




Ufficio degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
 Tel. 0785/248001
 E-mail: ingegneri@provincia.nu.it - uffici@provincia.nu.it
 Pagine Gialle: www.provincia.nu.it



Rumore e Isolamento Acustico

GLI EDIFICI E IL PERCORSO DI PROGETTAZIONE ACUSTICA E VERIFICA IN SITU.

Introduzione al panorama legislativo e normativo nazionale e regionale sull'applicazione di quanto previsto dalla legge quadro 447/95 anche alla luce dei nuovi decreti n° 41 e 42 del 2017, dei C.A.M. (criteri ambientali minimi per le opere pubbliche), del quadro normativo UNI-EN-ISO di recente pubblicazione (UNI EN ISO 12354 dell'ottobre 2017) e della nuova figura del tecnico competente in acustica il cui elenco sarà gestito a livello nazionale da ISPRA.

CONVEGNO SEMINARIO
Nuoro Giovedì 22 febbraio 2018

Acustica architettonica e edile – PROGETTO
I nuovi modelli di calcolo per le prestazioni passive
UNI EN ISO 12354:2017

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

UNI EN 12354:2002	Metodo di calcolo per la valutazione delle prestazioni acustiche	STRUTTURE DI TIPO TRADIZIONALE
ISO EN 12354:2017	Miglioramento del modello di calcolo CEN Introduzione di nuovi strumenti per la determinazione della trasmissione laterale	STRUTTURE DI TIPO TRADIZIONALE, A TELAIO E NON OMOGENEE

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini
Nuoro 22 febbraio 2018
Rumore e Isolamento Acustico



Acustica in edilizia – *Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni degli elementi*

- **PARTE 1:** Isolamento dal rumore aereo tra ambienti ✓

- **PARTE 2:** Isolamento acustico al calpestio tra ambienti ✓

- **PARTE 3:** Isolamento dal rumore aereo di facciate

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



NOVITÀ PARTE 1

- Nuova classificazione degli elementi costruttivi: **tipo A e B**.
- Nuova trattazione della trasmissione laterale per le strutture di tipo B: introduzione del termine di isolamento medio normalizzato di vibrazioni $\underline{D}_{v,ij,n}$.
- Miglioramento del calcolo della trasmissione laterale con il modello dettagliato da 100 a 3150 Hz;
- Estensione in frequenza a partire da 50 Hz;
- Miglioramento del calcolo semplificato attraverso l'indice mono-numerico;
- **Appendice B:** trattazione per la sola trasmissione risonante di elementi leggeri.
- **Appendice D:** nuove formule previsionali per il calcolo dell'incremento del potere fonoisolante dovuto a rivestimenti interni o esterni.
- **Appendice F:** nuove formule previsionali per il calcolo della trasmissione laterale per strutture interamente in CLT e strutture intelaiate in legno.
- **Appendice J:** Metodo per determinare l'incertezza di calcolo;

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

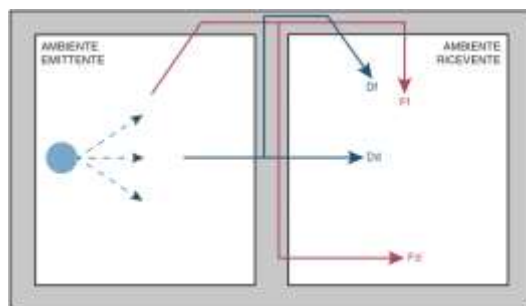
Rumore e **I**solamento **A**custico

NOVITÀ PARTE 2

- Nuova classificazione degli elementi costruttivi: **tipo A e B**.
- Nuova trattazione della trasmissione laterale per le strutture di tipo B: introduzione del termine di isolamento medio normalizzato di vibrazioni $\underline{D}_{v,ij,n}$.
- **Modello semplificato**: eliminato l'indice unico K .

