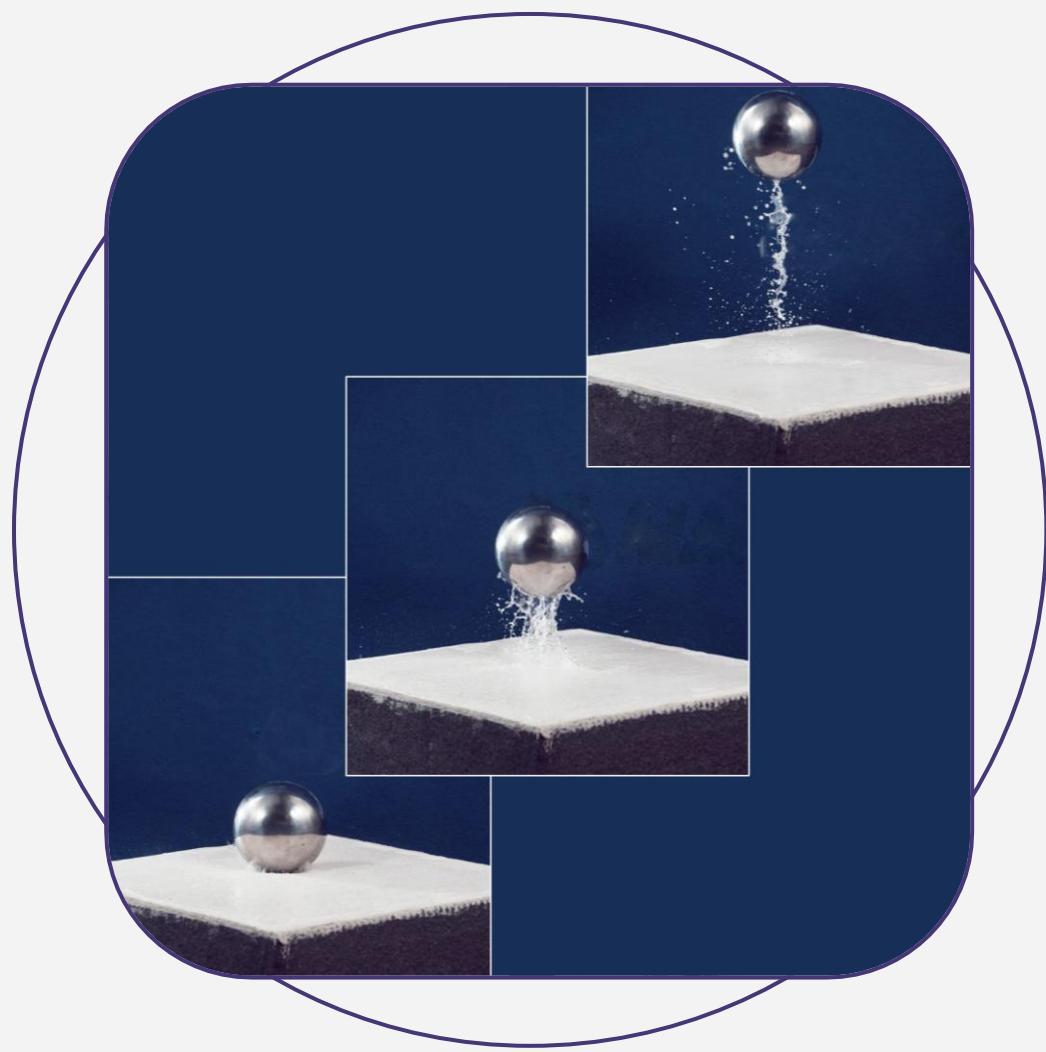




# CAPPOTTI FONOISOLANTI E RESISTENTI AGLI URTI ESTREMI

Prestazioni integrate per ETICS a elevata durabilità



**ANIT**

## I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **guide e manuali** sulle tematiche legate all'efficienza energetica e all'isolamento acustico degli edifici.

Gli argomenti trattati riguardano la legislazione, le norme tecniche di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **guide** sono riservate ai Soci ANIT e analizzano leggi e norme del settore, i **manuali** sono scaricabili per tutti gratuitamente e affrontano con un taglio pratico temi sviluppati in collaborazione con le Aziende associate.



## STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante **aggiornamento**  
sulle **norme in vigore** con  
le **GUIDE**



I software per calcolare  
**tutti i parametri** energetici,  
igrotermici e acustici degli  
edifici



Servizio di **chiarimento**  
**tecnico** da parte dello  
Staff ANIT



I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:



### Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è stato realizzato da Tep s.r.l.

Le informazioni riportate sono da ritenersi indicative ed è sempre necessario riferirsi a eventuali documenti ufficiali in vigore. I contenuti sono aggiornati alla data in copertina. Si raccomanda di verificare sul sito [www.anit.it](http://www.anit.it) l'eventuale presenza di versioni più aggiornate.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di Tep s.r.l.

# INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1 POTERE FONOISOLANTE DI UNA PARTIZIONE RIVESTITA.....</b>	<b>4</b>
1.1 <i>Prove di laboratorio.....</i>	5
1.2 <i>Calcoli previsionali.....</i>	6
1.3 <i>Trasferire i dati alla situazione "in opera".....</i>	7
1.4 <i>Esempi di calcolo .....</i>	8
1.5 <i>Sintesi dei risultati .....</i>	15
<b>2 ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIA - <math>D_{2m,nT,w}</math> .....</b>	<b>16</b>
2.1 <i>Misure in opera .....</i>	16
2.2 <i>Calcoli previsionali.....</i>	17
<b>3 ACUSTICA: PRESCRIZIONI LEGISLATIVE .....</b>	<b>18</b>
3.1 <i>DPCM 5-12-1997 .....</i>	18
3.2 <i>Decreto CAM 2022 e 2025.....</i>	18
3.3 <i>DPCM 5-12-1997 vs Decreti CAM .....</i>	18
<b>4 RESISTENZA AGLI URTI.....</b>	<b>19</b>
4.1 <i>Resistenza agli urti secondo norma UNI EN 13497 .....</i>	19
4.2 <i>Il problema della grandine .....</i>	21
<b>CONTATTI .....</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>27</b>

## PREMESSA

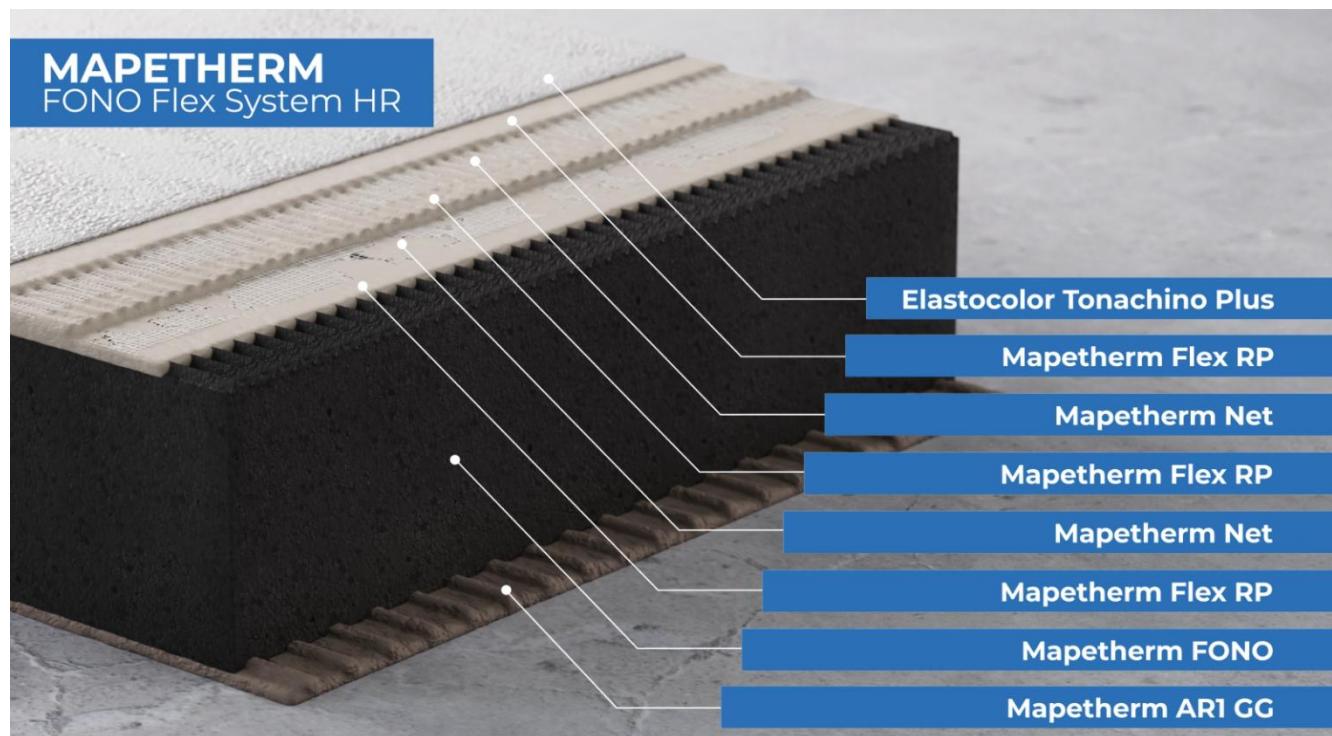
I sistemi a cappotto normalmente vengono associati alla necessità di incrementare la prestazione di isolamento termico di una partizione opaca di facciata. Ma i sistemi ETICS (External Thermal Insulation Composite System) possono assolvere anche ad altre prescrizioni.

