

CertiMaC
soc. cons. a r.l.
Via Granarolo, 62
48018 Faenza RA
Italia
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
€ 60.000
interamente versato

Sperimentazione eseguita

P.I. Germano Pederzoli



P.I. Federica Farina



Redatto

Dott. Marco Marsigli



Approvato

Ing. Martino Labanti



RAPPORTO DI PROVA

010301 - R - 1046

DETERMINAZIONE DELLA LUNGHEZZA, DELLA RESISTENZA ALLA FLESSIONE, DELL'IMPERMEABILITA' ALL'ACQUA, DELLA RESISTENZA AL GELO (NORME UNI EN 1024, 538, 539-1, 539-2) DEL PRODOTTO "TEGOLA IN COTTO FATTA A MANO" DELLA DITTA "FORNACE BERNASCONI LUIGI", STABILIMENTO DI CASTEL VISCARDO, LOCALITA' LE SODE (TR).

LUOGO E DATA DI EMISSIONE: Faenza, 02/05/2008

COMMITTENTE: **Fornace Bernasconi Luigi**

STABILIMENTO: Località Le Sode - 05014 Castel Viscardo (TR)

TIPO DI PRODOTTO: Tegola di Laterizio (Embrice)

NORMATIVE APPLICATE: UNI EN 538, UNI EN 539-1, UNI EN 539-2, UNI EN 1024, UNI EN 1304

DATA RICEVIMENTO CAMPIONI: 31/03/2008

DATA ESECUZIONE PROVE: Aprile 2008

PROVE ESEGUITE PRESSO: CertiMaC, Faenza

Revisione -	Il presente Rapporto di Prova è composto da n. 11 pagine		Pagina 1 di 11
Classificazione:	Prog. CNT	Ris. III	Arch. +5

1. Introduzione

Il presente rapporto descrive le prove di:

- *determinazione delle caratteristiche geometriche: lunghezza,*
- *resistenza alla flessione,*
- *impermeabilità all'acqua,*
- *resistenza al gelo,*

effettuate su una tipologia di prodotto selezionato ed inviato al laboratorio CertiMaC di Faenza dalla Ditta "Fornace Bernasconi Luigi", stabilimento di Castel Viscardo, località Le Sode (TR) (Rif. 2-a, 2-b).

Le prove sono state effettuate in accordo con le normative di Rif. 2-d, 2-e, 2-f, 2-g ed i rispettivi criteri di accettazione sono indicati nella norma di Rif. 2-c.

2. Riferimenti

- Preventivo: prot. 343/lab del 19/11/2007.
- Conferma d'ordine: e-mail del 19/03/2008.
- Norma UNI EN 1304. Tegole di laterizio e relativi accessori. Definizioni e specifiche di prodotto.
- Norma UNI EN 1024. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche.
- Norma UNI EN 538. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione.
- Norma UNI EN 539-1. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 1: Prova di impermeabilità. 5. Metodo di prova 1
- Norma UNI EN 539-2. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 2: Prova di resistenza al gelo. 7. Metodo di prova C.
- File di programma: PCENC-50-G2-8.
- File di acquisizione dati: PCENC-50-A5-50.
- Rapporto di taratura n. 001/08, rilasciato dal Centro SIT n. 28/M. Data di emissione: 19/02/2008, data di scadenza: 18/02/2009.
- Certificato di taratura n. 0706610 FSE, rilasciato dal Centro SIT N. 52. Data di emissione: 06/07/2007, data di scadenza: 06/07/2010.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 2 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

3. Oggetto delle prove

Le prove sono state eseguite sul seguente prodotto in laterizio per coperture:

- *Tegola in Cotto fatta a Mano.*

I provini testati sono stati selezionati all'interno di una campionatura inviata dalla Ditta "Fornace Bernasconi Luigi" (d.d.t. n. 46 del 27/03/2008). In Figura 1 viene riportata la fotografia di un provino tal quale rappresentativo del prodotto testato.

4. Determinazione delle caratteristiche geometriche: lunghezza

La prova è stata eseguita utilizzando un calibro centesimale (matricola: 9106, costruttore: Mitutoyo. Rif. 2-j).

Sono stati sottoposti a prova 10 provini interi. La metodologia di prova, basata sulla misura di ciascun provino in senso longitudinale in corrispondenza della mezzeria, è in accordo con quanto prescritto dalla norma di Rif. 2-d.

La lunghezza viene valutata in base allo scostamento del valore medio misurato dal valore nominale dichiarato dal produttore.

