



---

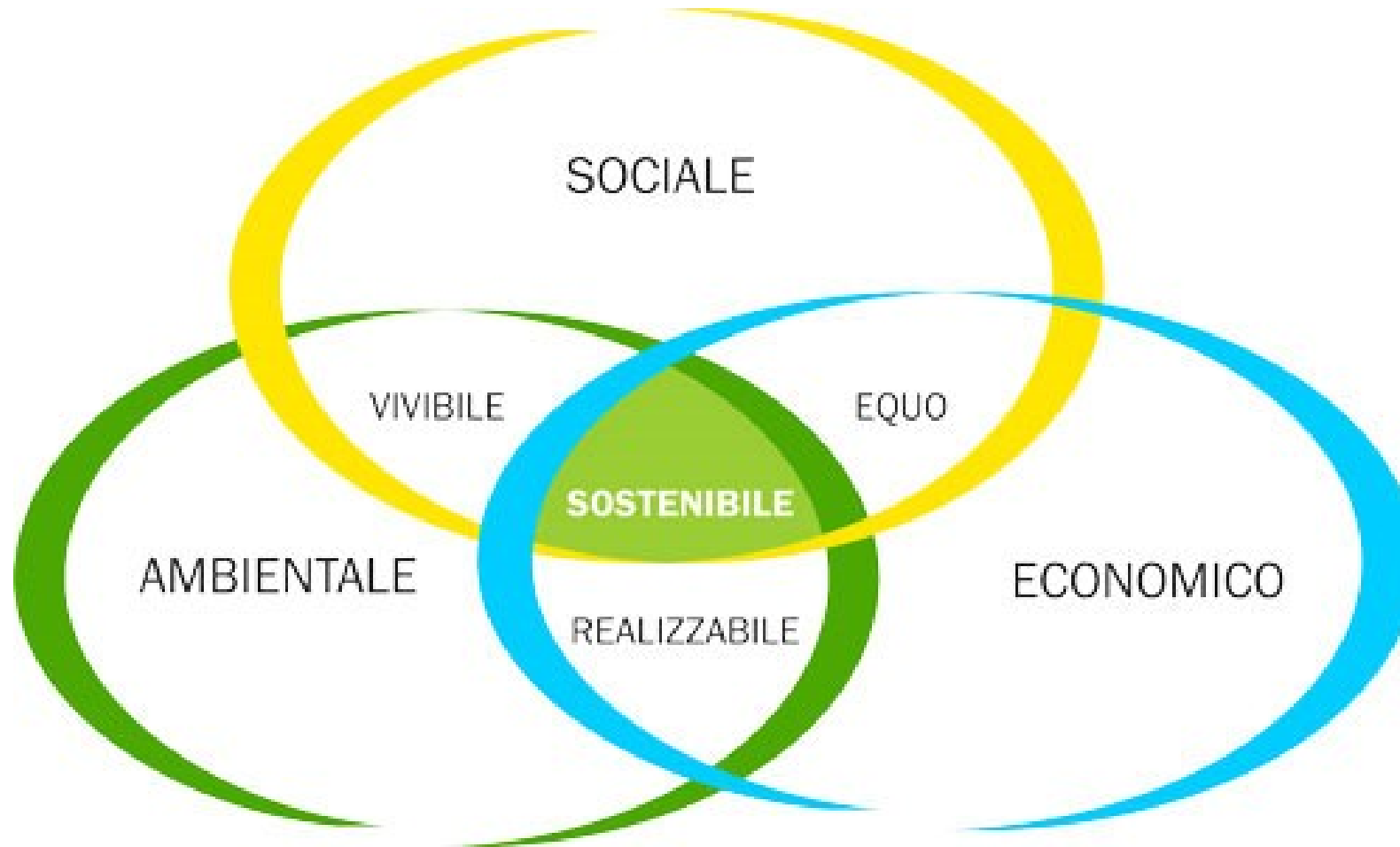
# Comfort acustico e sostenibilità

**Ing. Stefano Benedetti**

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

## Acustica e sostenibilità?

Il concetto di sostenibilità si fonda su tre aspetti





**European  
Environment  
Agency**

## Inquinamento acustico

L'inquinamento acustico costituisce una crescente preoccupazione ambientale. Il rumore disturba il sonno e rende più difficile l'apprendimento scolastico. Inoltre, può causare o aggravare molti problemi di salute. In Europa, la più importante fonte di rumore ambientale è il traffico stradale.

Il 20 % della popolazione dell'UE, vale a dire una persona su cinque, vive in zone in cui i livelli di rumore sono considerati nocivi per la salute.

