



Teoria e pratica dell'acustica edilizia

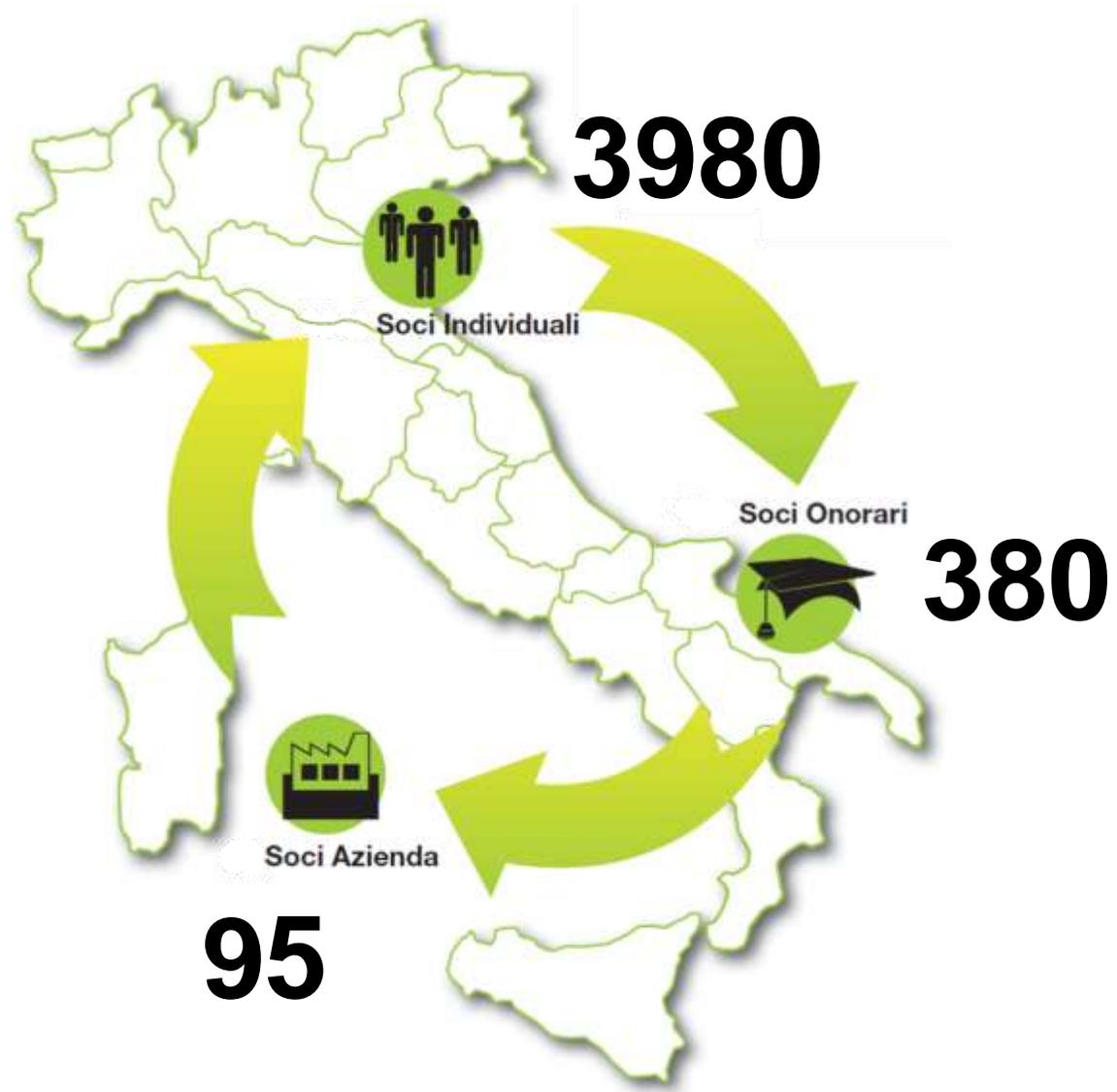
Parte 2: L'evoluzione delle tecnologie costruttive per l'isolamento delle pareti

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





ATTIVITÀ ISTITUZIONALI



STRUMENTI PER I SOCI

SOFTWARE



GUIDE



CHIARIMENTI



NEO EUBIOS



SOFTWARE ANIT

SUITE ANIT
Aggiorna scadenza software
Giorni rimanenti: 462
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 - software@anit.it
Versione 7.1.0.0 Ultime aggiornamenti: 30/06/2011

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 Ultime aggiornamenti:

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 - 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 - software@anit.it
Versione 5.0.0.12 Ultime aggiornamenti: 05/04/2011

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 - 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 Ultime aggiornamenti:

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 - 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 - software@anit.it
Versione 1.0.0.0 Ultime aggiornamenti: 11/01/2010

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 - software@anit.it

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

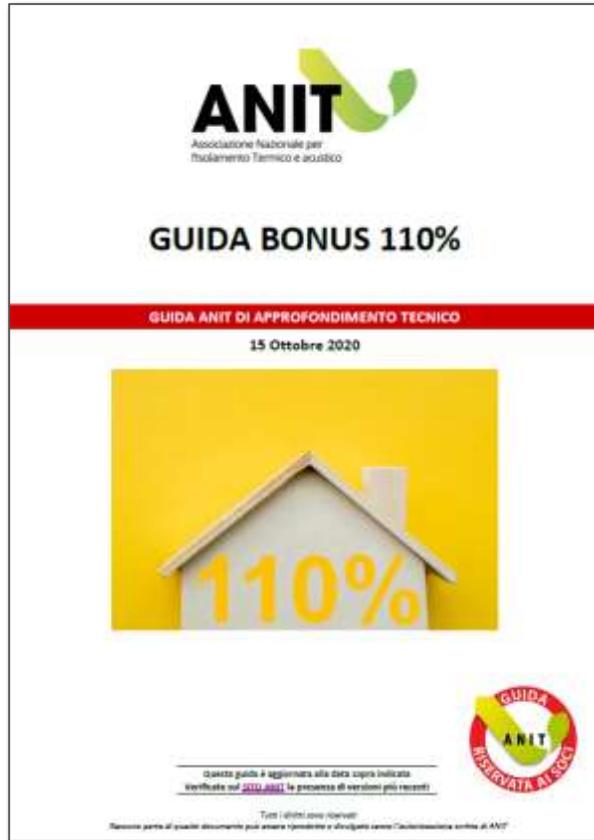
UNI EN ISO 12354

UNI TR 11175

UNI 11367

UNI 11532

GUIDE ANIT



WWW.ANIT.IT

Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico

[Diventa Socio](#)



Patrocini



Sponsor tecnico



Teoria e pratica dell'acustica edilizia

Parte 1

Isolamento
dei solai

28 aprile

Parte 2

Isolamento
delle pareti

20 maggio

Parte 3

Correzione
acustica interna

23 giugno

Seminari di approfondimento «**Post-Convegno**»

Modalità «Meeting» - max 40 persone

12 maggio

9 giugno

8 luglio

Iscrizioni su www.anit.it

PROGRAMMA

Introduzione normativa

Dai limiti di legge all'acustica del comfort. Prescrizioni normative, modelli di calcolo e misure in opera per l'isolamento delle pareti

Ing. Matteo Borghi

Soluzioni tecnologiche

Soluzioni tradizionali e sistemi a basso spessore: come si evolve la tecnologia di materiali e soluzioni per dare una risposta efficace alle esigenze del mercato

Dott. Eugenio Canni Ferrari

DIBATTITO

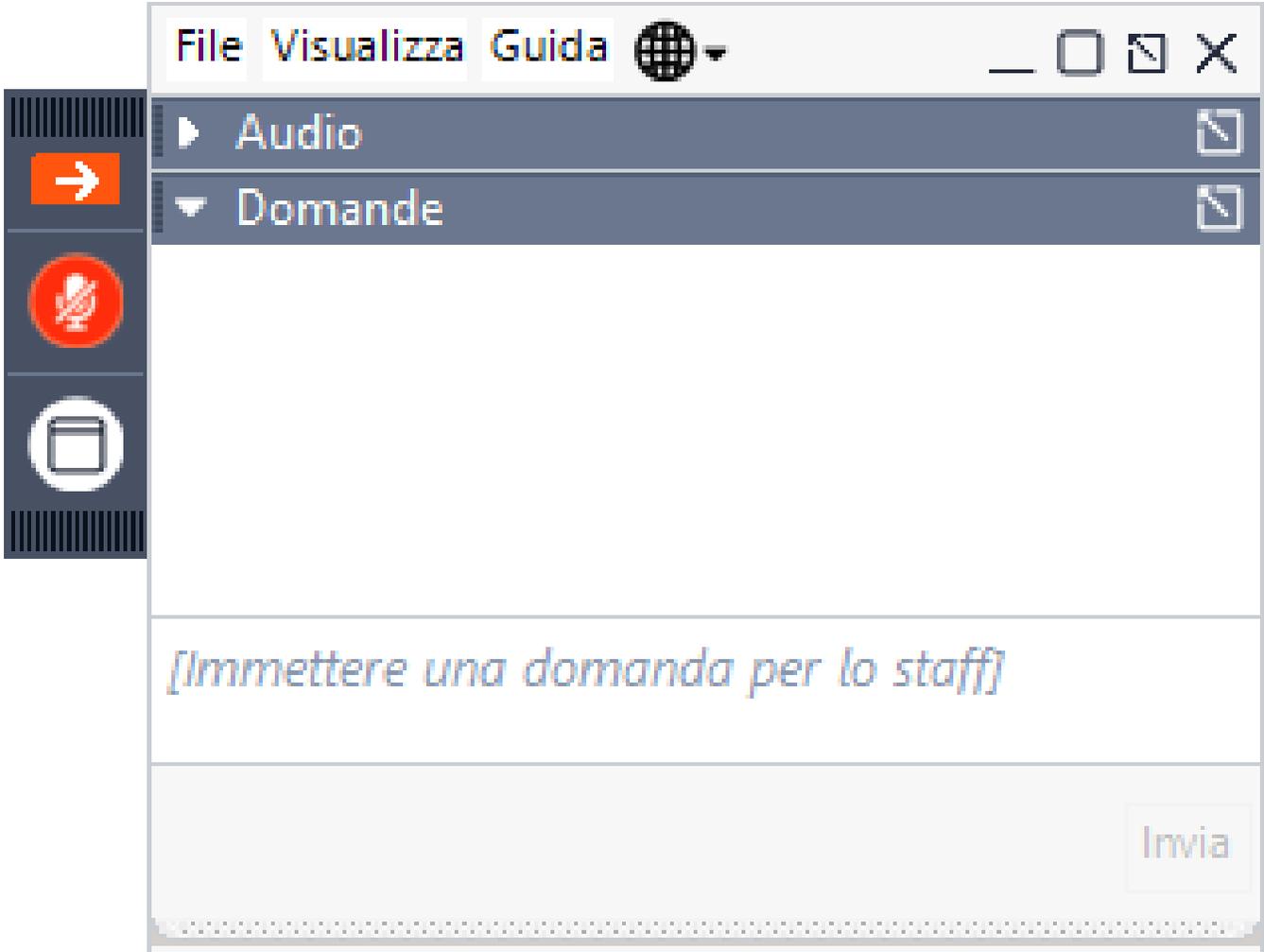
CFP

Architetti	NO CFP
Ingegneri	2 CFP
Geometri	1 CFP (*)
Periti industriali	NO CFP

NB: Presenza all'intero evento

(*) Evento accreditato dal Collegio di Cremona

DOMANDE



TI OCCUPI DI ACUSTICA?



