



# Teoria e pratica dell'acustica edilizia

Parte 1: L'evoluzione delle tecnologie costruttive per l'isolamento dei solai

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.



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



**SOFTWARE**



**GUIDE**



**CHIARIMENTI**



**NEO EUBIOS**



**SOFTWARE di calcolo completi**  
**(Legge10, APE, ponti termici, acustica)**  
**Servizi validi per 12 mesi**



**Socio individuale**



**Socio individuale Più**

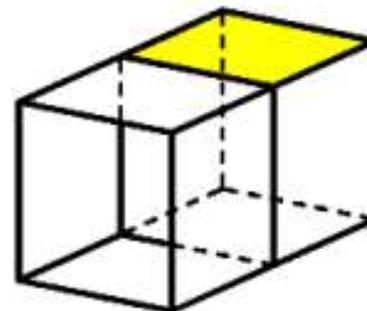
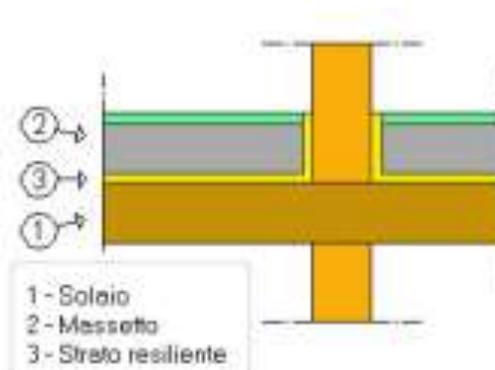
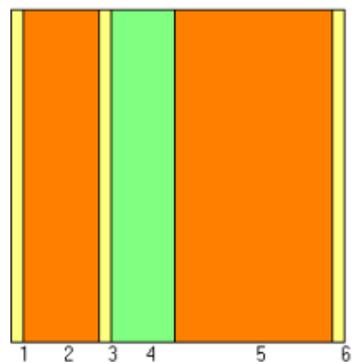


## SOFTWARE PER I SOCI ANIT



Requisiti acustici  
passivi e  
classificazione acustica

UNI EN ISO 12354:2017





## GUIDA BONUS 110%

GUIDA ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

15 Ottobre 2020



Questa guida è aggiornata alla data sopra indicata.  
Verificate sul [SITO.ANIT](http://SITO.ANIT) la presenza di versioni più recenti.

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.



## EFFICIENZA E CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI Regole nazionali

GUIDA ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

Gennaio 2019



Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.



## ACUSTICA EDILIZIA Legislazione per nuovi edifici e ristrutturazioni Detrazioni fiscali e Classificazione acustica

GUIDA ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

Aprile 2021



Questa guida è aggiornata alla data sopra indicata.  
Verificate sul [SITO.ANIT](http://SITO.ANIT) la presenza di versioni più recenti.

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza autorizzazione scritta.

[www.anit.it](http://www.anit.it)

Associazione Nazionale per  
l'Isolamento Termico e Acustico

[Diventa Socio](#)



# ANIT RISPONDE

[www.anit.it/anit-risponde/](http://www.anit.it/anit-risponde/)

## 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](#)

ANIT RISPONDE è una sezione del sito ANIT dedicata a sintesi e chiarimenti sui temi dell'efficienza energetica e del comfort acustico. I contenuti delle pagine possono subire variazioni a seguito di modifiche nella normativa di riferimento o di segnalazioni dei soci ANIT. Le informazioni sono da ritenersi comunque indicative e, in particolare per gli aspetti legislativi, è sempre necessario riferirsi anche ai documenti ufficiali.

## 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](http://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 dei solai

**Ing. Matteo Borghi**

## **Soluzioni tecnologiche**

L'isolamento acustico nell'ottica del Sistema Pavimento: soluzioni performanti e integrate per i sistemi sottomassetto e sottopavimento.

Le soluzioni di oggi e le possibilità di domani

**Dott. Eugenio Canni Ferrari**

## **DIBATTITO**

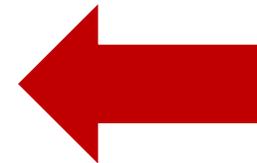
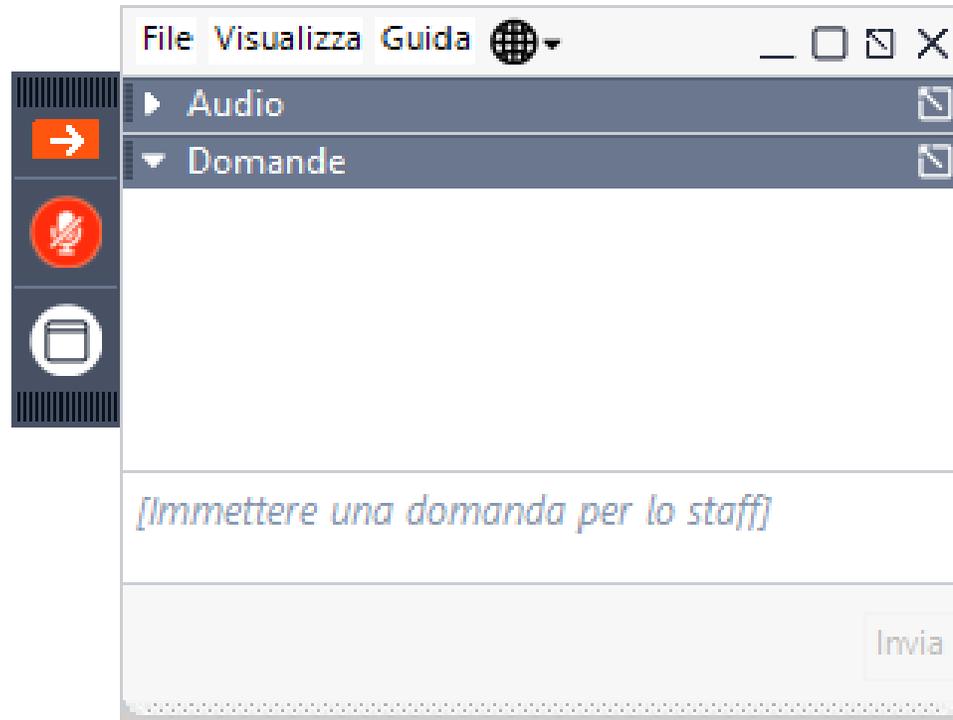
## CFP

<b>Architetti</b>	<b>NO CFP</b>
<b>Ingegneri</b>	<b>2 CFP</b>
<b>Geometri</b>	<b>1 CFP (*)</b>
<b>Periti industriali</b>	<b>NO CFP</b>

**NB: Presenza all'intero evento**

(\*) Evento accreditato dal Collegio di Cremona

# DOMANDE



# TI OCCUPI DI ACUSTICA?



SONDAGGIO  
**ANIT**

Ing. Matteo Borghi



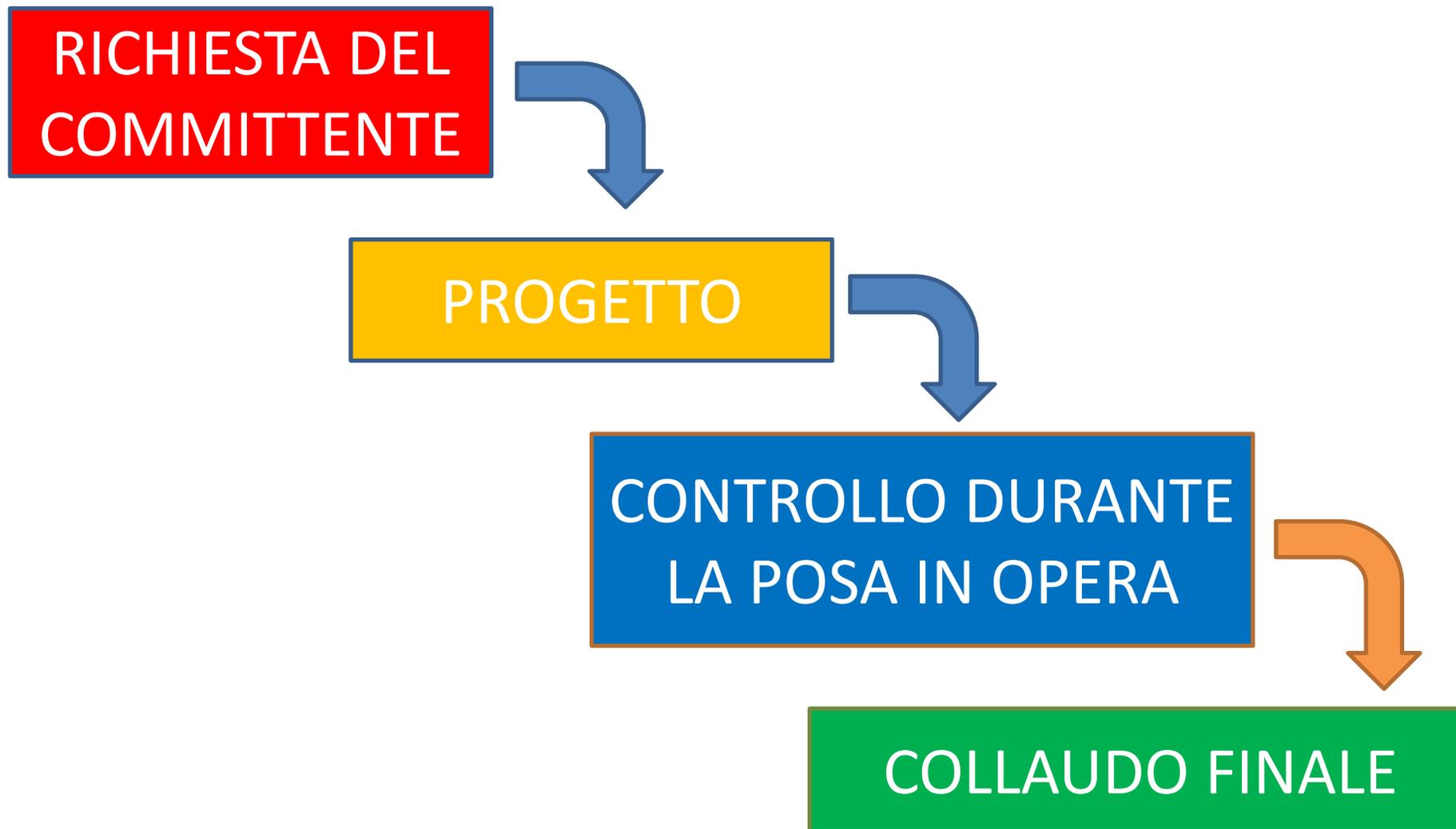
# Dai limiti di legge all'acustica del comfort

