



# Acustica dei sistemi a secco

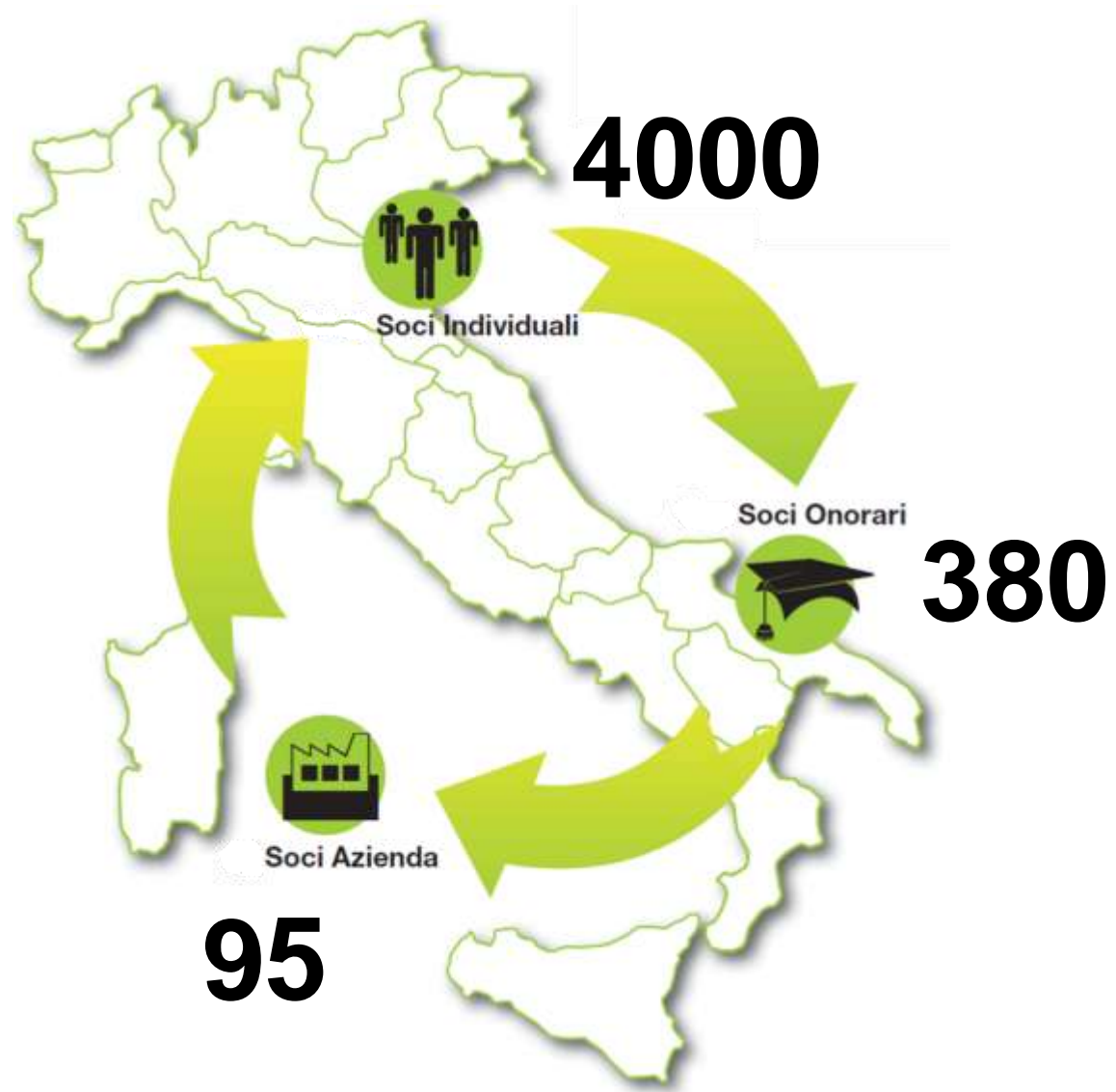
Soluzioni di fonoisolamento e fonoassorbimento  
per edifici nuovi e da ristrutturare

Ing. Matteo Borghi



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

# I SOCI ANIT



# STRUMENTI PER I SOCI

**SOFTWARE**



**GUIDE**



**CHIARIMENTI**



**NEO EUBIOS**



# SOFTWARE ANIT

**SUITE ANIT**  
Aggiorna scadenza software  
Giorni rimanenti: 452  
Codice macchina: 1175933372

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## PAN 7.1

Analisi termica, igrometrica e dinamica dell'involucro opaco.

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)  
Ultimo aggiornamento: 30/04/2019

Versione 7.1.0.0

Inizia

**SUITE ANIT**  
Aggiorna scadenza software  
Giorni rimanenti: 107  
Codice macchina:

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## LETO 5.0

Analisi del fabbisogno energetico degli edifici secondo UNI/TS 11300 parte 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Versione  
Ultimo aggiornamento:

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)

Inizia

**SUITE ANIT**  
Aggiorna scadenza software  
Giorni rimanenti: 295  
Codice macchina: 1175933372

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## IRIS 5.0

Simulazione dei ponti termici agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211.

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)  
Ultimo aggiornamento: 05/03/2019

Versione 5.0.9.12

Inizia

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## APOLLO 1.0

Analisi dell'involucro trasparente e controllo delle schermature.

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)

**SUITE ANIT**  
Aggiorna scadenza software  
Giorni rimanenti: 314  
Codice macchina:

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## EUREKA 1.0

Calcolo del coefficiente  $H'$ , e della trasmittanza termica media  $U_w$ .

Versione  
Ultimo aggiornamento:

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)

Inizia

**SUITE ANIT**  
Aggiorna scadenza software  
Giorni rimanenti: 354  
Codice macchina: 1175933372

Software ANIT      Sviluppato da TEP s.r.l.

## ICARO 1.0

Simulazione dinamica della temperatura operante e del comfort adattivo.

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente. Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)  
Ultimo aggiornamento: 11/01/2018

Versione 1.0.0.0

Inizia

# SOFTWARE ANIT



Software ANIT

Sviluppato da TEP s.r.l.

## ECHO 8.1

Requisiti acustici passivi e classificazione acustica delle unità immobiliari.  
Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati.

L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente.  
Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.  
Maggiori informazioni e contatti: [www.anit.it](http://www.anit.it) - [software@anit.it](mailto:software@anit.it)

- **Requisiti acustici passivi**
- **Classificazione acustica**
- **Tempo di riverberazione**
- **STI**

**UNI EN ISO 12354**

**UNI TR 11175**

**UNI 11367**

**UNI 11532**

# GUIDE ANIT



[WWW.ANIT.IT](http://WWW.ANIT.IT)

## Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico

[Diventa Socio](#)





## Patrocini



ORDINE DEGLI ARCHITETTI,  
PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI MILANO



ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI  
E DEI PERITI INDUSTRIALI LAUREATI  
DELLE PROVINCE DI MILANO E LODI

## Sponsor tecnico

**KNAUF**

---

# PROGRAMMA

## Introduzione normativa

Quali opportunità per l'isolamento acustico: aggiornamento normativo, obblighi negli appalti pubblici, detrazioni fiscali, richieste di comfort dei committenti.

**Ing. Matteo Borghi - ANIT**

## Soluzioni tecnologiche

Soluzioni per il fonoisolamento tra appartamenti, l'isolamento di facciata, il rumore da calpestio e il fonoassorbimento

**Ing. Jonathan Di Tommaso - Knauf**

## DIBATTITO

# CFP

Ingegneri	2 CFP
Periti industriali	2 CFP
Architetti	2 CFP(*)
Geometri	NO CFP

**(\*) accreditato da Consulta Regionale Lombarda degli Architetti.  
Per gli Architetti iscritti agli Ordini non aderenti a Consulta è previsto il pagamento di € 10,00 per diritti di segreteria da corrispondere tramite Paypal sul sito [Im@teria](mailto:Im@teria).**

**NB: Presenza all'intero evento**

# DOMANDE

The image shows a software interface window with a menu bar containing 'File', 'Visualizza', 'Guida', and a globe icon. Below the menu bar is a sidebar with three icons: a white arrow on a red background, a microphone on a red background, and a document icon on a white background. The main area of the window has a dark blue header with two items: 'Audio' and 'Domande', each with a play icon and a pencil icon. Below this header is a large white text input field containing the placeholder text *[Immettere una domanda per lo staff]*. At the bottom right of the input field is a button labeled 'Invia'.

# TI OCCUPI DI ACUSTICA?



SONDAGGIO  
**ANIT**

Ing. Matteo Borghi

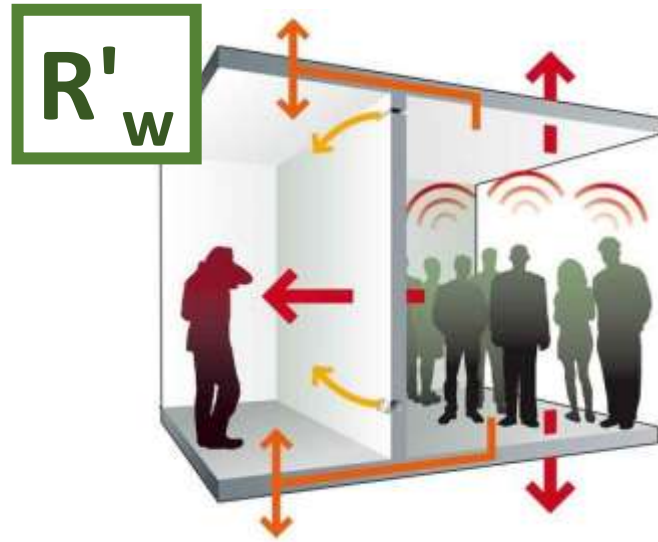


# Quali opportunità per l'isolamento acustico

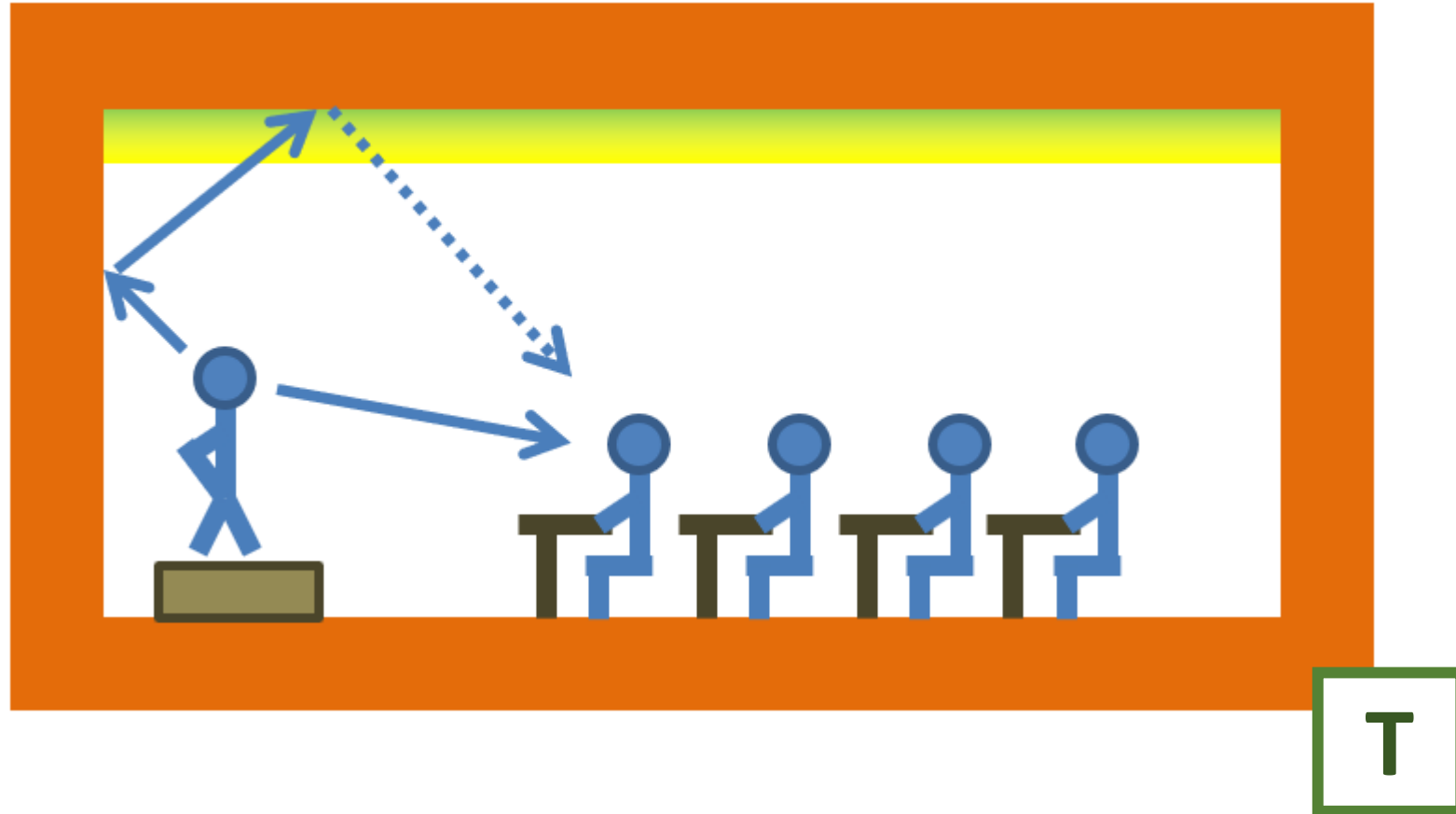
Aggiornamento normativo, obblighi negli appalti pubblici, detrazioni fiscali, richieste di comfort dei committenti.

