

# RAPPORTO DI PROVA

| SQM\_064\_2020 |

**DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA CONDUCEBILITÀ TERMICA (NORMA UNI UNI EN 12664) DI UNA TIPOLOGIA DI INTONACO TERMOISOLANTE DENOMINATO "CALEOSANA" FORNITO DALLA DITTA "AZICHEM S.R.L.", GOITO (MN)**

LUOGO E DATA DI EMISSIONE: Faenza, 17/03/2020

COMMITTENTE: **Azichem S.r.L.**

STABILIMENTO: Via G. Gentile 16/A  
46044 Goito (MN)

TIPO DI PRODOTTO: *Intonaco Termoisolante*


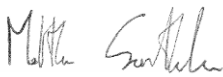

NORMATIVE APPLICATE: UNI EN 12664:2002

DATA RICEVIMENTO CAMPIONI: 18/02/2020

DATA ESECUZIONE PROVE: Marzo 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 - 1		Pagina 1 di 8

## 1 Introduzione

Il presente rapporto descrive la prova di:

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

effettuata su una tipologia di intonaco termoisolante denominato "CALEOSANA" e consegnato al laboratorio CertiMaC di Faenza dal Committente 2-a, 2-b in data 18/02/2020.

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. 19392/lab del 18/12/2019.
- Conferma d'ordine: e-mail del 24/02/2020.
- 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 UNI EN 1745:2012. Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto
- Rapporto CAL\_003\_2017 sulla calibrazione di una metodologia sperimentale per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio mediante apparato con termoflussimetro
- Rapporto CAL\_004\_20017 sulle norme procedurali messe a punto per la determinazione della conducibilità termica di materiali per l'involucro edilizio mediante apparato con termoflussimetro

## 3 Oggetto della prova

La prova è stata eseguita su provini ricavati dai campioni consegnati dal Committente in data 18/02/2020 sotto forma di:

- *N. 3 campioni di dimensioni approssimativamente pari a 400 mm x 400 mm x 41 mm;*

Una riproduzione fotografica dei campioni forniti dal Committente e consegnati in laboratorio è riportata in Figura 1.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020



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

Dai campioni consegnati in laboratorio sono stati successivamente ricavati 3 provini di dimensioni approssimativamente pari a 300 mm × 300 mm × 41 mm. I 3 provini sono successivamente stati essiccati in stufa ventilata alla temperatura di 50 °C fino al raggiungimento della condizione di costanza della massa.

## 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, su cui si basa il principio di funzionamento dell'apparato di misura utilizzato. Quest'ultimo implementa il metodo con termoflussimetro che consente la determinazione, per via indiretta e previa procedura di calibrazione dello strumento, della conducibilità termica.

L'apparato con termoflussimetro, presente nei laboratori CertiMaC, è il modello 436/3/1E della ditta NETZSCH. Esso consente la suddetta determinazione su campioni omogenei con facce parallele, in forma di lastre di dimensioni pari ad almeno 100 mm x 100 mm e massimo 300 mmx 300 mm, attraverso una misura diretta delle temperature superficiali del campione e sfruttando una costante di calibrazione precedentemente determinata su un campione di riferimento con caratteristiche note e certificate. Per quanto attiene la calibrazione dell'apparato in questione si rimanda al Rif. 2-c. L'ultima procedura di calibrazione è stata effettuata in data 26/11/2019.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020

Il campione, avente dimensioni tipicamente di 300 mm x 300 mm con uno spessore variabile tra 5 e 100 mm e misurabile con apposito sensore interno alla macchina, è posizionato orizzontalmente in contatto con le piastre superiore ed inferiore dell'apparato, che sono stabilizzate a due differenti temperature.