SONDAGGIO
ANIT

Ing. Matteo Borghi



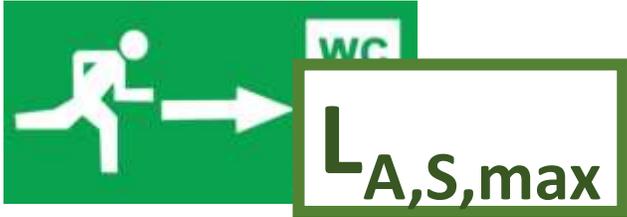
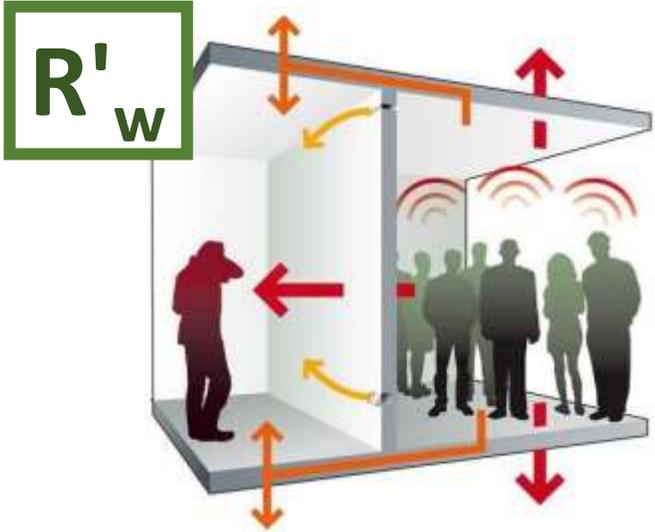
Dai limiti di legge all'acustica del comfort

Prescrizioni normative, modelli di calcolo e misure in opera per l'isolamento delle pareti

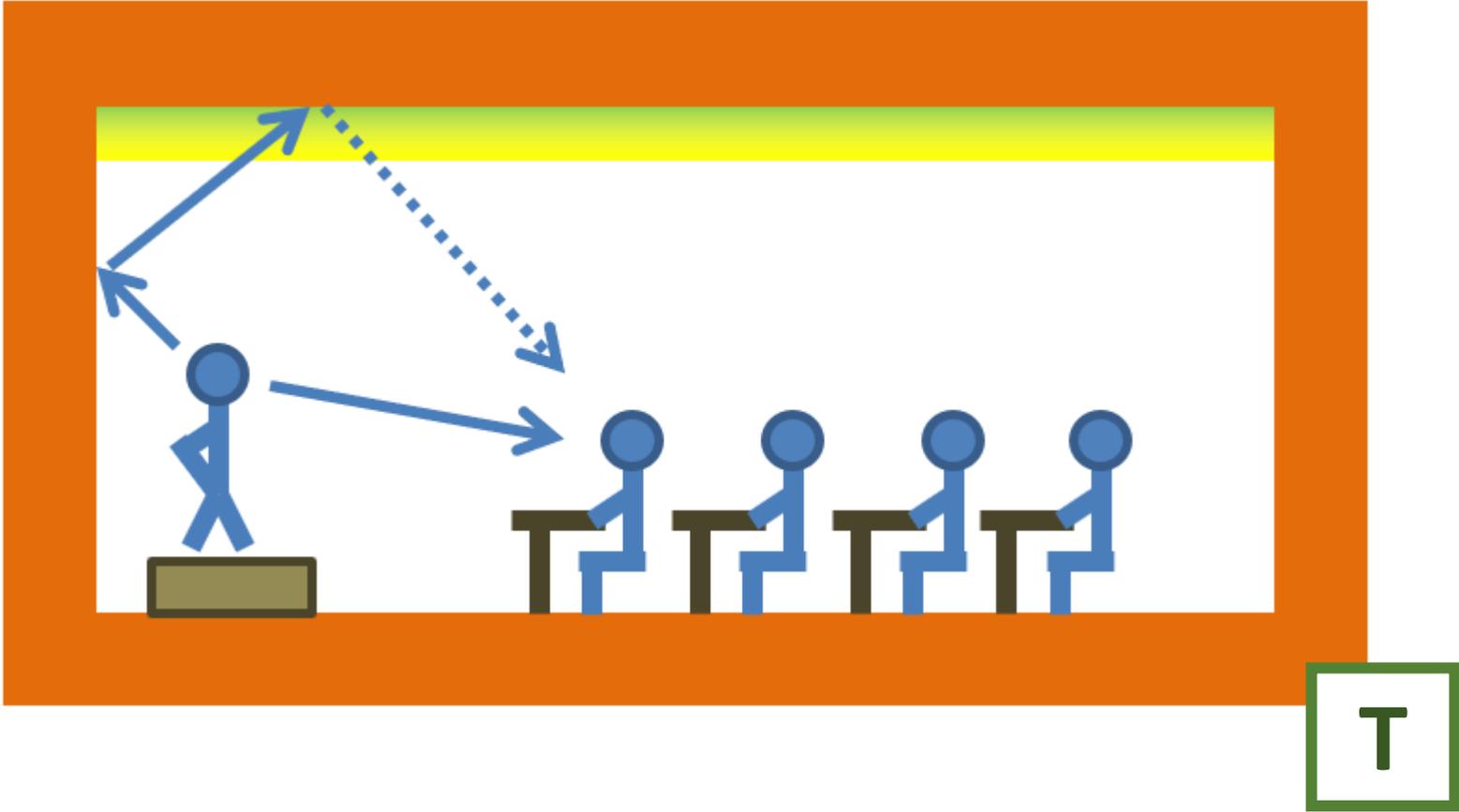
Ing. Matteo Borghi

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.

PROBLEMATICHE



PROBLEMATICHE



ACUSTICA EDILIZIA

RICHIESTA DEL
COMMITTENTE



PROGETTO
ACUSTICO



CONTROLLI IN
CANTIERE



MISURE
IN OPERA



ANIT 

The logo for ANIT, featuring the word "ANIT" in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text is a stylized graphic element consisting of two overlapping curved shapes, one light green and one yellow.

