

Spaceloft® - Guida all'isolamento acustico anticalpestio



- INDICE -

| Principi Base | 1 |
|--|----|
| Pavimento Galleggiante | 3 |
| Leggi e Normative | 4 |
| LE FORMULE | 5 |
| Rigidità Dinamica | 7 |
| Calcoli | 8 |
| Caratteristiche dei Materiali Elastici | 10 |
| SPACELOFT® | 15 |
| Voci di Capitolato | 19 |
| Posa in Opera | 20 |
| Quadro Normativo | 22 |

Guida all'isolamento acustico anticalpestio

- PRINCIPI BASE -

Nella realizzazione di un edificio residenziale la progettazione deve tener presente la propagazione dei rumori fra diverse unità abitative e confinanti, fra locali della stessa unità e dall'esterno verso l'interno. Si possono distinguere 3 tipologie di rumore:

- rumore aereo
- rumore da calpestio
- > rumore da impianti tecnici

L' argomento trattato di seguito prende in esame i principi base della trasmissione acustica dei rumori da calpestio attraverso le pavimentazioni negli edifici residenziali.

Più precisamente delle onde sonore generate da azioni meccaniche impattive che migrano attraverso solai e pareti verticali diffondendosi negli ambienti sottostanti.

L'energia librata dall'impatto di un oggetto a pavimento si scarica sul solaio sollecitandolo quindi mettendolo in vibrazione.

Il fenomeno meccanico, percepito come differenza di pressione atmosferica sul timpano dell'orecchio umano, si tramuta in rumore.

IL RUMORE SI TRASMETTE VELOCEMENTE IN TUTTO L'EDIFICIO



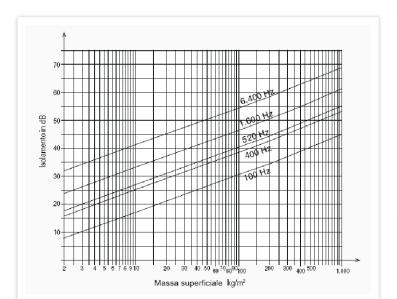
VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DEL SUONO IN ALCUNI MATERIALI

| Acciaio | 5000 m/s |
|--------------|----------|
| Calcestruzzo | 3000 m/s |
| Legno duro | 1500 m/s |
| Acqua | 1000 m/s |
| Aria | 340 m/s |

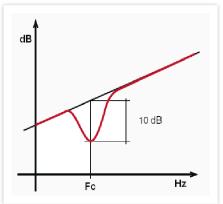
Mentre le pareti divisorie sono perlopiù sollecitate da rumori aerei, i solai vengono sollecitati anche e soprattutto meccanicamente; la diffusione del suono avviene molto più velocemente e strutturalmente in tutto l'edificio.

Secondo la "legge della massa", aumentando la massa di una partizione aumenta la sua capacità di isolare dai rumori (vedi grafico seguente). Ma è anche vero che, a parità di massa, isola di più una partizione composta da strati massivi e porosi che solamente massivi (principio massa-molla-massa).

GRAFICO DELLA "LEGGE DELLA MASSA"



EFFETTO DELLA FREQUENZA CRITICA



Dal grafico si può osservare che ad esempio una partizione omogenea di 100 Kg./m² ha un potere fono isolante di 40 dB a 500Hz, tuttavia raddoppiandone la massa l'aumento è di soli 4 dB. Inoltre ad una determinata frequenza (detta critica) si ha un decadimento del potere fono isolante che può raggiungere i 10 dB. La frequenza critica dipende dal peso e dalla natura del materiale e se ricade nel range di frequenze udibili dall'orecchio umano si otterrà un "buco" nell'isolamento.

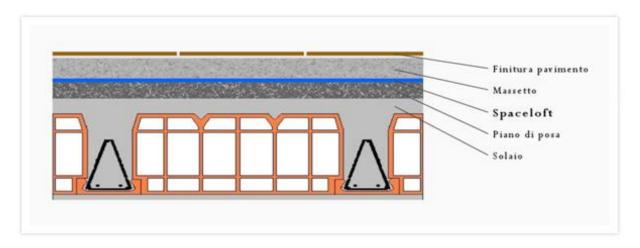
Sebbene i solai, con la loro massa, offrano una protezione soddisfacente ai rumori aerei (Rw da 47 a 53 dB), non è altrettanto sufficiente per l'abbattimento dei rumori da calpestio. Questi infatti hanno intensità sonora sensibilmente maggiore rispetto ai rumori aerei (nelle prove normalizzate gli ambienti sottostanti vengono interessati da livelli di Lnw pari a 70-80 dB), in virtù della trasmissione meccanica e strutturale nell'edificio.

Pertanto la soluzione di aumentare la massa del solaio per ridurre il rumore d'impatto è una scelta progettualmente impraticabile (solai pesantissimi). Il sistema più comune ed efficace per ridurre il rumore consiste nel frapporre un materiale resiliente (molla) fra massetto (massa) e solaio (massa). Ovvero interrompere la continuità della struttura solaio. Il compito del materiale elastico è quello di assorbire parte dell'energia trasmessa dall'impatto, proprio come una molla.

- PAVIMENTO GALLEGGIANTE -

Al fine di desolidarizzare il pavimento dal solaio sottostante e dalle pareti verticali vene posto in opera il cosiddetto "pavimento galleggiante".

STRATIGRAFIA DEL PAVIMENTO GALLEGGIANTE



La stratigrafia è così composta:

- > solaio
- piano di posa o strato di livellamento
- > materiale elastico smorzante
- > massetto, eventualmente armato, di adeguato spessore per i carichi previsti
- finitura pavimento

Si tratta di eseguire una sorta di vasca con materiale elastico smorzante, sopra lo strato di livellamento contenente gli impianti tecnici, nella quale sarà gettato il massetto e posato il pavimento.

