

MISCELE SPECIALI PER LE BARRIERE DEL MOSE

LA REALIZZAZIONE DEL MOSE È UNO DEI PROGETTI PIÙ IMPORTANTI E AMBIZIOSI IN CORSO DI REALIZZAZIONE, SIA PER ENTITÀ CHE PER SFIDE TECNOLOGICHE

Per la difesa di Venezia e della sua laguna dalle acque alte viene realizzato il sistema MOSE, ultimo e fondamentale tassello di un ampio piano di interventi attuato per la salvaguardia fisica e ambientale del territorio lagunare.

Realizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Provveditorato per le Opere Pubbliche del Triveneto attraverso il Consorzio Venezia Nuova e completato per l'85%, il MOSE consiste in un sistema di barriere mobili poste alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia e rappresenta la soluzione definitiva in grado di coniugare la difesa dalle acque alte con la tutela dell'ambiente. Il MOSE è stato scelto al termine di un lungo iter progettuale e decisionale, essendo risultato l'unica opera in grado di rispondere ai precisi vincoli e requisiti richiesti:

- assicurare la completa difesa del territorio dagli allagamenti;
- non modificare gli scambi idrici alle bocche di porto;
- non avere pile intermedie fisse nei canali alle bocche di porto;
- non interferire con il paesaggio;
- non interferire con le attività economiche che si svolgono attraverso le stesse bocche.



1. L'ubicazione delle paratoie

Il MOSE consiste in quattro barriere costituite da 78 paratoie mobili tra loro indipendenti in grado di separare temporaneamente la laguna dal mare e di difendere Venezia sia dagli eventi di marea eccezionali e distruttivi sia da quelli più frequenti. Le barriere sono collocate alle bocche di porto di Lido-Treporti, Lido-San Nicolò, Malamocco e Chioggia. Il MOSE può proteggere Venezia e la laguna da maree alte fino a 3 m e da un innalzamento del livello del mare fino a 60 cm nei prossimi 100 anni. In particolare, il MOSE ha previsto la realizzazione fuori acqua di cassoni in calcestruzzo armato che, una volta affondati nella corretta posizione, fungono da elemento di ancoraggio delle barriere mobili (Figure 3 e 5). Tali strutture sono posizionate nelle bocche di porto, vale a dire i varchi nel cordone litoraneo che mettono in comunicazione il mare Adriatico e la laguna veneziana (bocca di porto di Lido, bocca di porto di Malamocco, bocca di porto di Chioggia). Basf Construction Chemicals Italia ha sviluppato, in collaborazione con i Tecnici coinvolti nella realizzazione dell'opera, varie tecnologie per la realizzazione e l'installazione dei cassoni in calcestruzzo armato. Ad esempio si è lavorato sulle miscele dei calcestruzzi impiegati, per ottenere calcestruzzi facilmente lavorabili e applicabili, ad elevata durabilità (resistenza agli ambienti ricchi di cloruri, immersione continua, ecc.) con l'impiego di additivi per calcestruzzo (linea MasterGlenium), unitamente ad uno studio dedicato della miscela da impiegare in cantiere, che tenesse conto ovviamente anche della disponibilità delle materie prime locali (cementi, sabbie, ghiaie). Si è anche realizzata l'impermeabilizzazione di alcune aree dei cassoni con l'impiego di una membrana elastomerica poliureica ad alta resistenza ad urti ed usura, denominata MasterSeal M689 ed applicata a spruzzo. Inoltre, si è studiato l'ancoraggio delle cerniere con lo sviluppo di un prodotto cementizio di facile miscelazione e ad elevate caratteristiche di lavorabilità ed applicazione, per garantire la migliore funzione di "ancoraggio" tra cerniera e cassone in calcestruzzo (riempimento perfetto e completo del vo-



2A e 2B. La bocca di porto di Chioggia



4A e 4B. Un esempio di realizzazione di un cassone in calcestruzzo

lume oggetto di ancoraggio, elevata durabilità, assenza di bolle nella superficie di interfaccia, perfetto adattamento alla geometria delle strutture) denominato MasterFlow 955.

Ma l'applicazione più particolare e sfidante è stato lo sviluppo di un prodotto cementizio per l'allettamento/l'appoggio dei cassoni in calcestruzzo, con funzione di "cuscinetto" tra il fondale marino e il cassone stesso. Le richieste della Committenza erano particolarmente proibitive e antitetiche, come sviluppare un prodotto di facile miscelazione ed applicazione, anche con lunghezze di pompaggio della miscela fino a 550 m (considerando che l'impianto di miscelazione era stabile in terraferma) e garantire un'elevata stabilità della miscela per ottenere un comportamento "antidilavamento" in fase di iniezione/pompaggio, al fine di non disperdere miscela in acqua, con le conseguenti problematiche di inquinamento della stessa.