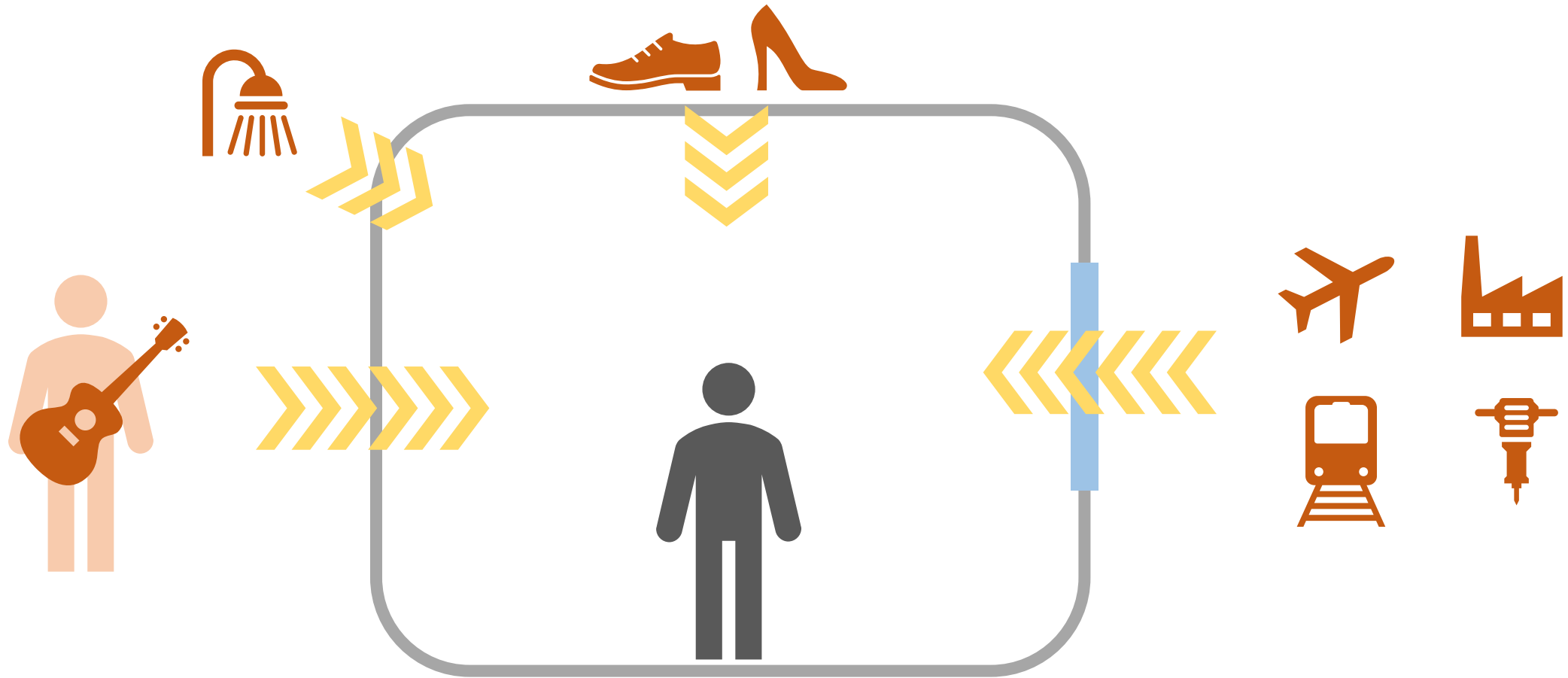


---

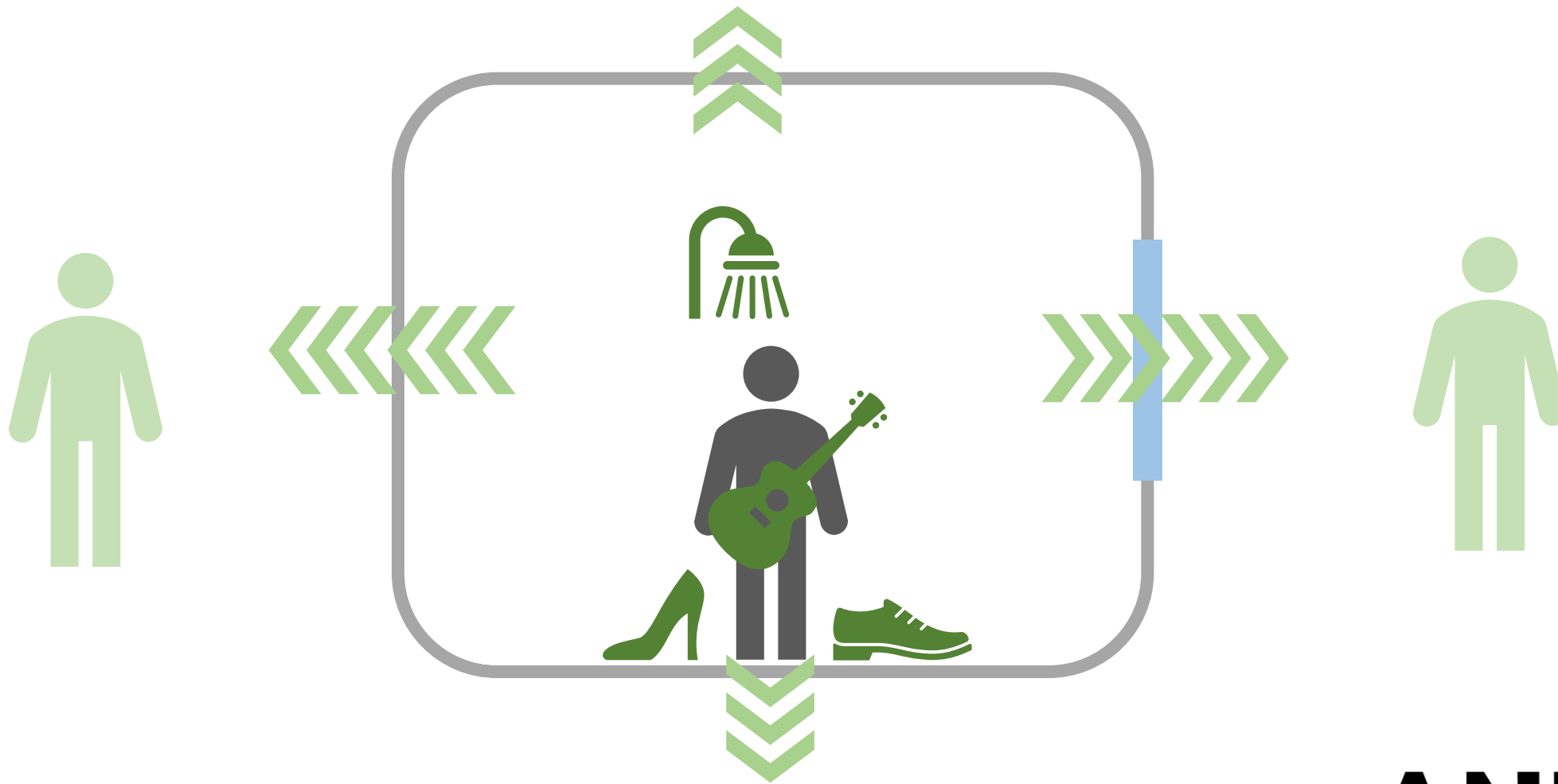
**QUALI SONO I NOSTRI BISOGNI  
PER AMBIENTI  
«ACUSTICAMENTE CONFORTEVOLI»?**



# Adeguato isolamento a rumori «ESTRANEI»

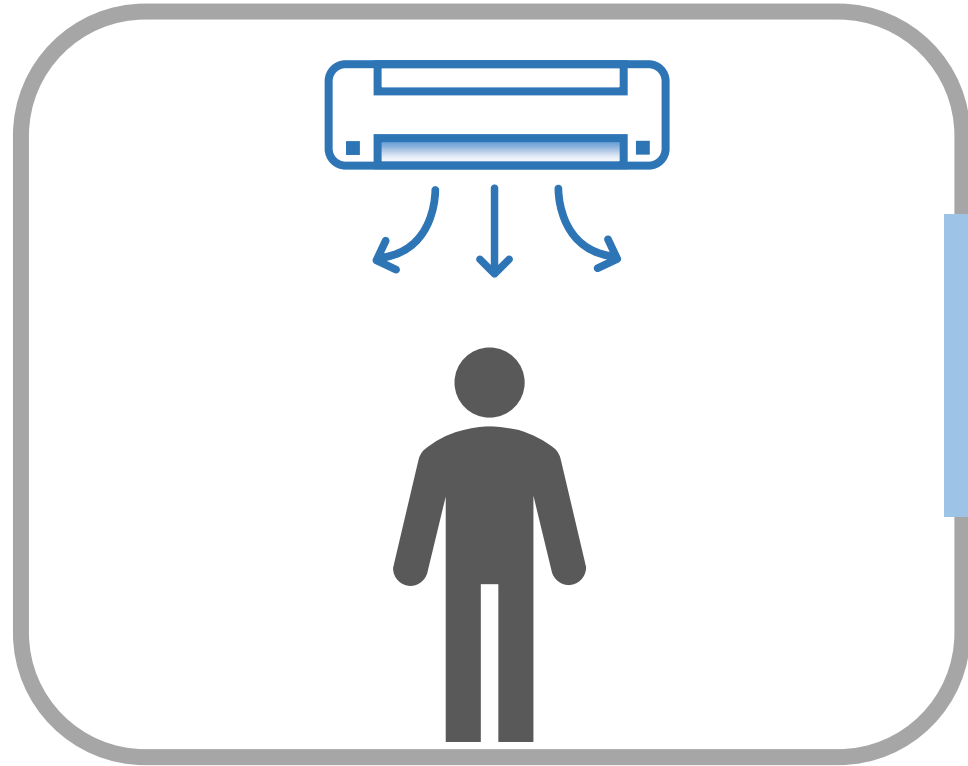


# Adeguata «PRIVACY ACUSTICA»

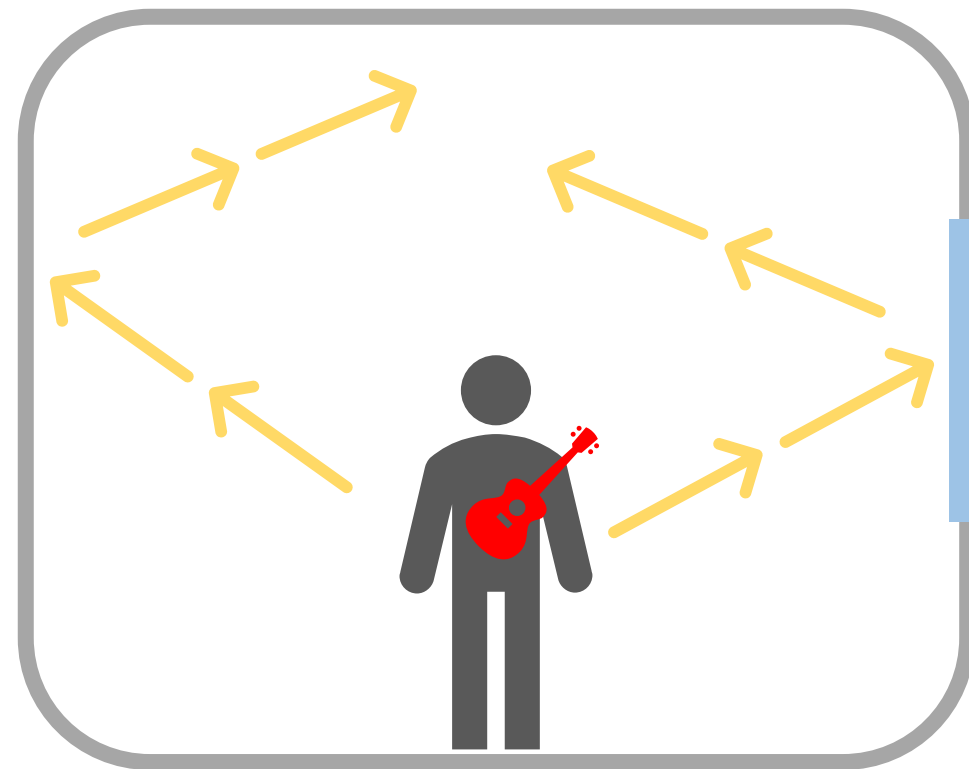
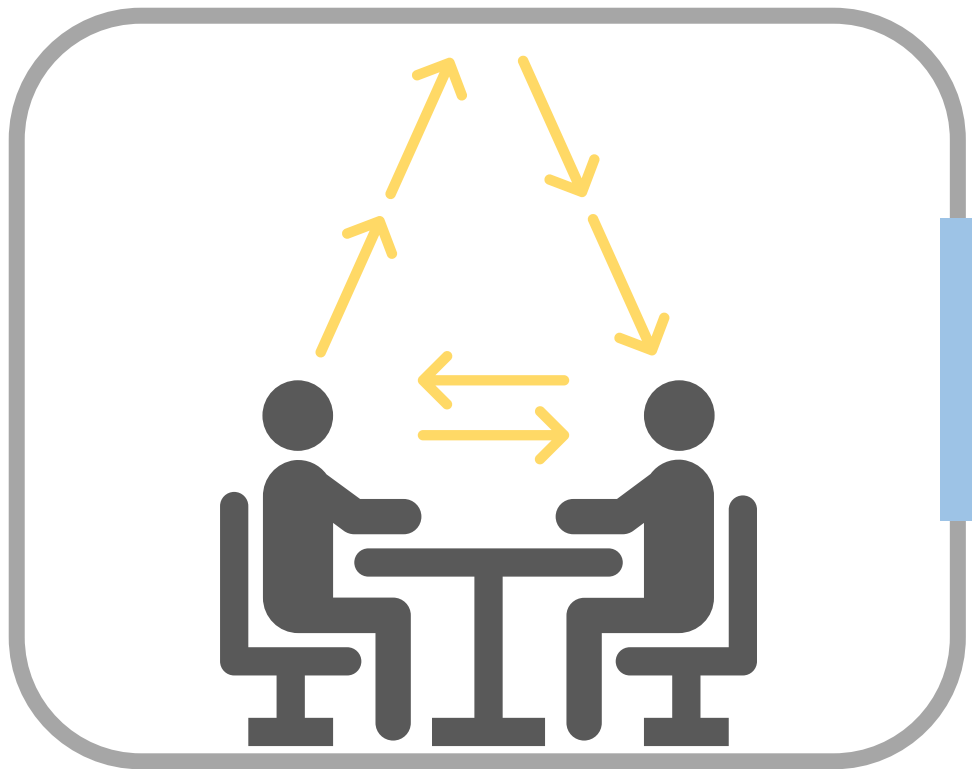


**ANIT** 

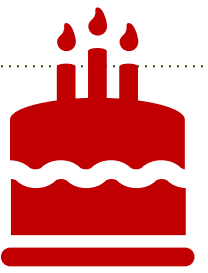
# Ridotta rumorosità impianti interni



# Adeguata comprensione del parlato e riverberazione







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]	<b>T</b> [s]	
Ospedali, cliniche, case di cura	<b>≥ 55</b>	<b>≥ 45</b>	<b>≤ 58</b>	<b>≤ 35</b>	<b>≤ 25</b>	-	
<b>Residenze</b> , alberghi, pensioni	<b>≥ 50</b>	<b>≥ 40</b>	<b>≤ 63</b>	<b>≤ 35</b>	<b>≤ 25?</b>	-	
Scuole a tutti i livelli	<b>≥ 50</b>	<b>≥ 48</b>	<b>≤ 58</b>	<b>≤ 35</b>	<b>≤ 25</b>	<b>Aule</b> <b>≤ 1,2</b>	<b>Palestre</b> <b>≤ 2,2</b>
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	<b>≥ 50</b>	<b>≥ 42</b>	<b>≤ 55</b>	<b>≤ 35</b>	<b>≤ 25?</b>	-	

# DPCM 5-12-1997 e comfort (UNI 11367)

PRESTAZIONE	
Molto buona	Di base
Buona	Modesta

Destinazione d'uso	Pareti e solai tra U.I.	Facciate	Rumore da calpestio	Impianti a funzionamento discontinuo	Impianti a funzionamento continuo
	$R'_w$	$D_{2mnTw}$	$L'_{nw}$	$L_{Asmax}$	$L_{Aeq}$
Ospedali, cliniche, case di cura	$\geq 55$	$\geq 45$	$\leq 58$	$\leq 35$	$\leq 25$
