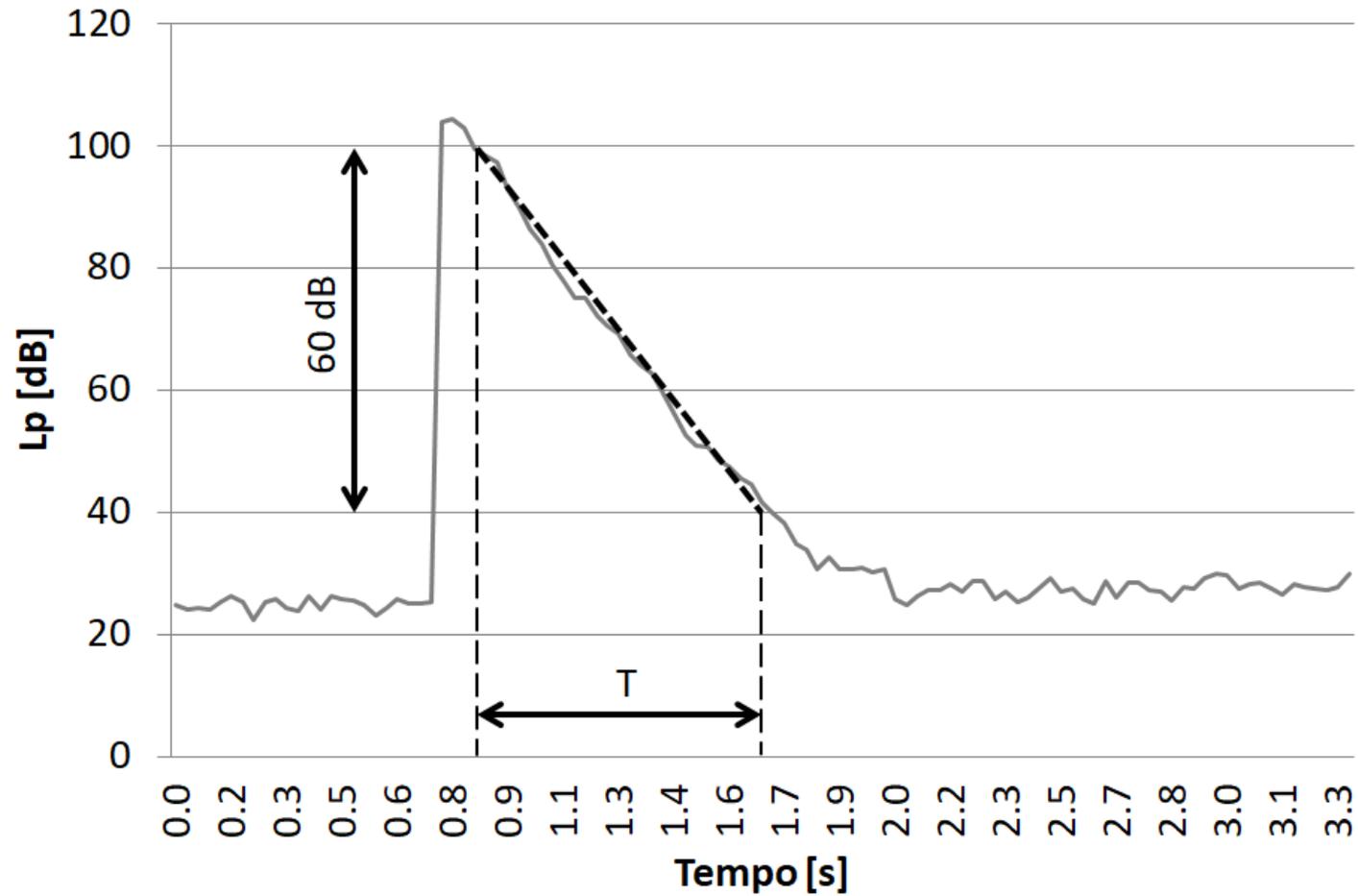
## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, devono rispettare i valori indicati nell'appendice C (Caratteristiche acustiche interne degli ambienti) della **UNI 11367**

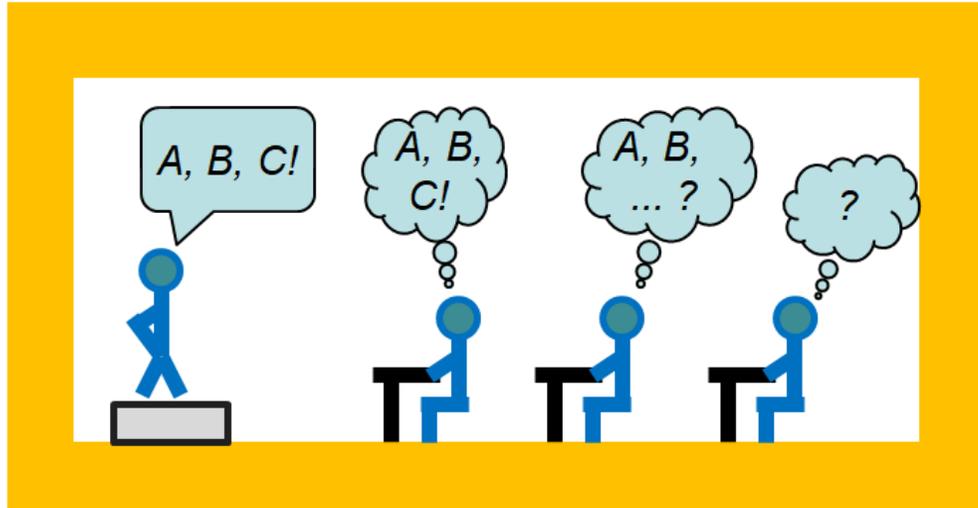


Fonte: IEC  
60268-16

# Tempo di riverberazione

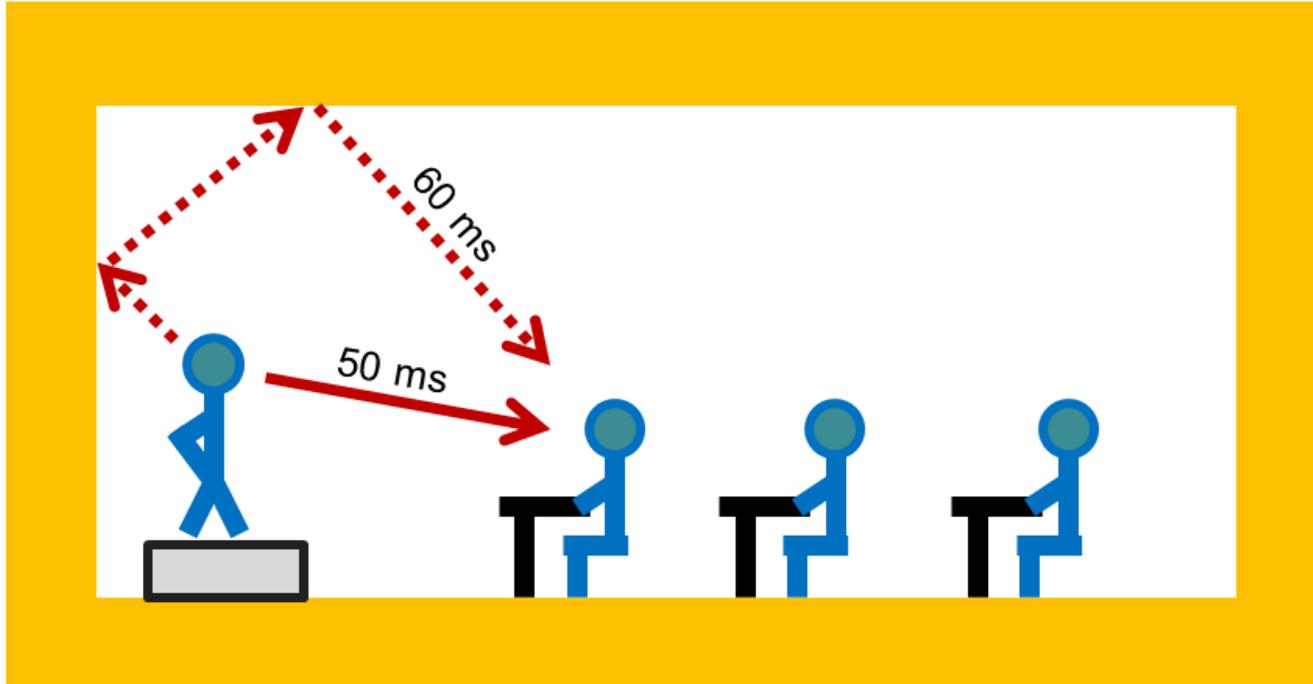


# STI – Speech transmission index



STI	Qualità del parlato (EN 60268-16)
$0 < STI \leq 0,3$	Pessimo
$0,3 < STI \leq 0,45$	Scarso
$0,45 < STI \leq 0,6$	Accettabile
$0,6 < STI \leq 0,75$	Buono
$0,75 < STI \leq 1$	Eccellente

# Chiarezza ( $C_{50}$ )



$$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{50ms} p^2(t) dt}{\int_{50ms}^{\infty} p^2(t) dt}$$

## Rapporto

primi 50ms / dopo 50ms	C50 [dB]
2,00	3,0
1,60	2,0
1,25	1,0
1,00	0,0
0,50	-3,0

## UNI 11367 «Classificazione acustica» – Appendice C

La valutazione di  $T$ ,  $STI$  e  $C_{50}$  e dei relativi valori di riferimento viene effettuata secondo le norme serie UNI 11532

Per gli ambienti non ancora inclusi nelle UNI 11532 si fa provvisoriamente riferimento alle indicazioni che seguono

Parlato:  $T_{\text{ott}} = 0,32 \lg (V) + 0,03$

Sport:  $T_{\text{ott}} = 1,27 \lg (V) - 2,49$

Ambienti non occupati

La verifica in opera è positiva se a tutte le bande di ottava (da 250 a 4000 Hz):

$$T \leq 1,2 T_{\text{ott}}$$

# UNI 11367 «Classificazione acustica» – Appendice C

	$C_{50}$	STI
<b>Ambienti adibiti al parlato</b>	$\geq 0$	$\geq 0,6$
<b>Ambienti adibiti ad attività sportive</b>	$\geq -2$	$\geq 0,5$

## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto che in fase di verifica finale



## Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

Per gli interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni in caso di **ristrutturazione totale** degli elementi edilizi.

