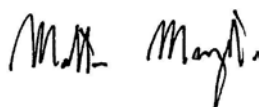


CertiMaC  
soc.cons. a r.l.  
Via Granarolo, 62  
48018 Faenza RA  
Italy  
tel. +39 0546 670363  
fax +39 0546 670399  
www.certimac.it  
info@certimac.it

R.I. RA,  
partita iva e  
codice fiscale  
02200460398  
R.E.A. RA  
180280  
capitale sociale  
€ 84.000  
interamente versato

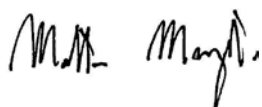
**Sperimentazione eseguita**

Ing. Mattia Morganti



**Redatto**

Ing. Mattia Morganti



**Approvato**

Ing. Luca Laghi



# RAPPORTO DI PROVA

**110120-R-3925**

**DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA CONDUCIBILITA' TERMICA (NORMA UNI EN 12664) DI UNA VERNICE TERMOISOLANTE DENOMINATA "NANODECOR TERMICA", DELLA DITTA "LA GIOCONDA DI DE SENA CARMINE", STABILIMENTO DI CIVIDATE AL PIANO (BG).**

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 31/01/2014
COMMITTENTE:	<b>La Gioconda di De Sena Carmine</b>
STABILIMENTO:	Via S. Francesco N° 4 – 24050 – Cividate al Piano (BG)
TIPO DI PRODOTTO:	<b>Vernice Termoisolante per Muratura</b>
NORMATIVE APPLICATE:	UNI EN 12664
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	17/02/2014
DATA ESECUZIONE PROVE:	Marzo 2014
PROVE ESEGUITE PRESSO:	CertiMaC, Faenza

Revisione - 01	Il presente Rapporto di Prova è composto da n. 7 pagine	Pagina 1 di 7	
Classificazione:	Prog. CNT	Ris. III	Arch. +5

## 1. Introduzione

Il presente rapporto descrive la prova di:

- *determinazione della conducibilità termica,*

effettuata su una tipologia di prodotto denominata "Nanodecor Termica" inviata al laboratorio CertiMaC di Faenza dalla Ditta "La Gioconda di De Sena Carmine", stabilimento di Cividate al Piano (BG) (Rif. 2-a, 2-b). La prova è stata effettuata in accordo con le norme riportate nei Rif. 2-c, Rif. 2-d.

## 2. Riferimenti

- Preventivo: Prot. 14014/lab del 20/01/2014.
- Conferma d'ordine: mail del 14/02/2014.
- Norma UNI EN 12664:2002. Prestazione Termica dei materiali e dei prodotti per edilizia. Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro. Prodotti secchi e umidi con media e bassa resistenza termica.
- Norma ASTM E1530:2006. Standard Test Method for Evaluating the Resistance to Thermal Transmission of Materials by the Guarded Heat Flow Meter Technique.
- Rapporto 090220-C-29 sulla calibrazione di una metodologia sperimentale per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio.
- Rapporto 090220-C-30 sulle norme procedurali messe a punto per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio.
- Rapporto Tecnico del 17/01/2011: Experimental tests with 2022 Unitherm™ Heat Flow Meter: Uncertainty Analysis in Thermal Conductivity measurements.
- Norma UNI EN 772-13:2002. Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della massa volumica a secco assoluta e della massa volumica a secco apparente degli elementi di muratura (ad eccezione della pietra naturale).

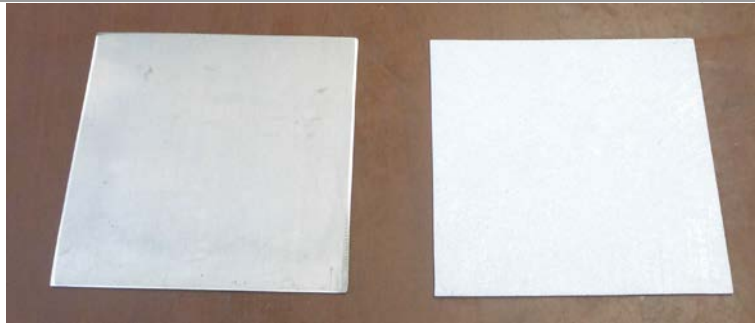
## 3. Oggetto della prova

La prova è stata eseguita sul prodotto fatto pervenire al laboratorio sotto forma di:

- *N° 6 campioni di vernice termoisolante depositata sopra a lamine di alluminio di dimensioni approssimativamente pari a 100x100x1.5mm (Fig. 1). Lo spessore del film di vernice nominale, poi verificato, risulta pari a circa 0.25 mm.*

La prova è stata eseguita su tre provini ricavati a partire dai sei campioni a disposizione, così come richiesto dalla norma al Rif. 2-c,d. In Fig. 1 è riportata la fotografia di uno dei campioni inviati.