Prescrizioni normative, modelli di calcolo e misure in opera per l'isolamento dei solai

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.

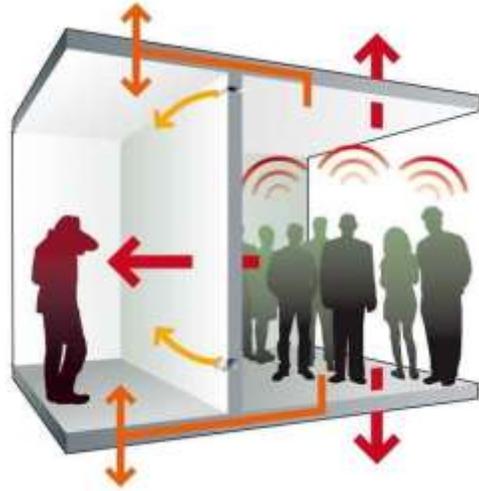
# ACUSTICA EDILIZIA: Come raggiungere l'obiettivo?



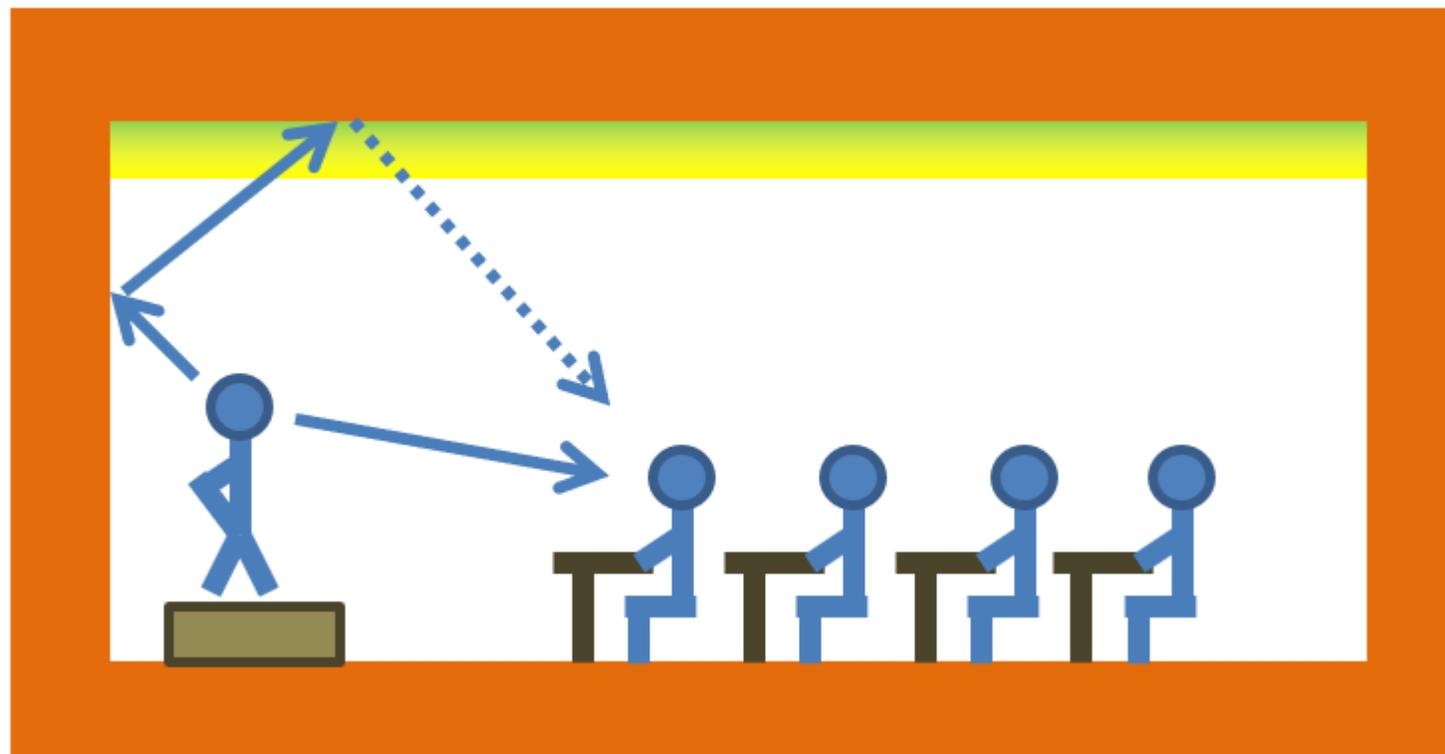
---

# LIMITI DI LEGGE

# ISOLAMENTO ACUSTICO



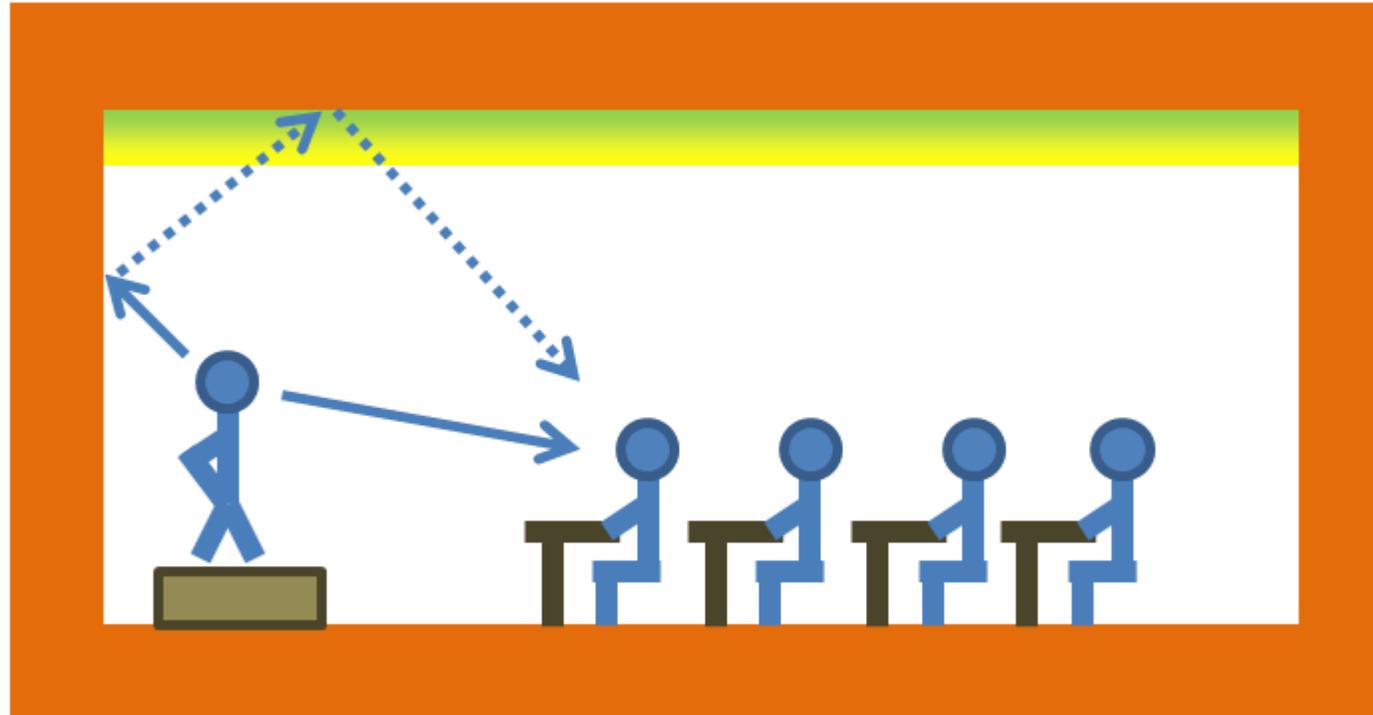
# ASSORBIMENTO ACUSTICO



# LIMITI DI LEGGE: DPCM 5-12-1997

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

## LIMITI DI LEGGE: DPCM 5-12-1997



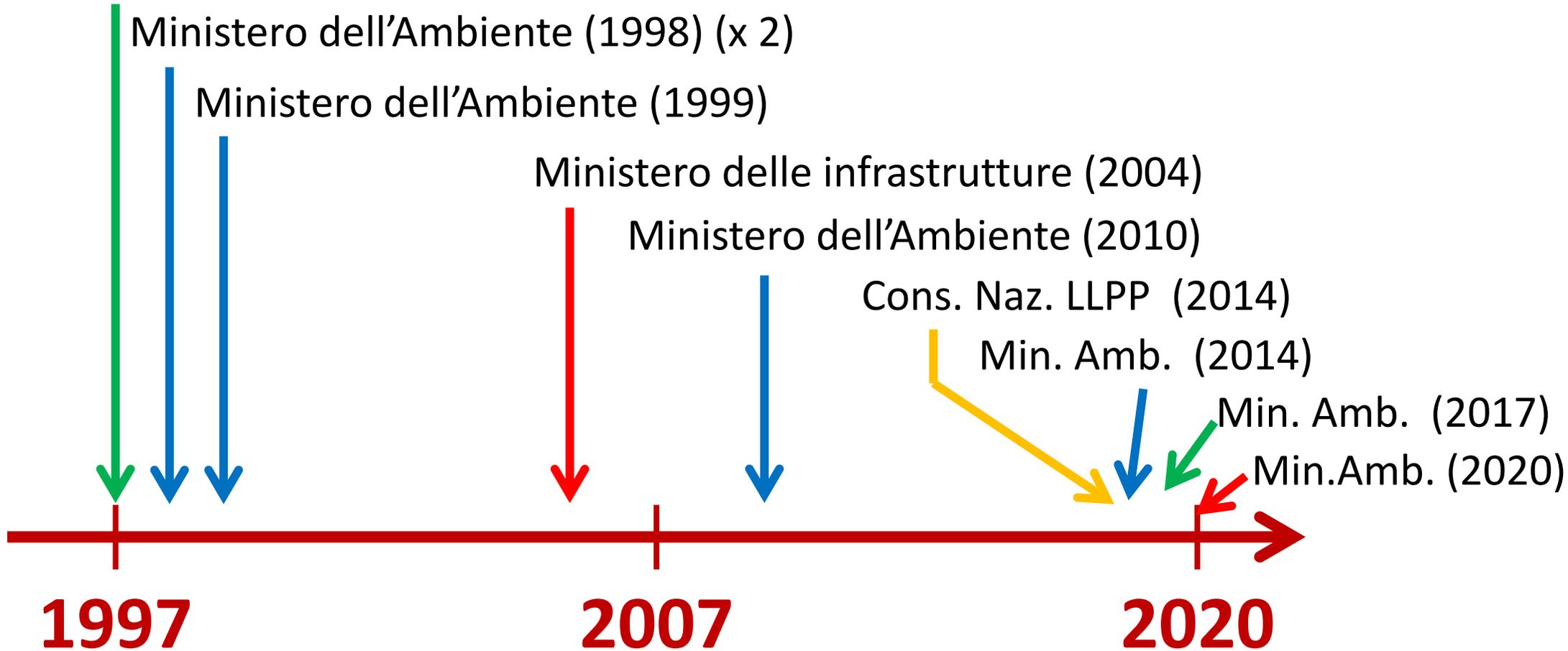
Aule scolastiche:  $T \leq 1.2$  secondi

