



La Progettazione di edifici in muratura

Requisiti acustici: aspetti normativi e soluzioni

Ing. Ciro Filippini

Ufficio Tecnico Fornaci Laterizi Danesi S.p.A.

Requisiti acustici – Aspetti normativi e soluzioni

Argomenti trattati

✓ RIFERIMENTI NORMATIVI (D.P.C.M. 5/12/1997)

Requisiti: Potere fonoisolante
 Isolamento di facciata
 Livello di calpestio

✓ SOLUZIONI ACUSTICHE (PARETI)

Certificati – Misure in laboratorio
Soluzioni acustiche – Osservazioni
Tramezze

✓ PROGETTAZIONE ACUSTICA

Aspetti progettuali

✓ POSA IN OPERA

Indicazioni ed esempi

Requisiti acustici – Aspetti normativi e soluzioni

Argomenti trattati

✓ RIFERIMENTI NORMATIVI (D.P.C.M. 5/12/1997)

Requisiti:	Potere fonoisolante
	Isolamento di facciata
	Livello di calpestio

✓ SOLUZIONI ACUSTICHE (PARETI)

Certificati – Misure in laboratorio
Soluzioni acustiche – Osservazioni
Tramezze

✓ PROGETTAZIONE ACUSTICA

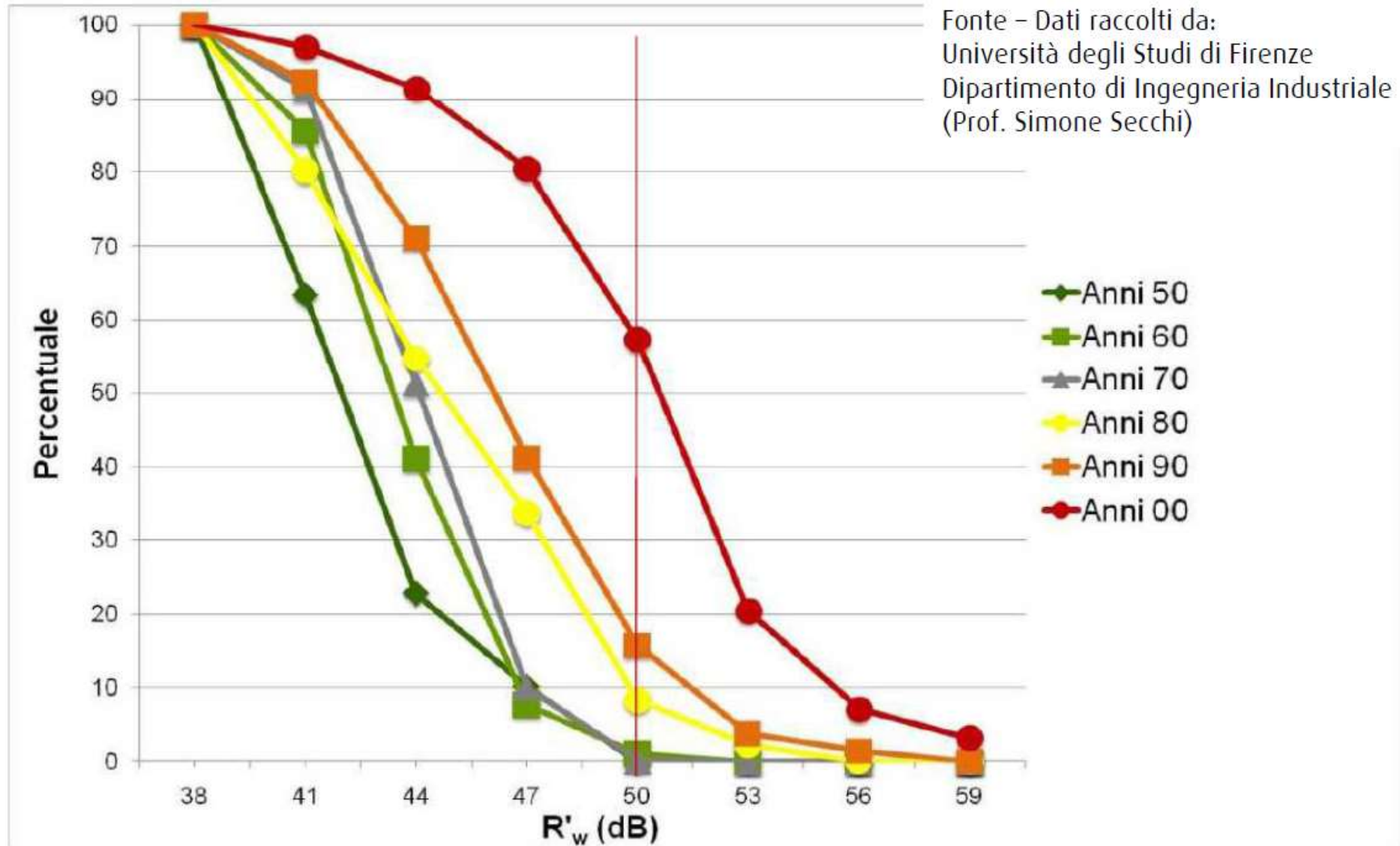
Aspetti progettuali

✓ POSA IN OPERA

Indicazioni ed esempi

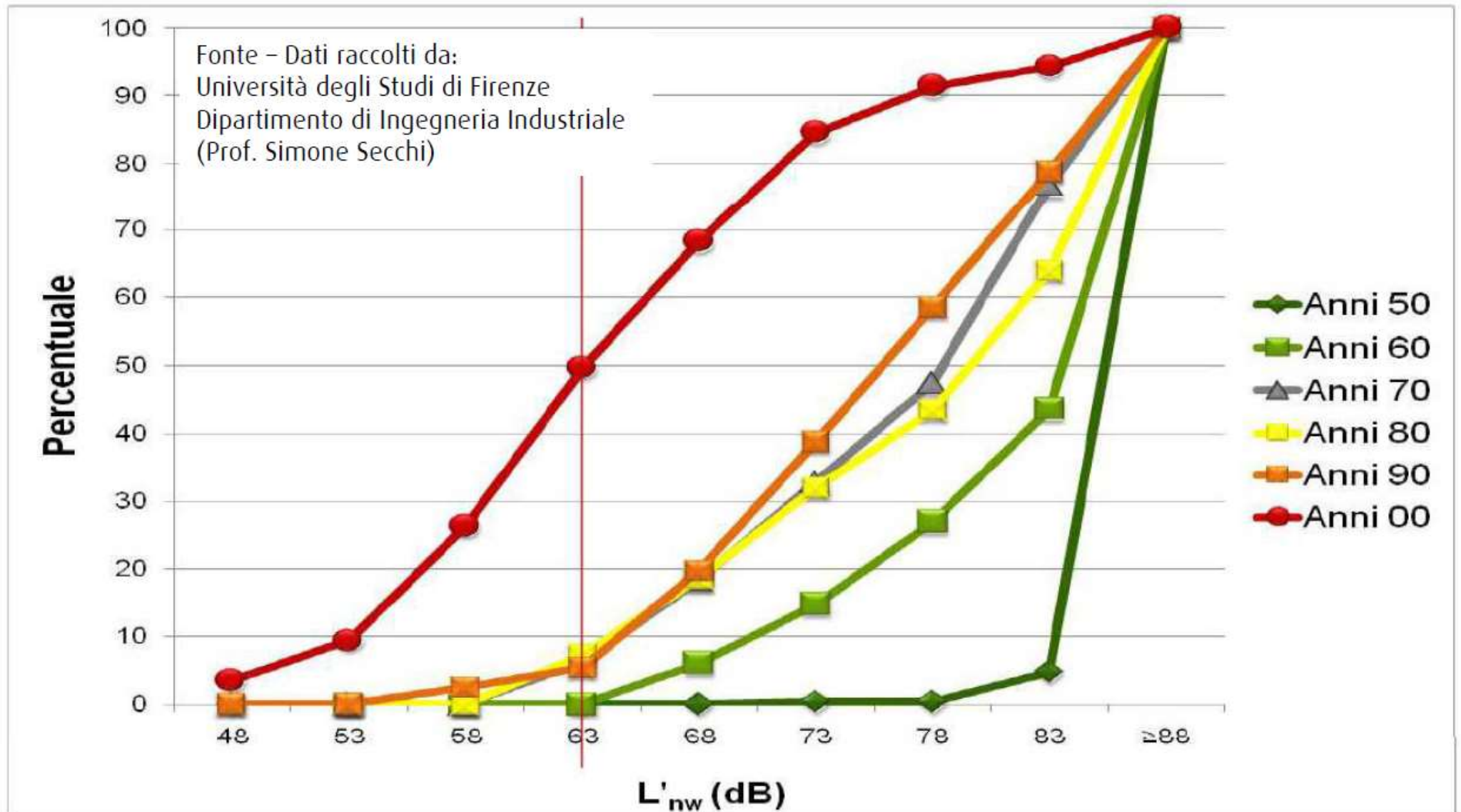
Requisiti acustici – Aspetti normativi e soluzioni

L'evoluzione del potere fonoisolante delle pareti italiane negli anni



Requisiti acustici – Aspetti normativi e soluzioni

L'evoluzione del livello di rumore da calpestio dei solai italiani negli anni

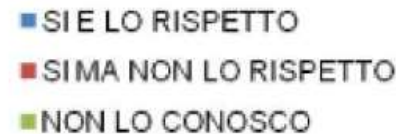


Requisiti acustici – Aspetti normativi e soluzioni

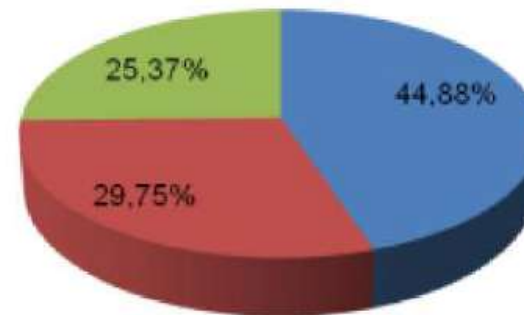
Requisiti Acustici – Perché ...

- Esiste una Legge cogente da rispettare ...
- La maggior parte dei Regolamenti edilizi prevedono l'obbligo della relazione acustica ...
- L'isolamento acustico viene considerato, in ambito regolamentare e legale, un requisito "igienico-sanitario" ...
- I requisiti acustici sono importanti per il comfort e benessere abitativo ...
- ...

... **ma** ...



Conosce il D.P.C.M. 5-12-1997 ?



Fonte – Questionario Professionisti
Assemblea Nazionale ANIT
(Ottobre 2011)

Risultato = Sono sorte oltre 350.000 cause civili in Italia per problematiche di acustica in edilizia

D.P.C.M. 5/12/1997 – Contenuti

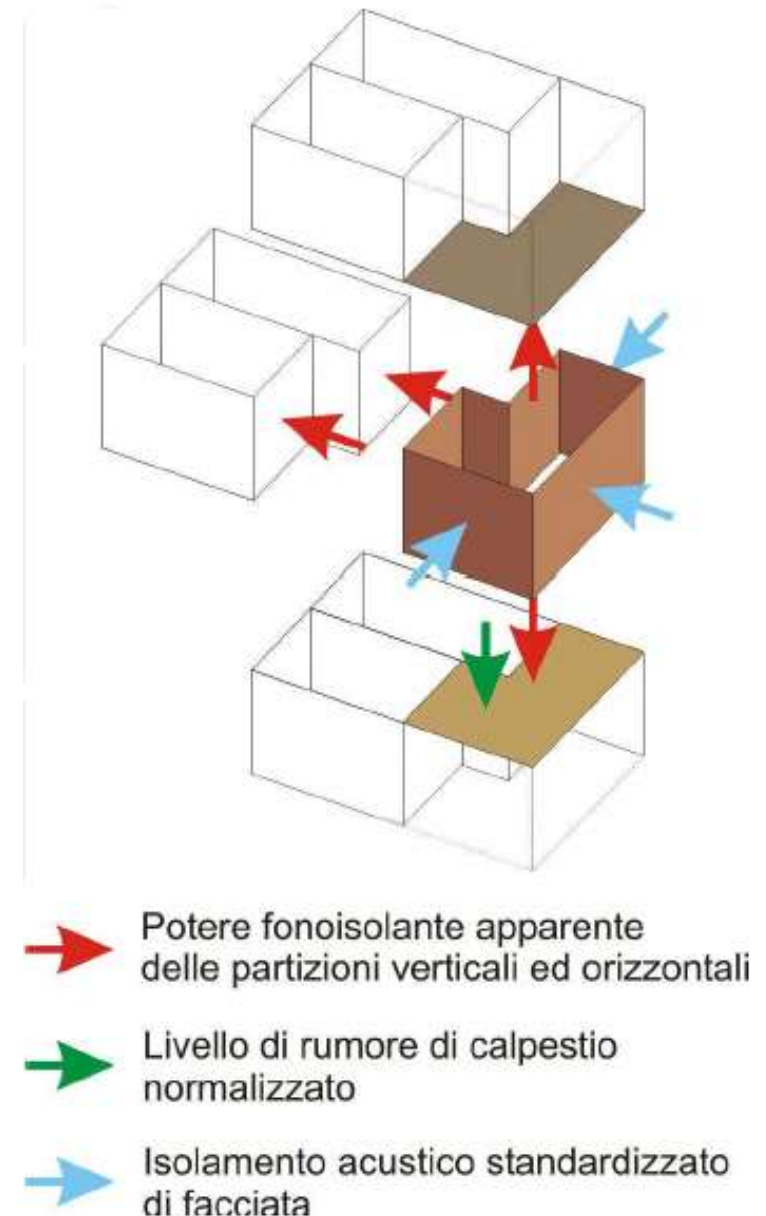
Requisiti acustici passivi degli edifici previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997 (non sono qui riportati, per semplicità, i livelli di rumore degli impianti)

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI	REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI (dB)		
	Potere fonoisolante apparente	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Livello di rumore di calpestio normalizzato
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$
• Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55 ^A	45	58
• Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili • Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50 ^A	40	63
• Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50 ^A	48	58
• Categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili • Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili • Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50 ^A	42	55
A) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari (art. 2 del D.M. 2.1.1998 n. 28, Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati: "L'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato (...) che presenti potenzialità di autonomia funzionale e reddituale")			

D.P.C.M. 5/12/1997 – Contenuti

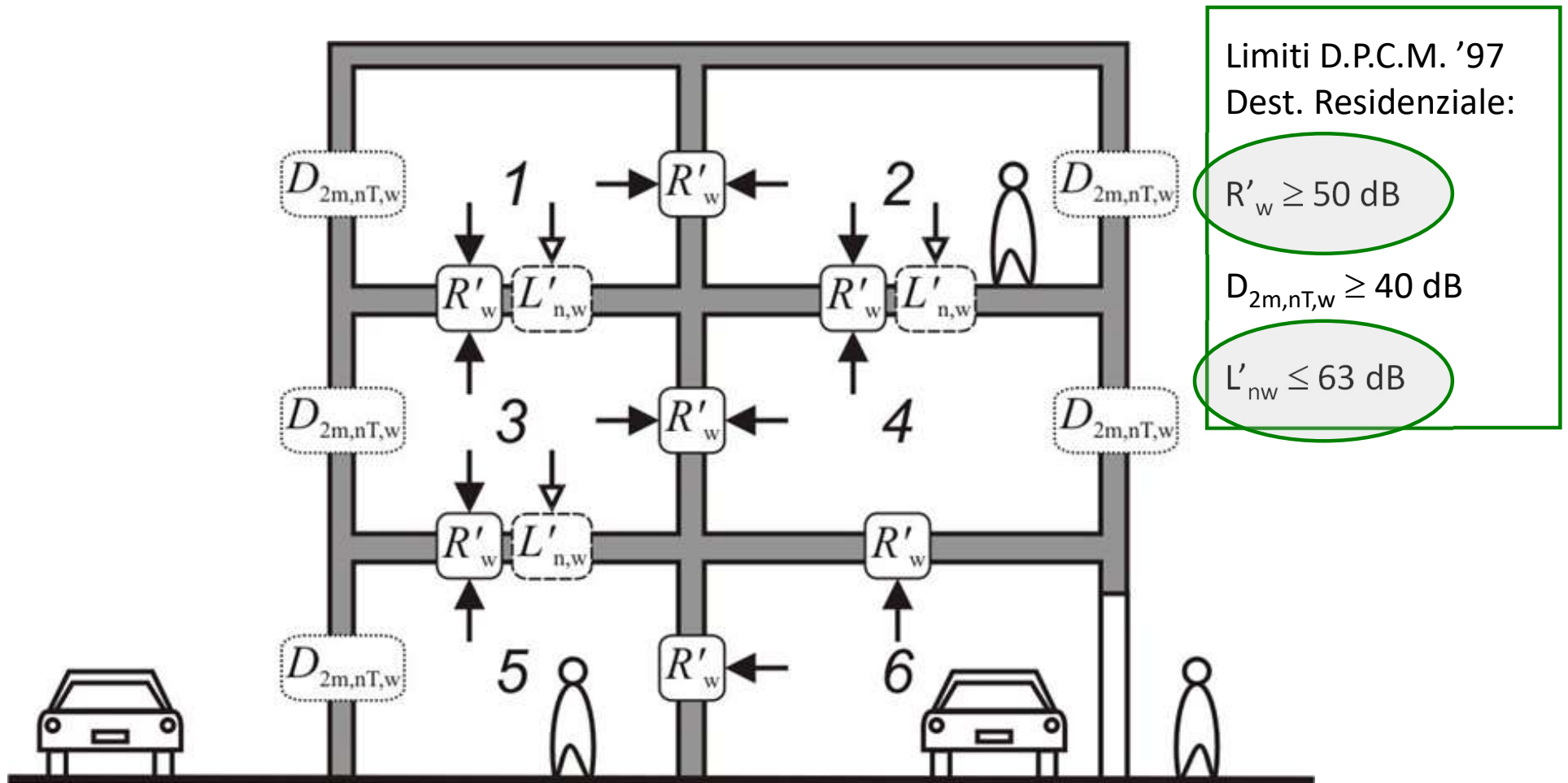
Requisiti

- ❖ I requisiti relativi al potere fonoisolante apparente (R'_w) sono riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari, sia verticale (partizioni), sia orizzontale (solai).
- ❖ Per i solai deve essere verificato il livello di rumore di calpestio normalizzato (L'_{nw}) indotto anche in ambienti non sovrapposti fra loro, qualora siano effettivamente destinati al soggiorno di persone.
- ❖ L'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) deve essere valutato indipendentemente dagli spazi su cui si affacciano le finestre di un ambiente.
- ❖ La rumorosità degli impianti viene valutata fra unità immobiliari differenti.



