

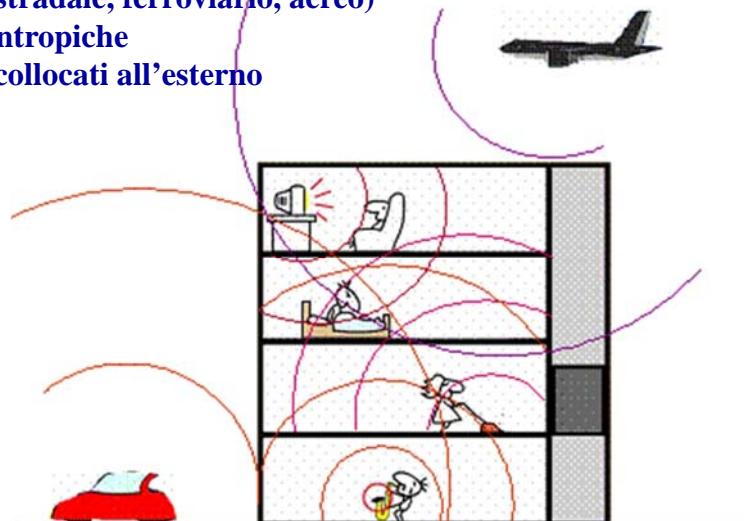
# Problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

1

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Protezione acustica degli edifici: problemi ricorrenti

- **Riverberazione e qualità acustica degli ambienti**
- **Rumori generati da sorgenti interne all'edificio**
  - Impianti idraulici, ventilazione e condizionamento, ascensori
  - Attività umane (musica, voce, TV, spostamento oggetti, calpestio, etc)
- **Rumori esterni**
  - Traffico (stradale, ferroviario, aereo)
  - Attività antropiche
  - Impianti collocati all'esterno



2

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

# DPCM 5-12-97: Tabella B

## Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici in funzione della destinazione d'uso

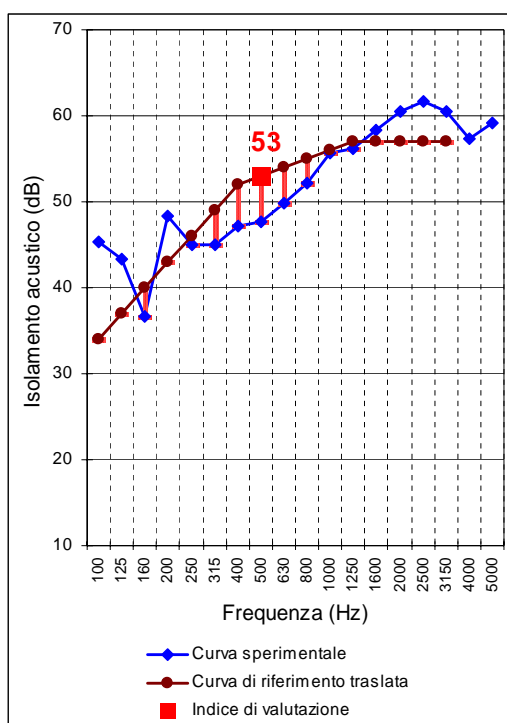
Categorie di cui alla tabella A	$R'_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
<b>D: ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>A, C: residenze, alberghi, pensioni e assimilabili</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>E: scuole e assimilabili</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>B,F,G: uffici, edifici per attività ricreative, per il culto, per il commercio o assimilabili</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

(\*) Valori di  $R'_w$  riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Oltre a Tempo di riverberazione T per edilizia scolastica

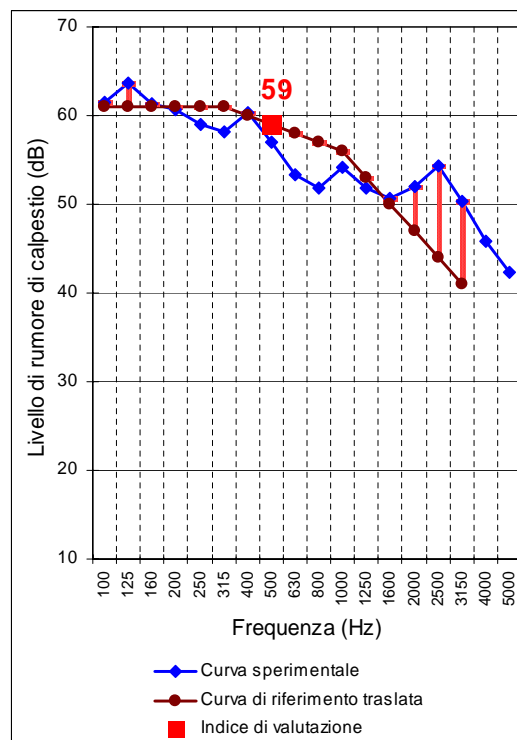
# Indici di valutazione

(UNI EN ISO 717-1 e 717-2)



$R_w$   
 $R'_w$   
 $D_{2m,nT,W}$

$L'_{n,W}$



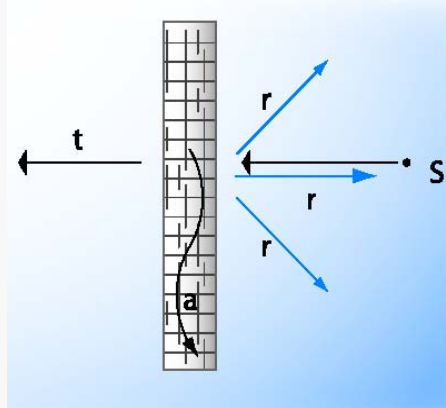
## Definizione e modalità di misura dei requisiti acustici passivi

# Assorbimento, riflessione e trasmissione del suono

## I DUE CONCETTI BASE

### FONOASSORBIMENTO:

Riguarda la parte di energia incidente (e.i.) che viene riflessa ( $r$ ) da un materiale.



### FONOISOLAMENTO:

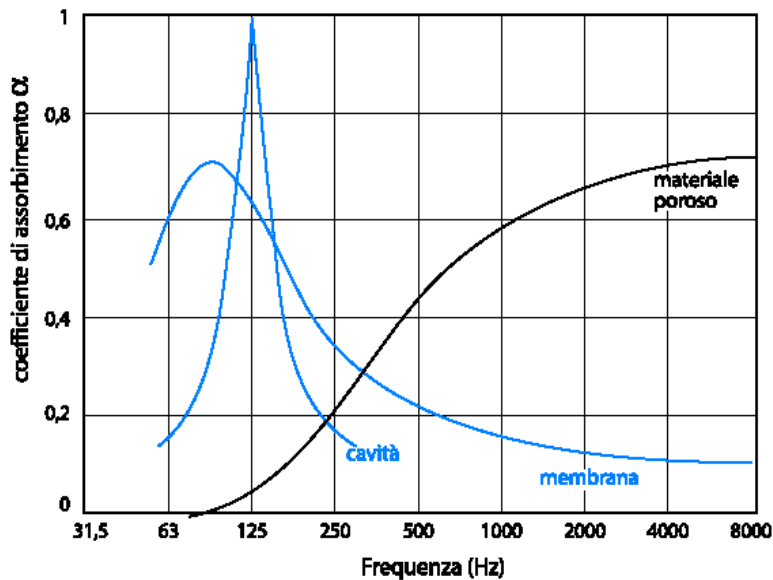
Riguarda la parte di energia incidente (e.i.) che viene trasmessa ( $t$ ).

5

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Materiali fonoassorbenti

### Visualizzazione dei diversi meccanismi di assorbimento acustico



- Materiale poroso a celle aperte.

