

IL MOSE. IL SISTEMA DI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA E DELLA SUA LAGUNA

Il Mose è un **Piano integrato di opere** che ha interessato l'intero territorio lagunare e che è stato messo in atto per dare una risposta agli elementi di crisi, nel rispetto dell'identità e della capacità di adattamento dell'ambiente. Rappresenta un programma di lavori che non ha eguali al mondo per l'ampiezza del territorio interessato, per la natura dei problemi affrontati, per l'estensione e le caratteristiche delle opere eseguite: dalla difesa dalle acque alte e dalle mareggiate alla tutela ambientale dell'ecosistema.

Difesa dalle acque alte

Gli interventi consistono nella realizzazione di **4 barriere mobili** (per uno sviluppo complessivo di **1,6 km**) alle bocche di porto: i varchi che collegano la laguna con il mare. Le barriere saranno utilizzate in caso di pericolo di "acqua alta". Il sistema garantisce il rispetto dei valori ambientali della laguna ed è efficace anche nel caso di un rilevante aumento del livello del mare.

La realizzazione dei lavori è oggi in una fase avanzatissima. Contestualmente, a Venezia e in molti altri abitati lagunari, sono stati eseguiti numerosissimi interventi di rialzo delle rive (**100 km**) per difendere le zone urbane più basse sull'acqua.

Protezione dalle mareggiate

Per difendere il territorio dal mare è stato rinforzato l'intero litorale con la creazione di nuove

spiagge o l'ampliamento di quelle che si erano maggiormente erose a causa delle mareggiate (**56 km**). È stato anche ripristinato parte del cordone di dune costiere (**12 km**).

Tutela dell'ecosistema

Per ripristinare le funzioni idrodinamiche della laguna e proteggerne la biodiversità si è intervenuti per la tutela degli habitat tipici attraverso la ricostruzione di velme e barene (**1.600 ettari**), la protezione di barene e basifondali (**39 km**), la ricalibratura dei canali (**200 km**), il recupero di isole minori (**12 isole**).

Questi interventi hanno concorso al riequilibrio dell'ambiente lagunare, riattivando i dinamismi naturali, favorendo l'autoconservazione degli habitat esistenti o "ricostruiti" e, in generale, migliorando la "resilienza" del sistema.

Risanamento ambientale

Per arrestare il degrado ambientale dell'ecosistema e migliorare la qualità delle acque si è bloccata la dispersione di inquinanti in laguna isolando le sponde dei canali industriali di Porto Marghera (**40 km**) e mettendo in sicurezza ex discariche abbandonate (**7 siti**).

Difesa dalle acque alte

Barriere mobili alle bocche di porto

Protezione locale degli abitati lagunari (rialzo rive)

Difesa dalle mareggiate

Rinforzo e naturalizzazione dei litorali

Protezione dell'ecosistema

Tutela e ripristino degli habitat lagunari (ricostruzione di barene e velme)