D.P.C.M. 5/12/1997 – Contenuti

Valutazioni previste per la verifica dei requisiti acustici passivi degli ambienti di un edificio. Il numero di valutazioni da effettuare dipende dalla disposizione degli ambienti e dalla loro destinazione d'uso. La verifica si rende necessaria solo quando l'ambiente "ricevente" rientra fra quelli classificati nel D.P.C.M. 5.12.1997.



Limiti D.P.C.M. '97
Dest. Residenziale:

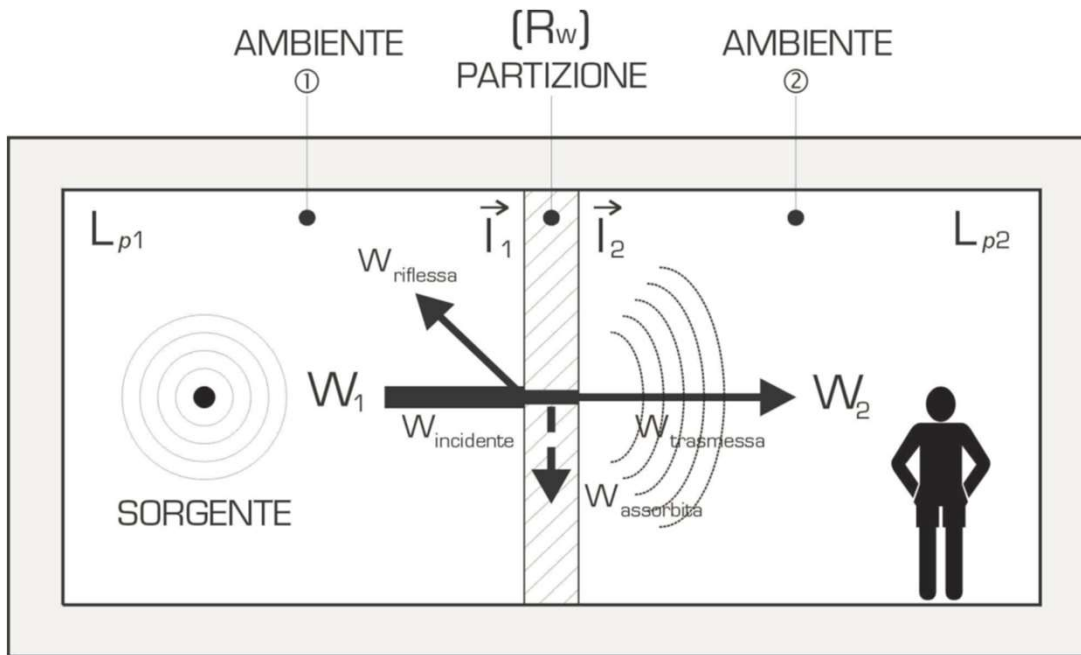
$$R'_w \geq 50 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w} \geq 40 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$$

Requisiti acustici – Potere fonoisolante R

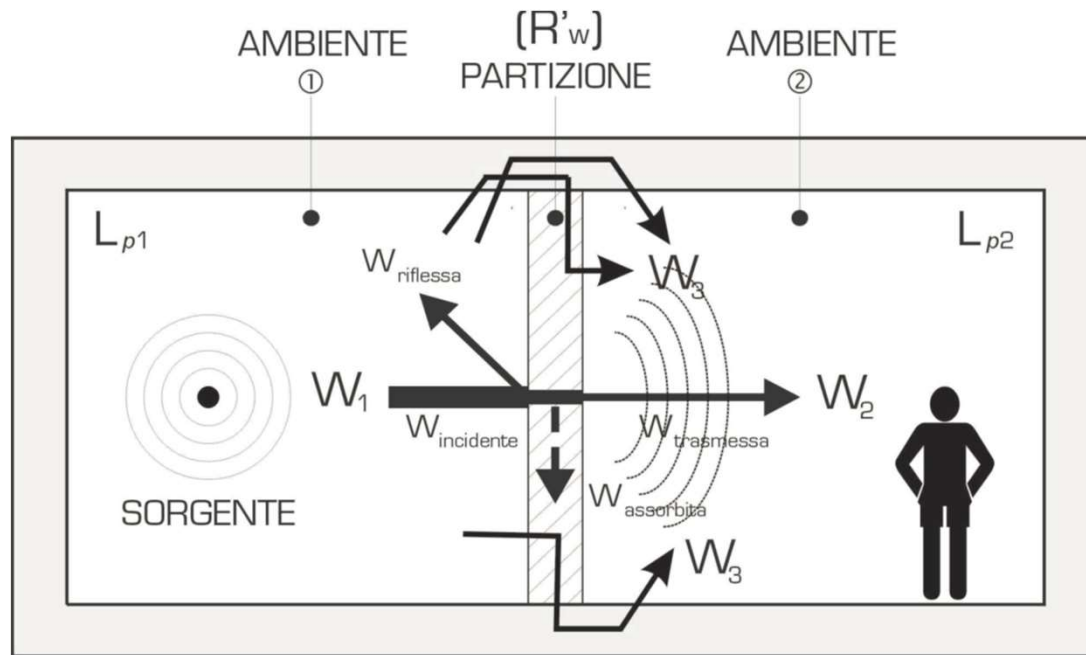
Il **potere fonoisolante R** di un elemento tecnico (partizione) descrive la sua attitudine a ridurre la trasmissione di energia sonora. Si fa riferimento alla trasmissione di rumori per via aerea.



Il **potere fonoisolante R** degli elementi tecnici si valuta con **misure in laboratorio**.

Requisiti acustici – Potere fonoisolante apparente R'

Il **potere fonoisolante apparente R'** di un elemento tecnico è una grandezza analoga al potere fonoisolante R , ma tiene conto anche dell'energia acustica trasmessa lateralmente attraverso le strutture che delimitano l'elemento stesso.



Il **potere fonoisolante apparente R'** degli elementi tecnici si valuta con **misure in opera**.

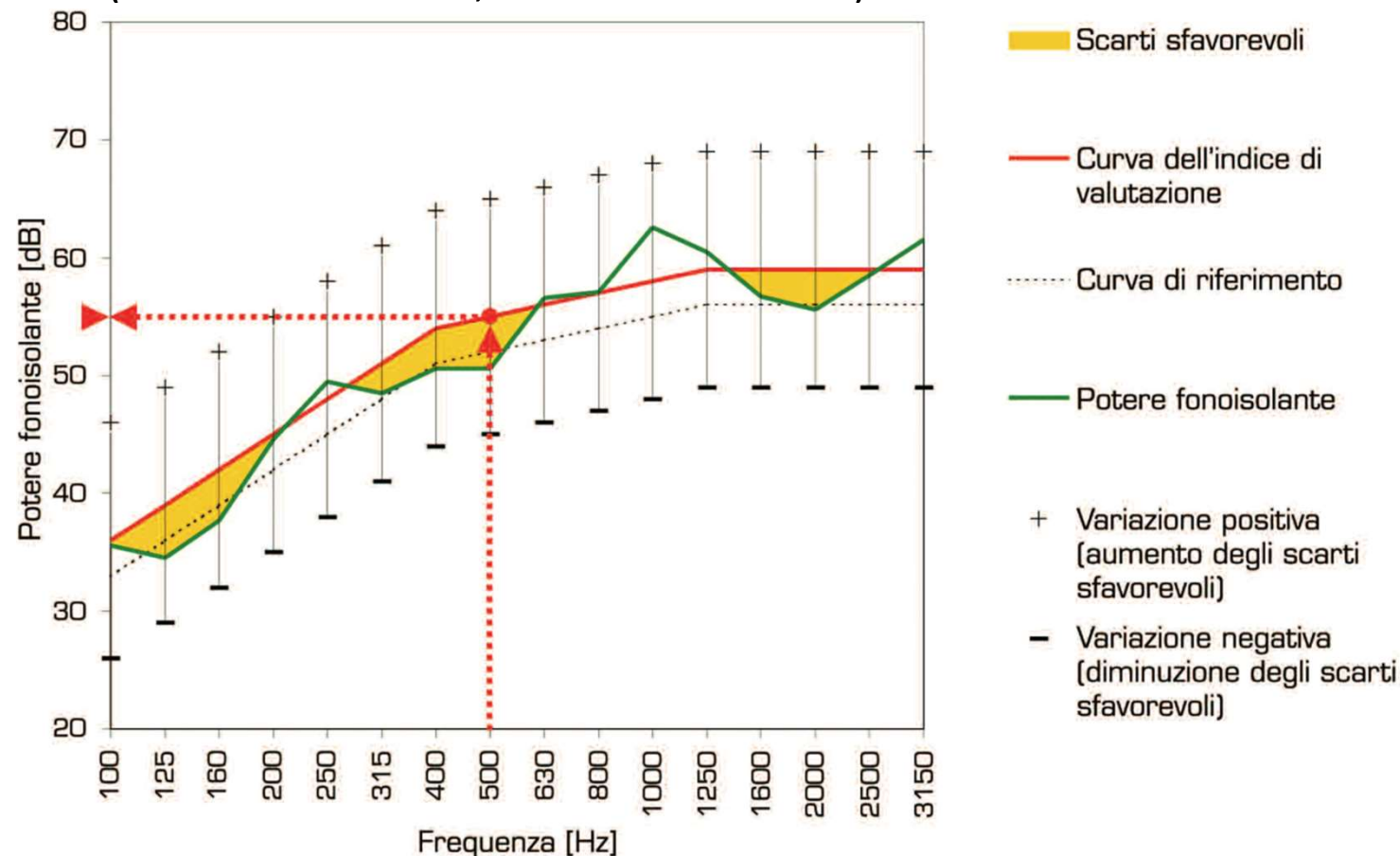
Requisiti acustici – Indice di valutazione

I valori in frequenza vengono “sintetizzati” in un indice mononumerico denominato “**indice di valutazione**”, indicato con il pedice “w” (UNI EN ISO 717).

Per esempio:

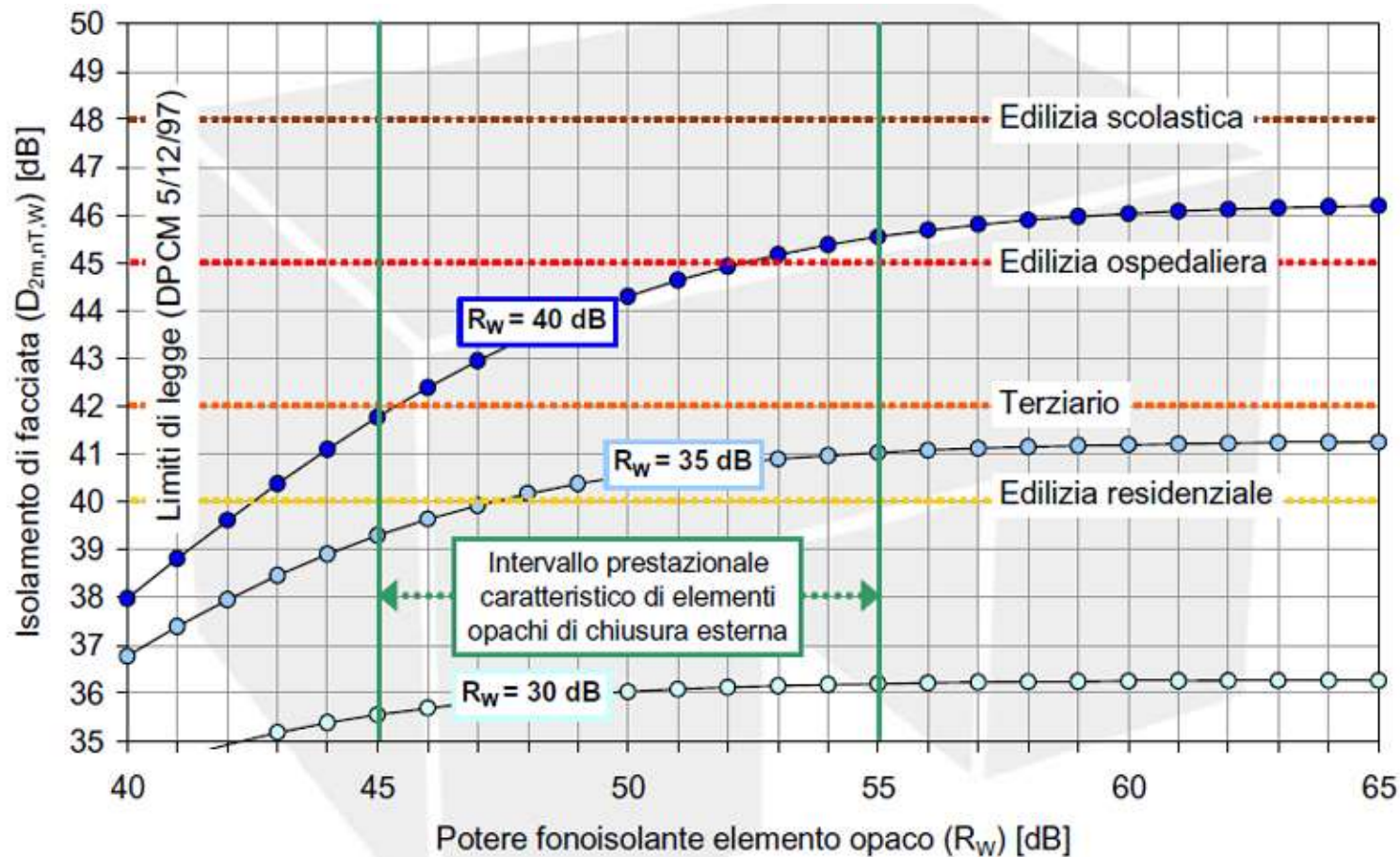
R_w = indice di valutazione del potere fonoisolante R (dB)
(UNI EN ISO 140-3, UNI EN ISO 717-1)

R'_w = indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R' (dB)
(UNI EN ISO 140-4, UNI EN ISO 717-1)



Requisiti acustici – Isolamento di facciata

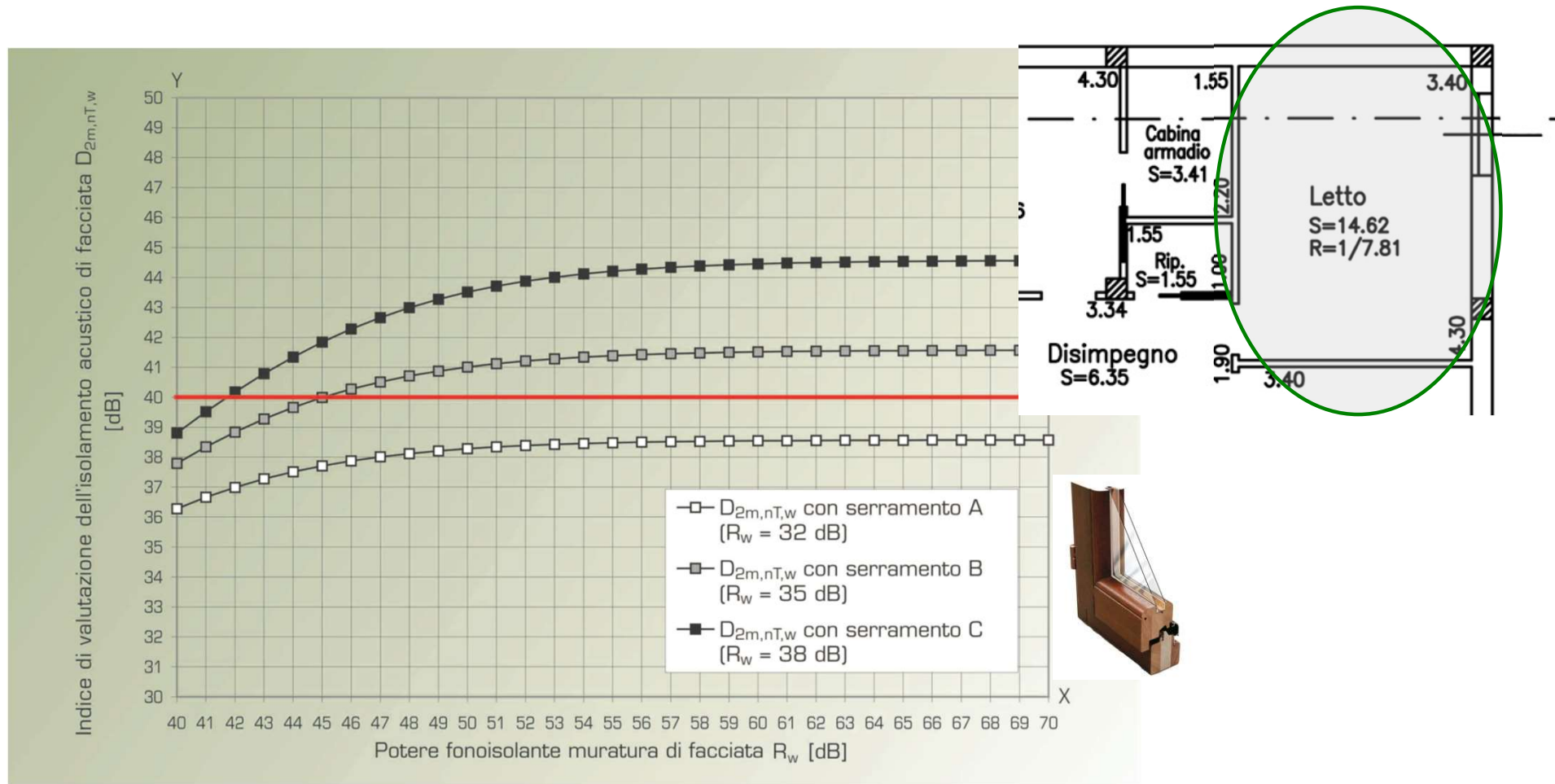
L'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ si misura in opera (UNI EN ISO 140-5, UNI EN ISO 717-1). Esso è influenzato, per facciate con aperture (finestre), dall'elemento acusticamente più debole (di solito il serramento).