Per ristrutturazioni “non totali” di elementi edilizi occorre **migliorare i requisiti acustici preesistenti**.

Il miglioramento non è richiesto:

- se l'elemento tecnico già rispetta le prescrizioni CAM
- se esistono vincoli architettonici o divieti da regolamenti edilizi/locali
- in caso di impossibilità tecnica

La sussistenza di questi aspetti va dimostrata con una relazione redatta da tecnico competente in acustica. Nel caso non sia possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici preesistenti.

Assenza di prescrizioni per:

- ~~• correzione acustica interna degli uffici~~
- isolamento tra differenti uffici nella stessa unità immobiliare
- isolamento tra postazioni di lavoro in ambienti open space
- rumorosità degli impianti installati negli ambienti di lavoro

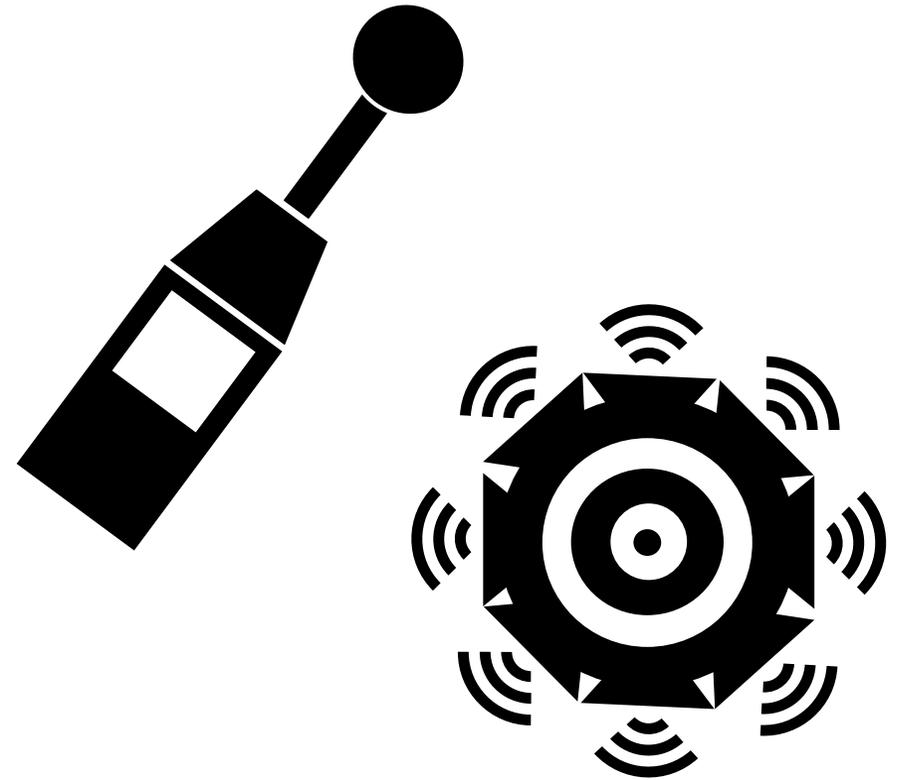
---

# NORME TECNICHE

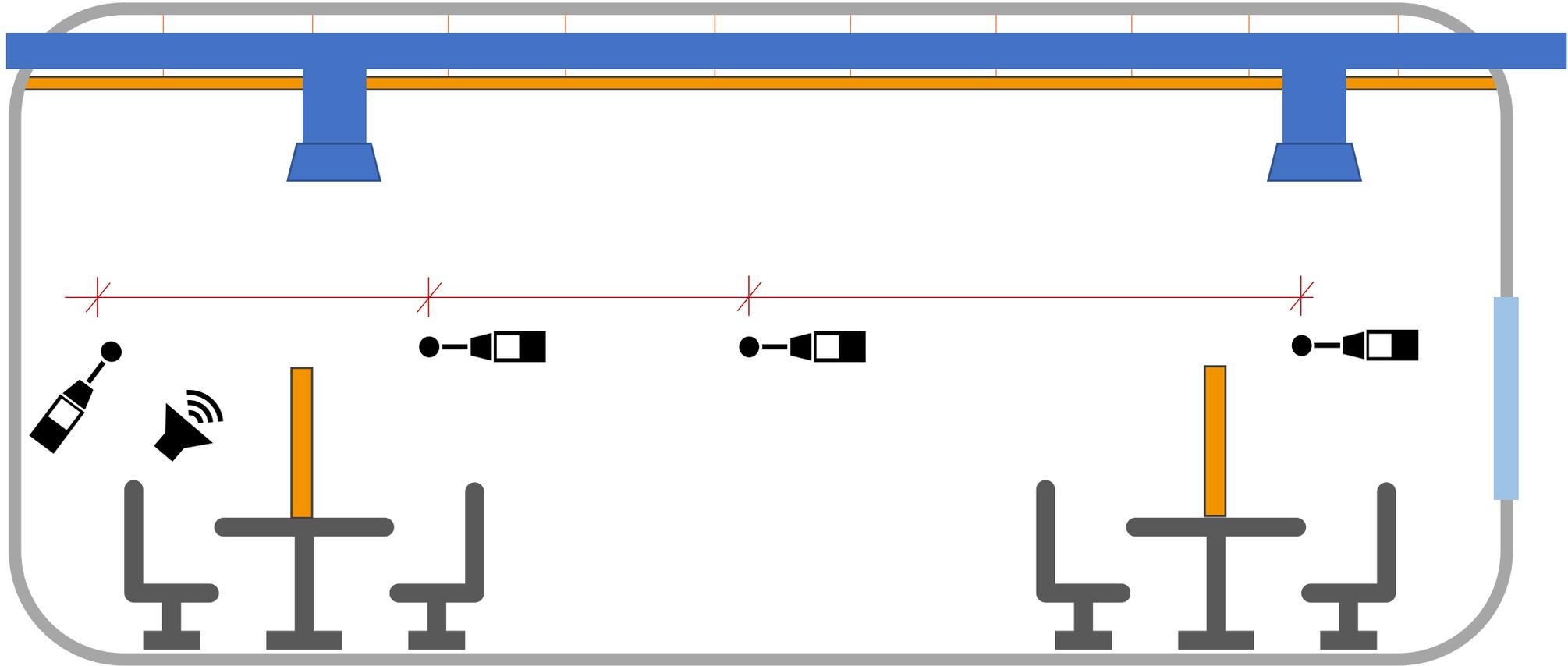
# UNI EN ISO 3382-3:2022 – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti – Parte 3: Open plan

## UNI EN ISO 3382

- Parte 1: Sale da spettacolo
- Parte 2: Ambienti ordinari
- Parte 3: Open space



# UNI EN ISO 3382-3:2022 - Open plan

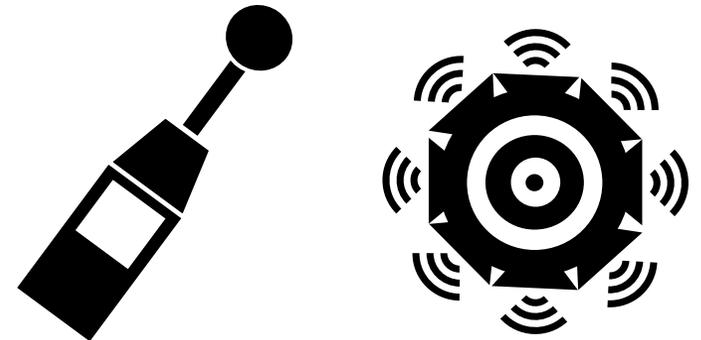


## UNI EN ISO 3382-3:2022 - Open plan

Parametri presi in considerazione:

**Tasso di decadimento spaziale del discorso ( $D_{2,s}$ ):** tasso di decadimento spaziale del livello di pressione sonora del parlato ponderato A per raddoppio della distanza

**Livello di pressione sonora del parlato ponderato A a una distanza di 4 m ( $L_{p,A,S,4m}$ ):** Livello nominale di pressione sonora ponderato A del parlato normale a una distanza di 4 m dalla sorgente sonora.