Questo Manuale ANIT, sviluppato con la collaborazione dell'azienda associata [MAPEI](#), descrive come i cappotti esterni possono migliorare l'isolamento acustico di una facciata e garantire una adeguata resistenza agli urti e alla grandine.

# 1 POTERE FONOISOLANTE DI UNA PARTIZIONE RIVESTITA

In generale la prestazione fonoisolante di una partizione opaca può essere migliorata mediante l'apposizione di un sistema di rivestimento in grado di ridurre la trasmissione di vibrazioni e rumori.

La prestazione complessiva può essere determinata sommando all'indice di potere fonoisolante della partizione di base ( $R_w$ ) l'incremento di potere fonoisolante ( $\Delta R_w$ ) del sistema di rivestimento. Tale incremento può essere valutato mediante prove di laboratorio o calcoli previsionali.



*Sistema a cappotto in grado di conferire fonoisolamento ed elevata resistenza agli urti alle pareti opache*

## 1.1 Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio, che sono da considerarsi come il dato più attendibile, si eseguono utilizzando le indicazioni delle norme serie UNI EN ISO 10140.

In estrema sintesi la prova consiste nel realizzare due misure di potere fonoisolante ( $R$ ), una sulla parete non rivestita (parete di base), l'altra sulla parete rivestita. Da ogni rilevazione si ottengono i valori di potere fonoisolante nelle bande di frequenza in terzo d'ottava di interesse, almeno 16 valori compresi tra 100 a 3150 Hz. Dalla differenza dei risultati alle varie bande di frequenza si ricavano i valori di incremento di potere fonoisolante ( $\Delta R$ ).

La prova può essere realizzata utilizzando le pareti di base “normalizzate”, descritte nella UNI EN ISO 10140-5, o una parete di base scelta dal committente. La parete di base di normalizzazione può essere una parete pesante (heavy wall) o una parete leggera (lightweight wall).

La parete pesante è caratterizzata da massa superficiale di  $350 \pm 50 \text{ kg/m}^2$ , assenza di intercapedini interne e densità dei blocchi di almeno  $1600 \text{ kg/m}^3$ . Un esempio può essere una parete realizzata con blocchi di silicato di calcio (densità  $1700 \div 1800 \text{ kg/m}^3$ , spessore 17,5 cm), rivestita su un lato con intonaco di gesso di 1 cm.

Per la parete leggera invece la norma indica di utilizzare una partizione con massa superficiale di circa  $70 \text{ kg/m}^2$ , proponendo come stratigrafia dei blocchi di calcestruzzo aerato di spessore 10 cm e densità  $600 \pm 50 \text{ kg/m}^3$ , rivestiti con un intonaco di gesso da 1 cm sul lato rivolto verso l'ETICS.

Per “trasformare” i 16 valori in frequenza in un unico indice di valutazione ( $\Delta R_w$ ) si utilizza la procedura matematica descritta nella norma UNI EN ISO 717-1. Nel caso venga utilizzata una parete di base normalizzata di tipo pesante, il risultato viene identificato dalla sigla  $\Delta R_{w,heavy}$ . Se la parete di base normalizzata è di tipo leggero, il risultato è denominato  $\Delta R_{w,light}$ . Se la parete di base è stata scelta dal committente si utilizza la sigla  $\Delta R_{w,direct}$ .

Quando la parete di base è scelta dal committente il valore  $\Delta R_{w,direct}$  si ottiene dalla semplice differenza degli indici di potere fonoisolante ( $R_w$ ) della parete rivestita e della parete di base:  $\Delta R_{w,direct} = R_w \text{ con rivestimento} - R_w \text{ senza rivestimento}$

Se invece la parete di base è una parete normalizzata occorre uniformare i risultati della misura ad una parete normalizzata “di riferimento” definita nella UNI EN ISO 717-1. La norma individua due pareti di riferimento, una per le strutture normalizzate pesanti (heavy) ed una per quelle leggere (lightweight).

In questo caso la procedura prevede di:

1. Determinare tramite la misura in laboratorio i 16 valori  $\Delta R$  alle bande di frequenza tra 100 e 3150 Hz:  

$$\Delta R = R_{\text{con rivestimento}} - R_{\text{senza rivestimento}}$$
2. Sommare i  $\Delta R$  al potere fonoisolante della parete di riferimento:  

$$R_{\text{ref (heavy/light)}} = R_{\text{ref (heavy/light)}} + \Delta R$$
3. Ricavare gli indici di valutazione della parete di riferimento con e senza rivestimento  

$$(R_{w \text{ ref (heavy/light)}} \text{ con rivestimento}, R_{w \text{ ref (heavy/light)}} \text{ senza rivestimento})$$
4. Determinare  $\Delta R_w$  come differenza degli indici di valutazione della parete di riferimento con e senza rivestimento  

$$\Delta R_{w,heavy} = R_{w \text{ ref heavy con rivestimento}} - R_{w \text{ ref heavy senza rivestimento}}$$
  

$$\Delta R_{w,light} = R_{w \text{ ref light con rivestimento}} - R_{w \text{ ref light senza rivestimento}}$$

## 1.2 Calcoli previsionali

Per calcolare analiticamente la variazione di potere fonoisolante ( $\Delta R_w$ ) data da un sistema di rivestimento ETICS è possibile utilizzare il metodo di calcolo riportato nell'appendice D della UNI EN ISO 12354-1 e nel punto 8.3 della UNI 11175-1.

Le relazioni matematiche permettono di determinare un valore denominato  $\Delta R_{w,ref}$ , che caratterizza una situazione di prova di laboratorio con:

- parete di base normalizzata di tipo pesante da  $350 \text{ kg/m}^2$  (heavy wall)
- assenza di tasselli
- pannello incollato per il 40% della sua area alla parete di base

$$\text{ETICS in materiale cellulare (EPS, EPS elasticizzato o XPS)} \quad \Delta R_{w,ref} = -33 \log(f_0) + 76 \geq -3 \quad [1]$$

$$\text{ETICS in lana minerale (MW)} \quad \Delta R_{w,ref} = -36 \log(f_0) + 82,5 \geq -4 \quad [2]$$

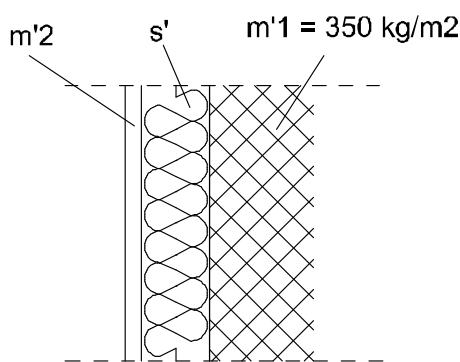
Dove  $f_0$  è la frequenza di risonanza del sistema che viene calcolato con:

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad [3]$$

Dove:

- $s'$  è la rigidità dinamica del materiale isolante [ $\text{MN/m}^3$ ], misurata secondo UNI EN 29052-1:1993
- $m'_1$  è la massa superficiale della struttura di base [ $\text{kg/m}^2$ ]
- $m'_2$  è la massa superficiale dell'intonaco di rivestimento [ $\text{kg/m}^2$ ]

Non è chiaramente esplicitato in UNI EN ISO 12354 come determinare il valore di  $f_0$ . Ragionevolmente si deve applicare la formula [3] considerando:  $m'_1 = 350 \text{ kg/m}^2$ ,  $m'_2$  pari alla massa superficiale dell'intonaco di rivestimento e come  $s'$  la rigidità dinamica del pannello isolante (Fig. 1).



**Figura 1** Elementi per il calcolo di  $f_0$  dei cappotti esterni

Se il sistema ETICS presenta dei tasselli, nell'ordine da 4 a 10 per  $\text{m}^2$ , il valore calcolato con [1] o [2] deve essere corretto con [4]

$$\Delta R_{w(tasselli)} = 0,66\Delta R_{w,ref} - 1,2 \quad [4]$$

Se inoltre la superficie di incollaggio dei pannelli differisce dal 40% della situazione di riferimento, si applica la correzione della formula [5]

$$\Delta R_{w(colla)} = \Delta R_{w,ref} - 0,05 \times \%S_0 + 2 \quad [5]$$

Dove "%S<sub>0</sub>" è la percentuale di area del pannello isolante incollata alla parete di riferimento.

### 1.3 Trasferire i dati alla situazione "in opera"

L'incremento di potere fonoisolante di una parete rivestita con ETICS dipende, oltre che dalle caratteristiche del sistema di rivestimento, anche dalle caratteristiche della parete di base. In genere, a parità di sistema di rivestimento, il valore di  $\Delta R_w$  diminuisce all'aumentare della massa superficiale e del potere fonoisolante della struttura di base.