Isolamento di facciata calcolato per un ambiente di 4 m di larghezza, 3,5 m di profondità e 2,7 m di altezza al variare del potere fonoisolante di un serramento in legno a due ante di dimensioni 1,5x1,25 m

Requisiti acustici – Isolamento di facciata

Esempio dell'andamento dell'indice di isolamento di facciata riferito al caso di una camera da letto matrimoniale (vedi schema a lato)



Requisiti acustici – Isolamento di facciata

NTC 2018+nZEB+Comfort acustico = Progett. integrata

Facciata – Esempio 1

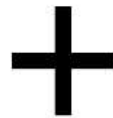
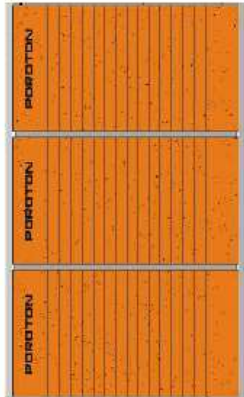
Muratura portante e/o armata – Tutte le zone sismiche



Struttura opaca verticale - Zona climatica E - F

POROTON® P800 Sp. 30-35 cm + cappotto 6-8 cm ($U=0,30-0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Normablok S40/S40 MA Sp. 40 cm ($U=0,24-0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$)



a

Chiusura trasparente

Telaio (Legno Tenero 60 mm) - $U_f=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vetro 4+12+4, Trattamento Basso Emissivo,

Gas Argon in intercapedine - $U_g=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_w=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

b

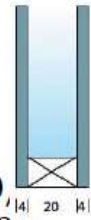
Chiusura trasparente

Telaio (PVC) - $U_f=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vetro 4+20+4, Trattamento Basso Emissivo,

Gas Argon in intercapedine - $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_w=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$



$R_w=53-56 \text{ dB}$

+

$R_w=30 \text{ dB}$

$R_w=32 \text{ dB}^{(*)}$

a

Impossibile ottenere $D_{2m,nT,w}$ di

b

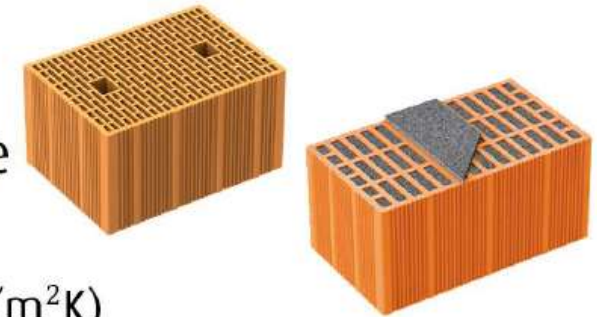
40 dB

Requisiti acustici – Isolamento di facciata

NTC 2018+nZEB+Comfort acustico = Progett. integrata

Facciata – Esempio 2

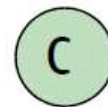
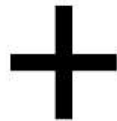
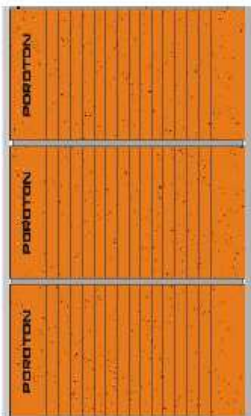
Muratura portante e/o armata – Tutte le zone sismiche



Struttura opaca verticale - Zona climatica E - F

POROTON® P800 Sp. 30-35 cm + cappotto 6-8 cm ($U=0,30-0,24$ W/m²K)

Normablok S40/S40 MA Sp. 40 cm ($U=0,24-0,21$ W/m²K)



Chiusura trasparente

Telaio (PVC)

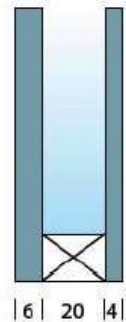
$U_f=1,2$ W/m²K

Vetro 6+20+4 Basso Emissivo

Gas Argon in intercapedine

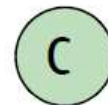
$U_g=1,1$ W/m²K

$U_w=1,2$ W/m²K



$R_w=53-56$ dB

+ $R_w=36$ dB^(*)



Posso soddisfare $D_{2m,nT,w}$ di 40 dB

Requisiti acustici – Isolamento di facciata

NTC 2018+nZEB+Comfort acustico = Progett. integrata

Facciata – Esempio 3

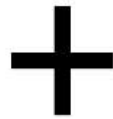
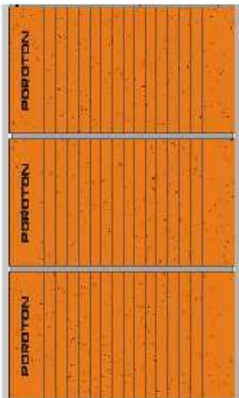
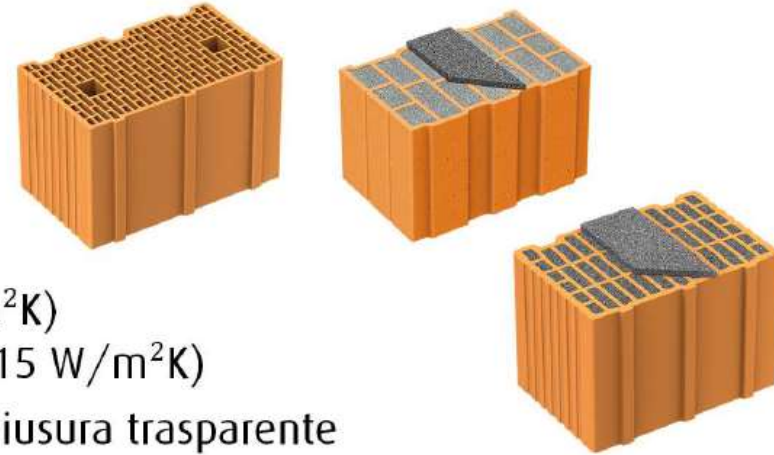
Muratura tamponamento

(o portante Zona Sismica $ag \cdot S \leq 0,075 g$)

Struttura opaca verticale - Zona climatica E - F

POROTON® P700 TS (35-45 cm) ($U=0,30-0,24 W/m^2K$)

Normablok Più Inc. (35-45 cm)/S40 HP ($U=0,19-0,15 W/m^2K$)



a

Chiusura trasparente

Telaio (Legno Tenero 60 mm) - $U_f=1,8 W/m^2K$

Vetro 4+12+4, Trattamento Basso Emissivo,

Gas Argon in intercapedine - $U_g=1,5 W/m^2K$

$U_w=1,8 W/m^2K$

b

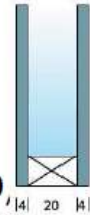
Chiusura trasparente

Telaio (PVC) - $U_f=1,2 W/m^2K$

Vetro 4+20+4, Trattamento Basso Emissivo,

Gas Argon in intercapedine - $U_g=1,1 W/m^2K$

$U_w=1,2 W/m^2K$



$R_w=50 dB$

+

$R_w=30 dB$

$R_w=32 dB^{(*)}$

a

Impossibile ottenere $D_{2m,nT,w}$ di

b

40 dB

Requisiti acustici – Isolamento di facciata

NTC 2018+nZEB+Comfort acustico = Progett. integrata

Facciata – Esempio 4

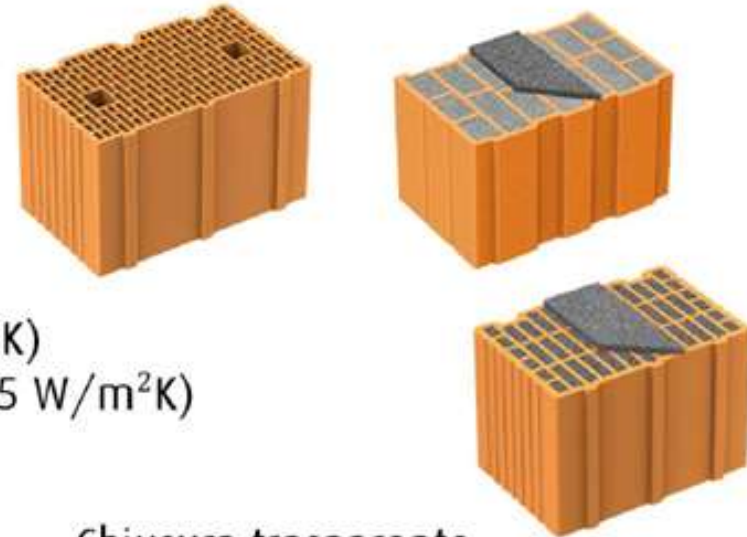
Muratura tamponamento

(o portante Zona Sismica $ag \cdot S \leq 0,075 g$)

Struttura opaca verticale - Zona climatica E - F

POROTON® P700 TS (35-45 cm) ($U=0,30-0,24 W/m^2K$)

Normablok Più Inc. (35-45 cm)/S40 HP ($U=0,19-0,15 W/m^2K$)



Chiusura trasparente

Telaio (PVC)

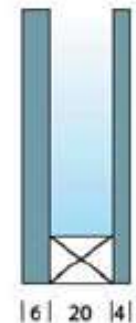
$U_f=1,2 W/m^2K$

Vetro 6+20+4 Basso Emissivo

Gas Argon in intercapedine

$U_g=1,1 W/m^2K$

$U_w=1,2 W/m^2K$



$R_w=50 dB$

+ $R_w=36 dB^{(*)}$



Posso soddisfare $D_{2m,nT,w}$ di 40 dB

Requisiti acustici – Isolamento di facciata

Argomenti trattati

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI (D.P.C.M. 5/12/1997)

Requisiti: Potere fonoisolante
Isolamento di facciata
Livello di calpestio

- ✓ SOLUZIONI ACUSTICHE (PARETI)
Certificati – Misure in laboratorio
Soluzioni acustiche – Osservazioni
Tramezze

- ✓ PROGETTAZIONE ACUSTICA

Aspetti progettuali

- ✓ POSA IN OPERA

Indicazioni ed esempi

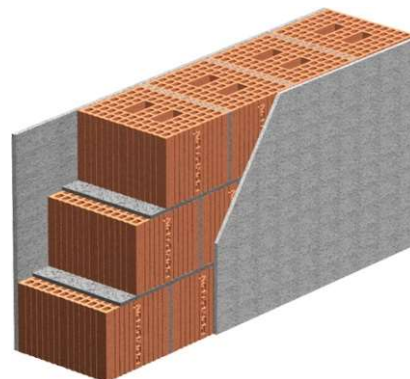
Requisiti acustici

Soluzioni per pareti opache verticali

Pareti monostrato “massive”

Campo di impiego prevalente:

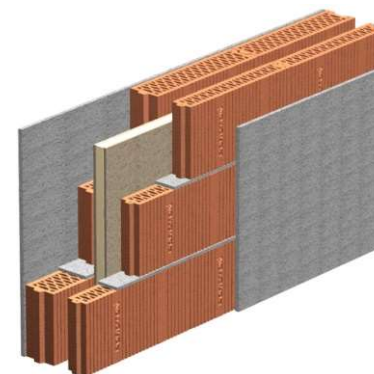
- divisori tra distinte unità immobiliari
- pareti di facciata



Pareti pluristrato con intercapedine isolata

Campo di impiego prevalente:

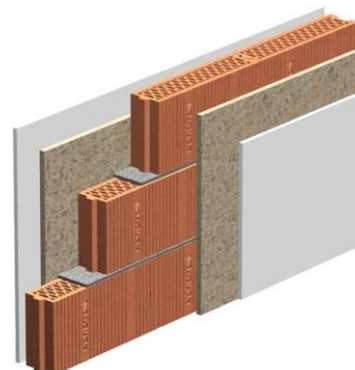
- divisori tra distinte unità immobiliari, alberghi
- pareti di facciata (previa verifica di compatibilità con requisiti termoigrometrici)



Pareti con placcaggio

Campo di impiego prevalente:

- divisori di aule scolastiche
- stanze di albergo



Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete monostrato POROTON® 800 – Spessore 30 cm + Intonaco



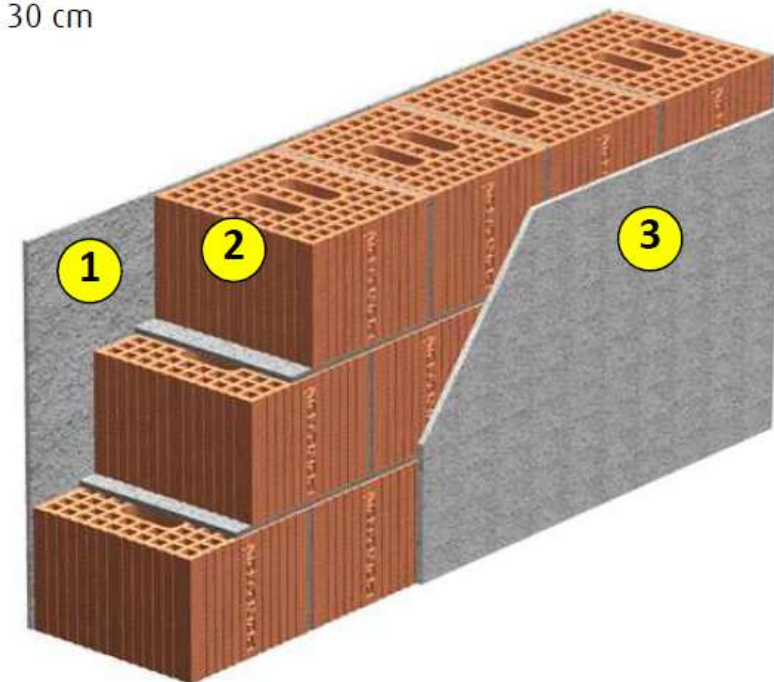
$R_w = 54$ dB

(C; C_{tr}) (-1; -4) dB

(U < 0,8 W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Muratura POROTON® spessore 30 cm
- 3 - Intonaco normale sp. 1,5 cm



Descrizione parete:

Parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 30x25x19 cm, percentuale di foratura ≤45%), con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), intonacata su ambo i lati (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

Spessore totale parete = 33 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete monostrato POROTON® 800 – Spessore 30 cm + Intonaco



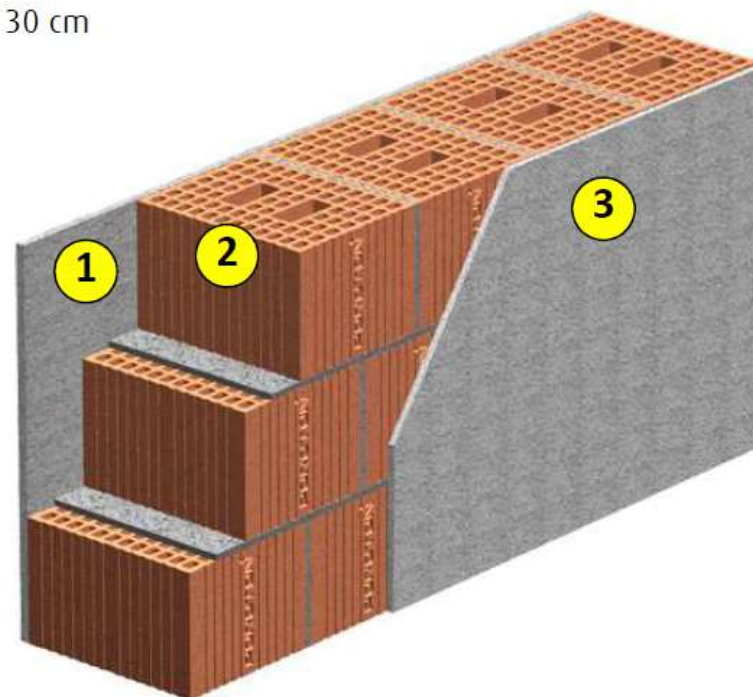
$R_w = 55 \text{ dB}$

$(C; C_{tr}) (-1; -3) \text{ dB}$

$(U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K})$

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 2,0 cm
- 2 - Muratura POROTON® spessore 30 cm
- 3 - Intonaco normale sp. 2,0 cm



Descrizione parete:

Parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 30x24x19 cm, percentuale di foratura $\leq 45\%$), con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), intonacata su ambo i lati (spessore dell'intonaco 2,0 cm).