OBBLIGHI DI LEGGE

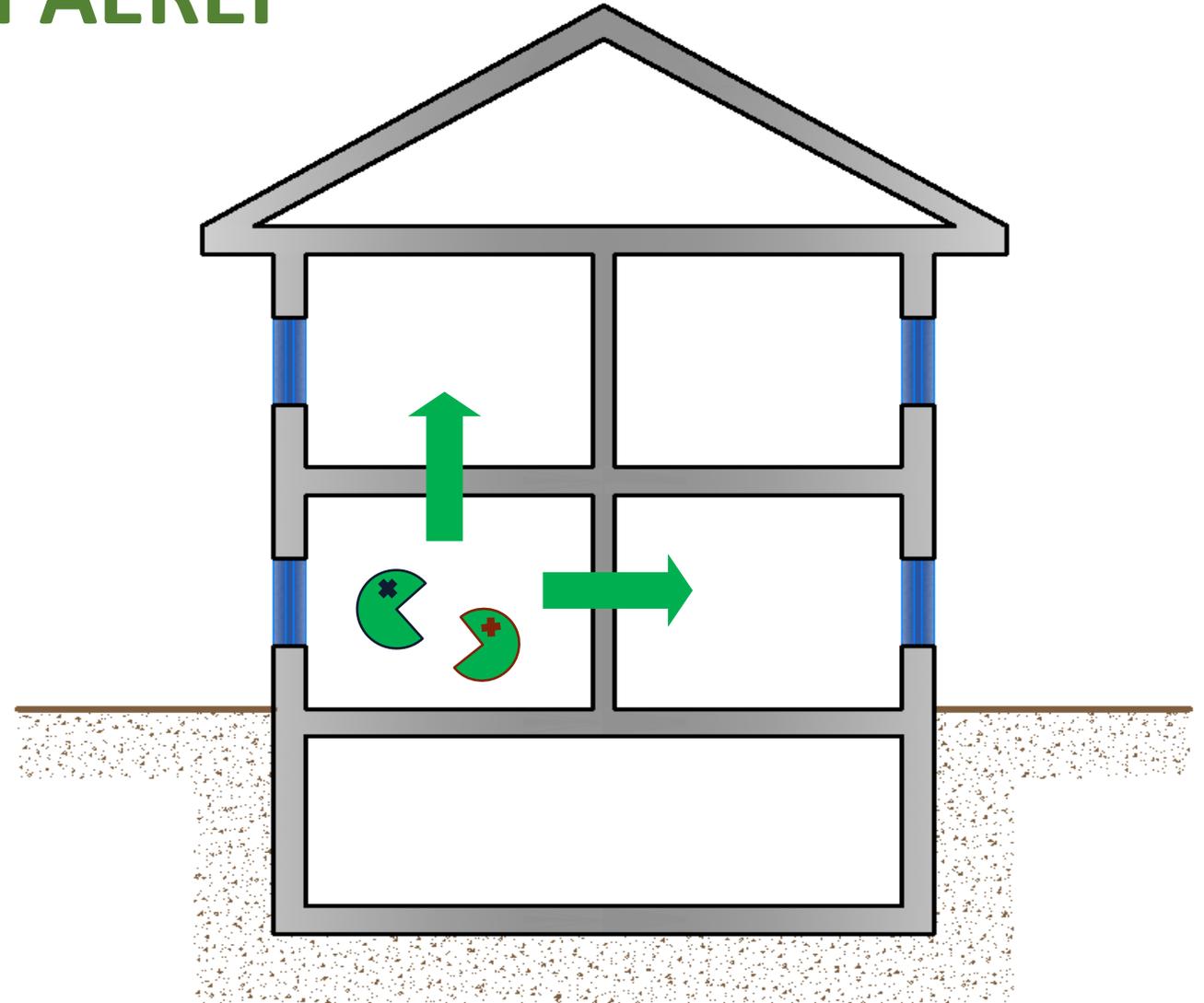
DPCM 5-12-1997

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

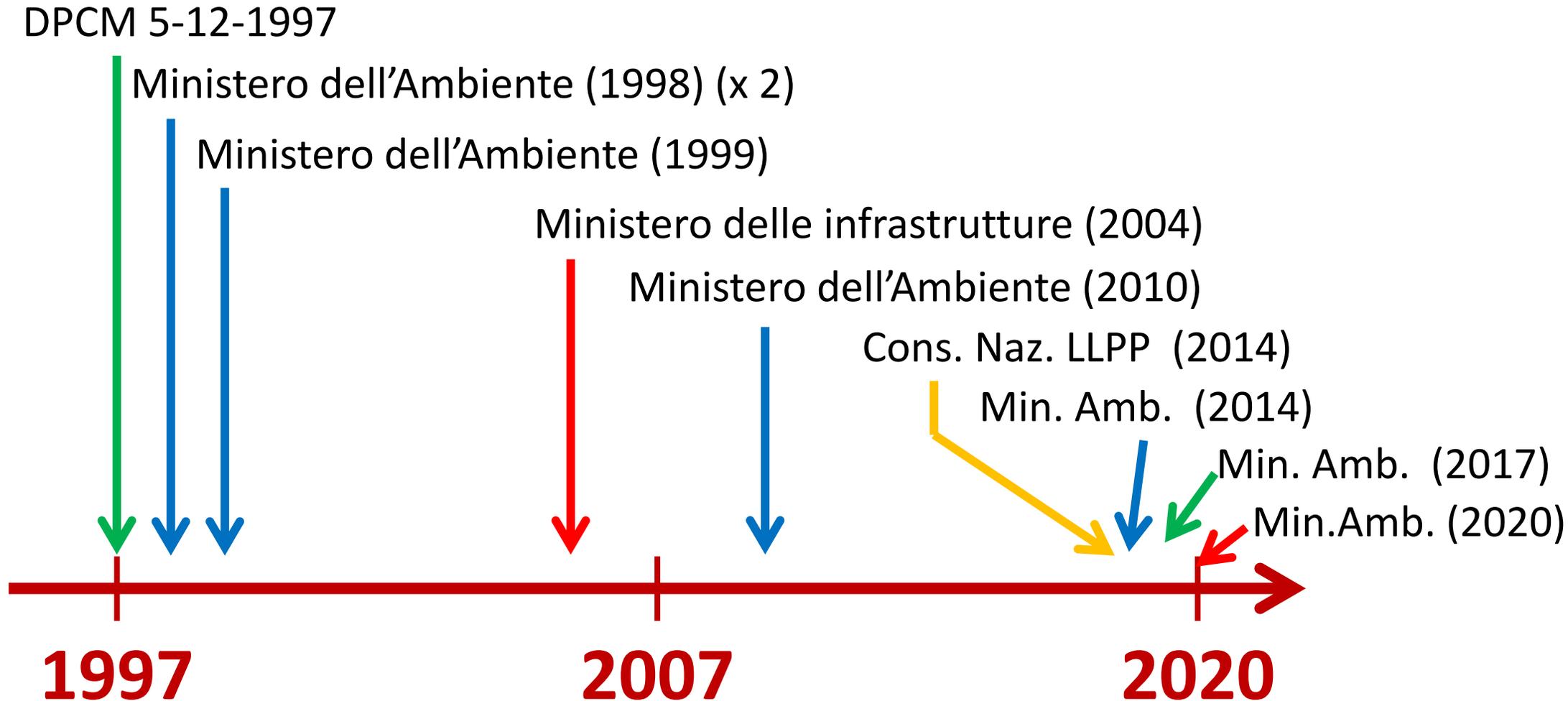
Tempo di riverberazione T [s]	
-	
-	
Aule $\leq 1,2$	Palestre $\leq 2,2$
-	

ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI

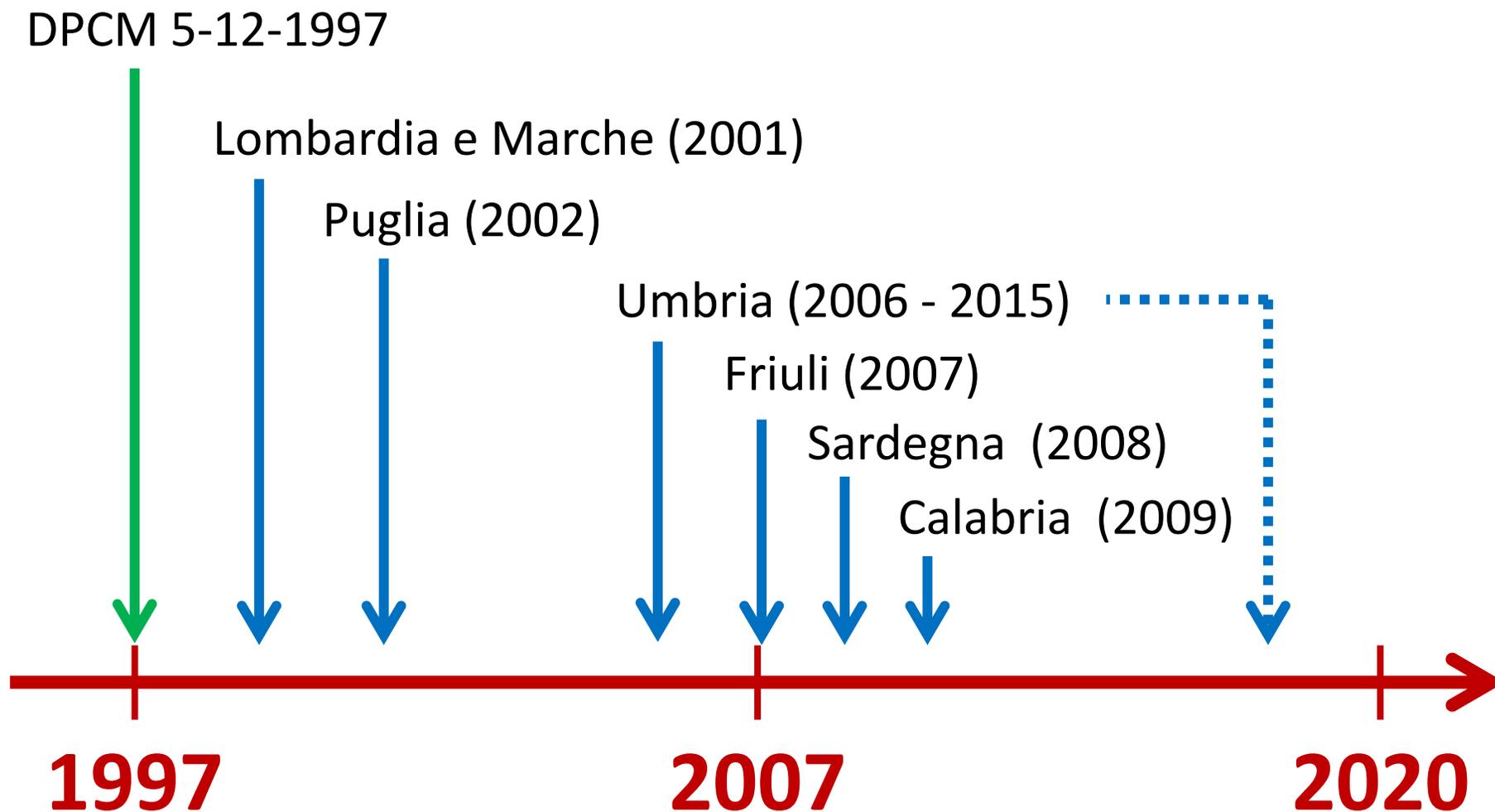
Destinazione d'uso	Pareti e solai tra U.I. R'_w
Ospedali, cliniche, case di cura	≥ 55
Residenze, alberghi, pensioni	≥ 50
Scuole a tutti i livelli	≥ 50
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	≥ 50



CIRCOLARI DI CHIARIMENTO



LEGGI REGIONALI



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 ($D_{2m,nT,w}$)	≥ 43
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. (R'_{w})	≥ 56
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53
Livello impianti continui, (L_{ic}), installati in altri ambienti	≤ 28
Livello massimo impianti discontinui, (L_{id}) installati in altri ambienti	≤ 34
Isolamento acustico partizioni ambienti sovrapposti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 55
Isolamento acustico partizioni ambienti adiacenti stessa U.I. ($D_{nT,w}$)	≥ 50
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($L'_{n,w}$)	≤ 53

DECRETO CAM – Appalti pubblici (2017)

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

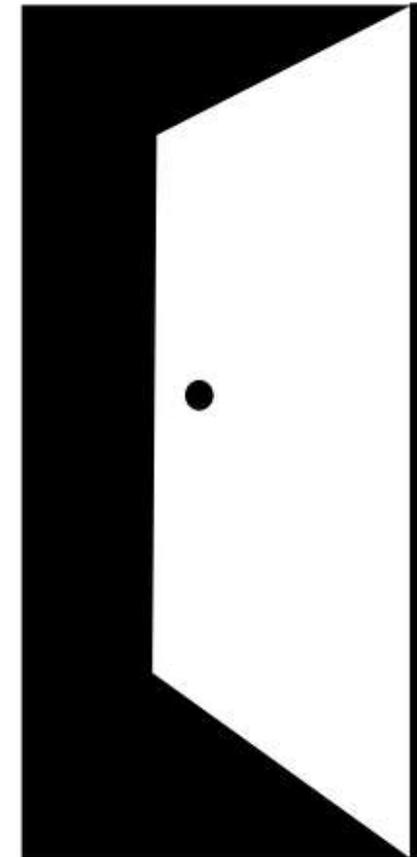
NB

- 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	≥ 30
Altre destinazioni d'uso	≥ 36



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



ACUSTICA E RISTRUTTURAZIONI

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI

Quali obblighi di legge?



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

[DOWNLOAD](#)

INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI



Leggi regionali

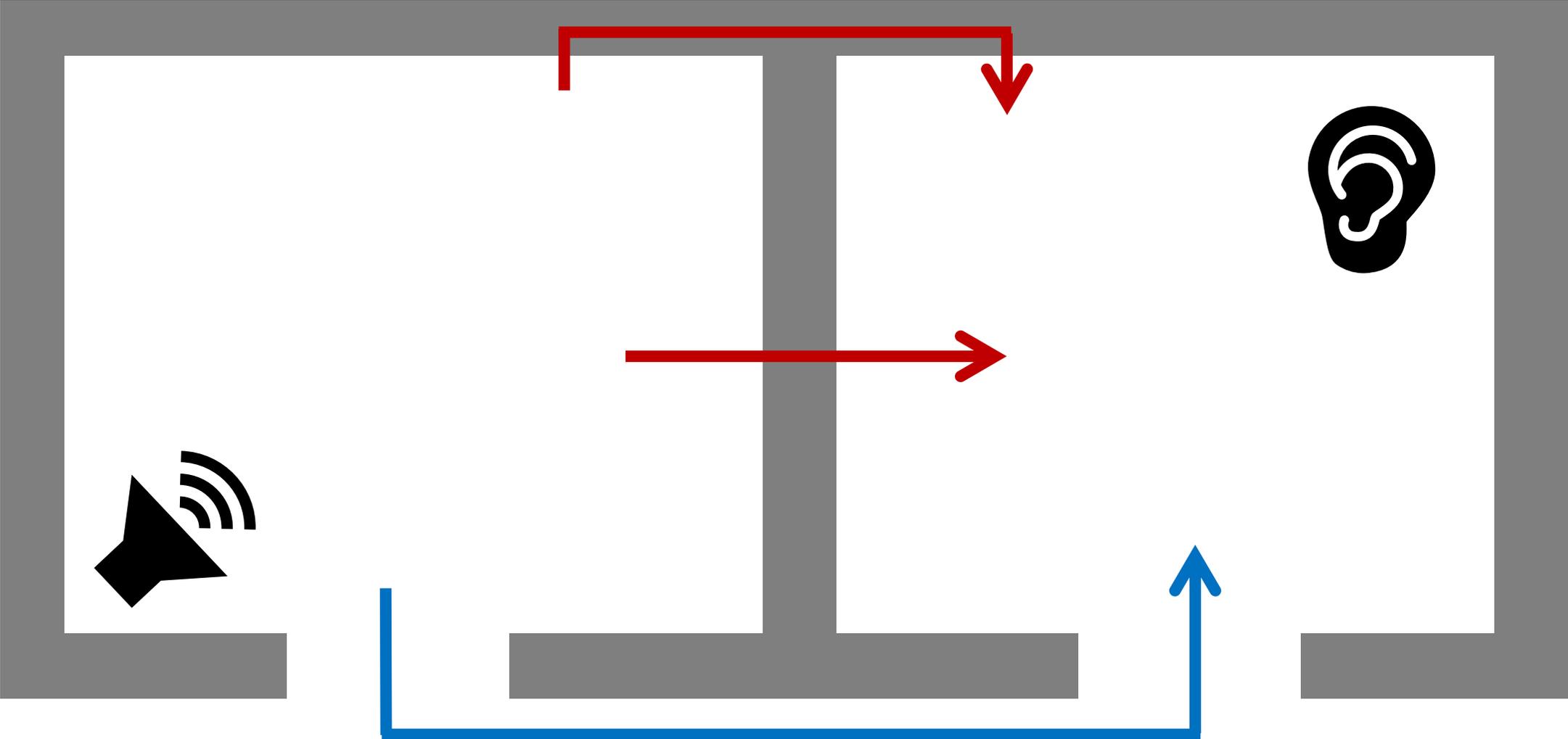
LOMBARDIA - L.R. 10/08/2001, n.13 - Art. 7

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.

