

SAIE InCalcestruzzo – Bologna 2024 –

“Scuola del Calcestruzzo”

Matteo Felitti, ENGINEERING & CONCRETE CONSULTING – Università degli Studi di Napoli – Federico II

PREMESSA

Nell’ambito dell’evento SAIE InCalcestruzzo è stata presentata, nei giorni 9, 10, 11 e 12 ottobre a Bologna, la quarta edizione della “**Scuola del Calcestruzzo**” - di cui mi onoro di coordinare - dove, con esperti del settore (Ing. Martino Bove, Ing. Riccardo Schvarcz, Arch. Giorgio Estrafallaces, Ing. Federico Mecarelli) sono state illustrate le principali prove sul calcestruzzo fresco ed indurito, grazie alla ulteriore e fattiva collaborazione di Tecnocontrolli con Pietro Cardone e l’Associazione Master coordinata dal Presidente Stefano Bufarini.

Novità assoluta di quest’anno è stata l’introduzione della Competizione/Sfida: “indovina la prestazione del calcestruzzo”, da una idea di Andrea Dari, Direttore di Ingenio.

L’obiettivo della Scuola è da sempre quello di portare all’interno del SAIE gli aspetti teorici, ma soprattutto pratici, della Tecnologia del calcestruzzo.

ATTIVITA’ SVOLTE

Di seguito si descrivono i principali step operativi della Scuola, relativamente alla competizione di cui sopra:

1. Studio delle miscele di calcestruzzo:

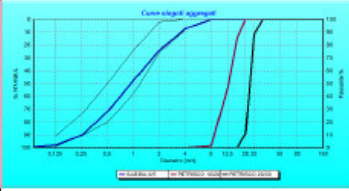
- a) C30/37 - **S3** - XC3 - Dmax 30
- b) C30/37 - **S5** - XC3 - Dmax 30 (con aggiunta di acqua)
- c) C30/37 - **S5** - XC3 - Dmax 30 (con aggiunta di additivo)

Il mix design di tali miscele è stato studiato partendo, ovviamente, dalle analisi granulometriche, dalle masse volumiche in S.S.A. e dai valori di assorbimento ed umidità degli aggregati messi a disposizione da una cava certificata sita nei pressi di Grottaglie (TA). Le pezzature scelte sono state una sabbia 0/5, un pietrisco 10/20 e un pietrisco 20/30. Il cemento utilizzato è stato un CEM III A 42.5 N e un superfluidificante a base di polimeri acrilici modificati compatibili con cementi a basso impatto ambientale.

Il mix design base in S3 è stato il seguente:

- Sabbia 0/5 = 1120 kg/mc
- Pietrisco 10/20 = 580 kg/mc
- Pietrisco 20/30 = 100 kg/mc
- CEM III A 42.5 N = 370 kg/mc

- Acqua = 150 L/mc
- Additivo superfluidificante = 2.6 L/mc

SAIE 2024		MIX DI BASE				Data inizio Prove 04/09/2024	
C30/37 - S3 - XC3 - Dmax 30 - UNI 11104							
Componente	Tipo	U.m.	Tolleranza Ammessa (Rif. 206)	Quantità per metro cubo		MIX	
				Min	Max		
SABBIA 0/5	Frantumato	Kg	3%	1086	1154	1120	
PIETRISCO 10/20	Frantumato	Kg	3%	563	597	580	
PIETRISCO 20/30	Frantumato	Kg	3%	97	103	100	
CEM III A 42.5 N	Altotono	Kg	3%	359	381	370	
ACQUA	Pozzo	Kg	3%	146	155	150	
ADDITIVO	Superfluidificante	Kg	5%	2.5	2.7	2.6	
Rapporto a/c				0.39	0.43	0.41	
Controllo del Calcestruzzo Fresco							
Massa Volumica	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Curva di riferimento			
Massa Lorda (Kg)	8.9	9	9				
Tara (kg)	1.2	1.2	1.2				
Vol. Contenitore (m3)	0.003375	0.003375	0.003375				
Massa Volumica (Kg/m3)	2281	2311	2311				
Contenuto di Acqua	Prova 1	Prova 2	Prova 3				
Tara (Kg)							
Massa Netta (kg)							
Massa Secca (Kg)							
Umidità (%)							
Essudazione	Prova 1	Prova 2	Prova 3				
Altezza acqua risalita (mm)	0	0	0				
Volume acqua risalita (m3)	0	0	0				
Volume Totale (m3)	0	0	0				
% Acqua Risalita (%)	0	0	0				
Slump Test	Prova 1	Prova 2	Prova 3				
Abbassamento al cono (mm)	140	150	145				
Consistenza	S3	S3	S3				
Altre Caratteristiche	Prova 1	Prova 2	Prova 3				
Rapporto A/C (reale)	0.41	0.43	0.40				
Segregazione (sì/no)	no	no	no				
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC3				
Resistenze (Mpa)							
Cubetti 15x15x15	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Provino 4	min	max	media
Peso (kg)							
Resistenza a compress. (2 gg)							
Resistenza a compress. (7 gg)							
Resistenza a compress. (28 gg)							
IL TECNOLOGO							
 Matteo Felitti SCI							
Data Approvazione Qualifica 10/10/2024							