Spessore totale parete = 34 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete monostrato POROTON® 800 – Spessore 38 cm + Intonaco



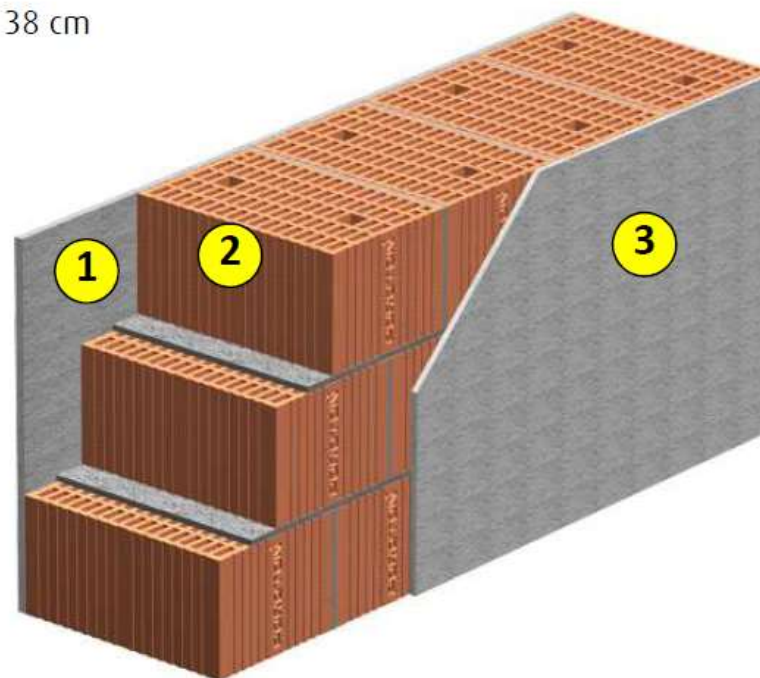
$R_w = 53$ dB

$(C; C_{tr}) (0; -1)$ dB

$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Muratura POROTON® spessore 38 cm
- 3 - Intonaco normale sp. 1,5 cm



Descrizione parete:

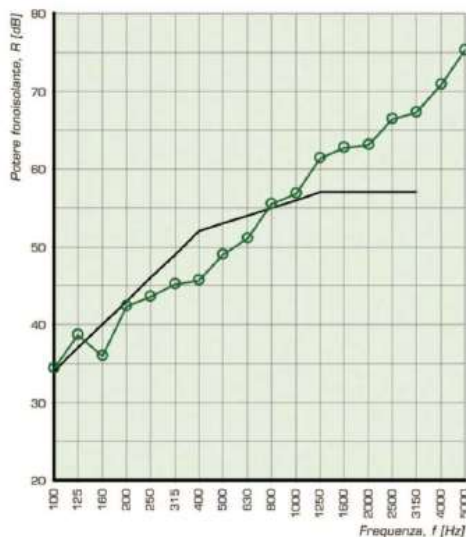
Parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 38x25x19 cm, percentuale di foratura $\leq 45\%$), con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), intonacata su ambo i lati (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

Spessore totale parete = 41 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete pluristrato POROTON® – Spessore 8+[4]+8 cm + Intonaco



$R_w = 53$ dB

$(C; C_{tr}) (-1; -5)$ dB

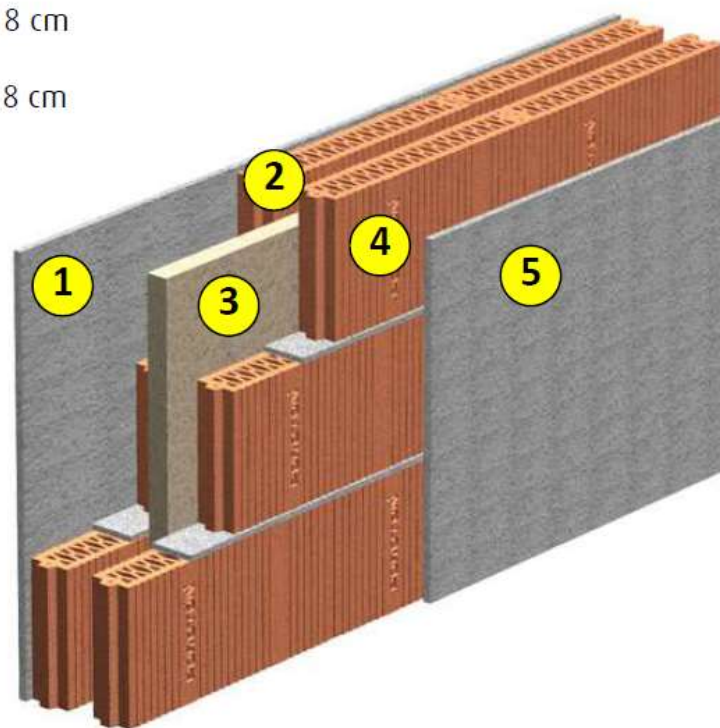
$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Tramezza POROTON® spessore 8 cm
- 3 - Celenit N sp. 4,0 cm
- 4 - Tramezza POROTON® spessore 8 cm
- 5 - Intonaco normale sp. 1,5 cm

Descrizione parete:

Parete doppia realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 8x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), intercapedine di spessore 4 cm contenente due strati di pannelli Celenit N (spessore 2+2 cm) ed intonacata sui due lati esterni (spessore dell'intonaco 1,5 cm).



Spessore totale parete = 23 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete pluristrato POROTON® – Spessore 12+[5]+8 cm + Intonaco



$R_w = 55$ dB

$(C; C_{tr}) (-1; -5)$ dB

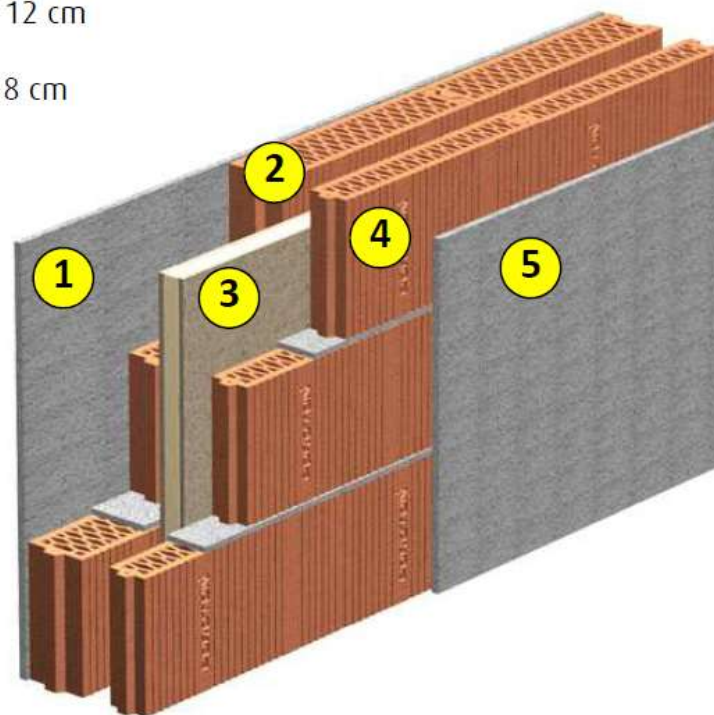
$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 3 - Celenit L3 sp. 5,0 cm
- 4 - Tramezza POROTON® spessore 8 cm
- 5 - Intonaco normale sp. 1,5 cm

Descrizione parete:

Parete doppia realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm e 8x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), intercapedine di spessore 5 cm contenente pannelli Celenit L3 (spessore 5 cm) ed intonacata sui due lati esterni (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

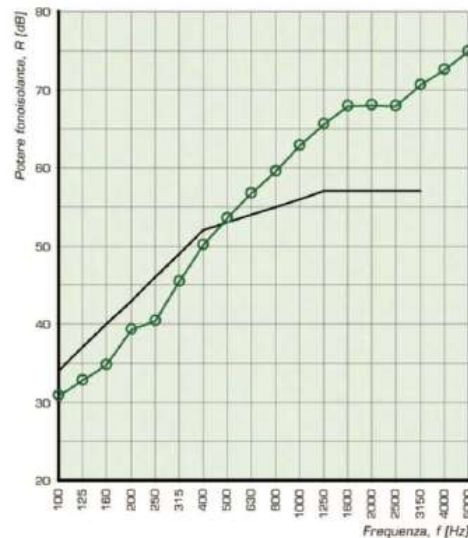


Spessore totale parete = 28 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete con placcaggio POROTON® – Spessore 12 cm + Intonaco + Placcaggio



$R_w = 53$ dB

$(C; C_{tr}) (-2; -7)$ dB

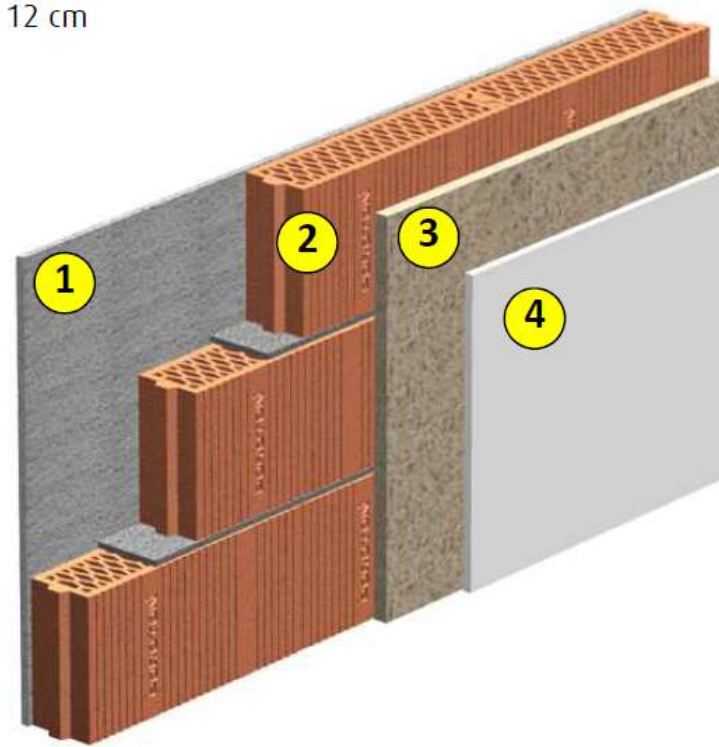
$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 3 - Celenit N sp. 2,5 cm
- 4 - Cartongesso sp. 1,5 cm

Descrizione parete:

Parete realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), intonacata su un lato (spessore dell'intonaco 1,5 cm), rivestita sull'altro con pannelli di Celenit N (spessore 2,5 cm) e placcatura con lastre di cartongesso (spessore 1,5 cm).



Spessore totale parete = 18,5 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete con placcaggio POROTON® – Spessore 12 cm + Placcaggi



$R_w = 55$ dB

$(C; C_{tr}) (-4; -10)$ dB

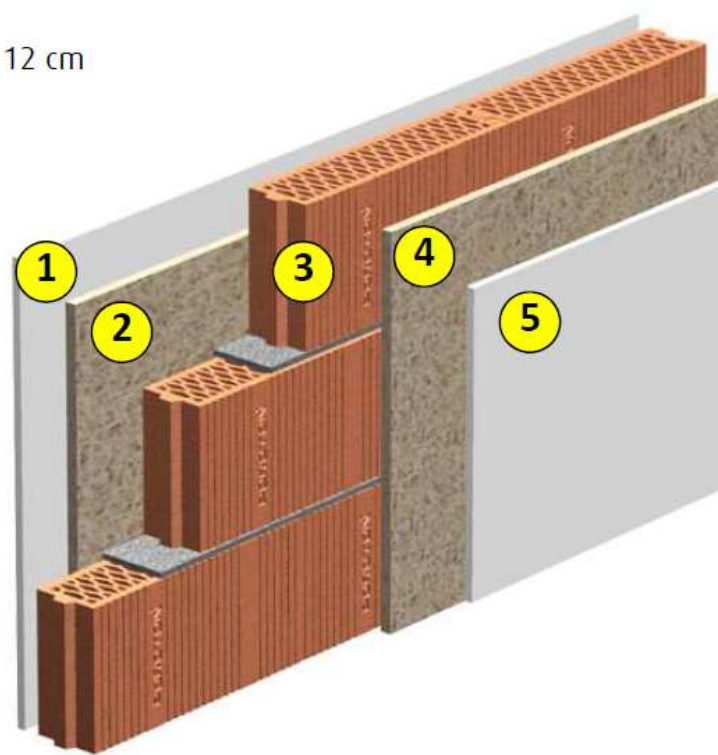
$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 – Cartongesso sp. 1,5 cm
- 2 – Celenit N sp. 2,0 cm
- 3 – Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 4 – Celenit N sp. 2,0 cm
- 5 – Cartongesso sp. 1,5 cm

Descrizione parete:

Parete realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm, percentuale di foratura $\leq 50\%$), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), non intonacata e rivestita su ambo i lati con pannelli Celenit N (spessore 2 cm) e placcature con lastre di cartongesso (spessore 1.5 cm).

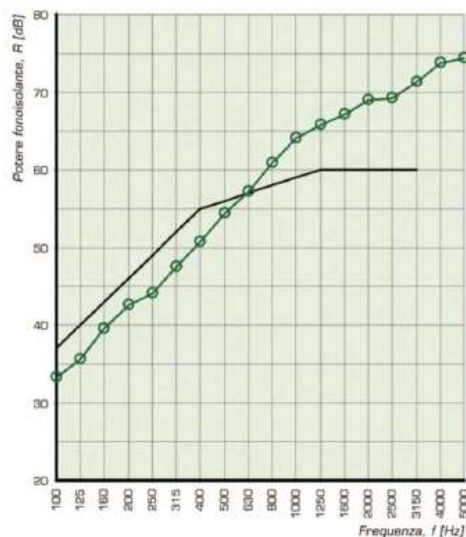


Spessore totale parete = 21 cm

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete con placcaggio POROTON® – Spessore 12 cm + Intonaco + Placcaggio



$R_w = 56$ dB

$(C; C_{tr}) (-2; -7)$ dB

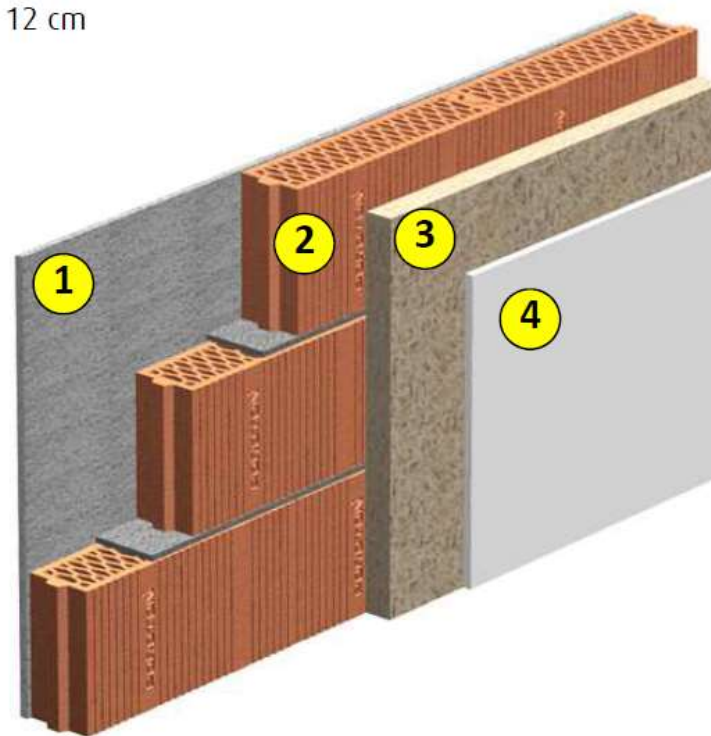
$(U < 0,8$ W/m²K)

Legenda:

- 1 - Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 - Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 3 - Celenit N sp. 5,0 cm
- 4 - Cartongesso sp. 1,5 cm

Descrizione parete:

Parete realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), intonacata su un lato (spessore dell'intonaco 1,5 cm), rivestita sull'altro con pannelli di Celenit N (spessore 5 cm) e placcatura con lastre di cartongesso (spessore 1,5 cm).