PARTE 1: Isolamento dal rumore aereo tra ambienti

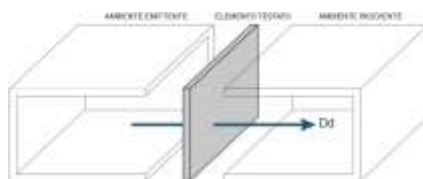
Potere fonoisolante apparente R'



$$R' = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_{D,d}}{10}} + \sum_{j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij}}{10}} \right)$$

PARTE 1: Isolamento dal rumore aereo tra ambienti
TRASMISSIONE DIRETTA

$$R_{D,d} = R_{s,situ} + \Delta R_{D,situ} + \Delta R_{d,situ}$$



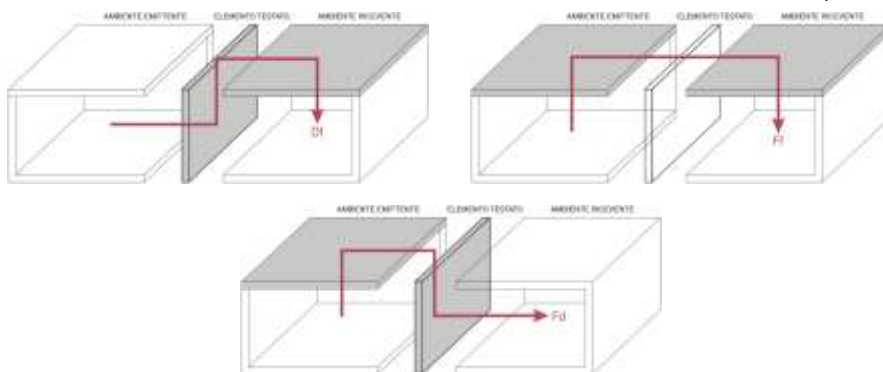
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

TRASMISSIONE LATERALE

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ} + R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \Delta R_{j,situ} + \boxed{D_{v,ij,situ}} + 10 \lg \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}}$$



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

$\overline{D_{v,ij,situ}}$: isolamento medio di vibrazioni del giunto nell'effettiva situazione in opera

Strutture di tipo A: Indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij}

$$\overline{D_{v,ij,situ}} = K_{ij} - 10 \lg \left(\frac{l_{ij}}{\sqrt{a_{i,situ} a_{j,situ}}} \right) \quad \left[\begin{array}{l} a_{i,situ} = \frac{2,2\pi^2 S_i}{c_0 T_{s,i,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \\ a_{j,situ} = \frac{2,2\pi^2 S_j}{c_0 T_{s,j,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \end{array} \right]$$

$\overline{D_{v,ij,situ}}$: isolamento medio di vibrazioni del giunto nell'effettiva situazione in opera

Strutture di tipo B: Isolamento medio normalizzato di vibrazioni $\overline{D_{v,ij,n}}$

$$\overline{D_{v,ij,situ}} = \overline{D_{v,ij,n}} - 10 \lg \left(\frac{l_0 l_{ij}}{\sqrt{S_{i,situ} S_{j,situ}}} \right)$$

Strutture leggere: Appendice B

Valori della frequenza di coincidenza f_c nel range delle medio-alte frequenze

Trasmissione risonante

$$R^* = R + 10 \lg \frac{\sigma_a}{\sigma_s}$$

Metodo in frequenza per
strutture omogenee

$$\begin{cases} f < f_c \rightarrow R + 8 \text{ dB} \\ f > f_c \rightarrow R + 0 \text{ dB} \end{cases}$$

Metodo semplificato:
correzione degli 8 dB

Strutture leggere: Appendice C

Total loss factor: capacità della struttura di dissipare energia.

$$\eta_{tot} = \eta_{int} + \frac{2\rho_0 c_0 \textcircled{O}}{2\pi f m'} + \frac{c_0}{\pi^2 S \sqrt{f} f_c} \sum_{k=1}^4 l_k \alpha_k \quad T_s = \frac{2,2}{f \eta_{tot}}$$

Efficienza di radiazione: rapporto adimensionale tra la potenza sonora effettivamente irradiata da una superficie radiante di area definita e la potenza sonora media idealmente irradiata da un pistone rigido di ugual superficie vibrante con la stessa velocità efficace.

