

## Referenza

**i.idro MARINE CONCRETE per il MOSE di Venezia: un calcestruzzo che resiste in ambiente marino oltre 200 anni**



Il **MOSE** è il sistema di paratoie mobili a scomparsa in costruzione alle bocche di porto lagunari per la **difesa di Venezia** e dell'intero ecosistema dalle acque alte. Rappresenta il più grande cantiere di ingegneria idraulica del mondo, che vede impegnati circa 3.000 addetti diretti e indiretti. Le paratoie mobili del Mose rappresentano il cuore di un vasto sistema di opere che coniuga la difesa fisica dei centri abitati lagunari dagli allagamenti con il ripristino e la riqualificazione ambientale della laguna. **Si tratta del più imponente programma di difesa, recupero e riqualificazione dell'ambiente che lo Stato italiano abbia mai intrapreso**, un impegno che viene attuato secondo un approccio sistemico e coordinato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Magistrato alle Acque di Venezia attraverso il Consorzio Venezia Nuova. La realizzazione del MOSE richiede una produzione di circa **220.000 metri cubi di calcestruzzo**, un quantitativo certamente imponente e che ha comportato una particolare attenzione nell'impiego di calcestruzzi a prestazioni specifiche.

### Il contributo di Calcestruzzi al cantiere del Mose

La società **Calcestruzzi** è intervenuta nei lavori con la fornitura di **i.idro MARINE CONCRETE**, il calcestruzzo per applicazioni specifiche appositamente sviluppato per l'uso in ambienti marini o esposti a condizioni ambientali soggette all'azione corrosiva del mare o dell'aria. Pur immerso nell'acqua di mare il prodotto è in grado di resistere a diverse azioni corrosive quali quelle esercitate dai cloruri e dai solfati, dall'azione meccanica esercitata dalle onde e dalla conseguente azione del bagnasciuga. Nella sua formulazione specifica per il Mose, **è in grado di garantire una vita di esercizio dell'opera di oltre 200 anni**. I cassoni che contengono le paratie - ciascuno dell'imponente misura di 60 x 35 metri - sono realizzati con **i.idro MARINE CONCRETE** e rinforzati con barre di acciaio. Per far fronte agli elevati volumi richiesti dall'opera, Calcestruzzi ha installato una centrale di betonaggio sul litorale dell'isola di Pellestrina all'interno dell'area di cantiere composta da 2 impianti mobili. **i.idro MARINE CONCRETE** veniva immesso a ciclo continuo nelle autobetoniere e dopo un breve tragitto, scaricato direttamente nei cassoni. Una volta stagionati, i cassoni sono stati posati direttamente in mare per la realizzazione dell'opera.



Grazie al dispositivo industriale del Gruppo Italcementi, il cemento prodotto dalle cementerie di Calusco d'Adda (Bg) e Trieste arrivava al Porto Marghera e da lì, raggiungeva direttamente via mare l'impianto di produzione del calcestruzzo. Grazie a questa scelta sostenibile è stato completamente eliminato il traffico su ferry boat e su strada.

#### **i.idro MARINE CONCRETE nasce nei laboratori di Brindisi**

**i.idro MARINE CONCRETE** è nato nel **Laboratorio di Brindisi** una struttura collegata a i.lab, il Centro Ricerca e Innovazione di Italcementi. E' un centro dedicato allo sviluppo di tecniche e materiali per l'incremento dell'affidabilità e della durabilità delle grandi infrastrutture. È strutturato in termini di personale e attrezzature in modo da poter intraprendere la progettazione e lo sviluppo di nuovi prodotti e di nuovi materiali per il mondo delle costruzioni. Dal **2000** ha condotto un progetto di ricerca e sviluppo, in collaborazione con **l'Università Federico II di Napoli**, per migliorare le conoscenze e le tecniche inerenti la *"Durabilità delle strutture in calcestruzzo armato esposte all'ambiente marino e lagunare a clima temperato"*. I risultati di questa ricerca hanno portato a **i.idro MARINE CONCRETE** che successivamente è stato messo a punto per il Mose di Venezia, con oltre 150 prove nel laboratorio Calcestruzzi di Limena (Pd) e poi ulteriormente testato presso alcuni laboratori esterni