Residenze, alberghi, pensioni	$\geq 50$	$\geq 40$	$\leq 63$	$\leq 35$	$\leq 25?$
Scuole a tutti i livelli	$\geq 50$	$\geq 48$	$\leq 58$	$\leq 35$	$\leq 25$
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	$\geq 50$	$\geq 42$	$\leq 55$	$\leq 35$	$\leq 25?$

Allegato 2 - Paragrafo 2.3.5.6 - Comfort acustico

Interventi di nuova costruzione e ristrutturazione importante di primo livello

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

Paragrafo 2.4.11 “Prestazioni e comfort acustici”

**Appalti pubblici!**

# Classificazione acustica - UNI 11367

## Ospedali e scuole

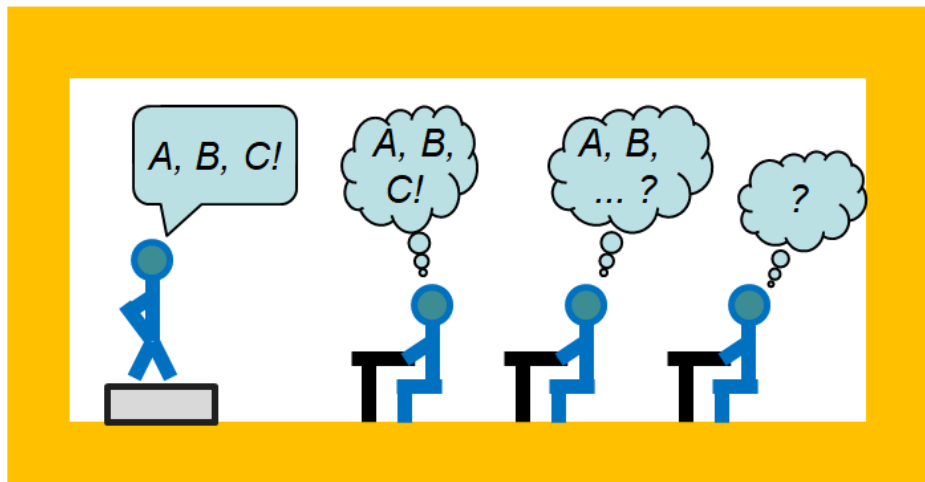


Appendice A – Prospetto A1 – Ospedali e scuole	Prestazione superiore
Isolamento di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )	$\geq 43$
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. ( $R'_w$ )	$\geq 56$
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ( $L'_{n,w}$ )	$\leq 53$
Livello impianti continui, ( $L_{ic}$ ), installati in altri ambienti	$\leq 28$
Livello massimo impianti discontinui, ( $L_{id}$ ) in altri ambienti	$\leq 34$
Isolamento partizioni ambienti sovrapposti stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 55$
Isolamento partizioni ambienti adiacenti stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 50$
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $L'_{n,w}$ )	$\leq 53$

