

AUTORIZZATO dal Ministero dei Lavori Pubblici (per prove secondo L 1086/71 DM 52655 del 24/11/2004)
RICONOSCIUTO dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (art. 4 - Legge 297/99)
QUALIFICATO da ITALFERR -CEPAV UNO AV MI-BO

VALUTAZIONE DELLA EFFICACIA DEL PENETRON STANDARD IN CALCESTRUZZI POROSI O FESSURATI

Ing. Silvia Collepari



VALUTAZIONE DELLA EFFICACIA DEL PENETRON STANDARD IN CALCESTRUZZI POROSI O FESSURATI

Ing. Silvia Collepari

1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA SPERIMENTAZIONE

Obiettivo della campagna di prove è stata la valutazione dell'efficacia dell' additivo Penetron nel miglioramento dell'impermeabilità dei calcestruzzi porosi o nella sigillatura delle soluzioni di continuità in calcestruzzi fessurati.

La sperimentazione è stata suddivisa in due serie di prove di seguito denominate A,B

A) Influenza del trattamento Penetron sulla superficie di strutture in calcestruzzo fessurato a ridotta porosità.

B) Influenza del trattamento Penetron sulla superficie di strutture in calcestruzzo integro ma poroso.

2. MATERIE PRIME UTILIZZATE, MISCELE CONFEZIONATE E MISURE ESEGUITE

Durante la sperimentazione condotta sono state impiegate le seguenti materie prime:

- CEM IV/A 42.5N Duracem (serie prove A)
- CEM II/A-LL 32,5R Barbetti (serie prove B)
- Superfluidificante Acrilico Primium RM10 della General Admixtures;
- Aggregati naturali cave Canzian e Mosole: sabbia Mosole 0/5, sabbia Canzian 0/4, Ghiaino Canzian 4/10, Ghiaia Canzian 4/16 caratterizzati come riportato in **Tabella 1** e **Figura 1**.

Con suddette materie prime sono state condotte le seguenti prove

A) Influenza del trattamento Penetron sulla superficie di strutture in calcestruzzo fessurato a ridotta porosità

Le prove sono state realizzate su provini 10x10x10cm di calcestruzzo con rapporto $a/c \leq 0,55$ così preparati:

- maturazione 5gg a 20°C e UR 95%;
- fessurazione mediante procedura di rottura a trazione indiretta alla brasiliana ed inglobamento in un provino 15x15x15 cm con betoncino premiscelato ad alte prestazioni;
- maturazione 5gg a 20°C e UR 95%;
- rettifica e sigillatura con uno slurry Penetron/acqua = 0.45 applicato prima lungo la fessura e quindi in misura di 1kg/mq su tutta le superficie esposta alla penetrazione di acqua;
- maturazione a 20°C e UR 95% per 2gg e quindi in acqua a 20°C fino a 60gg.

Le fasi di questa preparazione sono documentate nelle figure raccolte in **Allegato 1**.

Al termine dei 60gg sia i provini fessurati e sigillati con Penetron sia quelli di riferimento confezionati con lo stesso calcestruzzo non fessurato sono stati sottoposti alla misura della impermeabilità all'acqua secondo norma UNI EN 12390-8 (3gg a 5 atm).

I risultati di queste prove sono riportati in **Tabella 2**.

Il trattamento superficiale con Penetron su provino fessurato ha completamente ripristinato le condizioni di impermeabilità, migliorando addirittura le prestazioni rispetto al calcestruzzo integro non trattato.

B) Influenza del trattamento Penetron sulla superficie di strutture in calcestruzzo integro ma poroso

Per l'esecuzione di queste prove sono stati utilizzati nove provini 15x15x15cm di calcestruzzo poroso (rapporto a/c di 0,65) stagionati in acqua a 20°C e UR 95% per 28gg.

Trascorsi 7 giorni dal getto 6 provini sono stati sottoposti a trattamento superficiale con Penetron, stagionati 2gg in camera 20°C e UR 95% e quindi rimessi in acqua fino a 28gg. Dopo una stagionatura umida di 28 giorni 3 provini trattati e tre non trattati sono stati sottoposti alla prova di penetrazione di acqua in pressione per verificare se un calcestruzzo poroso (e quindi permeabile all'acqua ancorché privo di fessure) può diventare impermeabile dopo il trattamento con Penetron. In aggiunta a questo confronto i rimanenti 3 provini trattati con Penetron sono stati sottoposti ad una prova di penetrazione in contropinta per 20gg per valutare l'eventuale insorgere di effetti di sbollatura dovuti alla pressione dell'acqua.

I risultati di queste prove sono riportati in **Tabella 3**.

Il trattamento superficiale con Penetron su provino integro $a/c = 0.65$ ha dimezzato la penetrazione d'acqua rispetto al provino non trattato. La prova di permeabilità in contropinta non ha dato luogo a sbollatura del rivestimento superficiale.

3. CONCLUSIONI

La sperimentazione condotta ha evidenziato l'efficacia dell'applicazione superficiale con slurry di Penetron nell'effetto di sigillatura o di incremento della impermeabilità rispetto calcestruzzi di riferimento non trattati.