Palestre scolastiche:  $T \leq 2.2$  secondi

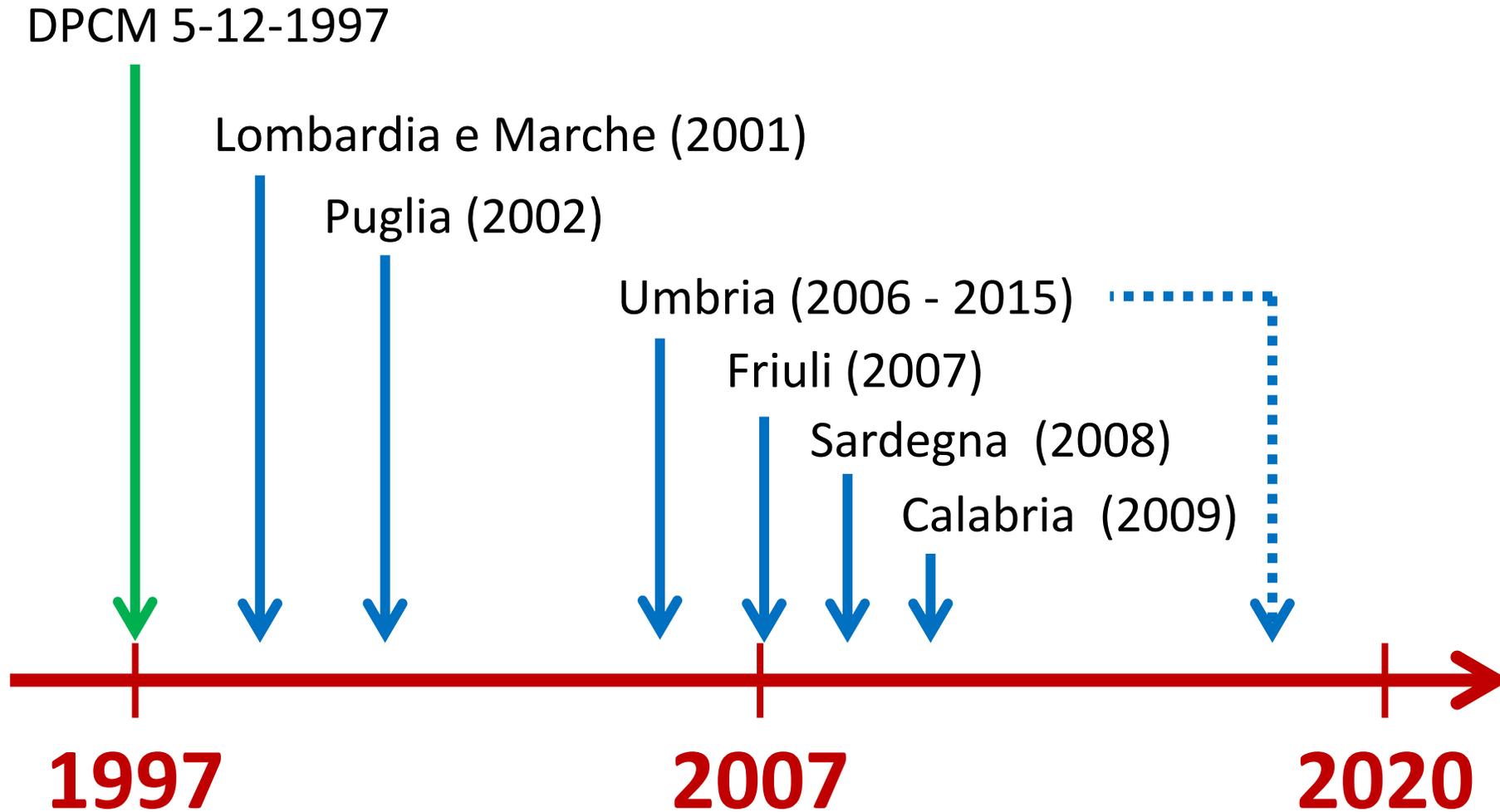
**1967**

# CIRCOLARI DI CHIARIMENTO

DPCM 5-12-1997

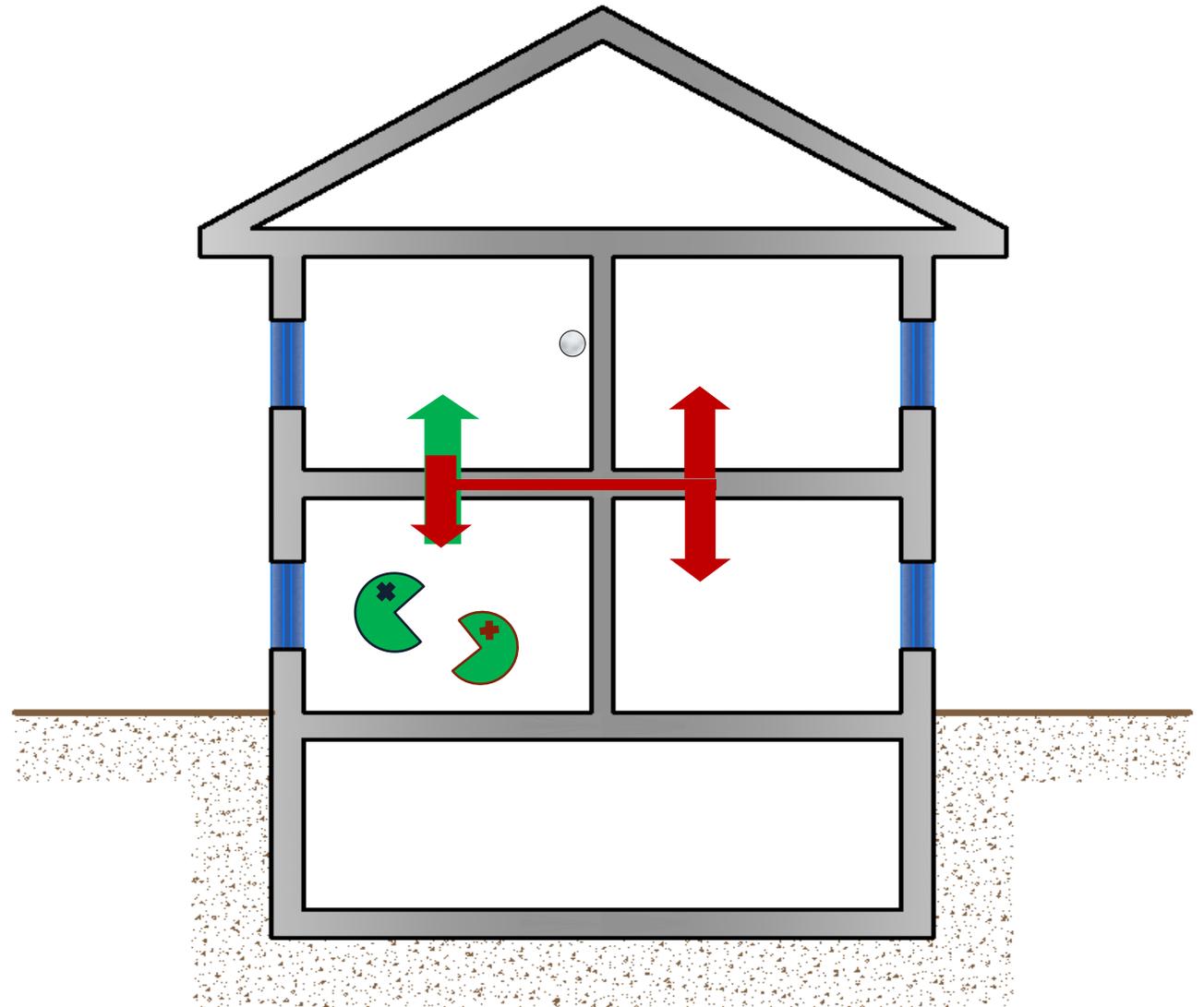


# LEGGI REGIONALI



## LIMITI DI LEGGE: Solai

Destinazione d'uso	Pareti e solai tra U.I.	Rumore da calpestio
	$R'_w$	$L'_{nw}$
Ospedali, cliniche, case di cura	$\geq 55$	$\leq 58$