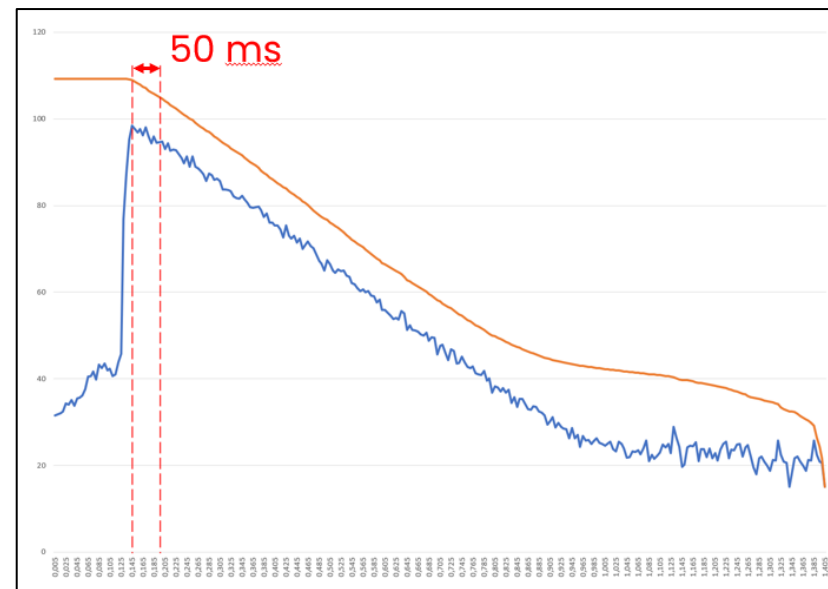
# Nuovo Decreto CAM – 23 giugno 2022

## UNI 11532:2 – Settore scolastico

### Speech Transmission Index **STI** e Chiarezza **C<sub>50</sub>**



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



<b>C<sub>50</sub></b>	<b>&lt; 250 m<sup>3</sup></b>
<b>Senza impianto di amplificazione</b>	<b>≥ 2 dB</b>

## Classificazione acustica - UNI 11367

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 40$
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari $R'_w$ [dB]	$\geq 53$
Livello di rumori da calpestio $L'_{nw}$ [dB]	$\leq 58$
Livello di rumore impianti continui $L_{ic}$ [dBA]	$\leq 28$
Livello di rumore impianti discontinui $L_{id}$ [dBA]	$\leq 33$

## 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

Va comunque assicurato almeno il **mantenimento** dei requisiti acustici preesistenti



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







## 7 COMFORT ACUSTICO

### 7.1 Requisiti per il fonoisolamento

Nella seguente tabella sono indicati i limiti di fonoisolamento da rispettare:

Tabella N11: limiti di fonoisolamento per le diverse categorie di edifici

			Edifici residenziali e ricettivi	Uffici, attività commerciali e ricreative	Ospedali, case di cura
			Cat. A, C	Cat. B, F, G	Cat. D
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata		$D_{2m,nT,w}$	$\geq 40$ dB	$\geq 42$ dB	$\geq 45$ dB
Potere fonoisolante apparente	di divisori verticali e orizzontali fra ambienti di diverse unità	$R'_w$	$\geq 50$ dB $\geq 55$ dB*	$\geq 50$ dB	$\geq 55$ dB
Livello di rumore da calpestio	fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti di differenti unità	$L'_{nw}$	$\leq 58$ dB	$\leq 55$ dB	$\leq 58$ dB
Rumore di impianti	a funzionamento continuo	$L_{ic}$	$\leq 32$ dB (A)	$\leq 32$ dB (A)	$\leq 25$ dB (A)
	a funzionamento discontinuo	$L_{id}$	$\leq 35$ dB (A) $\leq 32$ dB (A)*	$\leq 35$ dB (A)	$\leq 35$ dB (A)

Categorie ai sensi della classificazione degli ambienti abitativi del DPCM 05/12/1997  
 $L_{ic}$  e  $L_{id}$  definiti come da norma UNI 11367:2010

\* Limiti per edifici ricettivi

# Protocolli di sostenibilità: acustica



## PROTOCOLLO ITACA Nazionale 2011

### EDIFICI SCOLASTICI

CRITERIO D.5.6	Destinazione d'uso	Criterio valido per:	
	SCUOLE	Nuova costruzione	Ristrutturazione
<b>Qualità acustica dell'edificio</b>			
<b>AREA DI VALUTAZIONE</b>	<b>CATEGORIA</b>		
D. Qualità ambientale indoor	D.5 Benessere acustico		
<b>ESIGENZA</b>	<b>PESO DEL CRITERIO</b>		
Protezione dai rumori esterni ed interni all'edificio.	nella categoria	nel sistema completo	
<b>INDICATORE DI PRESTAZIONE</b>	<b>UNITA' DI MISURA</b>		
Valutazione acustica globale dell'edificio	-		
<b>SCALA DI PRESTAZIONE</b>			
			<b>PUNTI</b>
<b>NEGATIVO</b>	Uno o più requisiti acustici non raggiungono la prestazione base		-1
<b>SUFFICIENTE</b>	La maggioranza dei requisiti acustici raggiunge la prestazione base		0
<b>BUONO</b>	La maggioranza dei requisiti acustici raggiunge la prestazione superiore		3
<b>OTTIMO</b>	Tutti i requisiti acustici raggiungono la prestazione superiore		5
<b>METODO E STRUMENTI DI VERIFICA</b>			
Per il calcolo dell'indicatore di prestazione e relativo punteggio, si proceda come segue:			
1. Calcolare, per ciascun ambiente dell'unità immobiliare*, i requisiti acustici (pertinenti all'unità immobiliare considerata) del prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367.			
Nel caso in cui l'ambiente soggetto alla verifica non confini con ambienti di altre unità immobiliari (con destinazioni d'uso diversa da quella considerata), calcolare, per ciascun ambiente, i seguenti requisiti acustici, applicando il modello di calcolo definito nelle seguenti norme:			
- UNI/TR 11175;			
- UNI EN 12354-3 (indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ );			
- UNI EN 12354-1 (isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ );			
- UNI EN 12354-1 (isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ );			
- UNI EN 12354-2 (indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $L_{n,w}$ );			
- UNI EN 12354-5 (livello di rumore immesso da impianti tecnologici $L_{Aeq, LASmax}$ ).			
Nel caso in cui invece l'ambiente soggetto alla verifica, confini con ambienti di altre unità immobiliari (anche con destinazioni d'uso diversa da quella considerata), calcolare i seguenti requisiti acustici, applicando il modello di calcolo definito nelle seguenti norme:			
- UNI/TR 11175			
- UNI EN 12354-3 (indice di valutazione dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ );			
- UNI EN 12354-1 (indice di valutazione del potere fonisolante apparente di partizioni tra ambienti di differenti unità immobiliari $R_w'$ );			
- UNI EN 12354-2 (indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari $L_{n,w}$ );			
- UNI EN 12354-5 (livello di rumore immesso da impianti tecnologici $L_{Aeq, LASmax}$ ).			
2. Definire, per ciascun requisito acustico calcolato, la tipologia di prestazione secondo il prospetto A.1 dell' Appendice A della norma UNI 11367.			
3. Attribuire a ciascun ambiente dell'edificio il punteggio calcolando la moda dei punteggi ottenuti da ciascun requisito.			
4. Individuare lo scenario che meglio descrive le caratteristiche dell'edificio e attribuire il punteggio (moda dei punteggi ottenuti).			
N.B (1) *Per unità immobiliare si intende "porzione di fabbricato o fabbricato che presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale" (norma UNI 11367).			
N.B (2) Il calcolo dei requisiti acustici relativi agli impianti ( $L_{Aeq, LASmax}$ ) rimane in sospeso fino a quando la metodologia di calcolo degli stessi è descritta nella norma UNI EN 12354-5, non viene consolidata.			
Protocollo ITACA Nazionale 2011 - Versione basata su SBTool 2007 di iiSBE			

# Protocolli di sostenibilità: acustica



## LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION

Traduzione italiana

Aggiornato 08 Novembre 2016

Include:

**LEED BD+C: New Construction**  
**LEED BD+C: Core and Shell**  
**LEED BD+C: Schools**  
**LEED BD+C: Retail**  
**LEED BD+C: Data Centers**  
**LEED BD+C: Warehouses and Distribution Centers**  
**LEED BD+C: Hospitality**  
**LEED BD+C: Healthcare**



### PREREQUISITO EQ - REQUISITI ACUSTICI MINIMI [*MINIMUM ACOUSTIC PERFORMANCE*] Obbligatorio

BD&C

Questo prerequisito si applica a:

- Schools

#### Finalità [*Intent*]

Creare aule scolastiche che facilitano la comunicazione tra insegnanti e studenti e tra gli studenti attraverso una efficace progettazione acustica.

