



Barriere alle bocche di porto
e opere di salvaguardia
nel centro storico e in laguna:
avanzamento dei lavori
a un anno dall'entrata in funzione
del Mose

Giovanni Zarotti
Direttore Tecnico del Consorzio Venezia Nuova

Laguna di Venezia



Marghera

Venezia



Bocca di porto
di Lido

Laguna



Bocca di porto
di Malamocco

Chioggia



Bocca di porto
di Chioggia

Mare Adriatico

La difesa dalle acque alte

L'iter

Il sistema di difesa dalle acque alte è l'esito di un lungo iter che ha coinvolto tutti i **soggetti istituzionali e amministrativi** preposti (a livello locale e nazionale) e i diversi **organismi tecnico - scientifici** competenti.



Nel corso di questo complesso processo decisionale e approvativo, durato decenni, gli interventi proposti, sia in termini generali che nelle specifiche modalità operative, sono stati oggetto di analisi rispetto a numerose soluzioni alternative, sono stati adeguati e integrati in base alle richieste via via avanzate nelle sedi deputate e sono stati di volta in volta verificati attraverso appositi studi e approfondimenti multidisciplinari



La difesa dalle acque alte

Barriere mobili e difese locali

La soluzione realizzata consiste in un sistema integrato di opere che comprende le **barriere mobili**, per le maree ≥ 110 cm, e interventi di «**difesa locale**» nei centri storici lagunari, per le maree < 110 cm.

Questa strategia consente di ridurre il più possibile il sollevamento delle barriere, limitando le interferenze con la portualità e riducendo gli effetti sugli scambi idrici mare / laguna e in generale sul sistema ambientale