4.1 Risultati

I risultati della prova sono riportati in tabella 1.

Tabella 1. Lunghezza: valore nominale, valori individuali misurati, valore medio, scostamenti individuali dal valore nominale e scostamento medio dal valore nominale.

Provino	Lunghezza: valore nominale (mm)	Lunghezza: valori misurati (mm)	Lunghezza: valore medio (mm)	Scostamento dal valore nominale (%)	Scostamento medio dal valore nominale (%)
1	375.0	373.8	374.4	- 0.3	- 0.1
2		374.4		- 0.2	
3		373.4		- 0.4	
4		375.9		0.2	
5		374.0		- 0.3	
6		374.9		0.0	
7		374.2		- 0.2	
8		373.6		- 0.4	
9		375.6		0.2	
10		375.9		0.2	

4.2 Analisi dei risultati

I dati mostrano uno scostamento medio dal valore nominale (- 0.1%) che rientra nei limiti di accettazione ($L \leq \pm 2\%$) previsti dalla norma di Rif. 2-c.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 3 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

5. Determinazione della resistenza alla flessione

Sono stati sottoposti a prova 10 provini interi.

Le misure del carico di rottura sono state determinate con una Macchina universale per prove di flessione, la cui Cella di Carico ha le seguenti caratteristiche: matricola: 273305/05; costruttore: MTS; campo di misura: 20 kN (Rif. 2-k).

La prova consiste nel verificare la capacità del campione, appoggiato con la parte concava rivolta verso il basso, di resistere ad un carico lineare applicato tramite una barra posta a diretto contatto con la generatrice superiore (asse maggiore) del provino stesso (Rif. 2-e).

5.1 Risultati

I risultati della prova sono riportati in tabella 2.

Tabella 2. Carico di rottura: valori individuali, valore minimo, valore medio e deviazione standard.

Provino	Carico di rottura: valori individuali (kN)	Carico di rottura: valore minimo (kN)	Carico di rottura: valore medio (kN)	Carico di rottura: deviazione standard (kN)
1	1.27	1.17	1.44	0.28
2	1.62			
3	1.55			
4	1.27			
5	1.24			
6	1.27			
7	1.17			
8	1.82			
9	1.22			
10	1.94			

5.2 Analisi dei risultati

Il valore minimo di carico di rottura (1.17 kN) rispetta i limiti di accettazione previsti dalla norma di Rif. 2-c (carico di rottura minimo ≥ 1.00 kN).

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 4 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

6. Determinazione della impermeabilità all'acqua

Sono stati testati 10 provini circolari di diametro 50 mm, ricavati per taglio da altrettanti campioni interi.

La metodologia di prova ricalca fedelmente quanto prescritto dalla normativa di Rif. 2-f e consiste nella misura della quantità di acqua che, in 48 ore, attraversa un provino di diametro 50 mm totalmente immerso sotto un battente idrostatico di 100 mm.

I risultati consentono il calcolo del fattore di impermeabilità IF del prodotto:

$$IF = \frac{V}{2A}$$

ove:

IF = fattore di impermeabilità del prodotto (cm³ cm⁻² g⁻¹).

V = volume d'acqua che, in 48 ore, attraversa il provino (cm³).

A = superficie proiettata del provino (cm²).

2 = numero di giorni di durata della prova.

6.1 Risultati

I risultati della prova sono riportati in tabella 3.

Tabella 3. Fattore di impermeabilità IF: valori individuali, valore medio, valore massimo e deviazione standard.

Provino	Fattore di impermeabilità IF: valori individuali (cm ³ cm ⁻² g ⁻¹)	Fattore di impermeabilità IF: valore medio (cm ³ cm ⁻² g ⁻¹)	Fattore di impermeabilità IF: valore massimo (cm ³ cm ⁻² g ⁻¹)	Fattore di impermeabilità IF: deviazione standard (cm ³ cm ⁻² g ⁻¹)
1	0.50	0.48	0.52	0.03
2	0.44			
3	0.48			
4	0.48			
5	0.47			
6	0.52			
7	0.51			
8	0.52			
9	0.45			
10	0.46			

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 5 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

6.2 Analisi dei risultati

Il valore medio (0.48) ed il valore massimo (0.52) del fattore di impermeabilità IF rientrano nei limiti che la normativa di Rif. 2-c impone per prodotti di **Categoria 1** (impermeabilità di ogni singolo provino $\leq 0.60 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ gg}^{-1}$ ed impermeabilità media $\leq 0.50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$).