Ing. Matteo Borghi

# I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI



# I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI





# ACUSTICA EDILIZIA

RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE



PROGETTO  
ACUSTICO



CONTROLLI IN  
CANTIERE



MISURE  
IN OPERA



**ANIT** 

---

# REQUISITI ACUSTICI PASSIVI OBBLIGHI DI LEGGE

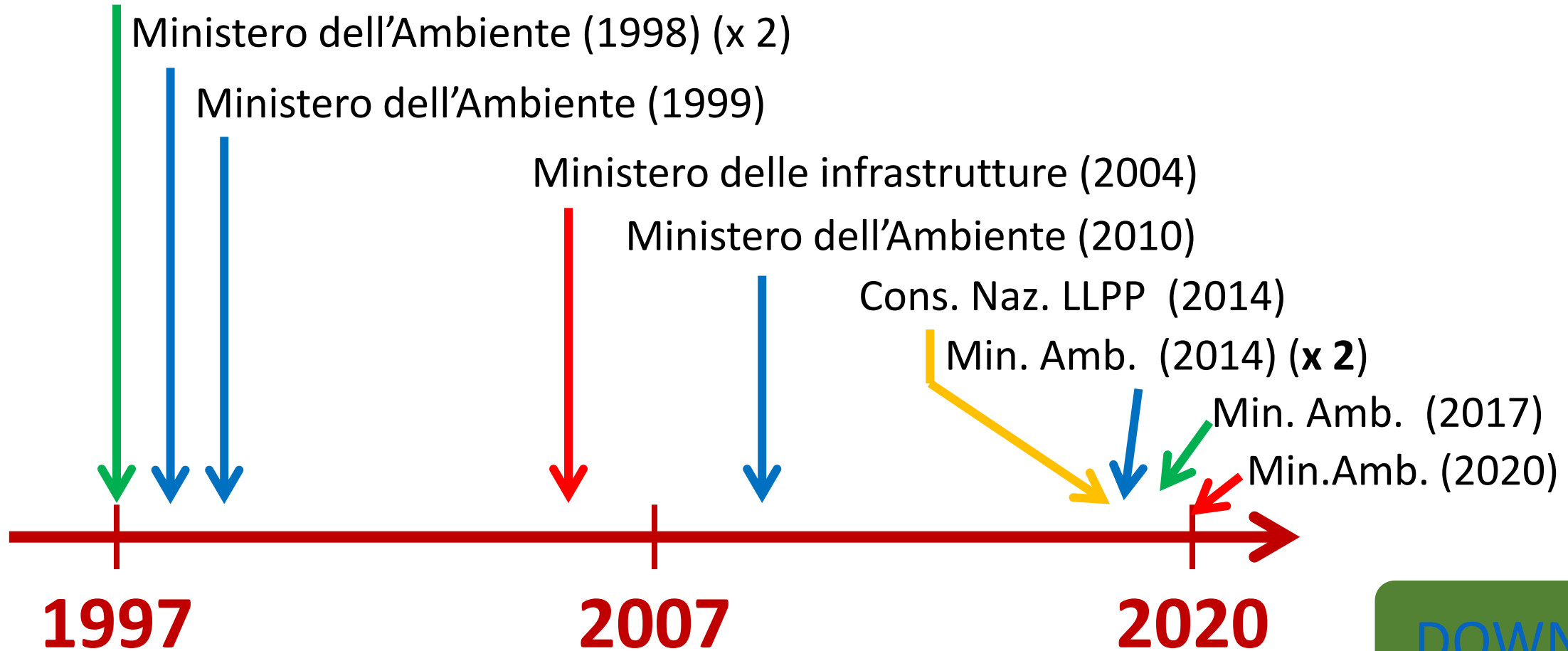
# DPCM 5-12-1997

<b>Destinazione d'uso</b>	Pareti e solai tra U.I. <b><math>R'_w</math></b> [dB]	Facciate <b><math>D_{2m,nT,w}</math></b> [dB]	Rumore da calpestio <b><math>L'_{n,w}</math></b> [dB]	Impianti a funzionamento discontinuo <b><math>L_{A,S,max}</math></b> [dB]	Impianti a funzionamento continuo <b><math>L_{A,eq}</math></b> [dB]
Ospedali, cliniche, case di cura	<b><math>\geq 55</math></b>	<b><math>\geq 45</math></b>	<b><math>\leq 58</math></b>	<b><math>\leq 35</math></b>	<b><math>\leq 25</math></b>
<b>Residenze</b> , alberghi, pensioni	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\geq 40</math></b>	<b><math>\leq 63</math></b>	<b><math>\leq 35</math></b>	<b><math>\leq 25?</math></b>
Scuole a tutti i livelli	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\geq 48</math></b>	<b><math>\leq 58</math></b>	<b><math>\leq 35</math></b>	<b><math>\leq 25</math></b>
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\geq 42</math></b>	<b><math>\leq 55</math></b>	<b><math>\leq 35</math></b>	<b><math>\leq 25?</math></b>

Tempo di riverberazione <b>T</b> [s]	
-	
-	
<b>Aule</b> <b><math>\leq 1,2</math></b>	<b>Palestre</b> <b><math>\leq 2,2</math></b>
-	

# CIRCOLARI DI CHIARIMENTO

DPCM 5-12-1997



[DOWNLOAD](#)

# INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

## 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

---

# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

## Allegato 2 - Paragrafo 2.3.5.6 - Comfort acustico

Interventi di **nuova costruzione** e **ristrutturazione importante di primo livello**

# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

## 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, ( $L_{id}$ ) installati in altri ambienti	$\leq 34$
Isolamento acustico partizioni ambienti sovrapposti stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 55$
Isolamento acustico partizioni ambienti adiacenti stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	$\geq 50$
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $L'_{n,w}$ )	$\leq 53$

# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

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]	$\leq 33$

## NB

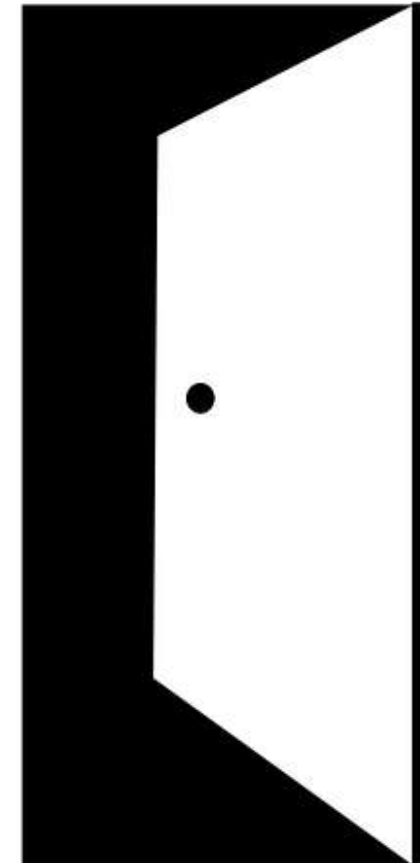
- Procedura di classificazione definita da UNI 11367
- Occorre rispettare anche le prescrizioni del DPCM 5-12-1997



# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

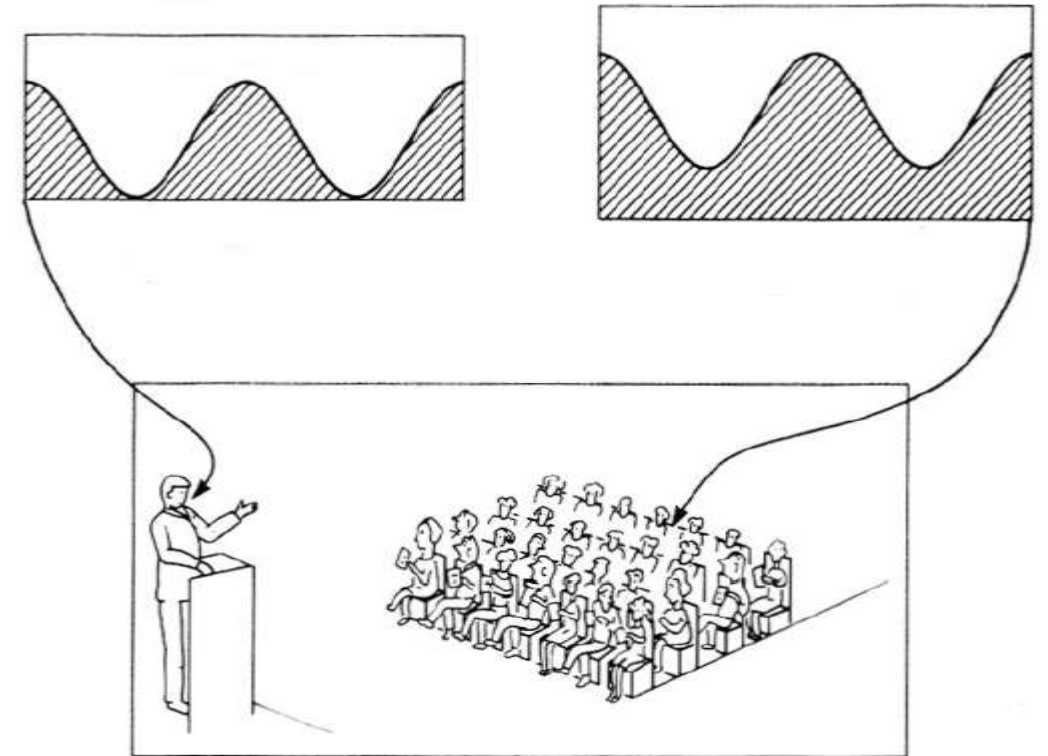
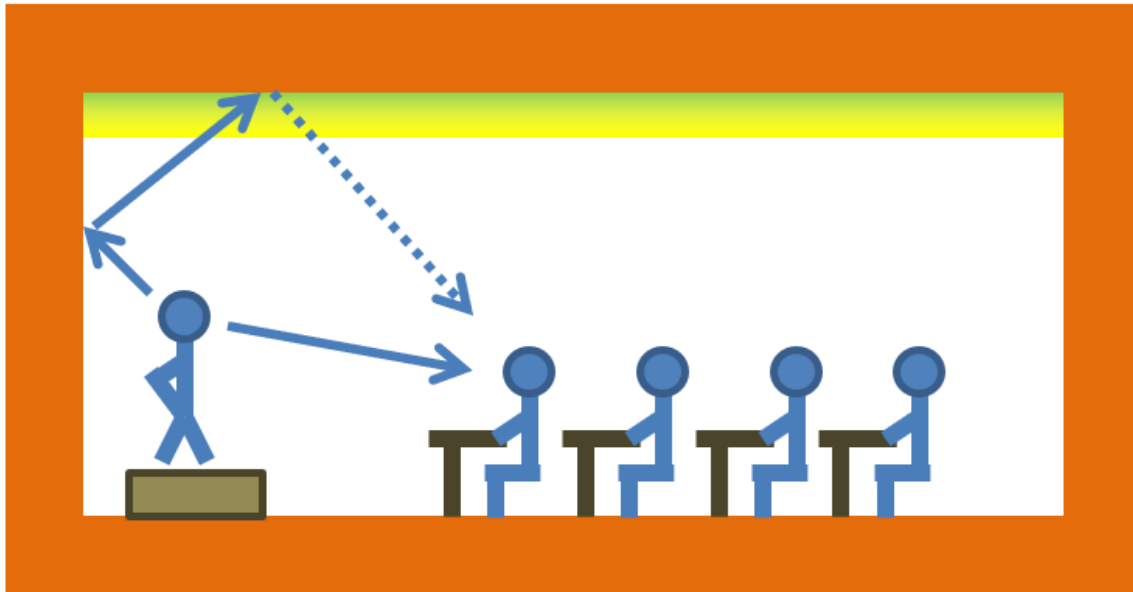
Isolamento tra ambienti di uso comune **collegati mediante porte** ad ambienti abitativi

	$D_{nT,w}$ [dB]
Ospedali e scuole	$\geq 30$
Altre destinazioni d'uso	$\geq 36$



# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

Gli ambienti interni devono raggiungere i valori di tempo di riverbero (T) e intelligibilità del parlato (STI) indicati nella UNI 11532.



