



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto per le Tecnologie della Costruzione
Sede Istituzionale

RAPPORTO DI PROVA

Numero:
6374/RP/19

Data del rilascio:
25/07/2019

Richiedenti:
Favima Srl
Via San Leonardo, traversa Migliaro, 120
84131 Salerno SA



Denominazione Commerciale del Prodotto/Campione sottoposto a prova:
**Sistema costruttivo di contro-parete esterna di
isolamento termoacustico denominato
“ISOLAREFLEX”**

Prova/e eseguita/e:
Misura della trasmittanza termica

Riferimento normativo:
EAD 090119-00-0404
UNI EN ISO 8990:1999
UNI EN ISO 12567-1

Il rapporto è composto da n. 10 pagine e può essere riprodotto solo integralmente.
I risultati ottenuti si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova.

Pratica ITC n. 025-2019-EI
Sede Istituzionale

Sede Secondaria di Bari
Sede Secondaria di Padova
Sede Secondaria di L'Aquila
Sede Secondaria di Napoli

Via Lombardia 49, 20098 San Giuliano Milanese (MI)
segreteria@itc.cnr.it
itc@pec.cnr.it
Via Paolo Lembo 38/B, 70124 Bari
Corso Stati Uniti 4, 35127 Padova
Via G. Carducci 32, 67100 L'Aquila
c/o DIST, Via Claudio 21, Fabbricato 7, 1° piano, 80125 Napoli

Tel. 02 9806417 Fax 02 98260088
Tel. 080 5481265 Fax 049 8295728
Tel. 049 8295618 Fax 0862 318429
Tel. 0862 316669 Fax 081 7685921
Tel. 081 7683491

1. Descrizione del campione sottoposto a prove

La descrizione che segue è stata predisposta sulla base dei dati forniti dal committente sotto la propria responsabilità.

Il campione sottoposto a prova (Fig. 1) è costituito da un sistema costruttivo di contro-parete esterna di isolamento termoacustico realizzata con pannelli di tamponatura in fibrocemento fissati su una sottostruttura costituita da montanti verticali e traversi orizzontali in acciaio rivestiti in lega Zinco Magnesio con interposto materiale isolante termo-riflettente intervallato da una doppia camera d'aria di 20 mm denominato "ISOLAREFLEX".

Le caratteristiche principali dei prodotti utilizzati per la realizzazione del sistema sono indicate in Tab. 1.

Tab. 1. Caratteristiche dei prodotti utilizzati

Pannello	
Nome:	Pannello in fibrocemento
Spessore utilizzato:	12,5 mm
Natura e aspetto:	n° 06 pannelli tagliati a misura, a base di cemento alleggerito fibrorinforzato, con filtri in perline di polistirene e rete di rinforzo in fibra di vetro sulle due facce; i pannelli hanno le seguenti dimensioni: 1200 x 2400 x 12,5 mm
Legante principale:	cemento
Denominazione commerciale:	Lastra Isolareflex
Produttore:	Favima Srl
Fissativo	
Nome:	Fissativo consolidante
Natura e aspetto:	fissativo consolidante a base di polimeri acrilici in dispersione acquosa
Tipologia Materiale:	polimeri acrilici in emulsione
Quantità d'impiego:	10-11 m ² / kg per mano
Denominazione commerciale:	Fissativo Acrilico Isolareflex
Produttore:	Favima Srl
Rasante	
Nome:	Rasante a base minerale
Spessore utilizzato:	< 1,2 mm
Tipologia materiale:	cemento, sabbie fini selezionate, leganti idraulici e sintetici, speciali additivi
Massa volumica:	1650 kg/m ³
Denominazione commerciale:	Malta GB 831 1.2
Produttore:	Boero Bartolomeo S.p.A.
Armatura	
Nome:	Rete in fibra di vetro
Misura delle maglie:	4 x 4 mm
Grammatura:	155 g/m ²
Denominazione commerciale:	rete in fibra di vetro
Produttore:	Favima Srl
Primer	
Nome:	Fondo/fissativo
Natura, aspetto:	fondo pigmentato a base di resine acriliche
Tipologia Materiale:	Resine Acriliche
Quantità d'impiego:	4-6 m ² / kg per mano
Denominazione commerciale:	Fondo pigmentato Isolareflex
Produttore:	Favima srl.
Finitura	
Nome:	Rivestimento murale antialga per esterni
Spessore utilizzato:	1.0 – 2.0 mm
Tipologia materiale:	Resine acril-silossaniche
Denominazione commerciale:	Rivestimento Acrilsilossanico Isolareflex
Produttore:	Favima S.r.l.

