



## 1 Introduzione

Il presente rapporto descrive le prove di:

- *determinazione della resistenza al gelo e al disgelo,*
- *determinazione della resistenza a flessione dopo gelo e disgelo,*

effettuate su una tipologia di prodotto selezionato ed inviato al laboratorio CertiMaC di Faenza dal Committente (Rif. 2-a, 2-b).

Le prove sono state eseguite facendo riferimento alle norme di Rif. 2-c, 2-d, che definiscono la metodologia per la valutazione degli effetti dei cicli di gelo/disgelo sui prodotti lapidei agglomerati.

Il prodotto è stato classificato "lapideo agglomerato" sulla base della definizione riportata nella norma di Rif. 2-f che, testualmente, indica come lapideo agglomerato un "Prodotto industriale fabbricato da una miscela di aggregati di varia dimensione e natura (generalmente derivati da pietra naturale), talvolta miscelati con altri materiali, aggiunte e leganti compatibili. Il legante potrebbe essere resina, cemento idraulico o una miscela di entrambi (in varie percentuali). Gli aggregati consistono di pietra naturale e/o riciclata e/o aggiunte diverse, come ceramica, vetro, specchi frantumati. Essi sono legati mediante resina e filler o cemento e acqua o una miscela di entrambi. Il processo produttivo è irreversibile".

In funzione della destinazione d'uso del prodotto si è deciso di seguire la norma armonizzata di Rif. 2-e, che specifica requisiti e metodi di prova applicabili a prodotti lapidei agglomerati per rivestimento, destinati all'impiego come finiture di pareti interne ed esterne, fissati meccanicamente o con adesivo o malta.

## 2 Riferimenti

- Preventivo: prot. 21238/lab del 26/04/2021.
- Conferma: e-mail del 26/04/2021.
- Norma UNI EN 14617-5:2012 Lapedei agglomerati - Metodi di prova - Parte 5: Determinazione della resistenza al gelo e al disgelo.
- Norma UNI EN 14617-2:2016. Lapedei agglomerati - Metodi di prova - Parte 2: Determinazione della resistenza a flessione (curvatura).
- Norma UNI EN 15286:2013. Lapedei agglomerati - Lastre e marmette per finiture di pareti (interne ed esterne).
- Norma UNI EN 14618:2009. Lapedei agglomerati - Terminologia e classificazione.
- Rapporto di prova CertiMaC n. SQM\_404\_2021 del 10/06/2021. Determinazione della resistenza a flessione (UNI EN 14617-2) di una tipologia di prodotto in marmoresina denominato "Coprimumo in Marmoresina" della ditta "Coprimumo S.r.L.", Coriano (Rimini).

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 2 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |

### 3 Oggetto della prova

La prova è stata eseguita su una tipologia di prodotto denominato:

- *Coprimuro in Marmoresina.*

I provini testati sono stati inviati dal Committente in data 06/05/2021. In Figura 1 viene riportata la fotografia del materiale così come consegnato dal Committente.



Figura 1. Provini del prodotto “Coprimuro in Marmoresina” così come fatti pervenire dal Committente (di dimensioni pari a 200 x 50 x 14 mm).

### 4 Determinazione della resistenza al gelo e al disgelo

Sono stati sottoposti a prova 6 provini di dimensioni indicative 200 mm (lunghezza) x 50 mm (larghezza) x 14 mm (spessore), consegnati dal Committente (Figura 1), previamente essiccati in stufa a 40°C per almeno 24 ore e poi completamente immersi in acqua a 20°C fino al raggiungimento di massa costante.

Al termine di tale periodo periodo è stato dato inizio al test vero e proprio di determinazione della resistenza al gelo e al disgelo.

La prova consiste nel sottoporre i campioni saturati con acqua a cicli di gelo/disgelo con temperature estreme di (20° ± 5°C) e (- 20°C ± 5°C).

Al termine di 25 cicli di gelo/disgelo si registrano i difetti visibili e si determina l'eventuale deperimento delle caratteristiche meccaniche dei provini mediante la determinazione della loro resistenza a flessione.

La prova è stata eseguita nel pieno rispetto della norma di Rif. 2-**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** secondo le seguenti fasi:

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 3 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |

- Posizionamento dei provini all'interno della macchina geliva, in modo che tutti i lati siano esposti in modo uniforme alle temperature di prova.
- Effettuazione di 25 cicli di gelo/disgelo, della durata di oltre 6 ore ciascuno, secondo le seguenti modalità:
  - abbassamento, in aria, della temperatura fino a  $-20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e mantenimento di tale temperatura per 4 ore.
  - Immersione completa dei provini in acqua mantenuta alla temperatura di  $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  per un tempo di 2 ore e successivo drenaggio dell'acqua.