Residenze, alberghi, pensioni	$\geq 50$	$\leq 63$
Scuole a tutti i livelli	$\geq 50$	$\leq 58$
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	$\geq 50$	$\leq 55$



# CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

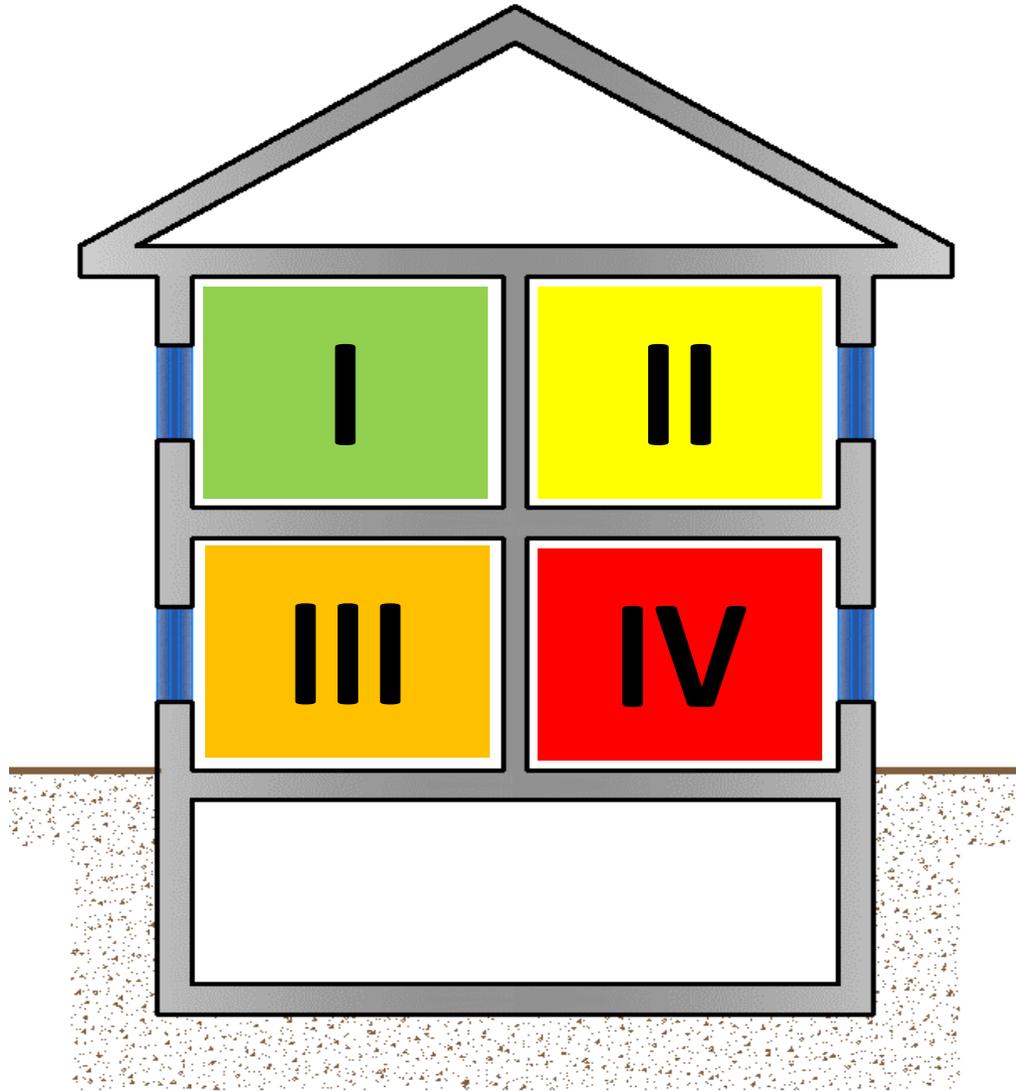
DPCM 5-12-1997



UNI 11367  
Classificazione acustica  
(2010)



# CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

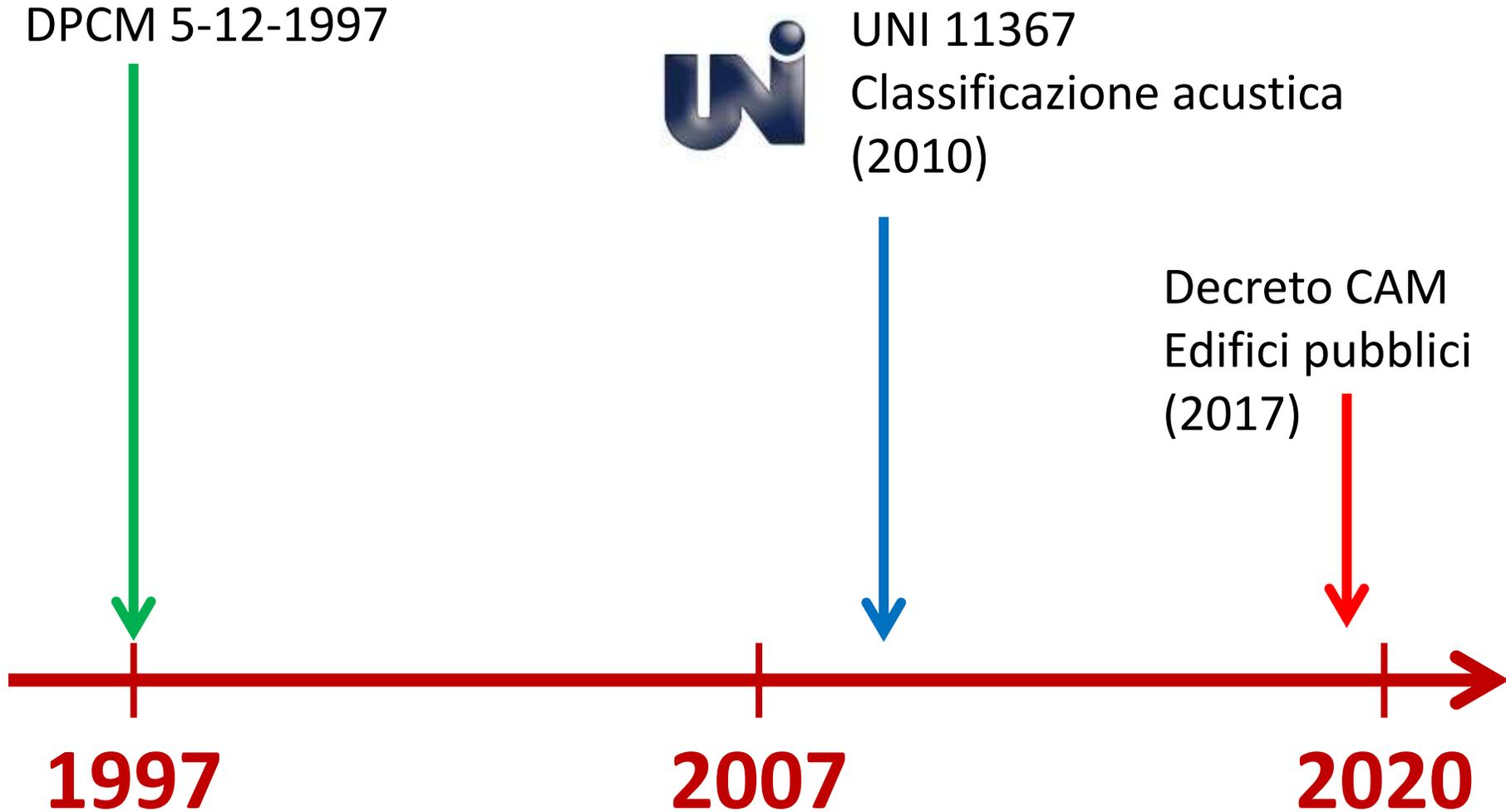


Classe acustica	Prestazioni attese
I	Molto buone
II	Buone
III	Di base
IV	Modeste

# CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

<b>CLASSE</b>	Indice del potere fonoisolante apparente <b><math>R'_w</math></b>	Indice dell'isolamento acustico delle facciate <b><math>D_{2mnTw}</math></b>	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai <b><math>L'_{nw}</math></b>	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo <b><math>L_{id}</math></b>	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo <b><math>L_{ic}</math></b>
<b>I</b>	<b><math>\geq 56</math></b>	<b><math>\geq 43</math></b>	<b><math>\leq 53</math></b>	<b><math>\leq 30</math></b>	<b><math>\leq 25</math></b>
<b>II</b>	<b><math>\geq 53</math></b>	<b><math>\geq 40</math></b>	<b><math>\leq 58</math></b>	<b><math>\leq 33</math></b>	<b><math>\leq 28</math></b>
<b>III</b>	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\geq 37</math></b>	<b><math>\leq 63</math></b>	<b><math>\leq 37</math></b>	<b><math>\leq 32</math></b>
<b>IV</b>	<b><math>\geq 45</math></b>	<b><math>\geq 32</math></b>	<b><math>\leq 68</math></b>	<b><math>\leq 42</math></b>	<b><math>\leq 37</math></b>

# CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

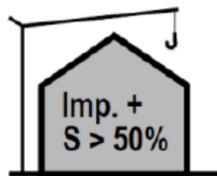


# DECRETO CAM (DM 11-10-2017): Allegato 2

## Capitolo 2.3.5 “Qualità ambientale interna”

Riguarda:

- interventi di **nuova costruzione**, (inclusa demolizione e ricostruzione),
- interventi di **ristrutturazione importante di primo livello**.



### Ristrutturazioni importanti di primo livello (All. 1 Art. 1.4.1)

La ristrutturazione prevede contemporaneamente:

- un intervento che interessa l’involucro edilizio con un’incidenza  $> 50\%$  della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio <sup>(2)</sup>;
- la ristrutturazione dell’impianto termico <sup>(3)</sup> per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all’intero edificio.

## DECRETO CAM (DM 11-10-2017): Allegato 2

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della **Classe II** ai sensi della norma UNI 11367.

Classe Acustica	Indici di valutazione					Alberghi	
	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$R'_w$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]	$L_{ic}$ [dBA]	$L_{id}$ [dBA]	$D_{nT,w}$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]
I	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$	$\geq 56$	$\leq 53$
II	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$	$\geq 53$	$\leq 58$
III	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$
IV	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$	$\geq 45$	$\leq 68$

**NB: Restano in vigore ANCHE  
le prescrizioni del DPCM 5-12-1997**

## DECRETO CAM (DM 11-10-2017): Allegato 2

Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di “prestazione superiore” riportato nel prospetto A.1 dell’Appendice A della norma 11367.

Appendice A – Prospetto A1 – Ospedali e scuole	Prestazione superiore [dB]
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 (DM 11-10-2017): Allegato 2

I professionisti incaricati, ciascuno per le proprie competenze, devono dare evidenza del **rispetto dei requisiti**, sia in **fase di progetto iniziale** che in **fase di verifica finale della conformità**, consegnando rispettivamente un **progetto acustico** e una **relazione di collaudo** redatta tramite misure acustiche in opera, ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444 e UNI 11532:2014 o norme equivalenti che attestino il raggiungimento della classe acustica qui richiesta.



---

# **ACUSTICA E RISTRUTTURAZIONI**

---

**Sono «obbligato» a rispettare  
limiti di acustica?**



# Legge Regionale n. 13 / 2001 – Art. 7 (rev 2020)

## Norme in materia di inquinamento acustico

### Art. 7 - Requisiti acustici degli edifici



1. 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.
2. I progetti relativi a **nuove costruzioni**, ~~al termine della fase sperimentale di cui al comma 5,~~ devono essere corredati da **valutazione e dichiarazione da parte di tecnico competente in acustica ambientale che attesti il rispetto dei requisiti acustici** di cui al comma 1.

# CIRCOLARE Luglio 2020

## Applicabilità DPCM 5.12.1997 per interventi circoscritti a singola UI in edificio composto da più appartamenti



[...] Nel caso di edifici realizzati precedentemente all'entrata in vigore del DPCM la **ristrutturazione parziale degli elementi di separazione** tra unità immobiliari differenti e contermini **può essere derogata dall'applicazione del decreto.**

[...] Nel caso di **ristrutturazione parziale** va comunque assicurato il **miglioramento, o quantomeno il mantenimento, dei requisiti acustici passivi preesistenti** degli elementi sui quali si interviene, anche se in deroga ai valori limite normativi.

Nel caso di **ristrutturazione totale degli elementi di separazione** tra UI differenti e contermini, o nel caso di **realizzazione di nuovi elementi**, (ad es. frazionamento di UI), ad essi **si applica il richiamato decreto**, anche qualora l'edificio sia stato realizzato precedentemente all'entrata in vigore dello stesso.