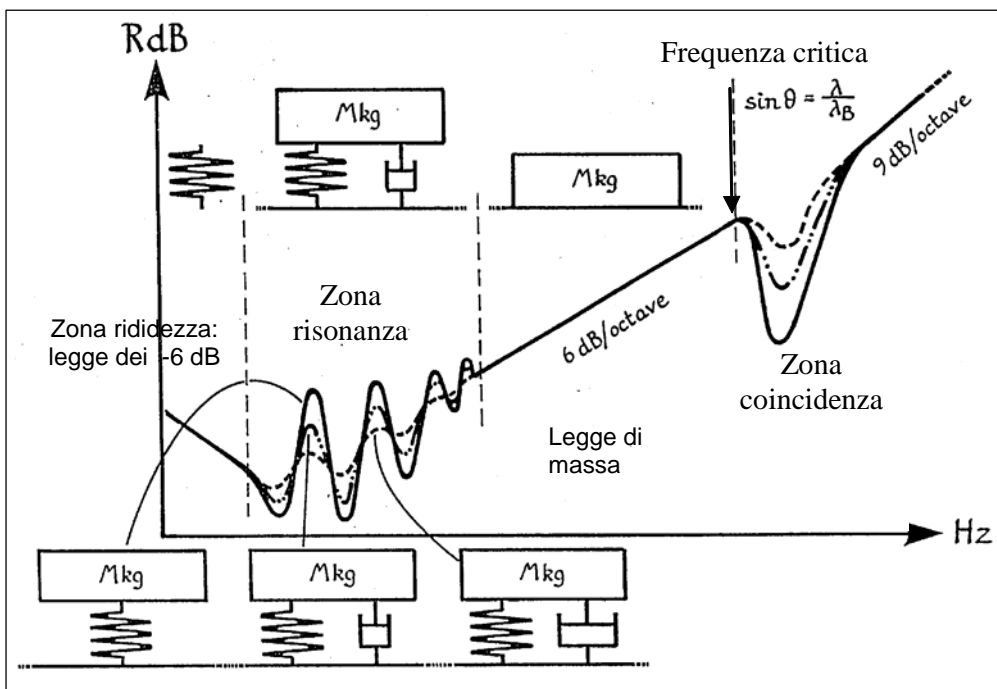
- Pannello vibrante o membrana.

- Risonatore acustico (cavità).

6

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

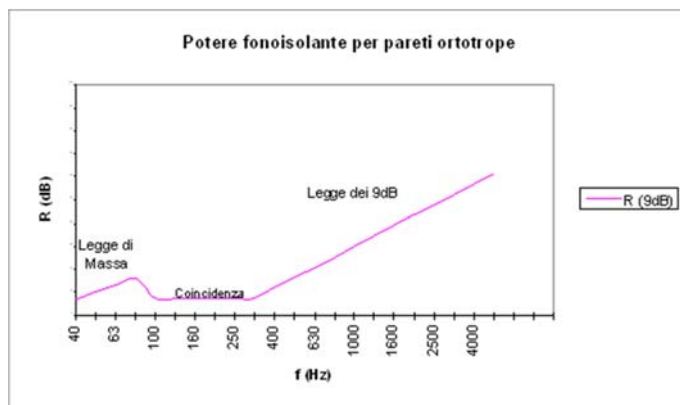
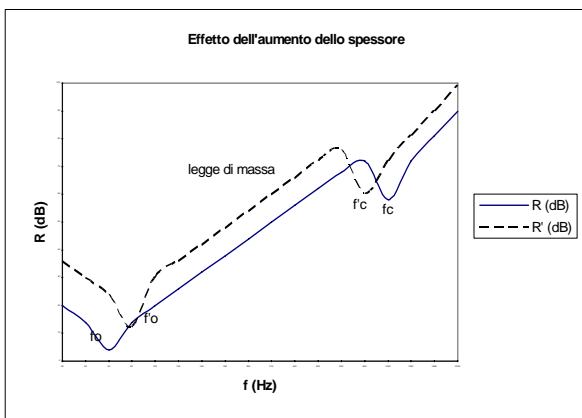
# Potere fonoisolante: schematizzazione comportamento teorico pareti semplici e sottili (considerazioni andamento in frequenza)



7

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

# Isolamento acustico: pareti sottili, pareti spesse e non omogenee

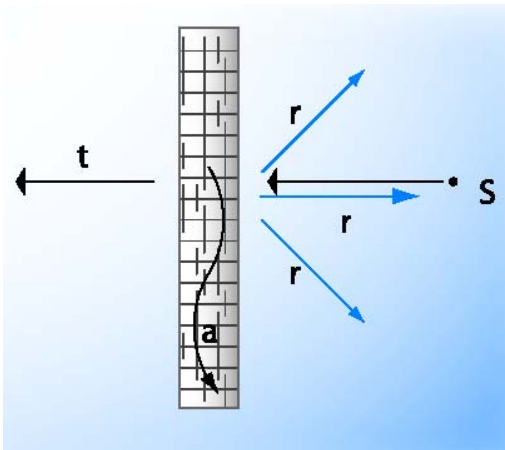


Materiale	Spessore (mm)	Frequenza critica (Hz)
Vetro	3	4800
Cartongesso	13	3150
Compensato	13	2000
Cemento	50	630
Cemento	150	200

8

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Assorbimento, riflessione e trasmissione del suono



$$a = \frac{W_a}{W_i} \quad r = \frac{W_r}{W_i} \quad t = \frac{W_t}{W_i}$$

$$\alpha = 1 - r = a + t = 1 - \frac{W_r}{W_i}$$

**Se  $t=0.01$  (1 %) allora  $R=20$  dB**

**Se  $t=0.001$  allora  $R=30$  dB**

**Se  $t=0.0001$  allora  $R=40$  dB**

**Se  $t=0.00001$  allora  $R=50$  dB**

$$R = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{t}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{W_i}{W_t}\right)$$

9

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Stima dei requisiti acustici passivi in opera: la normativa tecnica di riferimento

- **UNI EN 12354-1:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti**
- **UNI EN 12354-2:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti**
- **UNI EN 12354-3:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea**
- **UNI EN 12354-4:2003, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno**
- **UNI EN 12354-5:2009, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici**
- **UNI/TR 11175:2005 Acustica in edilizia- Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale**
- **UNI EN 12354-6:2006 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi**

10

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera



## Stima indice di valutazione del potere fonoisolante per strutture non omogenee

Formula UNI EN 12354-1 ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 37,5 \lg m' - 42 \text{ (dB)}$$

Formula UNI TR 11175 ( $80 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 20 \lg m' \text{ (dB)}$$

Formula dell'istituto normativo tedesco (DIN) ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 32,1 \lg m' - 28,5 \text{ (dB)}$$

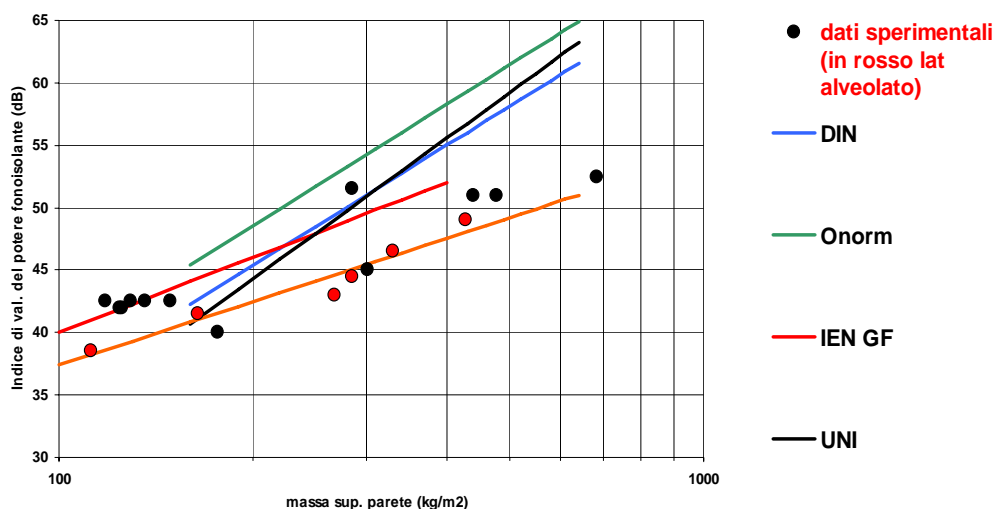
Formula dell'istituto norm. austriaco (Önorm) ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 32,4 \lg m' - 26 \text{ (dB)}$$