Enco Srl
Ing. Silvia Colleparidi

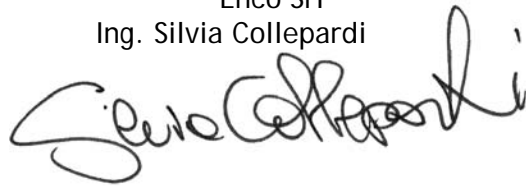


Tabella 1: Analisi granulometriche, massa volumica ed assorbimento degli aggregati

| INERTE: | Ghiaia Canzian | | Ghiaino Canzian | | Sabbia Canzian | | Sabbia Mosole | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Natura | naturale | | naturale | | naturale | | Frantumata | | | |
| Vaglio UNI apertura maglie (mm) | Tratt. cumulat. gr | trattenuto cumulat. % | Tratt. cumulat. gr | trattenuto cumulat. % | Tratt. cumulat. gr | trattenuto cumulat. % | Tratt. cumulat. gr | trattenuto cumulat. % | Tratt. cumulat. gr | trattenuto cumulat. % |
| 40 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 31.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 16 | 88.5 | 9.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 14 | 234.5 | 24.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 12.5 | 380.5 | 39.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 10 | 636.6 | 66.3 | 283.4 | 23.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 8 | 768.4 | 80.0 | 796.3 | 66.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 6.3 | 859.2 | 89.5 | 1087.4 | 90.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 4 | 940.5 | 98.0 | 1198.8 | 100.0 | 20.4 | 3.0 | 93.7 | 10.3 | | |
| 2 | 958.8 | 99.9 | 1199.3 | 100.0 | 190.1 | 28.3 | 338.1 | 37.3 | | |
| 1 | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 318.6 | 47.4 | 535.3 | 59.0 | | |
| 0.5 | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 413.4 | 61.4 | 675.1 | 74.4 | | |
| 0.25 | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 554.4 | 82.4 | 790.2 | 87.1 | | |
| 0.125 | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 652.2 | 96.9 | 855.1 | 94.3 | | |
| 0.063 | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 666.7 | 99.1 | 892.0 | 98.3 | | |
| resto | 960.1 | 100.0 | 1199.3 | 100.0 | 672.8 | 100.0 | 907.2 | 100.0 | | |
| MODULO DI FINEZZA | 6.87 | | 6.66 | | 3.19 | | 3.62 | | | |
| MASSA VOL. (Kg/m³) | 2730 | | 2720 | | 2665 | | 2698 | | | |
| ASSORBIM. (%) | 0.94 | | 0.85 | | 1.67 | | 1.07 | | | |