Per questa ragione i valori di  $\Delta R_w$  determinati tramite misure in laboratorio, o calcoli previsionali, in genere non possono essere direttamente applicati alla parete "in opera", a meno che questa non abbia caratteristiche del tutto simili alla parete di base presa in considerazione nelle misure o nei calcoli.

Le norme tecniche UNI EN ISO 12354-1 e UNI 11175-1 propongono il seguente modello di calcolo per adattare alla situazione di cantiere i valori di  $\Delta R_w$ , misurati in laboratorio o determinati con calcoli previsionali, che hanno come parete di base una struttura normalizzata di tipo pesante (heavy wall).

$$\begin{aligned} \Delta R_{w;situ} &= \Delta R_{w;lab} + aX \\ a &= 1,35 \log(f_0) - 3,5 \leq 0 \\ X &= R_{w,situ} - 53 \quad \text{con} \quad -10 \leq X \leq 7 \end{aligned} \quad [6]$$

Dove:

- $\Delta R_{w;lab}$  è la riduzione di potere fonoisolante misurato in laboratorio o determinato con calcoli previsionali (riferiti a una parete di base pesante da 350 kg/m<sup>2</sup>)
- $R_{w,situ}$  è l'indice di potere fonoisolante della struttura di base "in opera"

Per il calcolo di  $f_0$  ragionevolmente occorre utilizzare la relazione [3] considerando la rigidità dinamica del materiale isolante ( $s'$ ), la massa superficiale della struttura di base in opera ( $m'_1$ ), la massa superficiale dell'intonaco di rivestimento ( $m'_2$ ).

Per i risultati di prove di laboratorio del tipo  $\Delta R_{w,light}$  e  $\Delta R_{w,direct}$  la UNI 11175-2 specifica che possono essere applicati alla parete "in opera" solo se tale partizione:

- è della stessa tipologia costruttiva di quella realizzata in laboratorio
- è caratterizzata da massa superficiale ( $m'$ ) e potere fonoisolante ( $R_w$ ) inferiori o uguali rispetto alla parete di base utilizzata in laboratorio.

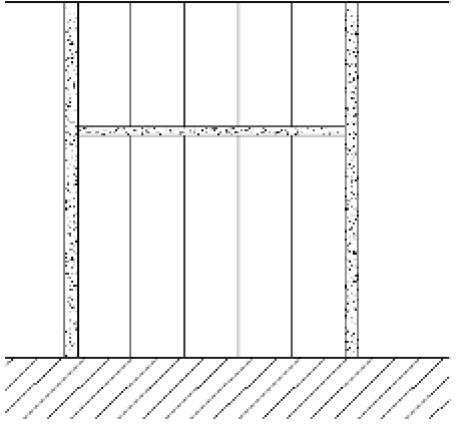
In questi casi il risultato della prova può essere considerato come cautelativo ed a favore di sicurezza. In casi diversi non è possibile utilizzare il dato di  $\Delta R_w$  nei calcoli previsionali.

## 1.4 Esempi di calcolo

Di seguito si riportano alcuni esempi di calcolo previsionale relativi ai sistemi MAPEI.

Gli esempi considerano:

- una parete di base in blocchi semipieni da 30 cm, intonacata su entrambi i lati
- uno strato superficiale (rasatura armata + rivestimento di finitura) del sistema ETICS caratterizzato da una massa superficiale di 10 o 12 kg/m<sup>2</sup>
- incollaggio sul 40% della superficie del pannello isolante

	<p><b>PARETE DI BASE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• intonaco in malta cementizia (15 mm)</li> <li>• muratura in blocchi di laterizio alleggerito in pasta, forati per tamponamento, formato 30 x 25 x 19 cm, spessore 30 cm, foratura al 60%, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti di malta.</li> <li>• intonaco in malta cementizia (15 mm)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa superficiale complessiva (m'): <b>285 kg/m<sup>2</sup></b></li> <li>• Indice di potere fonoisolante (<math>R_w</math>): <b>46 dB</b></li> </ul>
---	---

I calcoli sono stati realizzati con il software ECHO

Da tutti i calcoli che seguono si osserva che, pur considerando un intonaco di rivestimento con ridotta massa superficiale, questi sistemi conferiscono alla parete in esame, oltre all'isolamento termico, anche un incremento della prestazione fonoisolante.

Il risultato migliora al variare di uno o entrambi i seguenti parametri:

- incremento della massa superficiale dello strato di rasatura armata e finitura
- incremento dello spessore del materiale isolante e conseguente riduzione del valore di rigidità dinamica (s').

Inoltre, come si potrà verificare al capitolo 4, questi sistemi garantiscono una elevata resistenza agli urti, prevenendo danneggiamenti in caso di grandinate di ingente entità o di urti accidentali estremi.

Tutti i risultati sono sintetizzati nella [Tabella 1](#) al termine dei calcoli previsionali.

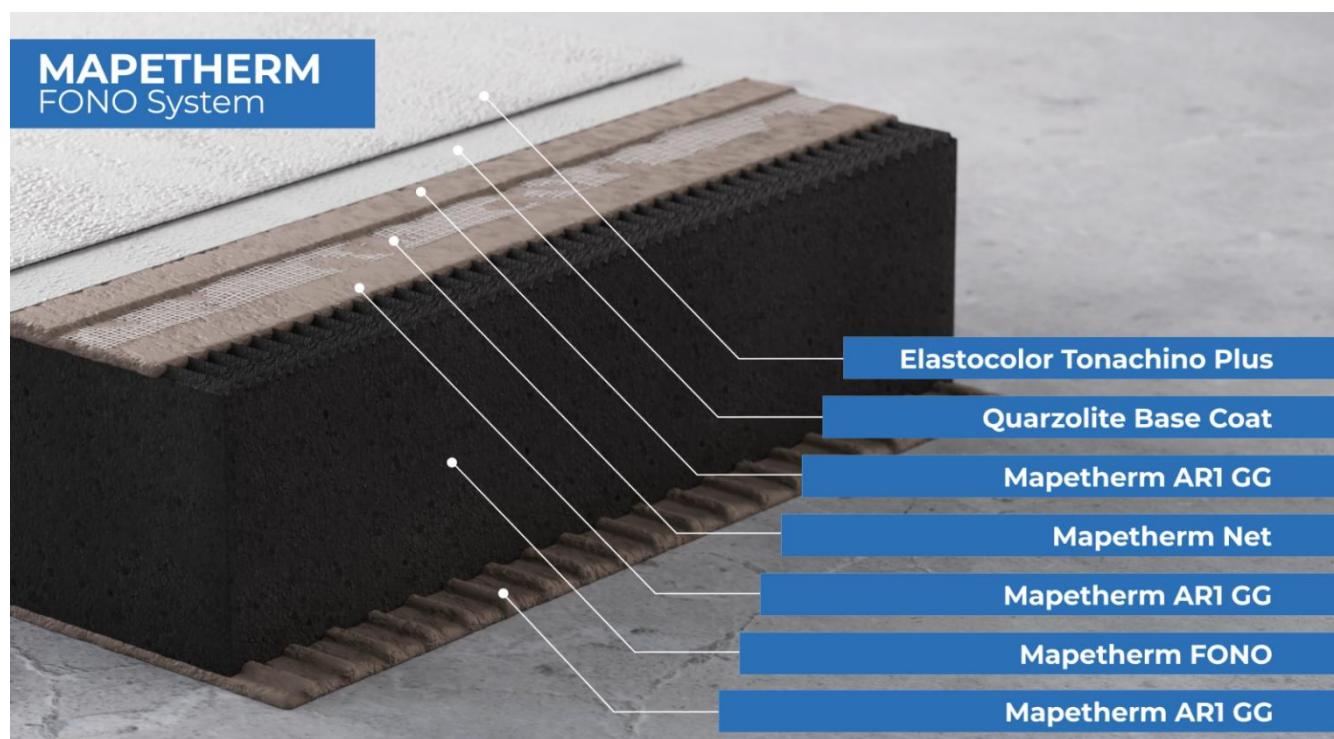
### 1.4.1 MAPETHERM FONO SYSTEM

Il sistema è realizzato con l'isolante in EPS grafitato a bassa rigidità dinamica Mapetherm FONO, avente  $\lambda_D=0,030 \text{ W/mK}$ . Il pannello è dotato di specifiche zigrinature profonde 6 mm che permettono di realizzare la rasatura armata, con le due mani canoniche di rasante e rete interposta, in uno spessore tale da garantire il peso minimo di  $10 \text{ Kg/m}^2$  dello strato esterno. Tale peso è essenziale per innescare il principio massa-molla-massa, rendendo il sistema fonoisolante. Con questo accorgimento tale fondamentale requisito non è lasciato alla cura del posatore, ma viene automaticamente soddisfatto.

Le medesime prestazioni acustiche si possono ottenere anche con i sistemi ad alta resistenza agli urti Mapetherm FONO System R (80J) e Mapetherm FONO System HR (200J).

