

**Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari
Università di Modena e Reggio Emilia**



Oggetto:	Misure di conducibilità termica – Report
Responsabile:	Alberto Muscio – Antonio Libbra
Committente:	Afon Casa
Denominazione Campione:	Campione 1
Documento di incarico:	Ordine del 16/12/2013 inviato da Giovanni Lanza
Note:	Report rev. 1
Data di emissione:	06/03/2014

Pag. 2/6	Committente:	Afon Casa
06/03/2014	Denominazione campione:	Campione 1

1. Attività svolte

Le attività svolte hanno avuto per obiettivo la caratterizzazione di campioni di intonaco, forniti dalla ditta Afon Casa Via Emilia Romagna 1, 56025 Pontedera Pisa, Italia.

Le analisi sperimentali si sono articolate nei seguenti punti:

- Misura mediante apparato a piastra calda con anello di guardia della conduttività termica.

2. Metodi di misura

La misura è stata condotta utilizzando un apparato a piastra calda con anello di guardia. L'apparato, schematizzato in Figg. 2.1-2.2, è conforme allo standard ASTM C-177 e assimilabili e richiede l'analisi simultanea di due campioni in lastra piana con dimensioni 300 mm x 300 mm.

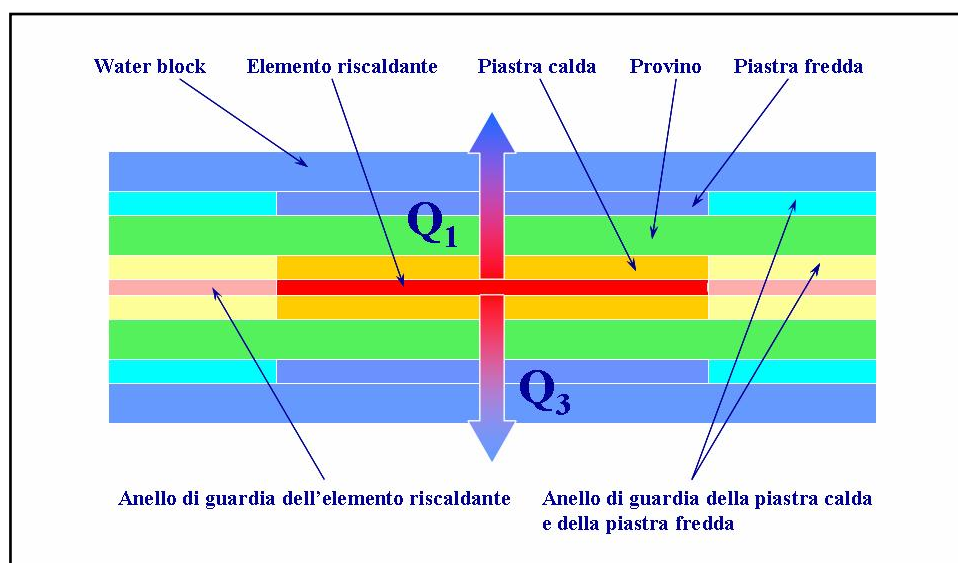


Figura 2.1. Apparato a piastra calda con anello di guardia (sezione).

Il procedimento di misura prevede l'applicazione di un flusso termico assegnato ad una delle superfici principali di ogni campione. In particolare, ad un sistema di elettro-resistenze planari (la piastra calda con anello di guardia) viene fornita una potenza elettrica P_e che è convertita interamente in potenza termica Q' per effetto Joule e quindi ceduta ai campioni, che sono posti in contatto con le elettro-resistenze; perché tutta la potenza termica sia effettivamente trasferita ai due campioni e la frazione dispersa nell'ambiente di prova sia trascurabile, il sistema di elettro-resistenze è interposto a sandwich tra i campioni stessi. Le superfici dei campioni contrapposte a quelle a contatto con il sistema di elettro-resistenze sono poi poste in contatto con due piastre fredde, la cui temperatura T_{pf} viene controllata e stabilizzata tramite un sistema di raffreddamento a liquido. Se i campioni sono identici, dalla simmetria del complesso consegue che tutta la potenza termica

Pag. 3/6	Committente:	Afon Casa
06/03/2014	Denominazione campione:	Campione 1

Q' fornita dalle elettro-resistenze, la cui temperatura sale fino ad un valore T_{pc} , li attraversa ripartendosi esattamente a metà e viene infine ceduta alle piastre fredde.