Le grandezze che regolano il fenomeno acustico nel sistema "massa-molla-massa" cioè nel pavimento galleggiante sono la massa aerica del solaio (Kg/m^2) , del massetto e la rigidità dinamica del materiale resiliente (MN/m^3) , quest'ultima definita come rapporto tra la forza dinamica e lo spostamento dinamico.

La legislatura in materia acustica è riferita alla Legge quadro 447 del 26/10/1995 e, nel nostro caso , al dispositivo attuativo D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che pone i limiti per i diversi indici di livello di rumore in base alle categorie degli ambienti abitativi (vedi tabella seguente).

- LEGGI E NORMATIVE -

LIMITI FISSATI DAL D.P.C.M. DEL 05/12/1997

| CA | TEGORIE | $R'_{\rm w}$ | | $L'_{n,W}(^*)$ | $L_{ASmax} \\$ | L_{Aeq} |
|----|--|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|
| | | | nT, W | | | |
| A | Edifici adibiti a residenza o assimilabili | 50 | 40 | 63 | 35 | 35 |
| В | Edifici adibiti a uffici o assimilabili | 50 | 42 | 55 | 35 | 35 |
| C | Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed assimilabili | 50 | 40 | 63 | 35 | 35 |
| D | Edifici adibiti ad ospedali , cliniche, case di cura o assimilabili | 55 | 45 | 58 | 35 | 25 |
| Е | Edifici adibiti ad attività scolastica a tutti i livelli o assimilabili | 50 | 48 | 58 | 35 | 25 |
| F | Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili | 50 | 42 | 55 | 35 | 35 |
| G | Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili | 50 | 42 | 55 | 35 | 35 |

^(*)L'indice $L'_{n,W}$ si riferisce al massimo consentito

Il livello di rumore di calpestio normalizzato (L'n) indica l'attitudine di un solaio realizzato **in opera** di abbattere i rumori impattivi. La misura viene eseguita secondo la UNI EN ISO 140-7 utilizzando apposito strumento a martelli e misurando il livello di rumore al piano sottostante il solaio.

La norma prevede il campionamento in 16 bande di frequenza da 100Hz a 3150Hz ed i valori sono variabili a seconda della frequenza considerata.

Per mediare i risultati ottenuti e fornire un unico indice di valutazione normalizzato (L'_{nW}) si fa riferimento alla norma UNI EN ISO 717-2.

E' tuttavia possibile determinare i requisiti acustici passivi e quindi l'indice del livello di rumore da calpestio (L'_{nW}) attraverso la UNI EN 12354-2 o il rapporto UNI TR 11175/2005.

Va detto che l'utilizzo di tale sistema analitico fornisce una valutazione previsionale del requisito acustico in base ai materiali utilizzati; una scorretta posa in opera del pavimento galleggiante ad esempio può sensibilmente discostare il valore previsto.

L'indice L'_{nW} è calcolato come segue:

$$L'_{nW} = L_{nW} - DL_{nW} + K [dB]$$
 (1)

Dove:

- ➤ L_{nW} è il livello di rumore da calpestio del solaio "nudo" (senza pavimento galleggiante)
- ightharpoonup DL_{nW} è l'indice di valutazione riferito alla riduzione dei rumori da calpestio in virtù della presenza del pavimento galleggiante
- ➤ K è il coefficiente di correzione da apportare per la presenza della trasmissione del rumore alle pareti laterali.

- LE FORMULE -

Se non specificato dai produttori, per solai di tipo omogeneo e con massa superficiale da 100 a 600 ${\rm Kg/m^2}$ può valere:

$$L_{nW} = 164 - 35 \log(M') [dB]$$
 (2)

Dove M' è la massa superficiale del solaio e per solai di tipo omogeneo si intendono:

- > Solai in calcestruzzo pieno gettati in opera
- > Solai in calcestruzzo cellulare pieno autoclavato
- > Solai realizzati con mattoni forati
- > Solai realizzati con travetti e alveoli
- > Solai realizzati con lastroni in calcestruzzo
- ➤ Solai realizzati con travetti in calcestruzzo

L'indice DL_{nW} , per i pavimenti galleggianti realizzati in calcestruzzo, è definito dalla seguente formula:

$$DL_{nW} = 30 \log(500/f_0) + 3$$
 (3)

con fo equivalente a:

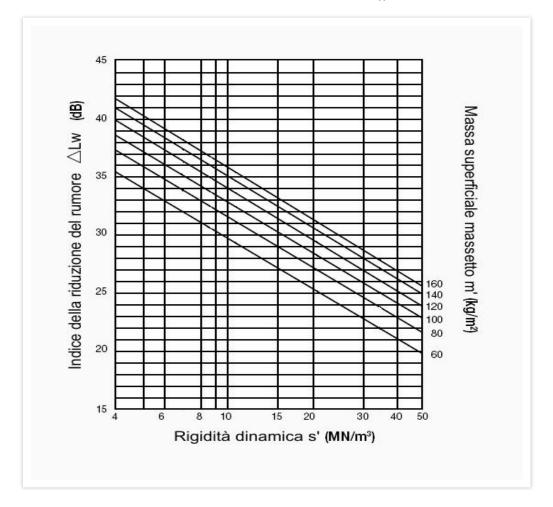
$$\mathbf{fo} = \mathbf{160} \sqrt{\frac{s'}{m'}} [\mathbf{Hz}] \tag{4}$$

Dove:

- ➢ fo è la frequenza di risonanza del sistema massetto + strato resiliente (massamolla)
- > s' è la rigidità dinamica del materiale resiliente
- > m' è la massa superficiale del massetto soprastante

 E^{\prime} possibile determinare DL_{nw} anche dal grafico di seguito riportato.