## Indice di valutazione del potere fonoisolante (confronto tra i risultati delle formule)

Formula	massa superficiale		
	150	250	350
<b>IEN Galileo Ferraris (<math>50 &lt; m' &lt; 400 \text{ kg/m}^2</math>)</b>	43.5	48.0	50.9
DIN ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )	41.4	48.5	53.2
<b>Önorm (<math>m' &gt; 150 \text{ kg/m}^2</math>)</b>	44.5	51.7	56.4
<b>Blocchi in laterizio alleggerito (<math>m' &gt; 100 \text{ kg/m}^2</math>)</b>	40.4	44.1	46.6

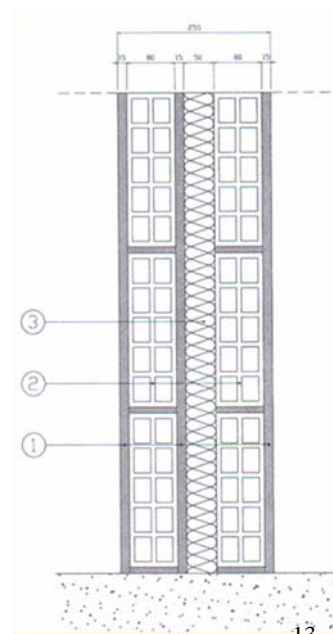
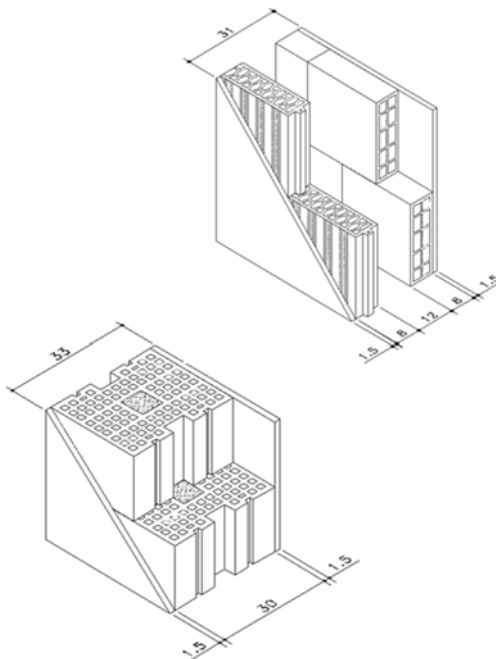
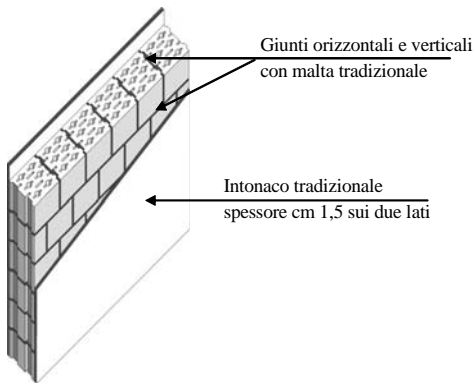
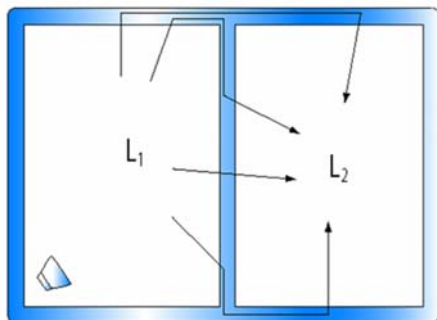




# Potere fonoisolante apparente (R')

(UNI EN ISO 16283-1)

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \frac{S}{A} \quad \text{in frequenza} \rightarrow R'_w$$



CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

# La variabilità dovuta alla posa in opera

Raccolta errori di progetto e di posa più comuni

## Isolamento al rumore aereo di pareti

### ERRORI DI PROGETTO – ISOLAMENTO AL RUMORE AEREO DI PARETI

ERRORI DI POSA – ISOLAMENTO AL RUMORE AEREO DI PARETI		
Classificazione errore (da Allegato)	Tipologia di elemento tecnico	Descrizione dell'errore
A 1.2.1	Parete pesante	Assenza o quantità limitata di malta cementizia nei giunti verticali (per le pareti che la richiedono)
A 1.2.2	Parete pesante	Materiale fonoassorbente non continuo all'interno dell'intercapedine
A 1.2.3	Parete pesante	Tracce impiantistiche troppo profonde e non adeguatamente riempite con malta cementizia
A 1.2.4	Parete pesante	Spessore troppo esiguo o assenza del terzo intonaco su un lato dell'intercapedine delle pareti doppie (se prescritto in sede progettuale)
A 1.2.5	Parete pesante	Fascia tagliamuro, utilizzata per desolidarizzare le pareti dal solaio, posta alla base di pareti pesanti e/o posata senza lasciare almeno 2 cm di bordo libero dalla parete soprastante
A 1.2.6	Parete pesante	Blocchi ad incastro non perfettamente uniti tra loro
A 1.2.7	Controparete su telaio metallico	Connessione rigida del telaio metallico alla parete divisoria
A 1.2.8	Giunto parete divisoria – tetto inclinato	Presenza di aperture o fessure tra la parete e il tetto
A 1.2.9	Porta di ingresso	Presenza di intercapedini o fessure non adeguatamente riempite o sigillate – regolazione non adeguata della porta

Classificazione errore (da Allegato)	Tipologia di elemento tecnico	Descrizione dell'errore
	Parete pesante	Assenza della trave rompitratta nel giunto parete – solaio
	Giunto facciata – parete pesante	Strato interno della facciata non interrotto in corrispondenza del giunto con la parete divisoria
	Parete pesante	Tracce impiantistiche realizzate in maniera simmetrica su ambo i lati della parete
	Parete leggera divisoria	Controsoffitto continuo in corrispondenza con la parete divisoria



CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Fattori che influenzano l'isolamento di facciata

Potere fonoisolante e dimensioni di ciascuno degli elementi normali di facciata (vetrate, muri opachi)

Isolamento acustico dei piccoli elementi di facciata (cassonetti, prese d'aria)

Superficie della facciata vista dall'interno

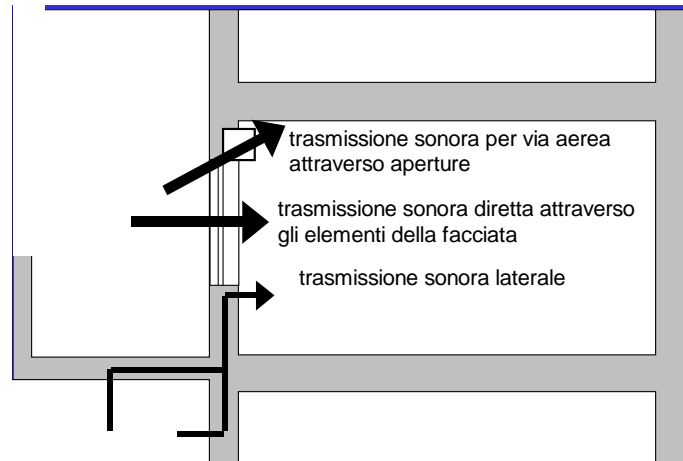
Dimensioni dell'ambiente ricevente

Forma della facciata

Trasmissione laterale

Tenuta all'aria

Montaggio

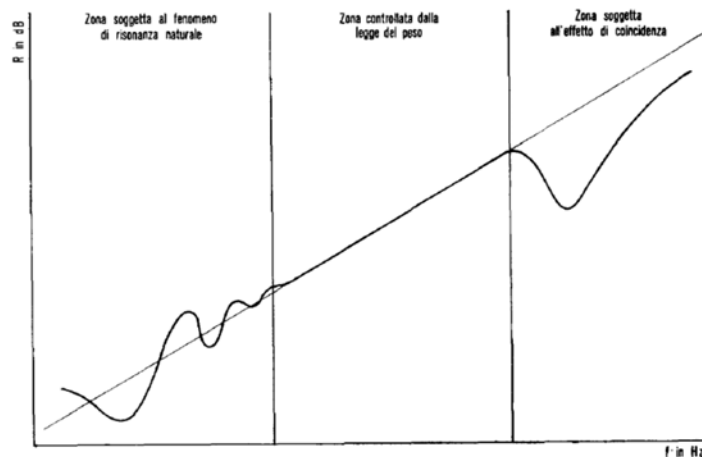


15

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Le prestazioni acustiche delle vetrate

Le prestazioni acustiche di **vetrate semplici** è influenzata dei fenomeni della risonanza (a frequenze molto basse) e della coincidenza.