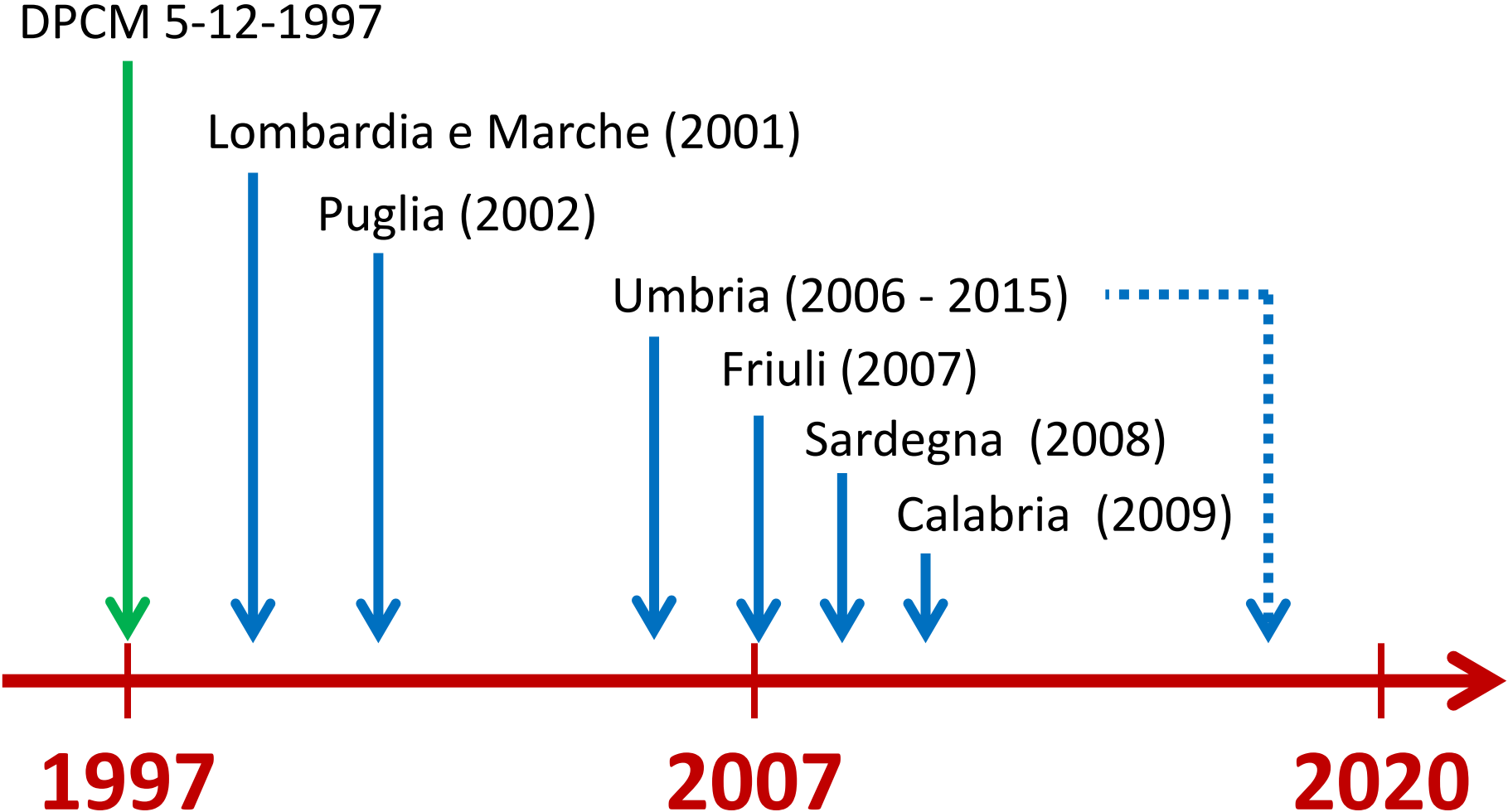
Fonte: IEC 60268-16

# DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

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



# LEGGI REGIONALI



# REGIONE LOMBARDIA



## **Legge Regionale 10/08/2001, n.13 - Art. 7**

I progetti relativi ad interventi sul patrimonio edilizio esistente che ne modifichino le caratteristiche acustiche devono essere corredati da dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal DPCM 5/12/1997 e dai regolamenti comunali.

<https://www.anit.it/leggi-e-norme/acustica-edilizia/?cat=norme-acustica-regionali>

[DOWNLOAD](#)

# INCENTIVI FISCALI: Bonus casa 50%

Valido per:

- singole unità abitative residenziali
- parti comuni degli edifici residenziali

Limite massimo: **96.000 € per ogni U.I.**  
**10 quote annuali**

Sono compresi gli Interventi finalizzati al **contenimento dell'inquinamento acustico.**

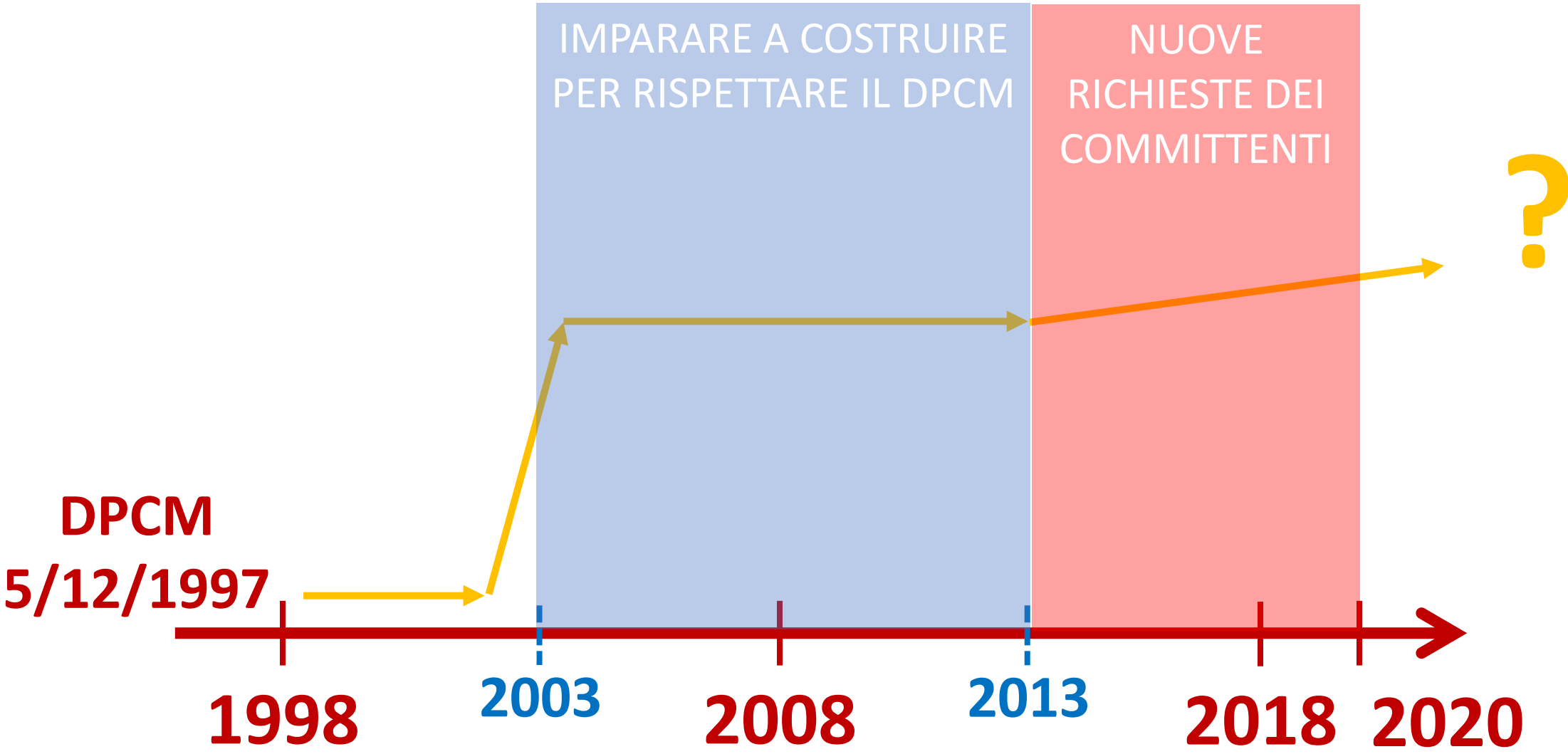
**Detraibile, purché sia certificato il raggiungimento degli standard di legge**