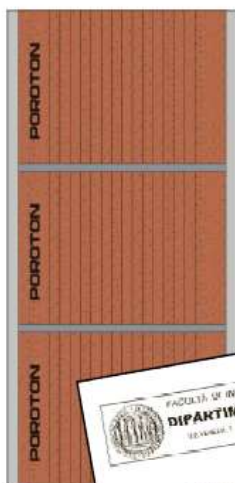


Spessore totale parete = 21 cm

Requisiti acustici

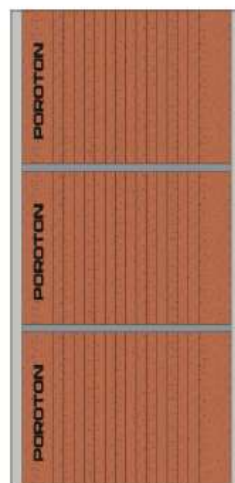
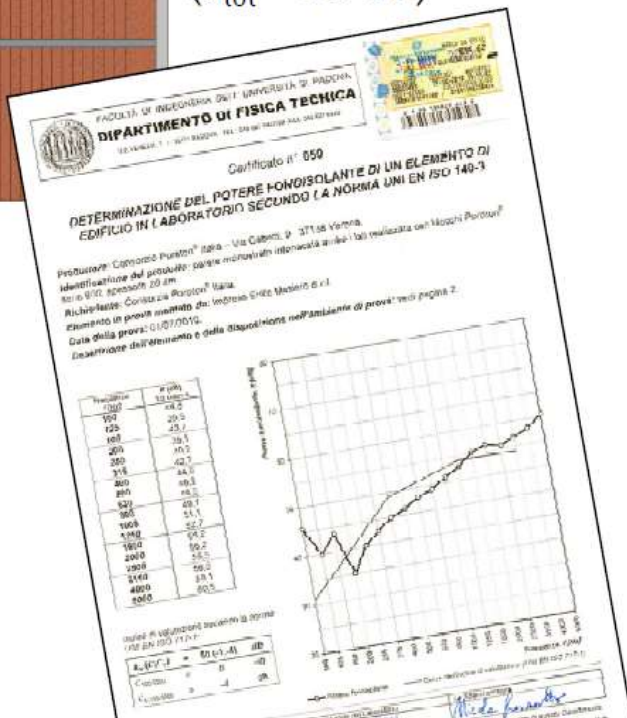
SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Consorzio POROTON® Italia dispone di certificazioni di laboratorio su molti altri prodotti e soluzioni ...



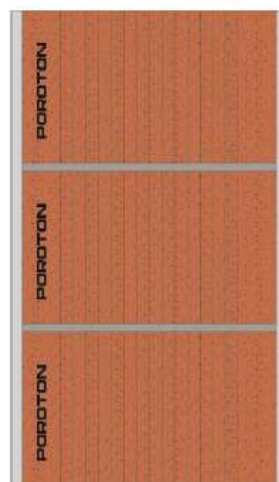
P700

s=30 cm+intonaco 1,5 cm
ambo i lati
 $R_w = 52$ dB
($S_{tot} = 33$ cm)



P700 Incastro

s=30 cm+intonaco 1,5 cm
ambo i lati
 $R_w = 49$ dB
($S_{tot} = 33$ cm)



P700 Incastro

s=36,5 cm+intonaco 1,5 cm
ambo i lati
 $R_w = 50$ dB
($S_{tot} = 39,5$ cm)

Requisiti acustici

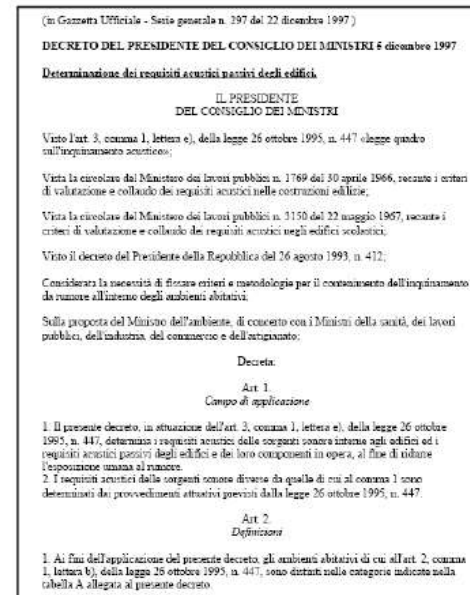
SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Aspetti da considerare

- rispetto dei limiti di legge (D.P.C.M. 05/12/1997)



(obbligo non derogabile)



- ottenimento di condizioni di comfort acustico (valutazione della tipologia di rumori che interessa isolare maggiormente)



(scelte progettuali)



Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Termini di adattamento C , C_{tr}

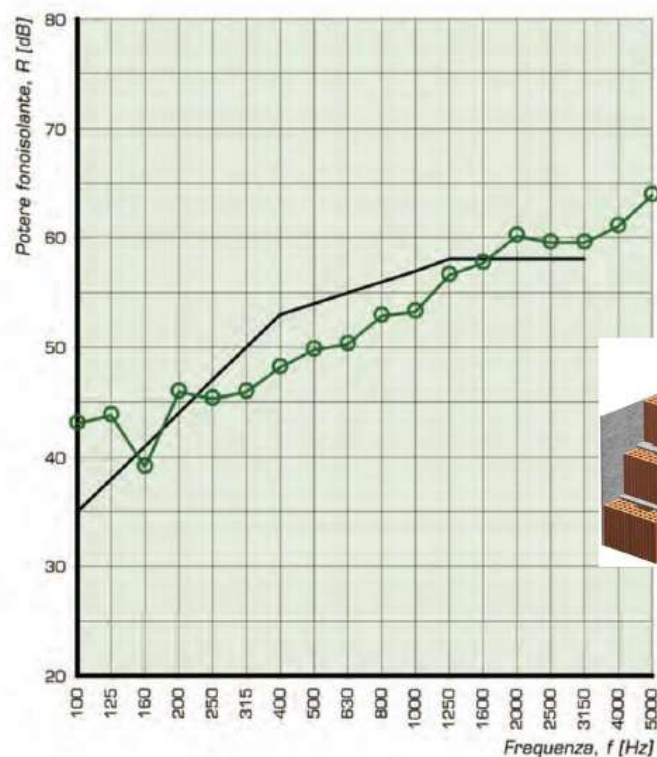
Gli spettri dei termini di adattamento possono essere correlati a differenti tipi di sorgenti sonore per valutare l'isolamento acustico nei confronti di particolari tipi di rumore (vedi tabella – cfr. UNI EN ISO 717-1). Se, ad esempio, occorre valutare per fini progettuali le caratteristiche prestazionali di un elemento di facciata di un edificio prospiciente una strada urbana molto trafficata, sarà opportuno prendere in considerazione l'indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C_{tr} ($R_w + C_{tr}$). In maniera analoga, per valutare correttamente le capacità fonoisolanti di una partizione interna o di una porta sarà opportuno applicare il termine di adattamento C ($R_w + C$).

TIPO DI SORGENTE DI RUMORE	TERMINE DI ADATTAMENTO DELLO SPETTRO
<ul style="list-style-type: none">• Rumori derivanti dall'attività umana (parlato, musica, ecc.)• Gioco dei bambini• Traffico ferroviario a velocità medio-alte• Traffico autostradale a velocità superiori a 80 km/h• Traffico aereo ravvicinato• Rumore industriale con componenti in frequenza medio-alte	C
<ul style="list-style-type: none">• Traffico veicolare urbano• Traffico autostradale a bassa velocità• Traffico aereo in lontananza• Discoteche• Rumore industriale con componenti in frequenza medio-basse	C_{tr}

Requisiti acustici

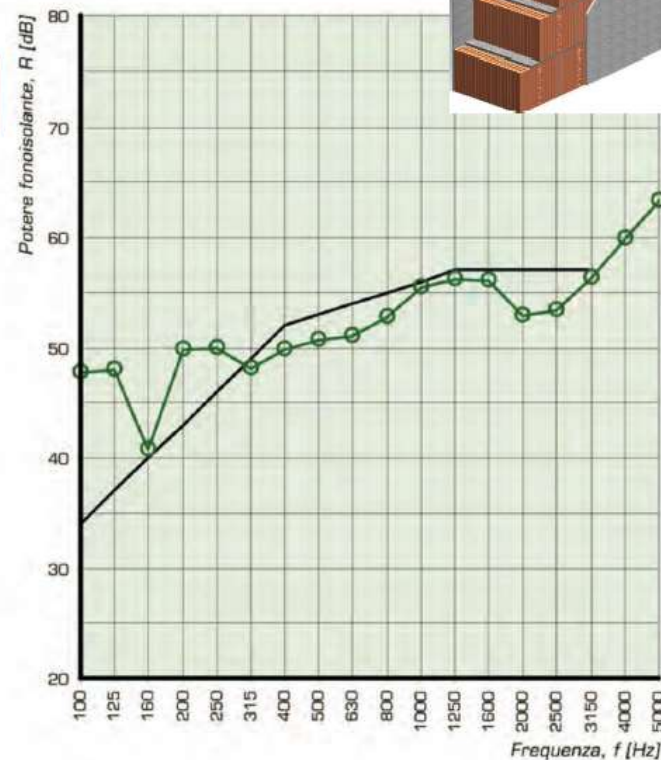
SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Per il calcolo previsionale con le norme UNI EN 12354 (e UNI TR 11175) e per una effettiva valutazione del livello di comfort acustico ottenibile è importante disporre dell'andamento in frequenza e non del solo indice di valutazione R_w



P800 s=30 cm

$R_w (C; C_{tr}) = 54 (-1; -4) \text{ dB}$



P800 s=38 cm

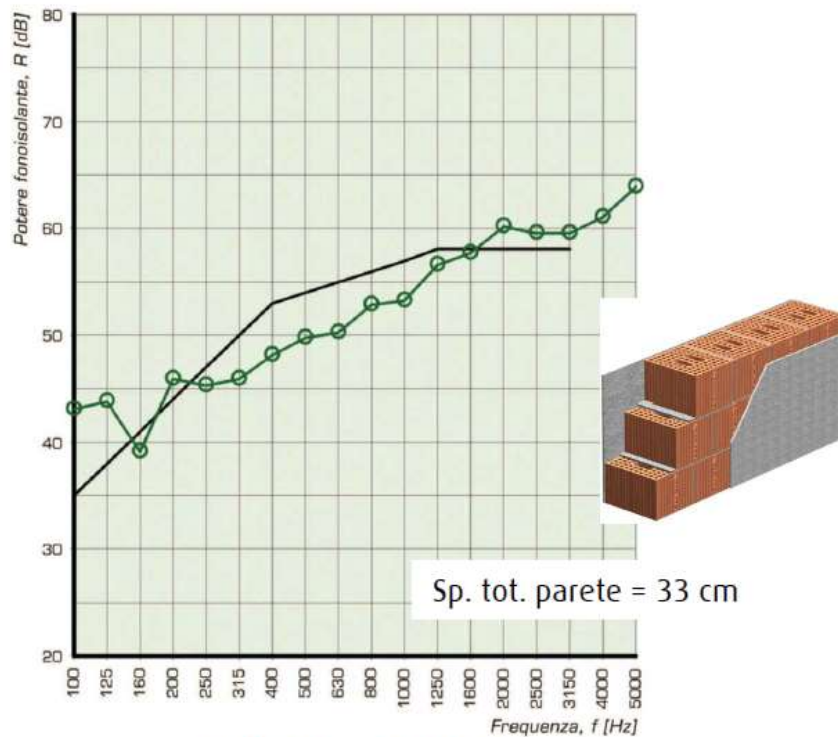
$R_w (C; C_{tr}) = 53 (0; -1) \text{ dB}$

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

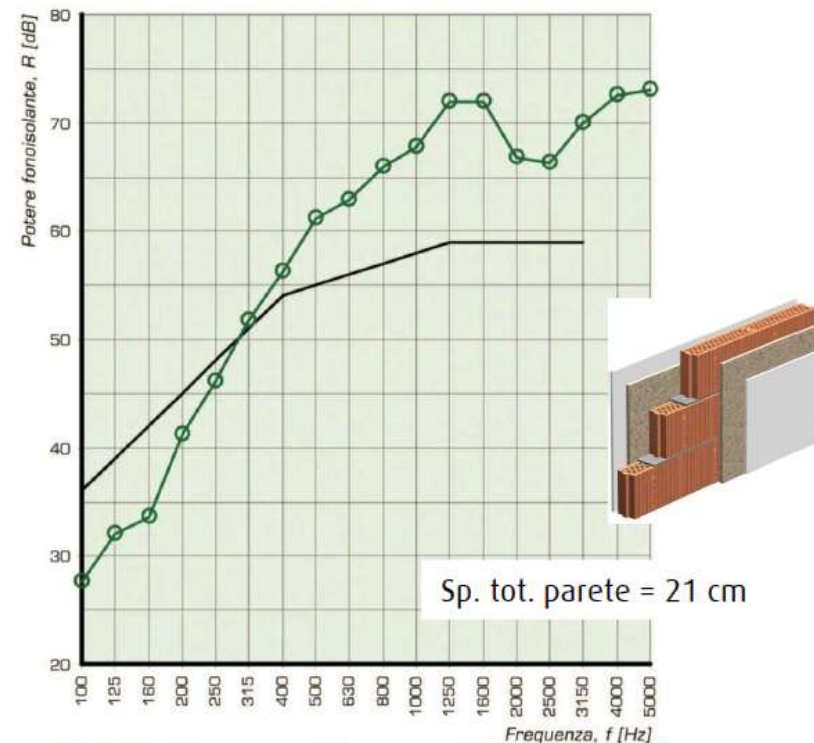
Pareti pesanti vs Pareti leggere

Pareti “leggere” possono avere lo stesso indice di valutazione R_w di pareti “pesanti” o valori superiori: questo deriva da elevato isolamento delle alte frequenze e modeste prestazioni alle frequenze medio-basse. Pareti “massive” isolano molto bene le basse frequenze, che sono le più importanti in quanto corrispondono tipicamente ai rumori domestici più disturbanti.



P800 s=30 cm

$R_w (C; C_{tr}) = 54 (-1; -4) \text{ dB}$



Tramezza s=12 cm + Placcaggi

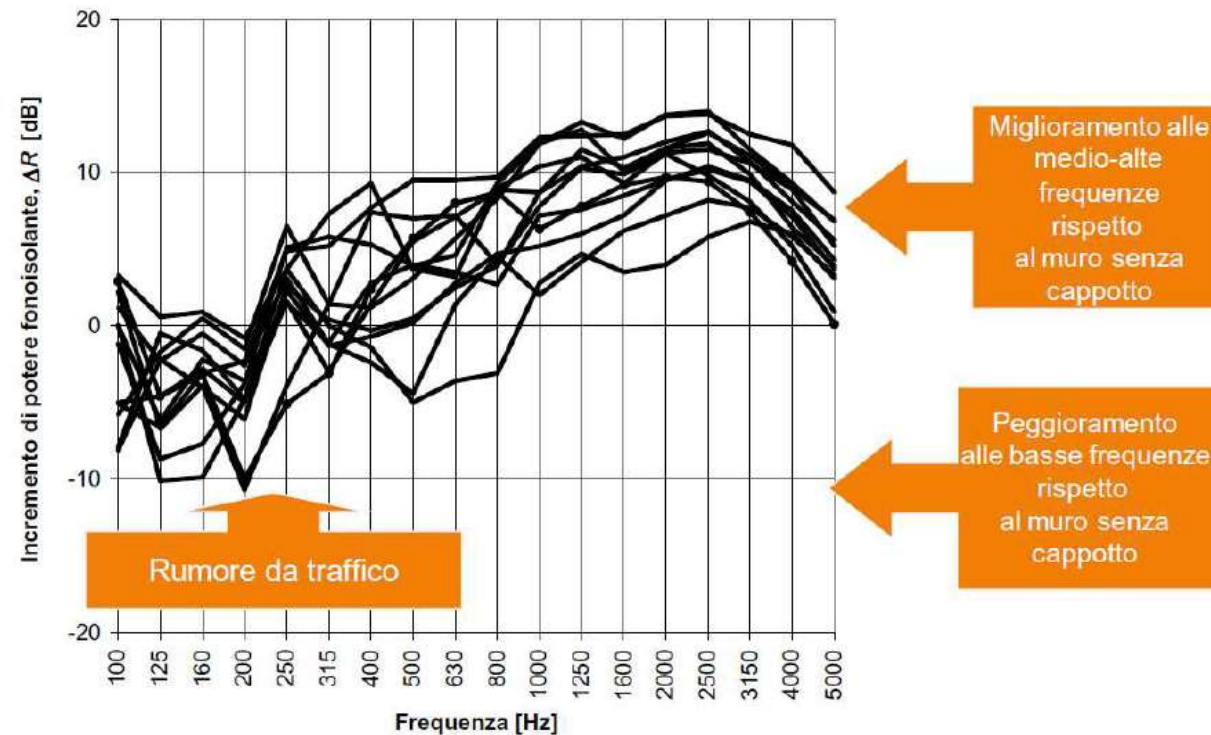
$R_w (C; C_{tr}) = 55 (-4; -10) \text{ dB}$

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Facciata - Influenza del rivestimento a cappotto termico (1)

Il rivestimento a “cappotto”, tipicamente utilizzato per le pareti perimetrali dell’edificio (quindi quelle per le quali bisogna garantire l’isolamento acustico di facciata), può comportare alcune problematiche acustiche se non si considera adeguatamente il comportamento del pacchetto “muratura+cappotto”.