Profilati metallici	
Nome:	Montanti verticali costituiti da guide a scatto ad U Sp. 8/10 di dimensioni 28 x 40 mm, con passo ad interasse di 700 mm
Materiale:	acciaio con rivestimento in zinco magnesio, ad alta resistenza alla corrosione
Spessore utilizzato:	0,8 mm
Produttore:	Favima S.r.l.
Profilati metallici	
Nome:	Traversi orizzontali costituiti da Profili a C dim. 15 x 48 mm, con passo ad interasse di 400 mm
Materiale:	acciaio con rivestimento in zinco magnesio, ad alta resistenza alla corrosione;
Spessore utilizzato:	0,6 mm
Produttore:	Favima S.r.l.
Isolante	
Nome:	Isolante termoriflettente
Natura, aspetto:	isolante multistrato di alluminio, film alluminizzato, ovatta e fogli di PE espanso, con nastro di alluminio di collegamento
Massa:	0,8 kg/ m ²
Spessore utilizzato:	40 mm (spessore nominale)
Produttore:	Favima S.r.l.
Fissaggi	
Dimensioni:	Tasselli di ancoraggio in Nylon ad alta resistenza M8 x 71 mm compreso l'utilizzo di: <ul style="list-style-type: none"> - viti doppio filetto M8 x 120 mm - dadi esagonali M8 x 8 mm - rondelle a fascia M8 x 22 mm - rondelle a fascia larga M8 x 30 mm - rondelle Grower M8 x 14,8 mm - raccordi per barre filettate M8 x 13/24 mm
Materiale:	acciaio zincato
Produttore:	Berner S.p.A.
Distanziatore	
Nome:	Distanziatore in legno mineralizzato
Natura, aspetto:	lana di legno di abete rosso mineralizzata e legata a cemento Portland
Spessore utilizzato	20 mm
Dimensioni	30 x 2000 mm



Fig. 1. Il campione in prova in fase di posa

2. Modalità di prova

La metodologia utilizzata per condurre le verifiche sperimentali, è stata definita sulla base di quanto enunciato alla norma UNI EN ISO 12567-1. L'assetto sperimentale (Fig. 2) prevede di posizionare il campione in prova tra le celle calda e fredda; la cella di "misura" determina la sezione di cui effettivamente viene misurata la trasmittanza. Viene imposta una differenza di temperatura tra la cella calda e la fredda, mentre la cella di misura viene mantenuta alla stessa temperatura della cella calda. In questo modo vengono minimizzate le dispersioni di calore laterali e la potenza termica che in regime stazionario viene immessa nella cella di misura, può essere considerata come quella che attraverserà la sezione sottesa dalla cella stessa. I fenomeni di conduzione laterale parallela alla superficie del campione sono posti sotto controllo dalla possibilità di disporre della sezione di guardia determinata dalla cella calda e dalla cella di misura.

A regime sono stati misurati:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| - la temperatura media dell'aria nella cella di guardia dal lato caldo | θ_{ngi} (K); |
| - la temperatura media dell'aria nella cella di misura dal lato caldo | θ_{nmi} (K); |
| - la temperatura media dell'aria nella cella fredda | θ_{ne} (K); |
| - la temperatura media della superficie calda del campione | θ_{si} (K); |
| - la temperatura media della superficie fredda del campione | θ_{se} (K); |
| - la potenza termica immessa (flusso termico) | Φ (W). |

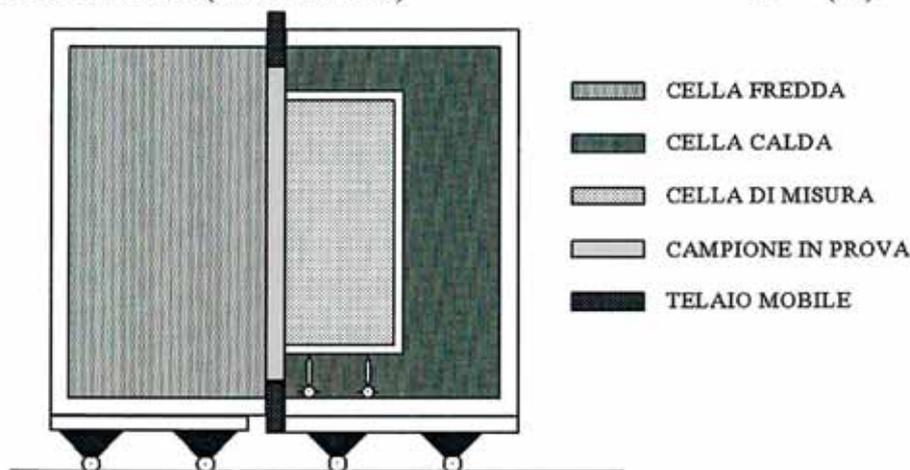


Fig. 2. Schema della camera calda con anello di guardia

Preliminarmente all'esecuzione della misura, è stata effettuata la calibrazione del dispositivo di prova mediante l'utilizzo di pannelli calibrati, come previsto dalla norma UNI EN ISO 12567-1. In Fig. 3, Fig. 4 e Fig. 5 sono riportate le curve di calibrazione caratteristiche dell'apparato di prova.