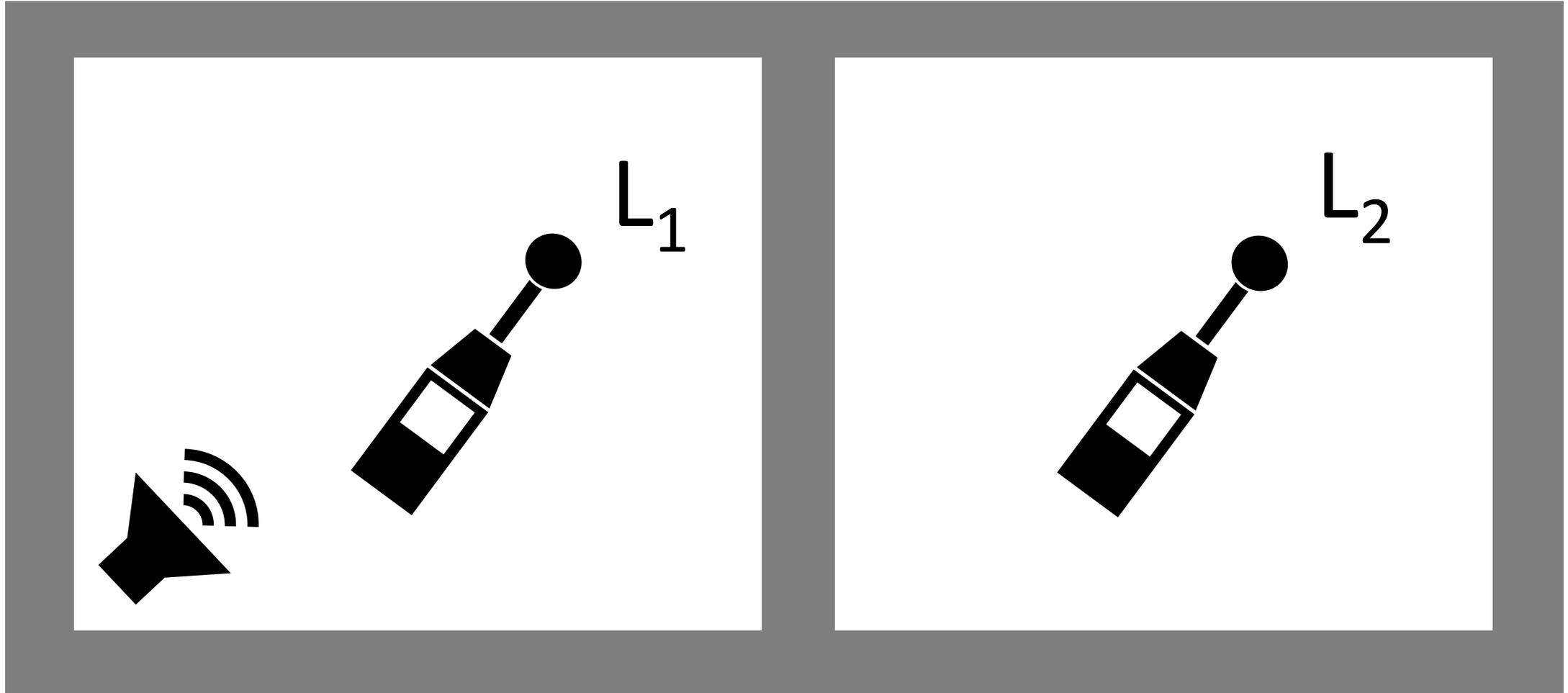
[DOWNLOAD](#)

ISOLAMENTO DELLE PARETI

ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI



ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI

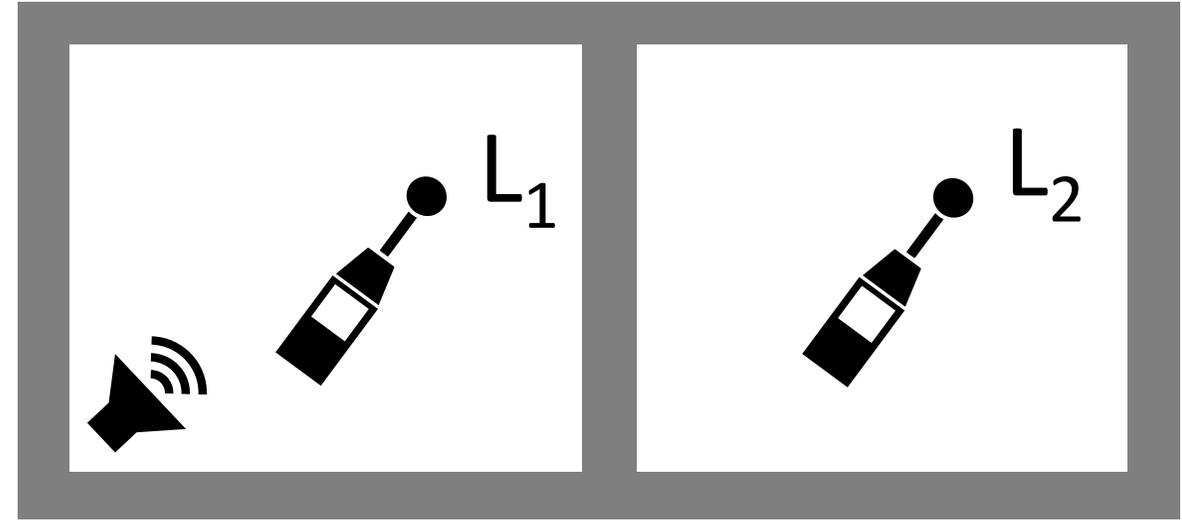


ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI

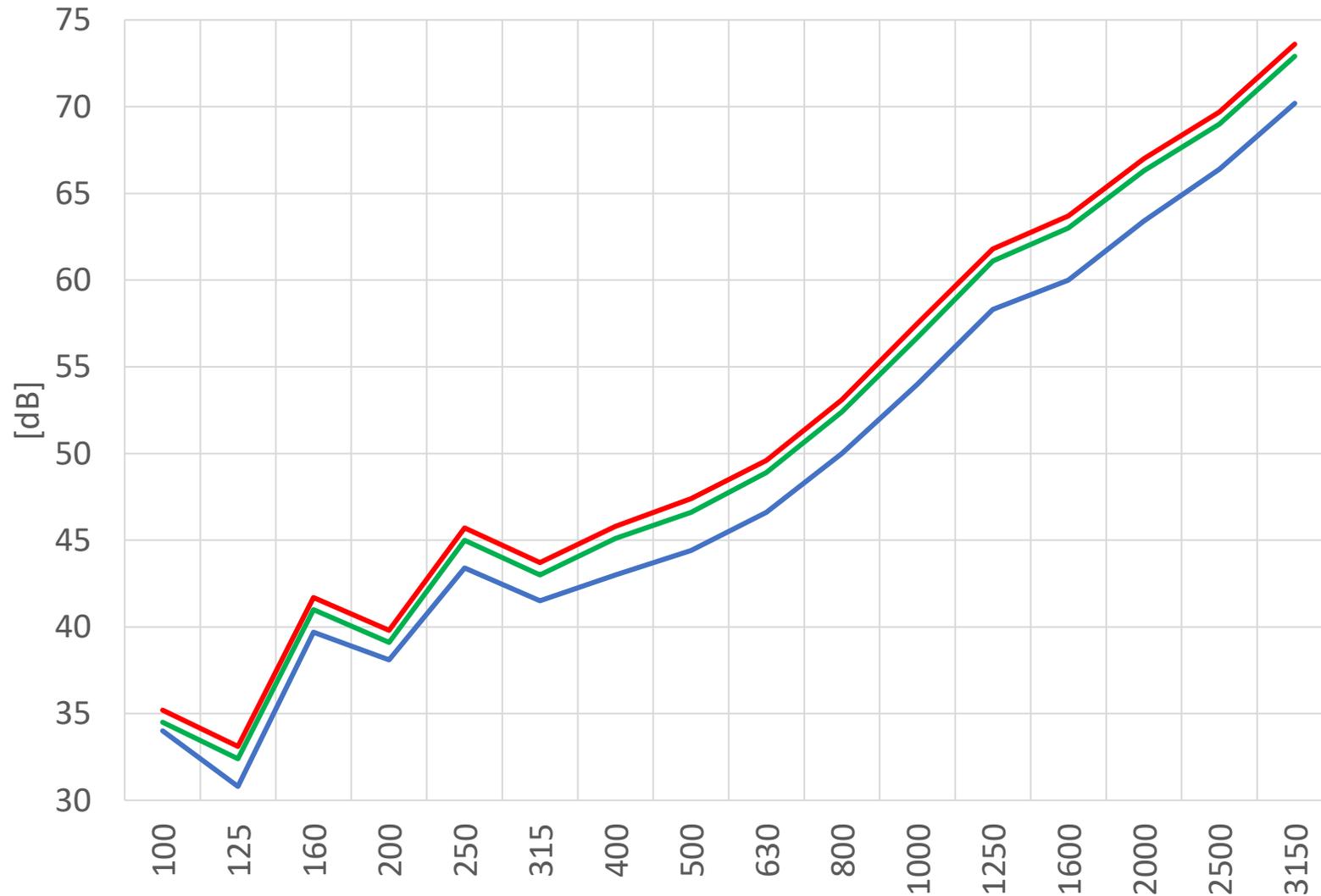
$$D = L_1 - L_2$$

$$D_{nT} = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{T_{ric}}{T_0}$$

$$R' = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{S \cdot T_{ric}}{0,16 \cdot V_{ric}}$$



ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI



$$D = L_1 - L_2$$

$$D_{nT} = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{T_{ric}}{T_0}$$

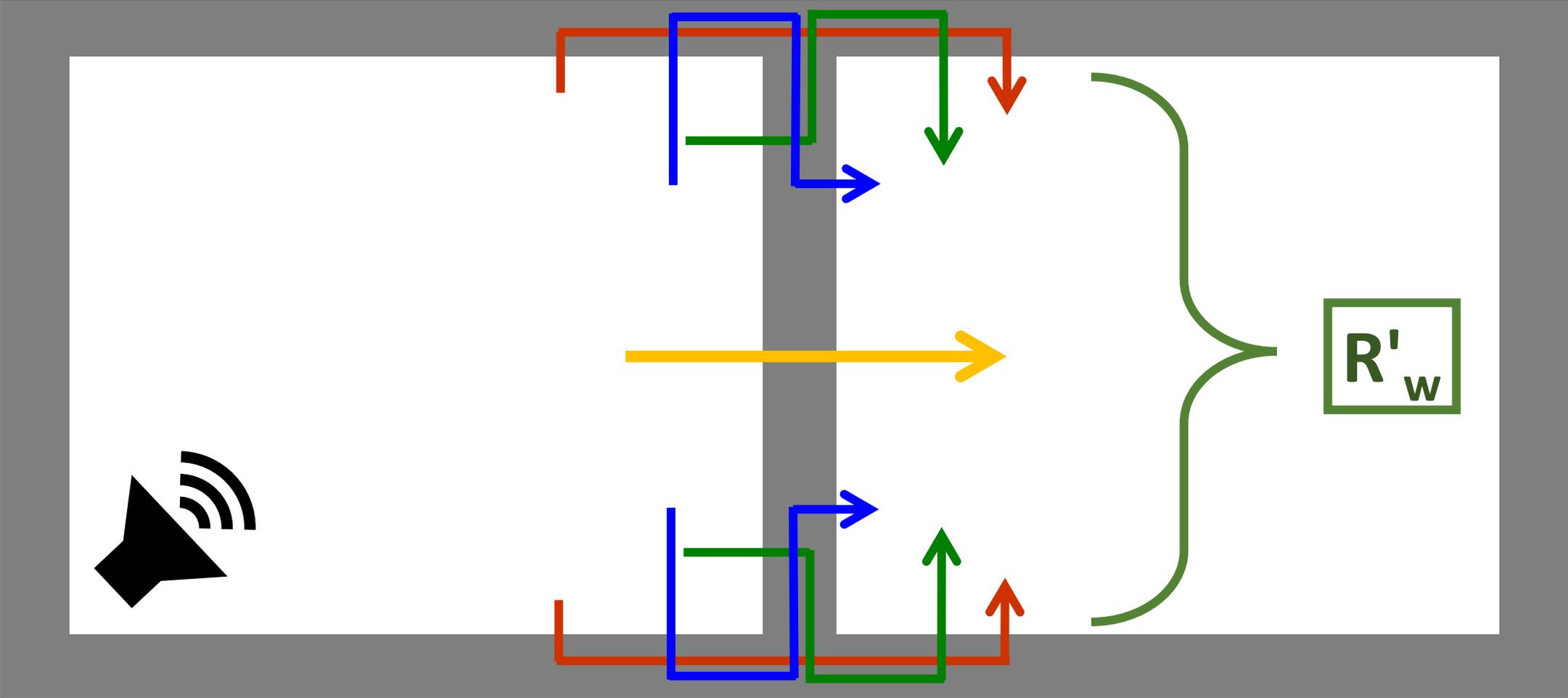
$$R' = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{S \cdot T_{ric}}{0,16 \cdot V_{ric}}$$

— Dw = 50 dB

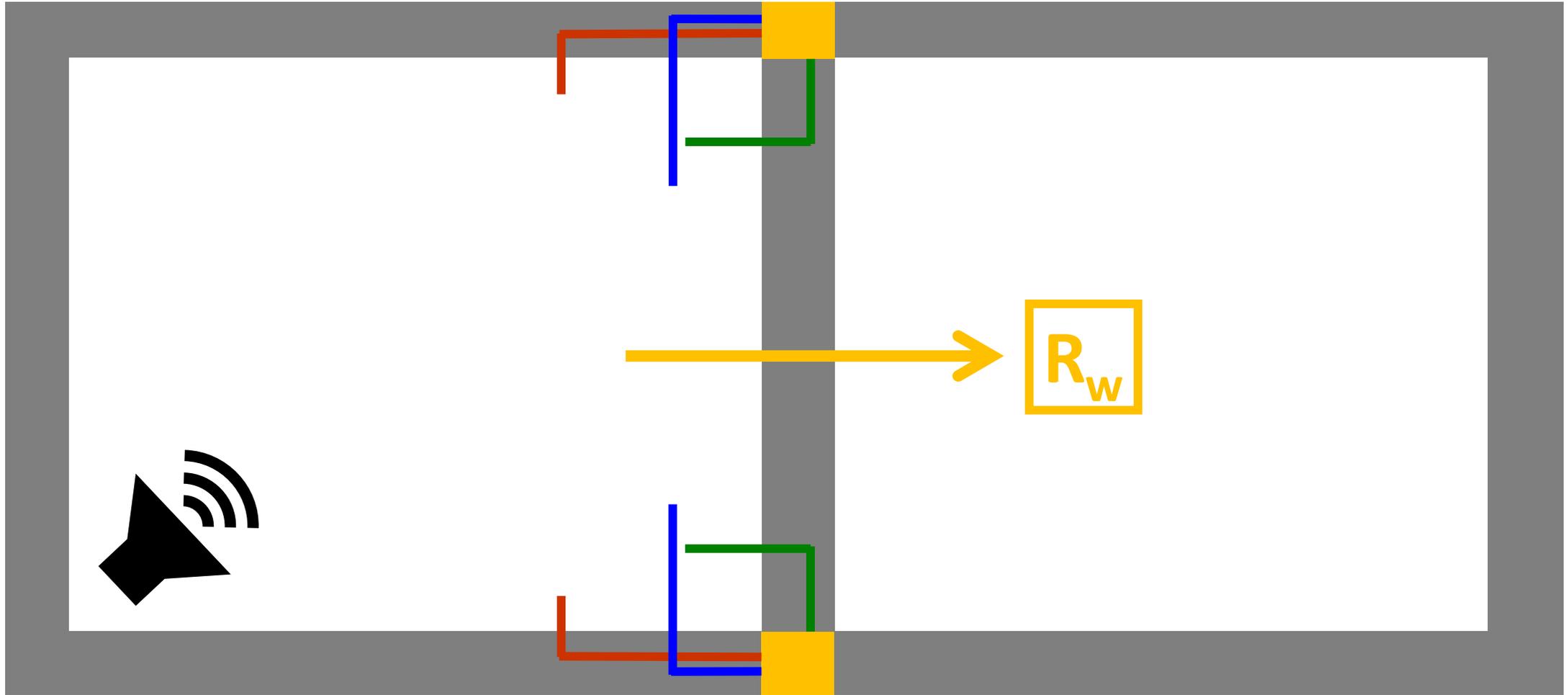
— DnTw = 52 dB

— R'w = 53 dB

Potere fonoisolante apparente (in opera): R'_w



Potere fonoisolante (in laboratorio): R_w

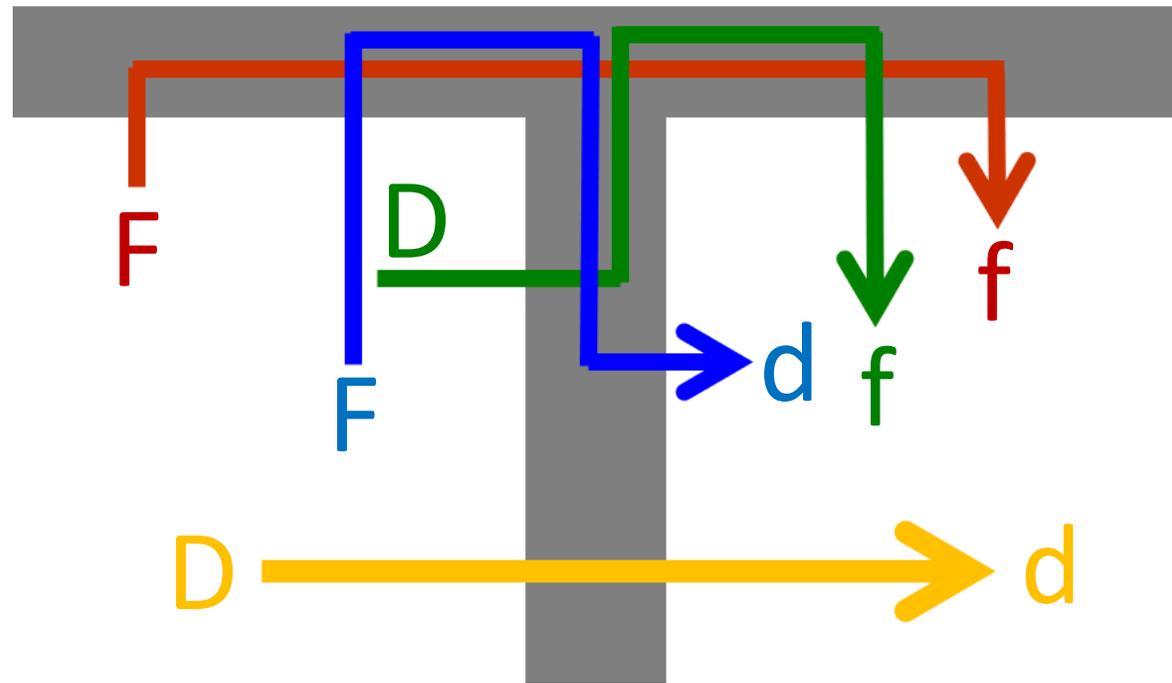


Modelli di calcolo

UNI EN ISO 12354-1

MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-1

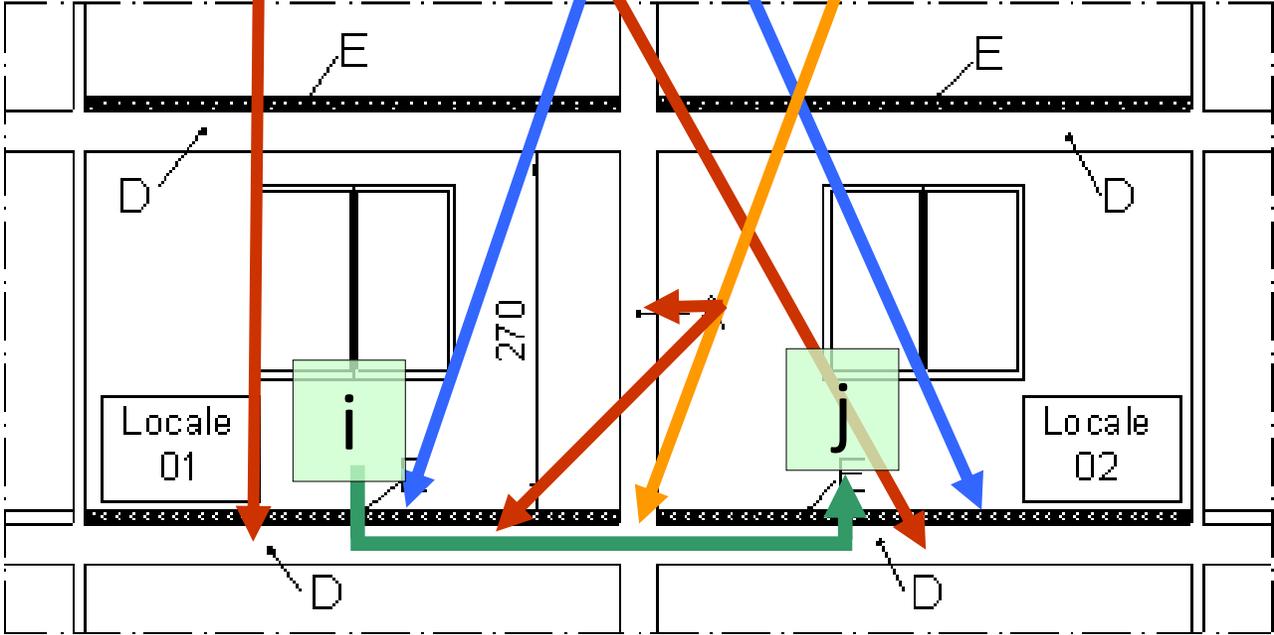
$$R'_w = - \left(10 \lg \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} + \frac{A_o}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right) \right) \text{dB} \quad (18)$$