3. Lo schema di funzionamento del sistema di barriera (1. La paratoia metallica ; 2. Il cassone in c.a.; 3. La cerniera di ancoraggio)



5. Lo schema di funzionamento del sistema di barriera (1. Il fondale marino; 2. Il cassone in calcestruzzo armato; 3. Il riempimento di speciali sacconi con la miscela)



6. Un esempio di miscela cementizia "standard" a elevate prestazioni



7. Un esempio di miscela cementizia con caratteristiche "antidilamento" a elevate prestazioni

LE CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

Basf Construction Chemicals Italia SpA ha appositamente studiato e sviluppato una speciale malta premiscelata pompabile per iniezioni, monocomponente, con spiccate caratteristiche antidilavamento e con reologia specificatamente studiata per iniezioni in presenza di acqua anche in movimento (denominata MasterFlow 4WRE). Le caratteristiche di antidilavamento sono state ottenute soprattutto grazie a una combinazione di biopolimeri di varia origine chimica e caratteristiche, testate con specifici test preliminari di laboratorio e, successivamente, mediante prove di campo su scala reale.

Per capire quale sia la differenza tra una miscela che si disperde facilmente in acqua e una che soddisfi le richieste del Committente si vedano le Figure 6 e 7: il test prevede di versare la miscela in un cestello cilindrico realizzato con da una maglia quadrata da 0,8 mm e verificare innanzitutto se la miscela resti contenuta all'interno del contenitore o meno. A questo punto, poi, il cestello con la miscela viene immerso in acqua per cinque volte e quindi misurata la perdita di peso del prodotto data dalla dispersione in acqua.

LA REALIZZAZIONE DELL'INIEZIONE

Una volta realizzati i cassoni in calcestruzzo in area asciutta, gli stessi sono stati trasportati in acqua e posizionati con l'ausilio di rimorchiatori sul fondale marino opportunamente preparato. Il livellamento orizzontale di ogni singolo cassone è stato effettuato tramite perni idraulici precedentemente installati nel cassone stesso. A questo punto, è stata realizzata la fondazione/allettamento dei cassoni mediante l'impiego della speciale miscela con le caratteristiche precedentemente descritte, mediante iniezione di speciali sacconi/bags microforati, preliminarmente posizionati al di sotto dei cassoni in calcestruzzo: tali bags, letteralmente gonfiandosi

a seguito dell'iniezione della miscela stessa, hanno realizzato il riempimento di tutto il volume presente tra il cassone ed il fondale marino, adattandosi quindi alle reali geometrie presenti in opera. Le speciali caratteristiche della miscela hanno inoltre garantito la fuoriuscita dell'acqua eventualmente presente all'interno dei sacconi attraverso i microfori degli stessi, evitando al contempo - grazie alle specifiche caratteristiche della miscela - che la stessa oltrepassasse i microfori e quindi disperdersi nell'acqua.

Un realistico campo prove è stato preliminarmente effettuato presso la sede della Ditta Trevi SpA e ha dimostrato un'elevata efficacia del prodotto, come illustrato nelle Figure 8, 9 e 10, in cui si è simulata

la reale attività di cantiere con la stessa modalità di miscelazione, la stessa lunghezza di tubazione (550 m) e l'iniezione nei sacconi microforati (in questo caso non confinati). Da qui alla reale applicazione con impianti della stessa Trevi SpA il passo è stato breve e l'applicazione è stata realizzata con successo e un attento controllo in opera. ■

(1) Ingegnere Segment Manager Repair, Grouting, Wall Systems, Adhesives and Injections di BASF CC

DATI TECNICI

Realizzazione: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Triveneto attraverso il Consorzio Venezia Nuova

Esecuzione dell'opera: Clodia Scarl

Direttore di Cantiere: Ing. Giorgio Ceron

Prodotto utilizzato: MasterFlow 4WRE

Impianto di miscelazione/pompaggio: Trevi SpA

Responsabile Tecnico della Trevi SpA: Dott. Paolo Zuffi

Direttore di Cantiere della Trevi SpA: Ing. Davide Del Monte

Ringraziamenti

Si ringrazia il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Triveneto per l'autorizzazione alla pubblicazione dei testi e delle immagini qui proposti.



8.



9.



10.

8, 9 e 10. Il campo prove per il riempimento di un saccone (con lunghezza di pompaggio di 550 m): la fase 1 (8), la fase 2 (9) e la fase 3 (10)