marea < 110 cm

marea ≥ 110 cm

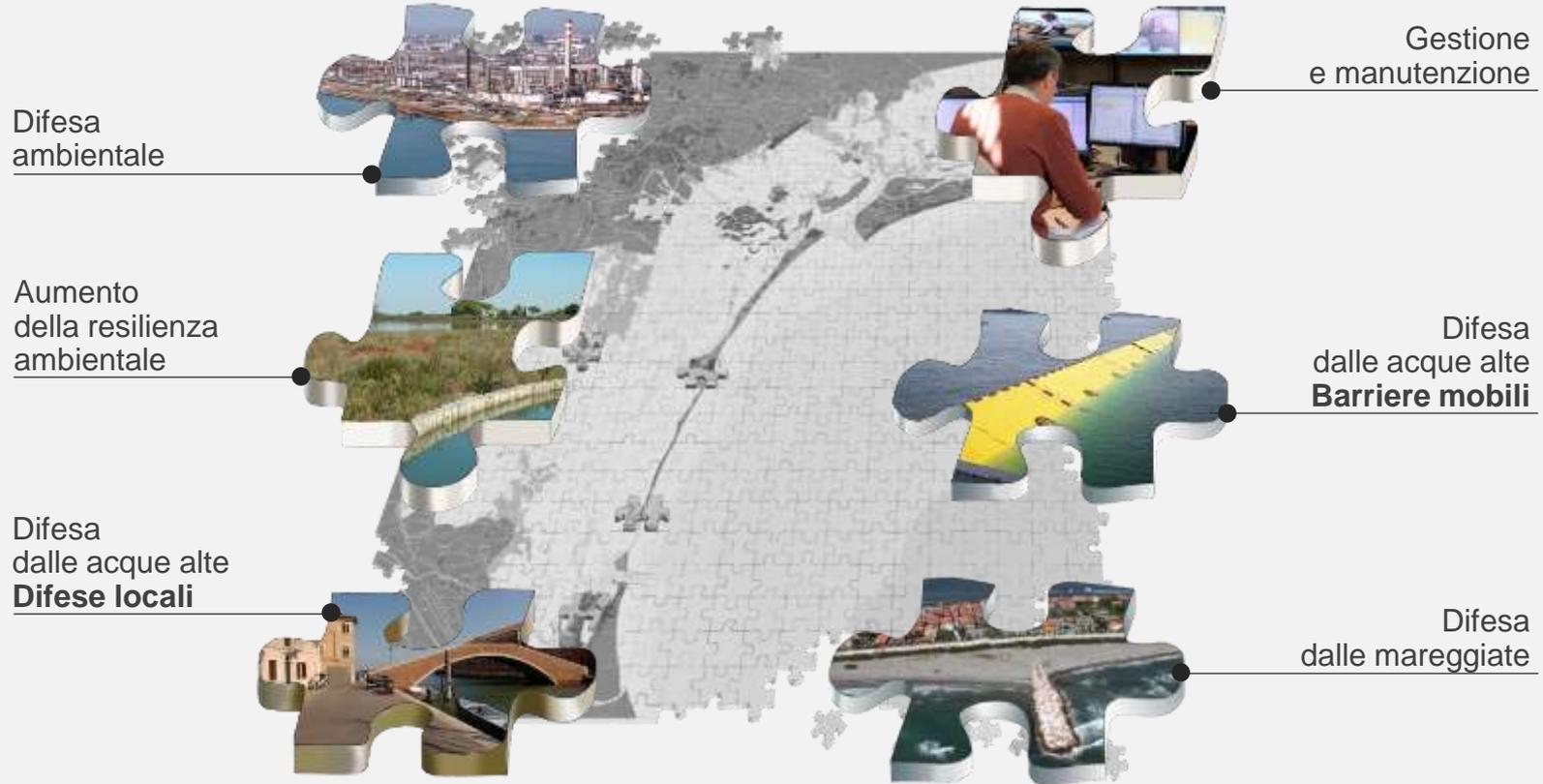
laguna

mare

Difese locali

Barriere mobili

Soluzioni integrate per un sistema complesso



Barriere mobili alle bocche di porto



Barriere mobili

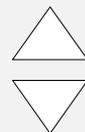
Vincoli, indirizzi e criteri progettuali

Le barriere di difesa dalle acque alte sono il cuore del sistema Mose. Si tratta di opere estremamente **complesse** che hanno risposto in termini di **innovazione** e **flessibilità** ai vincoli posti da un territorio di grande valenza ambientale e, insieme, fortemente antropizzato.



Alla base del progetto c'è una serie molto articolata di **indirizzi e criteri progettuali** formulati nel corso dell'iter che ha portato alla definizione delle opere.

Il sistema di difesa dalle acque alte non doveva introdurre modifiche significative negli **scambi idrici** alle bocche di porto, non doveva interferire con il **paesaggio**, non doveva interferire con le **attività economiche** connesse alle bocche stesse



Barriere mobili

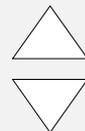
Un modello di riferimento

Le barriere del Mose costituiscono un sistema di difesa che **non ha eguali al mondo** per l'ampiezza e le caratteristiche dell'ambito lagunare interessato, per la natura dei problemi affrontati, per l'estensione e la particolarità delle opere eseguite, per le soluzioni tecnologiche adottate, per le innovative modalità di gestione.



L'Italia, con il Mose, è uno dei Paesi membri dell'**I-Storm**: il Network internazionale che riunisce i gestori delle principali barriere per la difesa dal mare allo scopo di favorire lo scambio di informazioni, la condivisione delle conoscenze e la collaborazione reciproca.

Oltre all'Italia, i membri principali dell'I-Storm sono Inghilterra, Olanda e Stati Uniti. L'Italia aderisce al Network con il Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Triveneto e il Consorzio Venezia Nuova.



Barriere mobili

Avanzamento lavori

4 schiere di paratoie

(Lido Nord 420 m; Lido Sud 400 m; Malamocco 380 m; Chioggia 360 m)

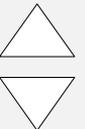


1,6 km estensione totale delle barriere

78 paratoie in totale

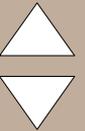
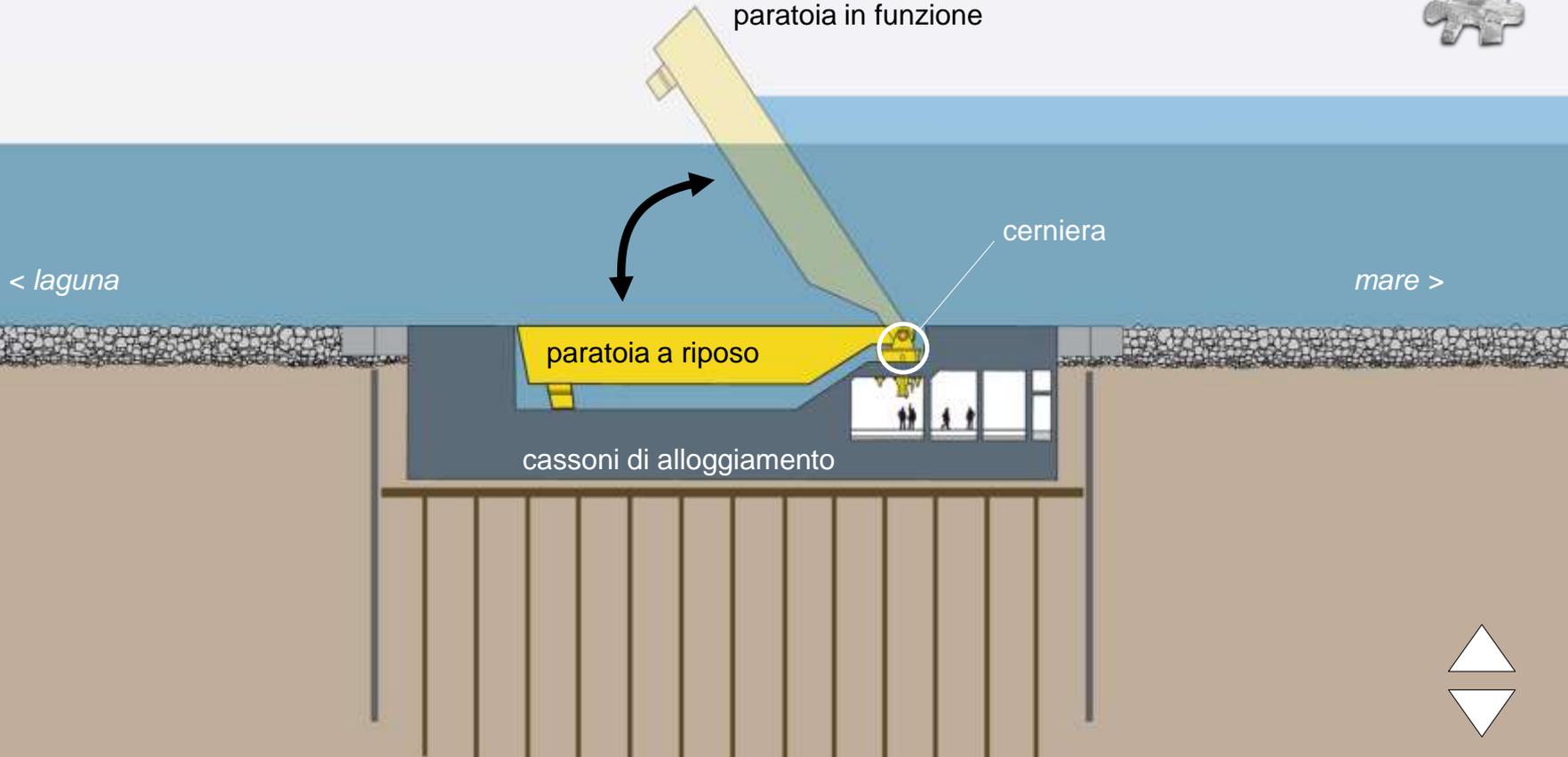
(Lido Nord 21 paratoie; Lido Sud 20 paratoie; Malamocco 19 paratoie;
Chioggia 18 paratoie)