7. Determinazione della resistenza al gelo

La norma di Rif. 2-g descrive 5 differenti metodi di prova per determinare la resistenza al gelo dei prodotti in laterizio per coperture, 4 dei quali da applicare in funzione delle diverse zone geografiche di utilizzo del prodotto stesso.

Il metodo C, oggetto del presente rapporto di prova, è vincolante per prodotti utilizzati in Italia, Francia, Grecia, Portogallo, Spagna. Sono stati sottoposti a prova 10 provini interi. Le principali fasi della prova sono di seguito riportate.

- *Impregnazione con acqua sotto vuoto*

I provini sono stati innanzitutto esaminati visivamente, allo scopo di evidenziare eventuali difetti superficiali di aspetto pregressi e non attribuibili all'esecuzione dei cicli di gelo-disgelo.

I provini sono poi stati essiccati in stufa a 110°C per 48 ore; in seguito si è proceduto alla loro imbibizione con acqua in condizioni di vuoto parziale, così come previsto dalla normativa: i pezzi sono stati posizionati verticalmente in un contenitore a tenuta d'aria ove, successivamente, è stato fatto il vuoto, con pressione assoluta di $6.13 \times 10^4 \text{ Pa} \pm 0.13 \times 10^4 \text{ Pa}$, mantenendolo per 60 minuti. In seguito, in circa 30 minuti è stata immessa acqua nel recipiente contenente i prodotti fino a coprirli completamente con circa 50 mm d'acqua, sempre mantenendo la stessa pressione.

Queste condizioni sono state mantenute per ulteriori 30 minuti, quindi è stata ristabilita la pressione atmosferica; alla fine di queste operazioni, della durata complessiva di circa 2 ore a partire da quando è iniziata la depressione, i provini sono stati posizionati nella cella climatica e si è proceduto all'esecuzione dei cicli di gelo-disgelo.

- *Cicli di gelo-disgelo*

Questa fase della prova è stata effettuata utilizzando l'impianto automatico computerizzato Votsch in dotazione al laboratorio CertiMaC, in particolare la camera climatica e l'impianto di condizionamento dell'acqua di allagamento richiamata dal ciclo di prova. In un provino di riferimento è stato praticato, indicativamente al centro di un bordo ed a metà dello spessore, un foro di circa 6 mm di diametro e di profondità di circa 50 mm; qui è stata inserita e sigillata una termoresistenza (Pt100 1), allo scopo di controllare la reale temperatura raggiunta dal campione durante l'effettuazione della prova. Altre due termoresistenze (Pt100 3, Pt 100 4) sono state poste a fianco dei campioni di prova, in maniera da registrare, istante per istante, l'andamento della temperatura (dell'acqua o dell'aria, in funzione del momento del ciclo in cui ci si trova) all'interno della cella climatica (Figura 2).

I cicli di gelo-disgelo sono stati effettuati automaticamente mediante un opportuno programma (Rif. 2-h) messo a punto con prove preliminari condotte su laterizi di analoghe caratteristiche.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 6 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

Il ciclo idrico e termico applicato è costituito da:

- allagamento con acqua a temperatura controllata di $12 \pm 3^{\circ}\text{C}$ fino alla immersione completa dei provini;
- raffreddamento dell'acqua fino a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ in circa 50 minuti;
- drenaggio dell'acqua e prosecuzione del processo di congelamento in aria fino al raggiungimento, al centro del provino di riferimento, di una temperatura di $-15 \pm 5^{\circ}\text{C}$, in un tempo di circa 100 minuti;
- mantenimento a -15°C per circa 15 minuti;
- riallagamento, con acqua a temperatura controllata di $12 \pm 3^{\circ}\text{C}$, fino alla completa immersione dei pezzi. Questa fase, della durata di circa 15 minuti, è necessaria per portare nuovamente le tegole alla temperatura di $12 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

L'intero ciclo, della durata di circa 3 ore, è stato eseguito automaticamente per 50 volte.

Durante l'esecuzione dei cicli di gelo-disgelo sono stati acquisiti sia i parametri di controllo della camera (livello e temperatura dell'acqua, temperatura dell'aria, ecc.) che le temperature reali raggiunte dalle tegole, misurate dalle termoresistenze (Rif. 2-i).