# UNI EN ISO 3382-3:2022 - Open plan

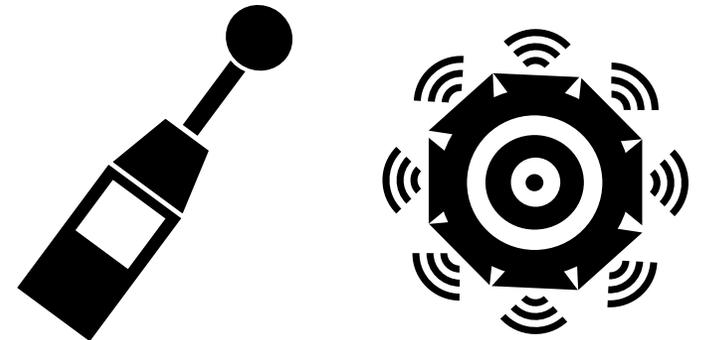
Parametri presi in considerazione:

**Distanza di comfort ( $r_c$ ):** distanza più breve dal punto centrale della sorgente omnidirezionale in cui il livello di pressione sonora ponderato A del parlato è inferiore a 45 dB (Nota: si ipotizza background noise=45 dBA)

**Distanza di distrazione ( $r_D$ ):** distanza più breve dal punto centrale della sorgente omnidirezionale dove STI è inferiore a 0,50 (Nota: La distrazione può essere ridotta riducendo STI)

**Livello del rumore di fondo ( $L_{p,B}$ ):** livello di pressione sonora non ponderato del rumore di fondo in decibel alle stazioni di lavoro, durante le ore di lavoro quando gli occupanti sono assenti.

NB: La norma non cita il tempo di riverberazione (T)



# UNI EN ISO 3382-3:2022 - Open plan

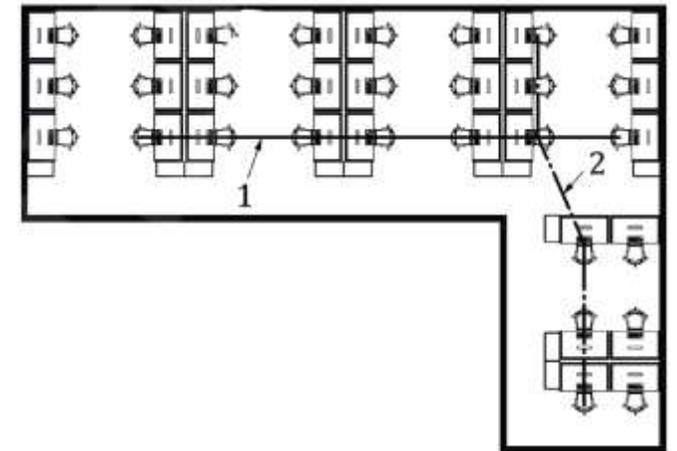
Misure in ambienti arredati, non occupati, impianti attivi

## Posizioni sorgente/microfono:

- Lungo una linea che attraversa le postazioni di lavoro, all'altezza della testa delle persone. Almeno 2 percorsi per ogni zona acustica
- Posizionare OSS nella postazione di lavoro alla fine del percorso ( $h=1,2\text{m}$  dal pavimento)
- Effettuare misure su almeno 4 postazioni di lavoro
- Posizione di riferimento a 1 m da OSS

In ogni posizione determinare:

- Distanza da OSS ( $r$ )
- SPL della OSS ( $L_{p,OSS}$ ) da 125Hz a 8000Hz per almeno 15 s
- SPL rumore di fondo ( $L_{p,B}$ )
- STI

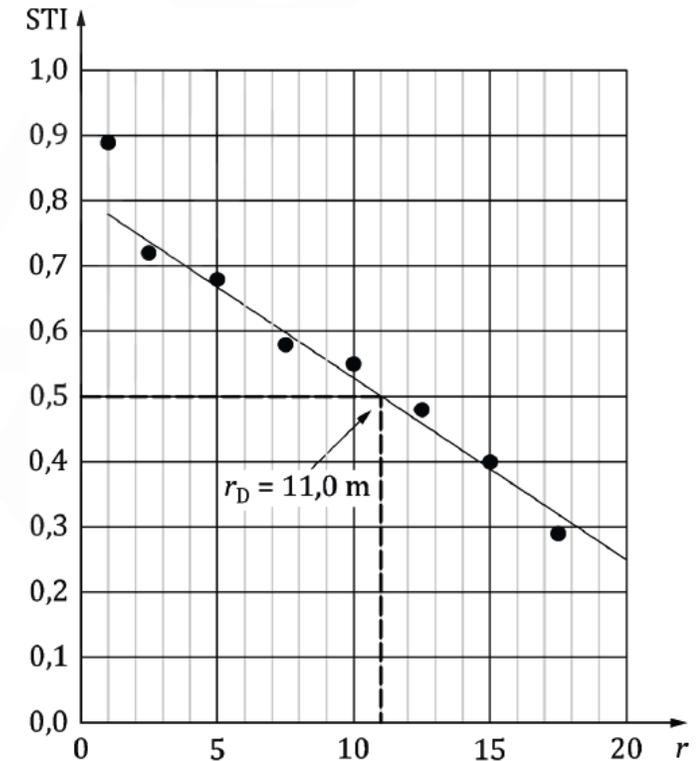
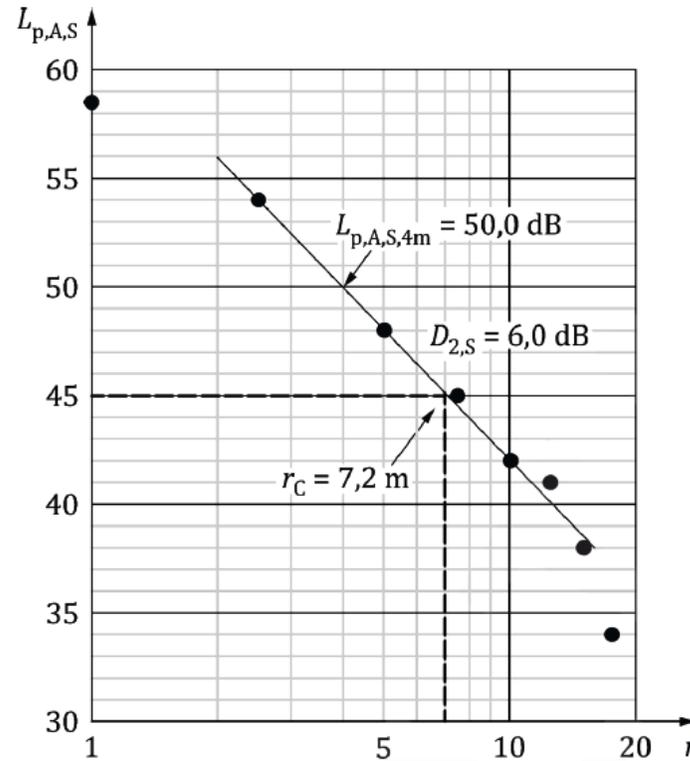


Fonte: ISO 3382-3

# UNI EN ISO 3382-3:2022 - Open plan

Rappresentare:

- $D_2$ ,
- $L_{p,A,S,4m}$
- Distanza di comfort ( $r_C$ )
- Distanza di distrazione ( $r_D$ )



Fonte: ISO 3382-3

# UNI EN ISO 3382-3:2022 – Open plan

- Appendice A: Considerazioni su distanza distrazione (STI)
- Appendice B: Metodi alternativi calcolo decadimento spaziale
- **Appendice C: Esempi di valori tipici indici valutazione**
- Appendice D: Precisione

Cattive condizioni acustiche	Buone condizioni acustiche
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>r_D &gt; 11 \text{ m}</math></li><li>• <math>r_C &gt; 11 \text{ m}</math></li><li>• <math>D_{2,s} &lt; 5 \text{ dB}</math></li><li>• <math>L_{p,A,S,4m} &gt; 52 \text{ dB}</math></li><li>• <math>L_{p,A,B} &lt; 35 \text{ dB}</math> o <math>L_{p,A,B} &gt; 48 \text{ dB}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>r_D &lt; 5 \text{ m}</math></li><li>• <math>r_C &lt; 5 \text{ m}</math></li><li>• <math>D_{2,s} &gt; 8 \text{ dB}</math></li><li>• <math>L_{p,A,S,4m} &lt; 48 \text{ dB}</math></li><li>• <math>40 \text{ dB} &lt; L_{p,A,B} &lt; 45 \text{ dB}</math></li></ul>

# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

La norma analizza sei tipi di uffici:

- Tipo 1: attività non ancora nota - area completamente vuota
- Tipo 2: attività principalmente focalizzata alla comunicazione verso l'esterno dello spazio, tramite telefono/audio/video
- Tipo 3: attività principalmente basata sulla collaborazione tra persone in postazioni di lavoro vicine
- Tipo 4: attività basata su un lavoro solo in piccola parte collaborativo
- Tipo 5: attività che può coinvolgere la ricezione di pubblico
- Tipo 6: più attività combinate nello stesso spazio