#### Requisiti [*Requirements*]

##### SCHOOLS

##### **Rumore di fondo degli impianti HVAC**

Limitare a 40 dBA il livello di rumore di fondo degli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC) nelle aule e negli ambienti didattici principali. Seguire le metodologie raccomandate e le migliori pratiche per il controllo del rumore degli impianti meccanici suggerite dalla normativa ANSI S12.60-2010, Parte 1, Appendice A.1, dal capitolo 48 *Noise and Vibration Control* (Controllo del rumore e delle vibrazioni) del manuale ASHRAE Handbook Applications HVAC del 2011 inclusi Errata e dalla norma AHRI 885-2008 o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

##### **Rumore esterno**

Per tutti i siti in cui è presente un elevato inquinamento acustico esterno (Leq di picco su base oraria superiore a 60 dBA durante le ore di lezione), adottare strategie di mitigazione acustica al fine di ridurre al minimo il rumore proveniente dalle sorgenti esterne e controllare la trasmissione sonora tra aule e negli ambienti didattici principali. Sono esentati tutti i progetti situati a una distanza maggiore di 800 metri (0,5 miglia) da qualsiasi sorgente sonora significativa (come ad esempio passaggio di aerei, autostrade, ferrovie, industrie).

##### **Tempo di riverberazione**

Rispettare i seguenti requisiti sul tempo di riverberazione.

##### **Aule e ambienti didattici principali con volume inferiore a 566 m<sup>3</sup> (20,000 piedi cubici)**

Le aule e gli ambienti didattici principali devono essere progettati con l'inclusione di opportune finiture fonoassorbenti in grado di soddisfare i requisiti relativi al tempo di riverberazione previsti dalla normativa ANSI S12.60-2010, Parte 1, *Acoustical Performance Criteria, Design Requirements and Guidelines for Schools* (Criteri di prestazione acustica, Linee guida e requisiti di progetto per le scuole), o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

##### **Opzione 1**

Per ciascun locale, verificare che l'area totale dei pannelli acustici verticali, delle finiture a soffitto e delle altre superfici fonoassorbenti sia uguale o superiore all'area totale del soffitto dell'ambiente considerato (con esclusione dei sistemi di illuminazione, bocchette di immissione e griglie di ripresa dell'aria). I materiali devono avere un indice NRC pari o superiore a 0.70 per essere inseriti nei calcoli.

OPPURE

##### **Opzione 2**

Confermare mediante i calcoli previsti dalla norma ANSI S12.60-2010 che i locali sono progettati per soddisfare ai requisiti relativi ai tempi di riverberazione indicati nella citata norma.

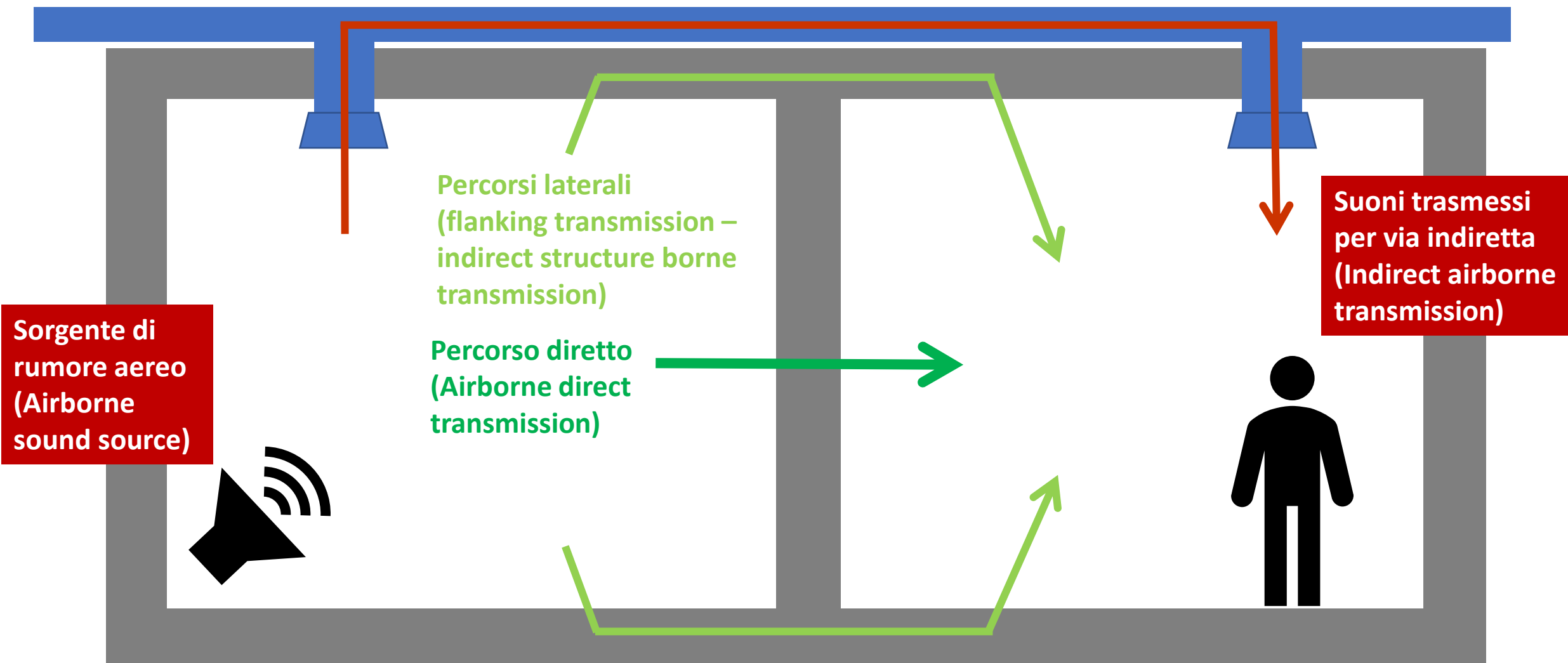
##### **Aule e ambienti didattici principali con volume superiore o uguale a 566 m<sup>3</sup>**

Conseguire i tempi di riverberazione raccomandati per le aule e gli ambienti didattici principali dal NRC-CNRC Construction Technology Update No. 51, *Acoustical Design of Rooms for Speech* del 2002 (Progettazione acustica degli ambienti per il parlato), o da un equivalente locale per progetti al di fuori degli Stati Uniti.