---

# PROSPETTIVE FUTURE?

# I committenti si «accontentano» del DPCM 5-12-1997?





# PROSPETTIVE FUTURE...



# PROSPETTIVE FUTURE...



# PROSPETTIVE FUTURE...

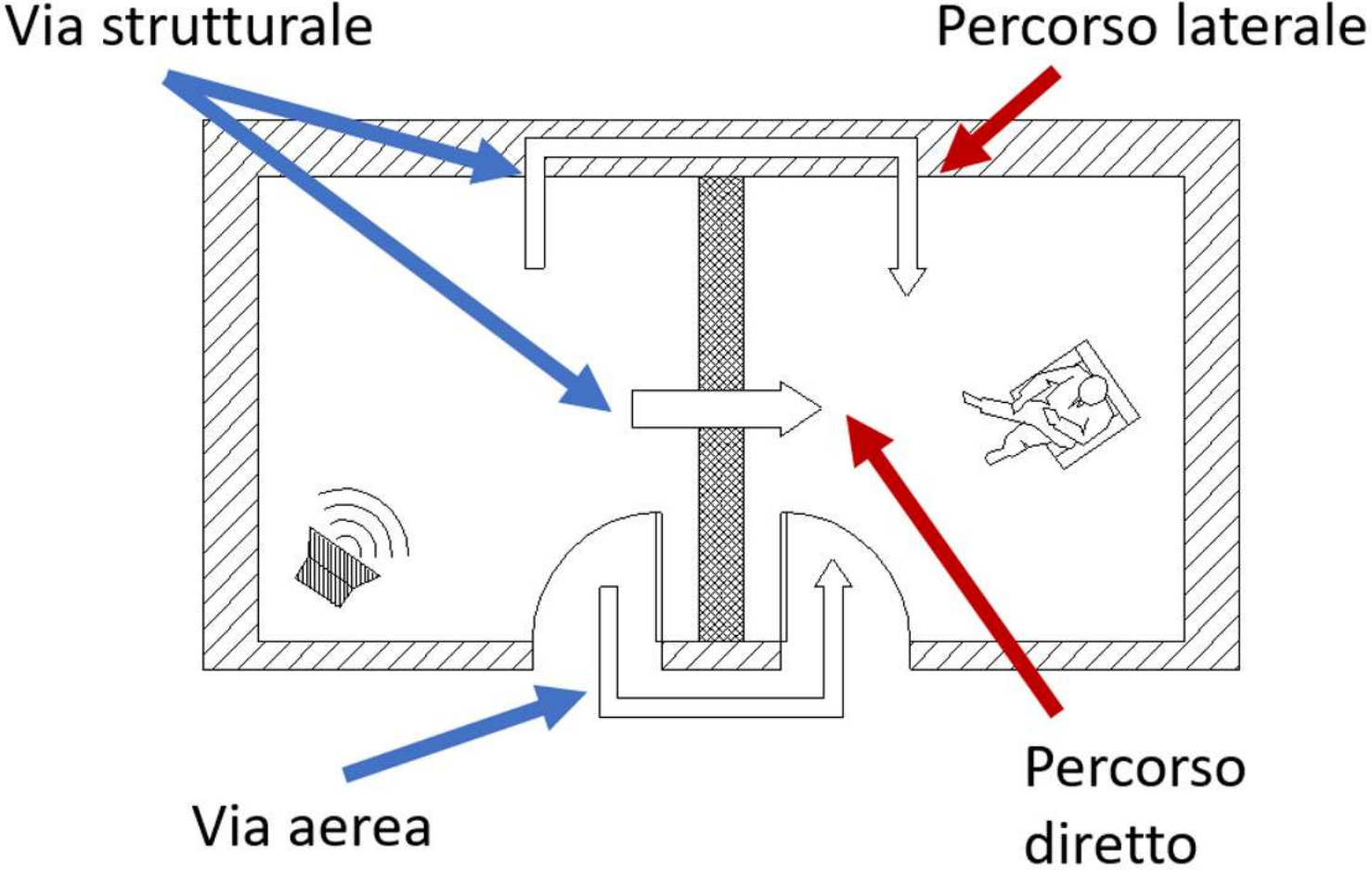
**Superbonus**

**110%**

---

# ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI

# PERCORSI DI TRASMISSIONE SONORA



# NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

## Calcoli previsionali

UNI EN ISO 12354-1

UNI TR 11175



---

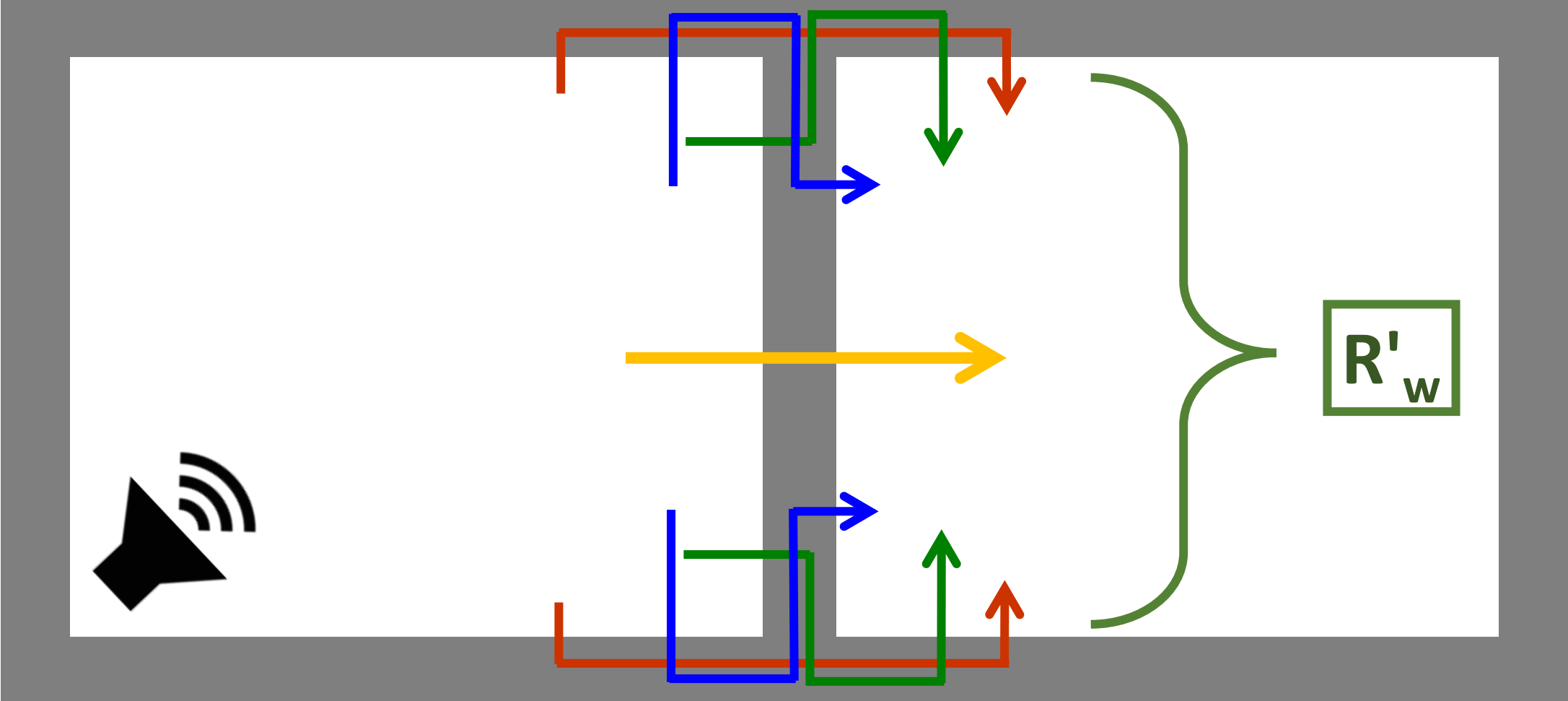
## Misure in opera

UNI EN ISO 16283-1

UNI EN ISO 10052

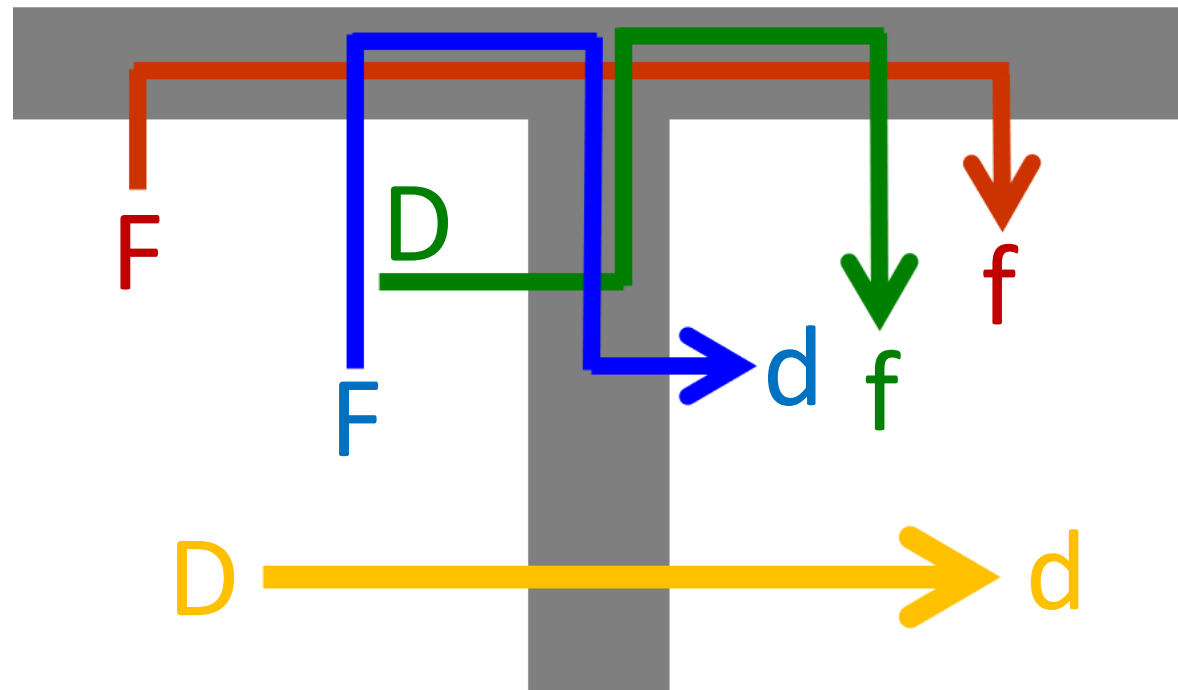


# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-1



# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-1

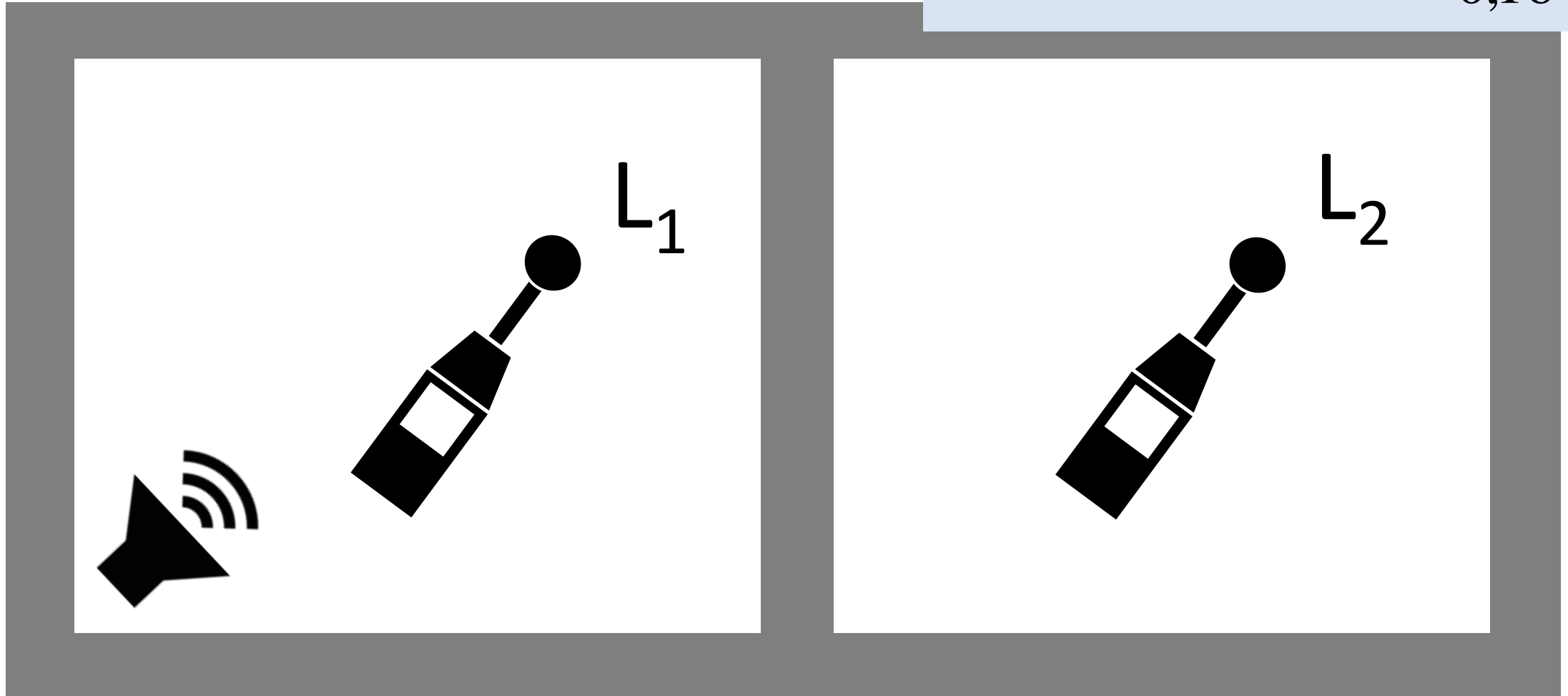
$$R'_w = - \left( 10 \log \left( 10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right) \right)$$



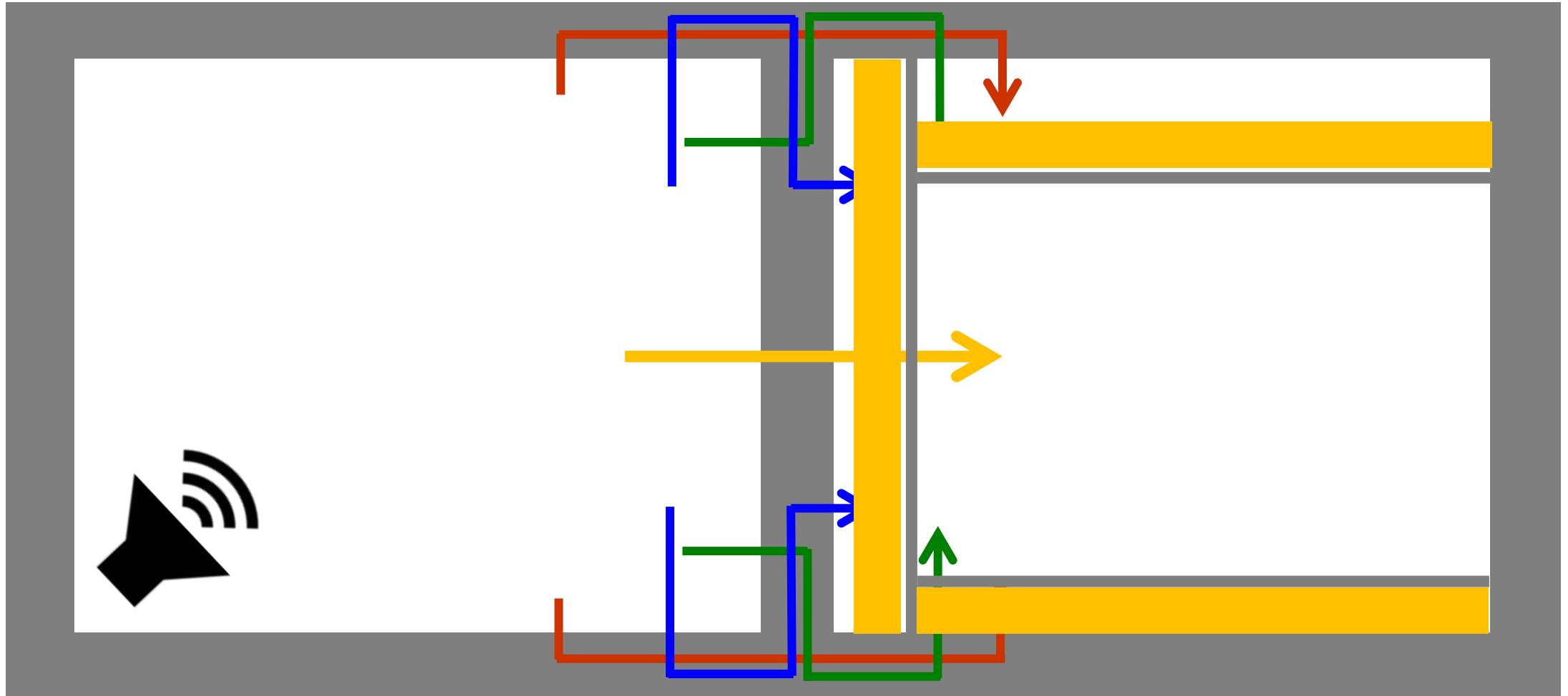


# MISURA IN OPERA

$$R' = (L1 - L2) + 10 \log \frac{S \cdot T_{ric}}{0,16 \cdot V_{ric}}$$



# SOLUZIONI TECNOLOGICHE



---

# ISOLAMENTO AI RUMORI DA CALPESTIO

# NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

## Calcoli previsionali

UNI EN ISO 12354-2

UNI TR 11175



---

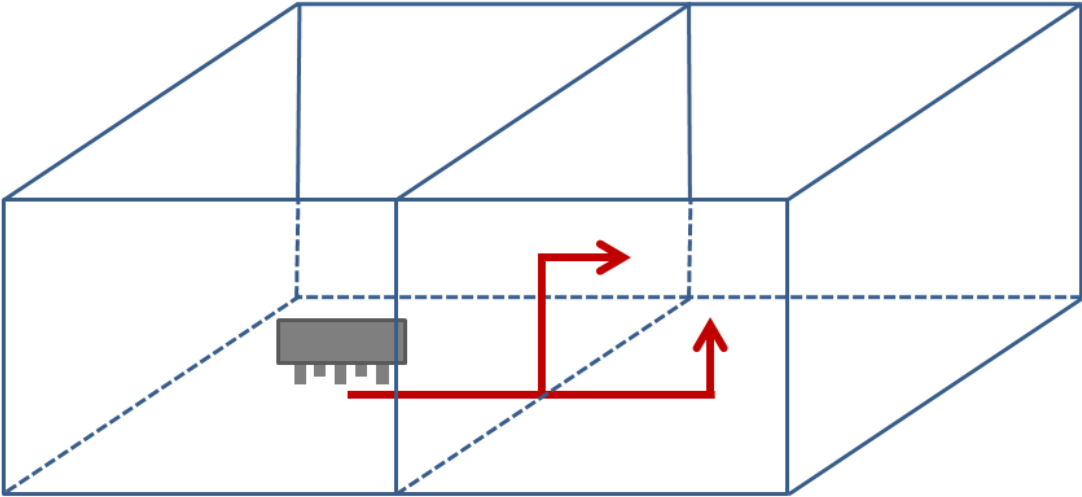
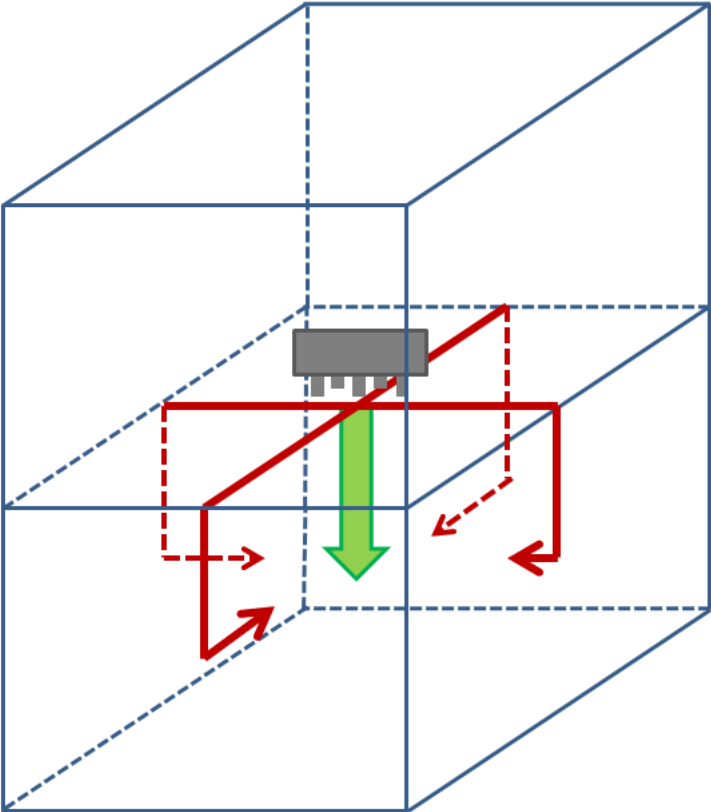
## Misure in opera