Scarica le voci di capitolo:

- [Mapetherm FONO System](#)
- [Mapetherm FONO Flex System R](#)
- [Mapetherm FONO Flex System HR](#)



**Mapetherm FONO system (sp. 8 cm | s' = 9 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 10 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 5,1 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato aggiuntivo

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 8 cm					
Massa superficiale (m'2)	10,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio	
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento interno	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno		
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante			
Rigidità dinamica (s')	9,0	MN/m <sup>3</sup>	<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare	
Frequenza di risonanza	154	Hz	<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi		
		Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante		40	%

ΔR<sub>w;ref</sub> 1,3 dB   a -0,55 X -7   ΔRw 5,1 dB

Applicare la correzione di -2 dB

**Mapetherm FONO system (sp. 8 cm | s' = 9 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 12 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 6,3 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-----	-------------------	---------	----	----	---	-----------------------------------	--

Strato aggiuntivo

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 8 cm (intonaco 12 Kg - colla 40%)					
Massa superficiale (m'2)	12,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio	
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento interno	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno		
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante			
Rigidità dinamica (s')	9,0	MN/m <sup>3</sup>	<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare	
Frequenza di risonanza	141	Hz	<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi		
		Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante		40	%

ΔR<sub>w;ref</sub> 2,2 dB   a -0,60 X -7   ΔRw 6,3 dB

Applicare la correzione di -2 dB

**Mapetherm FONO system (sp. 12 cm | s' = 8 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 10 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 5,9 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato addizionale

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 12 cm									
Massa superficiale (m'2)	10,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio					
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento intimo	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno						
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante							
		<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare						
		<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi							
		Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante		40	%				
ΔR <sub>w;ref</sub>	1,9	dB	a	-0,58	X	-7	ΔRw	5,9	dB
<input type="checkbox"/> Applicare la correzione di -2 dB									

**Mapetherm FONO system (sp. 12 cm | s' = 8 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 12 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 7,1 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato addizionale

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 12 cm (intonaco 12 Kg - colla 40%)									
Massa superficiale (m'2)	12,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio					
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento intimo	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno						
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante							
		<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare						
		<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi							
		Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante		40	%				
ΔR <sub>w;ref</sub>	2,7	dB	a	-0,63	X	-7	ΔRw	7,1	dB
<input type="checkbox"/> Applicare la correzione di -2 dB									

**Mapetherm FONO system (sp. 16 cm | s' = 7 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 10 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 6,8 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato aggiornale

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 16 cm					
Massa superficiale (m'2)	10,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio	
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento interno	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno		
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare		
Rigidità dinamica (s') del materiale resiliente	7,0	MN/m <sup>3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi		
Frequenza di risonanza	136	Hz	Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante	40	%

ΔR<sub>w;ref</sub> 2,5 dB   a -0,62   X -7   ΔRw 6,8 dB

Applicare la correzione di -2 dB

**Mapetherm FONO system (sp. 16 cm | s' = 7 MN/m<sup>3</sup>) – rivestimento 12 kg/m<sup>2</sup>: ΔRw = 8 dB**

ΔRw

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato aggiornale

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm FONO system - 16 cm (intonaco 12 Kg - colla 40%)					
Massa superficiale (m'2)	12,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> ΔRw calcolato	<input type="radio"/> ΔRw da laboratorio	
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento interno	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno		
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		<input type="radio"/> Lana minerale	<input checked="" type="radio"/> Materiale cellulare		
Rigidità dinamica (s') del materiale resiliente	7,0	MN/m <sup>3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi		
Frequenza di risonanza	125	Hz	Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante	40	%

ΔR<sub>w;ref</sub> 3,3 dB   a -0,67   X -7   ΔRw 8,0 dB

Applicare la correzione di -2 dB

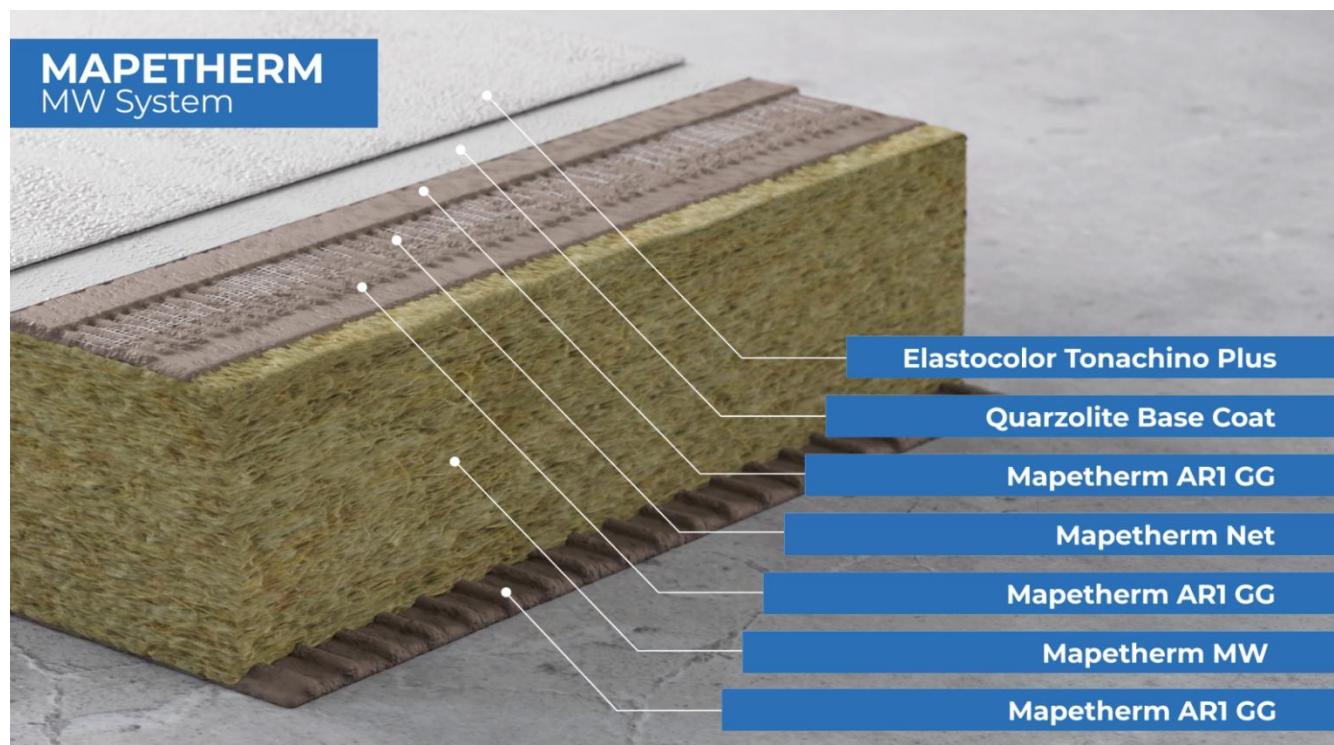
### 1.4.2 MAPETHERM MW SYSTEM

Il sistema è realizzato con l'isolante in lana minerale Mapetherm MW, avente  $\lambda_D = 0,034 \text{ W/mK}$ . Per innescare il principio massa-molla-massa, rendendo il sistema fonoisolante, si dovrà realizzare uno strato superficiale di almeno  $10 \text{ Kg/m}^2$ . Per soddisfare tale requisito, ed al tempo stesso ottenere un pregevole risultato estetico, realizzare un primo strato rasante per livellare le superfici e, successivamente, la rasatura armata canonica costituita da due mani di rasatura con interposta rete d'armatura.

Le medesime prestazioni acustiche si possono ottenere anche con i sistemi ad alta resistenza agli urti Mapetherm MW System R (60J) e Mapetherm MW System HR (125J).

Scarica le voci di capitolo:

- [Mapetherm MW System](#)
- [Mapetherm MW Flex System R](#)
- [Mapetherm MW Flex System HR](#)



Mapetherm MW System (lana minerale)

**Mapetherm MW system (sp. 6 cm |  $s' = 12 \text{ MN/m}^3$ ) – rivestimento 10 kg/m<sup>2</sup>:  $\Delta R_w = 3 \text{ dB}$** 

$\Delta R_w$

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato addizionale

Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm MW system - 6 cm (intonaco 10 Kg - colla 40%)						
Massa superficiale (m'2)	10,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> $\Delta R_w$ calcolato	<input type="radio"/> $\Delta R_w$ da laboratorio		
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento intimo	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno			
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante				
<input checked="" type="radio"/> Lana minerale			<input type="radio"/> Materiale cellulare			
<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante <input type="text" value="40"/> %						
Frequenza di risonanza	178	Hz				

$\Delta R_{w;ref}$	-0,2	dB	a	-0,46	X	-7	$\Delta R_w$	3,0	dB
<input type="checkbox"/> Applicare la correzione di -2 dB									

**Mapetherm MW system (sp. 6 cm |  $s' = 12 \text{ MN/m}^3$ ) – rivestimento 12 kg/m<sup>2</sup>:  $\Delta R_w = 4,3 \text{ dB}$** 