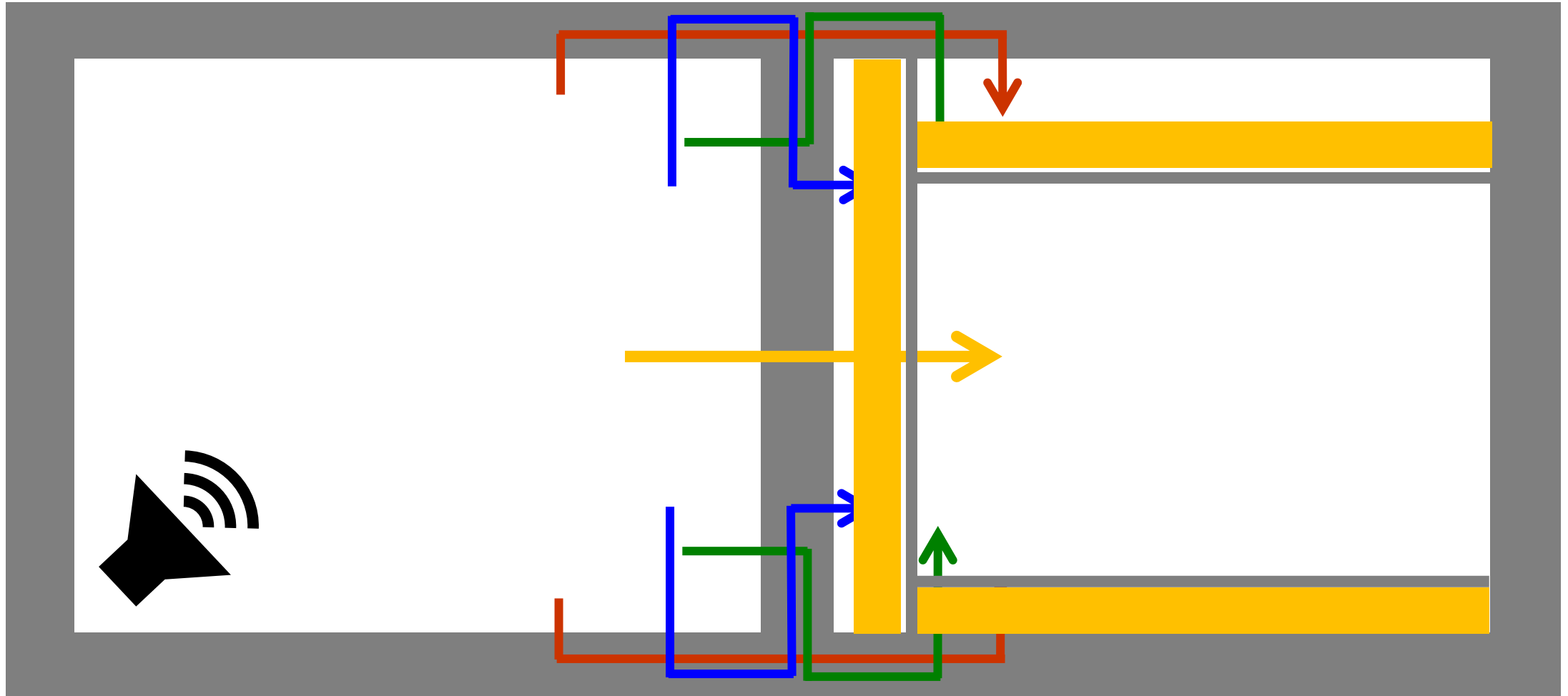
##### **Eccezioni**

Saranno considerate eccezioni derivate da limitazioni dell'oggetto dei lavori e dal rispetto di vincoli di valenza storica.