$$\sigma_{rad} = \frac{W}{\rho_0 c_0 S \langle v^2 \rangle}$$

Incremento del potere fonoisolante: Appendice D

Table D.1 — Weighted sound reduction index improvement by a lining, depending on the resonance frequency

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

NOTE 1 For resonance frequencies below 200 Hz, the minimum value of ΔR_w is 0 dB.
 NOTE 2 R_w denotes the weighted sound reduction index of the bare wall or floor in dB.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

Incremento del potere fonoisolante: Appendice D

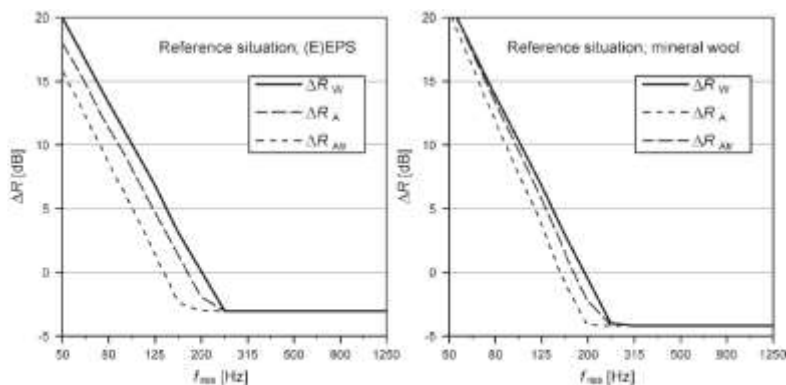


Figure D.2 — Single number ratings of the sound reduction index improvement by an additional layer as function of the resonance frequency and type of interlayer; layer fixed to the basic wall

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

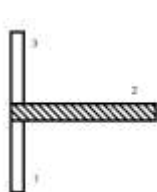
Rumore e **I**solamento **A**custico

Strutture pesanti: Appendice E

Sono confermate le tipologie dei giunti presenti nella versione precedente delle norme, viene esplicitato il modello di calcolo per la determinazione della trasmissione laterale con giunti con materiali resilienti interposti.

Sono indicati anche valori di calcolo di K_{ij} di simulazioni per basse, medie ed alte frequenze

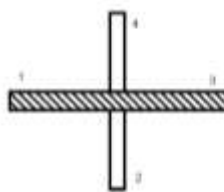
Strutture leggere: Appendice F



$$K_{12} = 22 \cdot 3.3 \text{ kg/Hz}$$

$$K_{23} = 16 \cdot 3.3 \text{ kg/Hz}$$

$$f_0 = 500 \text{ Hz (slope: 18 dB/oct.)}$$



$$K_{12} = 16 \cdot 3.3 \text{ kg/Hz} = 10 \text{ M}$$

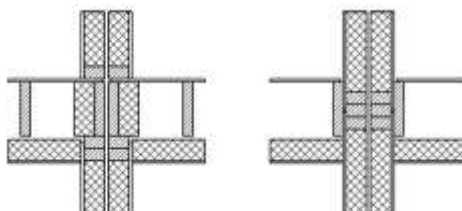
$$K_{23} = 23 \cdot 3.3 \text{ kg/Hz}$$

$$K_{34} = 16 \cdot 3.3 \text{ kg/Hz}$$

$$f_0 = 500 \text{ Hz}$$

Inserimento dei giunti per strutture leggere in CLT

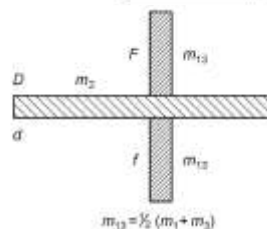
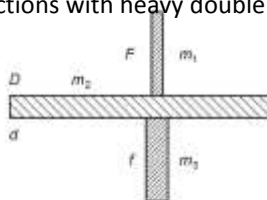
Strutture leggere: Appendice F



Inserimento dei giunti per strutture a telaio leggero in legno con l'utilizzo della media delle differenze dei livelli di velocità di vibrazione normalizzata D_{vijn}