$\Delta R_w$

Struttura di base

Massa superficiale (m'1)	285,0	kg/m <sup>2</sup>	Rw base	46,0	dB	<input type="button" value="Carica da archivio"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Annulla"/>
--------------------------	-------	-------------------	---------	------	----	---	-----------------------------------	--

Strato addizionale

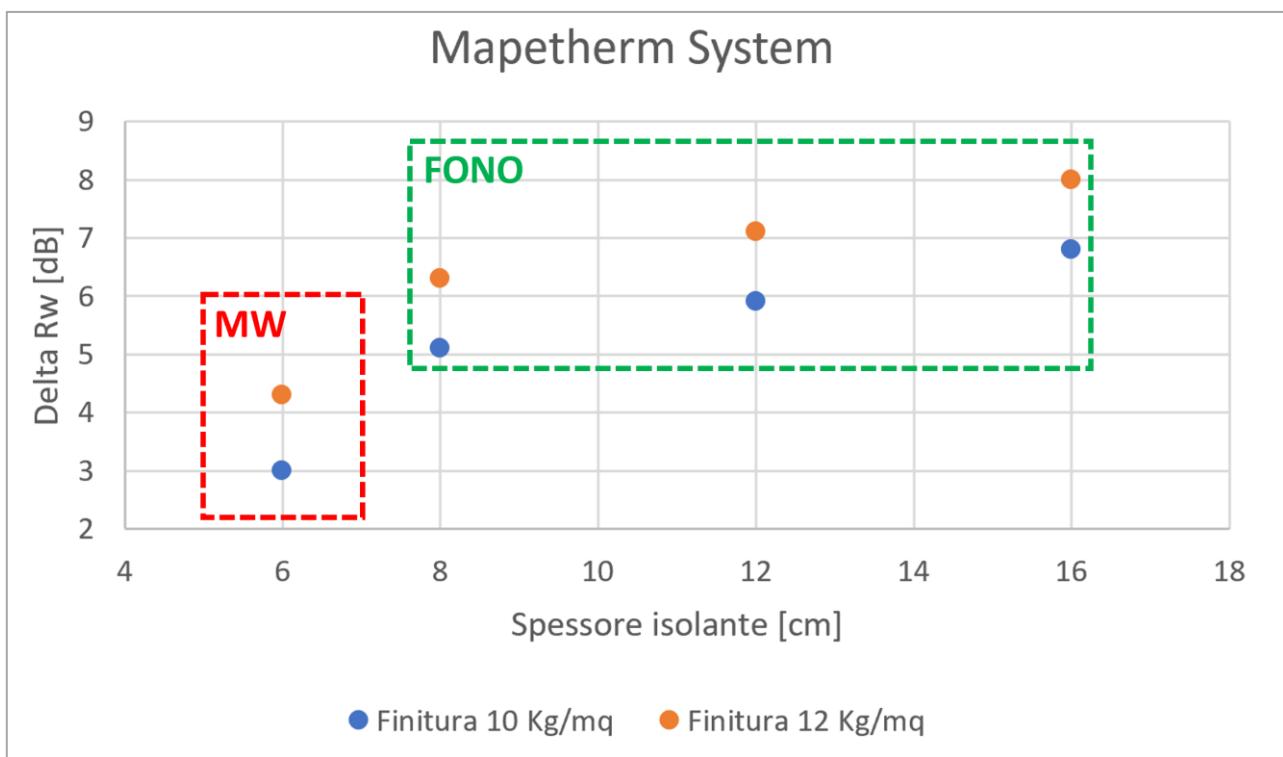
Descrizione Sistema ETICS - Mapetherm MW system - 6 cm (intonaco 12 Kg - colla 40%)						
Massa superficiale (m'2)	12,0	kg/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> $\Delta R_w$ calcolato	<input type="radio"/> $\Delta R_w$ da laboratorio		
<input checked="" type="radio"/> Elemento in adesione		<input type="radio"/> Elemento intimo	<input checked="" type="radio"/> Elemento esterno			
<input type="radio"/> Elemento con struttura di sostegno		Tipo di isolante				
<input checked="" type="radio"/> Lana minerale			<input type="radio"/> Materiale cellulare			
<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di ancoraggi Percentuale di area sulla quale il cappotto è incollato alla struttura portante <input type="text" value="40"/> %						
Frequenza di risonanza	163	Hz				

$\Delta R_{w;ref}$	0,7	dB	a	-0,51	X	-7	$\Delta R_w$	4,3	dB
<input type="checkbox"/> Applicare la correzione di -2 dB									

## 1.5 Sintesi dei risultati

Sistema	Spessore isolante [cm]	Rigidità dinamica materiale isolante - s' [MN/m <sup>3</sup> ]	Massa superficiale finitura esterna - m' [kg/m <sup>2</sup> ]	$\Delta R_w$ [dB]
MAPETHERM FONO	8	9	10	5,1
MAPETHERM FONO	8	9	12	6,3
MAPETHERM FONO	12	8	10	5,9
MAPETHERM FONO	12	8	12	7,1
MAPETHERM FONO	16	7	10	6,8
MAPETHERM FONO	16	7	12	8
MAPETHERM MW	6	12	10	3
MAPETHERM MW	6	12	12	4,3

Tabella 1 – Sintesi dei risultati



Come già anticipato al paragrafo introduttivo si osserva che il risultato migliora al variare di uno o entrambi i seguenti parametri:

- incremento della massa superficiale dello strato di rasatura armata e finitura
- incremento dello spessore del materiale isolante e conseguente riduzione del valore di rigidità dinamica (s').

## 2 ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIA - $D_{2m,nT,w}$

La prestazione fonoisolante di una facciata di un ambiente abitativo è definita dal descrittore “*indice di isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione*” ( $D_{2m,nT,w}$ ).

Tale parametro indica in estrema sintesi “quanti dB di rumore esterno” è in grado di attenuare la facciata. Più alto è il valore  $D_{2m,nT,w}$  maggiore sarà l’isolamento.

L’indice di isolamento acustico dipende dalle prestazioni fonoisolanti di tutti gli elementi che compongono la facciata (parete, serramenti, cassonetti, bocchette di aerazione, ecc.) e dalla loro corretta posa in opera, ma anche dalla dimensione dell’ambiente abitativo e dell’eventuale presenza di schermature esterne (ad es. parapetti di balconi, rientranze, ecc.).

### 2.1 Misure in opera

Il parametro può essere misurato in opera seguendo le indicazioni di UNI EN ISO 16283-3.

La misura, senza entrare nei dettagli, consiste nel posizionare una sorgente di rumore all’esterno dell’edificio e rilevare i livelli di pressione sonora fuori e dentro l’abitazione. La prestazione fonoisolante dipende dalla differenza dei due valori e dal tempo di riverberazione dell’ambiente ricevente.

$$D_{2m,nT} = (L_{ext,2m} - L_{int}) + \left(10 \log \frac{T}{T_0}\right) \quad [7]$$

Dove:

- $L_{ext,2m}$  è il livello di rumore all’esterno, misurato a 2 metri dalla facciata
- $L_{int}$  è il livello di rumore all’interno
- $T$  è il tempo di riverberazione nell’ambiente ricevente, in secondi;
- $T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento, pari a 0,5 s.

La sorgente deve essere posizionata in modo tale da minimizzare possibili variazioni di pressione sonora sulla facciata. L’angolo di incidenza del suono deve essere di 45° e la distanza tra la sorgente sonora e il centro della facciata deve essere di almeno 7 metri.

Il livello di rumore esterno viene misurato a metà della larghezza della facciata ed a 2 metri dal piano della stessa, o 1 metro da un’eventuale balaustra o altre sporgenze.

## 2.2 Calcoli previsionali

L'indice di isolamento acustico di facciata può essere calcolato analiticamente con le relazioni matematiche riportate in UNI EN ISO 12354-3 e in UNI 11175-1.

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + \left( 10 \log \left( \frac{0,16V}{T_0 S_{tot}} \right) \right) \quad [8]$$

Dove:

- $R'_w$  è l'indice di potere fonoisolante apparente della facciata [dB]
- $\Delta L_{fs}$  è un termine correttivo che considera la presenza di eventuali elementi schermanti [dB]
- $V$  è il volume del locale [ $m^3$ ]
- $T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento, (0,5 secondi)
- $S_{tot}$  è la superficie totale della facciata vista dall'interno [ $m^2$ ]

L'indice di potere fonoisolante apparente della facciata ( $R'_w$ ) dipende dalle prestazioni fonoisolanti di tutti gli elementi che la costituiscono (pareti opache, serramenti, "piccoli elementi", materiali di riempimento nei giunti tra serramento e parete) e dalle trasmissioni di rumore tra facciata ed elementi laterali. Si calcola utilizzando la relazione [9].

$$R'_w = -10 \log \left( \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-R_{wi}/10} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{j=1}^n 10^{-D_{n,e,w,j}/10} + \dots + \frac{l_0}{S_{tot}} \sum_{k=1}^o l_{s,k} 10^{-R_{sw,k}/10} \right) - K \quad [9]$$

Dove:

- $R_{wi}$  è l'indice di potere fonoisolante dell'elemento i-esimo costituente la facciata [dB]
- $S_i$  è la superficie dell'elemento i-esimo di facciata visto dall'interno del locale [ $m^2$ ]
- $S_{tot}$  è la superficie complessiva della facciata vista dall'interno del locale [ $m^2$ ]
- $A_0$  sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a  $10 m^2$
- $D_{n,e,w,j}$  è l'indice di isolamento acustico normalizzato del "j-esimo" piccolo elemento [dB]
- $R_{sw,k}$  è il potere fonoisolante del "k-esimo" materiale di riempimento del giunto [dB]
- $l_{s,k}$  è la lunghezza del giunto [m]
- $l_0$  è la lunghezza di riferimento pari a 1 m
- $K$  è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale [dB]

Il contributo della trasmissione laterale (K) è solitamente trascurabile ( $K=0$ ). Se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, a favore di sicurezza si può considerare un coefficiente  $K = 2$ .