# Isolamento ai rumori aerei



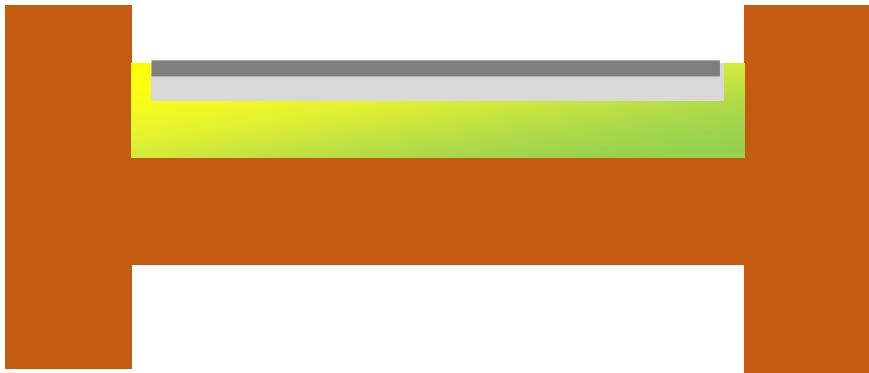
# Isolamento ai rumori aerei



## Rumori da calpestio



Massetto galleggiante



“Massetto” a secco

## Rumori da calpestio

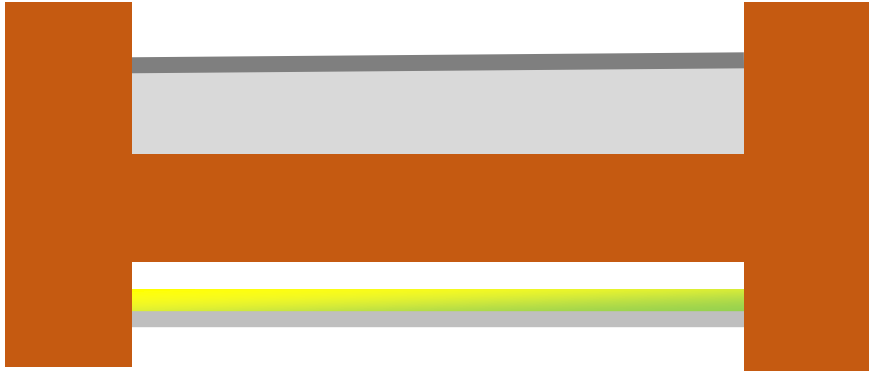


Materiale resiliente  
sottopavimento

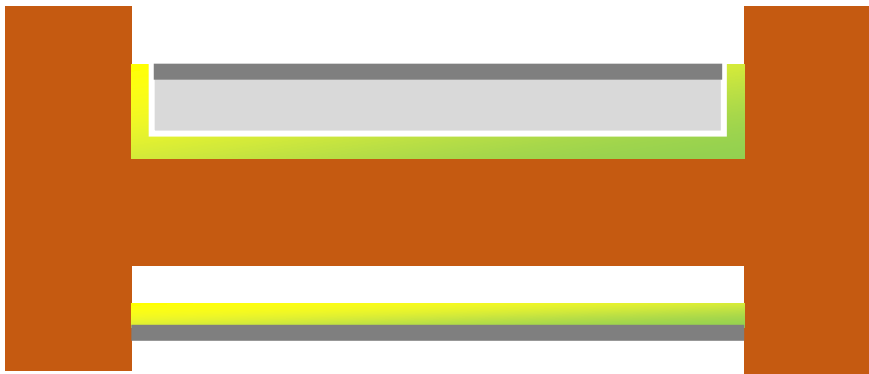


Rivestimento resiliente

# Rumori da calpestio



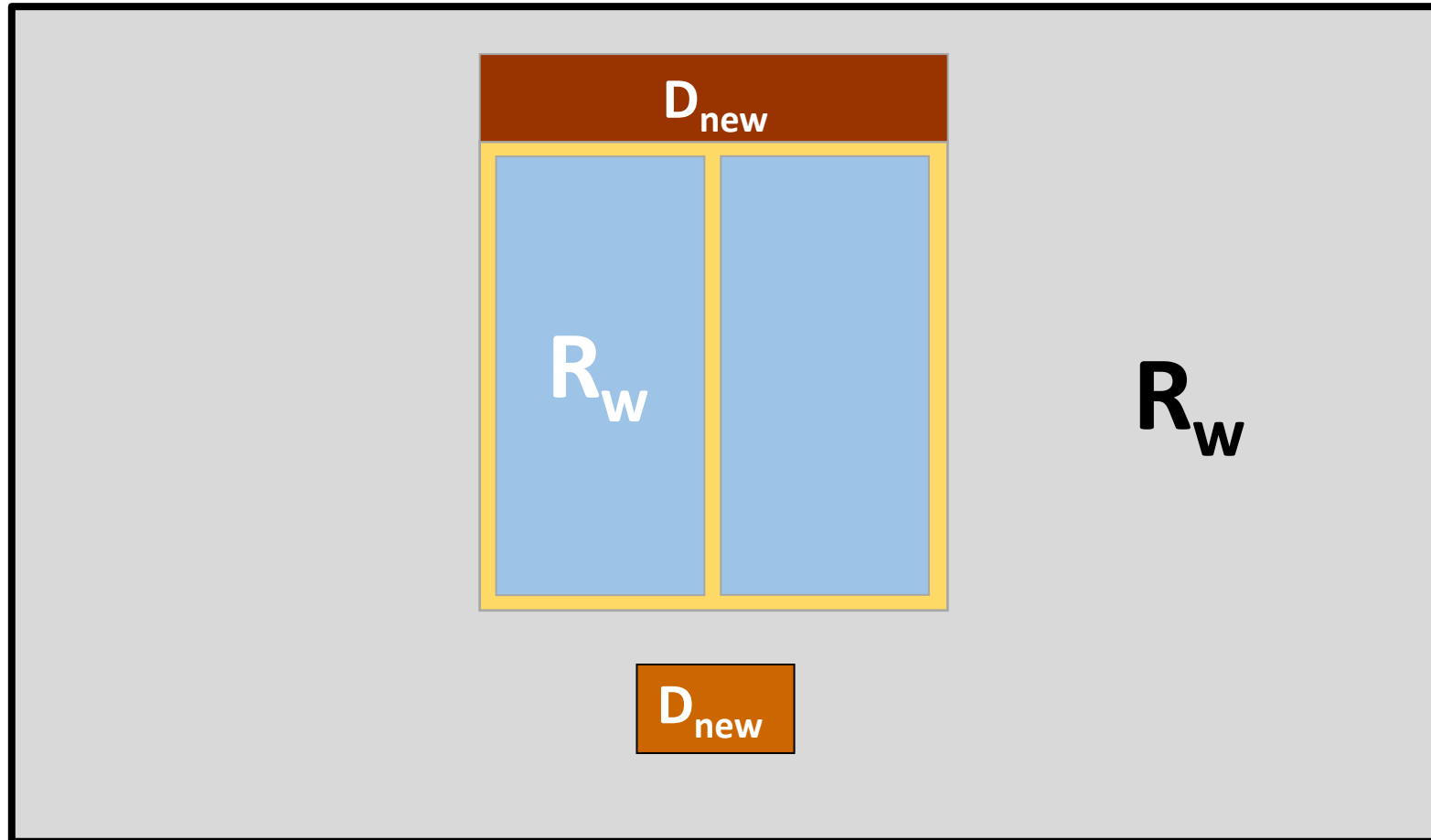
Controsoffitto



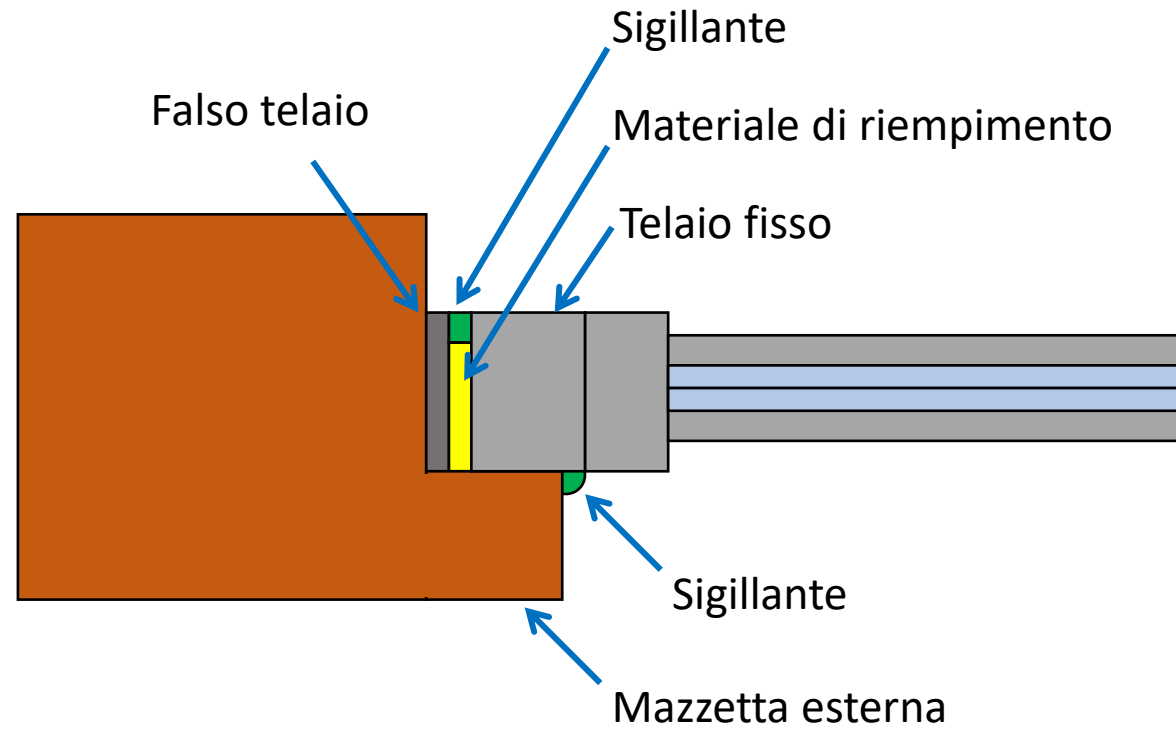
Sistemi misti



# Isolamento acustico di facciata



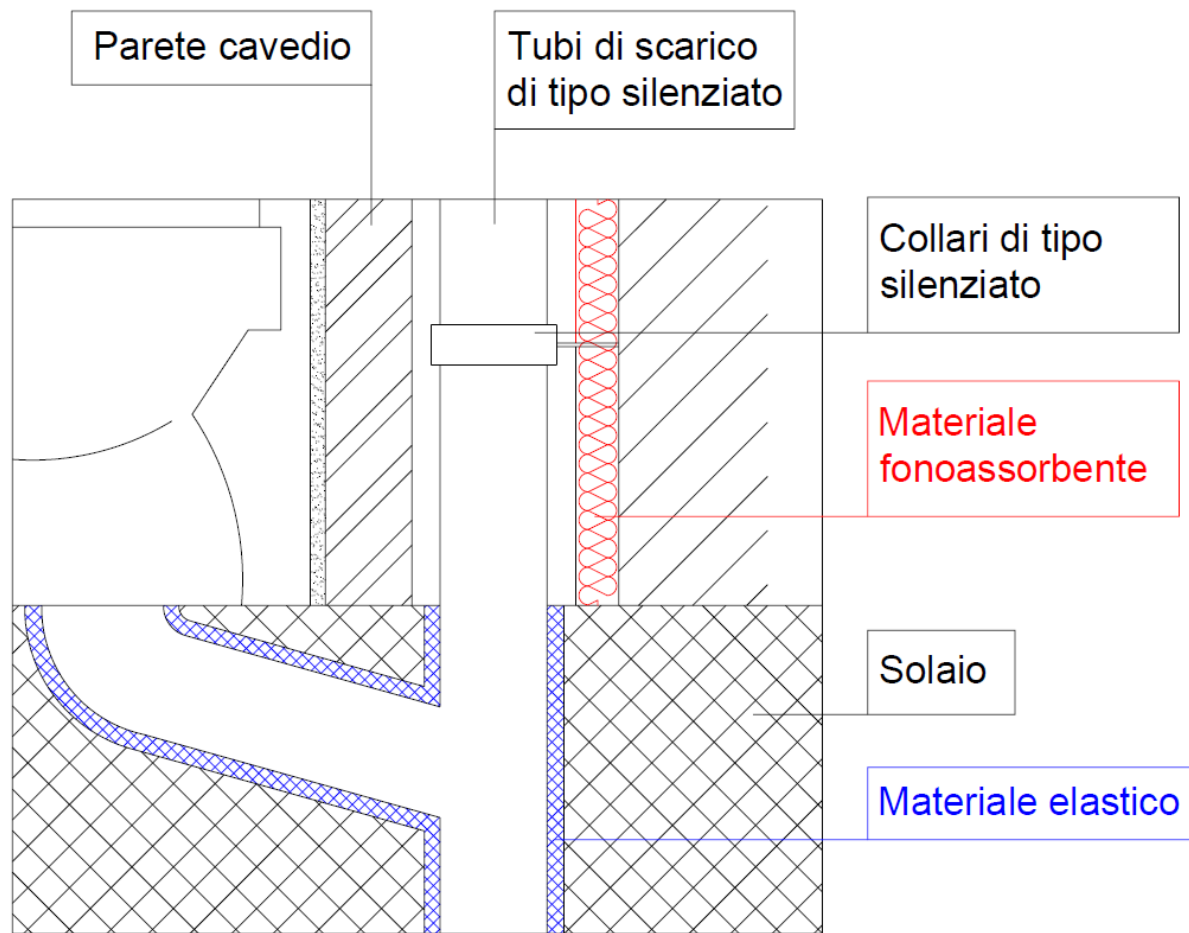