UNI EN ISO 16283-2

UNI EN ISO 10052



# PERCORSI DI TRASMISSIONE SONORA



# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-2

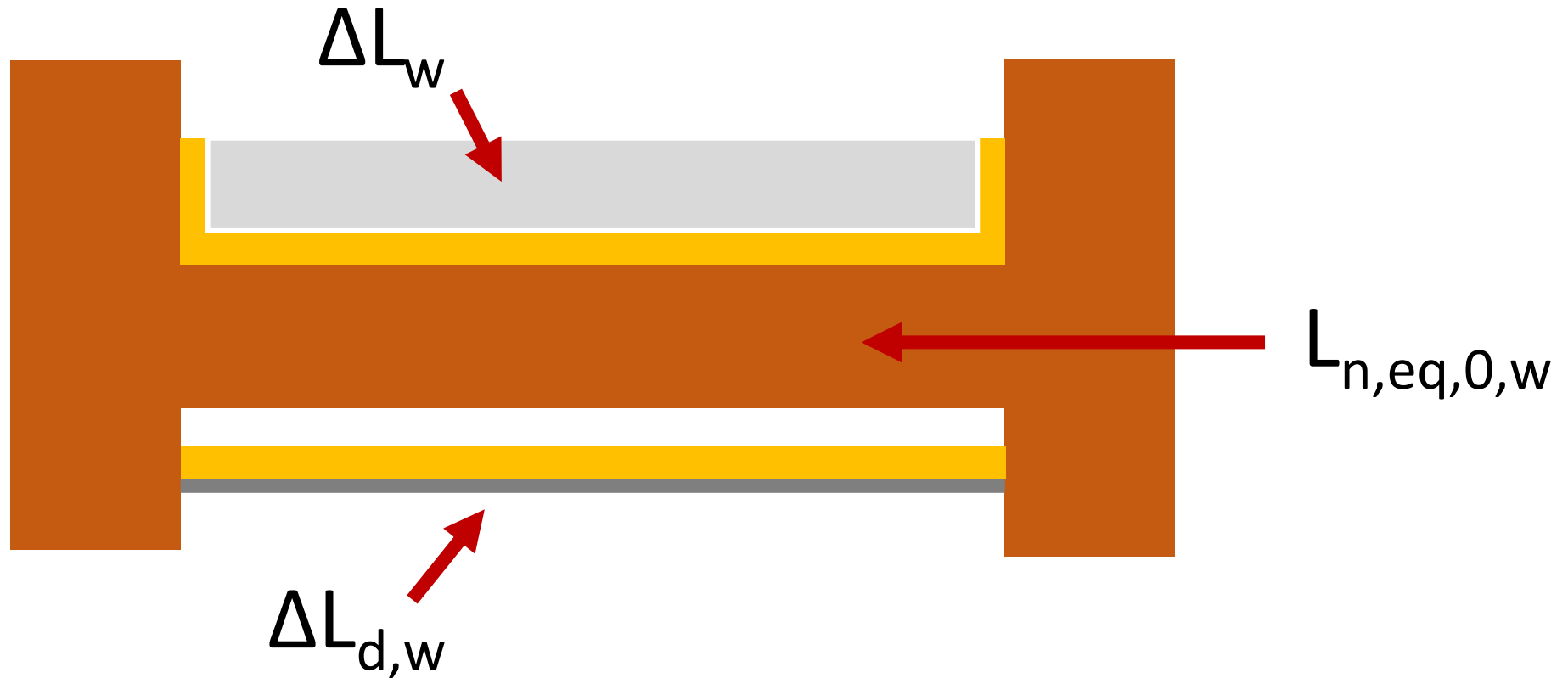
$$L'_n = \left( 10 \lg \left( 10^{L_{n,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij}/10} \right) \right) \text{dB}$$

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w} \text{ dB}$$

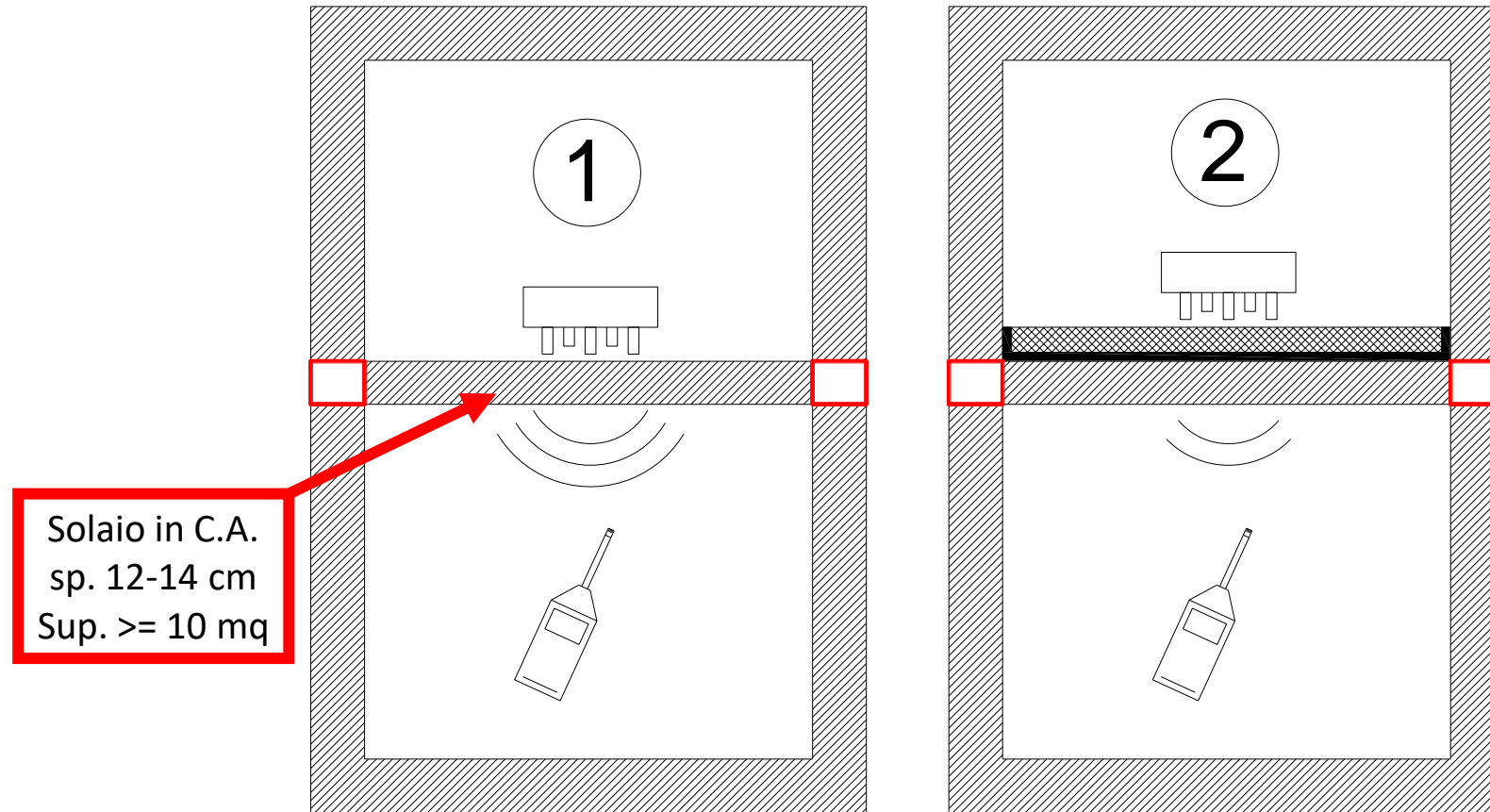
$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - \left( 10 \lg \frac{S_i}{l_0 l_{ij}} \right) \text{dB}$$

# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-2

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w} \text{ dB}$$



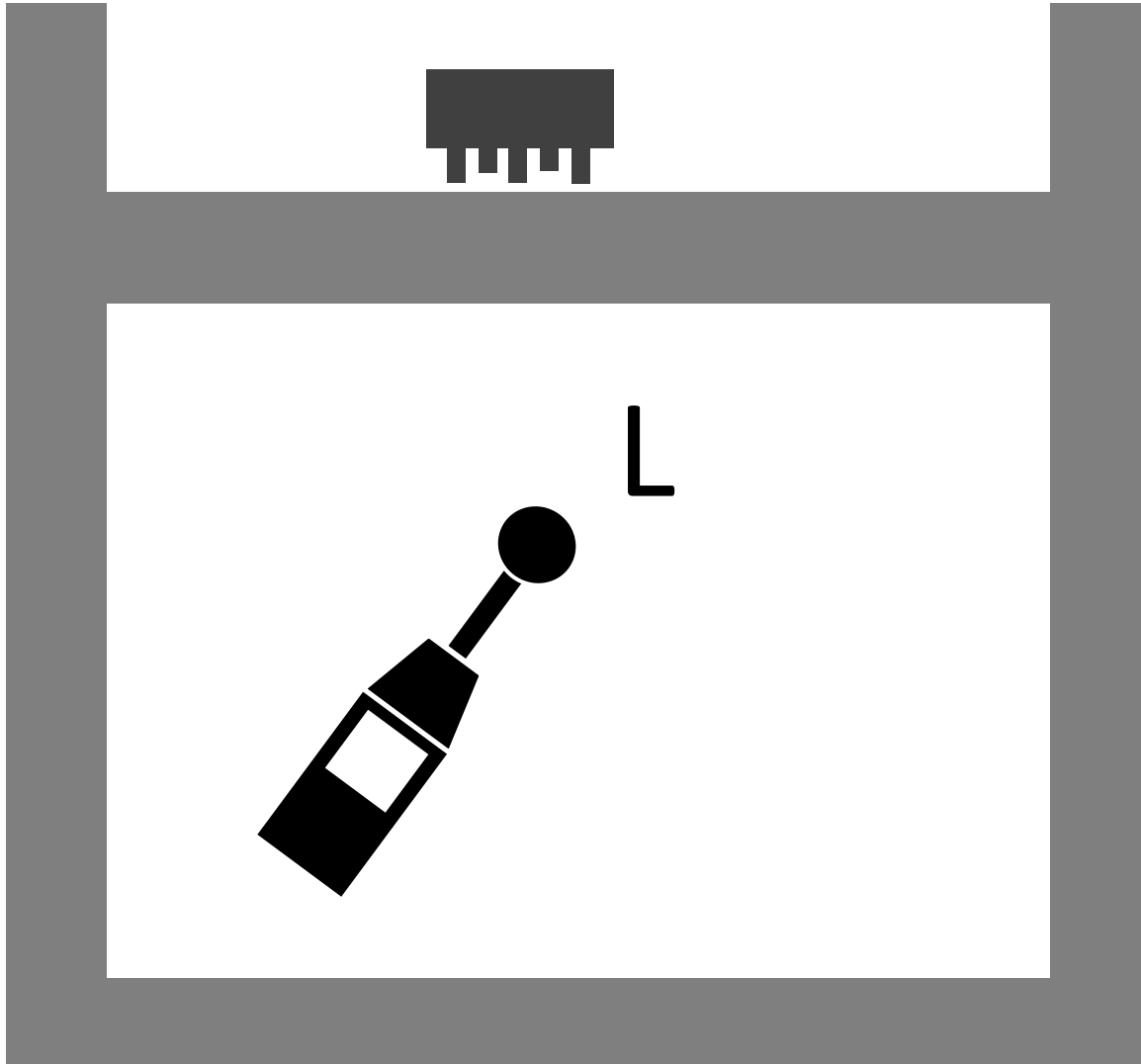
# $\Delta L_w$ – MISURA IN LABORATORIO



$$\Delta L_w = \textcircled{1} - \textcircled{2}$$



# MISURA IN OPERA



$$L'_n = L + 10 \log \frac{A}{A_0}$$



# SOLUZIONI TECNOLOGICHE



Massetto galleggiante



Materiale resiliente  
sottopavimento

# SOLUZIONI TECNOLOGICHE

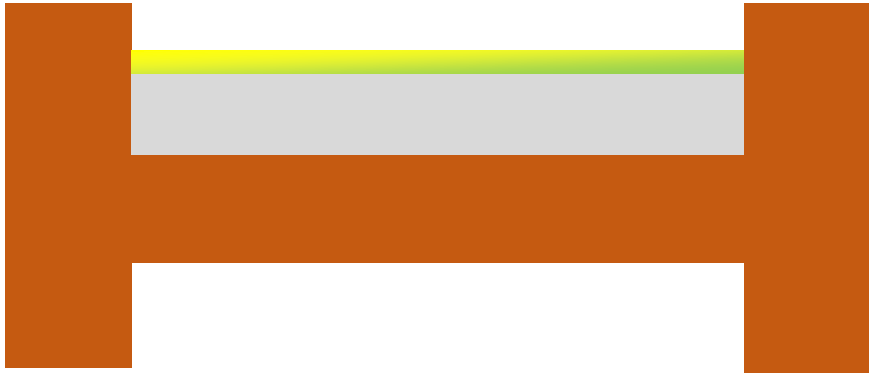


Massetto a secco

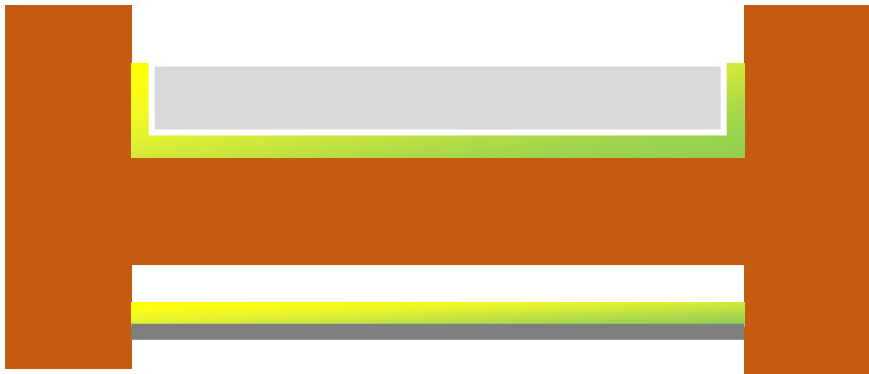


Controsoffitto

# SOLUZIONI TECNOLOGICHE

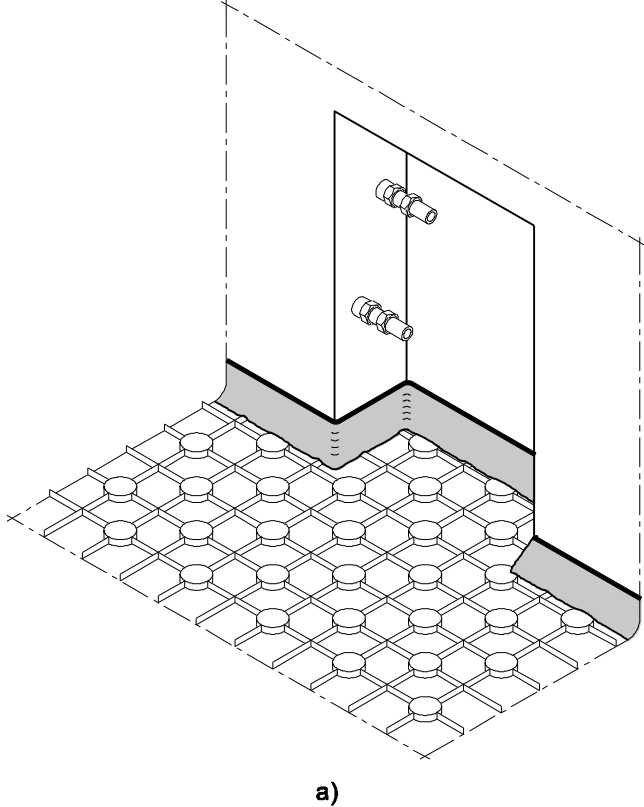
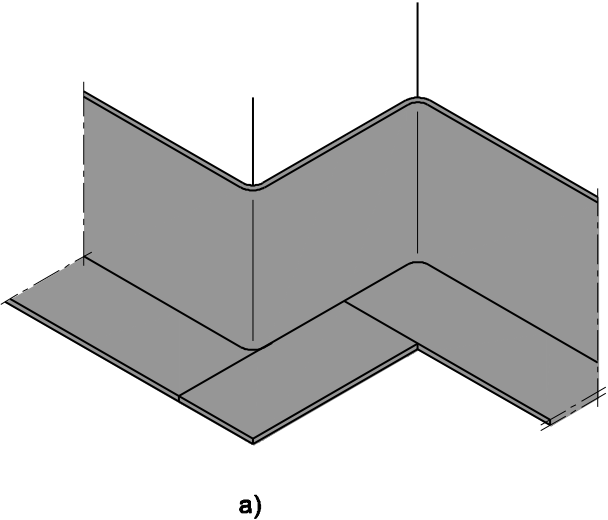
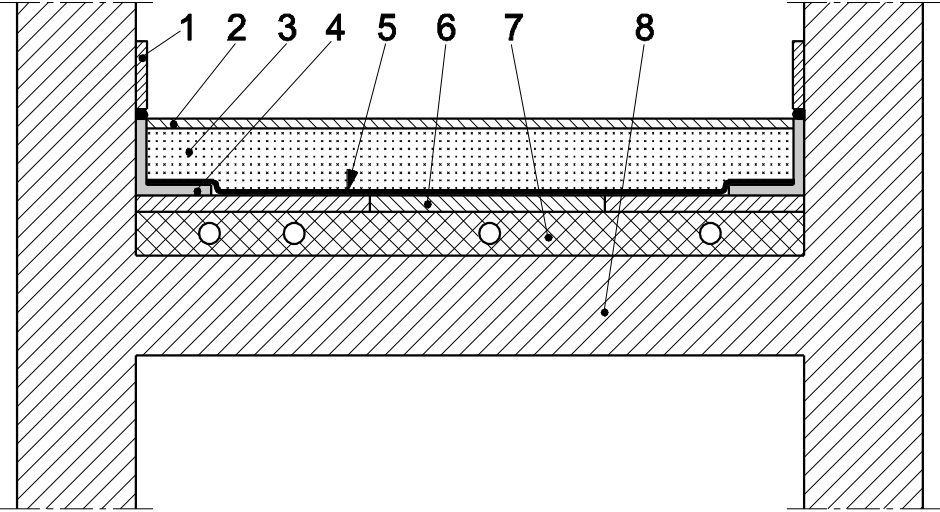


Rivestimento resiliente



Sistemi misti

# MASSETTI GALLEGGIANTI – INDICAZIONI DI POSA



**UNI 11516**

---

# ISOLAMENTO AI RUMORI ESTERNI

# NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

## Calcoli previsionali

UNI EN ISO 12354-3

UNI TR 11175



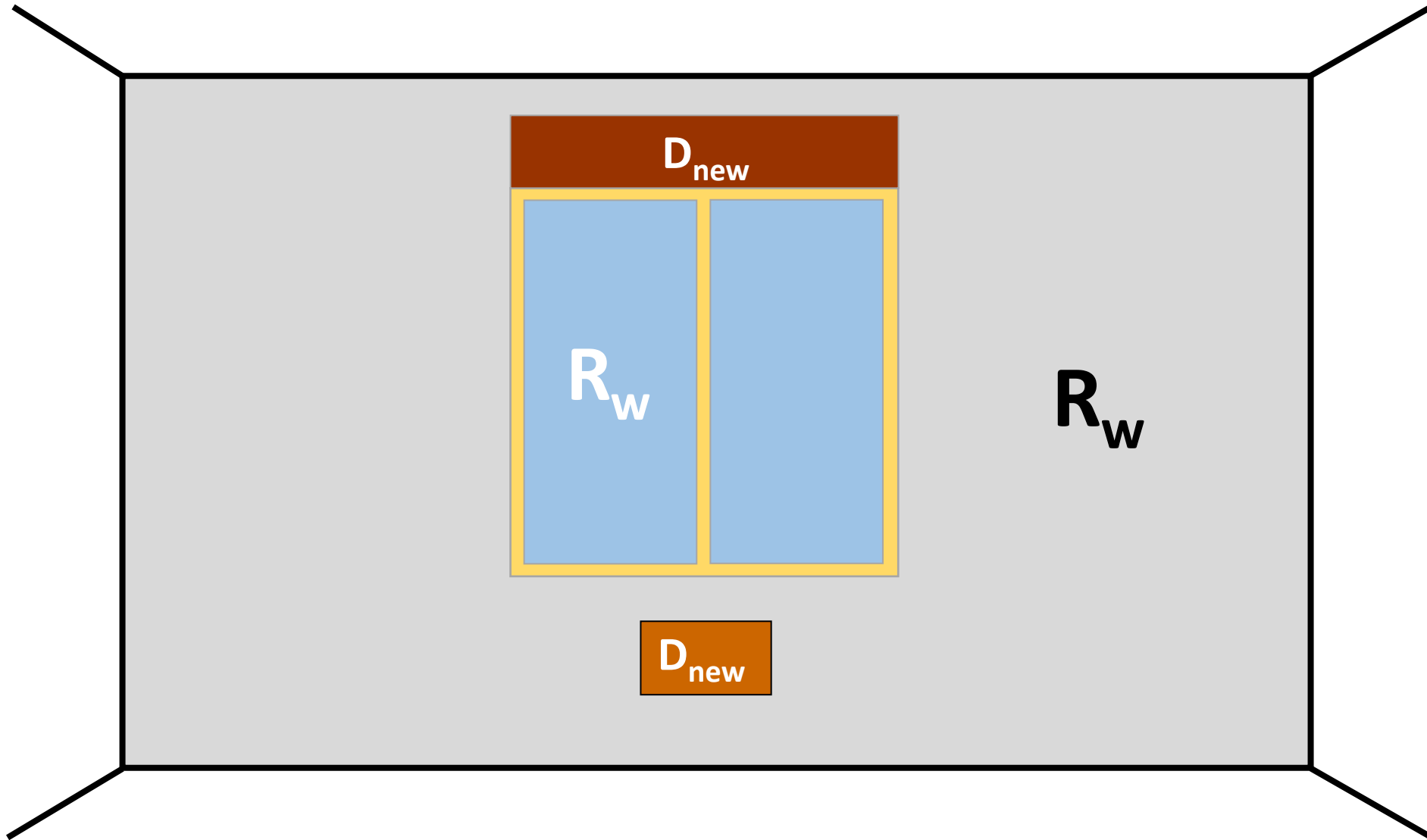
---

## Misure in opera

UNI EN ISO 16283-3



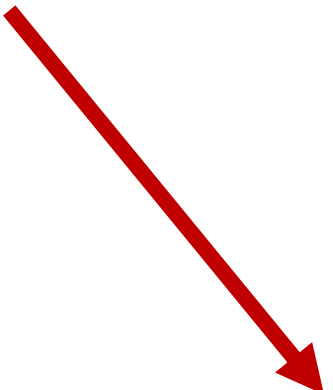
# PERCORSI DI TRASMISSIONE SONORA





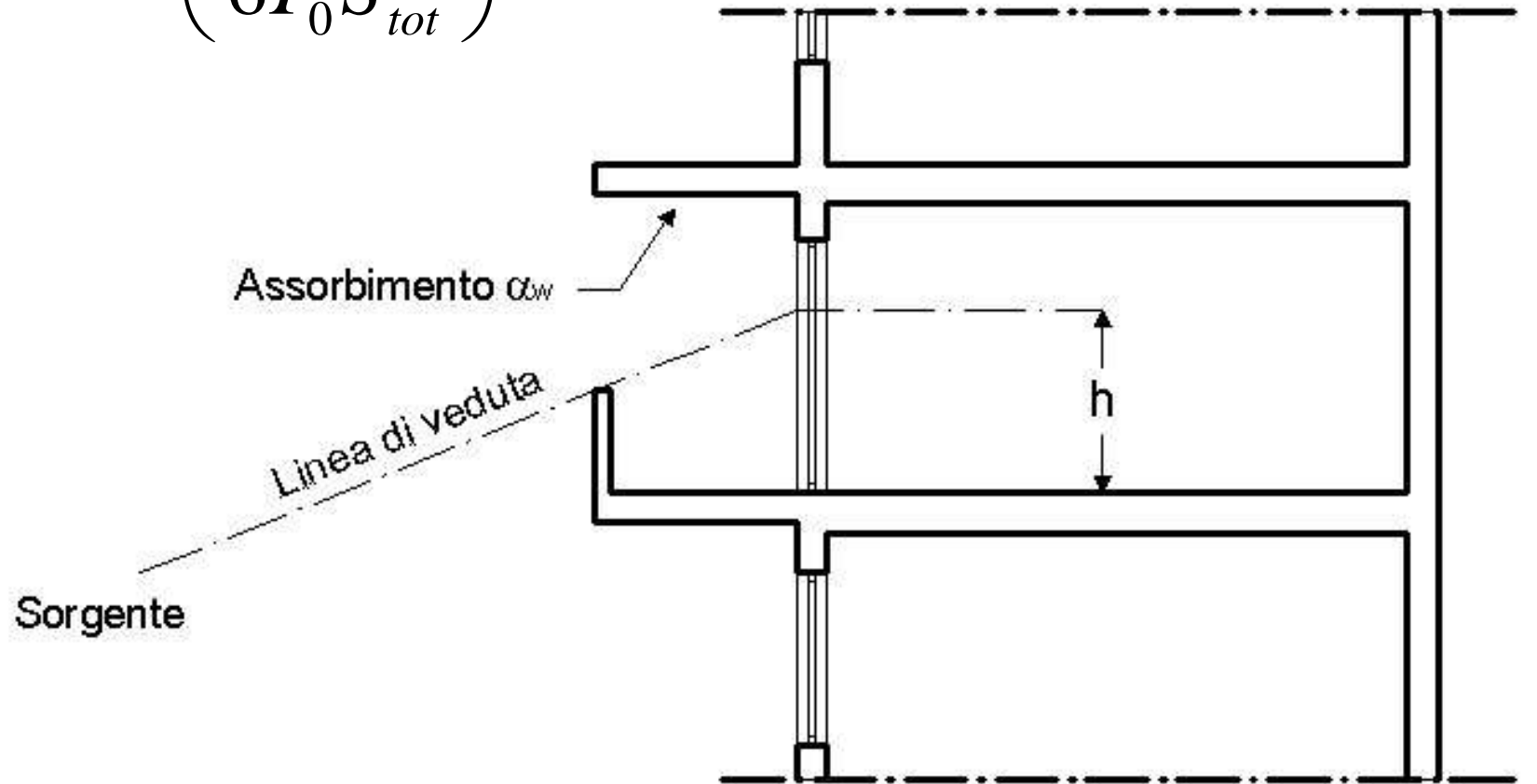
# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-3

$$R'_w = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^p 10^{\frac{-D_{n,e,i}}{10}} + \frac{l_0}{S_{tot}} \sum_{k=1}^m l_{s,k} 10^{\frac{-R_{s,k}}{10}} \right) - K$$