Scheda mix design della miscela di base in S3 (in curva di Fuller)

2. Prove di laboratorio:

Il giorno 4 settembre 2024, presso il laboratorio Geotest di Modugno (BA), sono state realizzate le miscele di cui sopra. In particolare, la miscela a), in classe di consistenza S3 (in curva di Fuller), ha rappresentato il punto di partenza per le successive modifiche. Infatti, le miscele b) e c), (in Dreux e pompato) sono state ottenute, rispettivamente, aggiungendo un opportuno quantitativo di acqua ed un opportuno quantitativo di superfluidificante. In questo ultimo caso, ovviamente, senza sostanzialmente modificare il rapporto a/c. Pertanto, su tali miscele, si è provveduto ad eseguire gli slump test (in media 12.5 cm di abbassamento per la classe S3 e > 22 cm per la classe S5), le masse volumiche (in media 2320 kg/mc circa) e il contenuto di aria (in media 2.6% circa). Sono stati, poi, confezionati un opportuno numero di cubetti 15x15x15 per le prove a compressione e travetti 15x15x60 con e senza fibre strutturali per le relative prove a flessione. Inoltre, sono stati confezionati cubetti per l'applicazione del sistema "C3", relativamente alla tracciabilità dei provini.



A sinistra le attività di laboratorio presso la Geotest Srl e a destra il sistema "C3" per la maturazione e la tracciabilità dei provini.

3. Risultati dal “vivo” sul calcestruzzo indurito:

Presso la “Scuola del calcestruzzo”, nei giorni 10 e 11 ottobre, a circa 28 gg di maturazione, sono stati schiacciati due cubetti C30/37 in classe di consistenza S3, poi schiacciati due + due cubetti relativi alla stessa miscela in classe S5, con l’utilizzo di macchine messe gentilmente a disposizione dalla Matest e di cui si riportano i risultati medi:



La Scuola del Calcestruzzo con le apparecchiature di prova

Primo giorno:

Miscela in S3 = 53.65 MPa

Miscela in S5, con acqua = 32.05 MPa

Miscela in S5, con additivo = 43.40 MPa

Secondo giorno:

Miscela in S3 = 58.26 MPa

Miscela in S5, con acqua = 34.53 MPa

Miscela in S5, con additivo = 43.90 MPa

I partecipanti alla Sfida, sono stati poi chiamati, previa registrazione mediante codice QR, ad indovinare la resistenza media a compressione relativa alle tre miscele. I vincitori, **Ubaldo Saracco e Jacopo Donnini**, rispettivamente nelle giornate del 10 e 11 ottobre, hanno vinto uno sclerometro Boviar per la stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.



Da sinistra: **Jacopo Donnini** (vincitore della Sfida), **Matteo Felitti** (coordinatore della Scuola) e **Ubaldo Saracco** (vincitore della Sfida)

Inoltre, sono stati confezionati una serie di cubetti con e senza additivo cristallizzante di massa Penetron, allo scopo di illustrare, attraverso un video proiettato presso la Scuola, quanto possa incidere tale additivo sulla durabilità di un calcestruzzo C25/30 in S4, Dmax 30. A tale scopo, presso il laboratorio Tecnocontrolli di Bologna, è stata eseguita, dopo circa un mese di maturazione dei provini, la prova di penetrazione all'acqua sotto pressione, ottenendo i seguenti risultati:

- Penetrazione massima in miscela senza cristallizzante = 15 mm circa
- Penetrazione massima in miscela con cristallizzante = 4 mm circa



Penetrazione massima acqua sotto pressione su cubetto senza cristallizzante



Penetrazione massima acqua sotto pressione su cubetto con cristallizzante PENETRON

Infine, sempre allo scopo di illustrare ai partecipanti la differenza di comportamento di un calcestruzzo C30/37 in S4, Dmax 30, con e senza fibre strutturali in polipropilene (dosaggio 2,5 kg/mc), sono stati confezionati una serie di travetti 15x15x60 cm, maturati e sottoposti a rottura presso la Scuola.

In tale occasione è stata messa in evidenza la curva carico- apertura fessura e discusso in diretta, il diverso comportamento del calcestruzzo fibrorinforzato FRC nella fase di post picco.



Test a flessione su tre punti di un travetto in FRC



Dettaglio curva forza-apertura fessura di un calcestruzzo in FRC