Il grafico di Fig. 3 si riferisce alla resistenza termica del pannello di supporto in funzione della sua temperatura media. Noto il valore di R_{sur} è possibile determinare il flusso di calore attraverso il pannello di supporto. Il grafico di Fig. 4 rappresenta la resistenza totale superficiale in funzione della densità del flusso termico. Questa caratteristica è utilizzata per determinare la trasmittanza termica standardizzata del campione in prova. Infine, il grafico di Fig. 5 indica le frazioni convettive di trasmissione del calore in funzione della densità del flusso di calore. Tale grafico viene utilizzato per determinare la temperatura ambiente sia del lato caldo che del lato freddo a partire dalle temperature misurate.

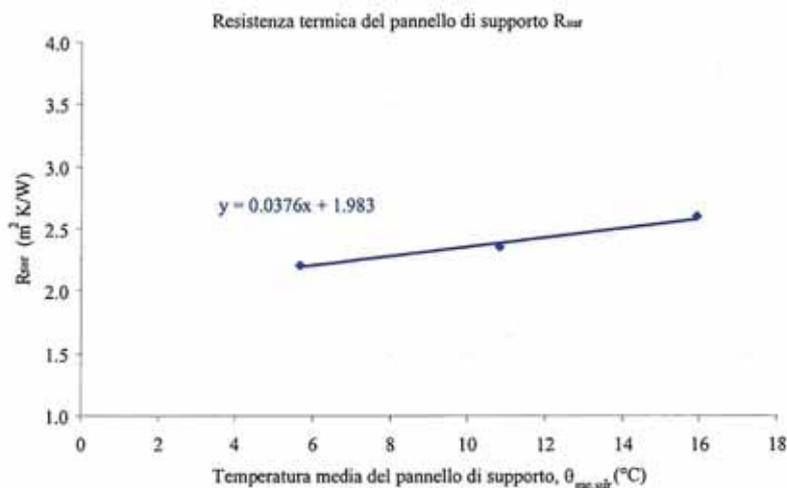


Fig. 3. Resistenza termica del pannello di supporto, R_{sur}

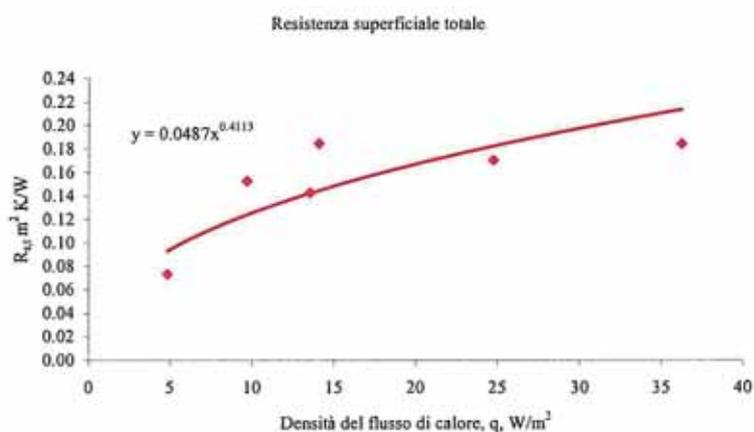


Fig. 4. Resistenza totale superficiale, $R_{s,tot}$

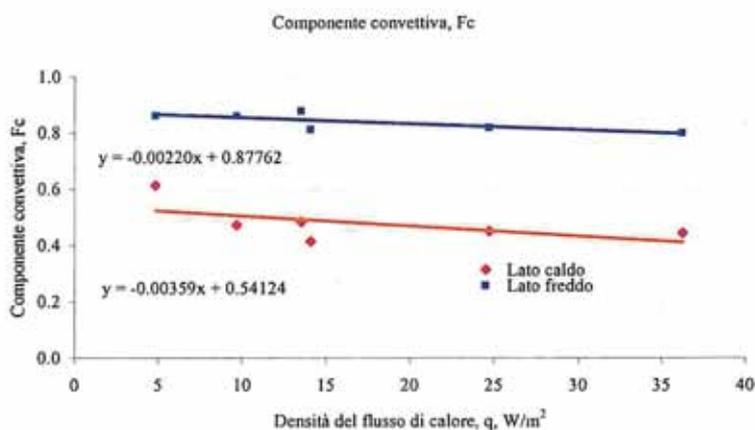


Fig. 5. Frazione convettiva, F_c

Relativamente alla determinazione della trasmittanza termica del campione in prova, sulla base della relazione 1), viene calcolata la trasmittanza termica totale standardizzata U_{st} :