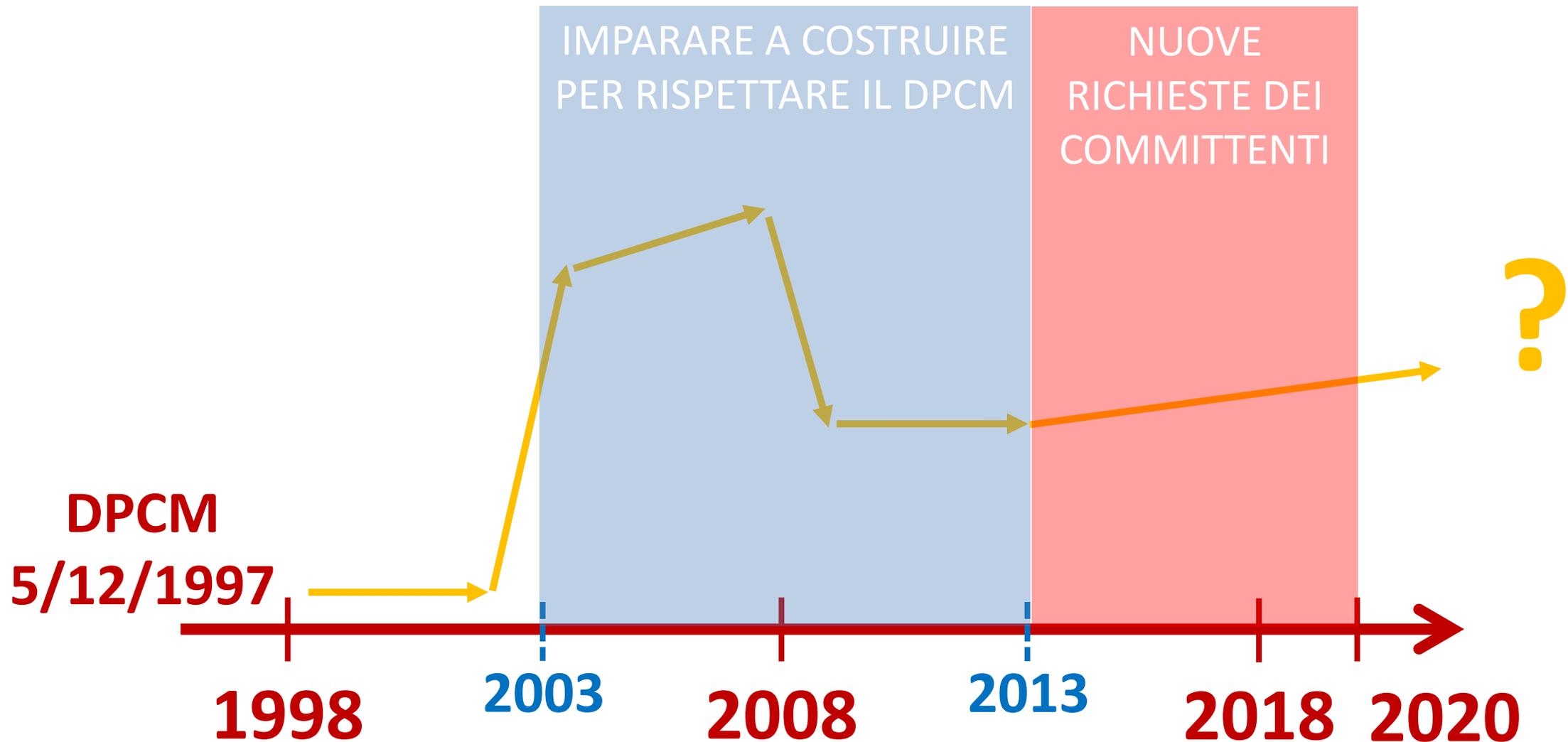
# STRUMENTI PER I SOCI ANIT



---

# ACUSTICA DEL COMFORT

# COME È CAMBIATO «L'INTERESSE» PER L'ACUSTICA?



---

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



## PROSPETTIVE FUTURE...

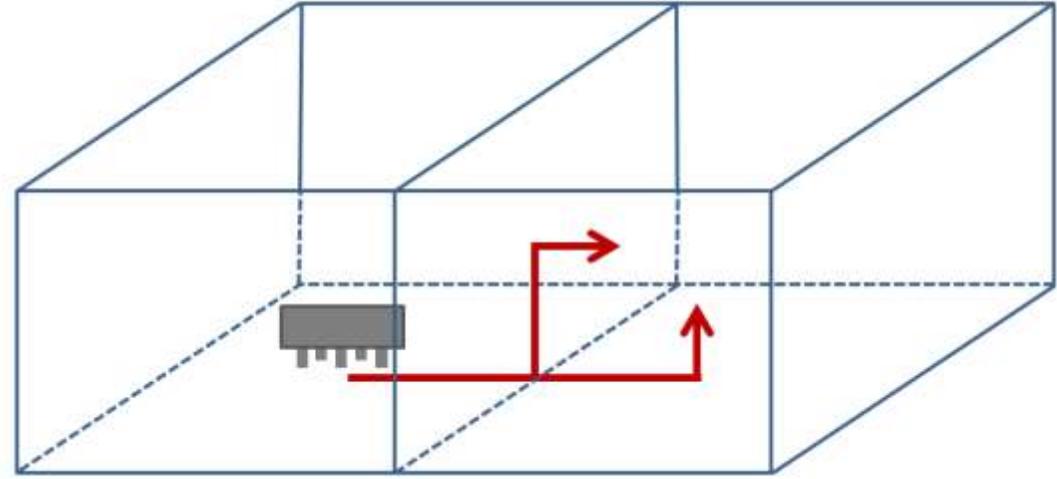
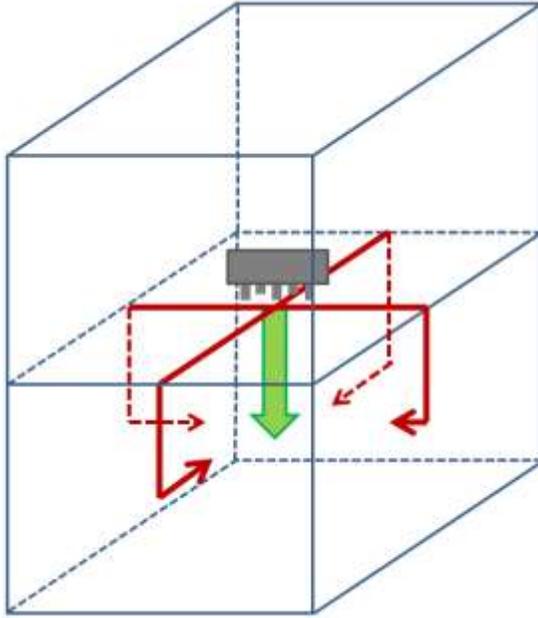


**Superbonus**  
**110%**

---

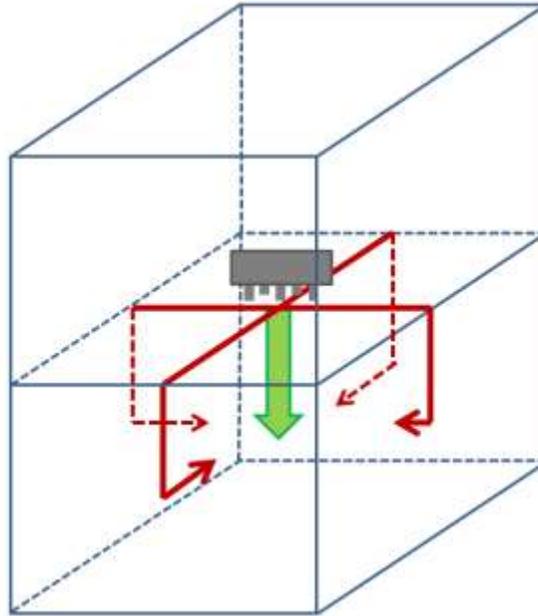
**ACUSTICA DEI SOLAI**  
**Modelli di calcolo**  
**UNI EN ISO 12354-2**

## UNI EN ISO 12354 – Parte 2



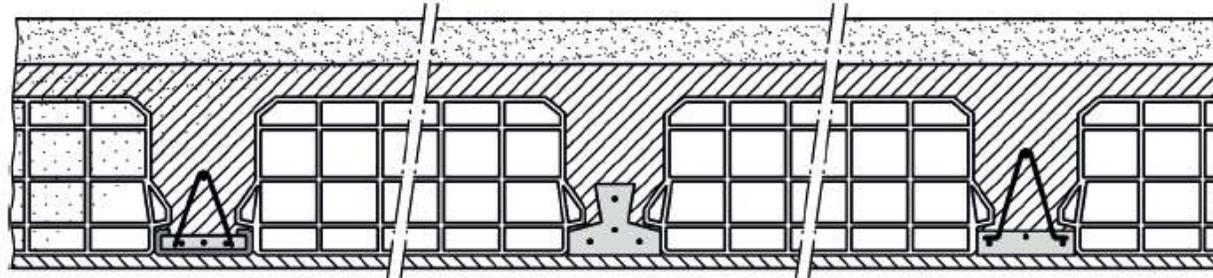
$$L'_n = \left( 10 \lg \left( 10^{L_{n,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij}/10} \right) \right) \text{dB}$$

## UNI EN ISO 12354-2: Percorso diretto



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

## UNI EN ISO 12354-2: Calcolo $L_{n,eq,0,w}$



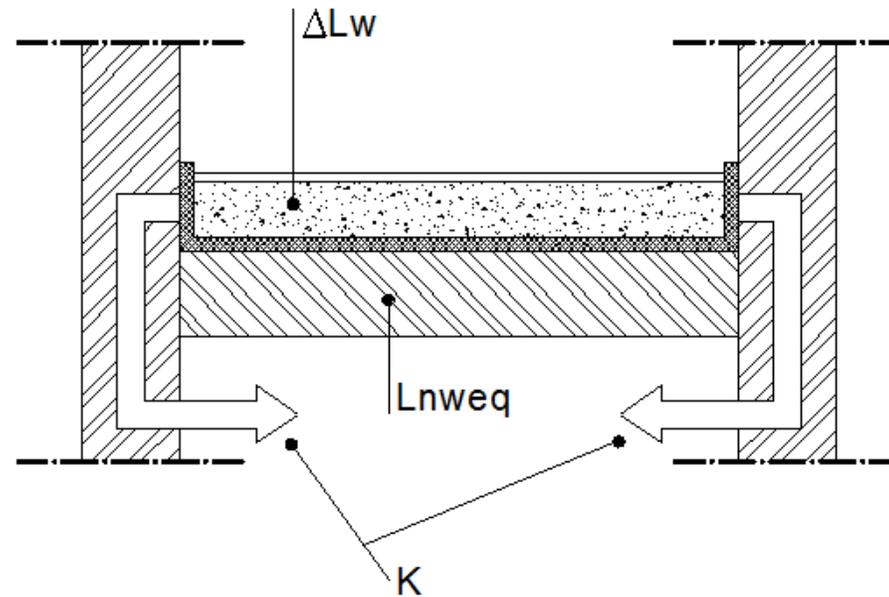
$$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \log \frac{m'}{1}$$