INDICE DELLA RIDUZIONE DLW



Il coefficiente K viene desunto dalla seguente tabella riportante la massa aerica del solaio "nudo" e la massa media ponderata delle pareti laterali senza considerare rivestimento isolante alcuno. Si noti come la trasmissione del rumore è maggiore in solai pesanti posti su murature leggere (valore 4) e viceversa sino a valore o (ovvero nessuna trasmissione).

COEFFICIENTE "K"

MASSA SUPERFICIALE MEDIA DELLE PARETI

| | | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 150 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | O | 0 | 0 |
| DEL SOLAIO | 200 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 250 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DEL | 300 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| IALE m²) | 350 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RFICIALE (Kg/m²) | 400 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| $\begin{array}{c} \text{MASSA SUPERFICIALE} \\ \text{(Kg/m}^2) \end{array}$ | 450 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 500 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| MAS | 550 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 600 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

- RIGIDITÀ DINAMICA -

La rigidità dinamica è testata in laboratorio secondo la UNI EN 29052-1: il provino del materiale resiliente viene interposto fra uno Shaker (macchina con piano vibrante) e una piastra di carico (~200 Kg/m²) ed attraverso un accelerometro viene stabilita la frequenza di risonanza, quindi secondo la relazione (4) ricavato il valore della rigidità dinamica apparente (s't) del campione testato.

Al fine di ottenere l'esatta valutazione della rigidità dinamica del materiale è necessario tenere presente che per i materiali porosi a celle aperte deve essere sommata anche la rigidità dinamica del gas (s'a) contenuto, quindi:

$$s' = s't + s'a [MN/m^3]$$
 (5)

Dove s'a è dipendente dalla resistenza al flusso d'aria laterale (r) che si ricava, per i materiali porosi, da prova di laboratorio secondo UNI EN 29053.

In breve:

- > se r è maggiore o uguale a 100 KPa s/m² allora s'=s't
- > se r è compreso fra 10KPa s/m² e 100 KPa s/m² allora vale la relazione (5)
- > se r è minore 10 KPa s/m² allora s'=s't solo se s'a è trascurabile rispetto a s't

Per materiali con porosità "p" pari a 0,9 si può dedurre la rigidità dinamica del gas contenuto secondo:

$$s'a = 111/d [MN/m^3]$$
 (6)

Dove d è lo spessore del materiale in mm.

- I CALCOLI -

Con le definizioni date è ora possibile eseguire i calcoli previsionali per gli indici di valutazione nei pavimenti galleggianti.

Siano noti rigidità dinamica dello strato resiliente e la massa superficiale del solaio, definiamo una frequenza di risonanza del massetto quindi calcoliamo il suo spessore essendo nota la densità. E' bene impostare frequenze di risonanza comprese fra 80 Hz e 200 Hz privilegiando valori al di sotto o uguali a 100 Hz. considerando che a frequenze molto basse si rendono necessari valori di rigidità dinamica altrettanto bassi o massetti molto pesanti.

E' chiaro che la scelta deve essere un compromesso fra rendimenti acustici desiderati ed esigenze costruttive.

Esempio:

fm' = 100 Hz

$$s' = 47 \text{ MN/m}^3$$

M'(massa sup. solaio) = 340 Kg/m²
dc (densità calcestruzzo) = 1800 Kg/m³

Determino la massa superficiale del massetto con la (4)

$$m' = (160^2/\mathrm{fm'^2}) \; s' = (25600/10000) \; 47 = 120,\!32 \; \mathrm{Kg/m^2}$$
 quindi lo spessore

$$sp = m'/dc = 120,32/1800 = 0,067 m$$

A questo punto verifichiamo che l'intero sistema solaio-strato resiliente-massetto (massa-mollamassa) abbia una frequenza di risonanza che cada nella parte bassa del range di frequenze d'interesse compreso fra 100 e 3150 Hz

fo =
$$160\sqrt{s'(\frac{1}{m'} + \frac{1}{M'})}$$
 [Hz]
fo = $160\sqrt{47(\frac{1}{120} + \frac{1}{340})}$ = 116 Hz

Ora calcoliamo l'indice della riduzione del rumore DL_{nw} apportata dal sistema massetto-strato resiliente secondo la formula (3)

$$DL_{nw} = 30\log(500/100) + 3 = 23,96 \text{ dB}$$

a seguire l'indice del livello di rumore da calpestio del solaio "nudo" secondo la (2)

$$L_{nw} = 164 - 35\log(340) = 75,4 \text{ dB}$$

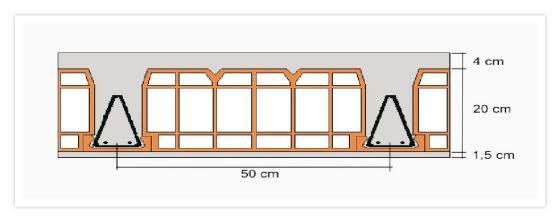
Infine verifichiamo il rispetto del D.P.C.M. 5/12/1997 per le abitazioni residenziali utilizzando la (1) con un coefficiente K pari a 2:

$$L'_{nw} = 75.4 - 23.96 + 2 = 53 dB$$

Il valore è inferiore ai 63 dB massimi previsti.

Come detto in precedenza il solaio è anche sottoposto a sollecitazioni acustiche aeree che, secondo "la legge della massa", provvede ad attenuare. La posa di pavimenti galleggianti aumenta la proprietà del solaio di isolare dal rumore aereo.