$$U_{st} = \frac{1}{\frac{1}{U_m} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}} \quad 1)$$

dove:

U_m è la trasmittanza termica totale misurata [W/m^2K] calcolata in base all'equazione 2;

$R_{s,t}$ è la resistenza totale superficiale [m^2K/W] ricavata in base alla regressione di Fig. 4;

$R_{(s,t),st}$ è il valore europeo standardizzato di resistenza termica superficiale, corrispondente a $0,17 m^2K/W$.

Il valore di trasmittanza termica totale misurato, U_m , espresso in W/m^2K , viene calcolato in base alla seguente equazione:

$$U_m = \frac{q_{sp}}{\Delta\theta_n} \quad 2)$$

dove:

q_{sp} è il flusso termico attraverso il campione, [W/m^2], ricavato dall'equazione 3;

$\Delta\theta_n$ è la differenza tra la temperatura dell'aria calda e la temperatura dell'aria fredda ad entrambi i lati del campione in prova [K], ricavata dall'equazione 4.

Il flusso termico attraverso il campione, q_{sp} , [W/m^2], viene calcolato tramite l'equazione seguente:

$$q_{sp} = \frac{\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge}}{A_{sp}} \quad 3)$$

dove:

Φ_{in} è la potenza immessa nella cella di misura, [W];

Φ_{sur} è il flusso termico attraverso il pannello di supporto, [W], ricavato dall'equazione 5;

Φ_{edge} è il flusso termico attraverso il bordo, [W], ricavato in base all'equazione 6;

A_{sp} è l'area del campione, [m^2].

Il valore di θ_n viene invece calcolato sia per la parte calda che per la parte fredda. La differenza tra i due valori determina $\Delta\theta_n$.

$$\theta_n = F_c \theta_c + (1 - F_c) \theta_r \quad 4)$$

dove:

F_c è la frazione convettiva, ricavata in base alla regressione di Fig. 5;

θ_c è la temperatura dell'aria misurata [K];

θ_r è la temperatura radiante; in questo caso è uguale alla temperatura misurata sullo schermo deflettore [K].

Il flusso termico attraverso il pannello di supporto, [W], viene ricavato dall'equazione seguente:

$$\Phi_{sur} = \frac{A_{sur} \Delta\theta_{s,sur}}{R_{sur}} \quad 5)$$

dove:

A_{sur} è l'area del pannello di supporto, [m^2];

$\Delta\theta_{s,sur}$ è la differenza tra la temperatura della superficie calda e la temperatura della superficie fredda del pannello di supporto [K];

R_{sur} è la resistenza termica del pannello di supporto [m^2K/W], ricavata in base alla regressione di Fig. 3.

Il flusso termico attraverso il bordo, Φ_{edge} [W], viene ricavato in base alla seguente relazione:

$$\Phi_{edge} = L_{edge} \Psi_{edge} \Delta\theta_c \quad 6)$$

dove:

L_{edge} è il perimetro tra il pannello di supporto e il campione, [m];

Ψ_{edge} è la trasmittanza termica lineare del bordo tra il pannello di supporto e il campione [W/mK], ricavata dalle tabelle B.1 e B.2 della UNI EN ISO 12567-1 in base alla larghezza ed allo spessore del bordo, in funzione della conduttività termica del pannello di calibrazione;

$\Delta\theta_c$ è la differenza tra la temperatura dell'aria della cella calda e la temperatura dell'aria della cella fredda misurate [K].

3. Apparecchiatura di prova

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione della misura, denominata camera calda con anello di guardia, è conforme alla norma UNI EN ISO 8990:1999 "Isolamento termico - Determinazione delle proprietà di trasmissione termica in regime stazionario - Metodo della doppia camera calibrata e della doppia camera con anello di guardia".