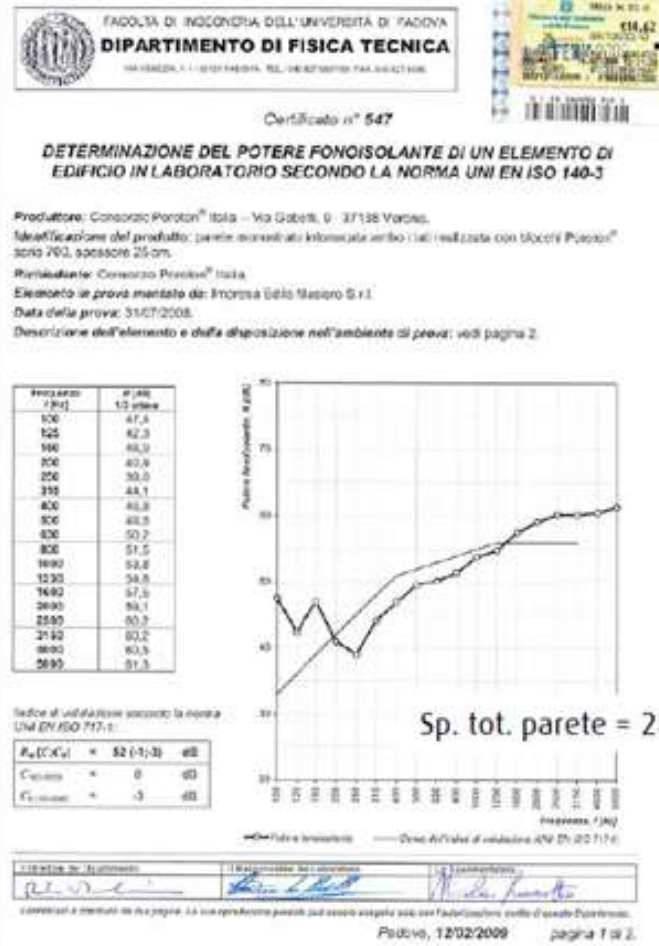


Andamento di ΔR (incremento potere fonoisolante) rilevato su pareti con applicazione di rivestimenti a cappotto di vari materiali (EPS, Lana di Roccia)

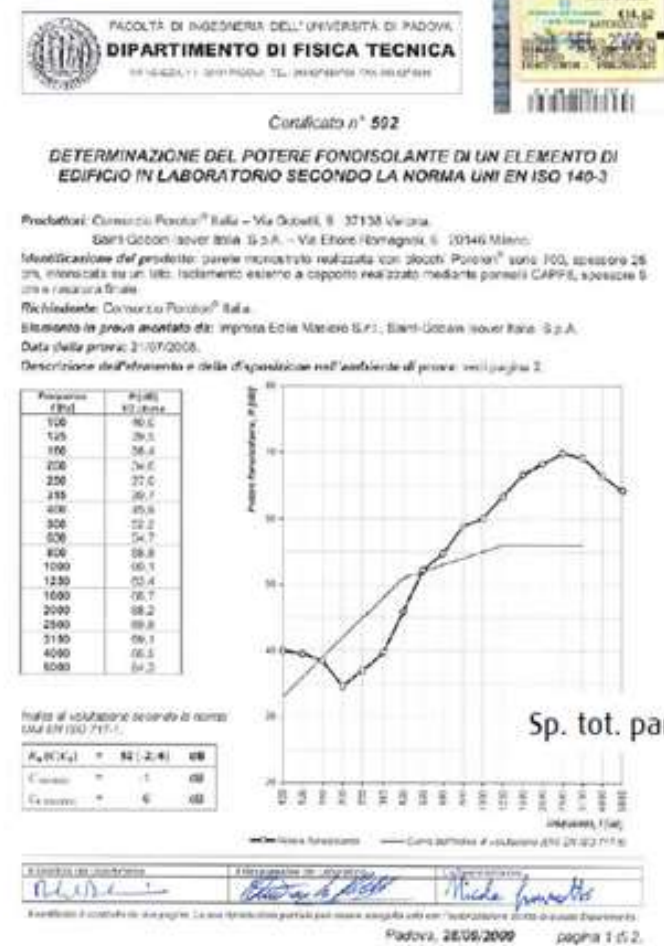
Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Influenza del rivestimento a cappotto termico (2)



P700 s=25 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-1; -3)$ dB



P700 s=25 cm + Cappotto 5 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-2; -6)$ dB

Requisiti acustici

SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Influenza del rivestimento a cappotto termico (3)



FACOLTÀ DI INGEGNERIA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA
VIA VENEZIA, 1 - 35131 PADOVA - TEL. 049 827 6057/59 - FAX 049 827 6266



Certificato n° 547

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE DI UN ELEMENTO DI EDIFICIO IN LABORATORIO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 140-3

Produttore: Consorzio Poroton® Italia - Via Gobetti, 9 - 37138 Verona.

Identificazione del prodotto: parete monostrato intonacata ambo i lati realizzata con blocchi Poroton® serie 700, spessore 25 cm.

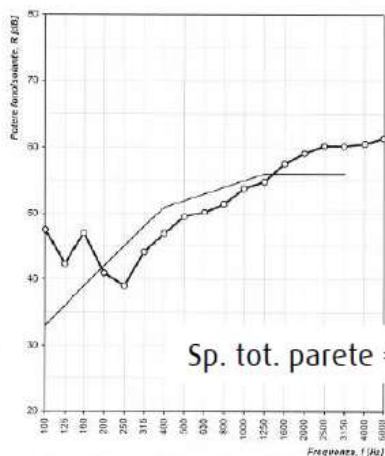
Richiedente: Consorzio Poroton® Italia

Elemento in prova montato da: Impresa Edile Masiero S.r.l.

Data della prova: 31/07/2008.

Descrizione dell'elemento e della disposizione nell'ambiente di prova: vedi pagina 2.

Frequenza f [Hz]	R [dB 1/3 ottava]
100	47,4
125	42,3
160	48,0
200	40,9
250	39,0
315	44,1
400	48,8
500	49,5
630	50,2
800	51,5
1000	53,8
1250	54,8
1600	57,5
2000	59,1
2500	60,2
3150	60,2
4000	60,5
5000	61,3



Sp. tot. parete = 28 cm

Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1:

$R_w(C;C_{tr})$	= 52 (-1;-3) dB
$C_{100-500}$	= 0 dB
$C_{125-2000}$	= -3 dB

Il Direttore del Dipartimento: *[Signature]* Il Responsabile del Laboratorio: *[Signature]* Lo Sperimentatore: *[Signature]*

Il certificato è costituito da due pagine. La sua riproduzione parziale può essere eseguita solo con l'autorizzazione scritta di questo Dipartimento.

Padova, 12/02/2009 pagina 1 di 2.

P700 s=25 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-1; -3) \text{ dB}$



FACOLTÀ DI INGEGNERIA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA
VIA VENEZIA, 1 - 35131 PADOVA - TEL. 049 827 6057/59 - FAX 049 827 6266



Certificato n° 591

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE DI UN ELEMENTO DI EDIFICIO IN LABORATORIO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 140-3

Produttori: Consorzio Poroton® Italia - Via Gobetti, 9 - 37138 Verona.

Saint-Gobain Isover Italia S.p.A. - Via Ettore Romagnoli, 6 - 20146 Milano.

Identificazione del prodotto: parete monostrato realizzata con blocchi Poroton® serie 700, spessore 25 cm, intonacata su un lato. Isolamento esterno a cappotto realizzato mediante pannelli CAPP8, spessore 8 cm e rasatura finale.

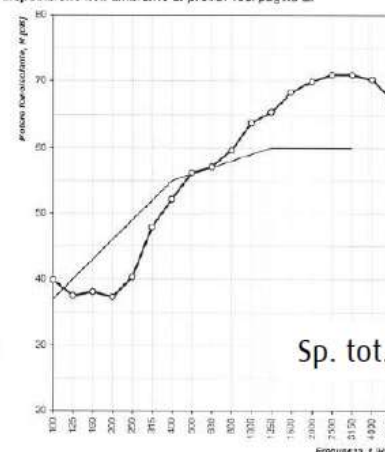
Richiedente: Consorzio Poroton® Italia.

Elemento in prova montato da: Impresa Edile Masiero S.r.l., Saint-Gobain Isover Italia S.p.A.

Data della prova: 16/07/2008.

Descrizione dell'elemento e della disposizione nell'ambiente di prova: vedi pagina 2.

Frequenza f [Hz]	R [dB 1/3 ottava]
100	39,9
125	37,5
160	38,1
200	37,4
250	40,3
315	47,9
400	52,2
500	56,2
630	57,1
800	59,6
1000	63,7
1250	65,4
1600	68,2
2000	69,9
2500	70,9
3150	70,9
4000	70,2
5000	67,4



Sp. tot. parete = 37 cm

Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1:

$R_w(C;C_{tr})$	= 56 (-3;-8) dB
$C_{100-500}$	= -2 dB
$C_{125-2000}$	= 8 dB

Il Direttore del Dipartimento: *[Signature]* Il Responsabile del Laboratorio: *[Signature]* Lo Sperimentatore: *[Signature]*

Il certificato è costituito da due pagine. La sua riproduzione parziale può essere eseguita solo con l'autorizzazione scritta di questo Dipartimento.

Padova, 28/09/2009 pagina 1 di 2.

P700 s=25 cm + Cappotto 8 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 56 (-3; -8) \text{ dB}$

Requisiti acustici

Prove in opera vs Prove di laboratorio

Diverse campagne di misure in opera hanno evidenziato che alcune soluzioni di pareti offrono maggiore affidabilità rispetto al soddisfacimento di determinate prestazioni acustiche. Ciò è da porre in relazione sia alle qualità intrinseche dei materiali, sia con il grado di complessità della procedura di posa in opera della parete.

Infatti, tanto maggiore è il grado di difficoltà realizzativa di una parete o controparete, tanto più influenti potranno essere le ricadute di possibili difetti esecutivi sulle prestazioni.

L'utilizzo di una parete monostrato, con la sua facile esecuzione, riduce fortemente la variabilità legata alle procedure realizzative della parete stessa rispetto, per esempio, alla realizzazione di una doppia parete.

La differenza tra le prestazioni in opera e quelle misurate in laboratorio per le soluzioni POROTON® monostrato è in genere contenuta entro i 2-3 dB purché la posa in opera sia eseguita a regola d'arte (perdite maggiori possono aversi per pareti leggere pluristrato per le ragioni sopra esposte).

Inoltre le soluzioni POROTON® monostrato sono caratterizzate da una buona ripetibilità dei risultati.

Si evidenzia (e si riscontra in cantiere) che la posa in opera è il fattore che può incidere maggiormente sulla variazione di prestazione acustica di un elemento tecnico.

Requisiti acustici

Prove in opera vs Prove di laboratorio



Rapporto di prova AX_R'_3

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOIOLANTE DI UN ELEMENTO DI EDIFICIO IN OPERA SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 140-4

Produttore: Fornaci di Manzano S.p.A. - Consorzio Poroton® Italia

Struttura Edilizia in prova: Lottizzazione "Parco dei Gelsi"

Comune di Noventa di Piave (VE) – Via Parini

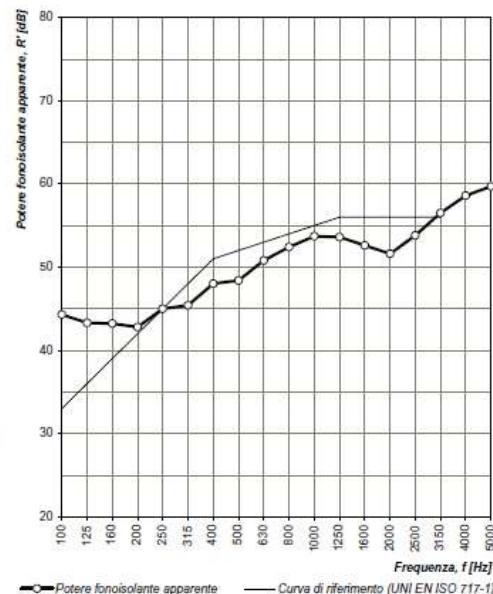
Identificazione del prodotto: Partizione realizzata in blocchi POROTON® 800 spessore 38 cm, intonacata su ambo i lati, spessore intonaco 1,5 cm.

Richiedente: Committente "Iniziative Imm.ri Venezia"

Data della prova: 23/11/2007.

Descrizione dell'elemento e della disposizione nell'ambiente di prova: vedi pagina 2.

Frequenza <i>f</i> [Hz]	<i>R'</i> [dB] 1/3 ottava
100	44,3
125	43,3
160	43,2
200	42,8
250	45,0
315	45,4
400	48,0
500	48,4
630	50,8
800	52,4
1000	53,7
1250	53,6
1600	52,6
2000	51,6
2500	53,8
3150	56,5
4000	58,6
5000	59,7



Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1:

$R'_w (C; C_{tr})$	=	52 (-1;-2)	dB
$C_{100-5000}$	=	0	dB
$C_{tr,100-5000}$	=	-2	dB

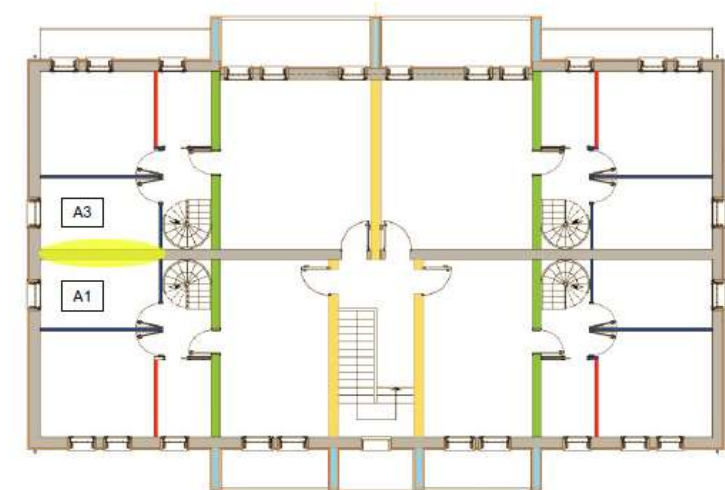
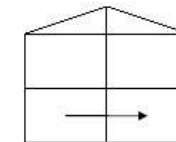
Prova in laboratorio: $R_w = 53$ dB

Prova in opera: $R'_w = 52$ dB



Rapporto di prova AX_R'_3

Disposizione dell'elemento nell'ambiente di prova:



Descrizione dell'elemento in prova*: partizione realizzata in blocchi POROTON® 800, spessore 38 cm, intonacata su ambo i lati, spessore intonaco 1,5 cm.

Condizioni di prova:

Superficie dell'elemento in prova:	13,85 m ²
Volume della camera ricevente:	32,40 m ³

Ambiente di prova: Piano Terra: camera 1 appartamento A3 (trasmittente) – camera 1 appartamento A1 (ricevente).

Strumentazione utilizzata: analizzatore sonoro Svantek 948 (S/N 9358), microfoni Brüel & Kjær 4188 (S/N 2152662, 2152663, 2152664), microfono Svantek SV12L (S/N 7594), calibratore microfonico Brüel & Kjær 4231 (S/N 2162894), amplificatore di potenza Brüel & Kjær 2716, sorgente sonora omnidirezionale Brüel & Kjær 4296.
Segnale disturbante: rumore rosa.