Solai omogenei

$$L_{n,eq,0,w} = 160 - 35 \log \frac{m'}{1}$$

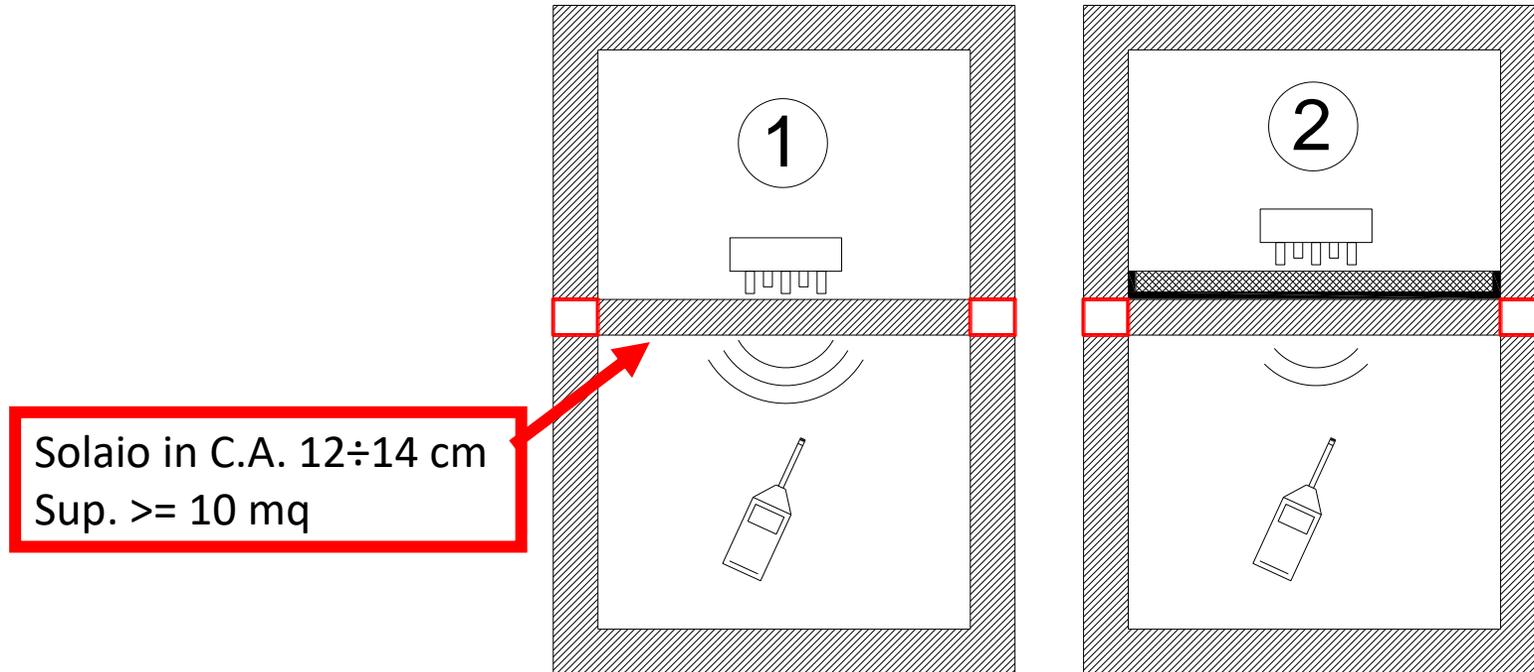
Solai in laterocemento con cappa  
in CLS alleggerito

## UNI EN ISO 12354-2: Calcolo $\Delta L_w$



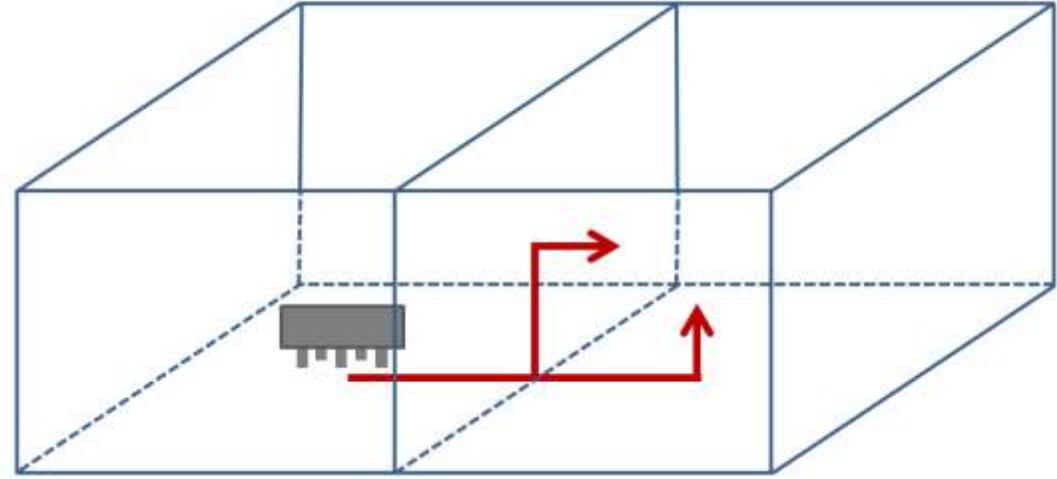
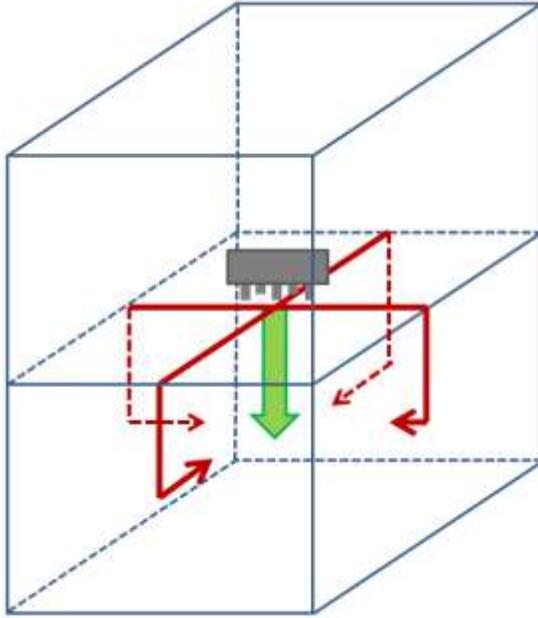
$$\Delta L_w = 13 \log(m') - 14,2 \log(s') + 20,8$$

## UNI EN ISO 12354-2: Misura $\Delta L_w$ (UNI EN ISO 10140)



1. Livello di rumore da calpestio del solaio senza rivestimento
2. Livello di rumore da calpestio del solaio rivestito con l'elemento da analizzare
3.  $\Delta L_w$  si ricava dalla differenza tra le misure

## UNI EN ISO 12354-2: Percorsi laterali

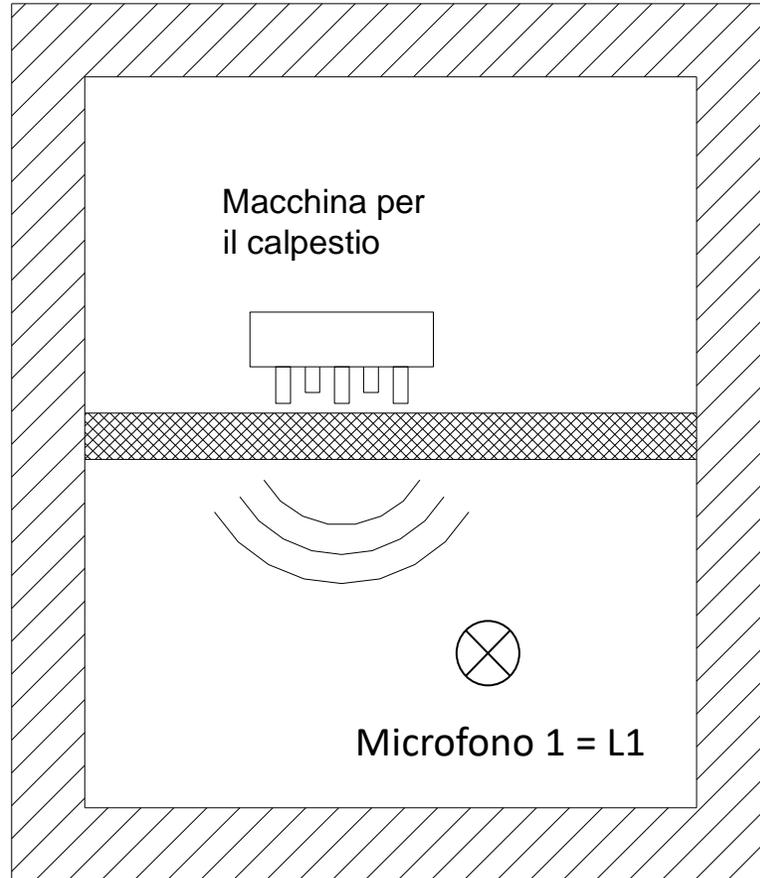


$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - \left( 10 \lg \frac{S_i}{l_0 l_{ij}} \right) \text{dB}$$

---

**ACUSTICA DEI SOLAI**  
**Misure in opera**  
**UNI EN ISO 16283-2**

## UNI EN ISO 16283-2: Misure in opera



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



## UNI EN ISO 16283-2: Sorgente normalizzata

- 5 martelli con interasse 100 ( $\pm 3$ ) mm
- La massa di ciascun martello 500 ( $\pm 12$ ) g
- martello cilindrico diametro 30 ( $\pm 0,2$ ) mm.
- Superficie d'impatto forma sferica con raggio di curvatura di 500 ( $\pm 100$ ) mm
- **Peso max 25 kg**



## UNI EN ISO 16283-2: Generazione del campo sonoro

- Almeno 4 posizioni sul pavimento
- Distanza macchina/pareti  $> 0,5$  m.
- $45^\circ$  rispetto all'asse delle travi.