Le prestazioni acustiche di **vetrocamera** è influenzata anche dal fenomeno della risonanza massa – molla – massa.

16

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

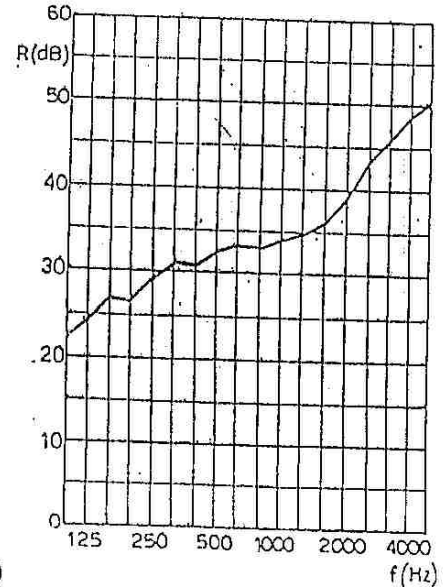
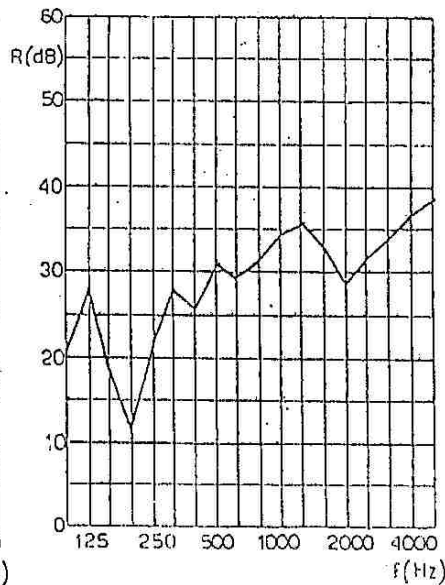
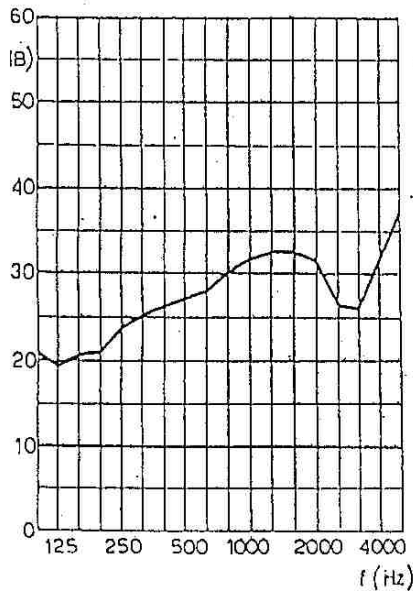


## Confronto tra le prestazioni di alcune tipologie di vetrate

monolitico 5 mm

vetrocamera 6-12-6 mm

stratificato 6+6 mm



17

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Vetrate semplici e composte - principali considerazioni

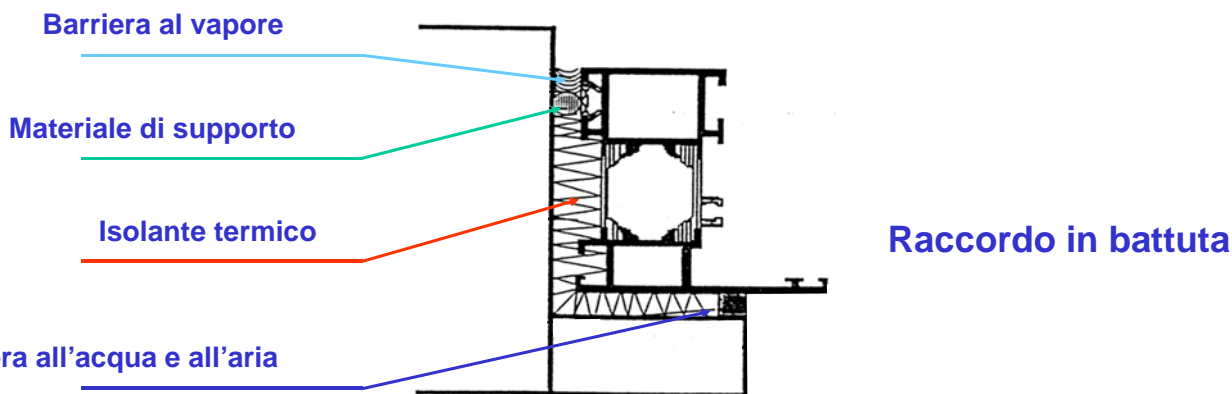
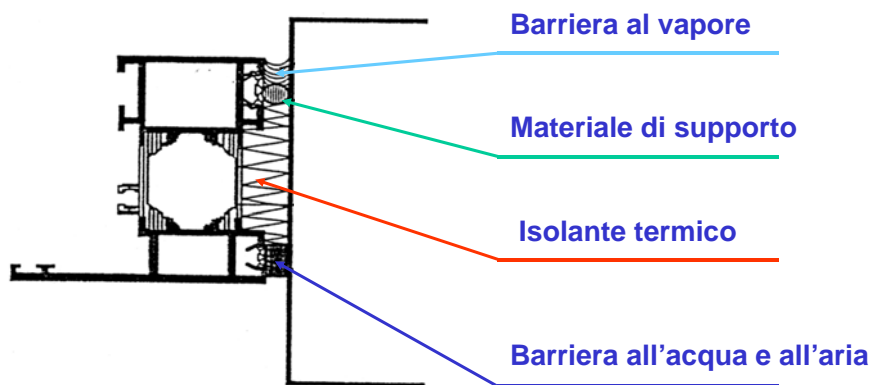
- **Miglioramento introdotto dalla stratificazione dei vetri aumenta all'aumentare dello strato di PVB (polivinilbutirrale) tra le lastre, in quanto aumenta l'efficacia smorzante dello strato visco-elastico che permette di attenuare gli effetti di coincidenza**
- **I vetro-camera con una o due lastre di vetro stratificato sono la tipologia di vetrate che permette di raggiungere i valori più alti di prestazioni acustiche**
- **Per le vetrate stratificate lo spessore dello strato smorzante in PVB assume un'importanza rilevante sulla prestazione acustica della vetrata ma comporta un incremento trascurabile della massa**
- **Per questo, si può ritenere che le relazioni basate sulla sola massa superficiale delle vetrate non siano più valide**

18

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

# Interfaccia serramento – muratura di facciata

## Raccordo In luce



19

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

# ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

## Serramenti non registrati

$$D_{2m,nT,w,MEDIO} = 34.5 \text{ dB}$$

Tipologia serramento	$D_{2m,nT,W}$
2 ante	37
2 ante	38
2 ante	35
2 ante	38
2 ante	28
2 ante	36
2 ante	36
2 ante	36
3 ante	30
3 ante	37
3 ante	33
3 ante	33
2 ante	36
2 ante	35
2 ante	32
2 ante	32