Requisiti acustici

Prove in opera vs Prove di laboratorio



Rapporto di prova AX_R'_2

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE DI UN ELEMENTO DI EDIFICIO IN OPERA SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 140-4

Produttore: Fornaci di Manzano S.p.A. - Consorzio Poroton® Italia

Struttura Edilizia in prova: Lottizzazione "Parco dei Gelsi"

Comune di Noventa di Piave (VE) – Via Parini

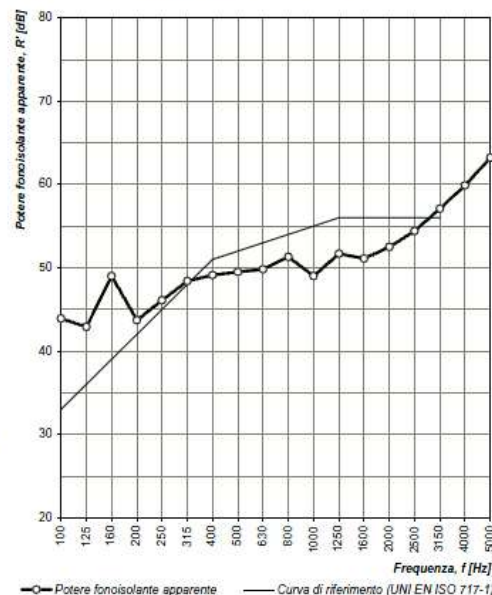
Identificazione del prodotto: Partizione realizzata in blocchi POROTON® 800 spessore 38 cm, intonacata su ambo i lati, spessore intonaco 1,5 cm.

Richiedente: Committente "Iniziative Imm.ri Venezia"

Data della prova: 23/11/2007.

Descrizione dell'elemento e della disposizione nell'ambiente di prova: vedi pagina 2.

Frequenza f [Hz]	R' [dB] 1/3 ottava
100	43,9
125	42,9
160	49,0
200	43,7
250	46,1
315	48,4
400	49,1
500	49,5
630	49,8
800	51,3
1000	49,0
1250	51,7
1600	51,1
2000	52,5
2500	54,4
3150	57,1
4000	59,9
5000	63,2



Indice di valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1:

$R'_w(C;C_w)$	=	52 (-1;-2)	dB
$C_{100-5000}$	=	0	dB
$C_{T,100-5000}$	=	-2	dB

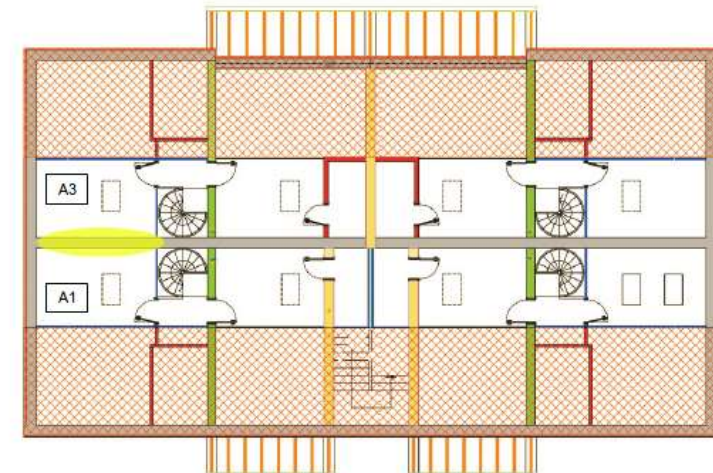
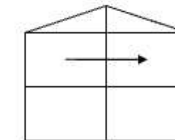
Prova in laboratorio: $R_w = 53$ dB

Prova in opera: $R'_w = 52$ dB



Rapporto di prova AX_R'_2

Disposizione dell'elemento nell'ambiente di prova:



Descrizione dell'elemento in prova: partizione realizzata in blocchi POROTON® 800, spessore 38 cm, intonacata su ambo i lati, spessore intonaco 1,5 cm).

Condizioni di prova:

Superficie dell'elemento in prova:	13,85 m ²
Volume della camera ricevente:	32,40 m ³

Ambiente di prova: Piano Primo: camera 1 appartamento A3 (trasmittente) – camera 1 appartamento A1 (ricevente).

Strumentazione utilizzata: analizzatore sonoro Svantek 948 (S/N 9358), microfoni Brüel & Kjær 4188 (S/N 2152662, 2152663, 2152664), microfono Svantek SV12L (S/N 7594), calibratore microfónico Brüel & Kjær 4231 (S/N 2162894), amplificatore di potenza Brüel & Kjær 2716, sorgente sonora omnidirezionale Brüel & Kjær 4296. Segnale disturbante: rumore rosa.

Requisiti acustici

Argomenti trattati

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI (D.P.C.M. 5/12/1997)

- Requisiti: Potere fonoisolante
 - Isolamento di facciata
 - Livello di calpestio

- ✓ SOLUZIONI ACUSTICHE (PARETI)

- Certificati – Misure in laboratorio
 - Soluzioni acustiche – Osservazioni
 - Tramezze

- ✓ **PROGETTAZIONE ACUSTICA**

- Aspetti progettuali**

- ✓ POSA IN OPERA

- Indicazioni ed esempi

Progettazione acustica

Regole generali

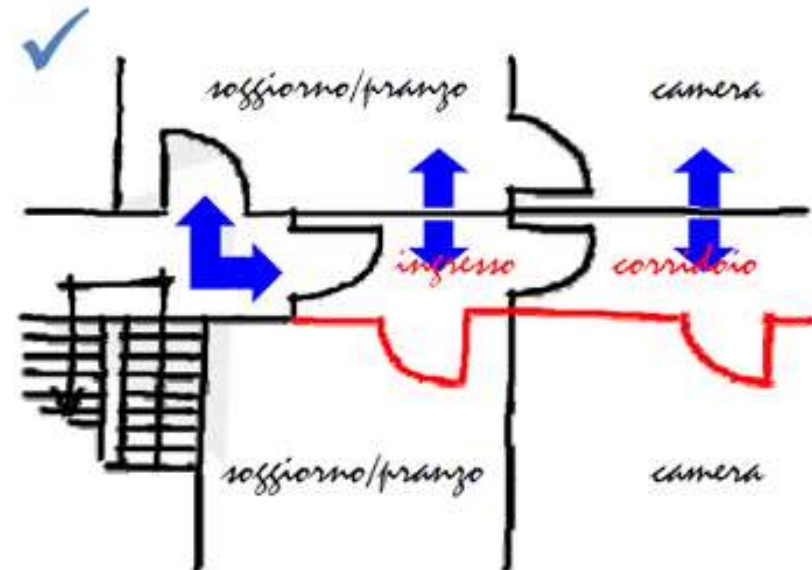
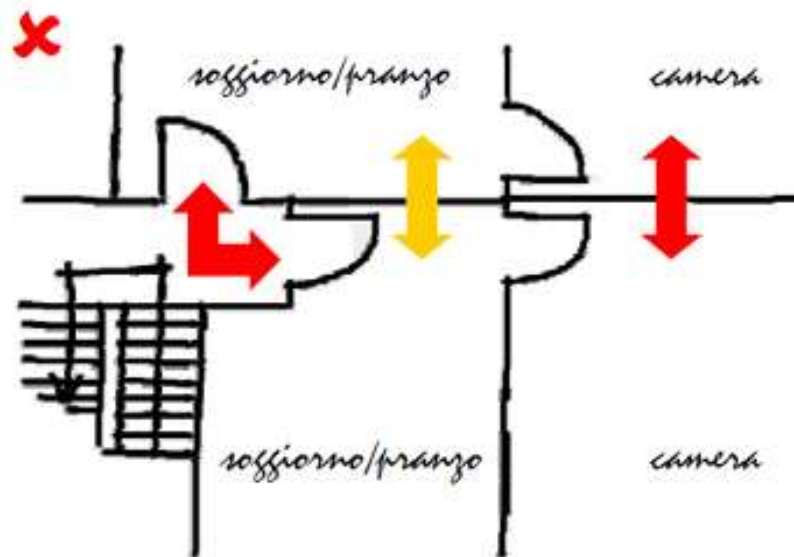
- 1) Fondamentale che tutti i componenti (pareti, solai, strutture, serramenti, impianti) siano progettati “acusticamente” in modo corretto
- 2) Una corretta progettazione acustica significa anche disporre gli ambienti abitativi in modo da evitare o limitare le “criticità”
- 3) Importante eseguire calcoli previsionali (norme UNI EN 12354 e UNI TR 11175)
- 4) Fondamentale la corretta posa in opera
- 5) Attenzione ai ponti acustici

Progettazione acustica

Aspetti progettuali – Esempio 1

Riduzione degli spazi distributivi ed accessori

La soppressione di alcuni spazi interni non consente di creare dei “filtri” tra gli ambienti sensibili di differenti unità immobiliari, in grado di sopperire alla fisiologica carenza prestazionale di alcuni elementi edilizi od alla formazione di percorsi laterali di trasmissione dell’energia sonora.

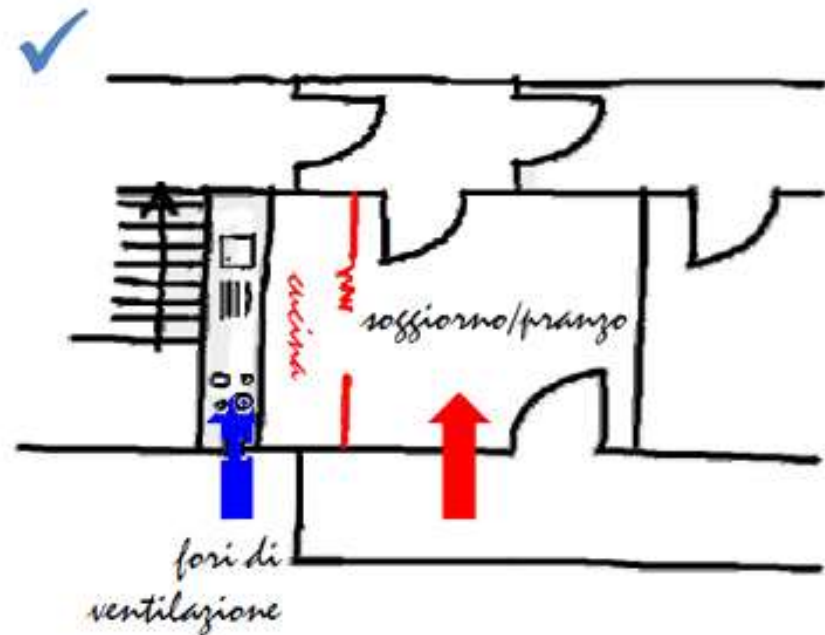
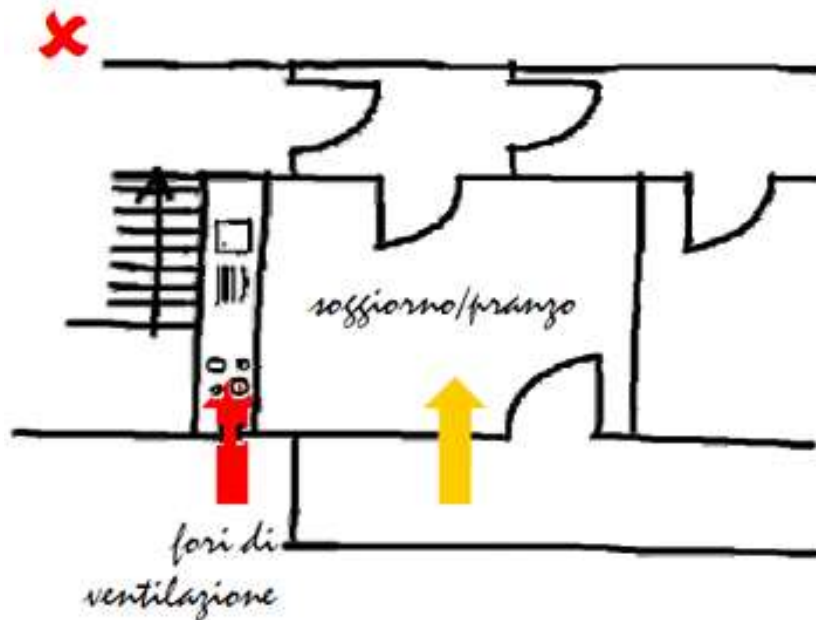


Progettazione acustica

Aspetti progettuali – Esempio 2

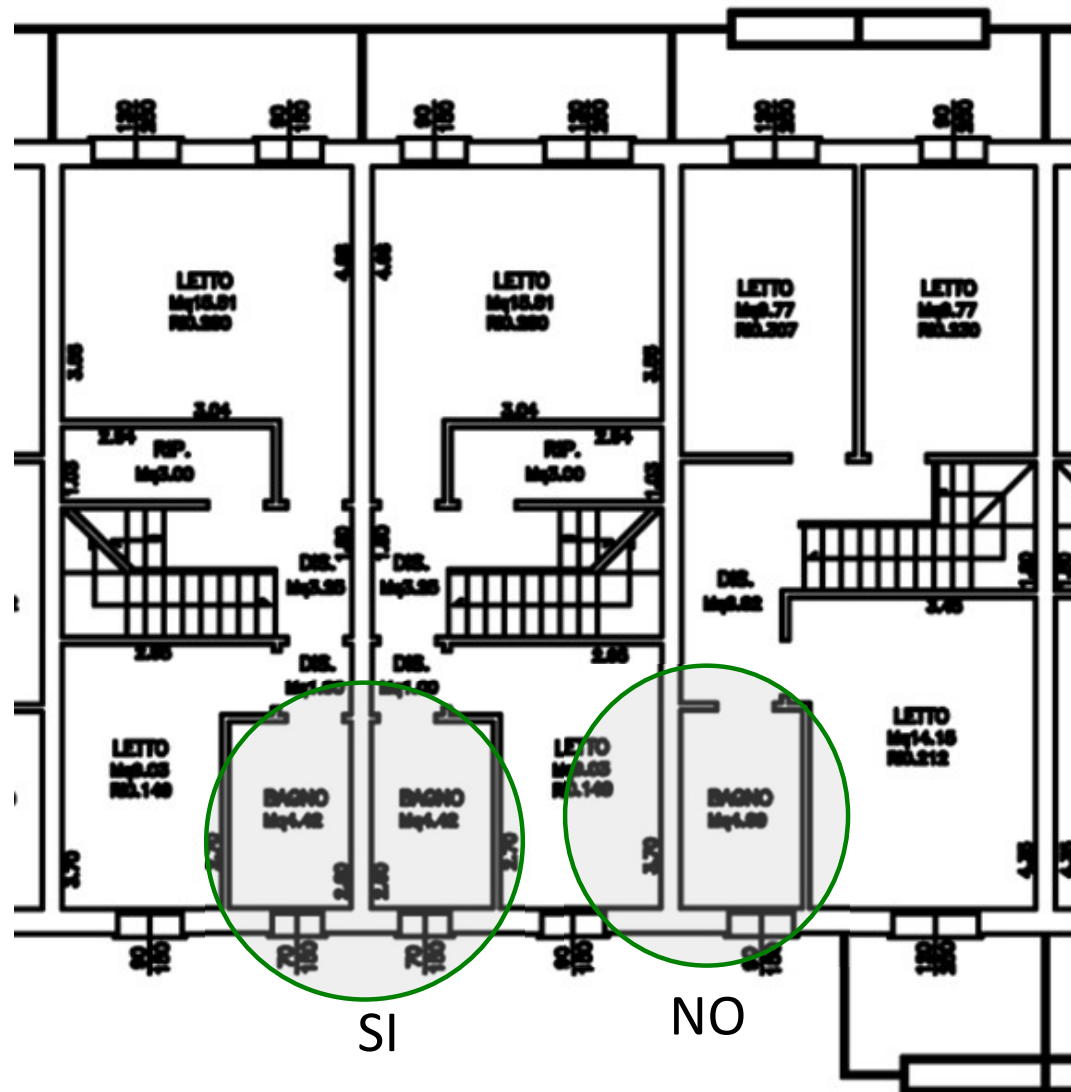
Commistione di funzioni negli ambienti abitativi

La tendenza all'accorpamento di funzioni nei vani abitativi introduce diverse conflittualità nella gestione delle problematiche acustiche.



Progettazione acustica

Aspetti progettuali – Esempio 3



Posizionare i bagni delle due U.I. in adiacenza evita disturbi all'altro ambiente abitativo.

Posizionare il bagno di una U.I. in adiacenza ad una camera da letto dell'altra U.I. porta a dover risolvere e verificare una situazione acusticamente critica.

Progettazione acustica

Aspetti progettuali – Esempio 4

La mancanza di coordinamento nella progettazione architettonica, strutturale ed impiantistica conduce molto spesso a riscontrare la presenza di problemi irrisolvibili in corso d'opera.



Requisiti acustici

Argomenti trattati

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI (D.P.C.M. 5/12/1997)

 - Requisiti: Potere fonoisolante
 - Isolamento di facciata
 - Livello di calpestio

- ✓ SOLUZIONI ACUSTICHE (PARETI)

 - Certificati – Misure in laboratorio
 - Soluzioni acustiche – Osservazioni
 - Tramezze

- ✓ PROGETTAZIONE ACUSTICA

 - Aspetti progettuali

- ✓ POSA IN OPERA

 - Indicazioni ed esempi

Posa in opera

Consigli per posa pareti POROTON® (1)

- ❖ La parete deve essere posata su una superficie uniforme.
- ❖ Gli elementi devono essere collegati con giunti di malta orizzontali e verticali.
Il mancato riempimento dei giunti verticali tra i blocchi, pur in presenza di intonaci, agevola il passaggio del rumore.
- ❖ Analoga cura va posta, nel caso di pareti di tamponatura, nella sigillatura dei giunti verticali tra pannello murario e pilastri in c.a..
- ❖ Particolare cura va posta, nel caso di pareti di tamponatura, nella connessione tra parete e solaio soprastante. Si raccomanda di costipare completamente lo spazio fra la parte superiore dell'ultimo corso di blocchi e la superficie di intradosso del solaio.