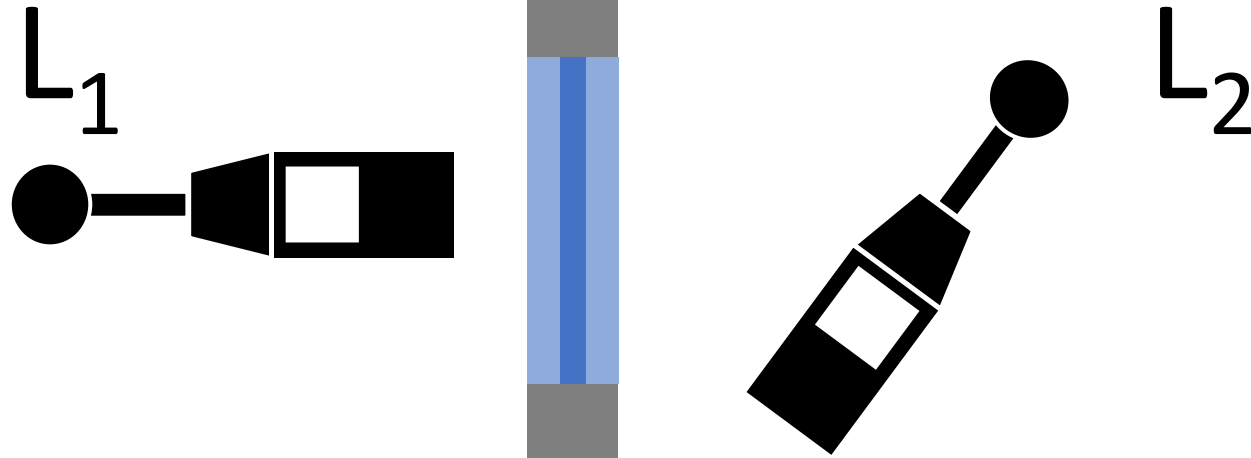

$$D_{2m,nTw} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-3

$$D_{2m,nTw} = R'_w - \Delta L_{fs} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

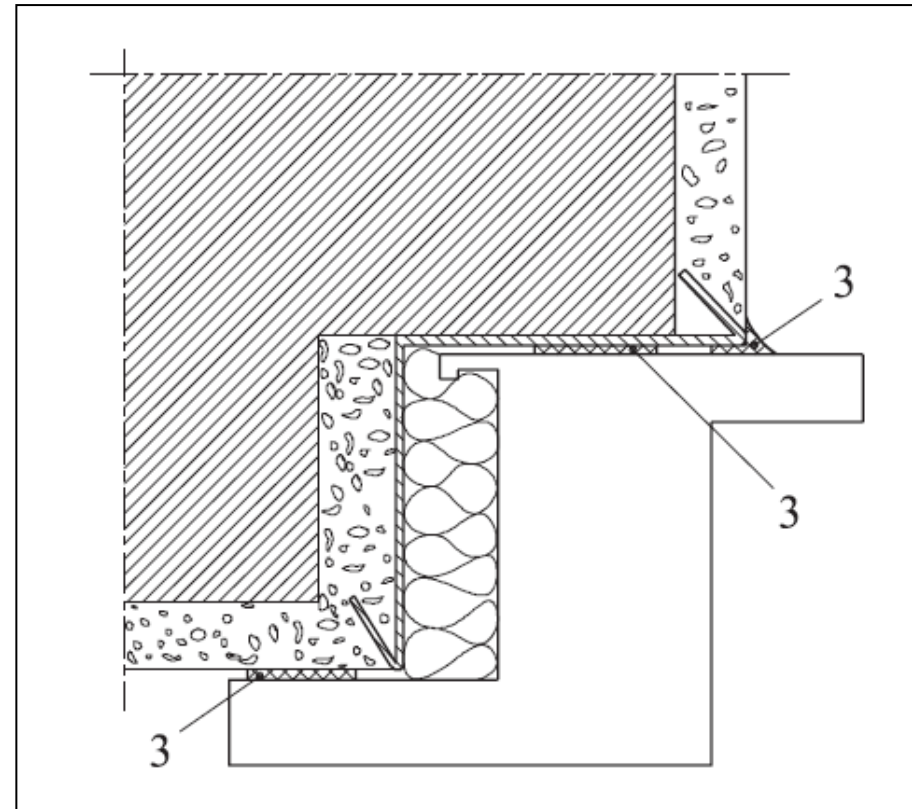
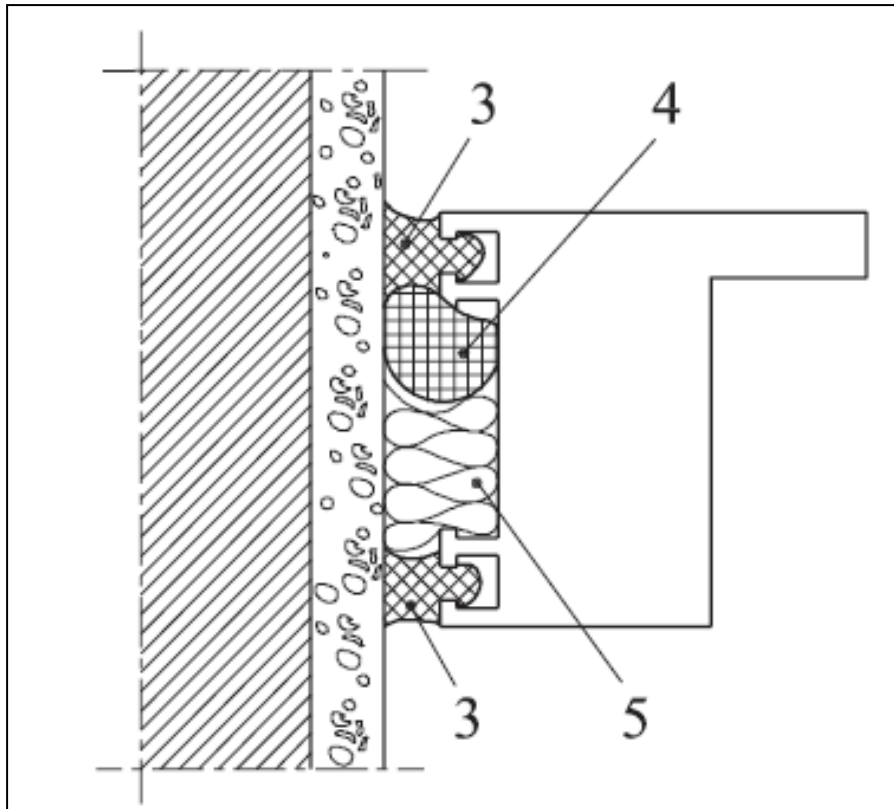


# MISURA IN OPERA



$$D_{2mnT} = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{T}{T_0}$$

# SERRAMENTI – INDICAZIONI DI POSA



**UNI 11296**

---

# CORREZIONE ACUSTICA INTERNA

# NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

## Calcoli previsionali

UNI EN 12354-6



---

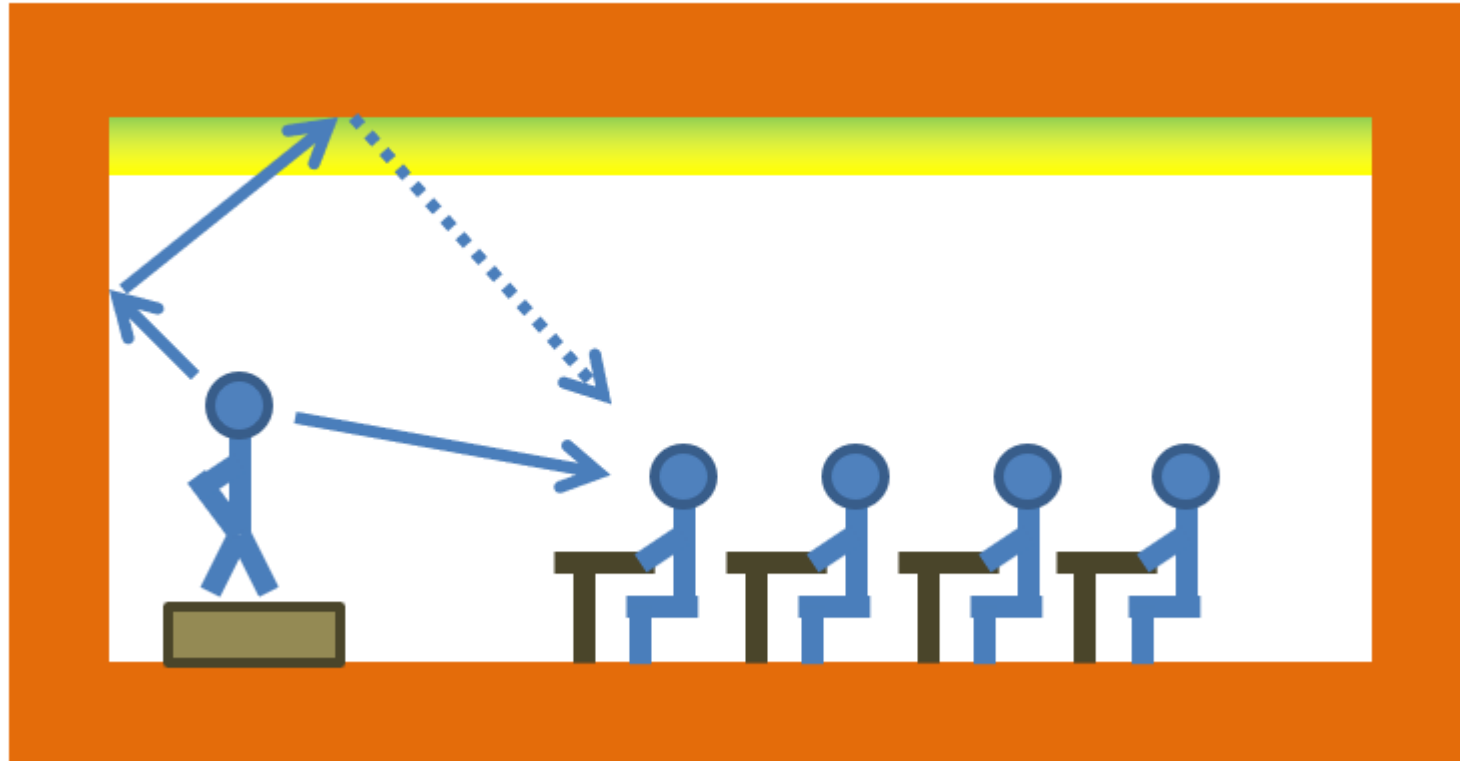
## Misure in opera

UNI EN ISO 3382

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



# TEMPO DI RIVERBERERAZIONE



# TEMPO DI RIVERBERAZIONE OTTIMALE

## UNI 11532-2: Qualità acustica interna scuole

Categoria	T ottimale	
A1: Musica	$T_{ott} = (0.45 \log V + 0.07)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$
A2: Parlato	$T_{ott} = (0.37 \log V - 0.14)$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A3: Come A2 con più oratori	$T_{ott} = (0.32 \log V - 0.17)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A4: Come A3 con deficit uditivo	$T_{ott} = (0.26 \log V - 0.14)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$
A5: Sport	$T_{ott} = (0.75 \log V - 1.00)$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$
	$T_{ott} = 2.0$	$V \geq 10000 \text{ m}^3$



# MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-6

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

V volume del locale

A area di assorbimento acustico

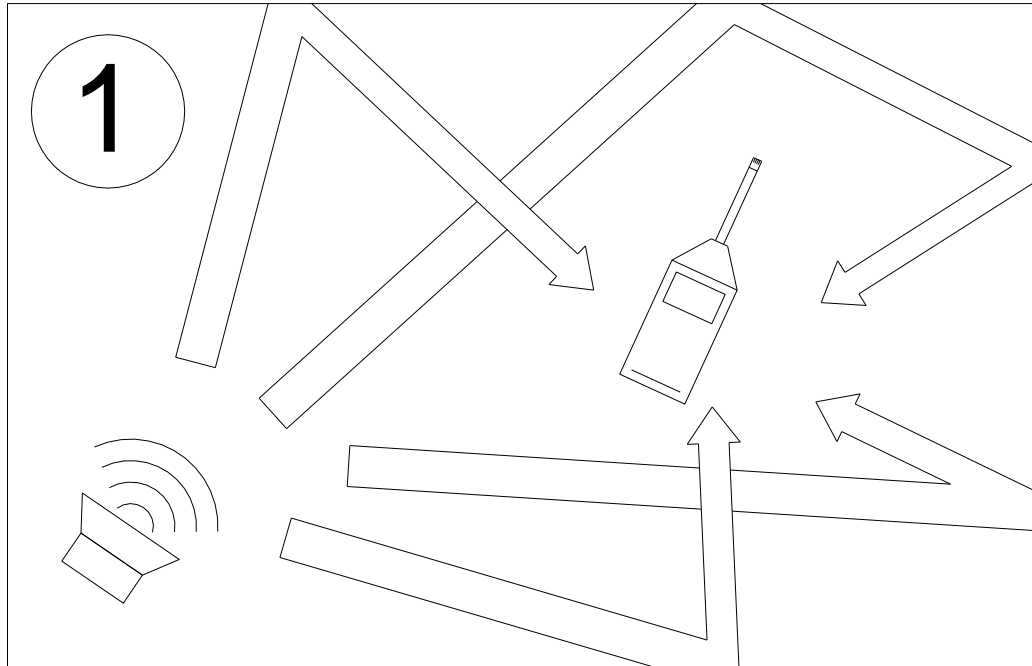
$S_i$  superficie

$\alpha_i$  coeff. di assorbimento acustico

$n_j$  numero di elementi

$A_j$  Area di assorbimento di un elemento

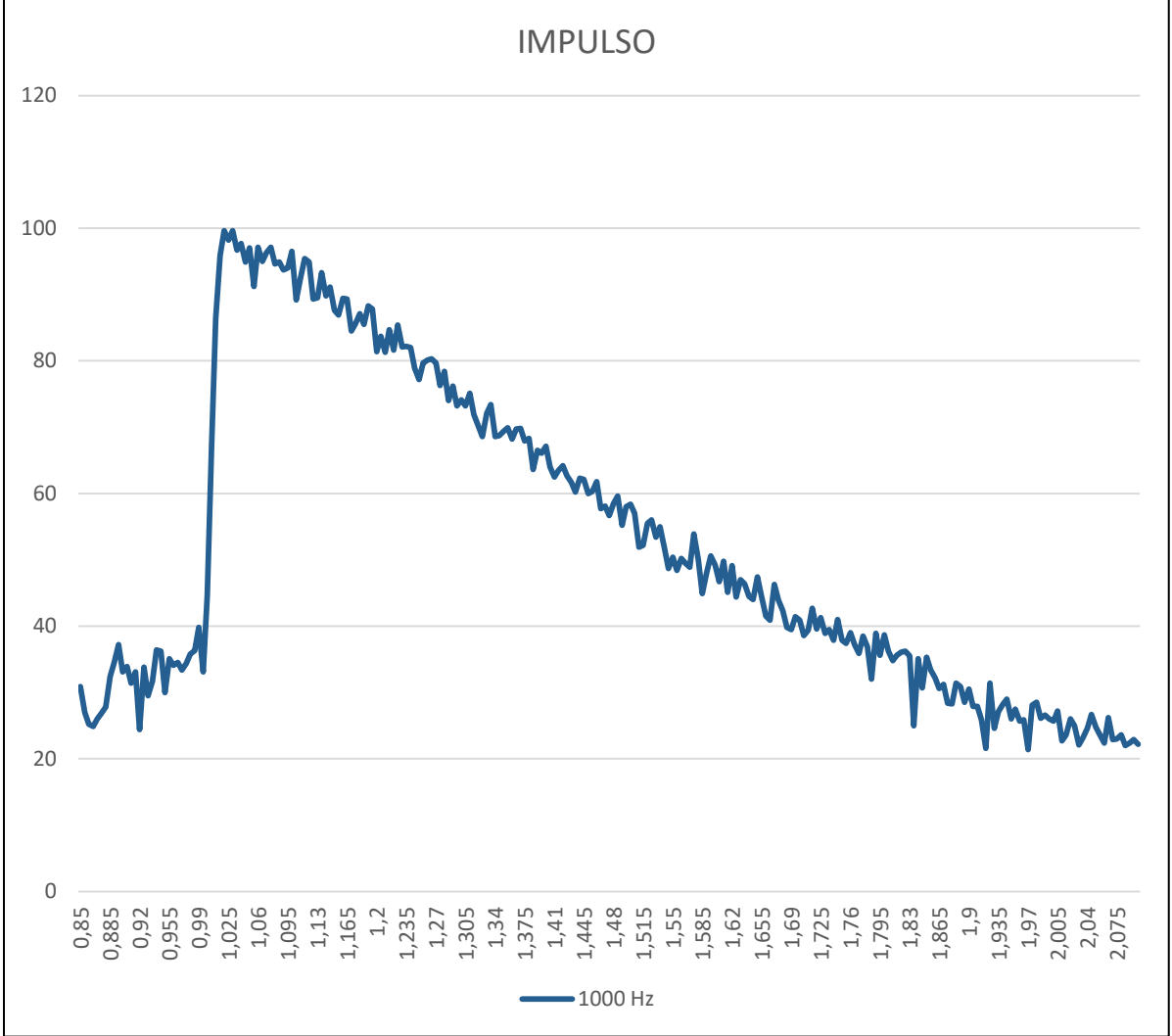
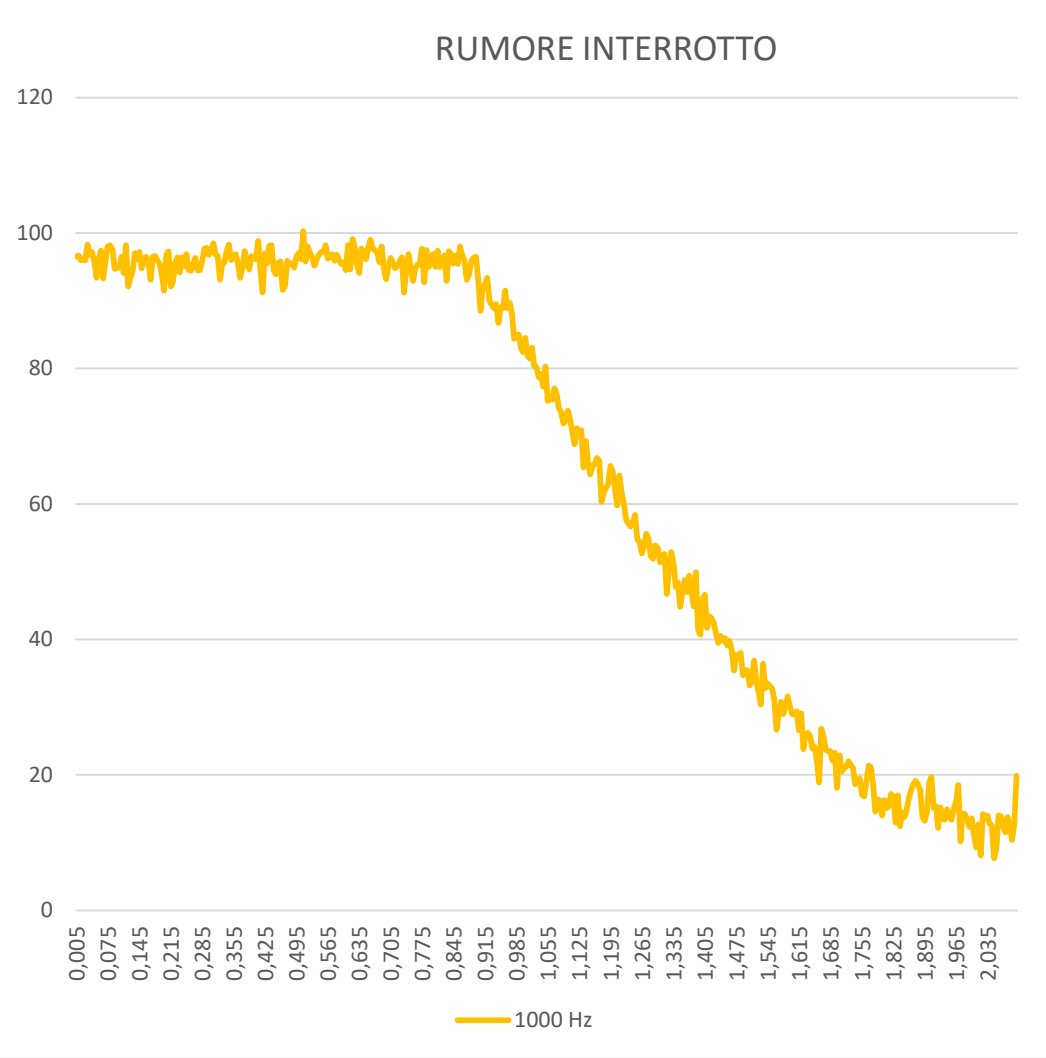
# $\alpha$ – MISURA IN LABORATORIO



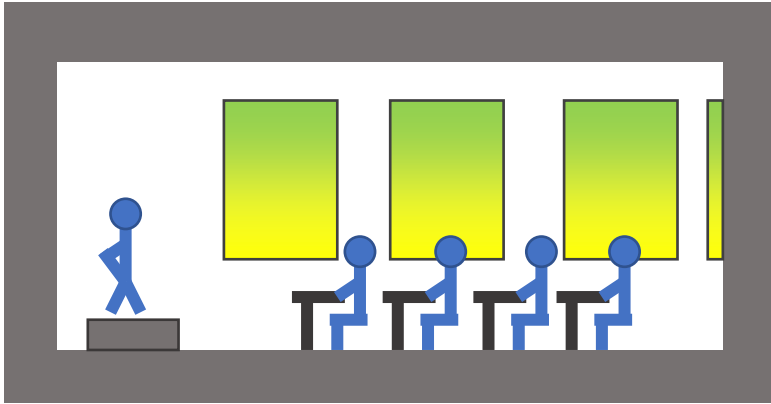
$$\alpha = \textcircled{1} - \textcircled{2}$$

UNI EN ISO 354

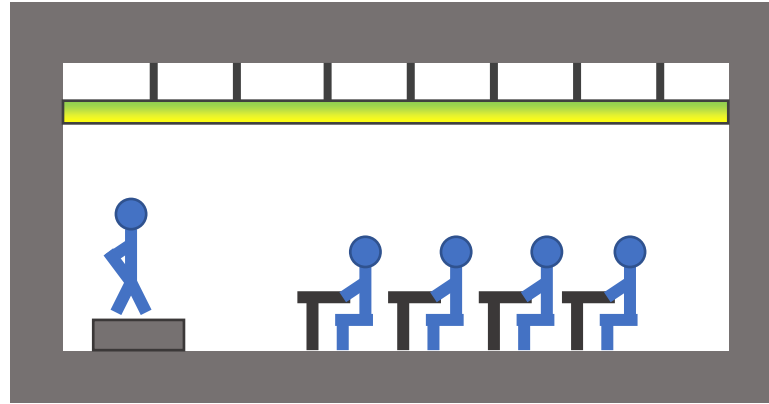
# MISURA IN OPERA



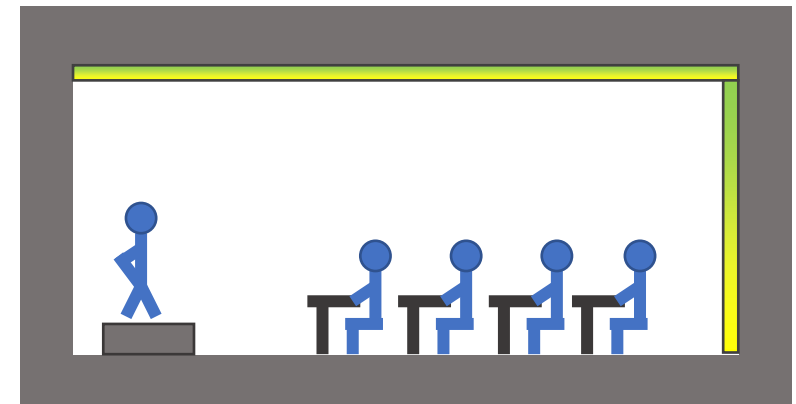
# SOLUZIONI TECNOLOGICHE



PANNELLI  
FONOASSORBENTI



CONTROSOFFITTO  
FONOASSORBENTE



INTONACO  
FONOASSORBENTE



Soluzioni per il fonoisolamento tra appartamenti, l'isolamento di facciata, il rumore da calpestio e il fonoassorbimento

**Ing. Jonathan Di Tommaso - Knauf**

# SONDAGGI



# ACUSTICA EDILIZIA

**RICHIESTA DEL  
COMMITTENTE**



**PROGETTO  
ACUSTICO**



**CONTROLLI IN  
CANTIERE**



**MISURE  
IN OPERA**



**ANIT** 



Grazie per l'attenzione  
[www.anit.it](http://www.anit.it)