## Serramenti registrati non a regola d'arte

$$D_{2m,nT,w,MEDIO} = 36.8 \text{ dB}$$

Tipologia serramento	$D_{2m,nT,W}$
2 ante	38
2 ante	39
2 ante	39
2 ante	39
2 ante	34
2 ante	38
2 ante	38
2 ante	37
3 ante	40
3 ante	34
3 ante	33
2 ante	36
2 ante	34

## Serramenti registrati a regola d'arte

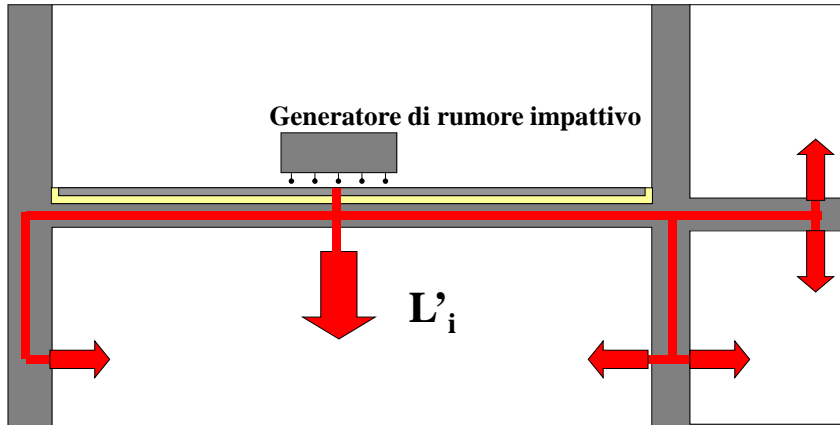
$$D_{2m,nT,w,MEDIO} = 41.5 \text{ dB}$$

Tipologia serramento	$D_{2m,nT,W}$
3 ante	43
2 ante divise	39
1 anta	41
2 ante	40
2 ante	42
1 anta	34
2 ante	44
3 ante	43
3 ante	42
2 ante	42
2 ante	42
2 ante	44
3 ante	42
2 ante	43
1 anta	42
2 ante	41

20

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Misura del livello normalizzato di rumore da calpestio

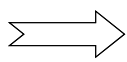


$$L_n = L_i + 10 \lg \left( \frac{A}{A_0} \right) \quad (\text{dB}) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{In laboratorio: (UNI EN ISO 140-6 2000)} \\ \text{In opera: (UNI EN ISO 140-7 2000)} \end{array} \right.$$

$L_i$  = Livello medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato (dB)

$A$  = Assorbimento equivalente nell'ambiente disturbato ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  = Assorbimento equivalente di riferimento (=  $10 \text{ m}^2$ )



La misura viene trasformata in un indice unico di riferimento secondo procedura descritta nella norma UNI EN 717-2

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

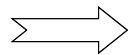
21

## Calcolo previsionale del livello normalizzato di rumore da calpestio

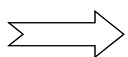
**Norma UNI EN 12354-2: Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti**

Occorre definire

- Livello di calpestio del solaio grezzo ( $L_{n,0}$ )
- Attenuazione offerta da sistemi resilienti/galleggianti ( $\Delta L$ )
- Contributo delle trasmissioni laterali ( $K$ )



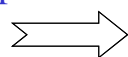
metodo accurato:  
valori calcolati in funzione della frequenza



metodo semplificato:  
valori calcolati ad indice unico

$$L'_{n,W} = L_{n,W,eq} - \Delta L_W + K \quad (\text{dB})$$

Relazione proposta nella norma di calcolo previsionale UNI EN 12354-2



metodo semplificato:  
pavimenti omogenei di massa areica compresa tra  $100$  e  $600 \text{ kg/m}^2$

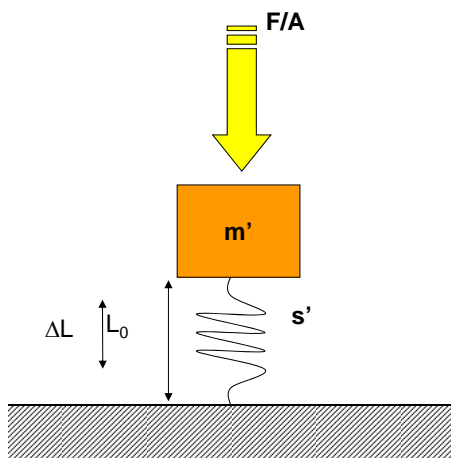
$$L_{n,W,eq} = 164 - 35 \log m' \quad (\text{dB})$$

$m'$  = massa per unità di superficie dell'elemento [ $\text{kg/m}^2$ ]

22

## Pavimenti galleggianti

- Livello di attenuazione calcolato in frequenza



$$\Delta L_{n_{\text{pavimentogalleggiante}}} = 30 \log \frac{f}{f_0}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s'}{m'}} \quad f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

$$s' = [\text{N/m}^3]$$

$$s' = [\text{MN/m}^3]$$

$m'$  = massa areica del massetto sotto pavimento [ $\text{kg/m}^2$ ]  
 $s'$  = rigidità dinamica per unità di superficie del materiale resiliente misurata a norma UNI EN 29052-1

- Livello di attenuazione calcolato come indice unico

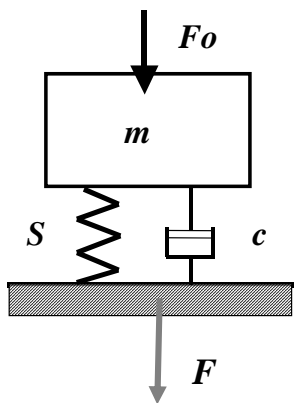
$$\Delta L_W = 15 \log \frac{m'}{s'} + 18 \quad \Delta L_W = 30 \log \frac{500}{f_0} + 3$$

23

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

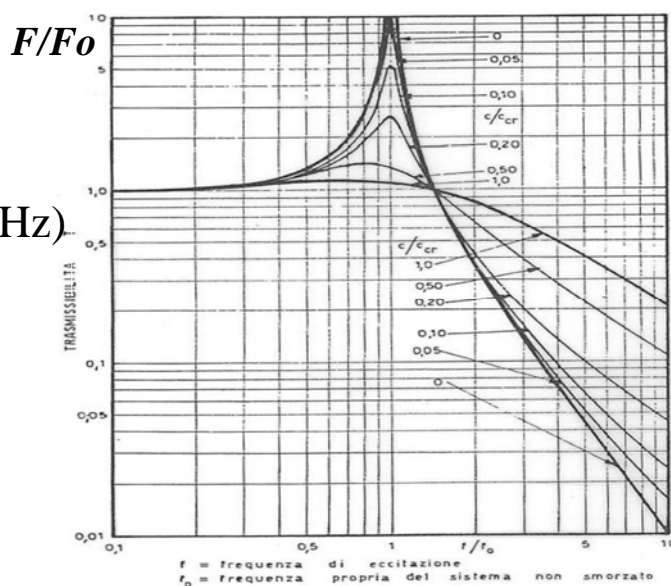
## Pavimenti galleggianti

### Sistema massa-molla-smorzatore su supporto rigido



$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{m}} \text{ (Hz)}$$

Nel caso di vibrazioni forzate il comportamento dinamico del sistema dipende dal rapporto tra la frequenza perturbante e quella naturale del sistema e dall'entità dello smorzamento



A valori più elevati dello smorzamento  $c$ , corrispondono minori possibilità di realizzare forti valori di attenuazione