Recupero isole minori

Risanamento ambientale

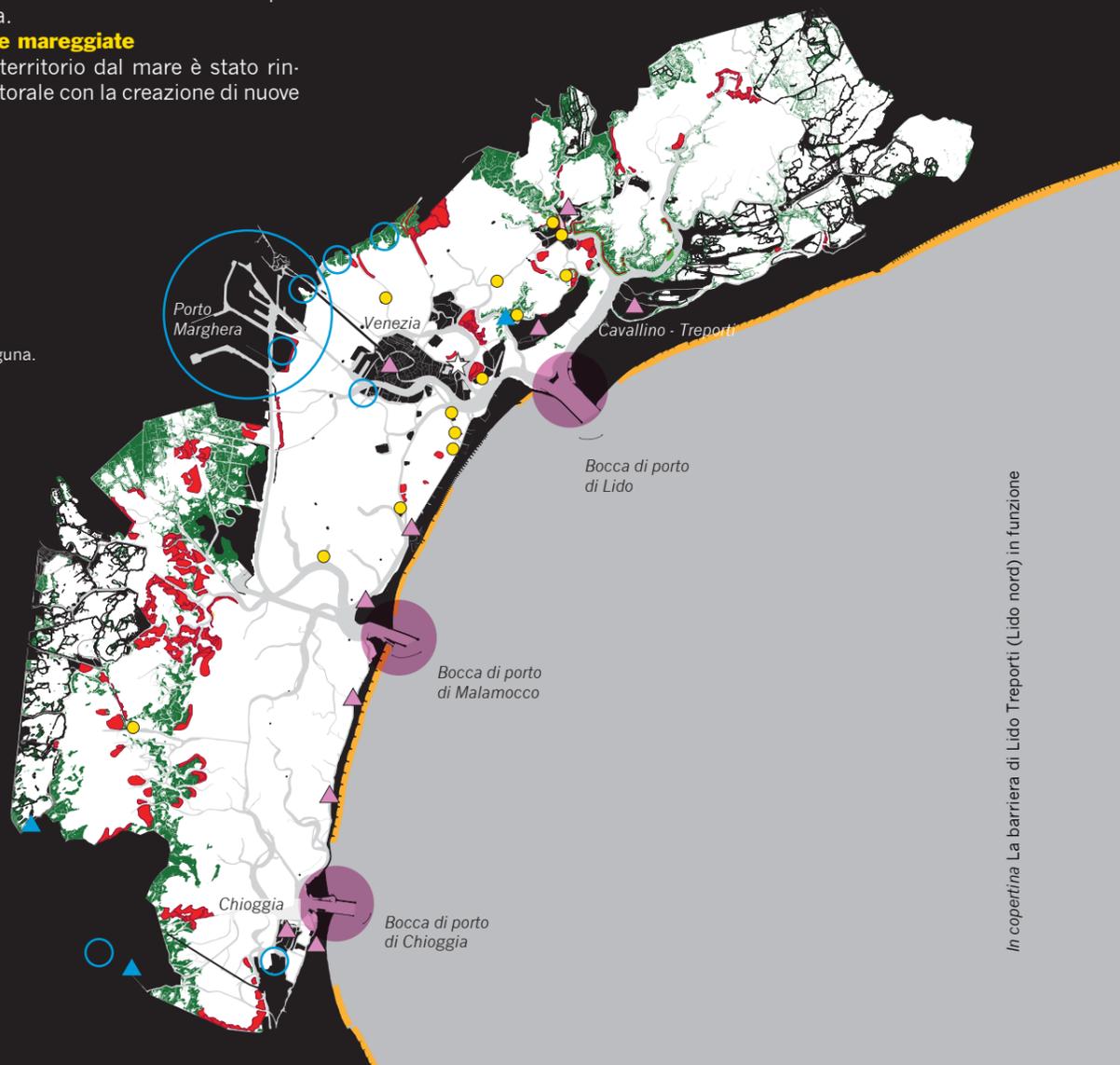
Messa in sicurezza di siti inquinati, miglioramento della qualità di acque e sedimenti

Realizzazione di aree di fitodepurazione

Altri interventi

Recupero Arsenale nord (restauro edifici e infrastrutturazione)

Piano delle attività per la salvaguardia di Venezia e della laguna. Localizzazione degli interventi realizzati



In copertina La barriera di Lido-Treporti (Lido nord) in funzione



Tecnologia, sviluppo e innovazione

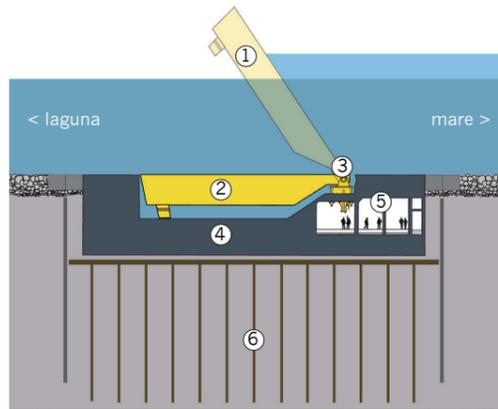
Le barriere del Mose per la difesa dalle acque alte

Per proteggere Venezia e l'ecosistema lagunare dagli allagamenti, il sistema Mose ha previsto la realizzazione di 4 barriere mobili: 2 alla bocca di porto di Lido (larga il doppio delle altre); 1 alla bocca di Malamocco e 1 a quella di Chioggia. Le barriere sono formate da schiere di paratoie che, in caso di pericolo, vengono sollevate per bloccare temporaneamente la marea che entra in laguna.