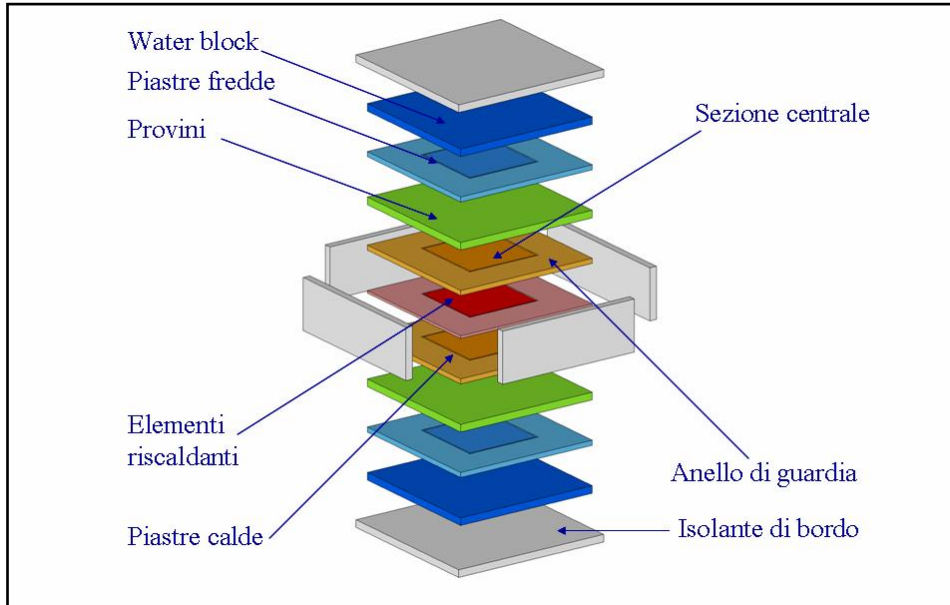


Figura 2.2. Apparato a piastra calda con anello di guardia (esploso).

Confrontando la potenza termica fornita Q' con il salto di temperatura $\Delta T_{cf} = T_{pc} - T_{pf}$ che si instaura tra le superfici principali dei campioni, coincidente con il salto di temperatura tra la piastra calda e le piastre fredde, si può ricavare la conduttività termica del materiale λ_m :

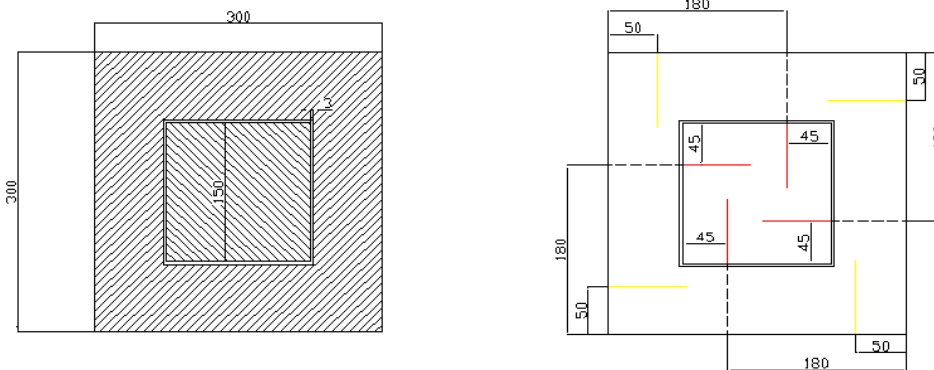


Figura 2.3. Piastra calda con anello di guardia.

$$\lambda_m = \frac{s}{A} \cdot \frac{Q'}{\Delta T_{cf}} \quad (2.1)$$

Pag. 4/6	Committente:	Afon Casa
06/03/2014	Denominazione campione:	Campione 1

In un apparato a piastra calda con anello di guardia, il sistema di elettro-resistenze scaldanti è in effetti costituito da due elettro-resistenze distinte (Fig. 2.3), una centrale (la piastra calda per l'appunto, a pianta quadrata con dimensioni 150 mm x 150 mm nell'apparato a disposizione) ed una perimetrale posta intorno alla prima (l'anello di guardia, una cornice quadrata con dimensioni esterne 300 mm x 300 mm nell'apparato a disposizione).