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 2 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925



**Figura 1. Lamina di Alluminio verniciata consegnata presso il laboratorio (fronte e retro)**

In Figura 1 è riportata la fotografia di due campioni testati (fronte e retro). La morfologia dei campioni, lamina di alluminio con coating verniciato, è tale da consentire la realizzazione di un provino contenente la vernice termoisolante altrimenti non valutabile. Infatti, grazie alla struttura “portante” costituita dalla lamina metallica, è possibile valutare le caratteristiche termiche della sola vernice. Inoltre l’alluminio costituisce un elemento a conducibilità termica idealmente infinita (200 W/mK) se paragonato con l’elemento di vernice termica, in modo da fornire un contributo piuttosto limitato in termini di resistenza termica. In tal modo è più semplice discriminare la conducibilità del solo strato di vernice data la grande disparità, da un punto di vista termico, dei materiali a contatto.

#### 4. Esecuzione della prova e descrizione dei risultati

##### 4.1. Metodologia di prova

La prova è stata eseguita nel pieno rispetto della norma 2-c che fissa i metodi per determinare i valori termici di progetto e della norma 2-d, su cui si basa il principio di funzionamento dell’apparato di misura utilizzato. Quest’ultimo implementa il metodo con termoflussimetro e anello di guardia che consente la determinazione, in via indiretta e previa procedura di taratura dello strumento, della conducibilità termica.

La determinazione è indiretta poiché si perviene alla conducibilità passando attraverso la rilevazione diretta del flusso termico lungo uno stack di prova, all’interno del quale viene inserito il provino, che ricrea le condizioni ideali, stazionarie e monodimensionali di scambio termico. Il flusso, a sua volta, viene determinato grazie alla misura dei salti termici sul provino e su di un materiale di riferimento che costituisce il termoflussimetro (sensore di flusso termico). La taratura invece, viene realizzata su una serie di provini di riferimento di caratteristiche termiche note e certificate e consente di risalire alla conducibilità incognita del materiale che si sta testando sfruttando la definizione di resistenza termica  $R_s$  (m<sup>2</sup>K/W), come riportato nell’equazione (1), la quale è funzione appunto dello spessore  $s$  del provino e della conducibilità termica  $\lambda$  (W/mK):

$$R_s = \frac{s}{\lambda} \quad (1)$$

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 3 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925

La procedura di prova standard messa a punto prevede i seguenti passi, illustrati nei paragrafi che seguono. Per maggiori informazioni in merito al principio metodologico utilizzato per la sperimentazione si faccia riferimento ai documenti di cui al Rif. 2-e e 2-f. A valle della sperimentazione è stato poi valutato il budget di incertezza legato alla misurazione attraverso l'implementazione del modello di analisi definito al Rif. 2-g che consente di estrapolare l'incertezza tipo legata alla misura.

#### 4.2. Realizzazione e controllo del provino

A partire dai campioni di Figura 1 si sono realizzati i provini, di cui si riporta un esempio in Figura 2, mediante le seguenti operazioni eseguite in successione: carotatura con mola a tazza, cilindatura al tornio parallelo per realizzare la finitura sulla dimensione diametrale ( $50.8 \pm 0.25\text{mm}$ ) secondo la norma 2-d, mentre non si è resa necessaria la spianatura con rettificatrice verticale a disco. Di seguito si è condizionato il materiale in forno a **50°C** per **24 h** per raggiungere lo stato essiccato come richiesto dalla norma 2-c.



**Figura 2. Esempio di Provino**

#### 4.3. Stima spessore

A partire dai campioni a disposizione si è resa necessaria la misura degli spessori degli strati, rispettivamente di alluminio e di vernice termoisolante, al fine di poter discriminare, a valle della misura, la conducibilità della vernice da quella del campione costituito da alluminio+vernice.

Per queste ragioni si è provveduto ad asportare localmente lo strato di vernice in alcune zone confinate dei campioni e, mediante micrometro centesimale (risoluzione di lettura  $\pm 0.01\text{ mm}$ ), si è valutato lo spessore della lamiera che è risultato mediamente pari a **1.25 mm**.

Analogamente sono stati valutati gli spessori totali dei sei campioni in modo da definire con esattezza lo spessore del coating verniciato. Sono state perciò effettuate dieci misurazioni di spessore in diverse zone del campione e si è estrapolato così il valor medio dello spessore totale e lo spessore del coating (Tab. 1).