Al termine del ciclo n. 50 i pezzi sono stati asciugati a temperatura ambiente per 24 ore quindi in stufa, a 110°C , per altre 24 ore. I provini sono poi stati pesati e, per ciascuno di essi, è stata determinata la perdita percentuale di massa ΔM dovuta al possibile deterioramento (tabella 4) secondo la formula:

$$\Delta M = 100 \times (M - M') / M$$

dove:

ΔM = perdita di massa percentuale del provino dopo l'esecuzione dei 50 cicli di gelo-disgelo (%).

M = massa secca iniziale, prima dell'esecuzione dei cicli di gelo-disgelo (g).

M' = massa secca finale, dopo l'esecuzione dei 50 cicli di gelo- disgelo (g).

In seguito, su di essi è stata eseguita la prova visiva di aspetto.

7.1 Risultati

La procedura di prova utilizzata rispetta i requisiti della norma di Rif. 2-g; in particolare i cicli termici applicati, misurati all'interno del provino di riferimento, rientrano nella banda di tolleranza imposta dalla norma.

Dalla curva della temperatura rilevata dalla termoresistenza Pt100 1 si rileva chiaramente la trasformazione di fase dell'acqua, con formazione di ghiaccio, a 0°C (Figura 2).

I risultati riscontrati al termine dei 50 cicli di gelo-disgelo previsti dalla norma di Rif. 2-g sono riportati in tabella 4.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 7 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

Tabella 4. Resistenza al gelo: perdita di massa ΔM e difetti riscontrati sui singoli provini dopo l'effettuazione di 50 cicli di gelo-disgelo.

Provino	Perdita di massa ΔM [%]	Difetti dopo 50 cicli di gelo/disgelo
1	0.15	-----
2	0.14	-----
3	0.04	-----
4	0.04	-----
5	0.06	-----
6	0.08	-----
7	0.08	-----
8	0.06	-----
9	0.08	-----
10	0.04	-----

7.2 Analisi dei risultati

L'analisi visiva di aspetto eseguita sui campioni di prova al termine dei 50 cicli di gelo/disgelo previsti non ha evidenziato la presenza di difetti legati a deterioramenti; non sono state inoltre riscontrate perdite di massa significative (0.15% come dato massimo).

In base a tali considerazioni il prodotto "*Tegola in Cotto fatta a Mano*" risulta conforme a quanto richiesto dalla norma di Rif. 2-g (perdita di massa $\leq 1\%$ ed assenza di difetti strutturali e di aspetto su ciascun provino).

8. Conclusioni generali

Il prodotto "*Tegola in Cotto fatta a Mano*" della Ditta "Fornace Bernasconi Luigi" è stato sottoposto alle prove descritte nell'introduzione ed eseguite secondo le metodologie riportate nelle norme di Rif. 2-d, 2-e, 2-f, 2-g.

I risultati delle prove eseguite rientrano nei limiti di accettazione previsti dalla normativa di Rif. 2-c.

Nella seguente tabella viene presentato un quadro riassuntivo dei risultati ottenuti.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 8 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

Prova	N. provini	Risultati	Limiti di accettazione
Resistenza alla flessione Carico di rottura minimo Carico di rottura medio Carico di rottura massimo Deviazione standard	10	1.17 kN 1.44 kN 1.94 kN 0.28 kN	≥ 1.00 kN
Impermeabilità all'acqua, metodo 1 Impermeabilità massima Impermeabilità media Categoria di impermeabilità	10	0.52 cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹ 0.48 cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹ 1	<u>Categoria 1</u> $IF \leq 0.60$ cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹ $\bar{IF} \leq 0.50$ cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹ <u>Categoria 2</u> $IF \leq 0.90$ cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹ $\bar{IF} \leq 0.80$ cm ³ cm ⁻² gg ⁻¹
Resistenza al gelo, metodo C Prova d'aspetto Perdita di peso massima	10	conforme 0.15 %	conforme/non conforme $\Delta M \leq 1.0$ %
Lunghezza Scostamento medio Scostamento minimo Scostamento massimo	10	- 0.1 % 0.0 % - 0.4 %	$L \leq \pm 2.0$ %

9. Lista di distribuzione

ENEA	M. Labanti	1 copia
CertiMaC	Archivio	1 copia
Committente	L. Bernasconi, Fornace Bernasconi Luigi	1 copia

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 9 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

