




RAPPORTO DI PROVA

| SQM_274_2020 |

DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA (NORMA UNI EN 12664:2002) DI UNA TIPOLOGIA DI INTONACO TERMICO DENOMINATO “UNTERSANA” E FORNITO DALLA DITTA “AZICHEM S.R.L.”, GOITO (MN)

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 11/09/2020
COMMITTENTE:	Azichem S.r.l.
STABILIMENTO:	Via G. Gentile 16/A 46044 – Goito (MN)
TIPO DI PRODOTTO:	<i>Intonaco termico</i>
NORMATIVE APPLICATE:	UNI EN 12664:2002
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	22/07/2020
DATA ESECUZIONE PROVE:	Luglio - Settembre 2020
PROVE ESEGUITE PRESSO:	CertiMaC, Faenza

NOTA: I risultati contenuti nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove di seguito descritte. E' inoltre ad uso esclusivo del Committente nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa cogente e non può essere ri-prodotto (in forma cartacea o digitale) parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Esecuzione	Redazione	Approvazione
_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_
		
Revisione -		Pagina 1 di 8

1 Introduzione

Il presente rapporto descrive la prova di:

- *determinazione della conducibilità termica alla temperatura media di 10 °C, λ_{10} , dry mat,*

effettuata su una tipologia di intonaco termico denominato "Untersana" consegnato al laboratorio CertiMaC di Faenza dal Committente 2-a, 2-b in data 22/07/2020. La prova è stata effettuata in accordo alla norma riportata al Rif.to 2-c in condizioni dry e alla temperatura media di 10 °C. Prima di essere sottoposti all'analisi sperimentale, i campioni sono stati essiccati in stufa ventilata a 50 °C fino al raggiungimento della condizione di costanza della massa.

2 Riferimenti

- Preventivo: prot. 20084/lab del 04/03/2020.
- Conferma d'ordine: e-mail del 28/08/2020.
- 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.
- UNI EN 1745:2012: Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare le proprietà termiche.
- Rapporto CAL_001_2017 sulla calibrazione di una metodologia sperimentale per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio. Rev del 090220-C-29.
- Rapporto CAL_002_2017 sulle norme procedurali messe a punto per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio. Rev del 090220-C-30.
- Rapporto tecnico del 17/01/2011: Experimental tests with 2022 Unitherm™ Heat Flow Meter: preliminary uncertainty analysis in Thermal Conductivity measurements.

3 Oggetto della prova

La prova è stata eseguita su tre provini ricavati da campioni consegnati in laboratorio dal Committente in data 22/07/2020 sotto forma di:

- *N. 3 campioni di dimensioni approssimativamente pari a 150 mm x 150 mm x 10 mm di intonaco termoisolante;*

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

Una riproduzione fotografica di uno dei campioni forniti dal Committente e consegnati in laboratorio è riportata in Figura 1. Al termine del periodo di maturazione si è proceduto all'esecuzione della prova.



Figura 1. Riproduzione fotografica di uno dei campioni pervenuti in laboratorio.

4 Esecuzione della prova e descrizione dei risultati

4.1 Metodologia di prova

La prova è stata eseguita nel pieno rispetto delle norme 2-c, 2-e che fissano 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^2K/W), come riportato nell'Eq. (1), la quale è funzione appunto dello spessore s del provino e della conducibilità termica λ (W/mK):

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

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

Dove:

R_s = Resistenza termica (m^2K/W);

s = spessore del campione (m);

λ = conducibilità termica del provino (W/mK).

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 ai Riff. 2-f e 2-g. 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-h che consente di estrapolare l'incertezza tipo legata alla misura.

4.2 Realizzazione e condizionamento del provino

A partire dai campioni consegnati in laboratorio sono stati ottenuti i provini (riportati in Figura 2) mediante l'operazione di carotaggio con mola a tazza. Di seguito si è condizionato il materiale in stufa ventilata a $50^\circ C$ fino a massa costante per raggiungere lo stato essiccato come richiesto dalla norma 2-c.



Figura 2. Provini per la misura di conducibilità termica.

Infine è stata eseguita la misura di densità sui provini che ha restituito i risultati di Tabella 1. Questi ultimi sono stati determinati in via geometrica con bilancia analitica ($\pm 0,001 \text{ g}$) e calibro centesimale ($\pm 0,01 \text{ mm}$). I tre provini sono stati identificati con i codici CMT1994, CMT1995 e CMT1996.