#### **Schede tecniche dei prodotti utilizzati**

<b>MISCELA Rck 45 XS3 SCC (autocompattante)</b>		
<b>Proprietà</b>	<b>U.M</b>	<b>Valore</b>
Consistenza (slump flow)	cm	75
Consistenza (V-funnel)	secondi	9
Massa volumica del calcestruzzo	Kg/mc	2423
Resistenza a compressione a 24 ore	MPa	26.5
Resistenza a compressione a 28 gg	MPa	56.5
Resistenza a trazione indiretta a 28 gg (per splitting)	MPa	4.8
Modulo Elastico secante a 28 gg	GPa	33.65
Permeabilità ai cloruri prova accelerata	Coulomb	Bassa
Ritiro igrometrico 28 gg	µm/m	~290

<b>MISCELA LC 44 XS3 S5 (light concrete)</b>		
<b>Proprietà</b>	<b>U.M</b>	<b>Valore</b>
Consistenza (abbassamento al cono)	cm	25
Massa volumica del calcestruzzo	Kg/mc	1990
Resistenza a compressione a 24 ore	MPa	28
Resistenza a compressione a 28 gg	MPa	55
Resistenza a trazione indiretta a 28 gg (per splitting)	MPa	4.0
Modulo Elastico secante a 28 gg	GPa	24.3
Permeabilità ai cloruri prova accelerata	Coulomb	Bassa
Ritiro igrometrico 28 gg	µm/m	~280



## Bibliografia

- Frederiksen J.M., Mejlbro, L. and Poulsen, E., "*The HETEK model of chloride ingress into concrete made simpler by approximations*", Second International RILEM Workshop on Testing and Modelling the Chloride Ingress into Concrete, 11-12 September 2000, Unesco, Paris, France.
- Bentz, E.C., Evans, C.M. and Thomas, M.D., "*Chloride diffusion modeling for marine exposed concrete*", 4th International Symposium on Corrosion of Reinforcement in Concrete Construction, C. Page, P. Bamforth and J. Figg (eds.), SCI, Cambridge, U.K., 1996, 176-188.
- Nilsson, L.O., "*Chloride Penetration into Concrete Structures*", L.O. Nilsson Ed., 1993, 7-17.
- Nilsson, L.O., Massat, M. and Tang, L., "*Durability of Concrete*", ACI SP-145, V. Malhotra Ed., 1994, 469-486.
- NT BUILD 492, "*Chloride Migration Coefficient from Non Steady-State Migration Experiments*", NORDTEST Method, 1999.
- Abbas, A., Carcasses, M., Ollivier, J.-P., "*Gas Permeability of Concrete in Relation to its Degree of Saturation*", *Matériaux et Constructions*, V. 32, N. 215, 1999.
- Borsa M., Guerrini G.L., Mensitieri G., Turriziani R., "*A mathematical model for predicting chloride penetration into concrete exposed to marine environment in temperate climate*", in RILEM Proceedings PRO 36: 3rd International RILEM Workshop on Testing and Modelling Chloride Ingress into Concrete (Madrid, July 2003), Edited by C. Andrade and J. Kropp, 14 pages.
- Borsa M., Guerrini G.L., Mensitieri G., Sanguigno L., Lavorgna M., "*First Results of Chlorides Penetration Modelling in Concrete Exposed to a Marine Environment in a Temperate Climate*". Proceedings of the First International Conference on Innovative Materials and Technologies for Construction and Restoration, (Lecce June 2004), Ed. La Tegola A., Nanni, A., pag. 416-429.

**Committenza:** Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Magistrato delle Acque di Venezia

**Progettista:** Consorzio Venezia Nuova

**Impresa esecutrice:** Grandi Lavori Fincosit (Bocca di Porto di Malamocco)

### Calcestruzzi

Via Stezzano, 87  
24121 Bergamo - Italia  
T +39 035 41 67 111  
[www.calcestruzzi.it](http://www.calcestruzzi.it)

### Product Manager

Enrico Corio  
T +39 4167111  
[e.corio@calcestruzzi.it](mailto:e.corio@calcestruzzi.it)  
[www.i-nova.net](http://www.i-nova.net)

Aggiornata al gennaio 2017