SOLAIO CON PIGNATTE TIPO A 20+4



Come per l'indice di rumore da calpestio anche per il rumore aereo che interessa il solaio esiste un indice detto del potere fono isolante (R_w). Qualora non sia dichiarato, l'indice del potere fono isolante può essere calcolato con algoritmi che tengono conto dei tipi di materiali in uso. Per un solaio di massa 340 Kg/m² realizzato con travetti a traliccio di interasse 50 cm e pignatte tipo A da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo (20+4) e 1,5 cm di intonaco all'intradosso può essere impiegata la formula:

$$R_w = 23\log(M') - 8 [dB]$$
 (8)

da cui

$$R_w = 23\log(340) - 8 = 50.2 \text{ dB}$$

L'incremento del potere fono isolante DR_w dovuto al pavimento galleggiante è dipendente dalla frequenza di risonanza dell'intero sistema: vedi formula (7). Sulla base del risultato si applicano le indicazioni riportate nella tabella seguente:

CALCOLO DEL "DR_W"

| DR_{w} |
|------------------------|
| 35 - R _w /2 |
| $32 - R_w/2$ |
| 28 - R _w /2 |
| -2 |
| -4 |
| |

| FREQUENZA DI RISONANZA 10 | DR_{w} |
|---------------------------|----------|
| 315 < fo < 400 | -6 |
| 400 < fo < 500 | -8 |
| 500 < fo < 1600 | -10 |
| fo > 1600 | -5 |

R_w è riferito all'indice sopra indicato del potere fono isolante del solaio.

Nel nostro caso quindi: $DR_w = 32 - (R_w/2) = 32 - (50,2/2) = 6,9 \text{ dB}$

- CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ELASTICI -

Nella scelta dei materiali resilienti vanno tenute in considerazione alcune caratteristiche trovandone il giusto compromesso.

- > rigidità dinamica minore possibile
- > resistenza a compressione maggiore possibile
- > comprimibilità minore possibile
- > "creep" a compressione minore possibile

Spesso materiali con bassa rigidità dinamica hanno basse resistenze a compressione di conseguenza alta comprimibilità e creep altrettanto alto. Oltre alla rigidità dinamica è bene quindi tenere presente in particolare anche della comprimibilità definita dalla UNI EN 12431, quest'ultima infatti incide notevolmente sulle prestazioni acustiche.

E' dimostrato che la frequenza di risonanza di un sistema massa-molla è dipendente dallo spessore del materiale resiliente secondo la legge classica del pendolo:

f. ris. d' =
$$\frac{1}{\sqrt{\S}}$$
 f. ris. d (9)

dove:

- ➤ f.ris.d è la freq. di risonanza del campione di spessore d sottoposto a prova UNI EN 29052-1
- ➢ d' è lo spessore misurato al termine della prova di compressione secondo UNI EN 12431
- > d è lo spessore del materiale a riposo.
- ➤ § è il rapporto fra d' e d

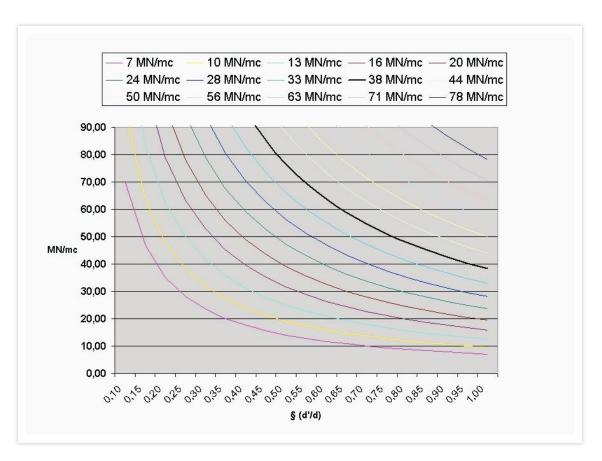
Poiché la rigidità dinamica è definita dalla (4) si avrà:

$$s' = m' \left(\frac{f. \, ris. \, d'^2}{160^2} \right)$$
 (10)

pertanto per ogni variazione di spessore del materiale resiliente si otterrà una rigidità dinamica diversa.

Nel grafico seguente sono riportati gli scostamenti del valore di rigidità dinamica in base alla riduzione di spessore del materiale.

I valori di partenza sono compresi fra 7 e 78 MN/m^3 considerando una massa superficiale di 200 Kg/m^2 secondo UNI EN 29052-1.

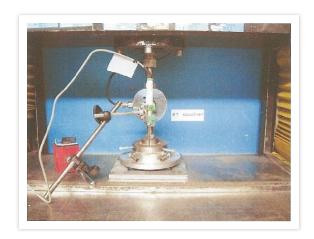


Lo scopo della trattazione è definire lo scostamento nel tempo della rigidità dinamica tale da permettere una valutazione delle prestazioni acustiche a più lungo termine e quindi simulare una situazione più reale rispetto di quanto definito nella UNI EN 29052-1. Ciò permette un'analisi molto precisa sulla rigidità dinamica in virtù della forza peso che il massetto soprastante il materiale elastico imprime al materiale stesso e che, in base alle caratteristiche, può diminuirne lo spessore nel tempo.

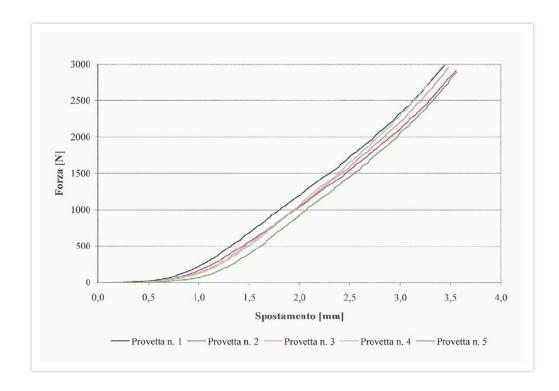
Le prove significative a riguardo sono:

- la resistenza a compressione al 10% di deformazione UNI EN 826
- ➤ la determinazione dello spessore per pavimenti galleggianti UNI EN 12431 (comprimibilità)
- scorrimento viscoso (creep) UNI EN 1606

La prima misurazione riporta la forza necessaria per comprimere il campione del 10 % del suo spessore iniziale. Tale misurazione viene eseguita nel campo proporzionale forza - spostamento, cioè nel comportamento elastico. Tale prova fornisce anche il modulo di elasticità.