$f_0$  Frequenza

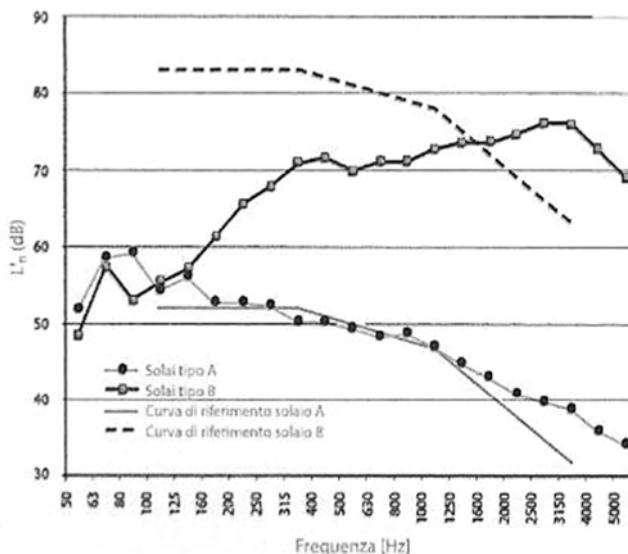
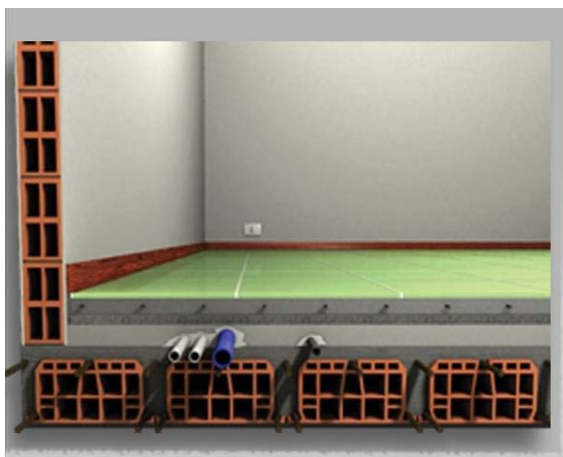
$f_0$  = frequenza di risonanza del sistema

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

24

## Pavimenti galleggianti

### Gli effetti di un pavimento galleggiante su strato elastico



**Si ottengono attenuazioni tanto più elevate quanto maggiore è la frequenza della forza di sollecitazione**  
**Si ha un peggioramento in corrispondenza della frequenza di risonanza del sistema massa-molla**

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

25

## Pavimenti galleggianti

### I PRODOTTI ANTICALPESTIO DISPONIBILI SUL MERCATO

#### Rotoli



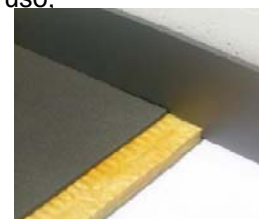
- Polietilene espanso a celle chiuse, estruso o reticolato;
- Polipropilene espanso a celle chiuse, modificato o non reticolato;
- Poliuretano agglomerato;
- Fibre di poliestere termolegate;
- Gomma neoprenica o sintetica in agglomerato di gomme riciclate, vulcanizzate o legate da elastomeri o da speciali lattici



#### Lastre



- Polistirene espanso elasticizzato a celle chiuse, sinterizzato od estruso;
- Lana di vetro/Lana di roccia;
- Fibre e lana di legno/Fibre di cocco;
- Sughero agglomerato;



#### Possibili strati di materiale in accoppiamento:

foglio di alluminio o lamina di piombo, tessuto non tessuto in poliestere, poliuretano, guaina bituminosa o cartone bitumato, elastomeri, poliestere espanso, polistirene espanso, polietilene clorurato, polipropilene, granuli di gomma., sughero; gomma vulcanizzata, polietilene espanso, fibre di cocco.



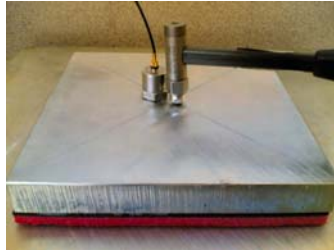
## Pavimenti galleggianti

**UNI EN 29052-1: Acustica. Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali.**

$$s' = \frac{F / A}{\Delta L} = \frac{E}{L_0} \longrightarrow s' = s'_t + s'_a \text{ [MN/m}^3\text{]}$$

Rigidità dinamica apparente

$$s'_t = 4\pi^2 m'_t (f_r)^2$$



$m'_t = 200 \text{ [kg/m}^2\text{]}$

$f_r$  = frequenza di risonanza [Hz] del sistema *massa* (piastra di carico) -*molla* (materiale resiliente) misurabile mediante:

- segnali sinusoidali (shaker elettrodinamico)
- rumore bianco (shaker elettrodinamico)
- segnali impulsivi (martello strumentato)c

27

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Altre caratteristiche dei materiali anticalpestio

- **comprimibilità (UNI EN 12431)**  
dà indicazione della resistenza allo schiacciamento del campione in prova
- **scorrimento viscoso a compressione (UNI EN 1606)**  
dà indicazione della deformazione sotto carico nel lungo periodo