Si compone di due celle, una calda (dimensioni: altezza 4,50 m, larghezza 3,65 m, profondità 2,10 m) e una fredda (dimensioni: altezza 4,50 m, larghezza 3,65 m, profondità 2,10 m), simulanti gli ambienti interno ed esterno. All'interno della cella calda è posta una cella, definita di misura, di dimensioni più contenute (altezza 2,95 m, larghezza 2,17 m, profondità 0,90 m), come schematizzato in Fig. 2. Il campione in prova è integrato in un apposito telaio posto tra la cella calda e la cella fredda. Le superfici interne delle celle hanno un'emissività maggiore di 0,8. Il pannello di supporto è costituito da polistirene espanso, spessore 10 cm, densità 30 kg/m³.

4. Risultati ottenuti

In Tab. 2 ed in Tab. 3 sono riportati rispettivamente i risultati delle misure effettuate sul campione ed i relativi calcoli per ottenere il valore di trasmittanza termica U_{st} .

Tab. 2. Dati del campione

Simbolo	Grandezza	Unità di misura	Valore
w	Spessore campione	m	0,1
d _{sur}	Spessore pannello di supporto	m	0,10
A _{spe}	Area del campione (lato esterno)	m ²	1,769
A _{sur}	Area del pannello di supporto sotteso	m ²	0,856
L	Perimetro del campione (lato esterno)	m	5,320

Tab. 3. Risultati ottenuti dalle misure effettuate sul campione

Simbolo	Grandezza	Unità di misura	Valore
Temperature misurate dal lato freddo			
θ_{ce}	Aria	°C	-0,31
$\theta_{se,b}$	Schermo deflettore	°C	-0,64
$\theta_{se,p}$	Bordo tra il pannello di supporto e il campione	°C	0,18
$\theta_{se,sur}$	Pannello di supporto	°C	0,80
Temperature misurate dal lato caldo			
θ_{ci}	Aria	°C	20,52
$\theta_{si,b}$	Schermo deflettore	°C	20,12
$\theta_{si,sur}$	Pannello di supporto	°C	20,18
Φ_{in}	Potenza immessa nella cella di misura	W	25,796
v _i	Flusso d'aria dal lato caldo	m/s	< 0,3
v _c	Flusso d'aria dal lato freddo	m/s	1,2

Tab. 4. Calcolo della trasmittanza termica del campione

Simbolo	Grandezza	Unità di misura	Valore
$\theta_{me,sur}$	Temperatura media del pannello di supporto	°C	10,49
R_{sur}	Resistenza termica del pannello di supporto	m ² K/W	2,38
λ_{sur}	Conduttività termica del pannello di supporto	W/mK	0,042
Ψ_{edge}	Trasmittanza termica lineica della zona di bordo	W/mK	0,0079
$\Delta\theta_{s,sur}$	Differenza di temperatura del pannello di supporto	K	19,38
$\Delta\theta_c$	Differenza di temperatura dell'aria	K	20,83
Φ_{in}	Potenza immessa nella cella di misura	W	25,796
Φ_{sur}	Flusso di calore che attraversa il pannello di supporto	W	7,0
Φ_{edge}	Flusso termico attraverso il bordo	W	0,87
q_{sp}	Densità del flusso termico che attraversa il campione	W/m ²	7,4
F_{ci}	Frazione convettiva lato caldo		0,515
F_{ce}	Frazione convettiva lato freddo		0,861
$R_{s,t}$	Resistenza termica superficiale	m ² K/W	0,111
θ_{ri}	Temperatura radiante lato caldo	°C	20,12
θ_{re}	Temperatura radiante lato freddo	°C	-0,64
θ_{ni}	Temperatura ambiente lato caldo	°C	20,32
θ_{ne}	Temperatura ambiente lato freddo	°C	-0,36
$\Delta\theta_n$	Differenza di temperatura ambiente	K	20,68
U_m	Trasmittanza termica misurata	W/m ² K	1,278
ΔU_m	Incertezza della misura	W/m ² K	± 0,08
$R_{(s,t),st}$	Valore europeo standardizzato	m ² K/W	0,17

La trasmittanza termica standardizzata U_{st} del campione è risultata pari a 0,351 W/m²K.

5. Limitazioni

Questo RP non rappresenta né una valutazione di idoneità all'impiego né un certificato di costanza di prestazione del prodotto.

I risultati ottenuti si riferiscono unicamente ai campioni sottoposti a prova.

Responsabile della Prova

Claudio Maffè



Responsabile del Laboratorio

Claudio Maffè

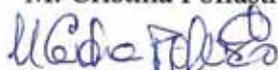


Operatore

Claudio Maffè



M. Cristina Pollastro



Responsabile dell'Unità di Ricerca

Italo Meroni



Direttore

Prof. ing. Antonio Occhiuzzi