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

Provino	Codice	Densità ρ_{dry} Post-essiccazione a 50°C [kg/m ³]
1	CMT1994	1395 ± 25
2	CMT1995	1450 ± 29
3	CMT1996	1473 ± 34

Tabella 1. Misurazione della densità dei provini post-essiccazione.

I valori di massa volumica così determinati costituiscono il termine di paragone per la correlazione con le misure di conducibilità termica.

4.3 Determinazione della conducibilità termica

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

5 Risultati

In Figura 2 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 provini. 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. Inoltre si è implementato su di essi il modello di analisi statistica per la definizione dell'incertezza tipo (Rif. 2-h).

Dal grafico elaborato in Figura 2 è stato possibile pervenire al valore di conducibilità termica $\lambda_{10,dry,mat}$, come riportato in Tabella 2.

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 8
	Ing. Mattia Santandrea, PhD	_Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

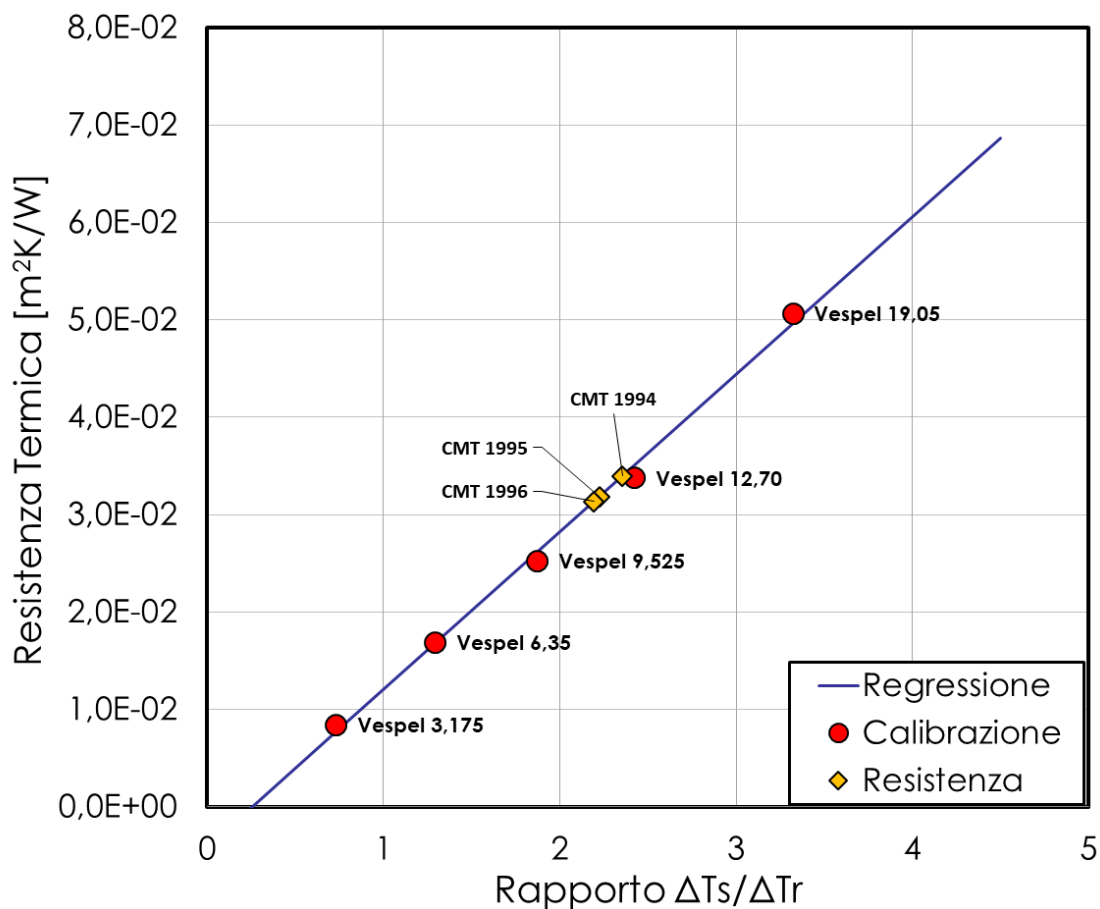


Figura 2. Rappresentazione grafica dei risultati.