La sezione di misura delle temperature è confinata nella zona centrale di dimensione 100 x100 mm, mentre le zone adiacenti del campione stesso fungono da anello di guardia per limitare le dispersioni in direzione laterale e garantire così la monodimensionalità in direzione verticale del flusso termico. Attraverso la presenza di due termocoppie si è in grado quindi di valutare la differenza di temperatura e tramite l'eq. (1) risalire alla resistenza termica R (m<sup>2</sup>K/W).

$$R = \frac{T_1 - T_2}{f e_h} \quad (1)$$

Dove:

T<sub>1</sub> = temperatura media "lato caldo" del campione (K);

T<sub>2</sub> = temperatura media "lato freddo" del campione (K);

f = fattore di calibrazione del termoflussimetro (W/μVm<sup>2</sup>);

e<sub>h</sub> = output termoflussimetro (μV).

La procedura di prova standard messa a punto prevede i passi illustrati nei paragrafi che seguono. Per maggiori informazioni in merito al principio metodologico utilizzato per la sperimentazione si faccia riferimento al documento di cui li Rif. 2-f. A valle della sperimentazione è stato poi valutato il budget di incertezza legato alla misurazione.

## 4.2 Realizzazione e condizionamento del provino

Una riproduzione fotografica di uno dei provini oggetto della sperimentazione è riportata in Figura 2. I provini sono rispettivamente codificati come CMT0387Q, CMT0388Q e CMT0389Q.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020



**Figura 2. Riproduzione di uno dei provini oggetto della sperimentazione.**

I valori di massa e di densità dei provini dopo il trattamento di essiccazione, vengono riportati in Tabella 1. L'essiccazione è stata effettuata tenendo il materiale in stufa ventilata a **50 °C** fino al raggiungimento dello stato "dry" come richiesto dalla norma 2-c.

I valori di densità post-essiccazione sono stati determinati in via geometrica con bilancia analitica (**±0,001 g**) e calibro centesimale (**±0,01 mm**) e vengono riportati sempre in Tabella 1.

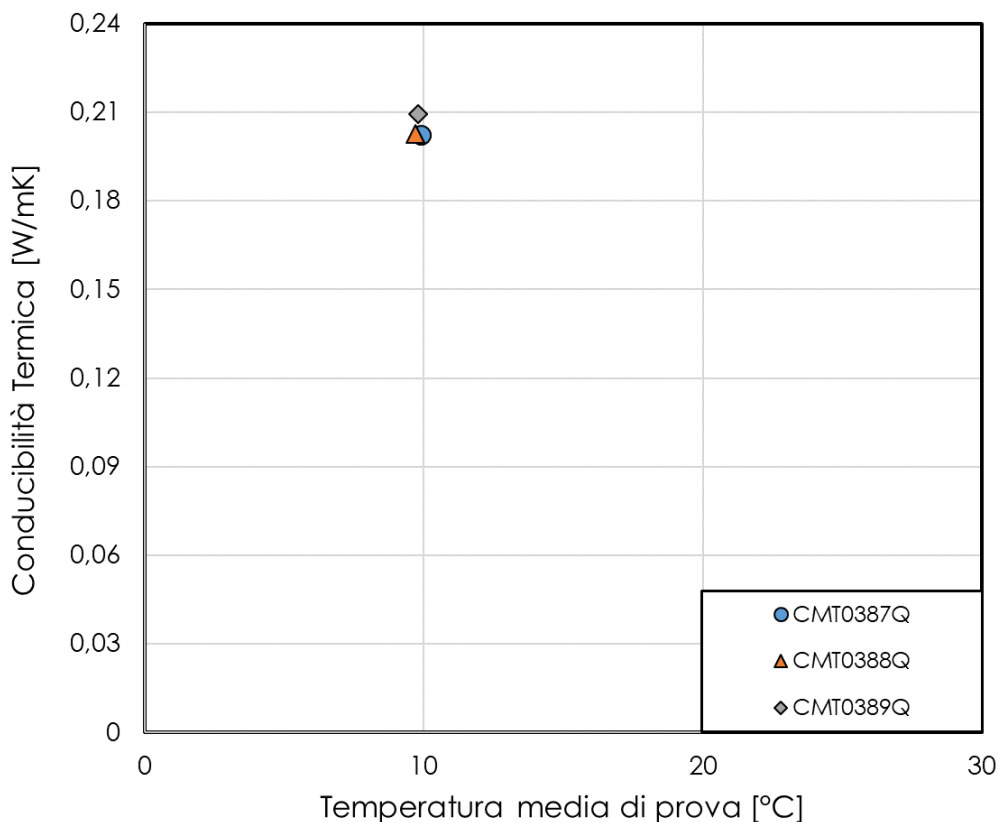
Provino	$m_{dry}$ Post-essiccazione a 50°C [g]	Densità $\rho_{dry}$ Post-essiccazione a 50°C [kg/m <sup>3</sup> ]
CMT0387Q	3618,92	991,5
CMT0388Q	3621,68	991,6
CMT0389Q	3602,70	992,6