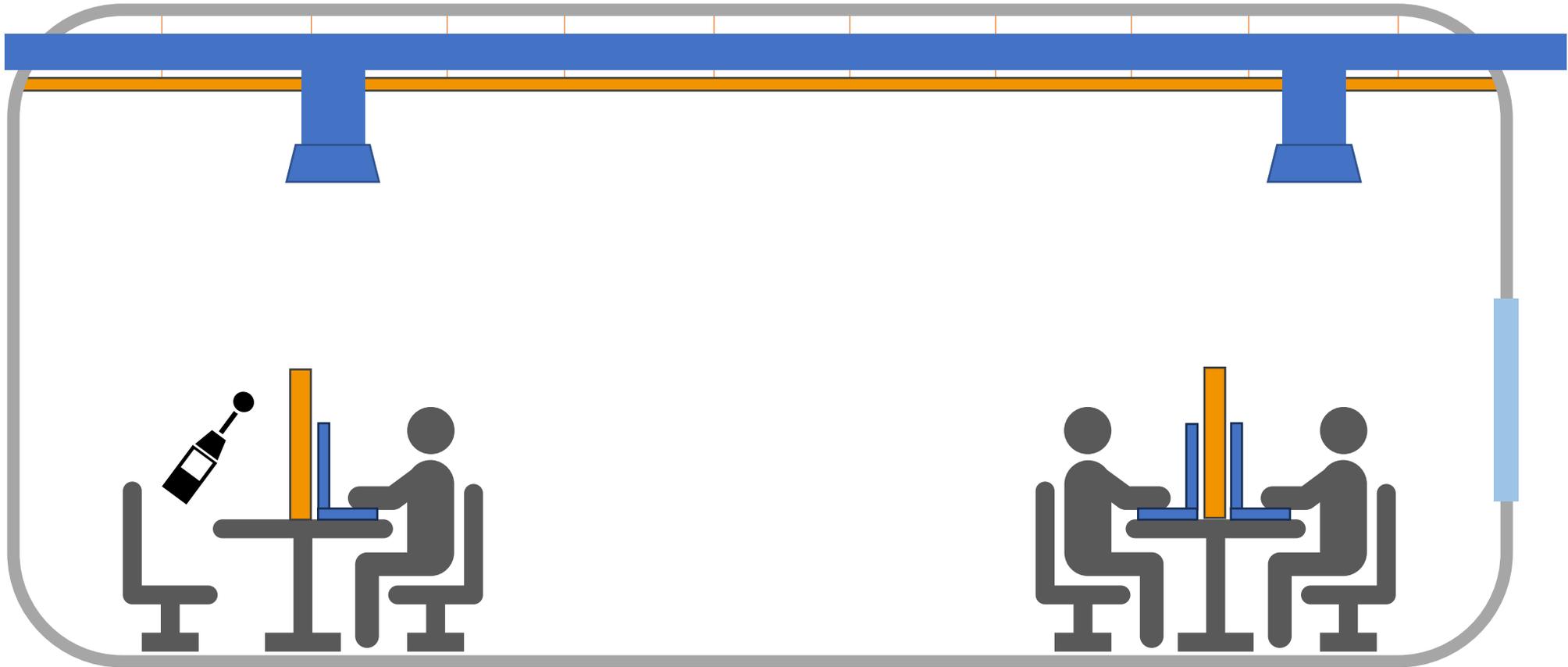
## UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

I parametri presi in considerazione, oltre a  $D_{2,S}$  e  $L_{p,A,S,4m}$  sono:

- Livello di rumore alla postazione di lavoro ( $L_{Aeq,T}$ )
- Attenuazione acustica del parlato in situ ( $D_{A,S}$ )
- NB: La norma considera anche il tempo di riverberazione ( $T$ )

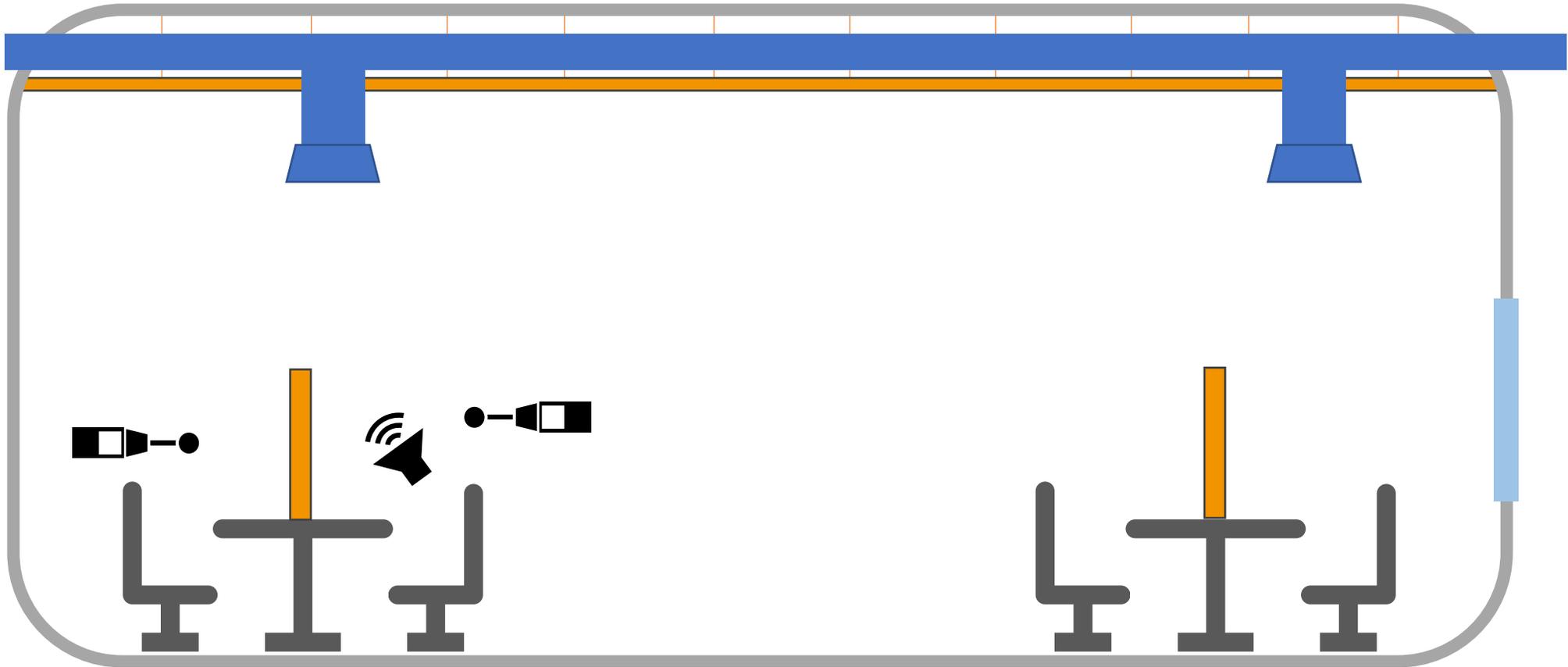
# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

- Livello di rumore alla postazione di lavoro ( $L_{Aeq,T}$ ): livello equivalente di rumore (dBA) misurato alla postazione di lavoro durante un periodo di tempo (postazione libera, altre postazioni occupate almeno all'80%)



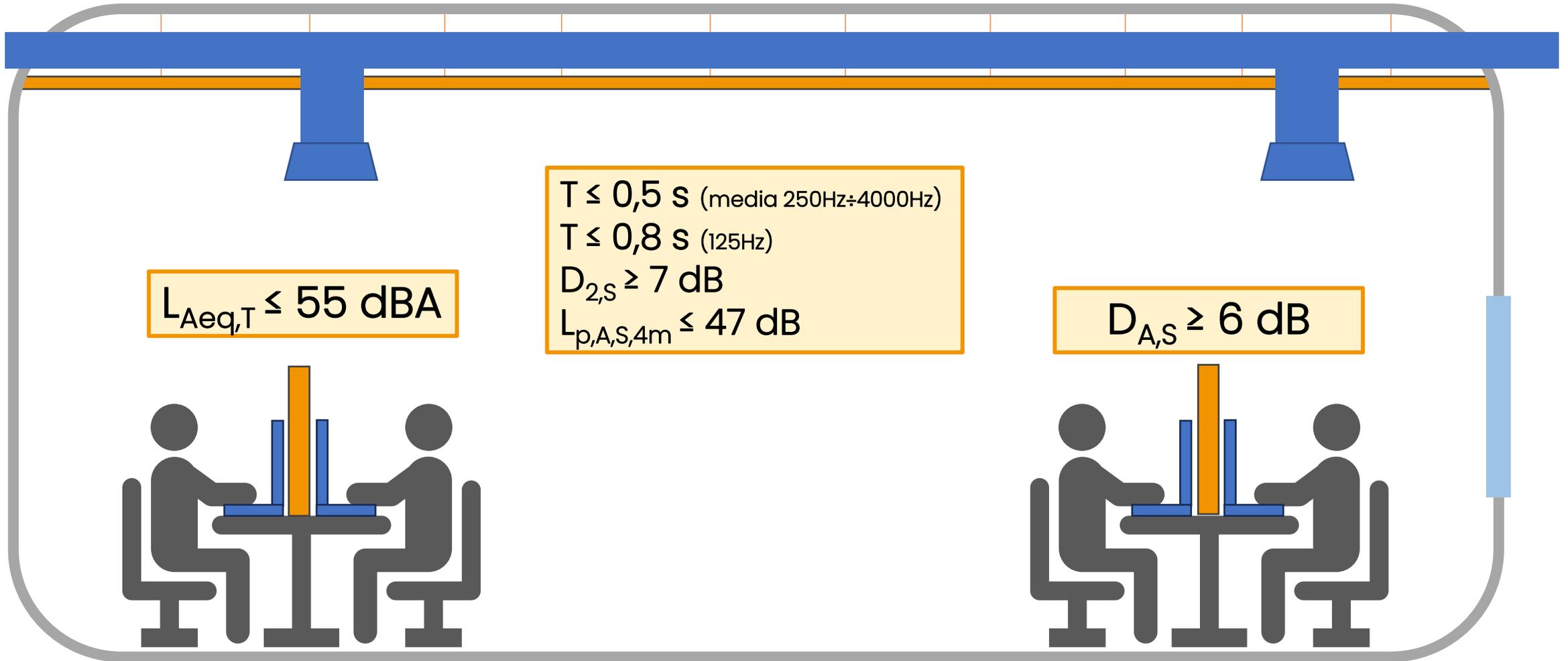
# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