Provino	Spessore [m]	Resistenza Termica [m²K/W]	Conducibilità Termica [W/mK]	Densità [kg/m³]
CMT1994	0,01012	0,0340	0,298 ± 0,009	1395
CMT1995	0,00933	0,0319	0,293 ± 0,009	1450
CMT1996	0,00951	0,0314	0,303 ± 0,009	1473

Tabella 2. Valori di conducibilità e resistenza termica ottenuti sperimentalmente.

6 Conclusioni

Dalla sperimentazione eseguita, si ottengono dei valori di conducibilità termica compresi tra **0,293 W/mK** e **0,303 W/mK**.

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 6 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

7 Lista di distribuzione

ENEA	Archivio	1 copia
CertiMaC	Archivio	1 copia
Committente	Azichem S.r.L.	1 copia

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 7 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020

APPENDICE A

Si riporta in Figura 3 il grafico che mostra la relazione tra la conducibilità termica sperimentalmente rilevata sui materiali in esame e la massa volumica misurata degli stessi. Tali risultati vengono visivamente comparati ai valori tabellari (Cfr Rif. 2-e) forniti per lo stesso range di massa volumica.

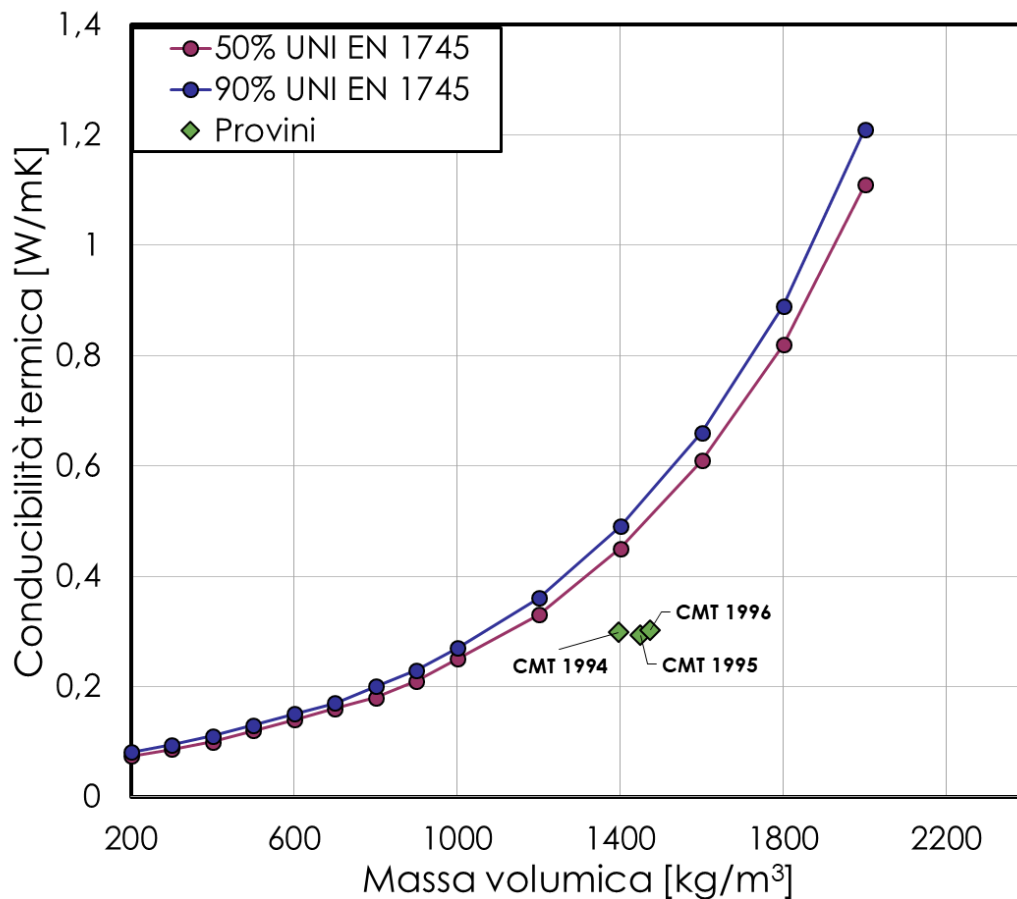


Figura 3. Rappresentazione grafica dei risultati: relazione $\lambda_{10, dry mat}$ - massa volumica

Rev. -	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 8 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_274_2020