Linee guida: Appendice J

Interpretation of complicated junctions
 Cross-junction with more than 2 element types
 T-junction with more than 2 element types
 Junctions with small offset
 Junctions with heavy double wall



Stima dell'incertezza: Appendice K

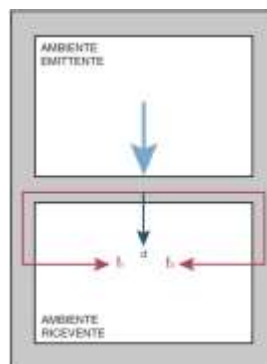
Esempi di calcolo: Appendice L

- Edificio realizzato con strutture omogenee pesanti
- Edificio realizzato con struttura leggera o a telaio

PARTE 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

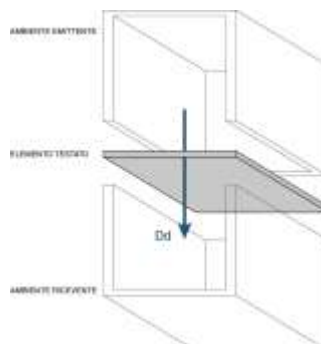
Livello di calpestio normalizzato apparente L'_n

$$L'_n = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{n,d}}{10}} + \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{n,i,j}}{10}} \right)$$



TRASMISSIONE DIRETTA

$$L_{n,d} = L_{n,situ} - \Delta L_{situ} - \Delta L_{d,situ}$$



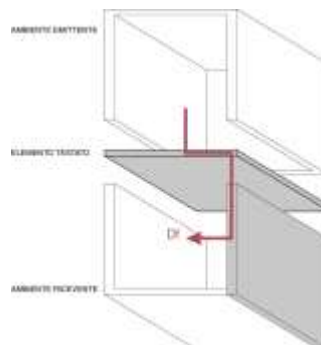
Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

TRASMISSIONE LATERALE

$$L_{n,ij} = L_{n,situ} - \Delta L_{situ} + \frac{R_{i,situ} - R_{j,situ}}{2} - \Delta R_{j,situ} - \overline{D_{v,ij,situ}} - 10 \lg \sqrt{\frac{S_i}{S_j}}$$



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
Email: ordineng@nuoro.it - ordini@nuoro.it
Pec: ordini@nuoro.it



Modifica del metodo semplificato

Procedimento di calcolo

...

Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L'_{n,w}$ viene ottenuto mediante:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K \text{ dB}$$

Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in decibel

Massa per unità di area dell'elemento divisorio (pavimento) kg/m ²	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m ²								
	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

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
Email: ordineng@nuoro.it - ordini@nuoro.it
Pec: ordini@nuoro.it



UNI proposals for modification/integration of EN 12354-2 Annex B

Forewords

In these years different independent research groups are working in Italy in the building acoustics field in order to improve the accuracy of the estimation of impact noise for floors types widely diffused in European building construction, but not well represented by standardized prediction models. Many field measurements carried out on floors made with concrete beams and clay bricks or blocks shown that the formula B.5 given in Appendix B of EN 12354-2 underestimates the impact noise level up to 7 dB.

A large database was made, with comparison between calculations, performed according to the current version of EN 12354-2, and measurements on bare floors, floors with upper light screed layer for piping or wiring and finished floors with resilient interlayer.

Results shown that floors made with concrete beams and clay bricks or blocks are only partially homogeneous.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico

GTA
Gruppo Tecnico Acustico

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-Mail: www.ingegneri-nuoro.it - ordine.ingegneri-nuoro@pec.it
Pec: ordine.ingegneri-nuoro@pec.it

Correction of Figure B.1:

Figure B.1 - Types of basic floor constructions

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico

GTA
Gruppo Tecnico Acustico

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-Mail: www.ingegneri-nuoro.it - ordine.ingegneri-nuoro@pec.it
Pec: ordine.ingegneri-nuoro@pec.it