Avanzamento lavori 95%



Barriere mobili

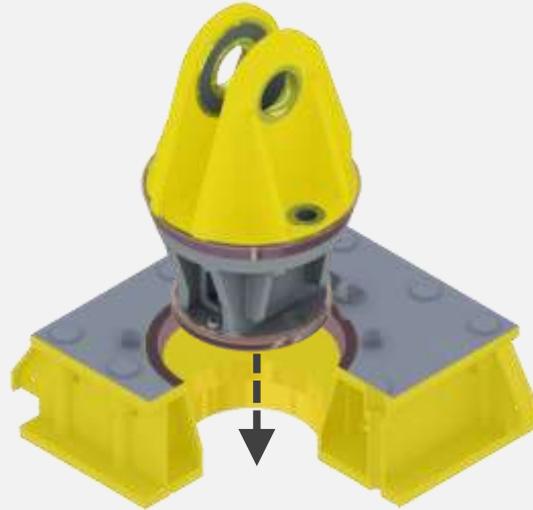
Come funzionano



Principali componenti del sistema



Cassoni
di alloggiamento
e di spalla



Cerniere



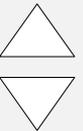
Paratoie



Principali componenti del sistema

Le sfide del cantiere

- Variabilità delle condizioni al contorno (condizioni meteomarine idonee per eseguire le attività in sicurezza);
- necessità di un perfetto coordinamento tra fasi esecutive diverse, ma funzionalmente collegate, ed entro strettissime finestre operative;
- ridottissime tolleranze per l'installazione dei cassoni (dell'ordine dei cm);
- ridottissime tolleranze per l'installazione delle paratoie (dell'ordine dei mm);
- limiti operativi e temporali per vincoli e condizionamenti oggettivi (attività portuale, eventi meteorologici, criticità procedurali, ecc.)