**Tabella 1. Variazione della massa e densità dei provini post-essiccazione**

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020

## 4.3 Determinazione della conducibilità termica

In accordo con le norma al Rif. 2-c e sulla base della metodologia sperimentale messa a punto in 2-c e 2-f sono state realizzate le prove per la determinazione della conducibilità termica a 10 °C sfruttando il fattore di calibrazione precedentemente ricavato. Si riportano dapprima i valori di conducibilità termica in forma grafica (Figura 3) per i tre provini.



**Figura 3. Rappresentazione grafica dei risultati: conducibilità termica dei provini in funzione della temperatura media di prova.**

## 5 Risultati

Il risultato scaturito dall'analisi sperimentale è stato verificato su prove ripetute e la realizzazione di ulteriori misurazioni sui materiali di taratura per confermare quanto precedentemente ottenuto. In Tabella 2 si riportano i valori caratteristici derivanti dalle prove sperimentali: temperatura media del campione, salto termico e flusso termico risultante.

Al termine delle prove sperimentali, sono state ripetute le misure sulla massa dei campioni per valutare eventuali variazioni dovute alla permanenza del campione in ambiente umido durante il test: sono state rilevate variazioni percentuali della massa trascurabili.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 6 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020

Provino	T <sub>media</sub>	ΔT	Flusso termico
n.	[°C]	[°C]	[W/m <sup>2</sup> ]
CMT0387Q	9,9	19,8	98,7
CMT0388Q	9,7	19,7	97,7
CMT0389Q	9,8	19,7	100,9

**Tabella 2. Valori caratteristici della sperimentazione.**

In particolare, per la T<sub>media</sub> si fa riferimento alla temperatura media del campione, alla quale viene effettuato il test. Per quanto attiene al ΔT si intende la differenza di temperatura tra le facce delle piastre superiore e inferiore del termoflussimetro in contatto con il campione e il flusso termico è la quantità di calore che attraversa il campione per unità di area, e, nel suo calcolo, si tiene conto della media del flusso termico rilevato rispettivamente dai trasduttori delle piastre superiore ed inferiore.

Dal grafico elaborato in Figura 3 è stato possibile pervenire al valore di conducibilità termica λ<sub>10,dry,mat</sub>, come riportato in Tabella 3.

Provino	Spessore [mm]	Resistenza Termica [m <sup>2</sup> K/W]	Conducibilità Termica [W/mK]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]
CMT0387Q	40,63	0,201	<b>0,202 ± 0,005</b>	991,5
CMT0388Q	40,87	0,202	<b>0,203 ± 0,005</b>	991,6
CMT0389Q	40,85	0,195	<b>0,209 ± 0,005</b>	992,6

**Tabella 3. Valori di conducibilità e resistenza termica ottenuti sperimentalmente.**

## 6 Conclusioni

Dalla sperimentazione eseguita, per l'intonaco termoisolante "CALEOSANA" si ottengono dei valori di conducibilità termica compresi tra **0,202 W/mK e 0,209 W/mK**.