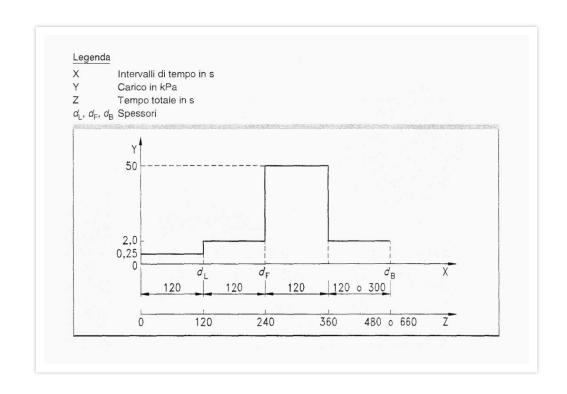
Materiale resiliente sottoposto a prova UNI EN 826, sotto la curva Forza-Spostamento



La seconda determina la riduzione di spessore del materiale dopo cicli di carico (50 KPa) e scarico (2KPa) ad intervalli di tempo stabiliti. La comprimibilità viene definita come differenza fra spessore iniziale e finale (dL-dB).



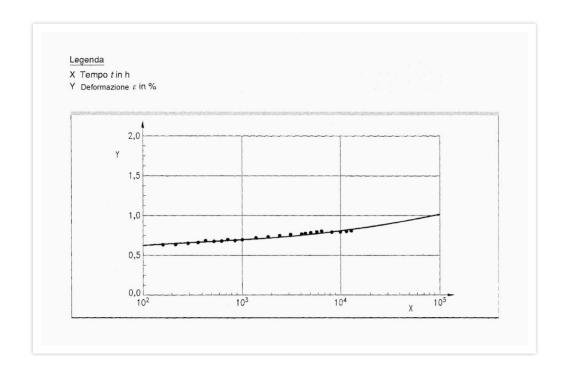
Macchina di prova, sotto grafico della sequenza dei carichi secondo UNI EN 12431



In ultimo la prova a scorrimento viscoso determina la riduzione di spessore dopo carico statico insistente per lungo periodo (almeno 90 gg.) sul campione in prova. Successivamente, tramite l'equazione di Findley, è possibile estrapolare il dato in funzione del tempo ovvero calcolare lo spessore dopo ad es. 10 anni.



Macchina di prova dello scorrimento viscoso UNI EN 1606, sotto grafico della deformazione relativa dello spessore in % di un materiale resiliente estrapolata a 11,4 anni.



- SPACELOFT® -

La rigidità dinamica di **Speceloft® 10 mm.** è stata certificata conformemente a UNI EN 29052-1. Il materiale è stato testato con un carico di 200 Kg/m² insistente per 21 giorni. La rigidità dinamica apparente (s't) è \leq 34 MN/m³ ai quali va sommata la rigidità dinamica dell'aria contenuta (s'a) pari a 13 MN/m³. Pertanto la rigidità dinamica (s') utilizzata per i calcoli è di 47 MN/m³.

La sollecitazione a compressione al 10% di deformazione relativa $\grave{e} \geq a$ 80KPa secondo UNI EN 826, mentre i valori di comprimibilità sono inferiori / uguali a 1,2 mm. Questo garantisce durabilità nel tempo delle prestazioni.

La tabella seguente raccoglie gli indici di valutazione R_w e L_{nw} a seconda della tipologia di solaio e della sua massa superficiale. I dati di R_w sono il risultato di una campagna misure sperimentali eseguita dall'ANDIL (Associazione Italiana dei produttori di elementi in laterizio) sulle tipologie di solai più diffusi in Italia e destinati all'edilizia residenziale. L'indice L_{nw} è stato calcolato sulla base della UNI EN 12354-2 e UNI/TR 11175:2005.

Indici di valutazione R_w e L_{nw} per tipologia di solaio

| SOLAIO TIPO | CERTIF. NUM. | DESCRIZIONE MATERIALI IMPIEGATI | SPESSORE (cm) | DENS. SUP. (Kg/m²) | INDICE VALUT. R _w (dB) | INDICE VALUT. $L_{nw}(dB)$ |
|----------------|-----------------|---|--------------------------|-----------------------|---|----------------------------|
| 1 | 30 | Travetti a traliccio, interasse 50, laterizio tipo A 16+4, intonaco all'intradosso | 21,5 1,5+16+4,0 | 270 | 49,0 | 78,9 |
| 2 | 31 | Travetti a traliccio, interasse 50, laterizio tipo A 20+4, intonaco all'intradosso | 25,5 1,5+20+4,0 | 340 | 50,0 | 75,4 |
| 3 | 32 | Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo A 16+4, intonaco all'intradosso | 21,5 1,5+16+4,0 | 269 | 48,5 | 78,95 |
| 4 | 33 | Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo A 20+4, intonaco all'intradosso | 25,5 1,5+20+4,0 | 284 | 47,5 | 78,1 |
| 5 | 34 | Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo B 16,5+4, intonaco all'intradosso | 22,0 1,5+16,5+4,0 | 273 | 47,5 | 78,7 |
| 6 | 35 | Travetti in cls precompresso, interasse 50, laterizio tipo B 20+4, intonaco all'intradosso | 25,5 1,5+20+4,0 | 362 | 50,0 | 74,4 |
| 7 | 36 | Solai a pannelli ad armatura lenta, laterizio tipo B 16,5+4, intonaco all'intradosso | 22,0 1,5+16,5+4,0 | 321 | 48,5 | 76,2 |
| 8 | 37 | Solai a pannelli ad armatura lenta, laterizio tipo B 20+4, intonaco all'intradosso | 25,5 1,5+20+4,0 | 369 | 52,5 | 74,1 |
| 11 | 38 | Lastre in cls precompresso, interasse 120, e polistirolo | 24,0 4,0+16+4,0 | 261 | 50,5 | 79,4 |
| 12 | 39 | Lastre in cls precompresso, interasse 120, e polistirolo | 28,5 4,0+20,5+4,0 | 296 | 53,5 | 77,5 |
| 9 | 40 | Lastre in cls precompresso, interasse 120, e laterizio tipo B | 24,0 4,0+4,0+12+4,0 | 419 | 51,5 | 72,2 |
| 10 | 41 | Lastre in cls precompresso, interasse 120, e laterizio tipo B | 28,5 4,0+4,0+16,5+4,0 | 458 | 53,5 | 70,8 |