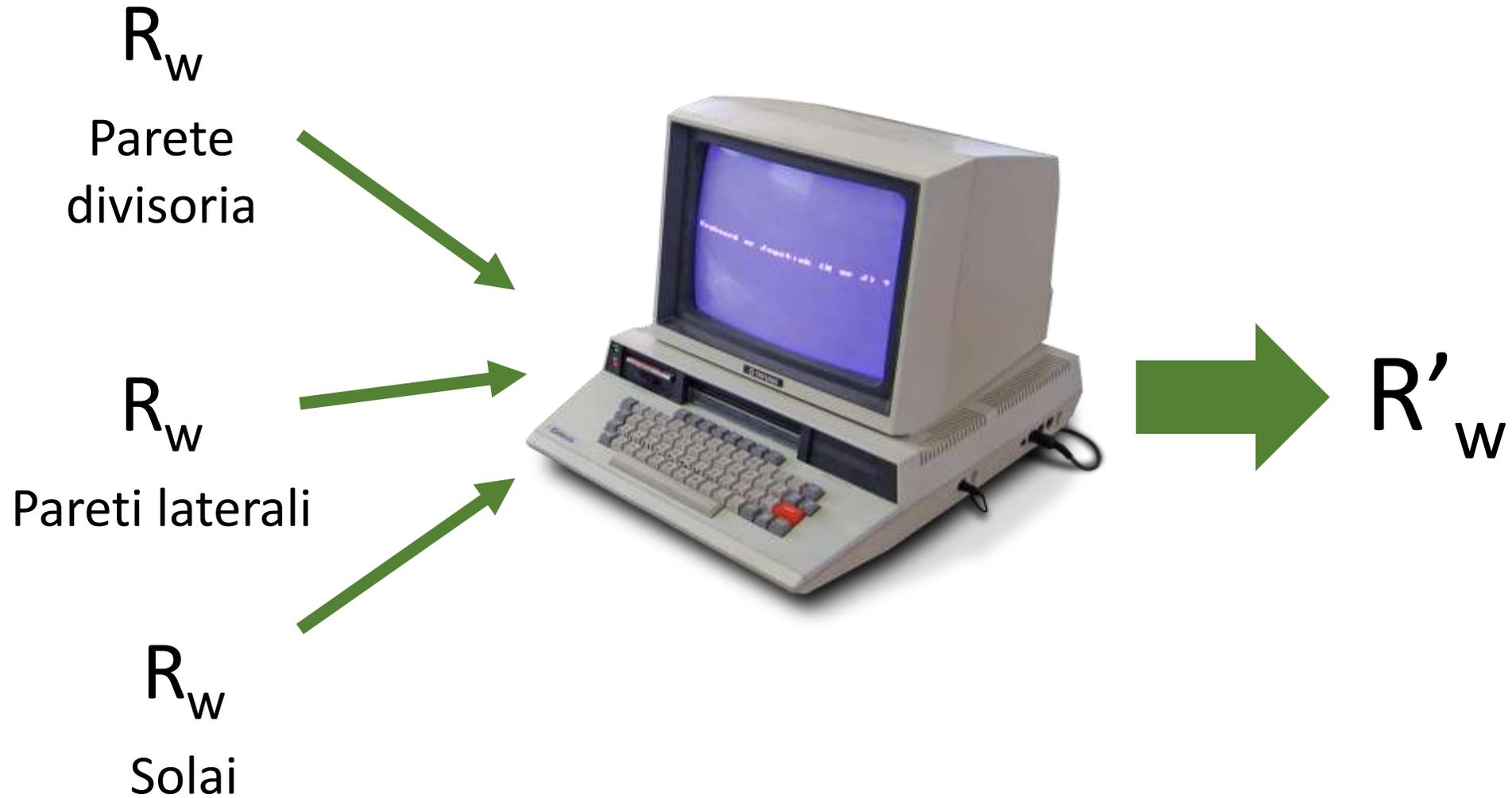
MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-1

$$R_{w,ij} = \frac{R_{w,i} + R_{w,j}}{2} + \Delta R_{w,ij} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_0 l_{ij}}$$

Sezione



MODELLO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354-1



COME DETERMINARE R_w

- Prove di laboratorio
- Calcoli analitici

R_w – CALCOLI ANALITICI

$$R_w = 20 \log (m')$$

Partizioni orizzontali e verticali (singole o doppie) con $m' > 80$ kg/mq. Nel caso di pareti doppie l'intercapedine deve essere priva di riempimento e di spessore uguale o minore di 5 cm.

$$R_w = 37,5 \log (m') - 42$$

Strutture di base monolitiche con $m' > 150$ kg/mq.

R_w – CALCOLI ANALITICI

Pareti a secco

Struttura singola: $R_w = 20 \log (m') + 10 \log (d) + e + 5$

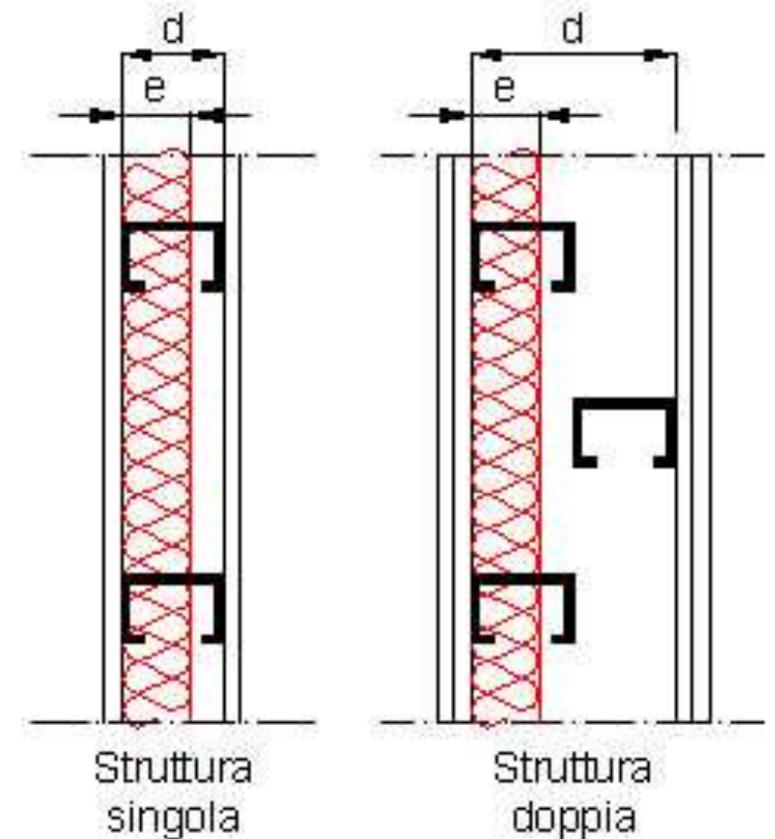
Struttura doppia: $R_w = 20 \log (m') + 10 \log (d) + e + 10$

d: intercapedine in cm

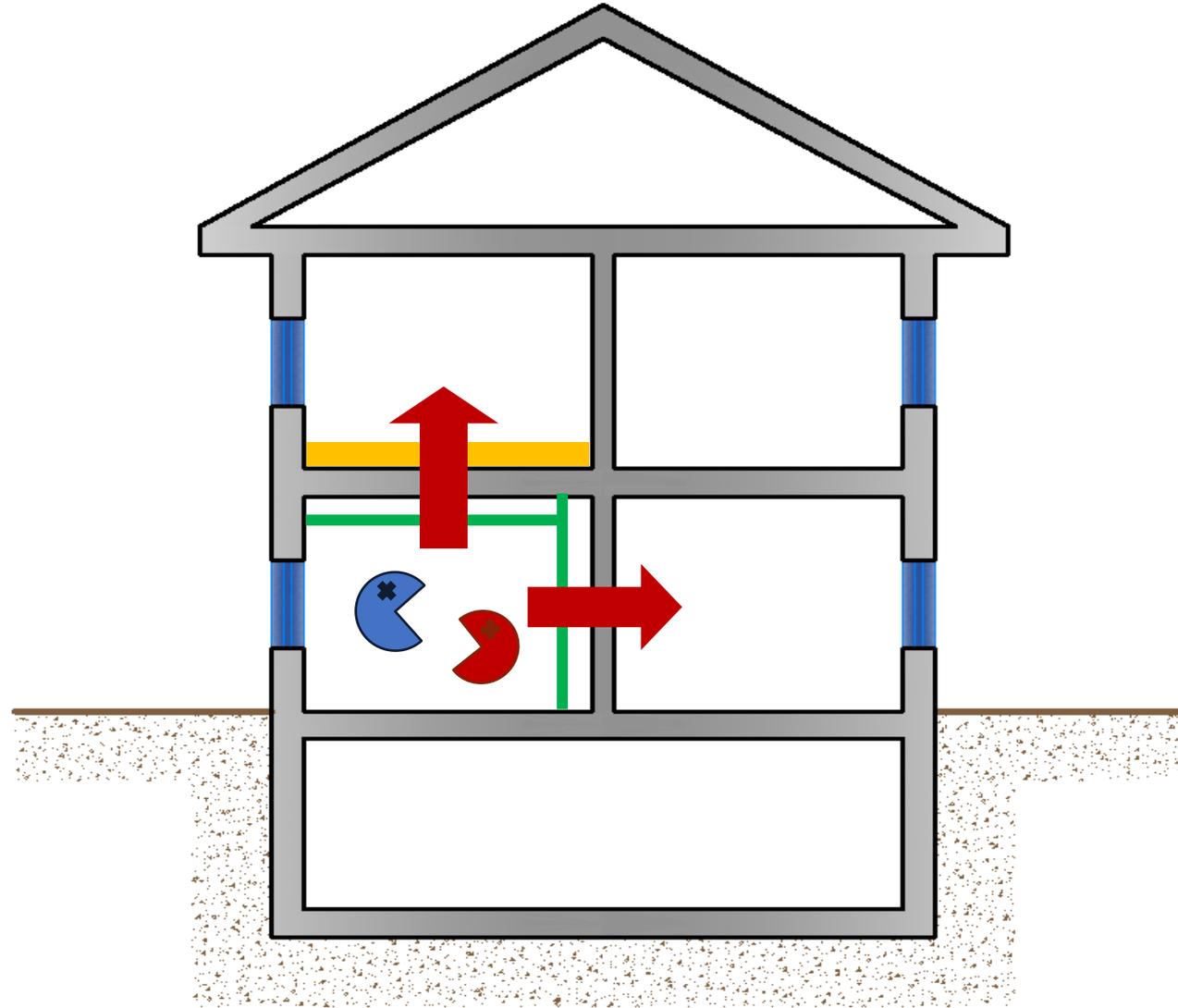
e: sp. pannello in fibra minerale in cm

Valida per:

$m' < 70 \text{ kg/mq}$ $d < 25 \text{ cm}$ $e < 6 \text{ cm}$



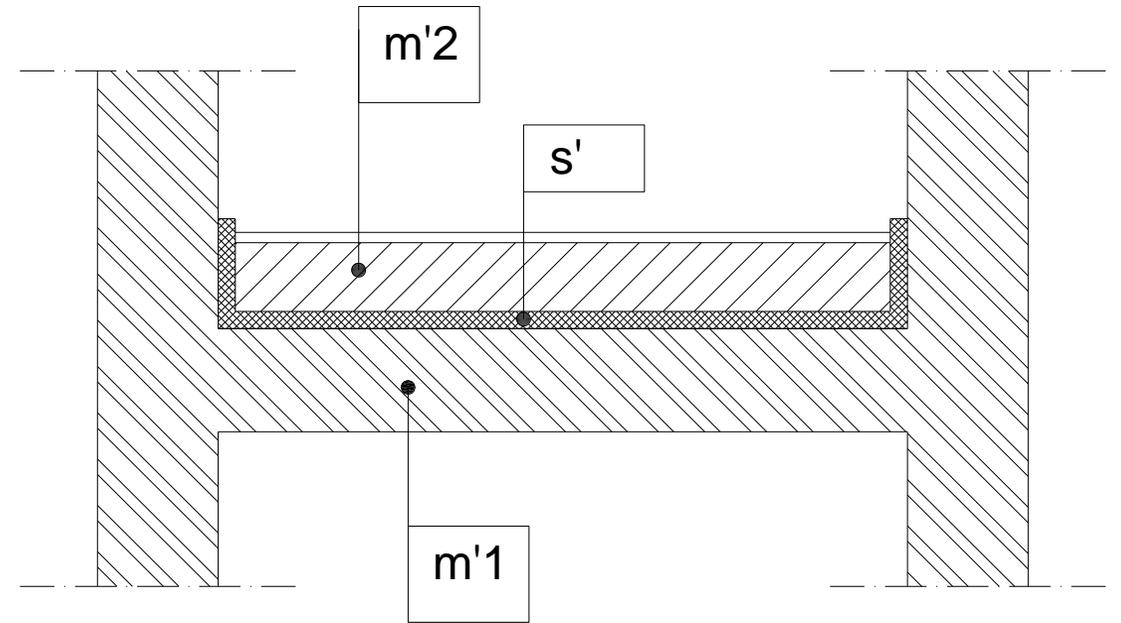
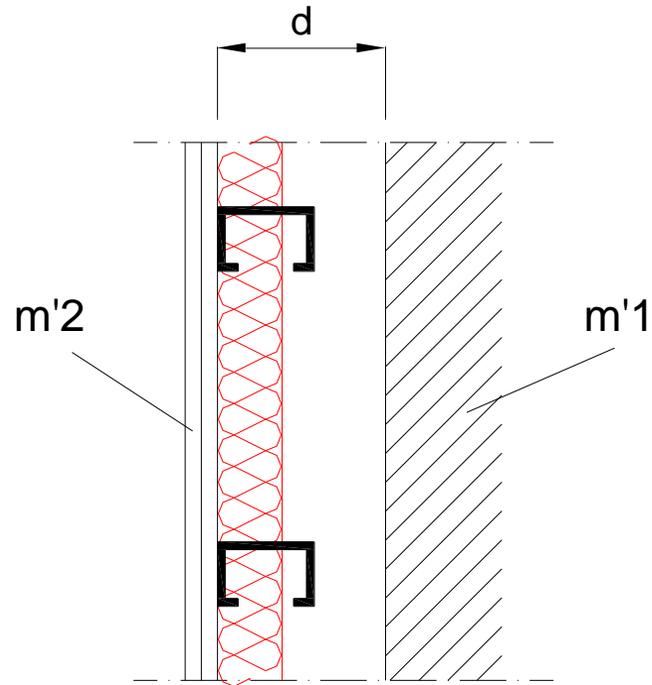
ΔR_w – INCREMENTO DI POTERE FONOISOLANTE



ΔR_w – INCREMENTO DI POTERE FONOLISOLANTE

Resonance frequency f_0 of the lining Hz	ΔR_w dB
$30 \leq f_0 \leq 160$	$74,4 - 20 \lg(f_0) - R_w/2$
200	- 1
250	- 3
315	- 5
400	- 7
500	- 9
630 to 1 600	- 10
$1\ 600 \leq f_0 \leq 5\ 000$	- 5

ΔR_w – INCREMENTO DI POTERE FONOISOLANTE



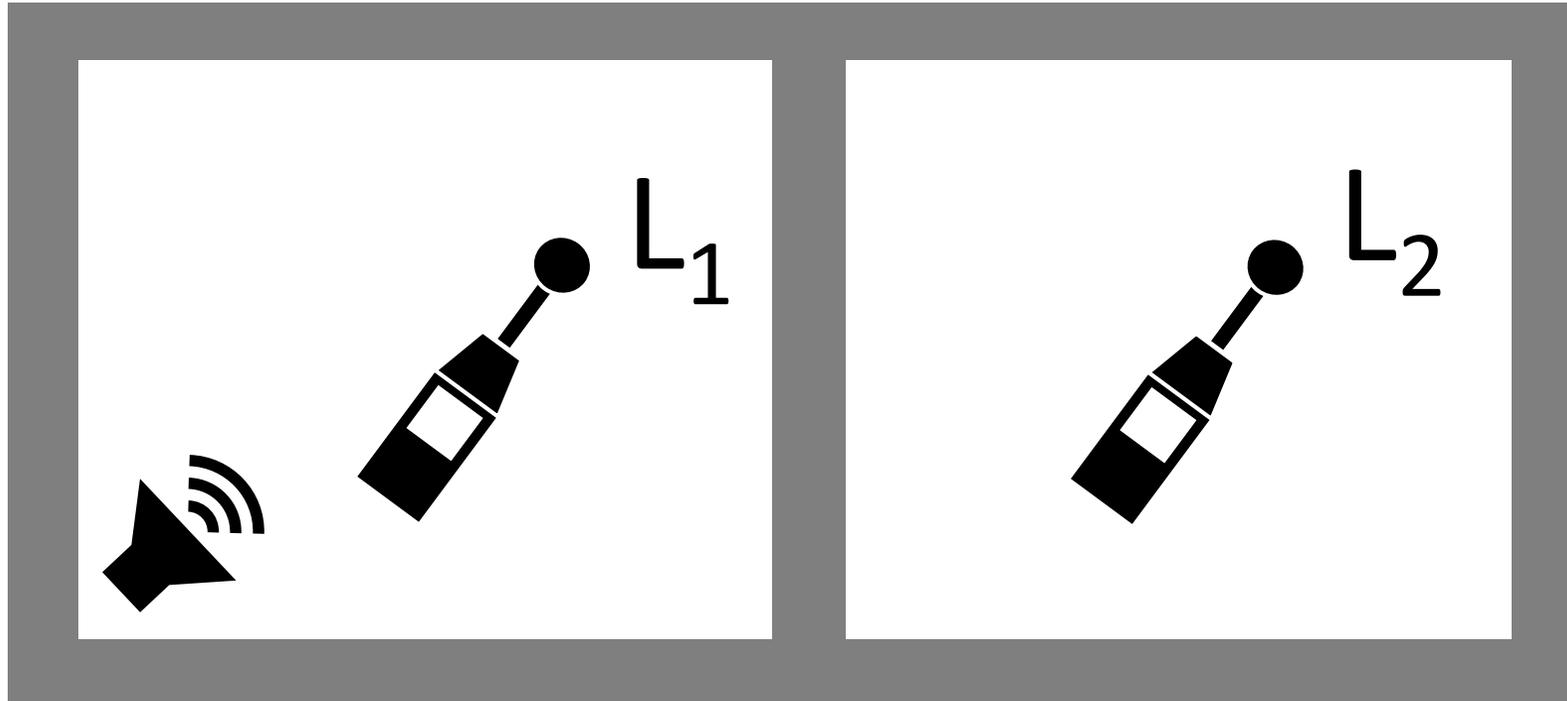
$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{0,111}{d} \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

Misure in opera

UNI EN ISO 16283-1

Misura potere fonoisolante apparente: R'



$$R' = (L_1 - L_2) + 10 \log \frac{S \cdot T_{ric}}{0,16 \cdot V_{ric}}$$

Sorgente omnidirezionale

2 posizioni sorgente (omnidirezionale)

Rumore rosa o bianco

Distanze:

- Tra sorgenti $\geq 1,4 \text{ m}$
- Sorgente e microfono $\geq 1 \text{ m}$
- Sorgente e pareti $\geq 0,5 \text{ m}$
- Sorgente e partizione da esaminare $\geq 1 \text{ m}$ (anche solaio!)