Principali componenti del sistema Cassoni di alloggiamento. Costruzione



Malamocco

Cassoni di alloggiamento:
larg. 59 m / lung. 48 m / alt. 11,5 m

Cassoni di spalla:
larg. 24 m / lung. 63 m / alt. 28 m



Principali componenti del sistema

Cassoni di alloggiamento. Varo

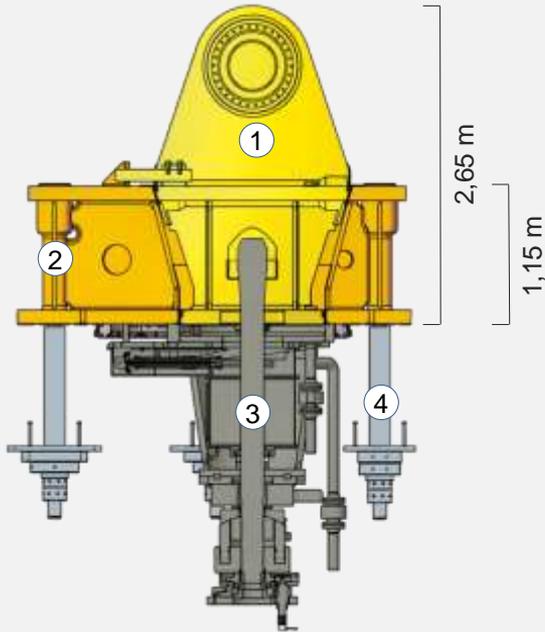


Barriera di Chioggia

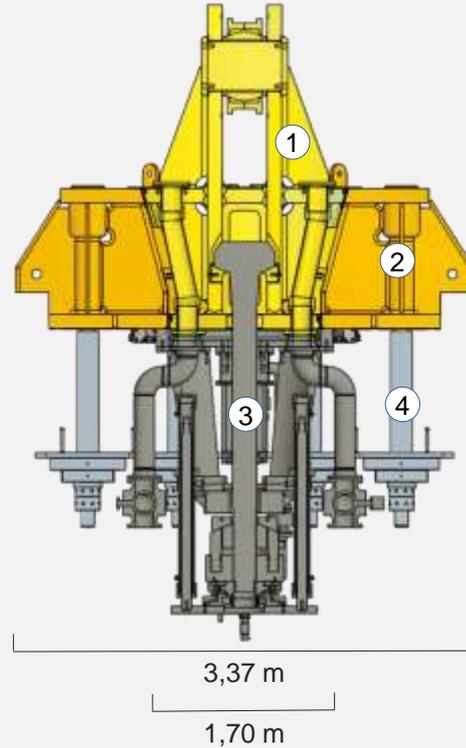


Principali componenti del sistema

Cerniere



Sezione trasversale



Sezione longitudinale

- 
- ① Elemento maschio (agganciato alla paratoia)
 - ② Elemento Femmina (fissato sull'estradosso del cassone di alloggiamento)
 - ③ Gruppo di aggancio (per la connessione tra maschio e femmina)
 - ④ Barre di ancoraggio (per fissaggio della femmina al cassone di alloggiamento delle paratoie)



Principali componenti del sistema

Cerniere. Costruzione



Principali componenti del sistema

Paratoie. Installazione

Barriera di Malamocco



Paratoie
dimensioni massime
larg. 20 m / lung. 29,5 m /
alt. 4,5 m (Malamocco)

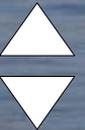
Paratoie
dimensioni minime
larg. 20 m / lung. 18,6 m /
alt. 3,6 m (Lido Nord)



Principali componenti del sistema

Paratoie. Installazione

Barriera di Lido sud



Barriere mobili alle bocche di porto

Opere civili



Opere civili

Bocca di Lido. Configurazione

1. Porto rifugio
2. Conca di navigazione
3. Lido Nord - Spalla Est
4. Lido Nord - Spalla Ovest
5. Nuova isola e area impiantistica principale
6. Lido Sud - Spalla Nord
7. Lido Sud - Spalla Sud
8. Scogliera

Barriera
(Lido Sud)

Barriera
(Lido Nord)

laguna

mare



Opere civili

Bocca di Malamocco. Configurazione

1. Spalla Nord
2. Spalla Sud e area impiantistica principale
3. Conca di navigazione
4. Area di cantiere temporanea
5. Scogliera