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 4 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925

Misura dello Spessore dello Strato Verniciato (mm)			
Campione	CMI1097	CMI1098	CMI1099
Misure dello spessore dei campioni costituiti da alluminio e coating	1.48	1.58	1.54
	1.51	1.53	1.51
	1.47	1.52	1.48
	1.50	1.54	1.51
	1.48	1.53	1.50
	1.47	1.51	1.52
	1.50	1.53	1.52
	1.46	1.52	1.51
	1.52	1.52	1.50
	1.50	1.54	1.54
<b>Valor Medio (mm)</b>	<b>1.49</b>	<b>1.53</b>	<b>1.51</b>
<b>Dev. St. (mm)</b>	<b>0.020</b>	<b>0.019</b>	<b>0.018</b>
<b>Spessore Coating (mm)</b>	<b>0.24</b>	<b>0.28</b>	<b>0.26</b>

**Tabella 1. Misura dello Spessore del Coating**

#### 4.5. Determinazione della conducibilità termica

In accordo con le norme 2-c e 2-d e sulla base della metodologia sperimentale messa a punto in 2-e e 2-f, si sono realizzate le prove per la determinazione della conducibilità termica a 10°C sfruttando la retta di taratura precedentemente elaborata e verificata.

#### 4.5. Risultati

In Figura 3 si riporta la retta di taratura rappresentante la relazione  $R_s - \Delta T_s / \Delta T_r$  con sopra evidenziati i punti rappresentativi delle misurazioni fatte sui tre provini. In Figura 4 viene ingrandita la zona del grafico che riguarda le misure in questione.

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 5 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925