L'alimentazione elettrica delle due elettro-resistenze è indipendente, in modo da consentire ad un sistema di controllo retroazionato (via software) di portare l'anello di guardia esattamente alla temperatura della piastra calda. Si assicura così la perfetta monodimensionalità dei flussi termici in corrispondenza della piastra calda suddetta, in direzione normale ai campioni, e la conseguente assenza di flussi termici trasversali significativi nel piano dei campioni stessi, in corrispondenza del perimetro della piastra calda. L'area di riferimento A non è perciò tutta l'area di contatto tra piastre e campioni, ma soltanto l'area di contatto con la piastra calda centrale A_{pc} , mentre la potenza termica di riferimento, misurata mediante un wattmetro, è solo quella Q'_{pc} erogata dalla piastra calda.

$$\lambda_m = \frac{s}{A_{pc}} \cdot \frac{Q'_{pc}/2}{\Delta T_{cf}} \quad (2.2)$$

La potenza elettrica fornita alla piastra calda viene impostata ad un livello tale da ottenere nei campioni i valori desiderati del salto di temperatura e della temperatura media $T_m = (T_{pf} + T_{pc})/2$.

Le misure di temperatura sono effettuate mediante sensori di temperatura con prestazioni e numero conformi allo standard di riferimento, collegati ad un sistema multimetrico computerizzato.

Stante la natura particolare del materiale analizzato, gres porcellanato, reso disponibile dal Committente nella forma di piastrelle piane, smaltate su un lato e levigate sull'altro e dallo spessore approssimativo di 10 mm, i campioni per i test sono stati preparati in maniera differente rispetto alla procedura standard. Per raggiungere uno spessore sufficiente a garantire una adeguata differenza di temperatura tra piastre fredde e riscaldate si sono impilate 4 piastrelle a formare un unico campione, utilizzando una piccola quantità di acqua alle interfacce per ridurre la resistenza di contatto tra le piastrelle stesse.

Vista la natura porosa del gres porcellanato sul lato levigato, si deve ritenere che il valore misurato di conducibilità termica possa essere marginalmente superiore a quello effettivo a causa di possibili fenomeni di assorbimento del fluido utilizzato per ridurre la resistenza di contatto.

Pag. 5/6	Committente:	Afon Casa
06/03/2014	Denominazione campione:	Campione 1

3. Risultati

Tabella 3.1.

Informazioni identificative dei campioni e descrizione fisica dei materiali analizzati.

Campione	<i>Denominazione del materiale</i> <i>(Sintetica descrizione fisica)</i>
A	Campione 1 (-)
Nota: le informazioni riportate nella tabella sono state fornite dal Committente.	

Tabella 3.2. Misura della conduttività termica.

Prova [n.]	S [m]	T_{pc} [°C]	T_{pf} [°C]	ΔT [°C]	T_m [°C]	P_e [W]	λ_{m,T_m} [W/(m K)]
1	0.0038	17.0	2.5	14.5	9.7	10.81	0.060±0.005
2	0.0038	17.0	2.6	14.6	9.7	10.72	0.060±0.005
media							0.060±0.005

Pag. 6/6	Committente:	Afon Casa
06/03/2014	Denominazione campione:	Campione 1

Indice dei simboli

Simboli in caratteri latini

A	area attraversata dal flusso termico [m ²]
A_{pc}	area della piastra calda [m ²]
P_e	potenza elettrica fornita alla piastra calda [W]
Q'_{pc}	potenza termica alla piastra calda [W]
s	spessore del campione [m]
T	temperatura [°C]
T_m	$=(T_{pc}+T_{pf})/2$ temperatura media del campione [°C]
T_{pc}	Temperatura piastra calda [°C]
T_{pf}	temperatura piastre fredde [°C]

Simboli in caratteri greci e misti

ΔT	differenza di temperatura [°C]
ΔT_{cf}	$=(T_{pc}-T_{pf})$ salto di temperatura attraverso il provino [°C]
λ_m	conduttività termica (indicativa di riferimento) [W/(m·K)]