Figura 1: Distribuzione granulometrica degli aggregati

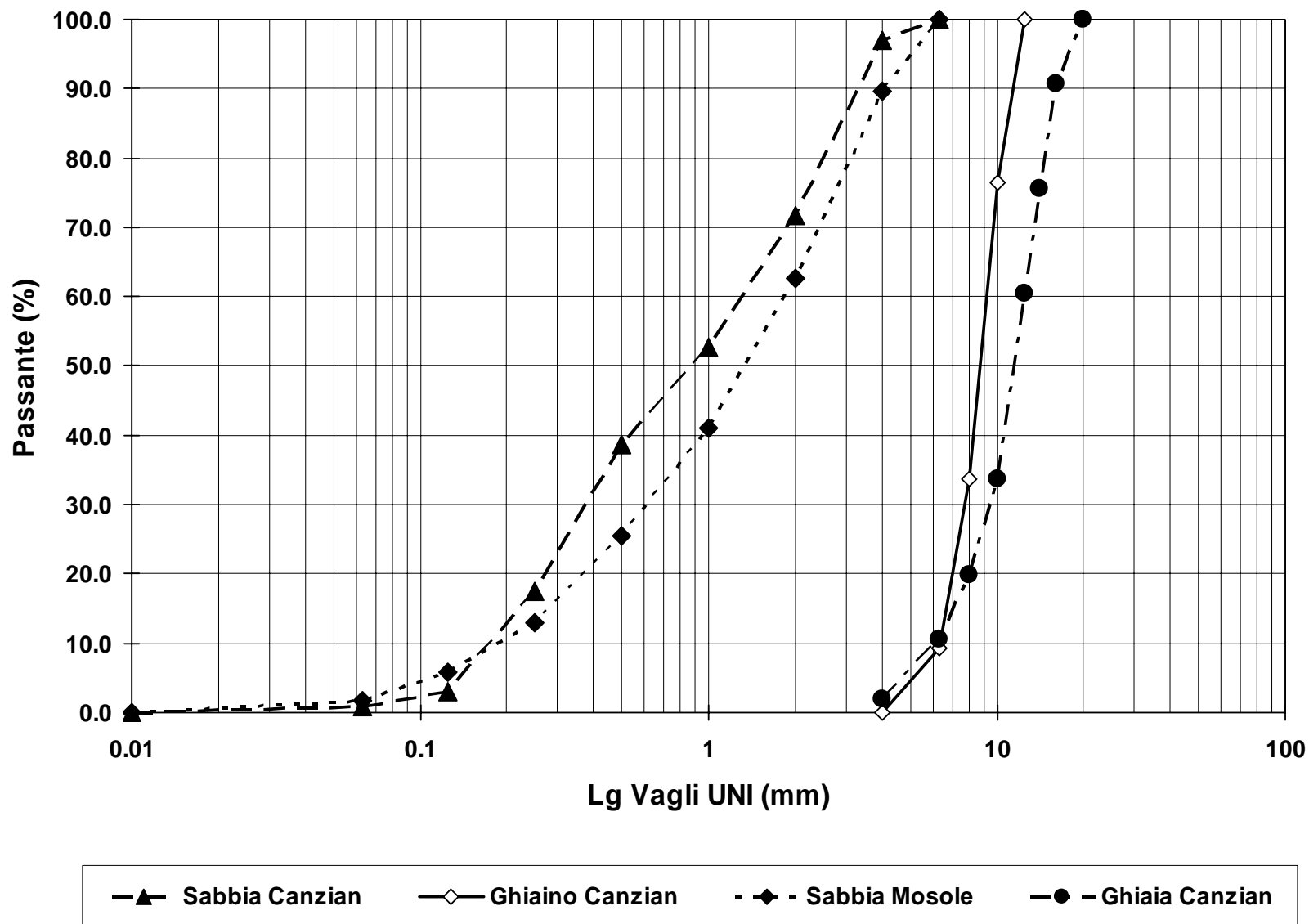


Tabella 2: Composizioni e prestazioni degli impasti della serie A

| Mix n° | legante | | Ghiaia* kg/m ³ | Ghiaino* kg/m ³ | Sabbia* kg/m ³ | Acqua kg/m ³ | Additivo | | a/c | M _v kg/m ³ | aria % | Slump (cm) 0' | Osservazioni |
|-----------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|-----------|------|-------------------------------------|-----------|---------------------|--------------|
| | CEM kg/m ³ | Tipo | | | | | tipo | % in peso | | | | | |
| 586 | 334 | cem IV/A 42.5N Duracem | \ | 920 | 924 | 180 | Primium RM10 | 0.4 | 0.54 | 2360 | \ | 12 | \ |

* Cava Canzian

| Mix n° | Resistenza compressione (N/mm ²) 60gg (insieme prova di permeab.) | Massa Volumica (Kg/m ³) 60gg (insieme prova di permeab.) |
|-----------|--|---|
| 586 | 30.3 | 2350 |

| Mix n° | Permeab H ₂ O UNI EN 12390/8 su provini 15x15 cm a 60gg | | | |
|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|
| 586 (integro non trattato) | 40/35 | 45/30 | 45/30 | 44/32 |
| 586 fessurato + Penetron superf.* | 55/30 | 55/30 | 15/6 | 41/22 |

* provini fessurati alla brasiliana, quindi risaldati mediante inglobamento (vedi foto) e poi trattati sia con iniezione nelle fessure sia con trattamento sulla superficie di 1kg/mq di uno slurry Penetron/acqua = 0.45

Tabella 3: Composizioni e prestazioni degli impasti della serie B

| Mix n° | legante | | Ghiaia* kg/m ³ | Ghiaino* kg/m ³ | Sabbia Mosole** kg/m ³ | Sabbia* kg/m ³ | Acqua kg/m ³ | Additivo | | a/c | M _v kg/m ³ | aria % | Slump (cm) a 20°C dopo: | | Osservazioni |
|-------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|-------------------------|-----|--------------|
| | CEM kg/m ³ | Tipo | | | | | | tipo | % in peso | | | | 0' | 40' | |
| 597= 595 | 293 | CEM II/A-LL 32,5R Barbeti | 457 | 426 | 510 | 513 | 190 | - | 0.0 | 0.648 | 2388 | \ | 20 | \ | \ |

* Cava Canzian, ** Cava Mosole

| Mix n° | Resistenza compressione (N/mm ²) | | | Massa Volumica (Kg/m ³) | | |
|-----------|--|------|------|-------------------------------------|------|------|
| | 3gg | 7gg | 28gg | 3gg | 7gg | 28gg |
| 595 | 8.5 | 13.7 | 17.0 | 2349 | 2406 | 2403 |

| Mix n° | Permeab H ₂ O UNI EN 12390/8 (max/media mm) su 3 provini 15x15x15cm | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----------|-----------|-------|---------------------------|-----------|-----------|-------|
| | spinta diretta | | | | controspinta ¹ | | | |
| | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 | Media | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 | Media |
| 595** | 55/35 | 45/30 | 45/30 | 48/32 | \ | \ | \ | \ |
| 597 + Penetron superf.* | 25/12 | 32/15 | 35/17 | 31/15 | non sbolla | | | |

¹ E' stata prolungata la prova oltre i 3gg standard per far sì che l'acqua raggiungesse la membrana e verificare se ci fossero problemi di sbollatura della stessa

* applicazione di 1 kg/mq di uno slurry Penetron/acqua = 0.45. Prova a 35gg

ALLEGATO 1