- **Attenuazione acustica del parlato in situ ( $D_{A,S}$ ):** differenza, in decibel, tra lo spettro di una sorgente vocale ponderata A a 1 m da una sorgente omnidirezionale in campo libero e il livello di pressione sonora ponderato A in un punto di ricezione



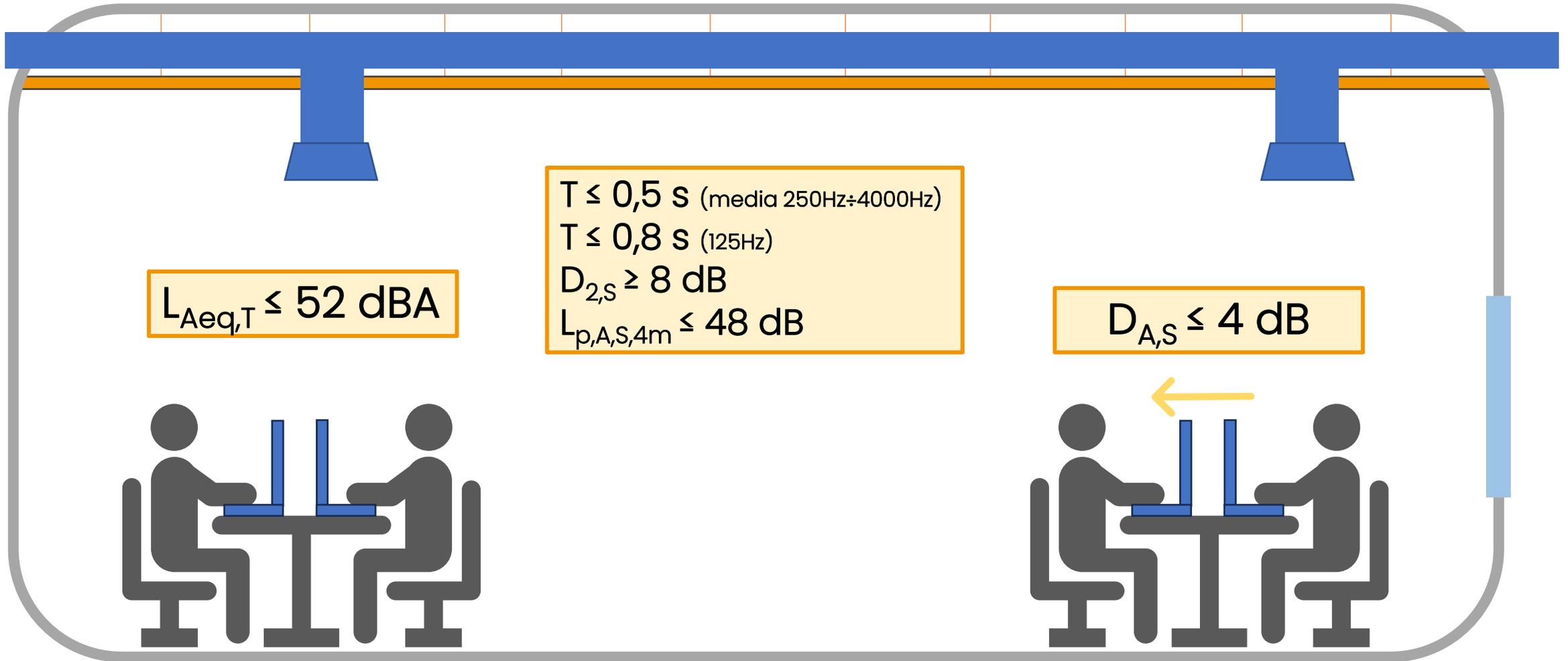
# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

Tipo 2: attività principalmente focalizzata alla **comunicazione verso l'esterno dello spazio, tramite telefono/audio/video**



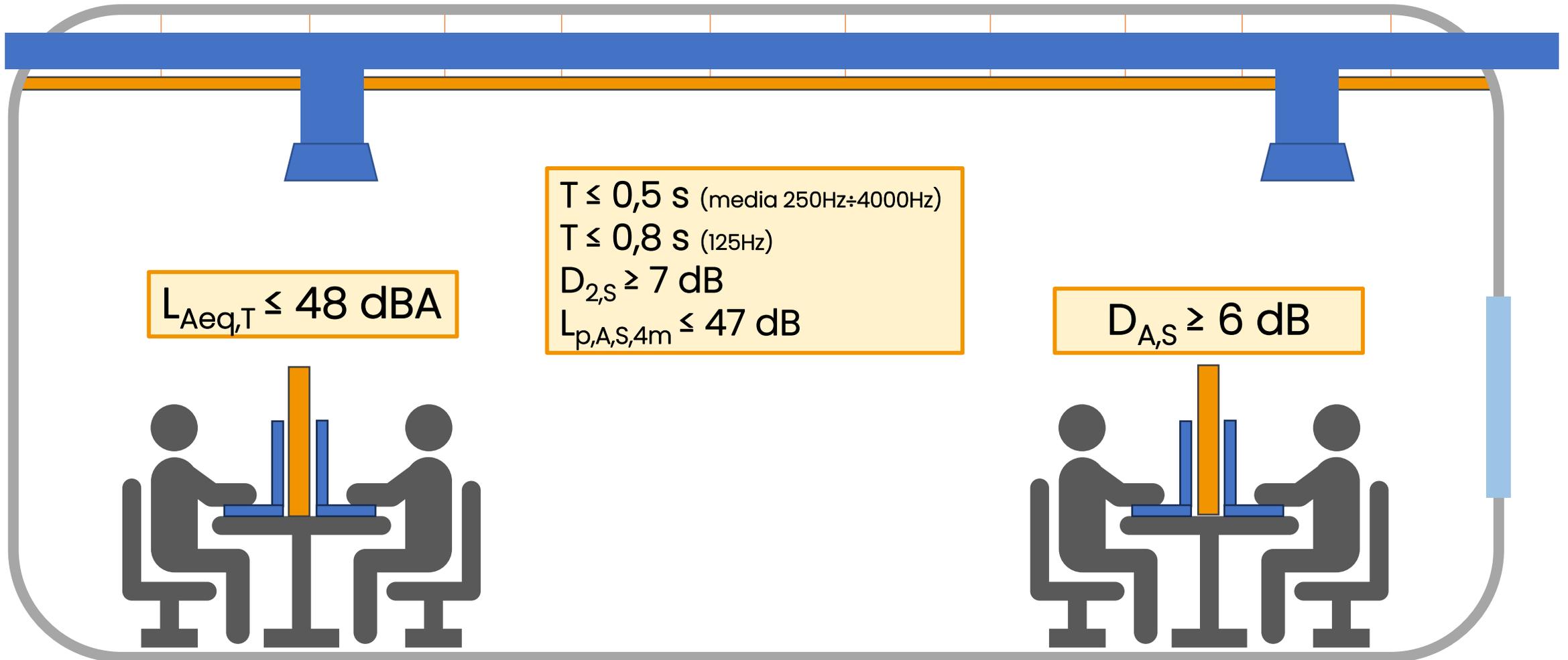
# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

Tipo 3: attività principalmente basata sulla collaborazione tra persone in postazioni di lavoro vicine



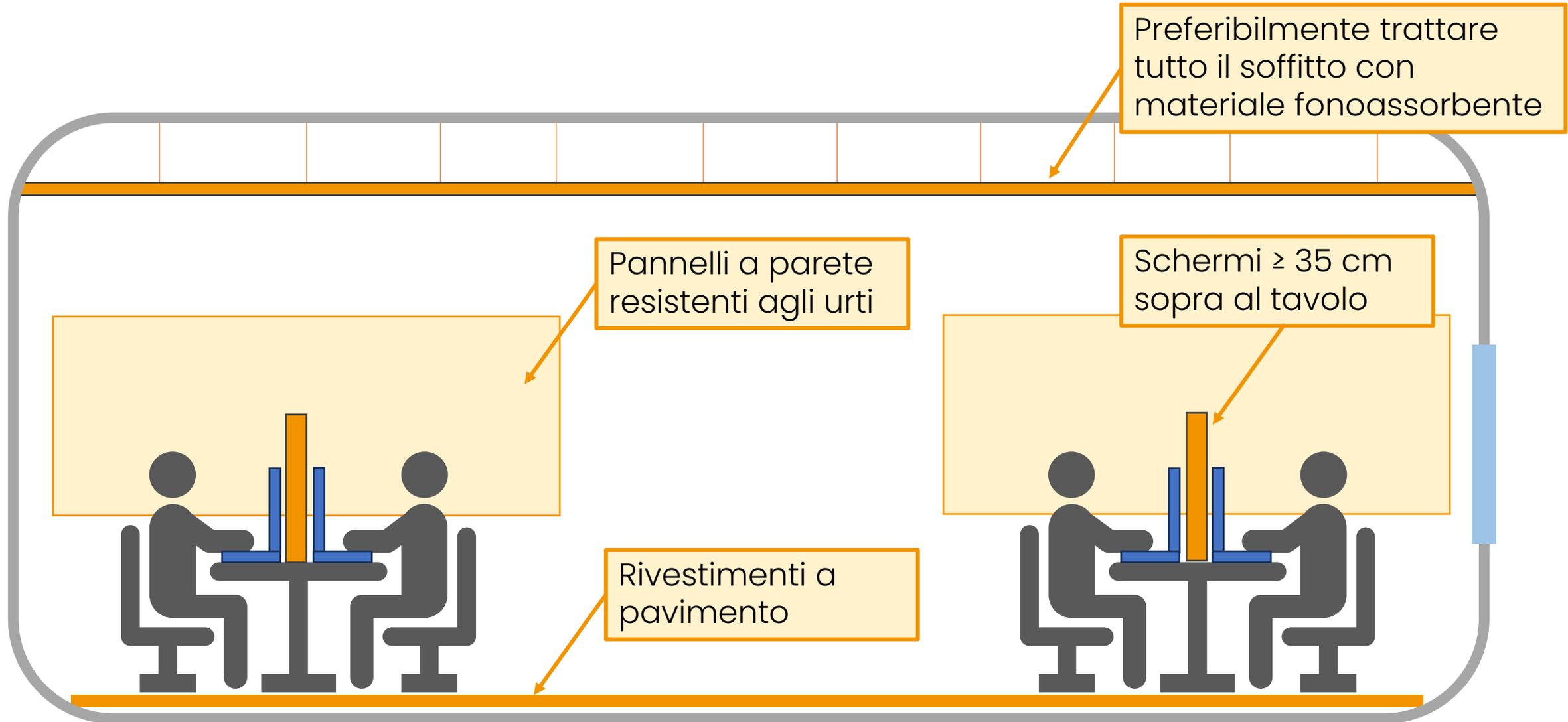
# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