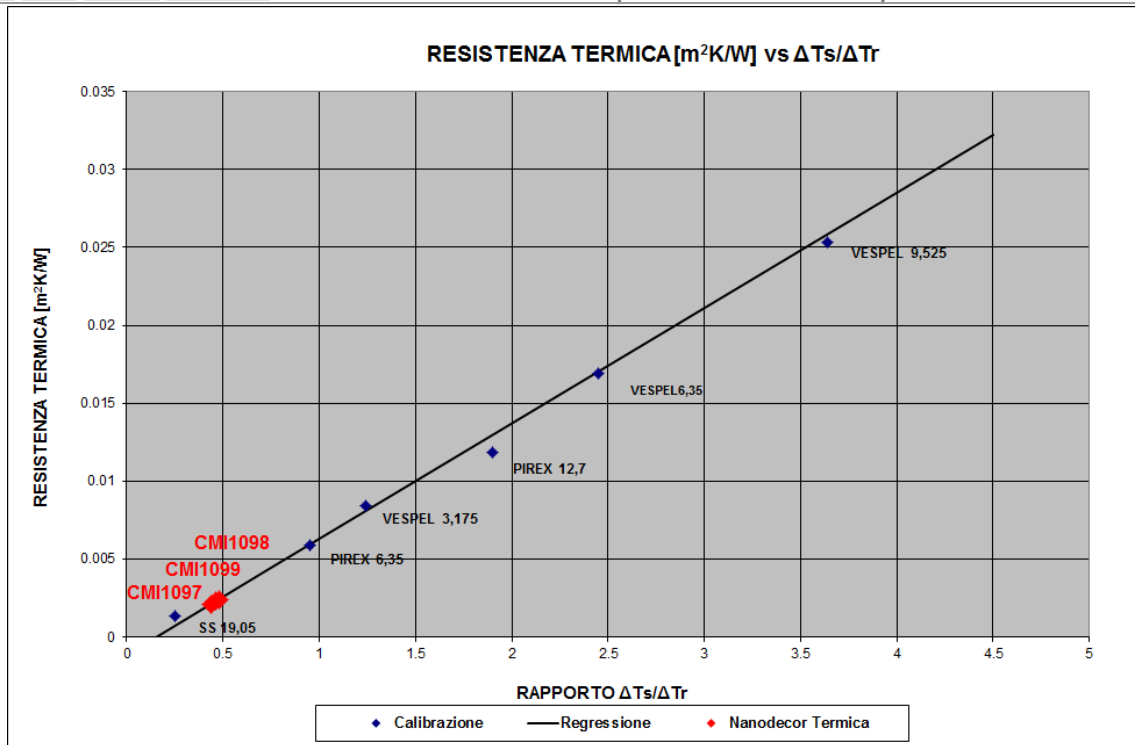


Figura 3. Rappresentazione grafica dei risultati

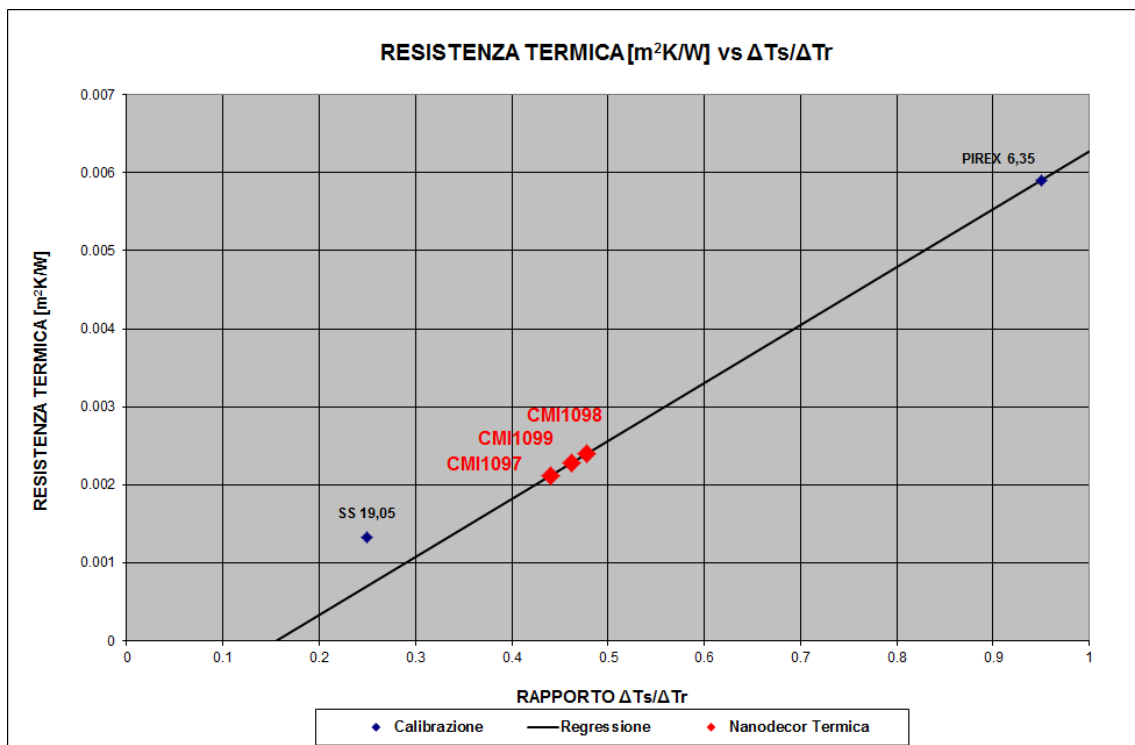


Figura 4. Rappresentazione grafica dei risultati - zoom

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 6 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925

Il risultato scaturito dall'analisi sperimentale è stato ulteriormente verificato con la ripetizione di alcune prove e la realizzazione di ulteriori misurazioni sui materiali di taratura per confermare quanto precedentemente ottenuto.

Si può constatare come tutti i punti ricadano entro i punti sperimentali di calibrazione ed entro il range di misura più accurato dello strumento (0.01-0.05 m<sup>2</sup>K/W).

Dal grafico elaborato in Figura 3 è stato inoltre possibile pervenire al valore di conducibilità  $\lambda_{10, dry}$  del multistrato alluminio + vernice termoisolante, come riportato in Tabella 4.

Materiale	Spessore Totale (m)	Resistenza Termica Totale (m <sup>2</sup> K/W)	Conducibilità Termica Equivalente (W/mK)
CMI1097	0.00149	2.287E-03	0.651
CMI1098	0.00153	2.623E-03	0.584
CMI1099	0.00151	2.488E-03	0.608

**Tabella 4. Valori di conducibilità equivalente (alluminio + vernice) ottenuti sperimentalmente**

In Tab. 5 invece si riporta l'extrapolazione della conducibilità della sola vernice a partire da un valore di  $\lambda$  dell'alluminio pari a **200 W/mK**. A partire dalla resistenza termica totale rilevata sul provino e noti con esattezza gli spessori dei componenti ciascun provino (Cfr. Tab. 1) è stato possibile, attraverso le leggi della fisica tecnica classica ed il principio di analogia elettrica, estrapolare il valore di resistenza e di conducibilità termica del coating verniciato attraverso le correlazioni esistenti tra resistenze termiche in serie.

Materiale	Spessore Totale (m)	Resistenza Termica Totale (m <sup>2</sup> K/W)	Resistenza Termica Vernice (m <sup>2</sup> K/W)	Conducibilità Termica Vernice (W/mK)
CMI1097	0.00149	2.287E-03	2.281E-03	0.105
CMI1098	0.00153	2.623E-03	2.617E-03	0.108
CMI1099	0.00151	2.488E-03	2.482E-03	0.106

**Tabella 5. Conducibilità Termica della Vernice Termoisolante**

## 5. Analisi dei risultati

I valori di conducibilità termica  $\lambda_{10, dry}$  della vernice riflettente si attestano tra **0.105 e 0.108 W/mK**.

## 6. Lista di distribuzione

ENEA	-	1 copia
CertiMaC	Archivio	1 copia
Committente	La Gioconda di De Sena Carmine	1 copia

Revisione - 01	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 7 di 7
	Ing. Mattia Morganti	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	110120-R-3925