Le UNI EN ISO 12354-3 e UNI 11175-1 riportano possibili valori del parametro  $\Delta L_{fs}$ , richiamato nella relazione [8]. La prestazione indicata nelle norme varia tra -1 e +7 dB e dipende dalla forma della facciata e da altri aspetti.

### 3 ACUSTICA: PRESCRIZIONI LEGISLATIVE

I limiti di legge relativi all'isolamento acustico dai rumori esterni sono definiti nel DPCM 5-12-1997 e, per gli appalti pubblici, nei Decreti CAM.

#### 3.1 DPCM 5-12-1997

Il **D.P.C.M. 5-12-1997** "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" indica gli obblighi di legge per: isolamento dai rumori aerei (parlato, TV, ecc.) tra differenti unità immobiliari, isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata), isolamento dai rumori da calpestio, isolamento dai rumori degli impianti tecnologici, tempo di riverberazione di aule scolastiche e palestre

La tabella che segue riporta i limiti di isolamento dai rumori esterni ( $D_{2m,nT,w}$ ) differenziati in base alla destinazione d'uso dell'ambiente abitativo.

Categorie di ambienti abitativi	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	$\geq 45$
Edifici adibiti a residenze, alberghi, pensioni ed attività assimilabili	$\geq 40$
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$\geq 48$
Edifici adibiti ad uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili	$\geq 42$

I limiti  $D_{2m,nT,w}$  sono valori **minimi** consentiti, riguardano i singoli **ambienti abitativi** (non l'intera facciata della U.I.) e non dipendono dal rumore esterno all'edificio (qualsiasi ambiente abitativo residenziale costruito dopo il DPCM deve possedere un indice isolamento di facciata pari almeno a 40 dB).

Anche le falde dei tetti dei **sottotetti abitabili** devono quindi rispettare i limiti del DPCM 5/12/1997.

#### 3.2 Decreto CAM 2022 e 2025

I "Decreti CAM" (Criteri Ambientali Minimi) definiscono le prescrizioni per gli edifici pubblici soggetti a gare di appalto. Il decreto attualmente in vigore (gennaio 2026) è il **D.M. 23-06-2022**, ma dal 1-02-2026 verrà sostituito dal **D.M. 24-11-2025**. Entrambi i documenti individuano le seguenti prescrizioni per l'isolamento di facciata.

I requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio devono corrispondere almeno alla classe II di UNI 11367 (Classificazione acustica delle unità immobiliari)	$D_{2m,nT,w} \geq 40$
I singoli elementi tecnici di <b>ospedali e case di cura</b> devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" dell'Appendice A di UNI 11367	$D_{2m,nT,w} \geq 43$
Le <b>scuole</b> devono soddisfare almeno i valori di requisiti acustici passivi e di comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2	$D_{2m,nT,w} \geq 43$

I progettisti devono verificare il rispetto dei criteri di acustica sia con una relazione di calcolo previsionale che con un collaudo in opera a fine lavori.

#### 3.3 DPCM 5-12-1997 vs Decreti CAM

Mettendo a confronto le prescrizioni dei due decreti (entrambi in vigore) si osserva che rispettando le indicazioni del DPCM 5-12-1997 risultano verificate anche le richieste del Decreto CAM.

Isolamento di facciata - $D_{2m,nT,w}$ [dB]	DPCM 5-12-1997	Decreto CAM
Residenze, alberghi, pensioni ed attività assimilabili	$\geq 40$	$\geq 40$
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili	$\geq 42$	$\geq 40$
Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	$\geq 45$	$\geq 43$
Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$\geq 48$	$\geq 43$

## 4 RESISTENZA AGLI URTI

### 4.1 Resistenza agli urti secondo norma UNI EN 13497

La resistenza agli urti è un tema di grande importanza per i sistemi a cappotto. Infatti i cappotti, soprattutto nella loro parte più bassa (vicino al terreno) possono essere soggetti ad urti di vario tipo, ed è quindi fondamentale che offrano una resistenza adeguata a evitare deformazioni e, soprattutto, fessurazioni e distacchi che genererebbero danni di tipo funzionale ai sistemi.

Per ottenere ETA (European Technical Assessment) e marcatura CE relative ai sistemi a cappotto, l'EAD (European Assessment Document) di riferimento (0400083-01-0404) prescrive di determinare la resistenza all'impatto del sistema con la prova descritta nella norma UNI EN 13497.

In questa norma si prescrive di testare il sistema facendo cadere sfere di acciaio di varia dimensione e massa da altezze prestabilite, in modo da generare un urto con energia di impatto definita. Dopo l'urto vengono valutati eventuali danneggiamenti occorsi al sistema.

Energia d'impatto (J)	Diametro sfera d'acciaio (mm)	Peso della sfera d'acciaio ( $\pm 1,5\%$ ) (kg)	Altezza dalla superficie (mm)
3	50	0,51	610
10	63,5	1,04	990
15	63,5	1,04	1480
20	63,5	1,04	1970
30	80	2,07	1480
40	80	2,07	1970
60	100	4,05	1520
80	100	4,05	2020
100	100	4,05	2520
125	125	7,91	1620
150	125	7,91	1940
175	125	7,91	2260
200	125	7,91	2580

*Livelli di energia di impatto e altezze specifiche dal pavimento*

Si tratta di un metodo di prova che determina la resistenza agli urti di un sistema a cappotto, in maniera molto rigorosa principalmente per due motivi:

1- la sfera d'acciaio da utilizzarsi nei test è normata dalla specifica internazionale ISO 3290-1; possiede dunque caratteristiche (massa e densità) e tolleranze ben precise e non subisce variazioni fisiche in funzione della temperatura d'esercizio.

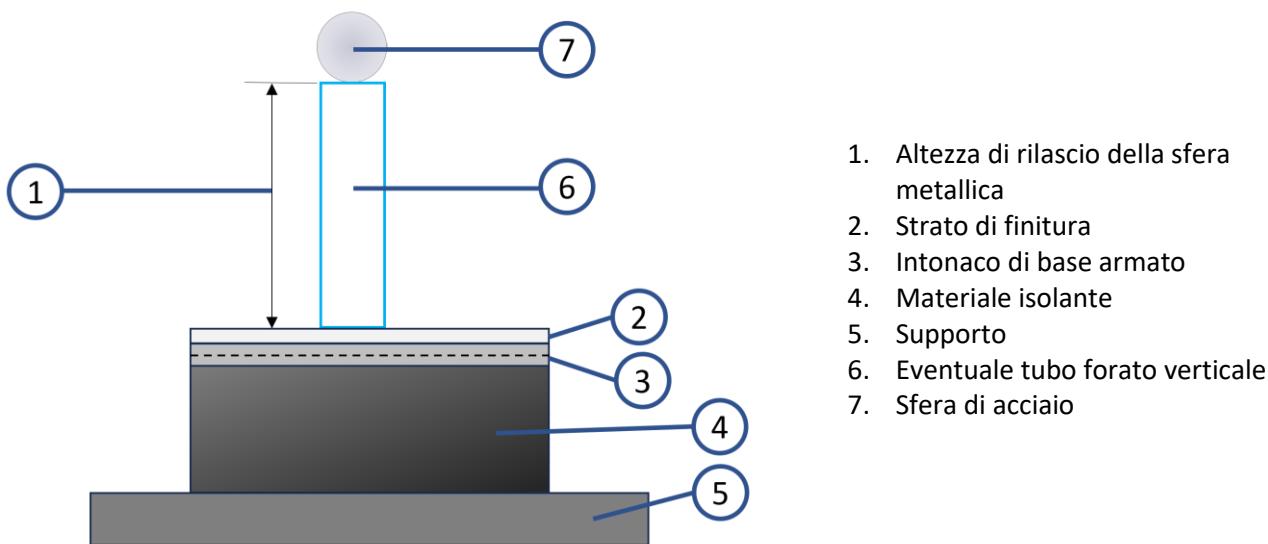
2- l'impatto avviene perpendicolarmente alla superficie e, pertanto, trasferisce interamente la propria energia al sistema a cappotto senza dispersioni derivanti dall'angolo d'uscita (per impatti diversi da quello perpendicolare) e/o dalla frantumazione della sfera.