Tecniche di misura

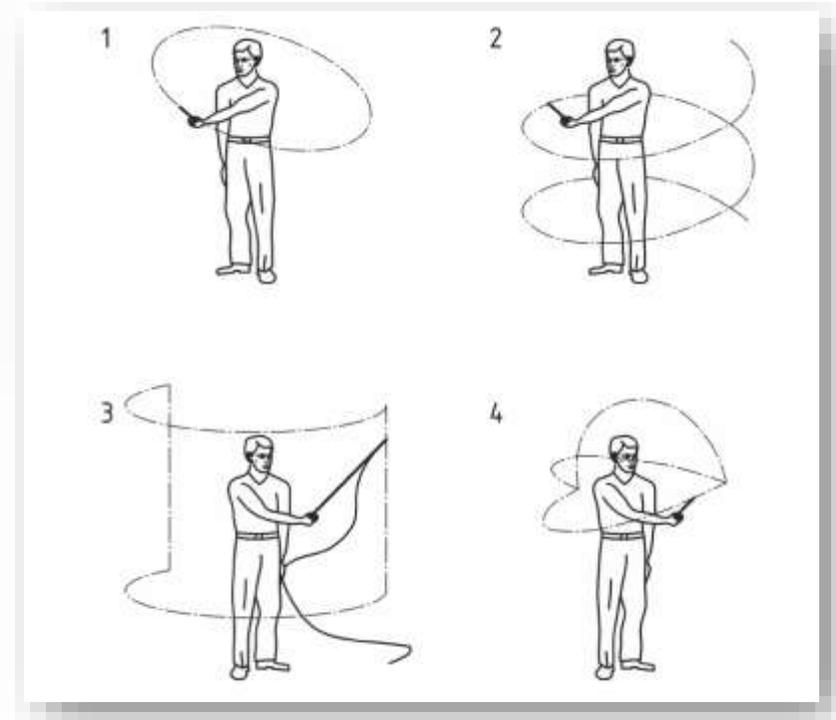
MICROFONO FISSO

- Su treppiede
- Impugnatura manuale



MICROFONO MOBILE

- Movimento continuo meccanizzato
- Scansione manuale



Distanze minime e numero misure

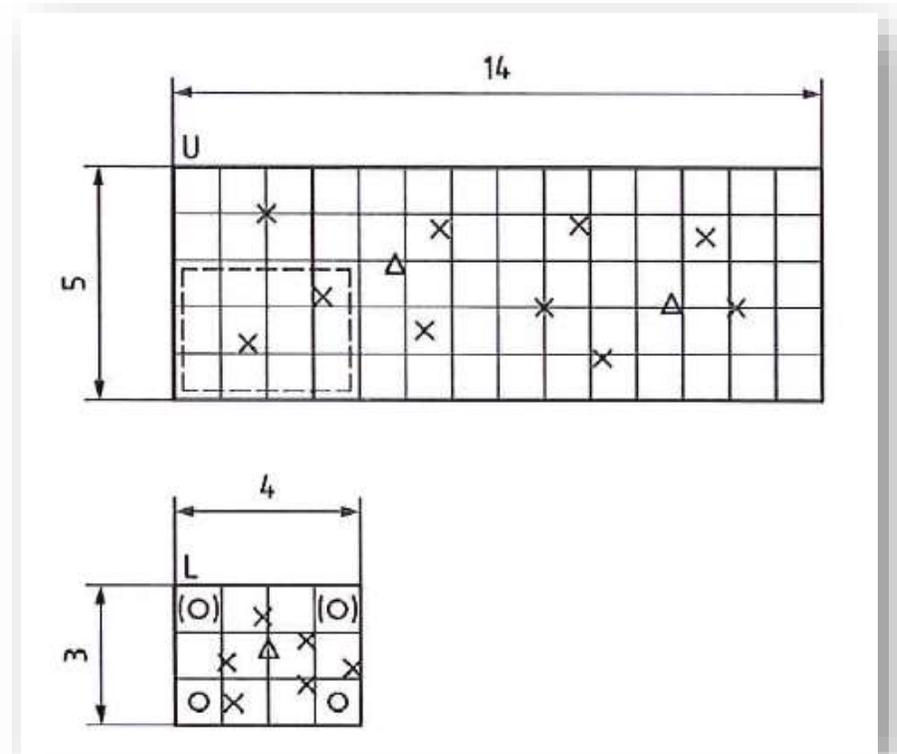
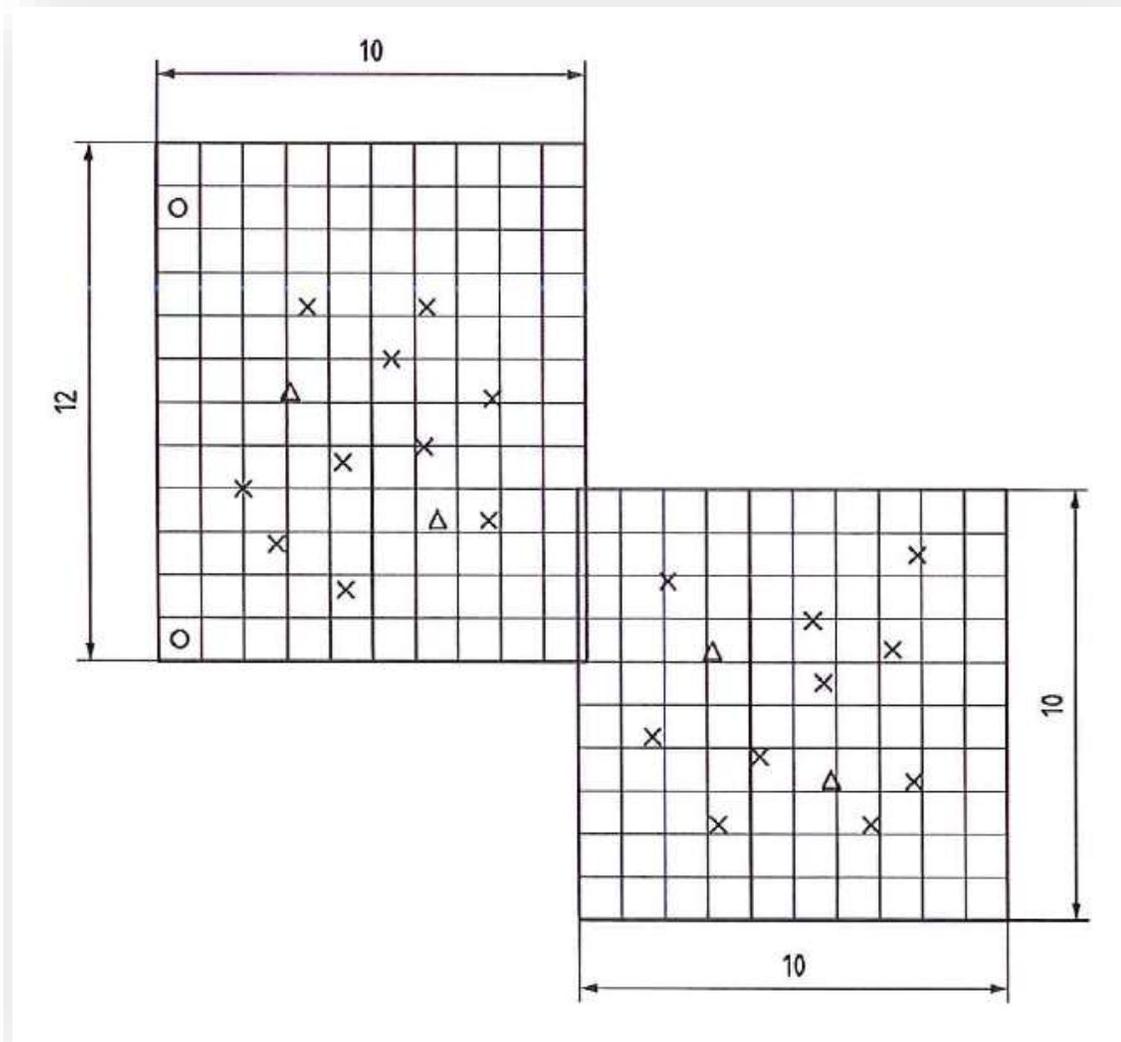
Distanze:

- Busto/microfono almeno un braccio
- Tra microfoni $> 0,7$ m
- Microfono/parete $> 0,5$ m

N° misure (per ogni posizione sorgente) :

- **MICROFONO FISSO: 10 (5+5)**
- **MICROFONO MOBILE: 2 (1+1)**

Appendice D



ACUSTICA DEL COMFORT

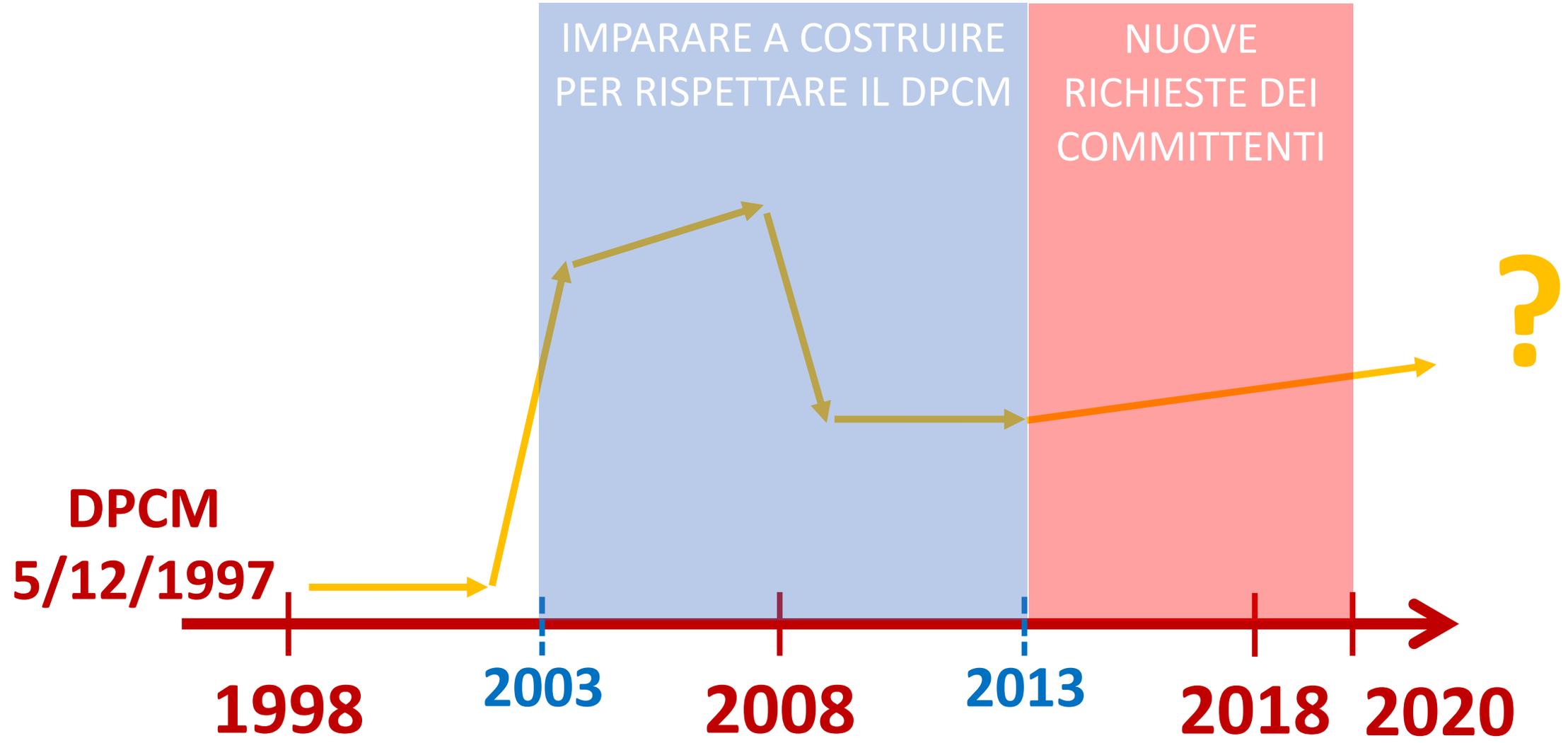
**Se rispetto i limiti di legge
ottengo comfort acustico?...**



ISOLAMENTO ACUSTICO



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



PROSPETTIVE FUTURE...



Superbonus
110%

SOLUZIONI TECNOLOGICHE

QUALI SOLUZIONI HAI UTILIZZATO?



SONDAGGIO
ANIT

Ing. Matteo Borghi



Soluzioni tradizionali e sistemi a basso spessore: come si evolve la tecnologia di materiali e soluzioni per dare una risposta efficace alle esigenze del mercato

Dott. Eugenio Canni Ferrari



Seminario di approfondimento

9 giugno – ore 14.45

Banca dati Software ANIT

Download [A QUESTO LINK](#)





Grazie per l'attenzione
www.anit.it