## 7 Lista di distribuzione

<b>ENEA</b>	Archivio	1 copia
<b>CertiMaC</b>	Archivio	1 copia
<b>Committente</b>	Azichem S.r.L.	1 copia

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 7 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020

## APPENDICE A

Si riporta in Figura 4 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-d) forniti per lo stesso range di massa volumica.

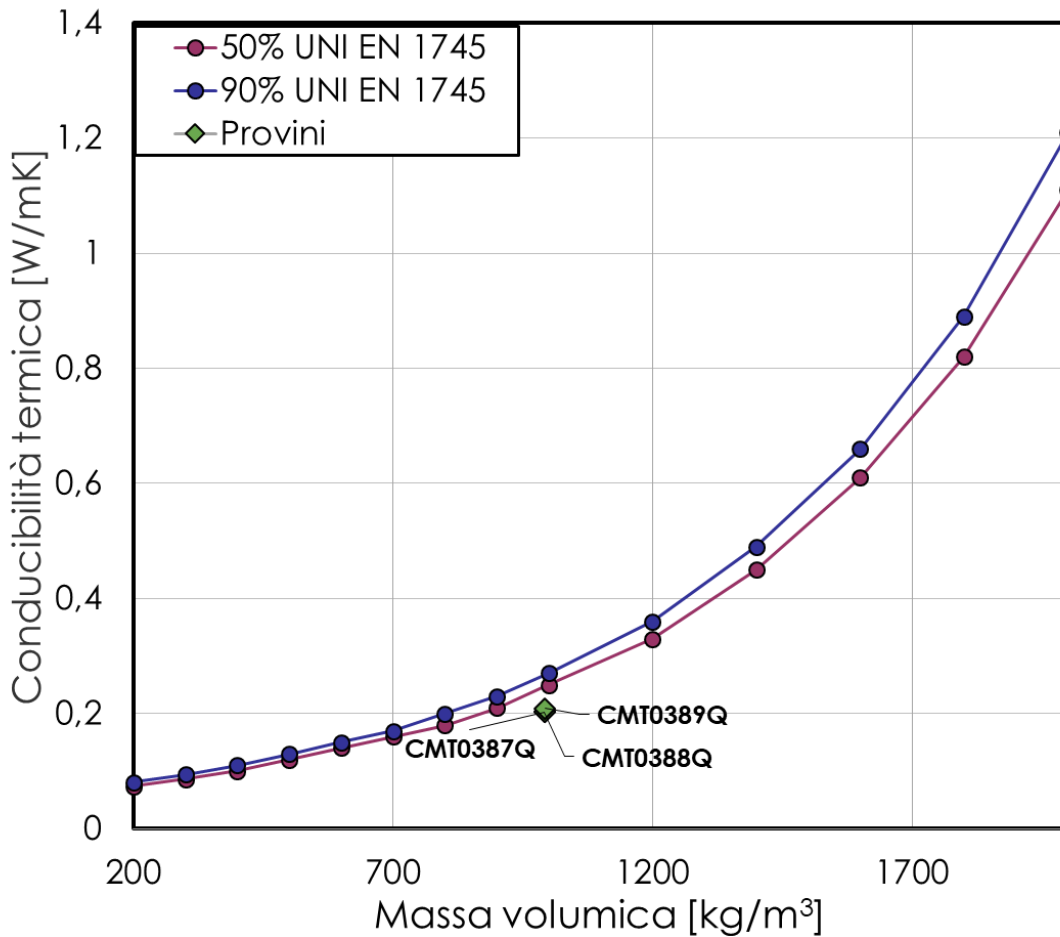


Figura 4. Rappresentazione grafica dei risultati: relazione  $\lambda_{10, dry mat}$ - massa volumica

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 8 di 8
	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Mattia Santandrea, PhD_	_ Ing. Luca Laghi_	SQM_064_2020