Al termine dei 25 cicli i provini devono essere ispezionati visivamente, per controllare la eventuale presenza di alterazioni superficiali quali fessurazioni, scagliature, rigonfiamenti, delaminazioni, formazione di bolle o altri difetti di superficie.

#### 4.1 Risultati

Al termine dei 25 cicli di gelo/disgelo i 6 campioni testati sono risultati perfettamente integri ed esenti da difetti visibili (Tabella ).

| Provino | Difetti di aspetto al termine dei 25 cicli di gelo-disgelo |
|---------|--|
| 1       | -----  |
| 2       | -----  |
| 3       | -----  |
| 4       | -----  |
| 5       | -----  |
| 6       | -----  |

**Tabella 1. Difetti di aspetto riscontrati sui 6 provini del prodotto "Coprimuro in Marmoresina" al termine dei 25 cicli di gelo-disgelo.**

## 5 Determinazione della resistenza a flessione dopo gelo e disgelo

Al fine di verificare il mantenimento delle prestazioni meccaniche a seguito dell'effettuazione dei 25 cicli di gelo/disgelo, i 6 campioni reduci dai cicli sono stati essiccati in stufa a  $40^{\circ}\text{C}$  fino al raggiungimento di massa costante e poi mantenuti alcune ore in ambiente di laboratorio, dopodiché sono stati sottoposti alla prova di resistenza a flessione in conformità a quanto indicato nella norma di Rif. 2-**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nel documento di Rif. 2-g.

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 4 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |



Figura 2. Campione del prodotto “Coprimumo in Marmoresina” durante la prova di resistenza a flessione post cicli di gelo e disgelo.