laguna

Barriera

mare



Opere civili

Bocca di Chioggia. Configurazione

1. Porto rifugio
2. Conche di navigazione
3. Spalla Nord
4. Spalla Sud
5. Area impiantistica principale
6. Scogliera

laguna

Barriera

mare

Chioggia



Opere civili

Bocca di Lido. Nuova isola



Opere civili

Bocca di Chioggia. Spalla Sud



Opere civili

Bocca di Lido. Edifici principali

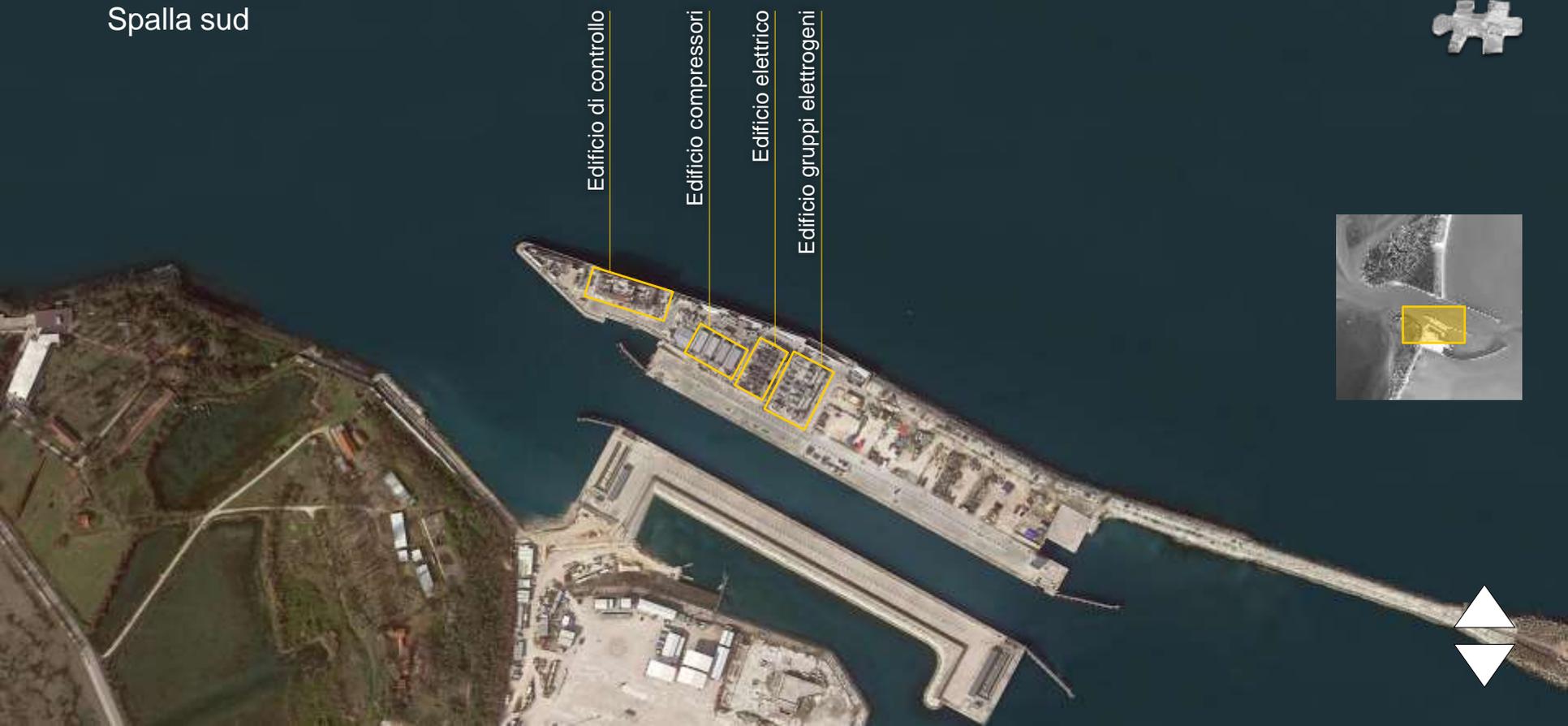
Nuova isola



Opere civili

Bocca di Malamocco. Edifici principali

Spalla sud

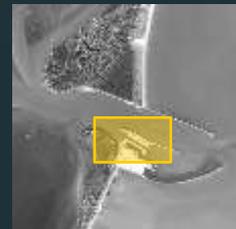


Edificio di controllo

Edificio compressori

Edificio elettrico

Edificio gruppi elettrogeni



Opere civili

Bocca di Chioggia. Edifici principali

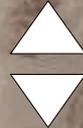
Spalla sud

Edificio elettrico

Edificio di controllo

Edificio compressori

Edificio gruppi elettrogeni



Opere civili

Bocca di Lido. Edificio di controllo



Opere civili

Bocca di Malamocco. Edificio compressori



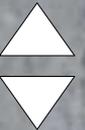
Opere civili

Bocca di Chioggia. Edificio gruppi elettrogeni



Opere civili (interventi in corso)

Inserimento architettonico e finiture



Barriere mobili alle bocche di porto Impianti elettromeccanici



Impianti elettromeccanici



Impianti principali

- Impianto pneumatico (aria di processo)
- Impianto acqua raffreddamento compressori
- Impianto elettrico e gruppi elettrogeni
- Sistema di controllo

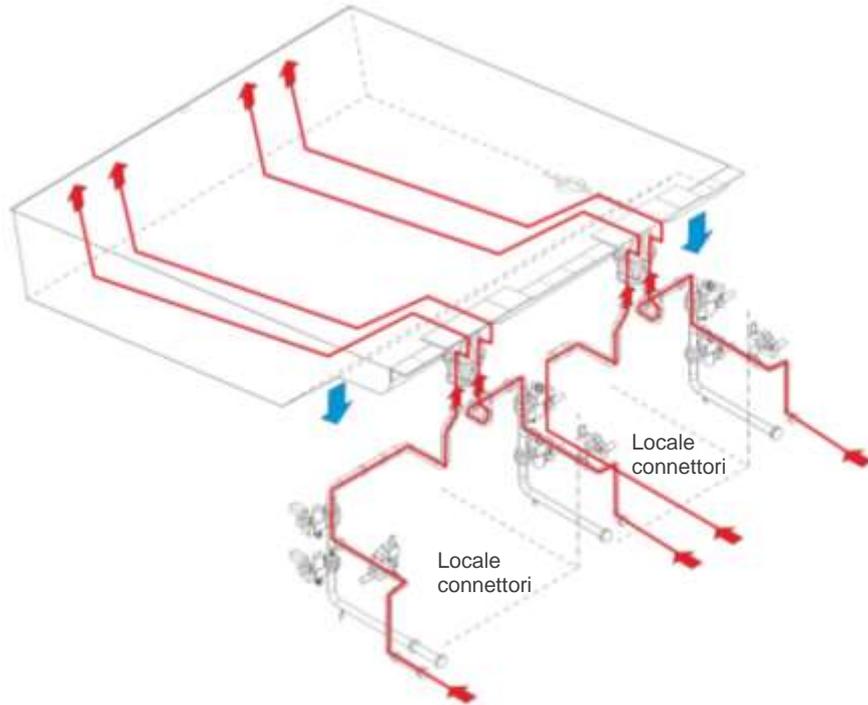
Impianti ausiliari

- Impianto HVAC (ventilazione e condizionamento)
- Impianto di flussaggio (lavaggio linee e cerniere)
- Impianto gasolio (a servizio dei gruppi elettrogeni)
- Impianti antincendio speciali
- Rilevazione e spegnimento incendi
- Altri