# Soluzioni tecnologiche



# Soluzioni tecnologiche



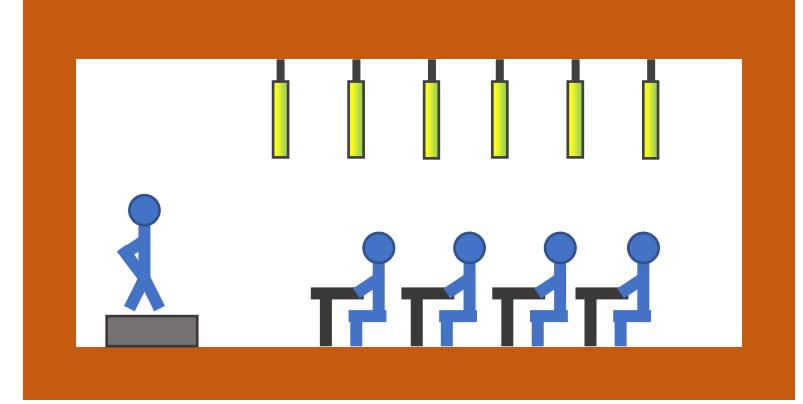
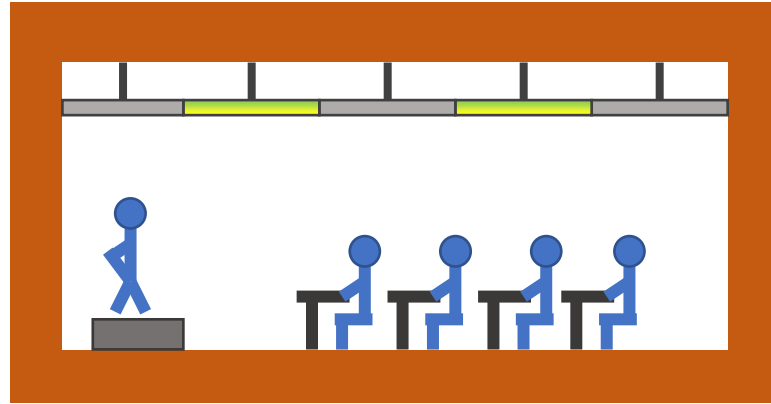
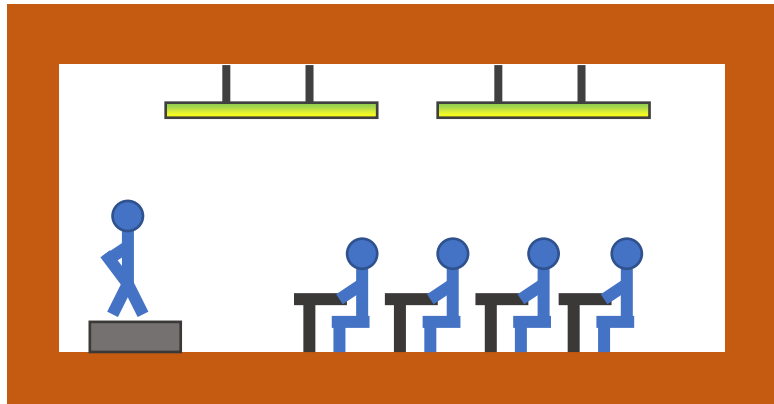
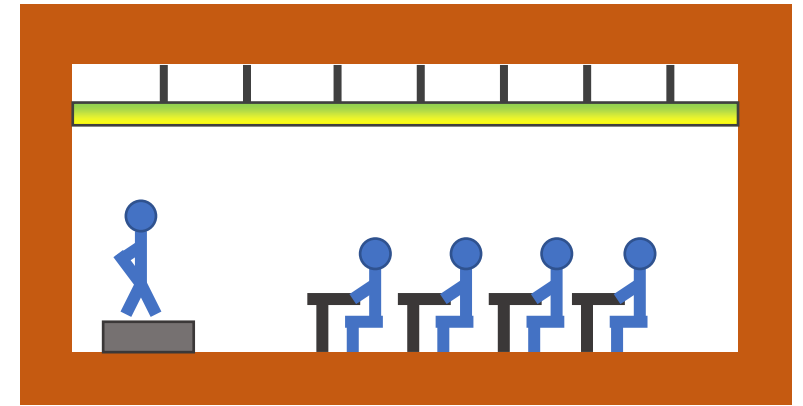
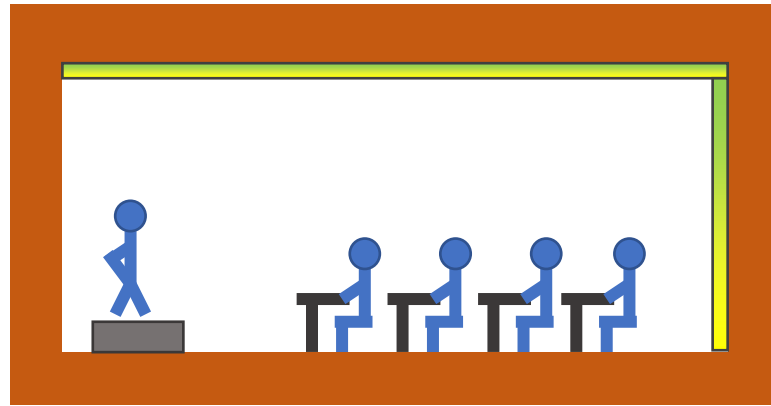
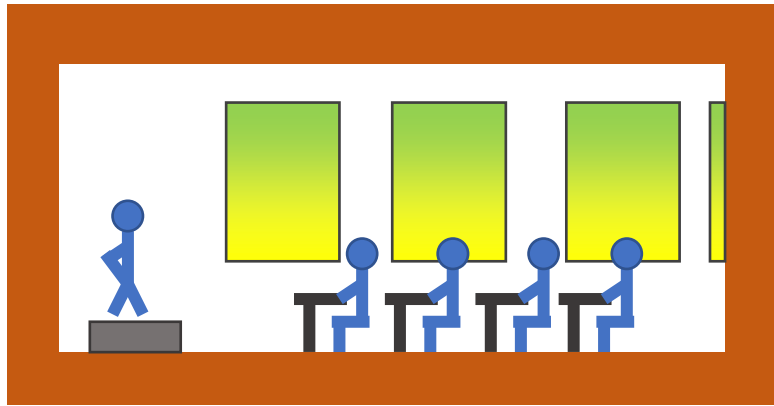
# Rumori da impianti



# Rumori da impianti



# Qualità acustica interna



# Acustica edilizia: il percorso da seguire

NECESSITÀ DEL  
COMMITTENTE



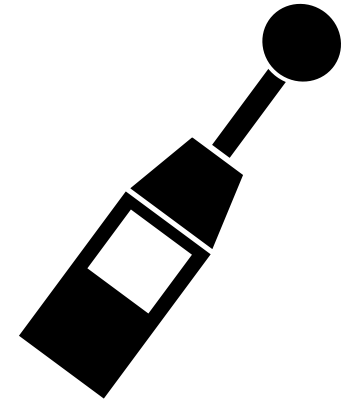
PROGETTO  
ACUSTICO



ASSISTENZA IN  
CANTIERE



MISURE  
IN OPERA



**ANIT** 

---

# ANIT



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO