

## **Casa dell'Accoglienza – Cervignano del Friuli (UD)**

Calcolo previsionale dell'isolamento acustico degli elementi che compongono la realizzazione da 6 unità abitative in un edificio esistente.

Committente Parrocchia di San Michele A. – Cervignano del Friuli

Il sottoscritto ing. Paolo Giacomini, vice presidente della Commissione Acustica dell'UNI, tecnico competente in acustica, iscritto nell'elenco della regione Veneto con il numero 141, ha provveduto ad effettuare il calcolo previsionale degli elementi costruttivi che compongono l'edificio in oggetto, ai sensi del Decreto 05/12/1997 "Isolamento acustico passivo degli edifici".

### **Premessa**

#### **LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI**

Mentre non esistono relazioni normalizzate che definiscano il comportamento acustico dei singoli componenti (se non relazioni citate all'interno di alcune norme senza valore di riferimento), esistono invece norme tecniche europee utilizzabili per prevedere il comportamento acustico dell'isolamento fra ambienti adiacenti, sovrapposti e di facciate.

Tali norme sono qui elencate:

- 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 fra 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 fra 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

Le norme citate descrivono un modello di calcolo che serve a determinare in forma previsionale il valore delle grandezze rilevanti che esprimono le prestazioni di un edificio relative alla separazione acustica esistente tra due ambienti interni (adiacenti o sovrapposti) o fra l'esterno ed un ambiente interno in una specifica situazione in base alle caratteristiche acustiche degli elementi costruttivi coinvolti.

Il modello di calcolo descritto dalle norme EN 12354 è di tipo dettagliato o semplificato. Il modello non considera discontinuità o mancanza di tenuta dei giunti (fessure, attraversamenti impiantistici, ponti acustici), poiché la loro valutazione non può in generale essere svolta in modo analitico. Facciamo presente che i metodi descritti dalle EN 12354, pur essendo a tutt'oggi l'unico riferimento completo per la progettazione acustica degli edifici, non sono ufficialmente adottati nel contesto normativo cogente italiano (mentre sono invece recepiti come norme tecniche dall'Ente Nazionale di Unificazione).

### Normative di riferimento

- Legge n°447 del 26 ottobre 1995 : "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 dicembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997: "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

### Metodo di calcolo

Sono stati messi a confronto diversi metodi di calcolo, in modo da confrontare tra loro i risultati del potere fonoisolante  $R_w$ , e utilizzare il valore medio ottenuto.

I metodi usati sono:

- 1) Modello matematico SOUND INSULATION PREDICTION PROGRAM versione 4.6 Licenza 5A32 - Insul © 1998 Marshall Day Acoustics. Il modello matematico usato per il calcolo dell'isolamento acustico per via aerea, simula la prova di laboratorio, con un errore contenuto in  $\pm 3$  decibel.
- 2) Repertorio dati allegato alla UNI EN 12354: Risultati delle misurazioni del potere fonoisolante di pareti e solai in elementi di laterizio normale ed alleggerito, eseguite nei seguenti laboratori:
  - laboratorio dell'Università di Parma;
  - laboratorio dell'Università di Padova;
  - laboratorio dell'Istituto Giordano;
  - laboratorio dell'ex Istituto Elettrotecnico Nazionale "G. Ferraris", ora I.N.R.I.M.;
  - laboratorio Fraunhofer Institut Bauphysik Stuttgart;
  - laboratorio Materialprüfungsamt Nordrhein Westfalen
  - laboratorio dell'ITC – CNR.

Nota:

#### **DECRETO LEGISLATIVO 21 gennaio 2004, n.38 (Stralcio)**

*Istituzione dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.R.I.M.), a norma dell'articolo 1 della legge 6 luglio 2002, n. 137. (GU n. 38 del 16-2-2004)*

*Il presente decreto legislativo disciplina lo scorporo dell'istituto di metrologia «Gustavo Colonnetti» dal CNR, e la sua fusione con l'istituto elettrotecnico nazionale «Galileo Ferraris».*

*La struttura derivante dalla fusione dei due predetti istituti assume la denominazione di «Istituto nazionale di ricerca metrologica» (I.N.R.I.M.).*

In conformità al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997: "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", il calcolo del rumore aereo proveniente dall'interno dell'edificio determinato da partizioni verticali ed orizzontali  $R_w$ , dal rumore proveniente dall'esterno

$D_{2m,nT}$ , e del rumore di calpestio  $L_{n,w}$ , è stato verificato con più di uno dei seguenti modelli matematici, tutti basati sull'algoritmo previsto dalla Norma UNI EN 12354.

EDILISO  
ACOUBAT  
SONIDO  
ECHO5  
NIS

I risultati sono successivamente confrontati tra loro.

### **Analisi della norma UNI EN 12354-1**

Il potere fonoisolante apparente,  $R'$ , è una grandezza che esprime la quantità di energia trasmessa dalla parete in condizioni reali (ossia in opera). Tale grandezza, differisce dal potere fonoisolante  $R$  risultante da misure in laboratorio in quanto tiene conto, oltre che della trasmissione del suono anche dei percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali.

### **Potere fonoisolante**

Il potere fonoisolante di una struttura rappresenta la sua attitudine a ridurre la trasmissione del suono incidente su di essa; questa viene espressa dalla relazione

$$R = 10 \log (1/\tau)$$

Il parametro  $\tau$  rappresenta il coefficiente di trasmissione acustica di una struttura ed è dato dal rapporto tra potenza sonora trasmessa e potenza sonora incidente sulla struttura.

Tralasciando formule teoriche più o meno laboriose è possibile affermare che generalmente il potere fonoisolante di una struttura dipende dalla sua massa areica espressa in  $\text{kg/m}^2$ , con alcune eccezioni costituite dalle pareti leggere (tipo cartongesso) e dalle strutture doppie (tipo muratura a cassetta); nel primo caso il potere fonoisolante dipende dallo smorzamento delle lastre, nel secondo caso il potere fonoisolante dipende dallo spessore dell'intercapedine d'aria lasciato tra i componenti e dalla eventuale presenza di un materiale fonoassorbente (con adeguata resistività specifica al flusso d'aria).

### **Indice di potere fonoisolante di una partizione ( $R_w$ )**

La determinazione di  $R_w$  può essere effettuata basandosi su (in ordine di attendibilità):

- dati di laboratorio
- correlazioni specifiche
- relazioni generali

Come dati di laboratorio devono essere utilizzate informazioni riportate in rapporti di prova ottenuti mediante misurazioni conformi alla normativa europea di più recente approvazione.

Per quanto riguarda i dati di origine sperimentale occorre puntualizzare alcuni aspetti

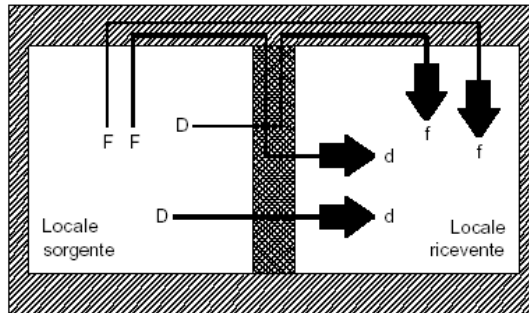
- il campione di laboratorio sarà sicuramente diverso, in particolar modo per la cura durante la posa, dalla struttura realmente realizzata in cantiere;
- il campione di laboratorio non presenta normalmente disomogeneità dovute a componenti strutturali, impianti, ecc.
- il campione di laboratorio normalmente non è soggetto agli stessi periodi di stagionatura del cantiere;
- i rapporti di miscela delle malte utilizzate per realizzare il campione di prova normalmente non sono uguali a quelli utilizzati per realizzare la struttura in situ.

Per cui quando si utilizzano dati di laboratorio come dati di partenza per valutare l'isolamento acustico di una struttura da rumori aerei occorrerà sempre applicare un fattore cautelativo che tenga conto di queste difformità; l'entità di tale fattore non è quantizzabile analiticamente poiché dipende da fattori non computabili e quindi il suo valore potrà essere assegnato solo dall'esperienza del progettista.

Per correlazioni specifiche invece si intende l'utilizzo di prove di laboratorio effettuate su elementi costituiti dallo stesso materiale di quello in esame, aventi caratteristiche morfologiche analoghe ad esso. Infine per relazioni generali si intendono opportuni algoritmi matematici. In funzione della massa frontale della struttura ( $m'$ ) ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) (definita come densità x spessore dell'elemento), ed eventualmente di altri parametri, si ricava il valore di  $R_w$  dell'elemento divisorio mediante una apposita equazione.

### **Indice di potere fonoisolante apparente (in opera) $R'_w$ di una partizione**

Come già accennato, il potere fonoisolante apparente, al contrario di quello teorico, tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento, ovvero della tipologia delle strutture connessa a quella in esame e come queste sono collegate.



Come si può vedere dall'immagine, valutare tutti i percorsi di trasmissione può risultare complesso; si tenga presente che normalmente sono 13, uno diretto e dodici laterali.

Tutti i modelli di calcolo sopra riportati si basano sull'algoritmo previsto dalla Norma UNI EN 12354, e calcolano solamente le perdite di trasmissione laterali.

Statisticamente il valore del potere fonoisolante  $R'_w$ , previsto in opera, si riduce di circa 2-3 dB rispetto al valore del potere fonoisolante  $R_w$  calcolato o misurato in laboratorio.

In allegato sono riportate le schede del potere fonoisolante  $R_w$ .

Nel caso in oggetto i valori proposti dal Decreto sono:

1. Indice dell'isolamento acustico fra pareti divisorie di diverse unità immobiliari ( $R_w$ ): 50 dB
2. indice dell'isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ): 40 dB;
3. indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L_{n,w}$ ): 63 dB

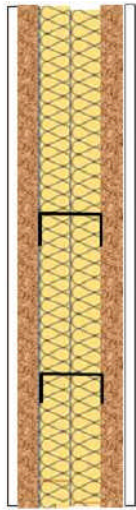
### **Pareti perimetrali e divisorie – Calcolo del potere fonoisolante.**

Sulla scorta di quanto sopra, viste le composizioni strutturali delle pareti e dei solai, è stato calcolato il potere fonoisolante dei singoli elementi utilizzando il modello matematico SOUND INSULATION PREDICTION PROGRAM versione 4.6 Licenza 5A32 - Insul © 1998 Marshall Day Acoustics.

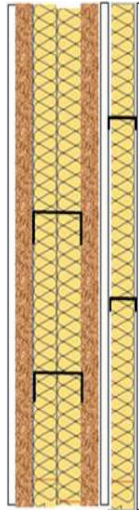
Il modello matematico usato per il calcolo dell'isolamento acustico per via aerea, simula la prova di laboratorio, con un errore contenuto in  $\pm 3$  decibel.

La normativa prevede il collaudo in opera, pertanto è stato successivamente utilizzato un programma per l'elaborazione ed il calcolo degli indici di valutazione a partire dalle prestazioni dei singoli componenti.

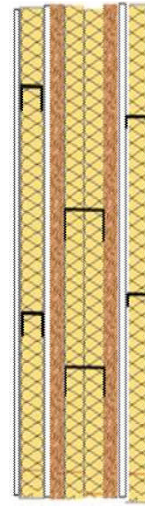
### Pareti divisorie tra appartamenti



Parete Normale



Parete rinforzata tipo "A"



Parete rinforzata tipo "B"

Pareti costituite da pannelli in Eraclit PV spessore mm 35 e lastre di cartongesso da mm 15 e 12.5  
Intercapedini con lana minerale spessore mm 75

Potere fonoisolante calcolato con il programma di simulazione Sound Insulation Prediction

**Parete Normale  $R_w = 58.0$  ( -1; -6) dB**

**Parete tipo "A"  $R_w = 61.0$  ( -2; -5) dB**

**Parete tipo "B"  $R_w = 63.0$  (-3;-10) dB**

Trasmissione caratteristica di giunzione  $K_{ij}$  per tipi più comuni di giunzione

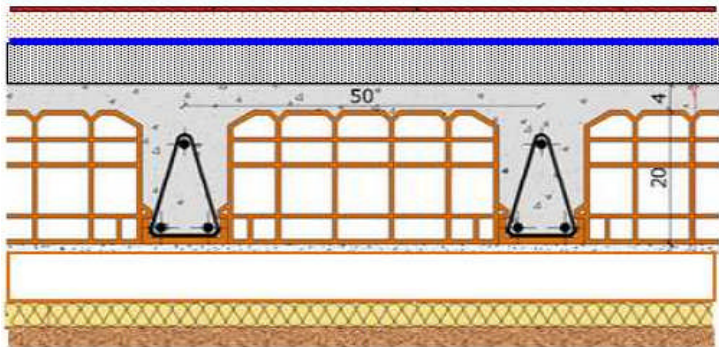
Giunzione		Trasmissione		Valori di $K_{ij}$ dB
a) Rigida a croce		Dritto		$K_{13} = 8,7 + 17,1 M + 5,7 M^2$
		Angolo		$K_{12} = 8,7 + 5,7 M^2 (= K_{23})$
b) Rigida a T		Dritto		$K_{13} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2$
		Angolo		$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 (= K_{23})$

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente previsto in opera:**

**$R'_w = 55$  dB;  $58$  dB;  $60$  dB** **Conforme al DPCM 5.12.97**

(valore calcolato e mediato dai modelli di calcolo citati)

### Potere fonoisolante al rumore aereo dei solai



- 1 – Piastrella 1 cm
- 2 – Massetto in sabbia cemento 6 cm
- 3 – Isolante acustico Hibian Pav 0.8 cm
- 4 – Allegerito 13 cm
- 5 – Solaio in latero cemento 30 cm
- 6 – Camera d'aria 25 cm
- 7 – Lana di roccia 5 cm
- 8 – Eraclit Travertino 2.5 cm

Il valore dell'isolamento al rumore aereo del solaio, calcolato con il modello matematico Sound Insulation Prediction risulta di: **R<sub>w</sub> = 69.0 (-2; -6) dB**

Termine di correzione *K* per la trasmissione laterale, in decibel

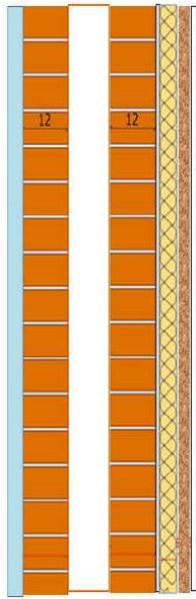
Massa per unità di area dell'elemento divisorio (pavimento) <b>kg/m<sup>2</sup></b>	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari <b>kg/m<sup>2</sup></b>								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente previsto in opera:**

**R'<sub>w</sub> = 63 dB:      Conforme al DPCM 5.12.97**

(valore calcolato e mediato dai modelli di calcolo citati)

### Pareti di facciata



Cappotto cm 6

Parete preesistente

Mattone pieno cm 13

Camera d'aria cm 13

Mattone pieno cm 13

Intonaco cm 1

Controparete

Lana minerale mm 50

Eraclit PV mm 35

Cartongesso mm 15

Nota:

Calcolo eseguito con parete in mattone pieno da cm 12

Il valore dell'isolamento al rumore aereo della parete di facciata, escluse le superfici vetrate, calcolata con il modello matematico Sound Insulation Prediction risulta di:  **$R_w = 69.0$  (-2; -6) dB**

### FINESTRE

Finestra con telaio in alluminio, a doppia battuta e vetrocamera 4+4(12)+4

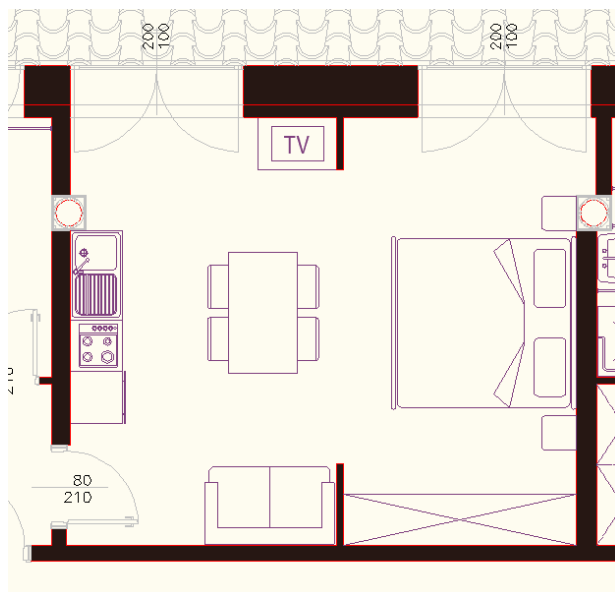
Il valore dell'isolamento della finestra, calcolato con il modello matematico Sound Insulation Prediction, con vetrocamera 4+4(12)+4, risulta di:  **$R_w = 36.0$  (-2; -6) dB**

Potere fonoisolante complessivo teorico di facciata, previsto in opera:  **$(D_{2m,nT,w}) = 45.0$  dB**

(Facciata locale soggiorno con superficie finestrata di m<sup>2</sup> 2.54)

**Conforme al DPCM 5.12.97**

**Limite fissato dal D.P.C.M. 5/12/97 - Tab. B) cat. A:  $(D_{2m,nT,w}) \geq 40$  dB**



<i>Potere fonoisolante parete opaca</i>			
R1w	dB	69,0	
<i>Potere fonoisolante vetro</i>			
R2w	dB	36,0	finestra 1
R2w	dB	36,0	finestra 2
<i>Perdita dovuta alla trasmissione laterale</i>			
K	dB	2,0	
<i>Caratteristiche geometriche ambiente</i>			
Lunghezza lato facciata	m	5,85	
Altezza	m	2,80	
Larghezza - Profondità locale	m	4,95	
Superficie parete lato interno	m <sup>2</sup>	16,38	
Volume (calcolato)	m <sup>3</sup>	81,08	
<i>Dimensioni elementi</i>			
	L	H	S. totale m <sup>2</sup>
Parete opaca			12,38
Finestra 1 cm	200	100	2,00
Finestra 2 cm	200	100	2,00
Potere fonoisolante	R'w	dB	<b>43,1</b>
<b><math>D_{2m,nT,w}</math> [dB]</b>			<b>45,3</b>
Stanza con superficie finestrata di m <sup>2</sup> 4			

## Calcolo dell'isolamento del solaio al calpestio

### Nota tecnica sui pavimenti galleggianti

*Rumore immesso per via solida. Pavimenti galleggianti*

Non è possibile aumentare la capacità isolante nei riguardi sia di rumori aerei che di rumori impattivi fornita da un pavimento o da un solaio solo limitandosi ad aumentarne il peso e ciò per evidenti ragioni di statica; il solo procedimento applicabile è quello dell'impiego delle strutture multi strato, ricorrendo a strati doppi o tripli, separati da intercapedini, a pavimenti così detti galleggianti.

Uno dei sistemi che si è rivelato tra i più idonei ad attenuare i rumori impattivi è quello di interporre fra il pavimento, sorgente delle vibrazioni, e la struttura portante, uno strato di materiale resiliente, atto a realizzare la discontinuità fra i due elementi costruttivi.

Tale tipo di pavimento è noto col nome di "pavimento galleggiante".

Il suo schema costruttivo è indicato nella figura in allegato: sulla soletta portante del solaio si appoggia, tramite un supporto resiliente, una seconda soletta (massetto ripartitore), sulla quale viene applicata la pavimentazione. Lo spessore del massetto ripartitore deve essere almeno 4 cm affinché non subisca rotture.

Il supporto resiliente può essere continuo o discontinuo. Se continuo esso è generalmente costituito da uno strato di fibre di vetro o lana di roccia trattate con resine termoindurenti o impasto in gomma; lo strato deve staccare completamente, lungo i bordi, il pavimento dalle pareti ed inoltre deve avere una resistenza allo schiacciamento molto elevata e caratteristiche elastiche costanti nel tempo.

Il supporto discontinuo può essere realizzato per punti o per strisce; gli elementi in tal caso sono di gomma o di fibra di vetro precompressa, e lo spazio fra gli elementi è riempito con feltro in fibra di vetro o lana di roccia senza però funzione portante. Questo schema costruttivo presenta il vantaggio di dare luogo ad un incremento anche dell'isolamento acustico, a rumori aerei tra l'ambiente soprastante e quello sottostante. Questo secondo sistema è però più costoso e garantisce un risultato inferiore, per quanto riguarda il calpestio, rispetto al supporto continuo.

A causa dell'elasticità del supporto, continuo o discontinuo, l'accoppiamento del campo vibrante della soletta galleggiante, alla quale viene applicata la forza d'urto del martelletto della macchina generatrice di calpestio<sup>(1)</sup> alla soletta portante, dipende dalla frequenza.

<sup>(1)</sup> Macchina di calpestio: Strumento normalizzato per la misure del rumore immesso per via solida dal piano superiore al piano inferiore

### Teoria

La frequenza fondamentale di risonanza  $f_0$  della soletta galleggiante è approssimativamente data dalla relazione:

$$f_0 \cong \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{s}{M}\right)}$$

dove:

$s$  = rigidezza del supporto resiliente, incluso la rigidezza dello spessore d'aria fra le due solette (N/m);

$M$  = massa per unità di superficie della soletta galleggiante (kg/m<sup>2</sup>).

Al di sotto della frequenza di risonanza  $f_0$  le due solette oscillano in fase accoppiate come un pannello monostato; l'incremento all'isolamento rispetto alla soletta portante è molto modesto e dovuto unicamente alla massa oscillante.

E' da notare che in corrispondenza della frequenza di risonanza il pavimento galleggiante dà luogo spesso ad una capacità isolante minore di quella presentata dalla sola struttura portante.

E' pertanto opportuno che  $f_0$  sia la più bassa possibile, e ciò si ottiene sia diminuendo la rigidezza del supporto (supporto cedevole) sia aumentando la massa  $M$  della soletta galleggiante.

La frequenza propria di risonanza del sistema smorzante non dovrà pertanto essere superiore ad 1/3 o ad 1/2 della frequenza di ogni vibrazione forzata di ampiezza considerevole che possa essere impressa al pavimento;



essa pertanto dovrà avere valori vicini o meglio inferiori ai 15 Hz.

Sopra la frequenza di risonanza, soletta galleggiante e soletta portante oscillano disaccoppiate con un incremento della capacità isolante che aumenta con la frequenza e che dipende dal tipo di pavimento galleggiante. I pavimenti galleggianti possono infatti distinguersi in due tipi fondamentali:

1. a reazione locale: in questo tipo di struttura la forza d'urto del martelletto sulla soletta galleggiante si trasmette alla soletta portante soprattutto in prossimità del punto di eccitazione, e nella soletta galleggiante non si forma un campo riverberante di vibrazioni spazialmente omogeneo. Le onde flessionali che si formano nella soletta galleggiante sono smorzate. La riduzione  $\Delta L$  del livello di rumore al calpestio al variare della frequenza è data dalla: 
$$\Delta L = 40 \log_{10}(f/f_0)$$

dove  $f_0$  è la frequenza fondamentale di risonanza della soletta galleggiante. L'incremento del  $\Delta L$  all'aumentare della frequenza è pertanto pari a 12 dB/ottava (40 dB/decade);

2. a reazione risonante: in questo tipo di struttura essendo la soletta galleggiante spessa, molto rigida e scarsamente smorzata, la forza d'urto dei martelletti eccita in quest'ultima un campo riverberante di onde flessionali più o meno spazialmente omogeneo; ciò si verifica generalmente quando il supporto resiliente della soletta è realizzato per punti o per strisce discontinue, per cui lo smorzamento delle onde flessionali non è continuo ed esteso su tutta la superficie. In questo caso la riduzione  $\Delta L$  del livello di rumore al calpestio dipende molto sia dall'energia dissipata nel materiale costituente la soletta galleggiante e portante, sia da quella dissipata nei supporti resilienti; si può comunque assumere che al di sopra della frequenza di risonanza l'incremento del  $\Delta L$  all'aumentare della frequenza sia pari a 9 dB/ottava (30 dB/decade).

Perché il pavimento galleggiante possa costituire un efficace ostacolo alla trasmissione del rumore, bisognerà inoltre evitare di inserire nella pavimentazione tubazioni, cavi ed altre possibili sorgenti primarie o secondarie di rumore che invece dovranno essere alloggiate nello spessore dello strato di sabbia stabilizzato posto sopra la struttura portante.

Il materiale smorzante interposto dovrà possedere una resistenza alla compressione adeguata ai carichi previsti, siano essi statici o dinamici, con rigidezza dinamica bassa, poco variabile col carico e molto vicina alla rigidezza statica; dovrà possedere un coefficiente di assorbimento acustico elevato e conservare nel tempo le suddette proprietà elastiche per normali condizioni di carico statico e dinamico.

Le frequenze di risonanza del solaio, struttura portante, dovrebbero essere quanto più alte possibile e comunque molto più elevate di quelle proprie del sistema smorzante: ciò comporta l'impiego di solai caratterizzati da rigidità elevata e quindi capaci di determinare un forte smorzamento delle onde di flessione.

La struttura, comunque, è opportuno che sia realizzata in modo che l'energia sonora debba attraversare strati continui di materiale che abbiano densità (o meglio impedenze acustiche) fortemente differenti.

Nei pavimenti galleggianti il peso del massetto ripartitore e l'elasticità del materiale isolante, creano dunque un sistema oscillante che evita la trasmissione di sollecitazioni alterne al solaio, e ciò in misura tanto maggiore, quanto più grande è il peso del massetto ripartitore e del soprastante pavimento e quanto più è elastico lo strato isolante che si appoggia sul solaio.

In dettaglio gli strati che compongono un pavimento galleggiante si susseguono nell'ordine seguente con le caratteristiche costruttive sottoelencate:

- a) solaio costituente la struttura portante in cemento armato o in travetti prefabbricati e laterizi o in pannelli in calcestruzzo precompresso o a tavelloni (è opportuno che la superficie del solaio sia liberata da ogni residuo);
- b) letto di sabbia stabilizzato con cemento di spessore tale da poter contenere eventuali canalizzazioni e tubazioni di impianti;
- c) strato resiliente: tale strato deve essere steso sul solaio con i bordi bene accostati ed in corrispondenza delle pareti devono essere poste delle strisce dello stesso materiale di altezza tale da sporgere di circa 2 cm dalla quota del pavimento finito, per cui pavimento e massetto ripartitore "galleggeranno" così in una specie di conca

costituita da materiale isolante;

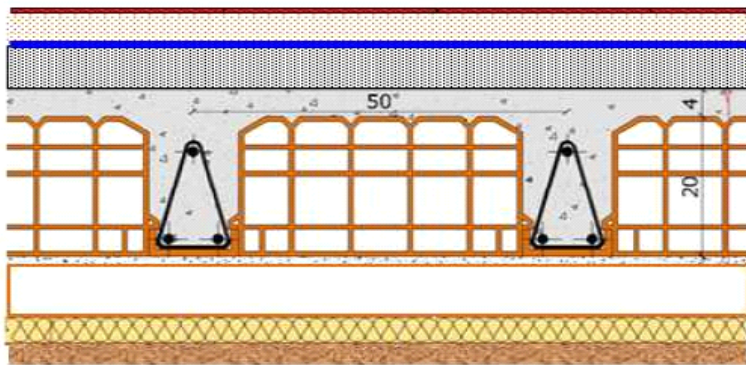
d) guaina in PVC di almeno 4 mm che deve essere posta in opera sovrapponendo i bordi dei diversi fogli di almeno 50 mm, e ciò allo scopo di evitare il contatto del getto di calcestruzzo fluido con lo strato di materiale resiliente e di impedire che il getto si infiltri attraverso lo strato stesso e solidificandosi crei dei ponti acustici per accoppiamento meccanico fra pavimento e solaio;

e) massetto ripartitore in calcestruzzo di spessore proporzionato a quello dello strato resiliente e quindi di dimensioni oscillanti fra i 50 e i 60 mm (il massetto deve essere fatto essiccare lentamente e con la massima cura per evitare la formazione di crepe e discontinuità che faciliterebbero la trasmissione del rumore);

f) pavimentazione a finire.

### Calcolo isolamento al calpestio

UNI EN ISO 140-7



Massa superficiale del solaio m'	350 kg/m <sup>2</sup>	
$L_{n,w} (sol) = 164 - 35 \cdot \log m'$	75,0 dB	
$L'_{n,w}(sol) = L_{n,w}(sol) + k$	77,0 dB	
Massetto sabbia e cemento spessore cm	6 cm	
Rigidità dinamica materiale anticalpestio	22 MN/m <sup>3</sup>	
Calcestruzzo armato kg/m <sup>3</sup>	2200 kg/m <sup>3</sup>	
Massa superficiale massetto	132 kg/m <sup>2</sup>	
Frequenza di risonanza	65,3 Hz	
Riduzione pavimento galleggiante	26,5 dB	
<b>Isolamento al calpestio</b>	<b>50,4 dB</b>	<b>conforme</b>
Valore previsto dalla normativa: inferiore a	63,0 dB	

**Limite fissato dal D.P.C.M. 5/12/97 - Tab. B) cat. A:  $(L_{n,w}) \leq 63$  dB**

**Conforme al DPCM 5.12.97** Il limite previsto dalla normativa è rispettato

Padova, 9 aprile 2010

All. certificati di collaudo

Ing. Paolo Giacomini

# Sound Insulation Prediction (v5.5)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2003

Studio "C"

Licence no 097B01070C387A09

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes:

Job No.:05

Page No:

Parete Eraclit ISO 58 normale

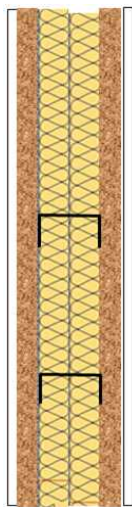
Date: 18 nov 04

Initials:PG

File name:insul

1 x 15.0 mm Cartongesso  
1 x 35.0 mm Eraclit PV

1 x 35.0 mm Eraclit PV  
1 x 15.0 mm Cartongesso



Surf. mass 10.3 kg/m<sup>2</sup>  
Surf. mass 22.8 kg/m<sup>2</sup>  
Crit. freq 2531 Hz  
Crit. freq 2945 Hz  
damping 0.01  
Panel damping 0.01

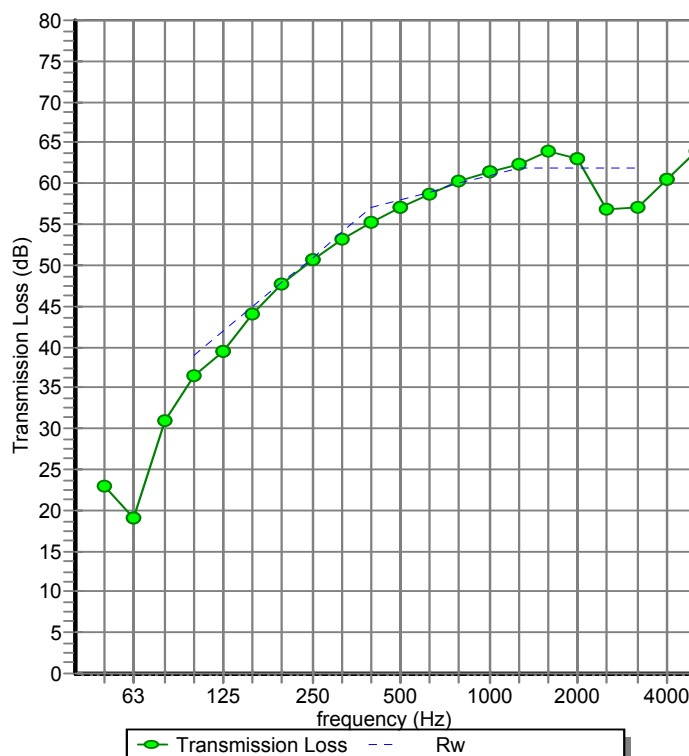
Surf. mass 22.8 kg/m<sup>2</sup>  
Surf. mass 10.3 kg/m<sup>2</sup>  
Crit. freq 2945 Hz  
fo =64 Hz Crit. freq 2531 Hz  
damping 0.01  
damping 0.01  
infill Lane di roccia (60kg/m<sup>3</sup>) thickness 50 mm

**Rw 58**

C -1

Ctr -6

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	23	
63	19	22
80	31	
100	36	
125	39	39
160	44	
200	48	
250	51	50
315	53	
400	55	
500	57	57
630	59	
800	60	
1000	61	61
1250	62	
1600	64	
2000	63	60
2500	57	
3150	57	
4000	61	60
5000	64	



# Sound Insulation Prediction (v6.0)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2005

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes:

Job No.:

Page No:

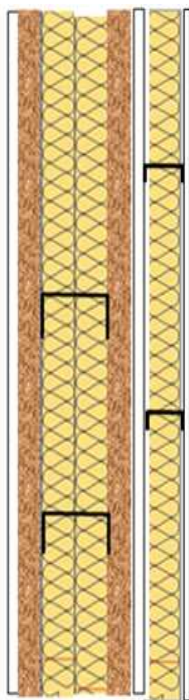
Parete Eraclit ISO 58 rinforzata

Date: 4 feb 10

Initials:

Tipo "A"