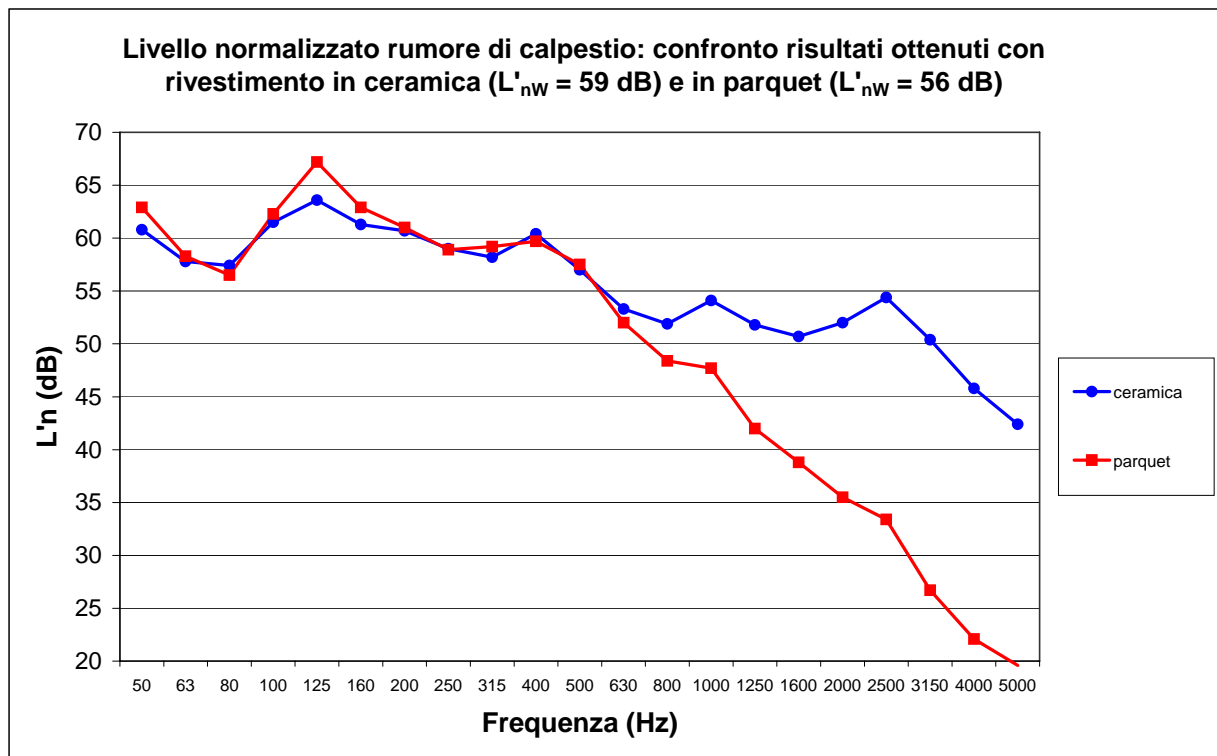


**Permettono di determinare il valore di rigidità dinamica nel lungo periodo**

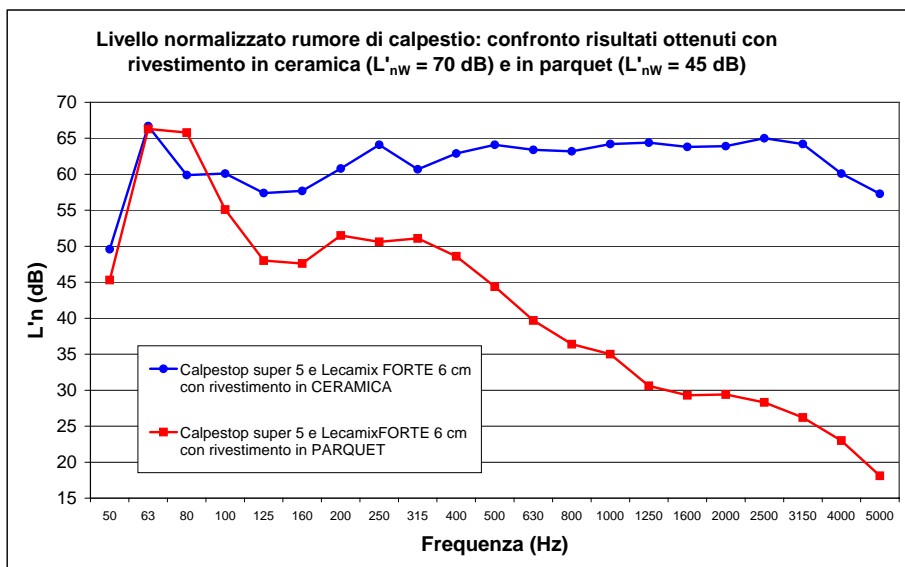
28

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Influenza della finitura superficiale: parquet e ceramica



## Calpestio: confronto ceramica-parquet (con errore posa su ceramica)

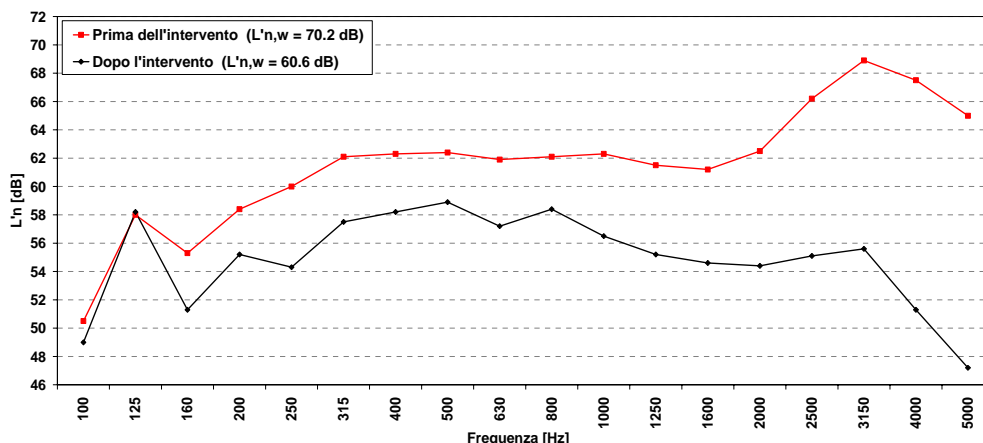
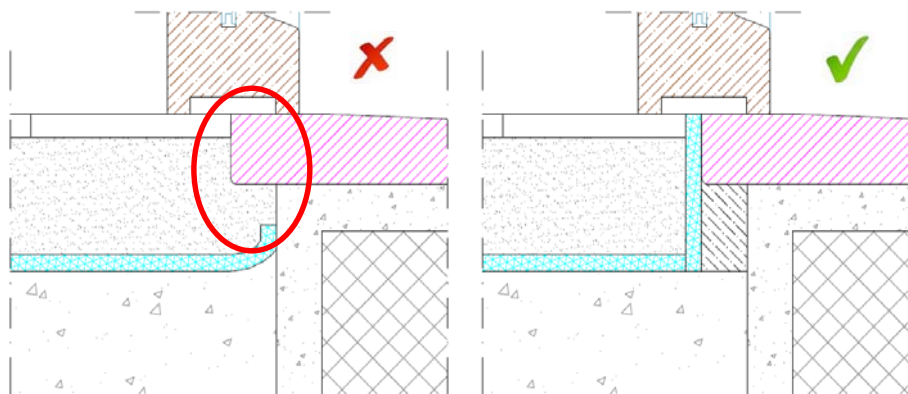




# Raccolta errori di progetto e di posa più comuni

## LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO

**Errore di posa giunto portafinestra – solaio: contatto rigido della pavimentazione in ceramica e/o del massetto con la soglia della portafinestra**



# La variabilità dovuta alla posa in opera

## Esempio di checklist per la fase di esecuzione di un solaio con pavimento galleggiante

Elemento tecnico	SOLAIO IN LATEROCEMENTO CON PAVIMENTO GALLEGGIANTE (SENZA PANNELLI RADIANTI)				
Ubicazione dell'elemento tecnico verificato:	Data:				
Controllore (nome e firma):	<b>Verifiche da eseguire durante la POSA</b>		<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	<b>Note</b>
<b>Verifiche da eseguire prima della POSA</b>	<b>SÌ</b>	Le tubazioni orizzontali sono completamente annegate nel massetto di livellamento?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
I materiali da posare sono esattamente quelli indicati nel progetto?	<b>SÌ</b>	Il materiale di rivestimento a pavimento è stato sistemato nel giusto verso di posa?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
I materiali da posare, in particolare il materasso resiliente a pavimento e la fascia perimetrale resiliente, sono in buono stato?	<b>SÌ</b>	I pannelli o i rotoli del materiale di rivestimento a pavimento sono stati adeguatamente sovrapposti e nastrati tra loro, in modo da evitare aperture?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
La superficie del massetto di livellamento è stata ripulita, senza materiale di risulta e/o senza irregolarità significative, prima della posa del materiale resiliente a pavimento?	<b>SÌ</b>	Sono state evitate lacerazioni del materiale resiliente a pavimento, anche di piccola entità?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
In caso di scelta di posare il materiale resiliente direttamente sul solaio grezzo, la superficie del solaio grezzo è stata ripulita, senza materiale di risulta e/o senza irregolarità significative?	<b>SÌ</b>	La fascia perimetrale resiliente è stata posata con continuità in tutti i punti, anche nelle zone d'angolo e in prossimità di porte o pilastri?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
		Si sono evitate aperture e/o lacerazioni della fascia perimetrale, soprattutto nelle zone d'angolo e in prossimità di porte o pilastri?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
		La fascia perimetrale resiliente è stata fissata adeguatamente alle pareti e al materiale resiliente a pavimento, senza lasciare aperture e fessure, anche di piccola entità?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
		La fascia perimetrale resiliente è stata posata con la giusta altezza in tutte le zone perimetrali?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	
		La fascia perimetrale resiliente è stata posata in corrispondenza delle soglie delle porte o delle portefinestre, fino ad un'altezza superiore alla soglia stessa?	<b>SÌ</b>	<b>NO</b>	