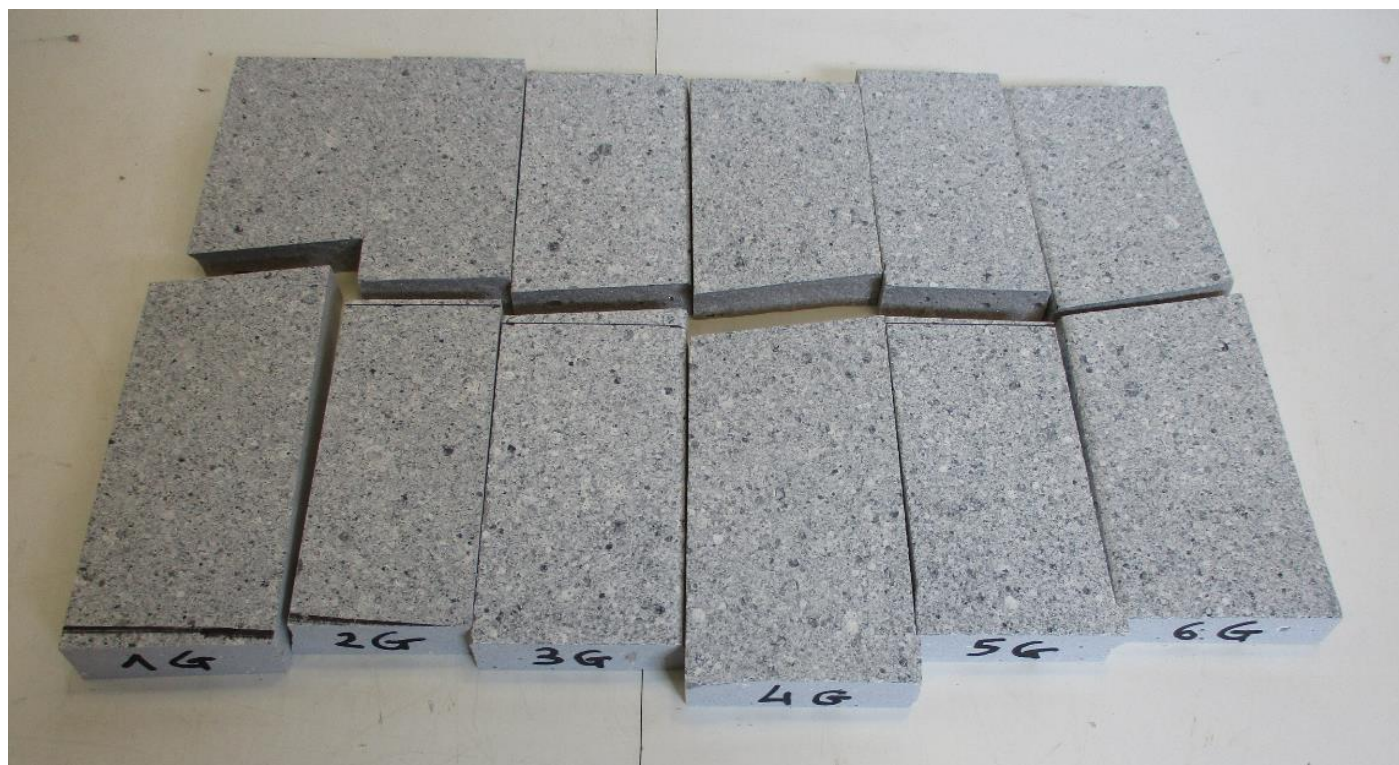


Figura 3. Campioni del prodotto “Coprimumo in Marmoresina” al termine della prova di determinazione della resistenza a flessione post cicli di gelo e disgelo.

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 5 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |

## 5.1 Risultati

In tabella 2 vengono riportati i risultati di prova (Figura 2, Figura 3), espressi come:

$F$  = Carico di Rottura (N).

$R_{ff}$  = Resistenza a Flessione (MPa) =  $3 F l / 2 b h^2$ .

ove:

$l$  = distanza tra i rulli di supporto = 180 mm.

$b$  = larghezza del provino.

$h$  = spessore minimo del provino (mm), misurato dopo la prova lungo il bordo di rottura.

| Provino   | Larghezza $b$<br>dei provini (mm) | Spessore $h$<br>dei provini (mm) | Carico di Rottura<br>$F$ (N) | Resistenza a Flessione<br>$R_{ff}$ (MPa) |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--|
| 1         | 49,46                             | 16,76                            | 1421                         | <b>27,6</b>                              |
| 2         | 43,50                             | 15,91                            | 959                          | <b>23,5</b>                              |
| 3         | 52,91                             | 14,00                            | 1002                         | <b>26,1</b>                              |
| 4         | 56,51                             | 14,99                            | 1354                         | <b>28,8</b>                              |
| 5         | 50,20                             | 14,83                            | 1149                         | <b>28,1</b>                              |
| 6         | 57,84                             | 14,31                            | 1063                         | <b>24,2</b>                              |
| Dati medi | $51,74 \pm 5,23$                  | $15,13 \pm 1,03$                 | $1158 \pm 190$               | <b><math>26,4 \pm 2,2</math></b>         |

**Tabella 2. Larghezza e Spessore, Carico di rottura, Resistenza a flessione  $R_{ff}$  dei provini del prodotto "Coprimuro in Marmoresina" precedentemente sottoposti ai 25 cicli di gelo e disgelo.**

## 5.2 Analisi dei risultati

Dalla sperimentazione fatta si dichiara che, al termine dei 25 cicli di gelo/disgelo, il valore medio della Resistenza a Flessione  $R_{ff}$  del prodotto "Coprimuro in Marmoresina" (Lapideo agglomerato per finiture di pareti)" risulta pari a **26,4 MPa**.

La norma di Rif. 2-c prescrive che il Produttore dichiari il valore percentuale  $K_{M_{25}}$  del rapporto tra il dato medio di resistenza a flessione di provini precedentemente sottoposti a 25 cicli di gelo/disgelo ed il dato medio di resistenza a flessione di provini essiccati tal quali.

Nel presente caso, essendo il valore medio di resistenza a flessione di provini essiccati tal quali pari a 27,8 MPa (Rif. 2-g), il valore di  $K_{M_{25}}$  risulta pari al **95%**.

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 6 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |

## 6 Lista di distribuzione

|                    |                  |         |
|--------------------|------------------|---------|
| <b>ENEA</b>        | Archivio         | 1 copia |
| <b>CertiMaC</b>    | Archivio         | 1 copia |
| <b>Committente</b> | Coprimuro S.r.l. | 1 copia |

|         |                     |                          |                   |               |
|---------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| Rev. -- | Esecuzione          | Redazione                | Approvazione      | Pagina 7 di 7 |
|         | _P.I. Marco Chiari_ | _Ing. Mattia Santandrea_ | _Ing. Luca Laghi_ | SQM_405_2021  |