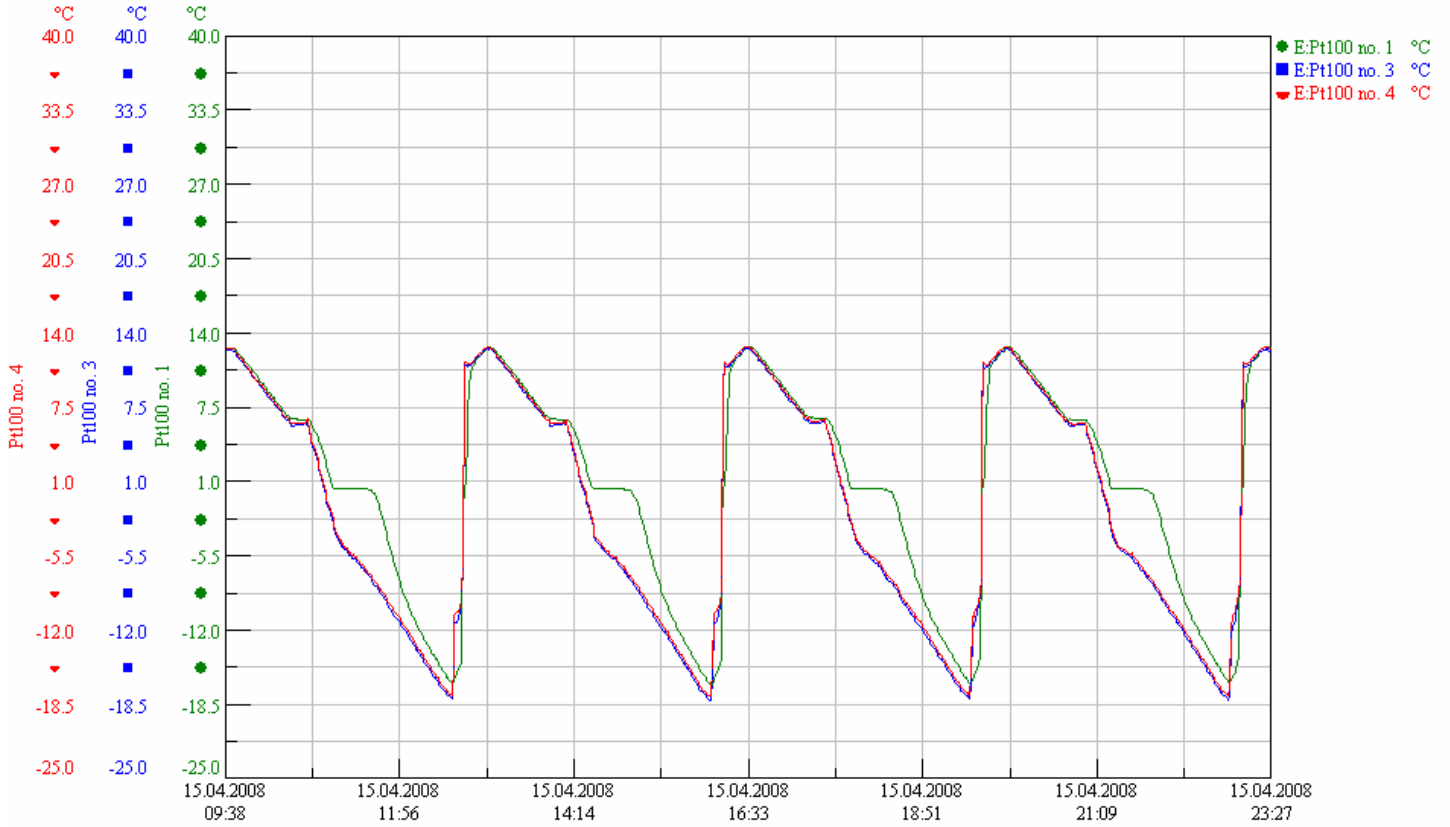


Figura 1. Riproduzione fotografica di un provino tal quale del prodotto “*Tegola in Cotto fatta a Mano*”.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 10 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046

PCENC-50-A5-50

Camera [no2] prog.:PCENC-50-G2-8 arch.:PCENC-50-A5-50 avvia:Camera 14.4.2008 15:48 interr.:superuser 16.4.2008 4:21



Legenda:

Pt100 1 = Temperature registrate dalla termoresistenza posta all'interno di un provino.
Pt100 3, Pt100 4 = Temperature registrate, all'interno della cella climatica, dalle termoresistenze esterne ai provini.

Figura 2. Dettaglio di 4 cicli di gelo/disgelo effettuati durante la prova.

Sperimentazione eseguita	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 11 di 11
P.I. Federica Farina	P.I. Germano Pederzoli	Dott. Marco Marsigli	Ing. Martino Labanti	010301 - R - 1046