La tabella seguente riporta l'indice della riduzione del rumore DL_{nw} ed il rispettivo indice L'_{nw} in base alla massa superficiale del massetto e dei solai sopra riportati utilizzando **Spaceloft**® **10 mm.** sotto il massetto.

Per semplicità di trattazione si è supposto un coefficiente correttivo K pari a 2.

Indici L'nw

Massa superficiale massetto galleggiante [Kg/m²]

| | | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 |
|-------------|--|-------|-------|--------|---------|---------|-------|---------|--------|----------|------|------|
| | $\mathrm{DL}_{\scriptscriptstyle \mathrm{NW}} \ [\mathrm{dB}]$ | 22,1 | 22,4 | 22,8 | 23,1 | 23,4 | 23,7 | 24 | 24,2 | 24,5 | 24,7 | 25 |
| | f.ris [Hz] | 115,6 | 112,5 | 109,7 | 107 | 104,6 | 102,3 | 100,1 | 98,1 | 96,2 | 94,4 | 92,7 |
| | | | IN | DICE D | EL LIVE | ELLO DI | RUMOI | RE DA C | ALPEST | TIO L'nw | I | |
| | 1 | 58,8 | 58,5 | 58,1 | 57,8 | 57,5 | 57,2 | 56,9 | 56,7 | 56,4 | 56,2 | 55,9 |
| | 2 | 55,3 | 55,0 | 54,6 | 54,3 | 54,0 | 53,7 | 53,4 | 53,2 | 52,9 | 52,7 | 52,4 |
| 0 | 3 | 58,9 | 58,5 | 58,2 | 57,9 | 57,6 | 57,3 | 57,0 | 56,7 | 56,5 | 56,2 | 56,0 |
| | 4 | 58,0 | 57,7 | 57,3 | 57,0 | 56,7 | 56,4 | 56,1 | 55,9 | 55,6 | 55,4 | 55,1 |
| SOLAIO TIPO | 5 | 58,6 | 58,3 | 57,9 | 57,6 | 57,3 | 57,0 | 56,7 | 56,5 | 56,2 | 56,0 | 55,7 |
|)LAI(| 6 | 54,3 | 54,0 | 53,6 | 53,3 | 53,0 | 52,7 | 52,4 | 52,2 | 51,9 | 51,7 | 51,4 |
| X | 7 | 56,1 | 55,8 | 55,4 | 55,1 | 54,8 | 54,5 | 54,2 | 54,0 | 53,7 | 53,5 | 53,2 |
| | 8 | 54,0 | 53,7 | 53,3 | 53,0 | 52,7 | 52,4 | 52,1 | 51,9 | 51,6 | 51,4 | 51,1 |
| | 9 | 52,1 | 51,8 | 51,4 | 51,1 | 50,8 | 50,5 | 50,2 | 50,0 | 49,7 | 49,5 | 49,2 |
| | 10 | 50,7 | 50,4 | 50,0 | 49,7 | 49,4 | 49,1 | 48,8 | 48,6 | 48,3 | 48,1 | 47,8 |

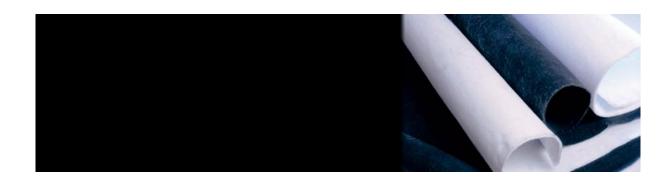
Esempio:

Si consideri un solaio composto da travetti a traliccio interasse 50 cm e pignatte tipo A da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo (20+4) e 1,5 cm di intonaco all'intradosso (Tipo 2) avente massa superficiale complessiva di 340 $\rm Kg/m^2$. Tale solaio insiste su pareti laterali di massa media pari a 150 $\rm Kg/m^2$.

L'indice L' $_{\rm nw}$ realizzando un massetto con massa superficiale di 130 Kg/m² sopra uno strato di Spaceloft da 10 mm sarà di 52,9 dB.

Spaceloft® è stato testato presso i più autorevoli istituti di certificazione Europei e Statunitensi. Dispone di Benestare Tecnico Europeo ETA -11/0471 ed è corredato di marcatura CE.

Le caratteristiche fisico - meccaniche lo rendono idoneo nelle applicazioni a pavimento assolvendo contemporaneamente ad un efficace termoisolamento ed alla riduzione dei rumori da calpestio: il tutto in 1cm di spessore. Ciò è valido anche in presenza di riscaldamento a pavimento.