## Le tipologie di impianti ed i valori limite (DPCM 5/12/97)

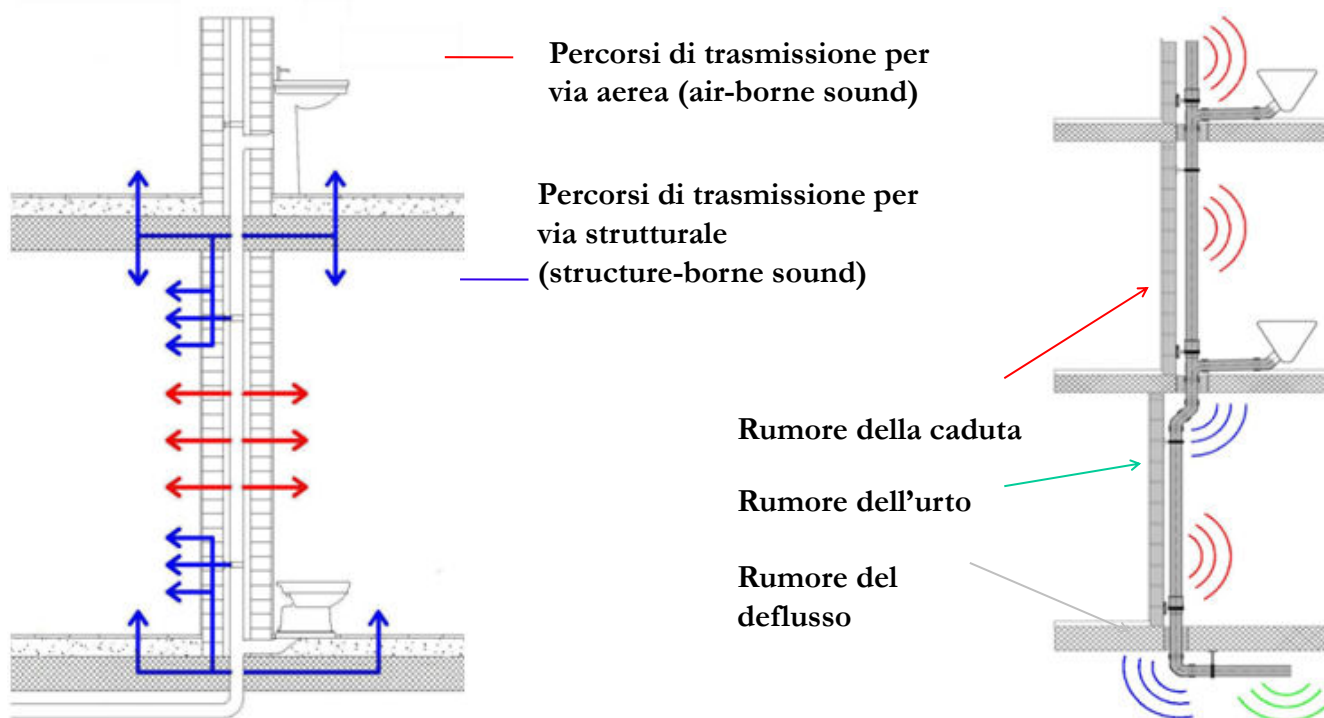
Tipologia funzionamento servizi	Tipo di servizio
funzionamento discontinuo	ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria
funzionamento continuo	impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

	LASmax dB(A)	LAeq dB(A)
Ospedali, cliniche, case di cura e simili	35	25
Residenze, alberghi ecc.	35	35
Scuole e simili	35	25
Uffici, spazi per attività ricreative, di culto ecc.	35	35

33

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Impianti di scarico: generazione e trasmissione del rumore



34

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Esempi di posa in opera errati



35

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Esempi di posa in opera: come rimediare parzialmente

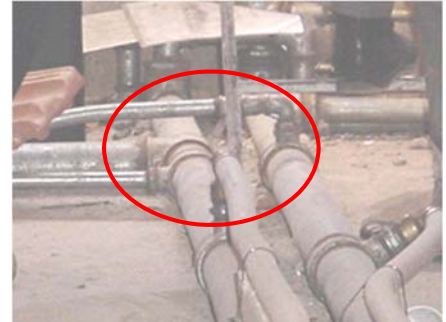


36

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera



## Caso Studio - Rumore prodotto da una pompa ed interventi di riduzione: misure ante



37

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Caso Studio - Rumore prodotto da una pompa ed interventi di riduzione: misure ante

**Locale Pompa: Livello Sorgente  $Leq(A) = 70.0 \text{ dB(A)}$**

### Ambiente 1

Rumore di fondo  $Leq(A) = 40 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 49 \text{ dB(A)}$

### Ambiente 2

Rumore di fondo  $Leq(A) = 39 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 56 \text{ dB(A)}$

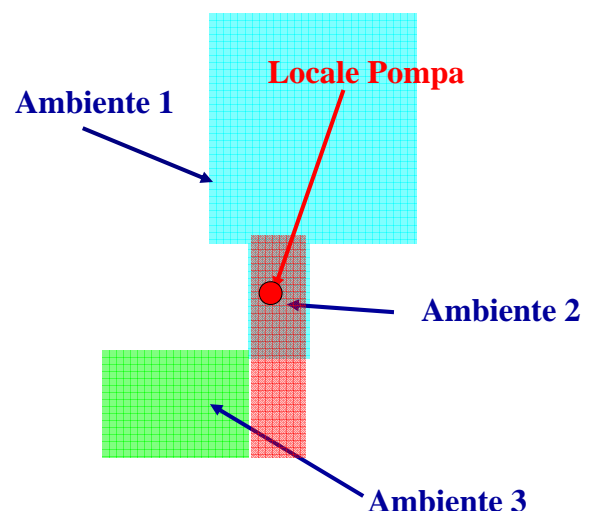
### Ambiente 3

Rumore di fondo  $Leq(A) = 39 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 56.5 \text{ dB(A)}$

### ANTE OPERAM

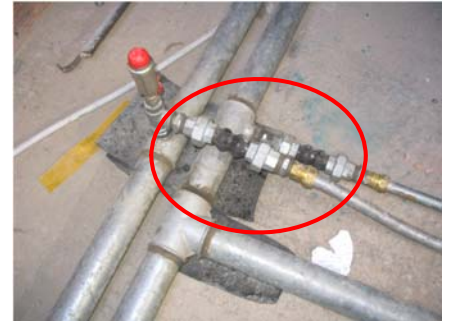
L'accensione dell'impianto incrementa di **10-15 dB(A)** il rumore misurato all'interno degli ambienti riceventi: da **40 dB(A)** a **50-55 dB(A)**.



38

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Caso Studio - Rumore prodotto da una pompa ed interventi di riduzione: misure post



39

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera

## Caso Studio - Rumore prodotto da una pompa ed interventi di riduzione: misure post

**Locale Pompa:** Livello Sorgente  $Leq(A) = 70.5 \text{ dB(A)}$

### Ambiente 1

Rumore di fondo  $Leq(A) = 40 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 40 \text{ dB(A)}$

### Ambiente 2

Rumore di fondo  $Leq(A) = 40 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 40 \text{ dB(A)}$

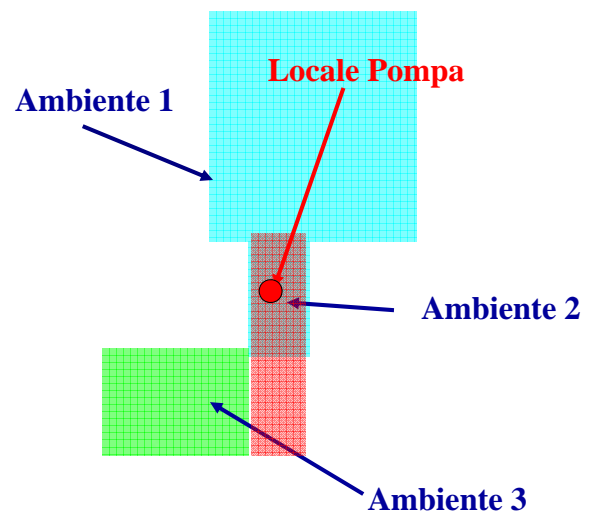
### Ambiente 3

Rumore di fondo  $Leq(A) = 42 \text{ dB(A)}$

Livello pompa accesa  $Leq(A) = 42 \text{ dB(A)}$

### POST OPERAM

L'introduzione di elementi correttivi di uso comune (connettori flessibili, manicotti in gomma etc.) rende trascurabile il contributo della pompa rispetto alla rumorosità di fondo.



40

CCIAA Ravenna problematiche progettuali, soluzioni tecnologiche, importanza della posa in opera