File name:insul

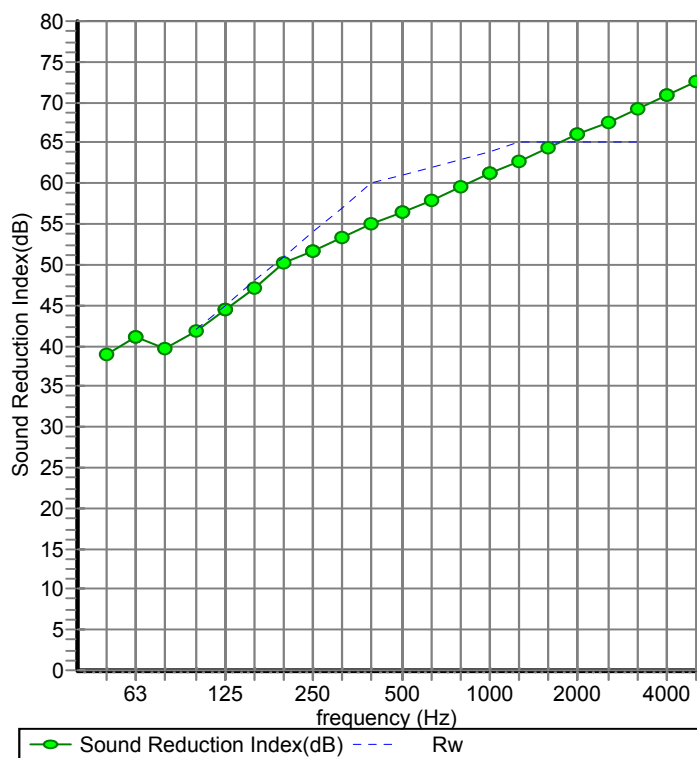


Rw 61

C -2

Ctr -5

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	39	
63	41	40
80	40	
100	42	
125	44	44
160	47	
200	50	
250	52	52
315	53	
400	55	
500	56	56
630	58	
800	60	
1000	61	61
1250	63	
1600	64	
2000	66	66
2500	68	
3150	69	
4000	71	71
5000	73	



# Sound Insulation Prediction (v6.0)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2005

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes: Parete Eraclit ISO 63 - Rinforzata tipo B

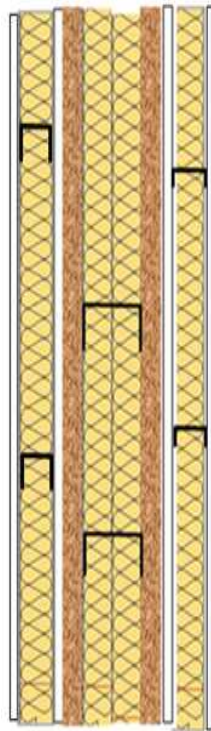
Job No.:

Page No:

Date: 7 apr 10

Initials:

File name:insul

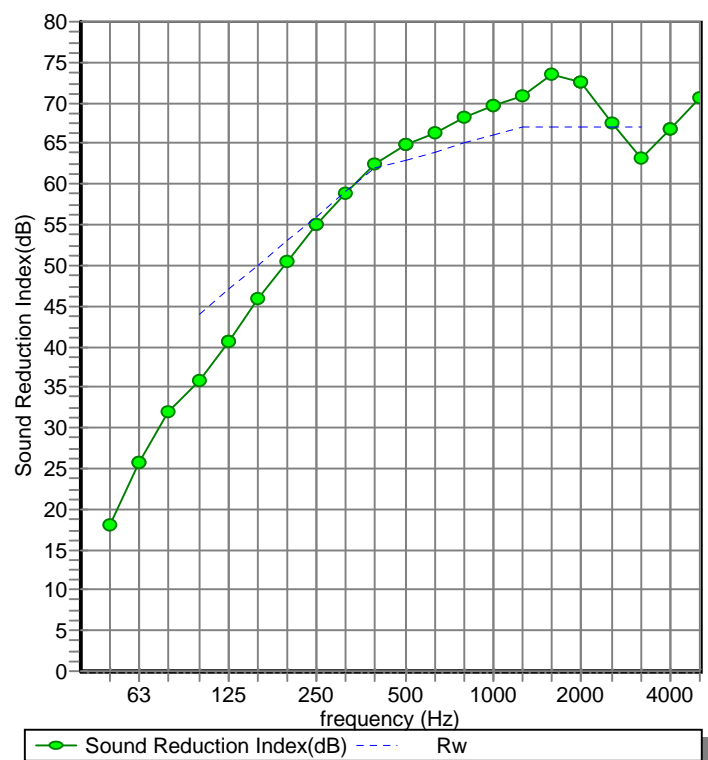


Rw 63

C -3

Ctr -10

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	18	
63	26	22
80	32	
100	36	
125	41	39
160	46	
200	51	
250	55	54
315	59	
400	62	
500	65	64
630	66	
800	68	
1000	70	69
1250	71	
1600	73	
2000	73	70
2500	68	
3150	63	
4000	67	66
5000	71	



# Sound Insulation Prediction (v6.0)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2005

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes:

Job No.:

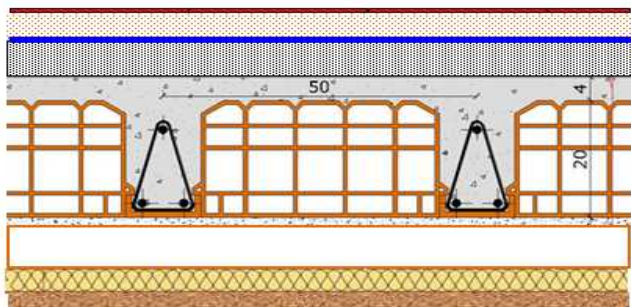
Page No:

Solaio su sala congressi

Date: 9 apr 10

Initials:

File name:insul

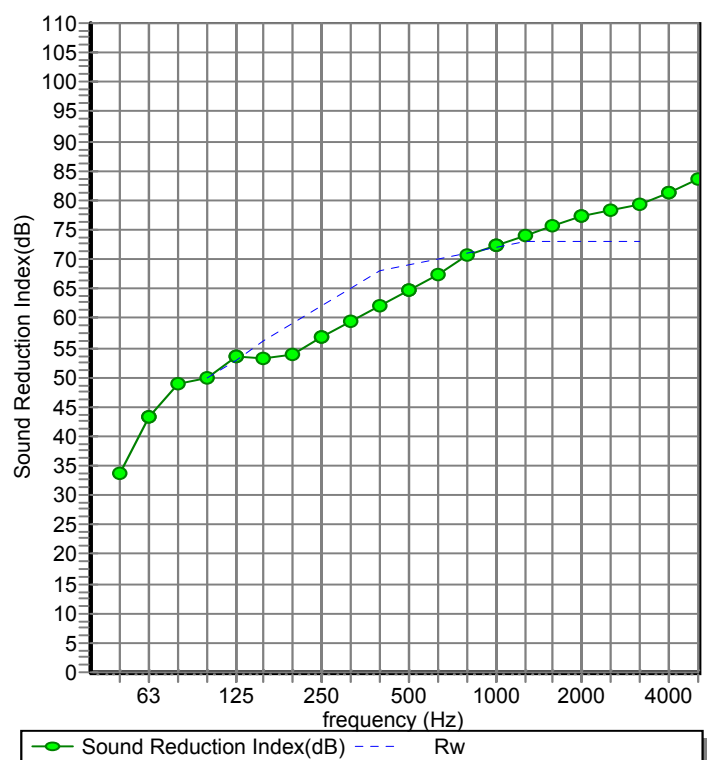


Rw 69

C -2

Ctr -6

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	34	
63	43	38
80	49	
100	50	
125	53	52
160	53	
200	54	
250	57	56
315	59	
400	62	
500	65	64
630	67	
800	71	
1000	72	72
1250	74	
1600	76	
2000	77	77
2500	78	
3150	79	
4000	81	81
5000	83	



# Sound Insulation Prediction (v6.0)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2005

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes: Parete perimetrale di facciata

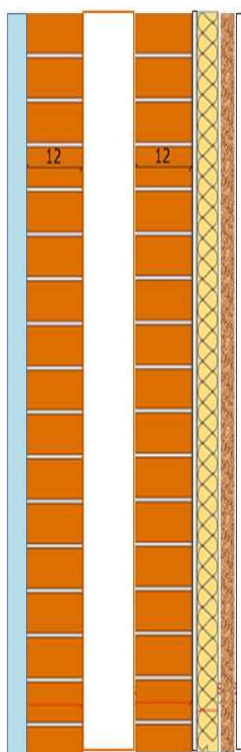
Job No.:

Page No:

Date: 3 mag 07

Initials:

File name:insul

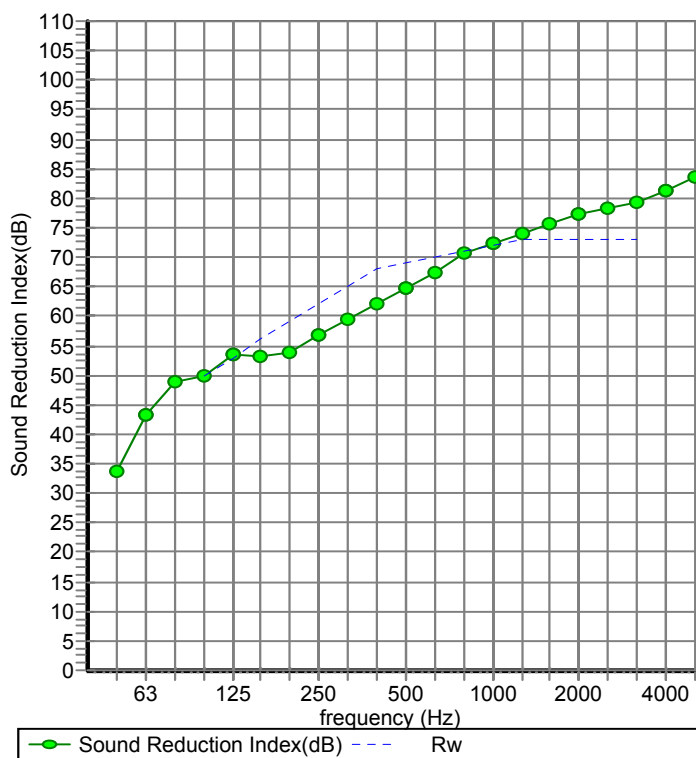


Rw 69

C -2

Ctr -6

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	34	
63	43	38
80	49	
100	50	
125	53	52
160	53	
200	54	
250	57	56
315	59	
400	62	
500	65	64
630	67	
800	71	
1000	72	72
1250	74	
1600	76	
2000	77	77
2500	78	
3150	79	
4000	81	81
5000	83	



# Sound Insulation Prediction (v6.0)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2005

Margin of error is generally within +/- 3Rw

JobName:

Notes:

Job No.:

Page No:

Vetrocamera 4+4(12)+4

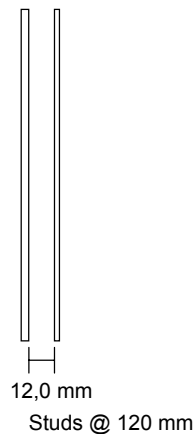
Date: 21 apr 07

Initials:

File name:insul

2 x 4,0 mm Vetro

1 x 4,0 mm Vetro



Rw 36

C -2

Ctr -6

Surf. mass 20,0 kg/m<sup>2</sup>

Surf. mass 10,0 kg/m<sup>2</sup>

Crit. freq 2200 Hz

Crit. freq 3300 Hz

damping 0,02

damping 0,02

Frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	16	
63	17	17
80	18	
100	18	
125	19	18
160	17	
200	21	
250	27	24
315	30	
400	33	
500	35	35
630	37	
800	38	
1000	39	39
1250	42	
1600	42	
2000	38	38
2500	37	
3150	40	
4000	43	42
5000	46	