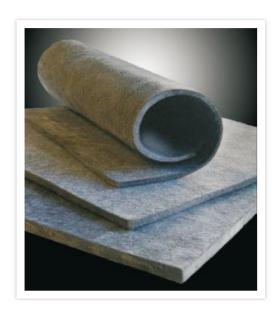












$SPACELOFT^{\textcircled{R}}$

DESCRIZIONE

Materassino in aerogel nanoporoso rinforzato con fibre in poliestere e fibra di vetro a filamento continuo. Si presenta sottoforma di feltro compatto e flessibile indicato in applicazioni universali con temperatura massima di 200°C.

Il materiale è prodotto nella colorazione bianca o grigia.

Formati disponibili:

- > rotolo
- pannello

SPECIFICHE TECNICHE SPACELOFT

| CARATTERISTICA [NORMA] | Valore | Unità di misura |
|---|--|--------------------|
| Spessore [EN823] | 10±1 | mm |
| Compressibilità (c) [EN 12431] | ≤ 1,2 | mm |
| Resistenza a Compressione al 10 % di deformazione (σ10) [EN 826] | > 80 | KPa |
| Scorrimento viscoso a compressione (carico 4 KPa dopo 10 anni) [EN 1606] | εc10a≤1,5 ε10a≤10,57 | % |
| Resistenza a trazione parallela alle facce (ot) [EN 1608] | > 200 | KPa |
| Stabilità dimensionale (48h 70°C) [EN 1604] | $\begin{array}{c} \Delta \epsilon l \leq 1 \ \Delta \epsilon b \leq 1 \\ \Delta \epsilon d \leq 1 \end{array}$ | % |
| Classificazione e reazione al fuoco [EN 13501-1] | C/s1/do | Euroclasse |
| Fattore di resistenza diffusione vapore (µ) [EN12086] | 5 | |
| *Conducibilità termica λ _(23,50) [EN12667] | 0,014 | W/mK |
| Rigidità dinamica apparente (s't) [EN 29052-1] | ≤ 34 | MN/m^3 |
| Assorbimento acqua per immersione parziale a breve periodo (Wp) [EN 1609] | ≤ 0,01 | Kg/m² |
| Benestare Tecnico Europeo ETA-11/0471 | | |

- -Il prodotto non contiene sostanze classificate come pericolose ai sensi del Regolamento CE nr. 1272/2008 (CLP).
- $-* \lambda_D = 0.015 W/mK (DoP).$
- -Il materiale è idrofobico.
- -Densità nominale apparente: 150 Kg./m³
- -Temperatura massima d'esercizio: 200°C.
- -Calore specifico (40°): 1000 J/Kg.K



Spaceloft® **10 mm.** è particolarmente indicato in edilizia per le soluzioni termoisolanti che richiedono la massima efficienza con il minimo spessore.

Il prodotto è di facile lavorabilità; la flessibilità caratteristica unita alla robustezza consentono di applicare e conformare il prodotto in spazi ristretti o con geometrie complesse: Spaceloft® si ritaglia con cutter ,forbici ben affilate, taglierine elettriche e fustelle.

Il materiale è fornito in lastra unica avvolta in rotolo o in pannello.

| Pannello | 1440x720x10 mm | | |
|--|-------------------|--|--|
| Rotolo | *1450x50000x10 mm | | |
| (*)Valori soggetti a variazioni secondo lotto di produzione. | | | |

Per la disponibilità dei formati contattare i ns. uffici.

Per ulteriori informazioni in applicazioni specifiche potete consultare il sito internet all'indirizzo http://www.rtisolazioni.com .



Il marchio Spaceloft® è di proprietà della Aspen Aerogels Inc.

- VOCI DI CAPITOLATO -

L'isolamento acustico dei solai dai rumori di calpestio sarà realizzato con la tecnica del "pavimento galleggiante" posto in opera sopra il materiale termoacustico di spessore 10 mm composto da aerogel nanoporoso rinforzato con fibre in poliestere e fibra di vetro a filamento continuo con rigidità dinamica apparente ≤ 34 MN/m³ testata e certificata conforme norma UNI EN 29052-1, di densità nominale 150 Kg./m³ e conduttività termica λ_D pari a 0,015 W/mK (tipo Spaceloft 10 mm.).

Il materassino in aerogel sarà disteso, sul piano di posa privo di asperità, con i bordi ben aderenti a quelli degli elementi adiacenti. Per desolidarizzare il massetto dalle murature verticali saranno posizionate delle fasce di materassino di altezza pari al massetto comprensivo di pavimentazione più 3 cm. In alternativa sarà possibile risvoltare il materassino ripiegandolo lungo le pareti verticali. Successivamente sarà disteso un foglio in polietilene sigillato nei punti di giunzione e raccordo con nastro adesivo a totale protezione del materiale termoacustico. Infine sarà gettato il massetto opportunamente armato con rete sul quale verrà posizionata la pavimentazione finita. L'eccedenza di materiale sbordante sarà quindi rifilata e posizionato il battiscopa che dovrà risultare staccato dal pavimento al fine di evitare "ponti acustici".