Tipo 4: attività basata su un lavoro solo in piccola parte collaborativo



# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

Disposizione di spazi di lavoro, elementi fonoassorbenti, arredo

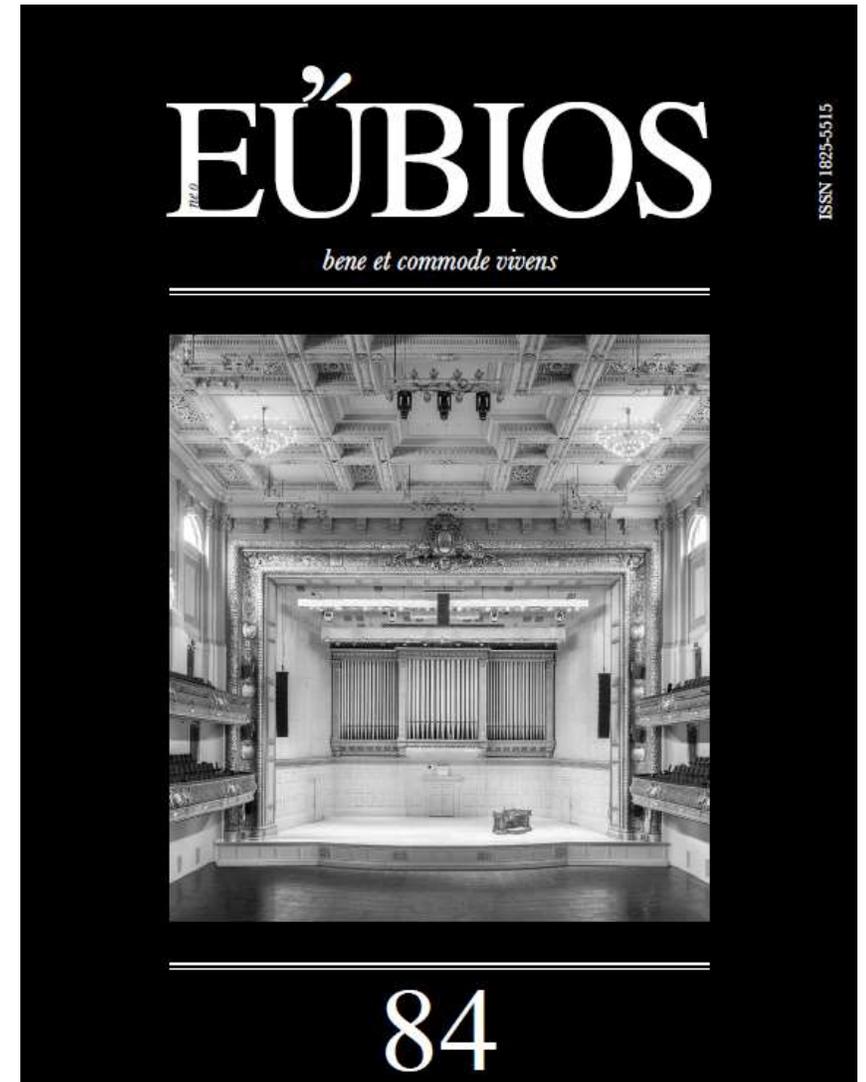


# UNI ISO 22955:2021 : Qualità acustica degli spazi open office

- Appendice A: Come determinare  $D_{A,S}$
- Appendice B: Flow chart
- Appendice C: regole di comportamento negli spazi comuni
- Appendice D: esempio di sondaggio
- Appendice E: Come misurare  $L_{Aeq,T}$  durante le attività lavorative
- Appendice F: Sistemi di mascheramento sonoro
- Appendice G: Prescrizioni per ambienti quando non è nota l'attività che verrà svolta

### Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti

- Parte 1: Requisiti generali (2018)
- Parte 2: Settore scolastico (2020)
- Parte 3: Uffici (...)



---

**ALTRE FONTI...**

WELL v2, Q1-Q2 2023

## Sound

### Overview

- P S01 Sound Mapping ○
- 3 Pts S02 Maximum Noise Levels ○
- 3 Pts S03 Sound Barriers ○
- 2 Pts S04 Reverberation Time ○
- 2 Pts S05 Sound Reducing Surfaces ○
- 2 Pts S06 Minimum Background Sound ○
- 3 Pts S07  $\beta$  Impact Noise Management ○
- 2 Pts S08  $\beta$  Enhanced Audio Devices ○
- 1 Pt S09  $\beta$  Hearing Health Conservation ○

a. Reverberation time is within the ranges shown in the following table:

Room Type	Room Volume, $v$ (cubic meters)	Reverberation Time, $t$ (seconds) <sup>5,9,10</sup>
Areas for learning	$v < 10,000 \text{ ft}^3$	$t \leq 0.6$
	$10,000 \text{ ft}^3 \leq v \leq 20,000 \text{ ft}^3$	$0.5 \leq t \leq 0.8$
Areas for lectures	$v > 20,000 \text{ ft}^3$	$0.6 \leq t \leq 1.0$
Areas for conferencing		$0.6 \leq t \leq 1.0$
Areas with regularly used PA systems	N/A	$t \leq 1.5$
Areas for dining	N/A	$t \leq 1.0$
Areas for fitness	$v < 10,000 \text{ ft}^3$	$0.7 \leq t \leq 0.8$
	$10,000 \text{ ft}^3 \leq v \leq 20,000 \text{ ft}^3$	$0.8 \leq t \leq 1.1$
	$v > 20,000 \text{ ft}^3$	$1.0 \leq t \leq 1.8$
Areas for music rehearsal	$v < 10,000 \text{ ft}^3$	$t \leq 1.1$
	$10,000 \text{ ft}^3 \leq v \leq 20,000 \text{ ft}^3$	$1.0 \leq t \leq 1.4$