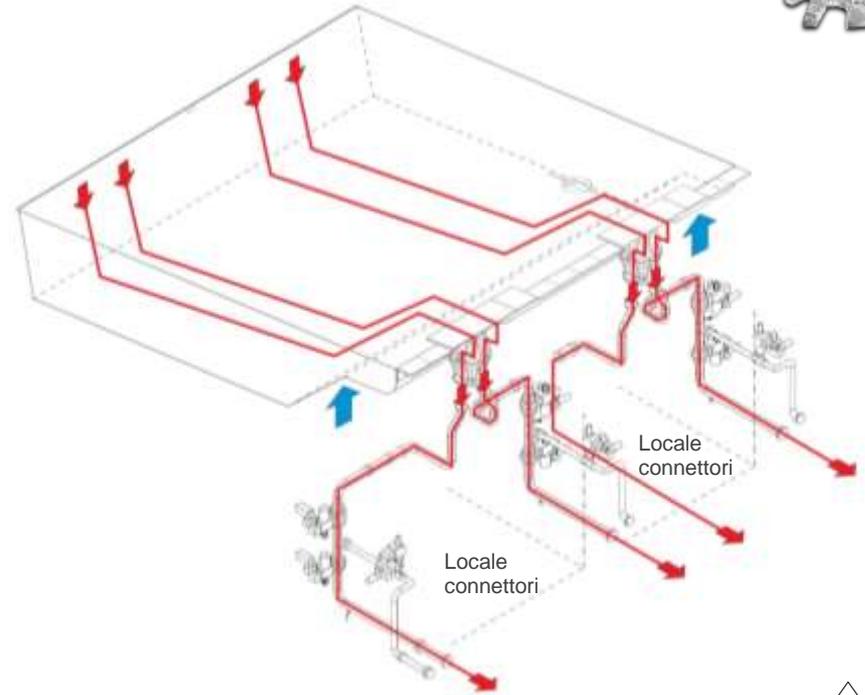


Impianti elettromeccanici

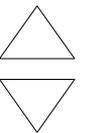
Impianto pneumatico. Schema funzionale



- ↑ Ingresso aria nelle paratoie
- ↓ Uscita acqua



- ↓ Uscita aria dalle paratoie
- ↑ Ingresso acqua



Impianti elettromeccanici

Impianto pneumatico - edificio compressori



Impianti elettromeccanici

Impianto elettrico - Quadri



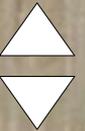
Impianti elettromeccanici

Impianto elettrico - Gruppo elettrogeno



Impianti elettromeccanici

Impianto HVAC



Impianti elettromeccanici

Gallerie subacquee - Condotte e linee

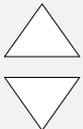


Impianti elettromeccanici

Impianti principali. Avanzamento attività



	Ultimato	In corso	%
Impianto pneumatico			
Tubazioni aria compressa		•	98
Compressori		•	90
Impianto acqua raffreddamento compressori			
Tubazioni circuito		•	80
Aircoolers	•		100
Impianto elettrico e gruppi elettrogeni			
Linee, quadri, ecc.		•	90
Gruppi elettrogeni		•	65
Sistema di controllo			
PCS (Process Control System)		•	70
PMS (Power Management System)		•	70
ESD (Emergency Shut Down)		•	70



Impianti elettromeccanici

Impianti ausiliari. Avanzamento attività

	Ultimato	In corso	%
Impianto HVAC		•	90
Impianto di flussaggio		•	50
Impianto gasolio		•	80
Impianti antincendio speciali		•	85
Rilevazione e spegnimento incendi		•	85



The background of the slide is a photograph of a long, grey concrete barrier extending into the water. The barrier is composed of several rectangular sections connected by joints. The water is a light, rippled grey, and the sky is a pale, overcast white. The barrier runs diagonally from the top right towards the bottom left of the frame.

Barriere mobili alle bocche di porto **Test e sollevamenti**

Test funzionali

Circa 100 sollevamenti (parziali o completi)



Lido



Malamocco



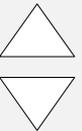
Chioggia



Test funzionali

Risultati

- Messa a punto delle procedure per le manovre (sollevamento delle paratoie; “inseguimento” della marea; abbassamento delle paratoie);
- verifica dell’efficienza del sistema in diverse condizioni meteo-marine;
- verifica e ottimizzazione impianti di processo, di controllo e ausiliari;
- verifica del comportamento delle paratoie in relazione alle simulazioni con modelli matematici e fisici utilizzati in fase di progetto;
- ottimizzazione dei tempi di sollevamento e abbassamento delle barriere;
- acquisizione e analisi dati e misure registrati dagli strumenti e dalle valvole di controllo, per il settaggio del sistema;
- mantenimento della piena efficienza dei singoli componenti e del sistema;
- perfezionamento della preparazione delle squadre addette alle movimentazioni