Floor constructions with ribs and hollow-pots and an upper light screed layer for piping or wiring

prefabricated beams and clay blocks

cast-in-place beams and clay blocks

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini Nuoro 22 febbraio 2018 **R**umore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-mail: ordineng@provincia.nu.it ordini@provincia.nu.it
www.ordineng.nu.it



B.3 Equivalent weighted normalized impact sound pressure level $L_{n,w,eq}$ of floor constructions with clay hollow-pots and upper light screed layer (partially homogeneous)

For floor constructions made with concrete beams and clay bricks or blocks and an upper light screed layer for piping or wiring (partially homogeneous structure), the equivalent weighted normalized impact sound pressure level $L_{n,w,eq}$ used for the calculation following 4.3 can be calculated from the mass per unit area m' (in the range of 270 kg/m² to 360 kg/m²) from:

$$L_{n,w,eq} = 160 - 30 \lg (m'/(1 \text{ kg/m}^2)) \text{ dB} \quad (\text{B.6})$$

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
Tel. 0785/240001
E-mail: ordineng@provincia.nu.it ordini@provincia.nu.it
www.ordineng.nu.it



The equation B.6 is for rib and clay hollow-pot floors (partially homogeneous), as defined in EN 15037-3:2009+A1:2011, with an upper light screed layer for piping or wiring with thickness between 50 mm and 100 mm and density 650±150 kg/m³. Have to be used to calculate the weighted normalized impact sound pressure level for the direct path, $L_{n,d,w}$ according to equation 22, when a floating floor with a mass per unit area not less than 80 kg/m² is applied.

Note: For floors with concrete ribs and solid concrete blocks or with hollow blocks (concrete, clay, polystyrene, etc.) without an upper light screed layer for piping or wiring formulas reported in EN 15037-1:2008, par. L.3 have to be used to calculate the equivalent weighted normalized impact sound pressure level $L_{n,w,eq}$.

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e **I**solamento **A**custico

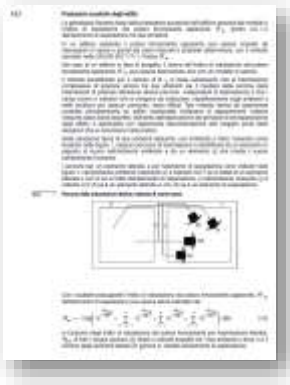




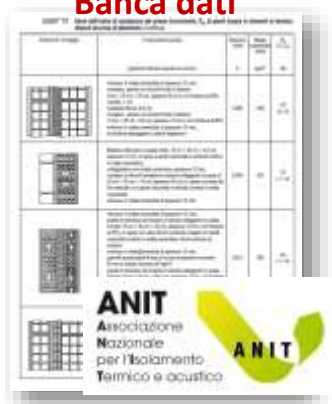
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
 Tel. 0785/240001
 E-mail: ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it
 Pagine: www.ordineingegnerinuoro.it

NUOVA UNI 11175

Modello di calcolo



Banca dati



Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico





Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro
 Via Garibaldi n. 5, 08100 Nuoro
 Tel. 0785/240001
 E-mail: ordineingegnerinuoro@ordineingegnerinuoro.it
 Pagine: www.ordineingegnerinuoro.it

Nella nuova versione della UNI TS 11175 potrebbe essere inserita una formula sperimentale che permette di ricavare l'indice di valutazione del livello di calpestio normalizzato $L_{n,w,eq}$ in funzione della massa superficiale del solaio in CLT

$$L_{n,w,eq} = 128 - 22 \lg(m') [dB]$$

Confronto tra l'indice di valutazione del livello di calpestio normalizzato calcolato ($L_{n,w,eq}$) e misure di laboratorio ($L_{n,w}$) per solai in CLT nei laboratori Italiani e Canadesi

Lab. ID	Mass per unit area of bare CLT floor [kg/m²]	$L_{n,w}$	$L_{n,w,eq}$
A	70	87	87
B	70	88	87
C	90	85	85
	130	80	81

Relatori: Antonino Di Bella / Giovanni Semprini

Nuoro 22 febbraio 2018

Rumore e Isolamento Acustico