# Acustica edilizia

RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE



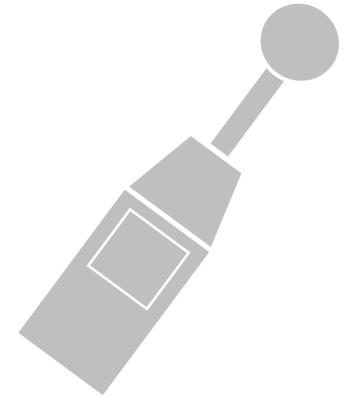
PROGETTO  
ACUSTICO



CONTROLLI IN  
CANTIERE



MISURE  
IN OPERA



**ANIT** 

Tempo di riverberazione

**Calcoli previsionali**  
UNI EN 12354-6



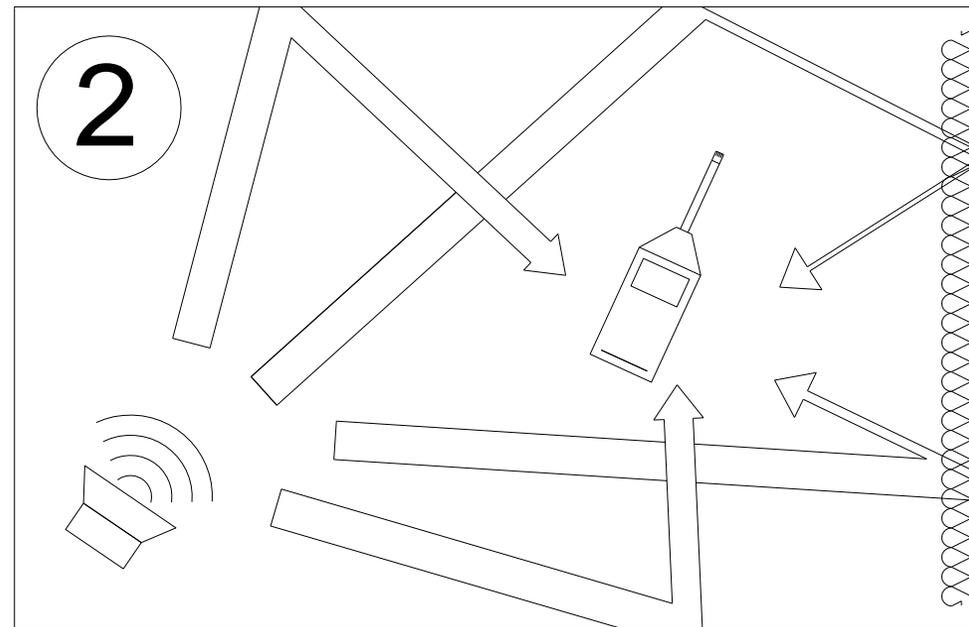
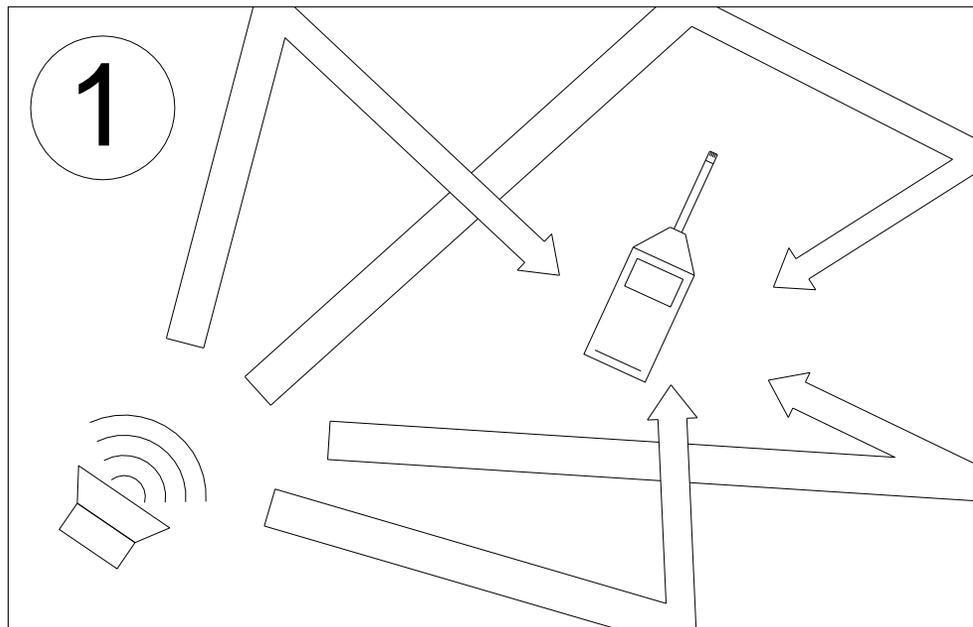
## Tempo di riverberazione

$$T = \frac{0,16V}{A} \longrightarrow A = \sum_{i=1}^k S_i \alpha_i + \sum_{j=1}^m n_j A_j$$

V volume del locale

A area di assorbimento acustico

# Coefficiente $\alpha$ (ISO 354)



1. misura T (camera vuota)

2. misura T (camera con l'elemento da analizzare)

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{air}$$

Superfici

Oggetti  
singoliGruppo di  
elementi

Aria

S superficie [m<sup>2</sup>] $\alpha$  coefficiente di assorbimento acustico $A_{obj}$  Area di assorbimento acustico di un oggetto $A_{air}$  Area di assorbimento acustico dell'aria

$$A_{air} = 4mV(1 - \Psi)$$

m coefficiente di attenuazione della potenza in aria [Neper per metro]

## **Volumi di forma regolare**

Nessuna dimensione dovrebbe avere una grandezza maggiore di 5 volte qualsiasi altra dimensione

## **Assorbimento distribuito uniformemente**

Il coefficiente di assorbimento non dovrebbe variare di più di un fattore di 3 tra coppie di superfici opposte, a meno che siano presenti elementi di dispersione sonora

## **Non troppi elementi**

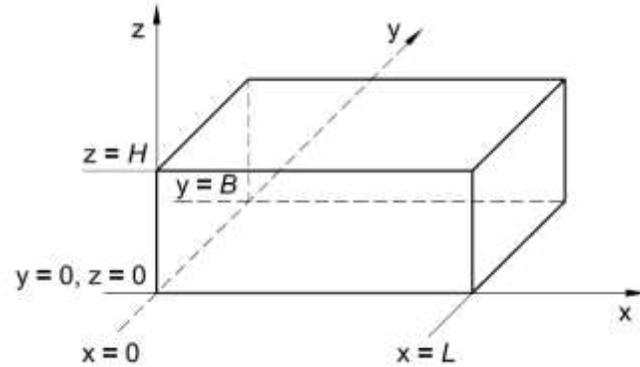
La parte di elementi dovrebbe essere minore di 0,2

## UNI EN 12354-6 - Limitazioni

Se queste ipotesi non sono soddisfatte, il tempo di riverberazione **può risultare più lungo della stima** (anche il doppio)

La presenza di elementi di **dispersione del suono** attenua queste limitazioni.

# UNI EN 12354-6: Appendice D: situazioni particolari



Note 1 The scattering coefficient takes into account irregularities in the plane surfaces. For hard plane surfaces a typical value will be 0,05 or less, but for walls with recesses as found in a facade the value at mid and higher frequencies can take typical values of 0,4 to 0,6.

The relative mode number as given by equation D.2 indicates the contribution of each sound field:

$$N_x = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(B+H)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} BH \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V}$$

$$N_y = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(L+H)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} LH \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V} \quad (D.2)$$

$$N_z = 0,14 + 1,43 \left[ \frac{(L+B)}{2c_0} + \frac{\pi f}{c_0^2} LB \right] \frac{c_0^3}{4\pi f^2 V}$$

The equivalent sound absorption area for the grazing sound fields  $A_x$ ,  $A_y$  and  $A_z$  and the equivalent sound absorption area  $A_d$  for the diffuse field due to the room surfaces and air absorption may be determined from equations D.3a-d:

$$A_x = \frac{c_0^2}{2f^2 L^2} (A_{x=0} + A_{x=L}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{y=0} + A_{y=B} + A_{z=0} + A_{z=H}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3a)$$

$$A_y = \frac{c_0^2}{2f^2 B^2} (A_{y=0} + A_{y=B}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{x=0} + A_{x=L} + A_{z=0} + A_{z=H}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3b)$$

$$A_z = \frac{c_0^2}{2f^2 H^2} (A_{z=0} + A_{z=H}) (f/f_{ref})^{1/3} + [A_{x=0} + A_{x=L} + A_{y=0} + A_{y=B}] \sqrt{2} (f/f_{ref})^{1/3} + \pi m V \quad (D.3c)$$

$$A_d = (A_{x=0} + A_{x=L} + A_{y=0} + A_{y=B} + A_{z=0} + A_{z=H}) + 4mV \quad (D.3d)$$

where:

$A_{x=0}$ ,  $A_{x=L}$  is the equivalent sound absorption area of surface  $x=0$  and  $x=L$



Fonte:  
UNI EN 12354-6

Ing. Matteo Borghi

# UNI EN 12354-6: Appendice D: situazioni particolari

Dati geometrici

L  m  
 B  m  
 H  m

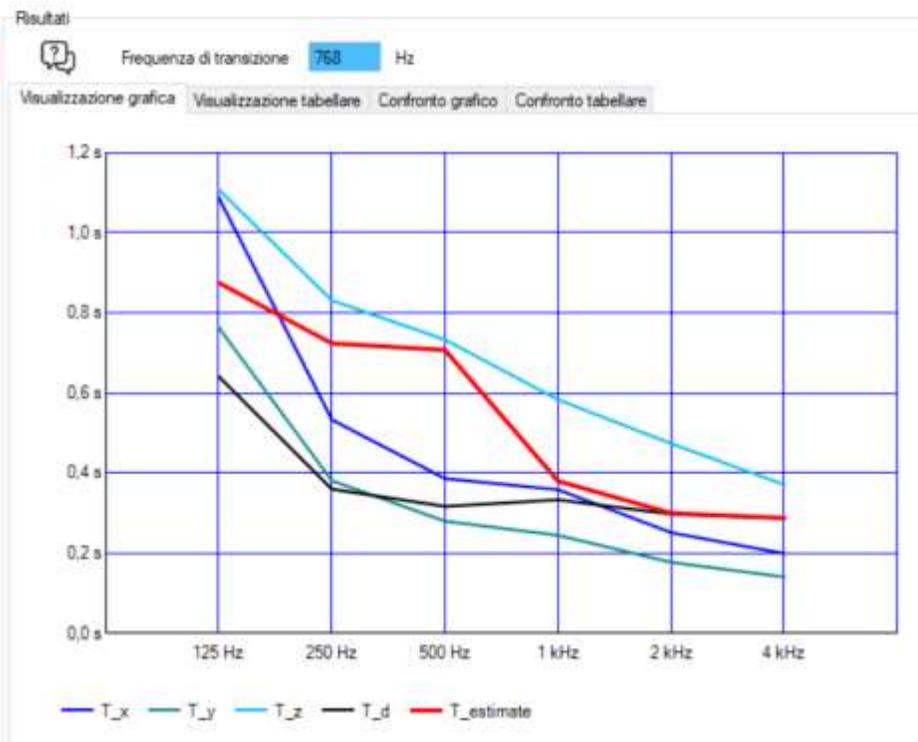
Distribuzione di superfici e oggetti

	Area/Nr	Superficie associata
Coperture rigide per pavimenti (per esempio, PVC, parquet) su pavimenti pesanti	20	$z=0$
Pannelli in lana di legno di abete e cemento portland sp. 50 mm + interc. $\geq 50$ mm + lana min. $\geq 40$ mm	20	$z=H$
Pannello in lana minerale, spessore 20 mm, con finitura microporosa, ribassato di 200 mm dal solaio, con assorbitore per basse frequenze spessore 100 mm sul retro	10	$x=L$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	5	$x=0$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	5	$x=L$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	10	$y=0$
Calcestruzzo, mattoni intonacati	10	$y=B$