In base a queste considerazioni, i risultati di resistenza agli urti ottenuti col metodo UNI EN 13497 garantiscono ampi margini di sicurezza rispetto ad altri metodi.

#### 4.1.1 Descrizione della prova

Il provino deve essere di dimensioni sufficienti per eseguire 5 prove di urto mantenendo una distanza di almeno 10 cm tra un punto di impatto e l'altro e dai bordi del campione. Prima della prova il provino deve essere condizionato a determinati livelli di temperatura ed umidità e sottoposto a cicli di caldo/freddo e caldo/pioggia. In alternativa, è possibile il condizionamento del campione tramite immersione in acqua e successiva asciugatura.

Per ogni livello di energia da impatto sono previsti cinque urti. La sfera d'acciaio, che impatterà perpendicolarmente alla superficie del sistema a cappotto, può essere sganciata dall'altezza prevista con apposite apparecchiature o fatta cadere attraverso un tubo forato (per evitare un effetto di "aria compressa") sulla superficie del campione.



Dopo gli urti, i punti di impatto devono essere osservati e descritti. Deve essere osservata la superficie esterna e quella interna della rasatura (rimuovendo l'isolante).

Alcune tipologie di danno, le più gravi, non richiedono che si vada oltre con la valutazione. Queste sono:

- Delaminazione tra l'intonaco di base e lo strato di finitura
- Delaminazione tra l'intonaco di base e il materiale isolante
- Delaminazione all'interno dell'intonaco di base
- Rete di rinforzo visibile
- Perforazione dello strato di finitura e/o dell'intonaco di base
- Presenza sulla superficie di impatto di crepe di spessore superiore a 0,2 mm

Se nessuno di questi danni viene riscontrato in nessuno dei 5 impatti, il test risulta superato per quella determinata energia d'impatto e si passa alla valutazione di eventuali fessure più piccole, scheggiatura dei grani o avvallamenti anche con l'aiuto dell'osservazione tramite luce bianca da diversi angoli.

Il risultato delle osservazioni viene riportato nel report di prova.

## 4.2 Il problema della grandine

Negli ultimi anni, nel territorio italiano, soprattutto settentrionale, si è assistito al moltiplicarsi degli episodi di grandine estrema, prima piuttosto rari. Questi episodi, caratterizzati da chicchi delle dimensioni di molti cm e precipitazioni particolarmente violente, causano danni, oltre che alle persone e alle coltivazioni, anche agli oggetti come veicoli ed edifici. Il sistema a cappotto, che ricopre interamente o parzialmente le facciate degli edifici, è particolarmente esposto a questo problema, motivo per il quale si è avvertita l'esigenza di progettare e testare i sistemi da questo punto di vista.

### 4.2.1 La classificazione internazionale della grandine

La grandine è classificata, per convenzione internazionale, mediante la **scala TORRO** che si basa sulle dimensioni del diametro dei chicchi (Tab. 2) o sull'entità dei danni che provoca (Tab. 3). A ogni classe è associata una categoria d'intensità che può andare da H0 (grandine debole, che non crea danni) a H10 (super grandine o grandine eccezionale). Tale intensità (ultima colonna della tabella 2) varia in base a vari fattori: diametro del chicco, durezza del chicco, velocità di caduta, inclinazione di caduta, forma del chicco, vento.

Tutte queste variabili giustificano il fatto che, in caso di grandine, non si possa identificare in modo univoco un danno in base al diametro del chicco, ma si debba sempre considerare un range, esattamente come previsto dalla scala Torro.

SIZE CODE	DIAMETRO	RIFERIMENTO/PARAGONE	INTENSITÀ
1	5 - 10 mm	Piselli	H0 - H2
2	11 - 15 mm	Fagiolo - nocciola	H0 - H3
3	16 - 20 mm	Piccoli chicchi di uva, ciliege e piccole bilie	H1 - H4
4	21 - 30 mm	Grossi chicchi di uva, grosse bilie e noci	H2 - H5
5	31 - 45 mm	Castagne, piccole uova, palla da golf, da ping-pong e da squash	H3 - H6
6	46 - 60 mm	Uova di gallina, piccole pesche, piccole mele, palle da biliardo	H4 - H7
7	61 - 80 mm	Grosse pesche, grosse mele, uova di struzzo, piccole e medie arance, palle da tennis, da cricket e da baseball	H5 - H8
8	81 - 100 mm	Grosse arance, pompelmi e palle da softball	H6 - H9
9	101 - 125 mm	Meloni	H7 - H10
10	sopra i 125 mm	Noci di cocco e simili	H8 - H10

Tabella 2 Fonte: Istituto Giordano

TORRO INTENSITY	DESCRIZIONE DANNO	SIZE CODE RANGE
H0	Chicchi della dimensione di un pisello, nessun danno	1
H1	Cadono le foglie ed i petali vengono asportati dai fiori	1 - 3
H2	Foglie strappate, frutta e verdura in genere graffiata o con piccoli fori	1 - 4
H3	Alcuni segni sui vetri delle case, lampioni danneggiati, il legno degli alberi inciso. Vernice dei bordi delle finestre graffiata, piccoli segni sulla carrozzeria delle auto e piccoli buchi sulle tegole più leggere	2 - 5
H4	Vetri rotti (case e veicoli), pezzi di tegole cadute, vernice asportata dai muri e dai veicoli, carrozzeria leggera visibilmente danneggiata, piccoli rami tagliati, piccoli uccelli uccisi, suolo segnato	3 - 6
H5	Tetti danneggiati, tegole rotte, finestre divelte, lastre di vetro rotte, carrozzeria visibilmente danneggiata (anche di aerei leggeri). Ferite mortali a piccoli animali. Danni ingenti ai tronchi degli alberi e ai lavori in legno	4 - 7
H6	Molti tetti danneggiati, tegole rotte, mattonelle non di cemento seriamente danneggiate. Metalli leggeri scalfiti o bucati, mattoni di pietra dura leggermente incisi e infissi di finestre di legno divelte	5 - 8
H7	Tutti i tipi di tetti (eccetto quelli in cemento) divelti o danneggiati. Coperture in metallo segnate così come mattoni e pietre murali. Infissi divelti, carrozzerie di automobili e di aerei leggeri irreparabilmente danneggiate	6 - 9
H8	Mattoni di cemento anche spaccati. Lastre di metallo irreparabilmente danneggiate. Pavimenti segnati. Aerei commerciali seriamente danneggiati. Piccoli alberi abbattuti. Rischio di seri danni alle persone	7 - 10
H9	Muri di cemento segnati. Tegole di cemento rotte. Mura di legno delle case bucate. Grandi alberi spezzati e ferite mortali alle persone	8 - 10
H10	Case di legno distrutte. Case di mattoni seriamente danneggiate ed ancora ferite mortali per le persone	9 - 10

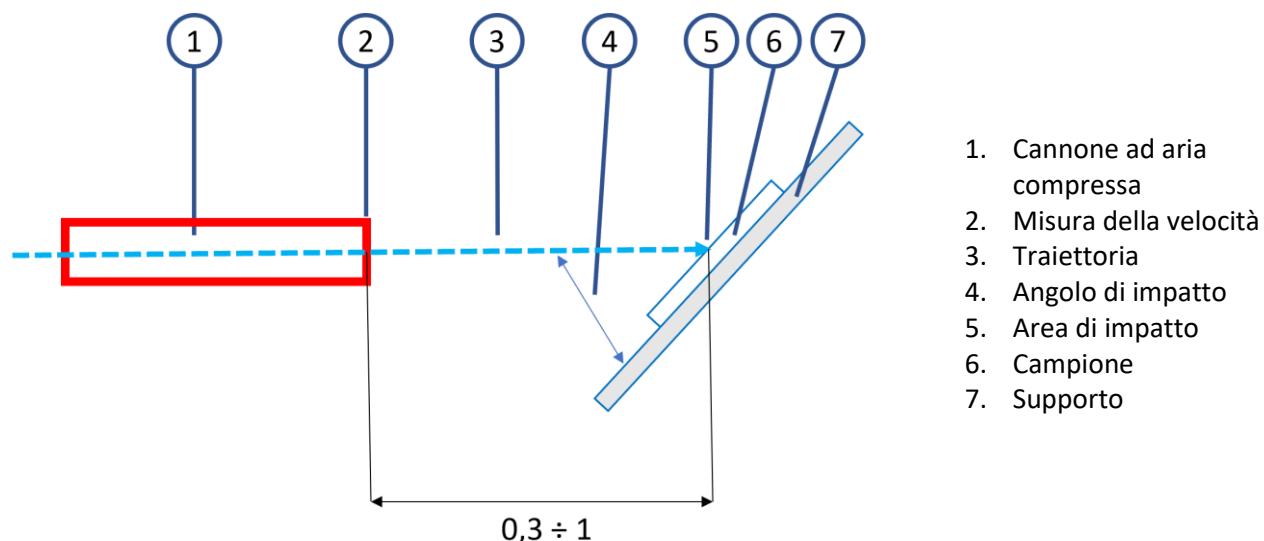
Tabella 3 Fonte: Istituto Giordano

#### 4.2.2 Norma UNI sulla resistenza alla grandine dei cappotti

Per valutare il comportamento alla grandine dei sistemi ETICS è in preparazione in sede CTI (comitato Termotecnico Italiano) una norma nazionale UNI. Il testo della norma riprenderà in gran parte il metodo svizzero VKF 08 (ACFI 08) da molti anni utilizzato dalle aziende in modo volontario per testare i sistemi alla grandine, con alcune modifiche decise a livello nazionale.