I lavori per il completamento del Mose, che costituisce un'infrastruttura strategica tra le più importanti mai costruite in Italia, sono in corso contemporaneamente alle tre bocche di porto e hanno raggiunto una fase avanzatissima.

Tutte le barriere sono state ultimate e si sta procedendo al completamento della predisposizione degli impianti per il funzionamento e il controllo delle paratoie. Contestualmente vengono eseguiti specifici test funzionali, con il sollevamento delle barriere, necessari per la messa a punto e l'ottimizzazione del sistema. La realizzazione dell'opera ha richiesto un rilevantissimo impegno progettuale, organizzativo e costruttivo dal quale è derivato lo sviluppo di un *know how* che rappresenta un patrimonio di conoscenze all'avanguardia nell'ambito delle costruzioni marittime, dell'ingegneria idraulica, dell'ingegneria impiantistica e dei relativi sistemi informatici e di gestione. Il Mose è oggi riconosciuto come innovativo modello di riferimento per le principali realtà impegnate sul fronte dei cambiamenti climatici e sui temi, sempre più attuali, della difesa dal mare, della protezione dei territori e degli ecosistemi costieri, della tutela ambientale delle zone umide.





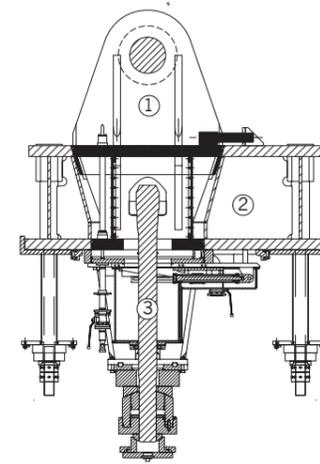
BARRIERE DEL MOSE. FUNZIONAMENTO E PRINCIPALI ELEMENTI

1. Paratoia in funzione;
2. Paratoia in stand-by;
3. Cerniera;
4. Cassone di fondazione;
5. Gallerie per gli impianti;
6. Consolidamento del fondale.

Quando sono inattive, le paratoie, piene d'acqua e completamente invisibili, restano distese nei cassoni di fondazione nel fondale delle bocche di porto. Quando è prevista

un'acqua alta, nelle paratoie viene immessa aria compressa che le svuota dall'acqua. In questo modo le paratoie si sollevano fino a emergere e a interrompere, temporaneamente, l'entrata del mare in laguna. Quando la marea cala, e in laguna e mare si raggiunge lo stesso livello, le paratoie vengono di nuovo riempite d'acqua e rientrano nella propria sede. Il sistema è concepito per assicurare

la massima flessibilità operativa. In determinate condizioni si possono prevedere anche chiusure differenziate / parziali evitando la completa interruzione dei flussi di marea alle bocche di porto. È in fase di analisi, inoltre, la possibilità di utilizzare le barriere anche per obiettivi di carattere specificamente ambientale come, per esempio, migliorare gli scambi idrici tra mare e laguna in caso di crisi anossiche



LE CERNIERE

Le cerniere vincolano le paratoie ai cassoni di fondazione e ne consentono il movimento. Esse rappresentano uno dei componenti più innovativi e si compongono di un maschio (1) connesso alle paratoie; di una femmina (2) vincolata ai cassoni e di un gruppo di aggancio (3) che unisce il maschio e la femmina. Per le 4 barriere sono previste 156 cerniere più 8 elementi di riserva. Le cerniere sono state

realizzate con i più avanzati sistemi per la lavorazione e la saldatura dell'acciaio poiché devono sopportare le sollecitazioni prodotte dall'onda di marea e dal moto ondoso sulle paratoie (i carichi sono di alcune centinaia di tonnellate: molto maggiori di quelli per componenti simili nell'industria offshore) e devono resistere in un ambiente altamente aggressivo come quello marino

LE BARRIERE. I TEST E I SOLLEVAMENTI DURANTE LE ACQUE ALTE

Contestualmente al progressivo completamento delle singole schiere di paratoie (Lido nord nel 2014; Malamocco nel 2017; Chioggia nel 2018; Lido sud nel 2019) è iniziata la realizzazione di periodici **test funzionali**, eseguiti in vista della gestione "a regime", che comportano il sollevamento delle barriere e che rispondono ai seguenti obiettivi:

- verificare l'efficienza del sistema nelle diverse condizioni meteorologiche, movimentando le barriere singolarmente o insieme (primo sollevamento contemporaneo delle quattro barriere: 10 luglio 2020);
- eseguire le verifiche sugli impianti di processo, di controllo e ausiliari via via che essi vengono ultimati. Queste attività (tipiche della fase di *commissioning* che rappresenta una sorta di collaudo delle componenti impiantistiche) riguardano in particolare il sistema automatico di comando e controllo; le apparecchiature elettromeccaniche (compressori, trasformatori, ecc.); le valvole per l'afflusso dell'aria alle paratoie (sollevamento barriera) e quelle di scarico dell'aria (abbassamento barriera);
- procedere alla progressiva ottimizzazione delle manovre e dei relativi tempi di esecuzione (sollevamento delle paratoie fino alla posizione di lavoro; oscillazione libera; "inseguimento" della marea; abbassamento delle paratoie);
- verificare il comportamento delle paratoie in relazione a differenti modalità di esercizio e in relazione alle simulazioni con modelli matematici e fisici utilizzati in fase di progetto;
- acquisire e analizzare segnali, dati e misure registrati dagli strumenti e dalle valvole di controllo, per il settaggio del sistema;
- mantenere la piena efficienza nel tempo dei singoli componenti e del sistema nel suo complesso;
- perfezionare la preparazione delle squadre degli addetti preposti alle movimentazioni.

Alla fine del 2020, visti i positivi risultati dei test, si è iniziato a **utilizzare le barriere in concomitanza con eventi di acqua alta** (in questa fase di gestione provvisoria si prevede il sollevamento delle barriere limitatamente alle maree maggiori o uguali a 130 cm. A regime, invece, le paratoie saranno impiegate per le maree maggiori o uguali a 110 cm).

Il primo evento di marea durante il quale è stato utilizzato il Mose si è verificato il **3 ottobre 2020** quando il livello del mare ha raggiunto 135 cm mentre, grazie alle paratoie, la marea in laguna si è mantenuta a circa 70 cm. A partire da quel giorno le barriere sono state sollevate numerosissime volte, evitando alle città e all'ecosistema lagunare una serie di allagamenti anche di notevole intensità.



LE PARATOIE

Le paratoie sono strutture scatolari stagne, realizzate con lamiera di acciaio di spessore variabile tra 8 mm e 13 mm.

In totale le 4 barriere del Mose sono costituite da 78 paratoie a cui si aggiungono 8 elementi di riserva. La dimensione delle paratoie varia da barriera a barriera in base alla profondità di ogni bocca di porto. Le paratoie più grandi (Malamocco) sono lunghe 29 m; larghe 20 m, per un'altezza di 4,5 m. Quelle più piccole (Lido nord) sono lunghe 18,5 m; larghe 20 m, per un'altezza di 3,6 m. Ogni paratoia è dotata di tubi per l'immissione e l'espulsione dell'aria compressa; di strumenti per rilevarne l'inclinazione; di anodi anticorrosione e di altri elementi per il loro corretto funzionamento.

Le superfici interne ed esterne delle paratoie sono trattate con speciali vernici

anticorrosive e anti-vegetative, prive di biocidi. Per mantenere la perfetta efficienza delle paratoie sono previsti periodici cicli di manutenzione.

Le barriere hanno uno sviluppo complessivo di 1,56 km e sono tutte completate.

La **gestione** del sistema di difesa dalle acque alte avverrà all'arsenale nord di Venezia in alcuni storici edifici restaurati e infrastrutturati dal Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Triveneto - Consorzio Venezia Nuova. Qui si trova il Centro di comando che comprende la Sala operativa decisionale che stabilisce le procedure di funzionamento delle paratoie e presiede al controllo delle barriere.



Il Mose in funzione con l'acqua alta

Sopra, la barriera di Lido sud (3 ottobre 2020)
A destra, la barriera di Malamocco (3 ottobre 2020)
Sotto, la barriera di Chioggia (28 dicembre 2020)



A sinistra
Una paratoia prima dell'installazione.
Sulla paratoia si vedono gli elementi maschio delle cerniere, per la connessione ai cassoni di fondazione collocati nel fondale