# UNI EN ISO 16283-2: tecniche di misura

## MICROFONO

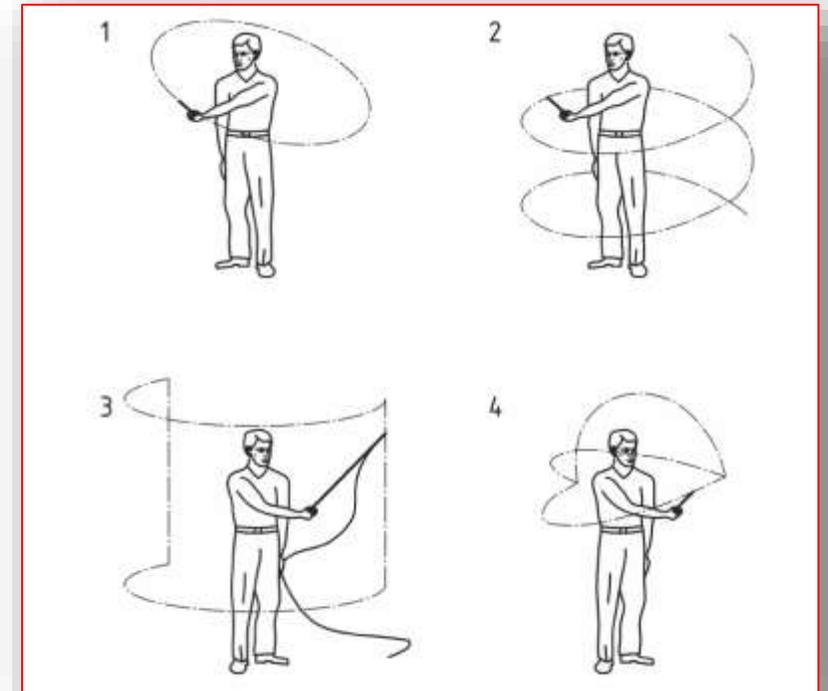
- FISSO

- su treppiede
- a impugnatura manuale



- MOBILE

- Movimento continuo meccanizzato
- Scansione manuale



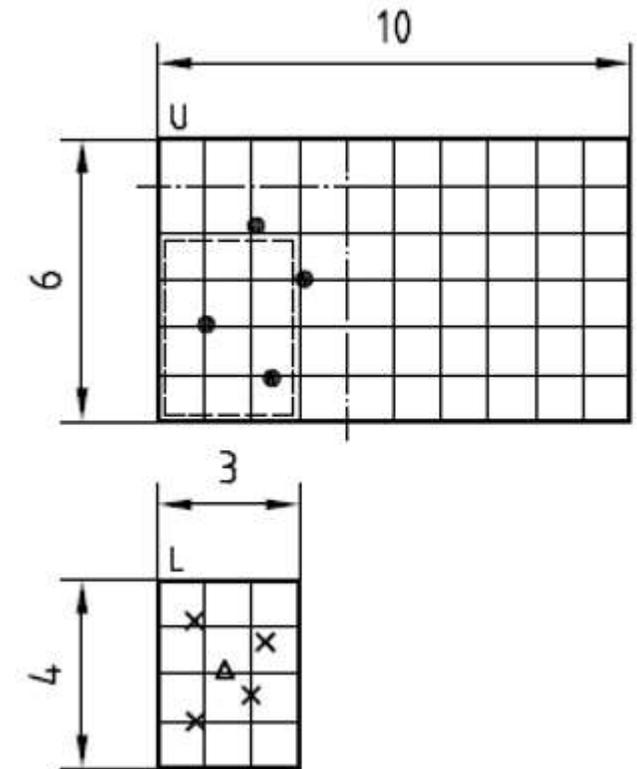
# UNI EN ISO 16283-2: distanze minime e numero misure

## Distanze

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

## Numero misure (microfono su treppiede)

- 4 posizione macchina: min 2 misure per ogni posizione sorgente
- 6 posizione macchina: min 1 misura per ogni posizione sorgente



---

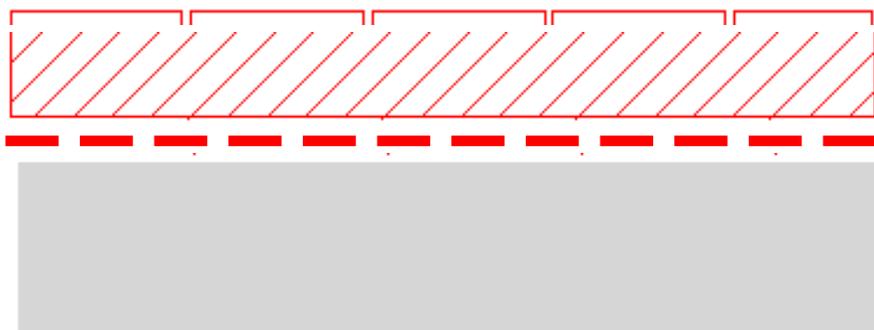
## UNI EN ISO 16283-2: Appendice D Guida aggiuntiva

- Rivestimenti a pavimento differenti
- Superficie comune
- Volume
- Casi particolari
- Corridoi e scale

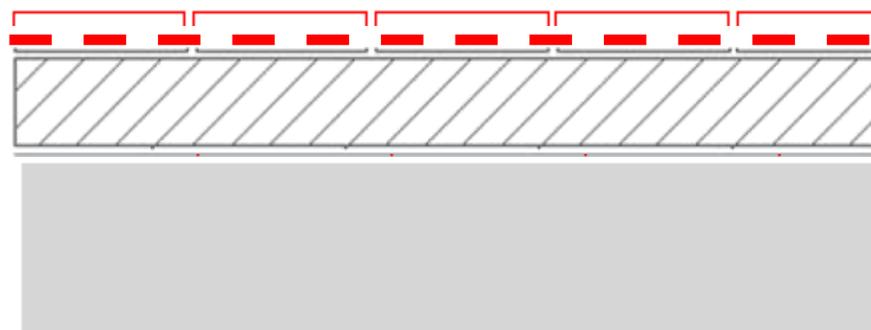
---

# **ACUSTICA DEI SOLAI**

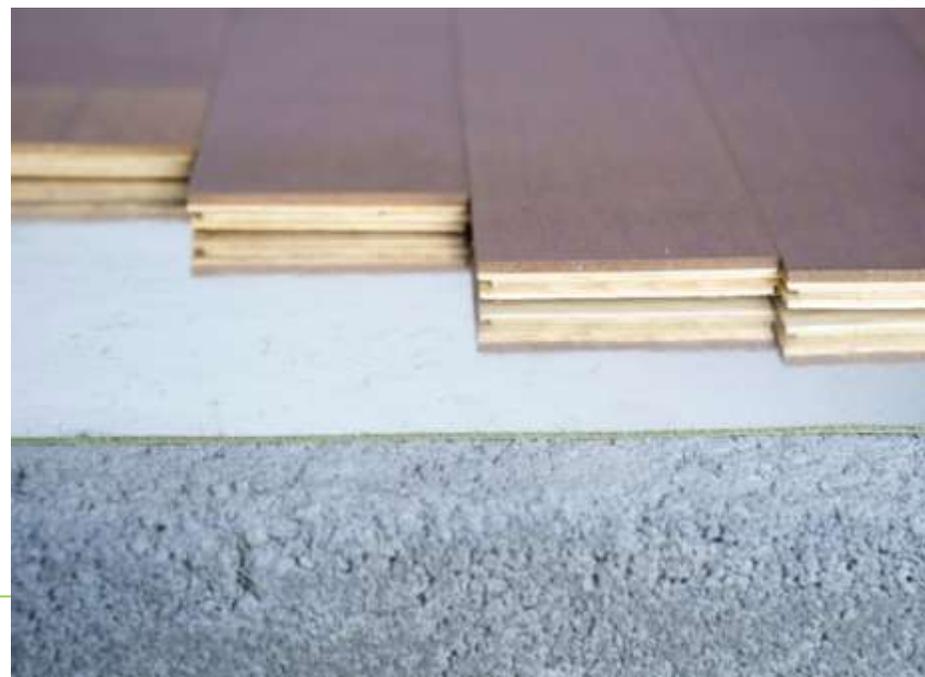
## **Soluzioni tecnologiche**



**SOTTOMASSETTO**



**SOTTOPAVIMENTO**







L'isolamento acustico nell'ottica del Sistema Pavimento: soluzioni performanti e integrate per i sistemi sottomassetto e sottopavimento.

Le soluzioni di oggi e le possibilità di domani

**Dott. Eugenio Canni Ferrari**



# Seminario di approfondimento

12 maggio – ore 14.45

## Banca dati Software ANIT

Download [A QUESTO LINK](#)





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