La prova alla grandine prescritta dalla metodologia VKF 08 (ACFI 08) presenta alcune analogie e alcune significative differenze con la prova agli urti secondo la norma UNI EN 13497 precedentemente descritta.

La differenza maggiormente significativa è che la valutazione dell'urto avviene con l'uso di proiettili di ghiaccio sferici di diverse dimensioni (conservati in freezer a -20°C), sparati con un'inclinazione di 45° rispetto alla superficie del campione, per meglio simulare la realtà della grandine. La velocità del proiettile viene misurata tramite un dispositivo elettronico.



Il provino viene condizionato prima della prova a condizioni determinate di temperatura ed umidità per 28 giorni.

Per ogni livello di energia previsto vengono eseguiti 5 impatti in diversi punti del campione.

L'esame dei risultati della prova è analogo a quello che si esegue per la prova agli urti da norma UNI EN 13497 sopra descritta. Eventuali danni di carattere estetico, che sono esaminati in maniera specifica, sono valutati con luce frontale da differenti angoli.

Per determinare la resistenza alla grandine di un sistema a cappotto si può fare riferimento anche al metodo da impatto da corpo duro previsto dalla norma UNI EN 13497 che trova, infatti, applicazione più generale e prudenziale (in base alle considerazioni espresse nel paragrafo 4.1).

### 4.2.3 Soluzioni per ETICS resistenti alla grandine

È possibile realizzare sistemi a cappotto che, sfruttando tecnologie specifiche, permettono di resistere ad urti anche estremi.

La tabella sottostante riporta vari sistemi aventi efficacia testata in base alla norma UNI EN 13497 – *“Determinazione della resistenza all’impatto dei sistemi compositi di isolamento termico per l’esterno (ETICS)”*.

Come termine di paragone, si tenga presente che una normale tegola da tetto si frantuma se colpita da una sfera avente energia di 30J ([visualizza video](#)).

Mapetherm System	Resistenza all’impatto [J]	Scarica rapporto di prova Impact test	Scarica voce di capitolato	Visualizza video impact test
EPS	10	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	
FONO	10	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	
PIR	10	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	
XPS	10	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	
MW	15	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
PF Flex R	40	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
XPS Flex R	40	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
PIR Flex R	60	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
MW Flex R	60	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
EPS Flex R	80	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
FONO Flex R	80	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
PF Flex HR	100	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
XPS Flex HR	100	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
PIR Flex HR	125	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
MW Flex HR	125	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
EPS Flex HR	200	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>
FONO Flex HR	200	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>	<a href="#">LINK</a>

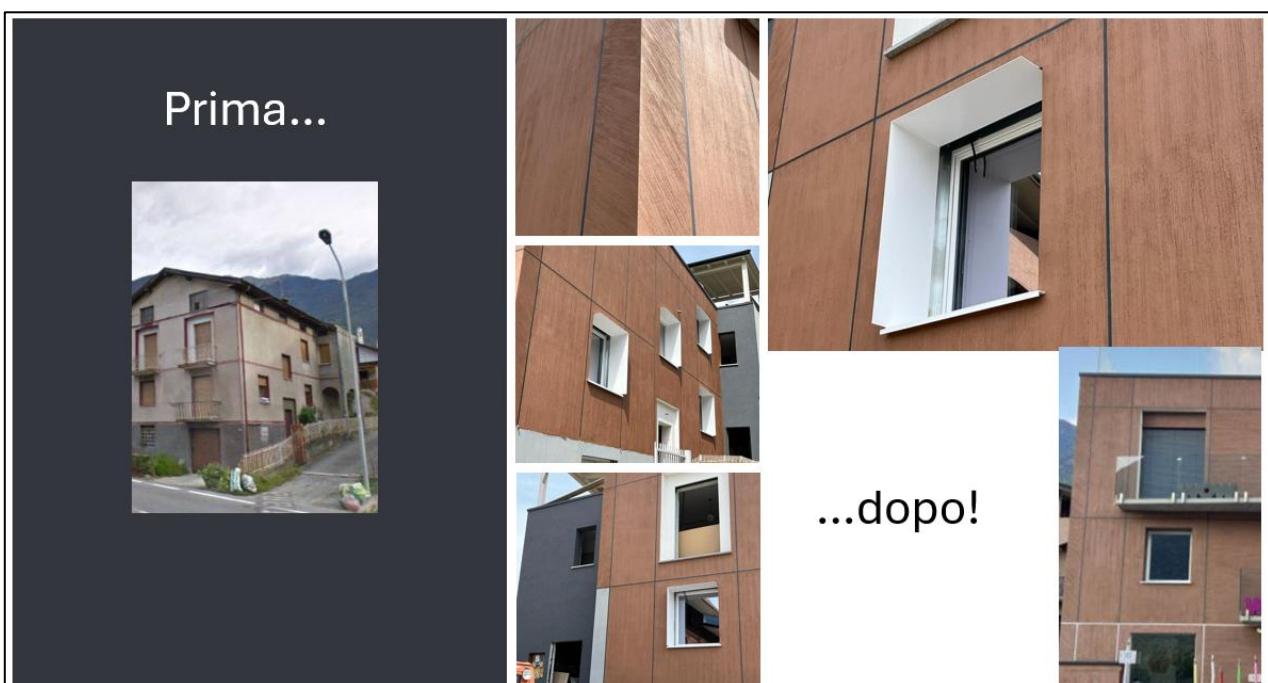
*Sistemi certificati in base a UNI EN 13497 rientranti nella migliore “Categoria I” prevista dalla stessa norma europea.*

Tutti questi sistemi sono disponibili, con le medesime prestazioni in termini di resistenza all’impatto, nella versione con adesivo in schiuma poliuretanica MapePUR Multi Adhesive Foam G.

Tutti questi sistemi possono essere integrati con sistemi di rinforzo strutturale ([visualizza tutte le soluzioni Mapei e progetta il tuo intervento](#)) e a sistemi di finitura decorativi di alto pregio, specifici per isolamenti a cappotto ([visualizza gli effetti ed i video applicativi e scarica le schede di sistema delle finiture decorative Mapetherm Materia](#)).



*Finiture per cappotto dal particolare pregio estetico*



*Asilo nido a Berbenno di Valtellina (SO)*

Questi sistemi super performanti dal punto di vista della resistenza agli urti, possono essere efficacemente impiegati anche per ripristinare i vecchi cappotti ammalorati (si veda il manuale ANIT “RIPRISTINO E MANUTENZIONE DEI CAPPOTTI TERMICI” – [scarica il manuale](#)) o per raddoppiare quelli esistenti (si veda il manuale ANIT “CAPPOTTO SU CAPPOTTO” – [scarica il manuale](#)).

23 maggio 2024

MANUALE  
ANIT

## RIPRISTINO E MANUTENZIONE DEI CAPPOTTI TERMICI

Soluzioni di risanamento per fenomeni di degrado presenti sui sistemi a cappotto



**ANIT** 

Tutti i diritti sono riservati.  
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotto o divulgato senza l'autorizzazione scritta

27 gennaio 2025

MANUALE  
ANIT

## CAPPOTTO SU CAPPOTTO

Soluzioni per il montaggio di un sistema di isolamento termico dall'esterno su un sistema preesistente



**ANIT** 

Tutti i diritti sono riservati.  
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotto o divulgato senza l'autorizzazione scritta

È bene sottolineare come esistano sistemi tecnologicamente avanzati, tipo Mapetherm FONO Flex System R o HR e Mapetherm MW Flex System R o HR, che permettono di ottenere cappotti con prestazioni integrate, in grado di abbinare isolamento termico, isolamento acustico dai rumori esterni e massima resistenza agli urti.

## CONTATTI

- ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico  
Sito web: [www.anit.it](http://www.anit.it)  
E-mail: [info@anit.it](mailto:info@anit.it)
- Mapei  
[www.mapei.it](http://www.mapei.it)  
[coating.hq@mapei.it](mailto:coating.hq@mapei.it)

## BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN ISO 12354-3: Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- [2] UNI 11175-1: Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale - Parte 1: metodo di calcolo semplificato basato su grandezze a numero unico
- [3] D.P.C.M. 5-12-1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- [4] D.M. 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi"
- [5] D.M. 24 novembre 2025 "Criteri ambientali minimi"



ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

**ANIT**, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

#### **ANIT**

- diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici,
- promuove la normativa legislativa e tecnica,
- raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche sull'isolamento termico e acustico,
- promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato.

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI:** Professionisti e studi di progettazione,
- **SOCI AZIENDA:** Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico,
- **SOCI ONORARI:** Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini e Collegi professionali.