No comment ...



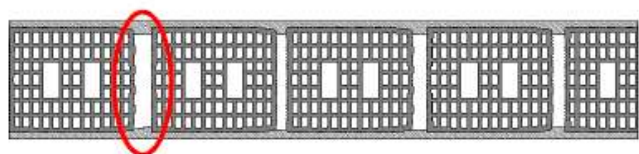
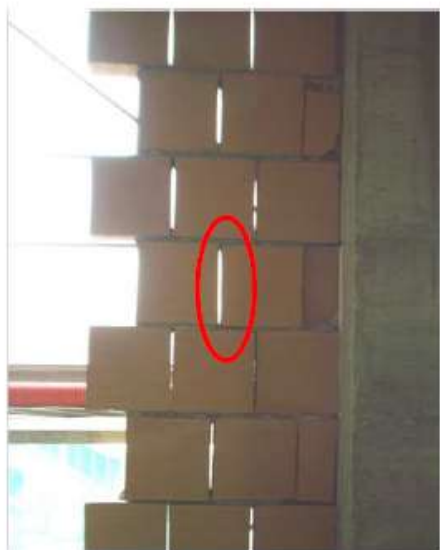
Giunti verticali non riempiti con malta pregiudicano la prestazione acustica della parete (sia di facciata che di divisione interna)

Posa in opera

CLASSE ENERGETICA A? E LA "CLASSE ACUSTICA"?

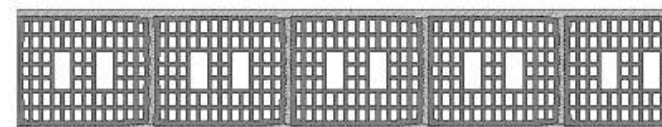


Posa in opera



CRITICITÀ

La presenza di fughe verticali "aperte" annulla completamente, o quasi, la prestazione acustica della parete. Inoltre, l'assenza di malta tra i giunti riduce il contributo al fonoisolamento legato alla massa della muratura.



CORREZIONE

Riempire i giunti verticali e orizzontali con malta idonea e di adeguato spessore. Se si usano blocchi ad incastro (acusticamente idonei per pareti di facciata), ammorsare bene i blocchi nell'incastro maschio-femmina.

Posa in opera

Consigli per posa pareti POROTON® (2)

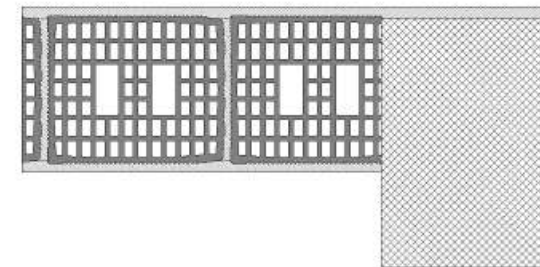
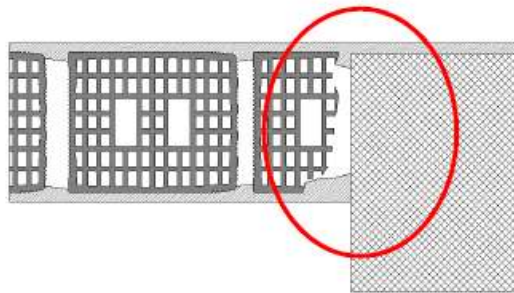
Con riferimento specifico a pareti di divisione tra distinte unità immobiliari, in fase di posa in opera vanno considerati i seguenti due casi:

1. se si tratta di una muratura portante essa va realizzata senza interporre alcuna fascia di materiale fonoisolante tra la base della muratura ed il solaio. In tal caso, inoltre, si realizza solitamente un ammorsamento rigido della parete stessa con le pareti laterali e con il solaio soprastante, che ottimizza il comportamento acustico della parete;
2. se si tratta di una muratura di tamponatura per la quale non vi siano problematiche di verifica sismica, è possibile interporre una fascia di materiale fonoisolante alla base della muratura. Questo permette di ridurre l'entità delle trasmissioni laterali di energia sonora che coinvolgono la parete, contribuendo a contenere la riduzione della perdita di prestazioni tipicamente riscontrabili in opera per gli elementi edilizi.



È di fondamentale importanza sigillare adeguatamente con malta la connessione superiore tra parete e solaio (o trave)

Posa in opera



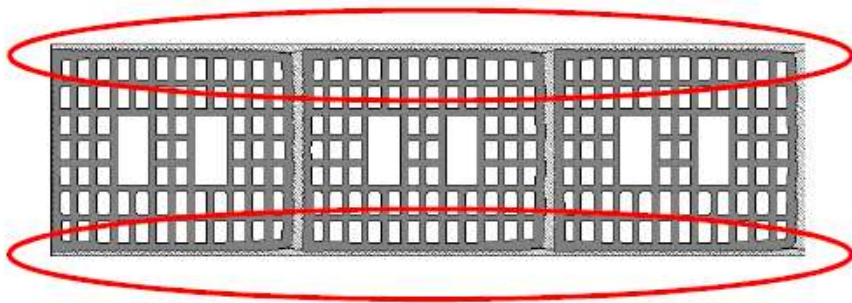
CRITICITÀ

L'utilizzo di materiali (con evidenti difettosità o deteriorati), senza l'idoneo riempimento con malta di tipo cementizio, agevola il passaggio dell'energia sonora senza alcuna attenuazione.

CORREZIONE

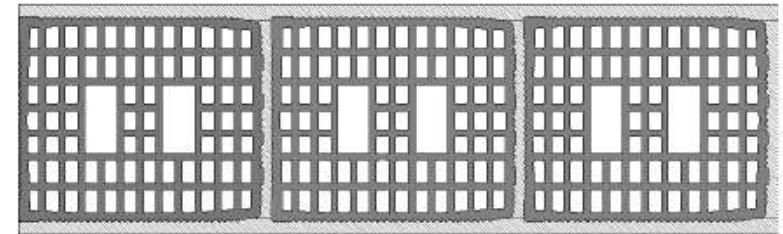
Impiegare materiali integri e, in caso di necessità, omogeneizzare la muratura con malta di tipo cementizio.

Posa in opera



CRITICITÀ

Realizzare intonaci molto sottili nello strato interno: in tal modo viene a mancare la massa areica determinando un abbassamento del potere fonoisolante del sistema.



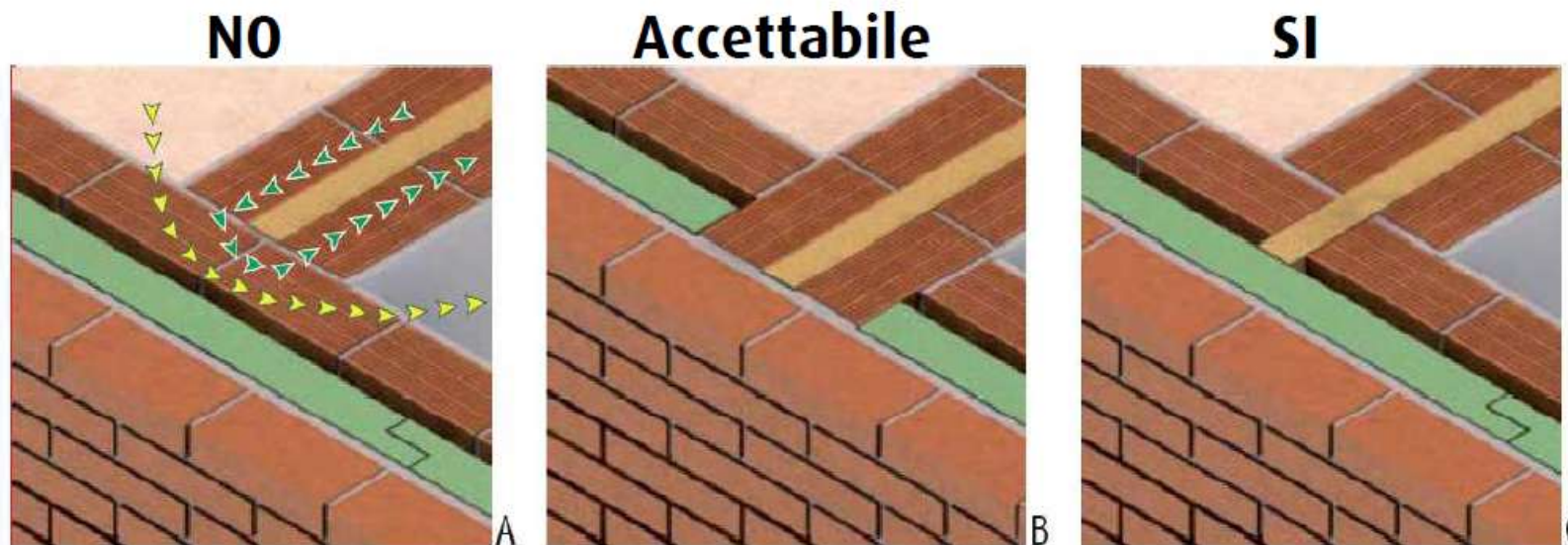
CORREZIONE

Applicare gli strati di intonaco a regola d'arte e con spessori di almeno 1,5 cm.

Posa in opera

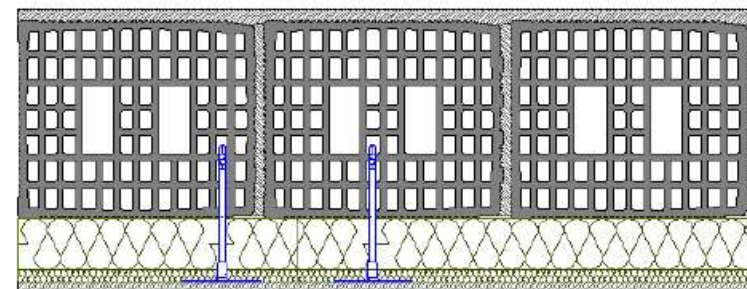
Consigli per posa doppie pareti (1)

- ❖ Nel caso si realizzi una doppia parete è sufficiente applicare gli intonaci solo sui due lati esterni; il "terzo intonaco" all'interno dell'intercapedine è, in generale, tecnicamente ed economicamente svantaggioso in rapporto all'incremento di potere fonoisolante ottenibile. È preferibile curare l'inserimento nell'intercapedine di un idoneo materiale fonoassorbente.
- ❖ Nel caso si realizzino doppie pareti si consiglia di mantenere per quanto possibile disaccoppiati (non connessi) tutti gli elementi murari onde evitare la propagazione di rumori attraverso l'intercapedine.
- ❖ Riempire completamente l'intercapedine con il materiale isolante (evitare riempimenti incompleti ed accostare bene i pannelli isolanti).



Pareti doppie in laterizio: attacco con la facciata

Posa in opera



CRITICITÀ

Non tenere allineati i pannelli isolanti all'interno dell'intercapedine lasciando del vuoto tra gli stessi: l'effetto di assorbimento delle onde sonore e lo smorzamento trovano qui un punto debole.

CORREZIONE

Posizionare i pannelli in modo tale che siano ben accostati gli uni agli altri, cercando di sfalsare gli stessi tra le diverse file.

Posa in opera

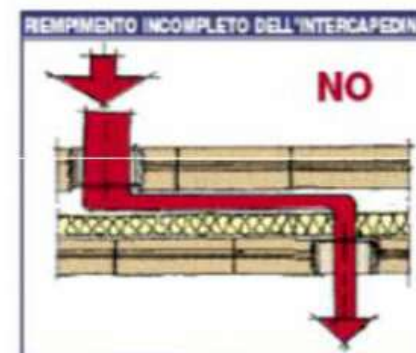
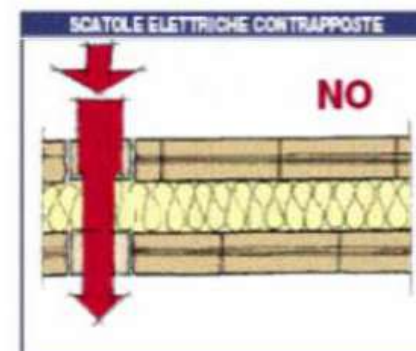
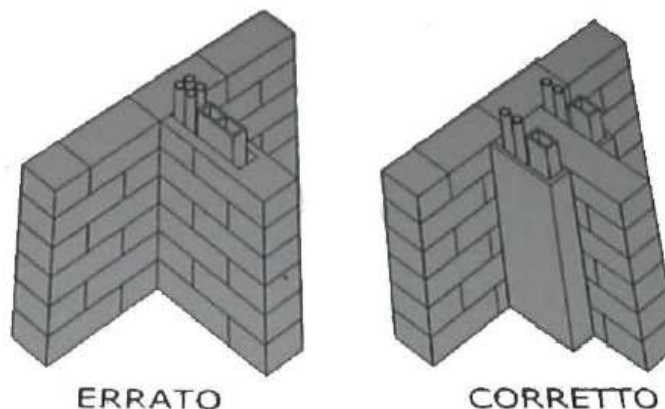
Consigli per tracce impiantistiche

- ❖ Le tracce per impianti devono essere di dimensioni limitate e devono essere ben riempite di malta dopo la posa degli impianti e successivamente ricoperte dall'intonaco.
- ❖ Nel caso di impianti tecnici o canalizzazioni di grossa dimensione è opportuno che questi vengano inseriti in appositi vani tecnici (cavedi) che non intacchino la continuità della parete divisoria.
- ❖ Nella realizzazione degli impianti, evitare tracce comunicanti tra le due pareti e scatole elettriche contrapposte.

Tracce impiantistiche non invasive realizzate senza "distruggere" la muratura



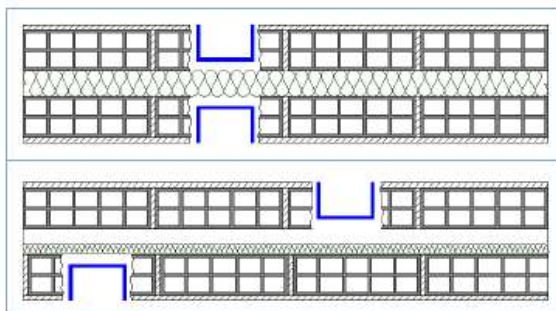
Cavedi per alloggiamento impiantistica invasiva



Passaggio "ordinato" degli impianti

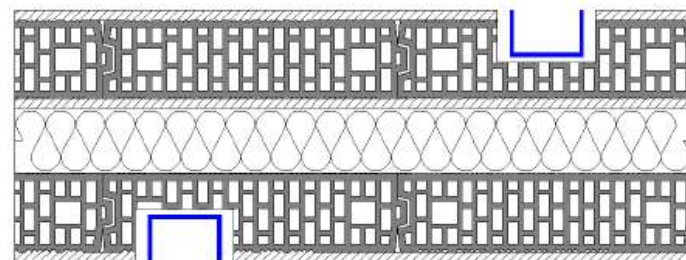


Posa in opera



CRITICITÀ

Rompere la parete per la predisposizione del passaggio degli impianti a servizio dell'unità immobiliare «sfondando» completamente la parete stessa: in questo modo, si creano dei ponti acustici difficilmente recuperabili.



CORREZIONE

Dimensionare la muratura in base agli impianti che verranno installati. Lo spessore dovrà essere tale da evitare la rottura completa dello spessore della parete. Sfalsare sempre la collocazione delle scatole da incasso per impianti elettrici.

Posa in opera

Consigli per posa serramenti

Particolare attenzione e cura richiede la scelta della collocazione del serramento nella facciata.

Non è semplice definire a priori una combinazione ottimale tra sottosistema costruttivo opaco ed elementi di chiusura esterna trasparenti, in quanto le variabili architettoniche sono tante e tali da non consentire una scelta univoca.

In linea di massima è però possibile definire alcune condizioni che riducono l'incidenza dei ponti acustici propri ed accidentali nell'abbinamento tra muratura esterna e finestra:

- ❖ il montaggio in battuta è sempre preferibile al montaggio in luce del serramento;
- ❖ l'installazione dei serramenti in legno su controtelaio è consigliata soprattutto nel caso di montaggio in luce;
- ❖ nei sistemi con isolamento a cappotto è preferibile l'allineamento del serramento al filo interno della facciata; la battuta del telaio del serramento può avvenire in questo caso sul risvolto dell'isolamento nel vano finestra;
- ❖ i sistemi di oscuramento avvolgibili introducono, nella maggior parte dei casi, indebolimenti nell'isolamento acustico di facciata; in questo caso sono da preferire i cassonetti per avvolgibili integrati nello spessore murario con apertura di ispezione esterna, in modo da non interrompere la continuità dell'attacco del telaio della finestra al muro esterno.

Posa in opera