Guida all'isolamento acustico anticalpestio - Posa in opera -

- POSA IN OPERA -



- 1. FINITURA
- 2. MASSETTO
- 3. STRATO DI SEPARAZIONE
- 4. SPACELOFT 10 MM
- 5. STRATO DI LIVELLAMENTO
- 6. SOLAIO

INDICAZIONI DI CORRETTA POSA IN OPERA

- ➤ Lo strato di livellamento sul quale andrà disteso il materiale termoacustico dovrà essere piano e privo di asperità. Eventuali canalizzazioni impiantistiche dovranno essere livellate. Nel caso la copertura degli impianti venga realizzata con massetti alleggeriti, verificare che gli stessi siano omogenei. Eventuali concentrazioni di materiale per alleggerimento potrebbero causare crepe e spaccature che vanificherebbero l'isolamento acustico.
- > **Spaceloft**, una volta disteso , non dovrà presentare discontinuità. I bordi di ogni elemento dovranno essere ben aderenti a quelli degli elementi circostanti.
- ➤ Il massetto dovrà essere desolarizzato anche dalle strutture laterali lungo il perimetro del locale. In tal senso ritagliare e posizionare delle fasce di altezza pari al massetto + pavimentazione + 3 cm. In alternativa è possibile risvoltare lo stesso materassino piegandolo e fissandolo al muro verticale .
- ➤ Al fine di evitare che durante il getto del massetto eventuali infiltrazioni di calcestruzzo entrino in contatto con lo strato di livellamento sottostante e con il materiale stesso, provvedere alla copertura del materiale con un foglio di polietilene sigillandolo con cura nei punti di giunzione.

- > **Spaceloft** non dovrà essere forato da alcun attraversamento impiantistico negli elementi orizzontali e verticali.
- ➤ La striscia eccedente della fascia laterale sarà rifilata solo a pavimento finito, ciò per evitare che piastrelle o parquet entrino in contatto con le pareti perimetrali.
- ➤ Battiscopa e rivestimenti verticali di cucine e bagni dovranno essere distaccati di qualche millimetro dal rivestimento a pavimento in modo da evitare collegamenti rigidi fra pareti e pavimento. A tal fine posizionare dei distanziatori durante la posa dei rivestimenti e battiscopa, quindi rimuoverli alla fine della posa. La fuga rimanente sarà sigillata con materiale elastico (silicone, stucco elastico ecc.).
- ➤ Porre particolare attenzione al posizionamento delle fasce verticali in corrispondenza delle soglie di porte d'ingresso e porte finestre verso balconi. Anche in tal caso la posa del materiale dovrà garantire la desolarizzazione fra pavimento ed elementi esterni.

- QUADRO NORMATIVO -

LEGGE 447 DEL 26.10.1995

Legge quadro sull'inquinamento acustico

D.P.C.M. DEL 5.12.1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

UNI EN 12354

Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

- ✓ Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- ✓ Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- ✓ Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- ✓ Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno

Rapporto tecnico UNI TR 11175

Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

Tra le UNI EN 12354 ed il Rapporto Tecnico UNI esistono alcune sostanziali differenze. Le UNI EN 12354 sono state elaborate in sede CEN, si riferiscono a tipologie costruttive tipiche del Nord Europa ed i modelli di calcolo descritti richiedono dati di ingresso difficilmente reperibili. Il Rapporto Tecnico UNI invece, che si basa sul metodo di calcolo semplificato proposto nelle UNI EN 12354, è stato elaborato considerando tecnologie edilizie tipiche del nostro Paese e soprattutto presenta in appendice un'ampia banca dati contenente le prestazioni acustiche di strutture edilizie "nazionali".

UNI EN ISO 140

Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

- ✓ Parte 1 Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;
- ✓ Parte 3 Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio
- ✓ Parte 6 Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai
- ✓ Parte 8 Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato
- ✓ Parte 12 Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato.

UNI EN 20140

Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

- ✓ Parte 2 Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati
- ✓ Parte 9 Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto
- ✓ Parte 10 Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio.

UNI EN 29052-1

Acustica -Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali

UNI EN 12431:2000

Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti

UNI EN 1606:1999

Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione

UNI EN 29053

Acustica – Materiali per applicazioni acustiche – Determinazione della resistenza al flusso d'aria.

UNI EN ISO 354:2003

Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante

UNI EN ISO 354:1993/A1

Acustica - Misurazione dell'assorbimento acustico in camera riverberante - Montaggio dei campioni per le misurazioni di assorbimento acustico.

UNI EN ISO 11654

Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico

UNI EN ISO 10534-1:2001

Acustica - Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza - Metodo con le onde stazionarie

UNI EN ISO 10534-2:2001

Acustica - Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza - Metodo della funzione di trasferimento

UNI 10570: 1997

Prodotti per l'isolamento delle vibrazioni. Determinazione delle caratteristiche meccaniche di materassini e piastre.

UNI 10846

Acustica e vibrazioni - Misurazione in laboratorio delle proprietà vibro- acustiche degli elementi resilienti

- ✓ Parte1 Principi e linee guida.
- ✓ Parte 2 Rigidezza dinamica al moto traslatorio di supporti elastici Metodo diretto.
- ✓ Parte 3 Metodo indiretto per la determinazione della rigidezza dinamica al moto traslatorio di supporti elastici

UNI EN ISO 11546-1: 1997

Acustica. Determinazione delle prestazioni acustiche di cappottature. Misurazioni di laboratorio (ai fini della dichiarazione).

UNI EN ISO 15186-1: 2003

Acustica - Misurazione mediante intensità sonora dell' isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazione in laboratorio.

UNI EN ISO 140

Acustica - Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

- ✓ Parte 4 Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;
- ✓ Parte 5 Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e
- ✓ delle facciate
- ✓ Parte 7 Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;
- ✓ Parte 14 Linee guida per situazioni particolari in opera

UNI EN ISO 3382

Acustica - Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici

UNI 10844: 1999

Acustica - Determinazione della capacità di fonoassorbimento degli ambienti chiusi

UNI EN ISO 10052: 2005

Acustica - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo

UNI EN ISO 717

Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio-Calcolo degli indici

- ✓ Parte 1 Isolamento di rumori aerei
- ✓ Parte 2 Isolamento di rumore di calpestio



VIA PAGANELLA 38 I-38015 LAVIS (TN)
Tel. +39 0461 247112 FAX. +39 0461 1860836 info@rtisolazioni.com www.rtisolazioni.com

tutti i diritti riservati Copyright © 2016 RT Isolazioni di Torrisi Roberto è vietata la riproduzione anche parziale del presente documento