Sollevamenti per la difesa dalle acque alte (oltre 20 eventi)

Lido



Sollevamenti per la difesa dalle acque alte (oltre 20 eventi)

Malamocco



Sollevamenti per la difesa dalle acque alte (oltre 20 eventi) Chioggia



Sollevamenti per la difesa dalle acque alte (oltre 20 eventi)

Lido. Control Room



Barriere mobili alle bocche di porto **Gestione**



Gestione

Localizzazione



Ferrovia

Fdm. Nuove

Rialto

Arsenale

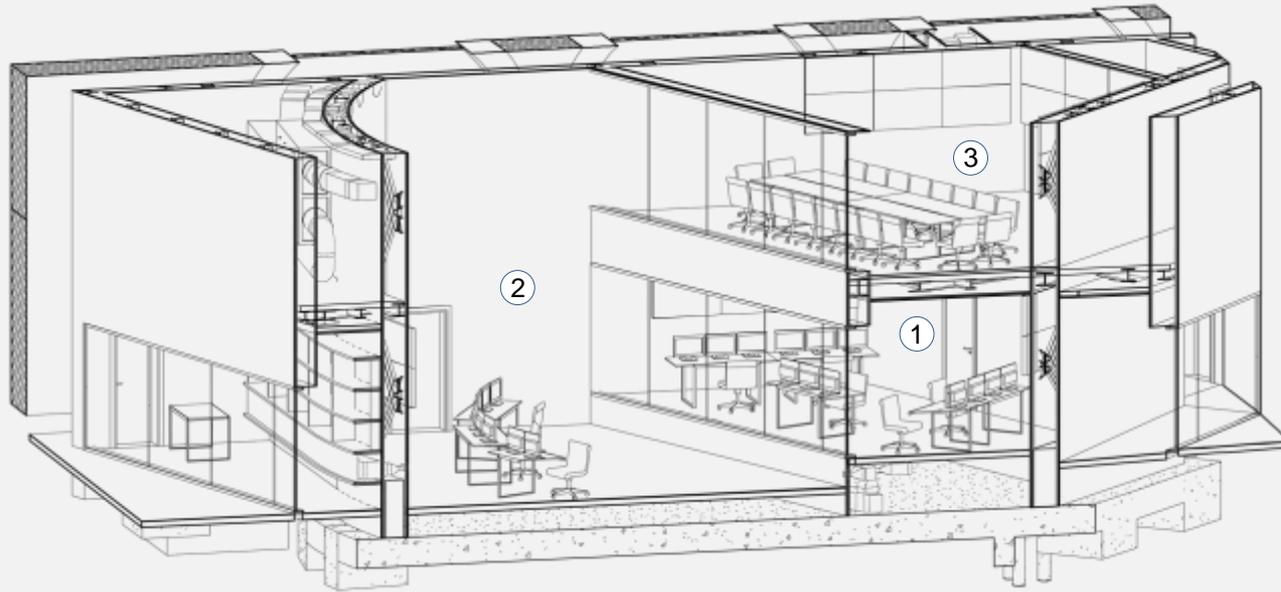
San Marco



Gestione

Centro di Comando (sede principale, in corso di allestimento)

Arsenale Nord.
Tesa 112

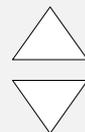


1. Sala Operativa decisionale
2. Sala di Controllo d'opera (Stazione centralizzata remotizzata)
3. Sala Situazioni (per la gestione delle emergenze)