Coefficienti di dispersione delle superfici

[Apri da archivio](#)

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	
$\delta_{x=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{x=L}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{y=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{y=B}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{z=0}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva
$\delta_{z=H}$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Salva



sviluppato da TEP

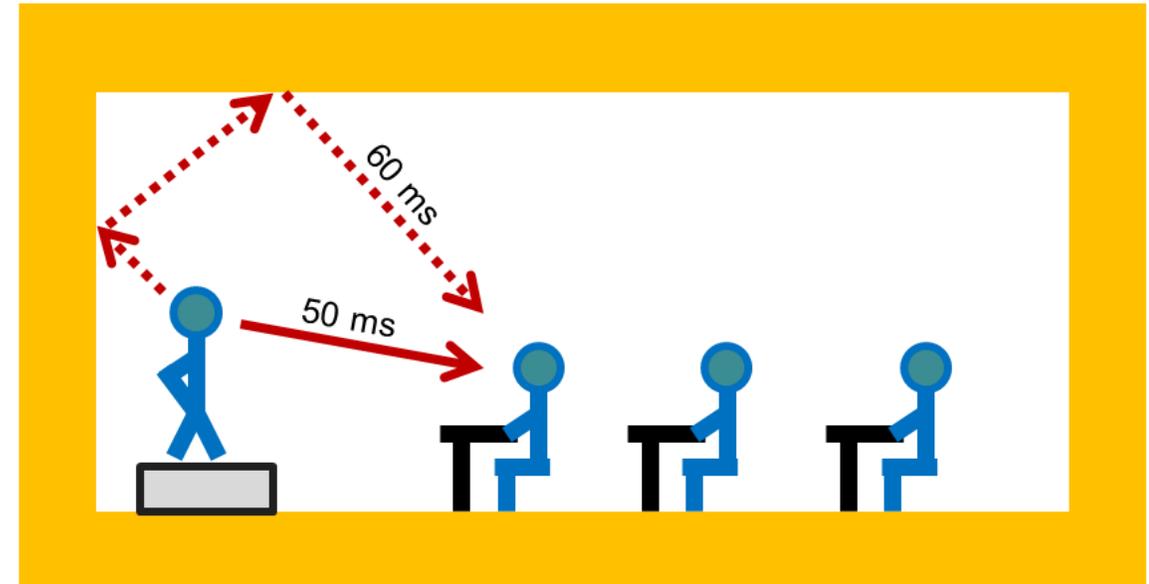
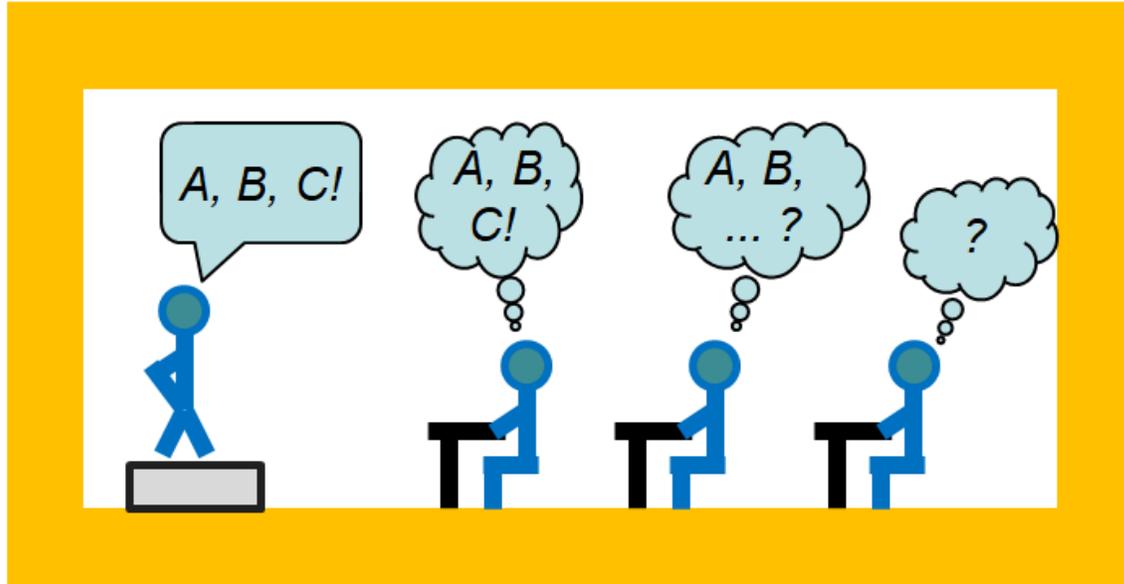
RINNOVA

# echo 8

INIZIA

Requisiti acustici passivi, classificazione acustica e caratteristiche interne di ambienti confinati.

# Calcoli previsionali – STI e $C_{50}$ – UNI 11532-1



**Calcoli previsionali**  
UNI 11532-1 (Appendice A)



# Calcoli previsionali – STI e C<sub>50</sub> – UNI 11532-1

Caratteristiche dell'ambiente | Valori di riferimento | Tempo di riverberazione | **STI** | Distribuzione irregolare dell'assorbimento | Tempo di riverberazione misurato

Dati in ingresso

Tempo di riverberazione

Inserisci T calcolato

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
T [s]	0,70	0,60	0,55	0,50	0,52	0,45	0,40

Metodo di calcolo

- Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile
- Campo riverberato diffuso e contributo del suono diretto

Distanza tra parlatore e ascoltatore  m

Parlatore

- Maschio  Femmina

Sforzo vocale

Livello di pressione sonora a 1 m  dBA

Direttività della sorgente

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Q	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0
ID	2	2	2	2	3	3	3

Livello del rumore di fondo

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Ln [dB]	28	25	27	26	28	27	25

Chiarezza

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
C50	2,3	3,4	4,1	4,9	4,6	5,8	6,8

C50 medio

C50 minimo

ambiente arredato con due persone al massimo

Distanza critica

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
r <sub>c</sub> [m]	0,83	0,89	0,93	0,98	0,96	1,03	1,10
5r <sub>c</sub> [m]	4,14	4,47	4,67	4,90	4,80	5,16	5,48

Livello del parlato

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
Ls, 1m [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
Lsr [dB]	62,5	61,9	57,8	51,4	44,5	37,9	31,4
Lsd [dB]	42,9	42,9	39,2	33,2	27,2	21,2	15,2

Vedi dettagli

Indice di trasferimento della modulazione

	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
MTI	0,64	0,70	0,72	0,73	0,68	0,62	0,51

Indice di trasmissione del parlato

STI

STI minimo

Qualità del parlato in accordo con CEI EN60268-16

ambiente arredato con due persone al massimo



Altri parametri:  $D_{A,S}$ ,  $D_{2,S}$ ,  $L_{p,A,S,4m}$  ...

ISO 23351: Measurement of speech level reduction of furniture ensembles and enclosures

ISO 23351-1:2020

Part 1: Laboratory method

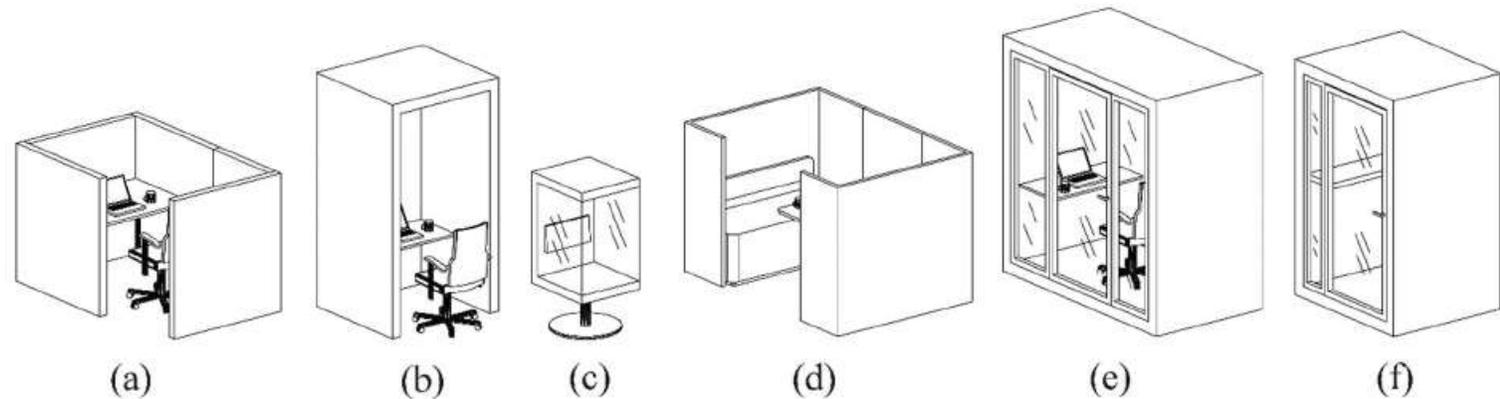
[LINK](#)

ISO/AWI 23351-2

Part 2: Field method

Status : Under development

[LINK](#)



**RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE**



**PROGETTO  
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN  
CANTIERE**



**MISURE  
IN OPERA**



# Nuovi uffici?



Soluzioni tecnologiche

Arch. Alessia Mora - Celenit



La progettazione dei rivestimenti fonoassorbenti tra ecodesign e comfort

Prestazioni e caratteristiche tecniche

Soluzioni applicative: controsoffitti, rivestimenti a parete, sistemi sospesi e soluzioni di design

Sostenibilità e rispondenza ai protocolli CAM Leed ed Itaca



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

**Grazie per l'attenzione**