Sala Operativa decisionale. Principali attività

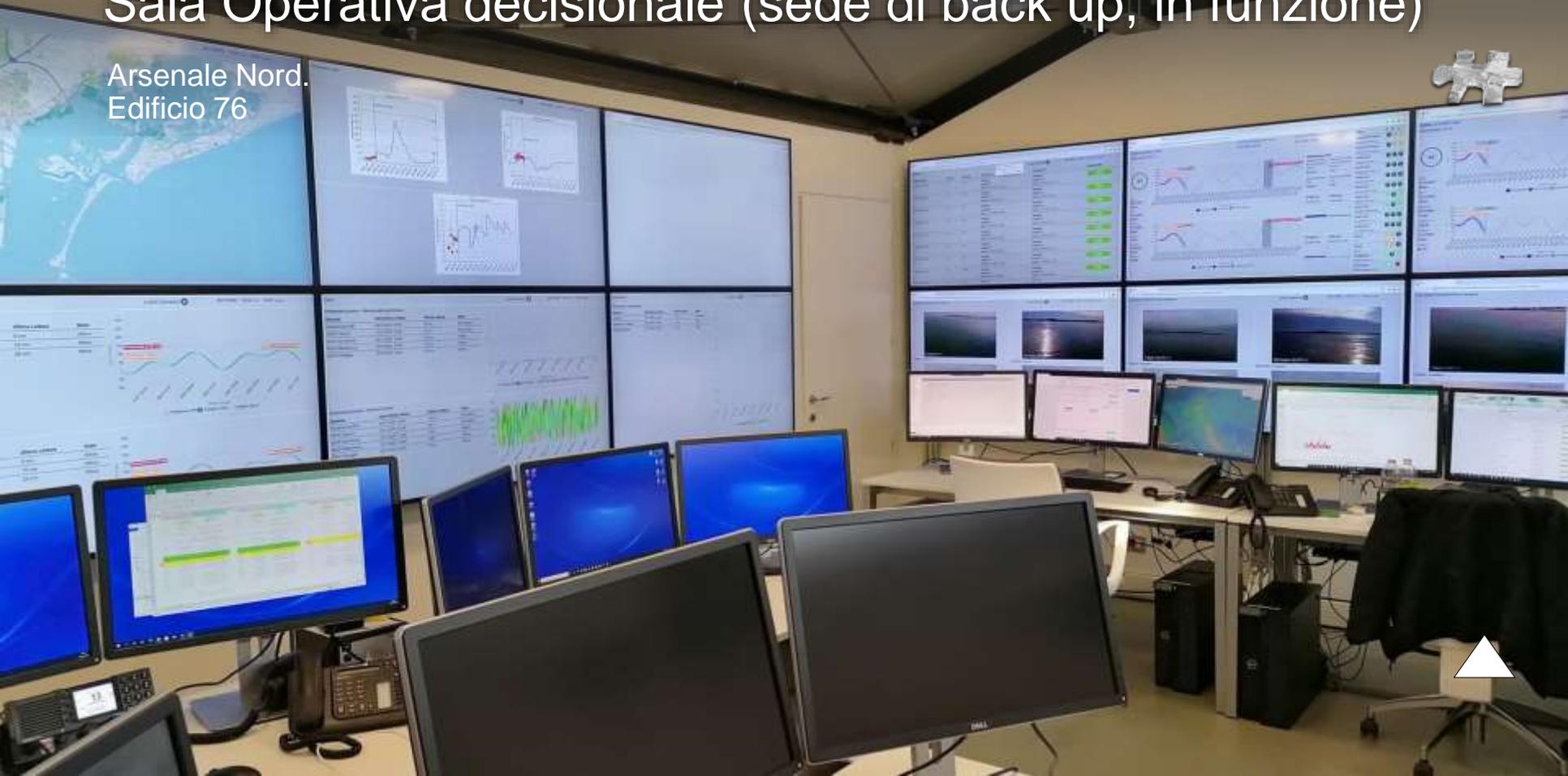
- Misure e previsioni parametri meteomarinari (pressione atmosferica, vento, precipitazione e temperatura, umidità relativa, ecc.);
- Misure e previsioni parametri idrodinamici e idrologici (livelli marea, moto ondoso, portate dal bacino scolante, ecc.);
- Monitoraggio delle componenti ambientali ;
- Monitoraggio dell'attività portuale e del traffico nautico;
- Definizione delle modalità di esercizio delle barriere in base alle caratteristiche dei singoli eventi di marea;
- Emissione ordine di manovra delle barriere;
- Comunicazioni con gli Enti competenti (Protezione civile, Autorità di pubblica sicurezza, Capitanerie di Porto, Amministrazioni locali, ecc.)



Gestione

Sala Operativa decisionale (sede di back up, in funzione)

Arsenale Nord.
Edificio 76



Difese locali

Principali aree di intervento



Treporti

Sant'Erasmus

Venezia

Malamocco

San Pietro in volta

Pellestrina

Chioggia



Difese locali

Protezione dagli allagamenti e riqualificazione urbana

Gli interventi locali comportano essenzialmente il rialzo e il restauro di rive e pavimentazioni pubbliche, nel rispetto dei vincoli di natura storica, architettonica e funzionale dei singoli luoghi.



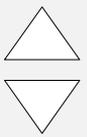
Oltre ad assicurare la difesa dalle acque medio alte (<110 cm), gli interventi di difesa locale hanno rappresentato un'opportunità per il recupero e la riqualificazione di ampie aree urbane.

Contestualmente ai lavori di rialzo si è infatti proceduto alla riorganizzazione e al miglioramento della funzionalità degli spazi pubblici (sottoservizi e reti tecnologiche; sistema fognario, viabilità, aree verdi, ecc.)





-  da 60 a 70 cm
-  da 70 a 80 cm
-  da 80 a 90 cm
-  da 90 a 100 cm
-  da 100 a 110 cm
-  da 110 a 120 cm
-  da 120 a 140 cm
-  da 140 a 160 cm
-  da 160 a 180 cm



Difese locali

Piazza San Marco



Interventi sui cunicoli

- Cunicoli non oggetto di interventi
- Risanamento e manutenzione
- Impermeabilizzazione e riallacciamento fognature nere
- Apertura
- Chiusura
- Valvole di intercettazione e pompe idrauliche

Interventi sul perimetro

- Rialzo pavimentazione
- Adeguamento porte d'acqua e presidi ponte della Paglia
- Presidi Molo (Todaro e Marciana)
- Frangionde galleggianti

Manufatti di controllo / gestione

- Pontile tecnico