

CORSO DIDATTICO FORMATIVO
“LAGUNA DI VENEZIA:PASSATO PRESENTE E FUTURO”
Salvaguardia e prospettive
Edizione 2011/12

GLI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA E DELLA SUA LAGUNA

di Giovanni Cecconi ¹

SOMMARIO

L'articolo presenta i problemi di erosione della laguna e di allagamento di Venezia assieme alle soluzioni adottate per la protezione del litorale, dei fondali lagunari, dei canali e delle barene e per la protezione contro gli allagamenti della città di Venezia e degli altri centri storici lagunari.

1. IL TERRITORIO LAGUNARE

L'ecosistema lagunare è costituito da tre unità territoriali: la laguna, il bacino scolante ed il mare antistante. La laguna con i suoi 550 km² di superficie è la più grande zona umida del Mediterraneo. E' divisa dal mare da una striscia di isole di barriera, i litorali, che si estende per circa 60 km dalla foce del fiume Adige fino alla foce del fiume Piave, interrotta dalle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. All'interno del bacino lagunare vi sono le città storiche di Venezia, Chioggia e più di 50 isole, tra cui Murano, Burano e Torcello; circa 35 km² di barene (le zone basse, che sono coperte di vegetazione che si è adattata a vivere in acqua salata), una rete di 1580 km di canali che garantisce la propagazione delle correnti di marea fino alla gronda lagunare al confine con la terraferma. Nella laguna settentrionale e centro-sud, il confine lagunare è definito dalle valli da pesca (aree che occupano una superficie di circa 90 km², sono separate dalla laguna a marea). La profondità media della laguna è di 1.2 m.

Il bacino scolante in laguna ha una superficie di 1.880 km² ed è attraversato da una rete idraulica di oltre 2.500 km che riversa nella laguna, in 27 luoghi diversi, circa 2.8 milioni di m³ d'acqua al giorno, ma solo 30000 m³ all'anno di sedimento.

Poco più del 60% del territorio è destinato all'agricoltura.

L'area del bacino idrografico è suddivisa tra le 98 comunità che compongono le province di Venezia, Padova e Treviso, con un totale di circa 1.500.000 abitanti.

L'Adriatico governa l'ecosistema lagunare, con le sue maree con flussi che entrano ed escono dalla laguna due volte al giorno attraverso le tre bocche di porto.

E' stato calcolato che il volume d'acqua scambiato ogni giorno tra il mare e la laguna è di circa 400 milioni di m³.

La escursione media di marea astronomica in laguna è di circa 60 cm, tuttavia, il livello di marea è soggetto a sopralzi durante le sciroccate variabili da 30 a 200 cm.

¹ Responsabile del Servizio Ingegneria del Consorzio Venezia Nuova – Thetis.

Quando il livello del mare cresce fino al punto di provocare le frequenti inondazioni nei centri storici della laguna, si ha il fenomeno dell'"Acqua Alta", la massima sommersione si è verificata il 4 novembre 1966 con un colmo di 194 cm sopra il livello medio del mare convenzionale del 1895.

2. I PROBLEMI

Nel corso degli ultimi secoli, una serie di fenomeni naturali e fattori dovuti all'intervento dell'uomo hanno profondamente alterato l'ambiente lagunare. Nel corso del tempo, l'innalzamento del livello del mare e la subsidenza hanno drasticamente modificato il rapporto tra terra e acqua con una perdita totale di quota del terreno rispetto al livello del mare di 23 cm. Anche se sono pochi centimetri, sono troppi per una città che vive appena sopra i livelli ordinari delle alte maree (30 cm sopra il livello di marea).

Gli interventi per la deviazione dei fiumi dalla laguna (dal XIV al XIX secolo), mirati ad evitare l'interramento, hanno ora prodotto un cronica mancanza di apporto sedimentario necessario per mantenere la struttura morfologica lagunare.

La costruzione dei moli foranei alle bocche di porto, avvenuta tra il 1800 e il 1900 con l'obiettivo di garantire il passaggio delle navi, ha anche essa ridotto la quantità di sedimenti sabbiosi portati dal mare.

Nel corso del ventesimo secolo, la creazione del Porto Industriale di Marghera e lo scavo dei nuovi canali di navigazione hanno provocato l'emissione in ecosistema di una quantità consistente di sostanze inquinanti derivanti dalle attività industriali (a cui si sono aggiunti gli inquinanti agricoli e civili) e profonde modifiche alla struttura morfologica lagunare.

L'innalzamento del livello del mare, l'inquinamento e l'erosione dovuta alle onde e le correnti hanno dunque provocato una crisi generale del "sistema lagunare".

La frequenza e l'intensità delle inondazioni sono diventate progressivamente più gravi, tanto che oggi, in autunno e in inverno, le zone più basse di Venezia subiscono allagamenti quasi quotidianamente, mentre è raddoppiato il rischio di un evento drammatico, come quello di novembre 4, 1966, in cui sono stati sommersi di Venezia, Chioggia e gli altri centri storici da un metro d'acqua.

Le spiagge del litorale hanno drasticamente ridotto la loro larghezza lasciando le zone costiere sempre più esposte alla violenza delle tempeste.

L'ecosistema lagunare ha subito un progressivo impoverimento e degrado con la riduzione della superficie delle barene, l'approfondimento dei fondali e il peggioramento della qualità delle acque e dei sedimenti. A questo si aggiunge il rischio d'incidente grave per il traffico delle petroliere all'interno della laguna.

3. LE SOLUZIONI

Il Magistrato alle Acque, attraverso il Consorzio Venezia Nuova, ha realizzato un complesso sistema di attività finalizzate alla salvaguardia fisica e ambientale di Venezia e della sua laguna utilizzando unicamente finanziamenti messi a disposizione dal Governo Italiano. Le attività si riferiscono al "Piano generale degli interventi" che armonizza la difesa di Venezia dalle acque alte con la conservazione dell'ecosistema lagunare.

Il Piano traccia inoltre una serie di attività per la risoluzione degli elementi di crisi, secondo linee di azione distinte ma coordinate: la difesa dalle inondazioni, la protezione delle coste, e la difesa ambientale.

Il Piano Generale degli Interventi, collegato alla legge speciale 139/92 e' stato modificato e integrato nel tempo, secondo gli indirizzi del Comitato misto di programmazione, coordinamento e controllo, istituito dalla Legge 798/84, il "Comitatone", nel quale le istituzioni nazionali e gli enti locali sono rappresentati.

Le attività già realizzate e in corso costituiscono il più importante programma di difesa, restauro e gestione integrata dell'ambiente che lo Stato abbia mai realizzato in Italia.

TAB. 1 Lavori ultimati

Sistema MOSE.

Il Comitato del 3 aprile 2003 ha avviato la realizzazione delle barriere mobili e delle opere complementari alle bocche di porto. Attualmente i lavori hanno superato il 65%.

Interventi sulle sponde urbane e margini lagunari con difese locali:
82 km; superficie totale difesa: 11 km²

Difesa della costa Rinforzo dei litorali e delle dighe foranee.

Ricostruzione delle spiagge con ripascimenti protetti: 45 km, 9 milioni di m³ di sabbia

Restauro delle dune costiere: 8 km

Protezione delle dighe foranee: 11 km

Recupero Ambientale

Tutela e ripristino degli habitat inter-mareali della laguna :

Manutenzione di dragaggio dei 150 km di canali

Ricostruzione di velme e barene con il riutilizzo dei sedimenti dragati:
14km²

Protezione di velme e barene naturali : 29 zone

Protezione delle sponde delle isole minori: 12 isole

Miglioramento della sicurezza nei siti inquinati, della qualità di acque e sedimenti

Protezione Sponde delle aree portuali

Aree di fitodepurazione: 2 aree

Raccolta Macroalghe: 220.000 m³

3.1 Difesa dagli allagamenti

Le acque alte dagli inizi del '900 a oggi sono diventate sempre più frequenti e intense a causa dell'abbassamento del suolo rispetto al mare. Gli allagamenti comportano disagi agli abitanti e danni alle strutture architettoniche e edilizie ed è sempre presente, inoltre, il rischio di un evento catastrofico come quello

del 4 novembre del 1966 quando Venezia, Chioggia e tutti gli altri centri abitati lagunari vennero completamente sommersi da oltre un metro d'acqua.

Acque alte superiori a 140 cm registrate a Venezia dal 1966 a oggi		Aumento della frequenza delle acque alte a Venezia dal 1901 al 2010 (numero di eventi uguali o maggiori di 110 cm, per decennio)	
	cm		n. eventi
4 novembre 1966.....	194	1901- 1910.....	3
3 novembre 1968.....	144	1911 - 1920.....	3
17 febbraio 1979	140	1921- 1930.....	2
22 dicembre 1979.....	166	1931- 1940.....	8
1 febbraio 1986	159	1941 - 1950.....	6
8 dicembre 1992.....	142	1951 - 1960.....	18
6 novembre 2000.....	144	1961 - 1970.....	29
16 novembre 2002.....	147	1971 - 1980.....	31
1 dicembre 2008.....	156	1981 - 1990.....	28
23 dicembre 2009	144	1991 - 2000.....	45
25 dicembre 2009	145	2001 - 2010.....	64

Sistema Mose. Cos'è e come funziona

Il sistema Mose per la difesa di Venezia dalle acque alte è costituito da dighe mobili in grado di separare temporaneamente la laguna dal mare. Viene realizzato alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, ovvero nei tre varchi del cordone litoraneo attraverso i quali la marea si propaga in laguna.

Le dighe mobili sono formate da schiere di paratoie. In condizioni normali di marea, le paratoie, che sono delle specie di "pontoni", restano nei loro alloggiamenti sul fondale delle bocche di porto, senza modificare gli scambi tra mare e laguna e completamente invisibili. Si alzano solo quando è necessario per bloccare la marea entrante ed evitare un allagamento della laguna e dei centri abitati.

Con le paratoie in funzione, l'operatività del porto sarà sempre garantita dalla conca di navigazione per le grandi navi già in avanzata costruzione alla bocca di Malamocco.

Il Mose è in grado di proteggere la laguna e le sue città da maree fino a 3 m.

Sistema Mose e innalzamento del livello del mare

In futuro il fenomeno delle acque alte potrebbe aggravarsi per il previsto aumento del livello del mare come effetto dei cambiamenti climatici. Rispetto a questo problema, il Mose (insieme al rinforzo del cordone litoraneo) è stato progettato, secondo un criterio precauzionale, per fronteggiare un eustatismo fino a 60 cm, in linea con gli scenari suggeriti dalla comunità scientifica internazionale e dall'ufficio di Piano del magistrato alle Acque, relazione 2011 dell'esperto internazionale prof. Vellinga.

Grazie alla flessibilità di gestione, il Mose può far fronte a un aumento delle acque alte in modi diversi in base alle caratteristiche e all'entità dell'evento di marea. Le strategie di difesa possono prevedere sia la chiusura contemporanea

di tutte e tre le bocche di porto, in caso di evento eccezionale, sia, in alternativa e a seconda dei venti, della pressione e dell'entità di marea prevista, anche la chiusura differenziata delle bocche di porto o, ancora, chiusure solo parziali di ciascuna bocca, essendo le paratoie indipendenti l'una dall'altra.

Il Mose rappresenta l'ultimo e più importante tassello del piano di interventi realizzato dal Magistrato alle Acque attraverso il Consorzio Venezia Nuova per la salvaguardia del territorio lagunare. La sua costruzione è stata preceduta da un programma di lavori che non ha uguali al mondo per l'ampiezza del territorio interessato, per la natura dei problemi affrontati, per l'estensione e le caratteristiche delle opere eseguite.

Alcuni esempi sono gli interventi, già ultimati, per la difesa dalle mareggiate che hanno comportato il rinforzo di 45 km di spiagge, i lavori per la tutela ambientale dell'ecosistema, con la messa in sicurezza di discariche e canali industriali di Porto Marghera (45 km) e con il ripristino di habitat caratteristici quali barene e bassifondali (oltre 1500 ettari).

Sistema Mose. A che punto siamo

La realizzazione del Mose, che è parte del programma complessivo di recupero ambientale dell'ecosistema, è stata autorizzata il 3 aprile 2003 dal "Comitatone", che ha la funzione di indirizzo, coordinamento e controllo delle attività per la salvaguardia di Venezia e si concluderà nel 2015.

La decisione è stata assunta con la collaborazione di tutti i livelli di Governo (Stato, Regione del Veneto, Enti locali), al termine di un articolato iter progettuale durante il quale il Mose è stato confrontato con soluzioni alternative diverse e scelto e approvato dagli organismi tecnici di controllo e dalle Istituzioni competenti.

L'atto contrattuale tra Magistrato alle Acque di Venezia e Consorzio Venezia Nuova ha, inoltre, introdotto il criterio del "prezzo chiuso" per il completamento del sistema Mose. Dunque il contratto con lo Stato definisce tempi e costi di realizzazione in relazione a un flusso di finanziamenti articolato e definito.

Cantieri

I lavori, che procedono contemporaneamente alle tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, hanno un avanzamento di oltre il 65%. I cantieri sono organizzati per ricevere materiali, macchinari e personale quasi interamente via mare, per non interferire con il fragile territorio litoraneo. Inoltre, al fine di non interferire con le attività economiche, marittime e portuali, i lavori vengono svolti senza interrompere mai la transitabilità dei canali, ma convergendo sempre sulla metà di ciascuna bocca.

Bocca di porto di Lido

La linea di costa che delimita a nord la bocca di porto (Cavallino-Treporti), è stata ampliata e ridisegnata con la costruzione di un ampio porto rifugio

costituito da due bacini, vasti specchi d'acqua protetti che consentiranno il ricovero e il transito, attraverso la conca di navigazione, delle piccole imbarcazioni e dei mezzi di soccorso quando le paratoie saranno alzate in caso di acqua alta, a chiudere il canale d'accesso in laguna.

Al centro della bocca di porto, è già stata realizzata la nuova isola che servirà da struttura intermedia fra le due schiere di paratoie mobili previste per questa bocca, data la sua ampiezza e la presenza di due canali con profondità diverse. L'isola ospiterà gli edifici e gli impianti per il funzionamento delle opere, la cui realizzazione è già iniziata. Sono in corso anche le strutture per le "spalle" delle due schiere di paratoie.

Lungo il lato sud della bocca di porto (San Nicolò), il molo esistente è stato ampliato per evitare sifonamenti e sormonti d'acqua quando le paratoie saranno alzate a chiudere la bocca di porto e sono molto avanzate le strutture di "spalla" della schiera di paratoie che sorgerà nel canale sud (S. Nicolò) della bocca.

In entrambi i canali di questa bocca, si sono conclusi gli interventi di predisposizione dell'area dove verranno installate le paratoie e la protezione dei tratti di fondale adiacenti. Inoltre è sostanzialmente ultimato il consolidamento del fondale sottostante.

Sul lato nord, sono quasi completati i cassoni di alloggiamento delle paratoie che sono stati costruiti in un'area di cantiere provvisoria ricavata dal bacino lato mare del porto rifugio temporaneamente "impermeabilizzato" e svuotato dall'acqua. Quando i cassoni saranno ultimati, il sito verrà di nuovo allagato, e le strutture di alloggiamento saranno varate e collocate nelle loro sedi nel fondale di bocca. A lavorazioni ultimate, l'area sarà di nuova riempita d'acqua e fungerà da bacino lato mare del nuovo porto rifugio.

All'esterno della bocca di porto è pressoché completata la scogliera curvilinea, lunga circa 1000 m.

Bocca di porto di Malamocco

All'esterno della bocca è già stata ultimata una scogliera curvilinea, lunga circa 1.300 m, che ha la doppia funzione di smorzare la vivacità delle correnti di marea e di creare un bacino di acque calme a protezione della conca di navigazione per le grandi navi dirette a Marghera, in corso di realizzazione. La presenza della conca di navigazione eviterà qualsiasi interferenza negativa con le attività portuali quando le paratoie saranno in funzione.

A lato della conca, è stata allestita un'area provvisoria di cantiere dove è in corso la costruzione dei cassoni di alloggiamento delle paratoie per le schiere di Malamocco e Lido San Nicolò. Al termine della costruzione, i cassoni saranno varati tramite un sistema Syncrolift e trasportati nelle loro sedi nei fondali delle bocche di porto.

Su entrambe le sponde, sono già avanzate le strutture di "spalla" della schiera di paratoie.

Nel canale di bocca, sono quasi ultimati gli interventi di predisposizione dell'area dove verranno installate le paratoie e il consolidamento del fondale

sottostante, mentre è ultimata la protezione dei tratti adiacenti, per evitare fenomeni erosivi.

Bocca di porto di Chioggia

All'esterno della bocca di porto è ultimata la scogliera curvilinea, lunga circa 500 m.

Sono, inoltre, quasi ultimati i lavori che interessano il lato nord della bocca, dove si sta realizzando un porto rifugio protetto dotato, in questo caso, di una doppia conca di navigazione che garantirà il transito in laguna a un numero molto elevato di pescherecci quando le paratoie saranno in funzione, in caso di acque alte. Il bacino lato mare del porto rifugio è stato "impermeabilizzato" e svuotato dall'acqua ed è attualmente utilizzato come area provvisoria per la costruzione dei cassoni di alloggiamento delle paratoie, analogamente a quanto avviene a Lido nord. Sono in avanzata fase di realizzazione anche le opere di "spalla" della schiera di paratoie.

Nel canale di bocca sono completati gli interventi di predisposizione dell'area dove verranno installate le barriere di paratoie e le opere per il consolidamento del fondale sottostante. Sono in corso i lavori per la protezione del fondale, finalizzate ad evitare fenomeni erosivi, nei tratti adiacenti alle paratoie.

Le cerniere

Elemento fondamentale per il funzionamento del sistema di difesa, il gruppo cerniera-connettore vincola le paratoie alle strutture di fondazione, ne consente il movimento di sollevamento e di rientro e ne assicura la connessione funzionale con le parti impiantistiche. La loro produzione è attualmente in corso, complessivamente saranno realizzate 156 gruppi cerniera-connettore, due per ciascuna paratoia, più gli elementi di riserva e la prima installazione è prevista a Treporti nel corso del prossimo anno, 2012.

Inserimento paesaggistico delle nuove opere

Per le tre bocche, ridisegnate dal Mose, sono previsti anche interventi di inserimento paesaggistico delle nuove strutture: aree verdi, percorsi pedonali ed altre strutture andranno a valorizzare questi nuovi spazi e a renderli fruibili da veneziani e turisti. Il Mose diventa parte integrante del paesaggio di confine tra mare e laguna. Il resto dell'opera, quella che sta sott'acqua, non turberà né la vista né i naviganti: invisibili sul fondale le paratoie saranno pronte di sollevarsi per creare una barriera all'acqua alta e proteggere una città.

Sistema Mose. Manutenzione e gestione

Arsenale di Venezia

Nel 2006 con la concessione da parte del Demanio al Consorzio Venezia Nuova di parte dell'Arsenale nord, si è andato a definire uno degli insediamenti più importanti per quest'area destinato alle attività di gestione, controllo operativo e manutenzione del sistema Mose, ma anche al monitoraggio e al mantenimento funzionale dell'intero ecosistema lagunare. Queste attività rappresentano per Venezia e l'Arsenale un'occasione strategica di grandissimo

rilievo rispetto all'attivazione e all'organizzazione di professionalità qualificate, confermando e ampliando un processo di sviluppo occupazionale già attivato con le opere in corso per la realizzazione del Mose. La riconversione dell'Arsenale nord come sede di attività di ricerca e produzione è destinata ad avere importantissime ricadute economiche per l'intera città storica e per il territorio nel suo complesso, in controtendenza con l'attuale situazione di recessione.

I soggetti coinvolti

Il Magistrato alle Acque di Venezia è un istituto periferico del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, tra le sue competenze vi è l'attuazione delle attività per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna secondo la legislazione la Speciale per Venezia.

La realizzazione delle opere è stata affidata a un soggetto unitario in grado di operare, secondo una visione sistemica dell'ecosistema lagunare, con un'azione complessiva che integra la protezione dalle acque alte con il ripristino del patrimonio naturale lagunare. Tale soggetto è il Consorzio Venezia Nuova, composto da imprese italiane a livello nazionale e locale, sulla cui azione il Magistrato svolge il ruolo dell'alta sorveglianza.

Il complesso di interventi in laguna, in corso da più di vent'anni è oggi attuato all'85%.

Il Mose è un fondamentale tassello del piano di interventi per la salvaguardia della laguna in corso da anni nell'intero bacino lagunare, che ha comportato la realizzazione di opere per la difesa dalle mareggiate e per la tutela ambientale dell'ecosistema, con la messa in sicurezza di discariche e canali industriali di Porto Marghera e il ripristino di habitat caratteristici quali barene e bassifondali.

Tab. 2 IL SISTEMA MOSE.

Tipo di paratoie:

moduli a ventola a spinta di galleggiamento, a scomparsa, oscillanti.

n°78 Moduli in quattro schiere:

Lido-Treporti: 21; Lido-San Nicolò: 20; Malamocco: 19; Chioggia: 18

Dimensioni

Gli spessori variano da 3.6 m (Lido-Treporti) a 5 m (Chioggia); le lunghezze variano da 18.5 (Lido-Treporti), a 29.6 m (Malamocco), la larghezza è invece costante 20 m.

Numero delle chiusure e durata: in media 3-5 volte all'anno per 4 a 5 ore.

Conca di navigazione a Malamocco

Lunghezza: 370 m, larghezza: 48 m.

E' predisposta per accogliere le navi e rimorchiatori e consentire il transito di navi fino a 280 m di lunghezza, con una larghezza massima di 39 metri e un pescaggio massimo di 12 m.

3.2 PROTEZIONE COSTIERA

Rinforzo del litorale e il dighe foranee.

L'erosione dei litorali è stata contrastata con un programma ben definito di interventi, ora completato, che consiste, principalmente, nella creazione di nuove spiagge (con ripascimento artificiale di sabbia protetta da pietrame), o l'ampliamento di quelle residue esistenti, con l'inserimento ove possibile dei cordoni di dune per ricreare gli habitat caratteristici dell'ambiente costiero. Allo stesso tempo, sono stati consolidati i moli foranei alle bocche di porto costruiti tra il 1800 e il 1900.

3.3 DIFESA DELL'AMBIENTE

3.3.1 Protezione e ripristino degli habitat inter-mareali.

L'obiettivo degli interventi è la salvaguardia degli habitat delle barene, velme e bassi fondali con il recupero delle loro peculiari funzioni ecologiche e idrodinamiche, ripristinando processi naturali di bio-stabilizzazione del paesaggio per l'uso sostenibile del territorio lagunare. E' stata pianificata e svolta una serie ben definita di interventi di recupero, protezione e manutenzione con le nuove tecnologie dell'ingegneria ambientale messe a punto per questo specifico scopo nel corso di 25 anni di attività di riuso dei sedimenti dragati in laguna.

3.3.2 La sicurezza dei siti inquinati, il miglioramento della qualità delle acque e dei sedimenti

Gli interventi sono finalizzati a bloccare la dispersione dei contaminanti da discariche utilizzate in passato, a volte per smaltire le scorie derivanti dalla produzione industriale o dal mantenimento dei canali del porto industriale di Marghera.

Le attività comprendono anche interventi per ridurre i carichi inquinanti trasportati in laguna dal bacino scolante, ricreando le zone umide di transizione tra la terraferma e la laguna che sono in grado di filtrare e assorbire le sostanze inquinanti.

Attualmente è in progettazione di estromettere dalla laguna il traffico petrolifero realizzando una piattaforma logistica ed un nuovo porto commerciale in mare aperto.



Fig. 1. Acqua alta dall'isola di San Giorgio.



Fig. 2. Acqua alta ed attività commerciali

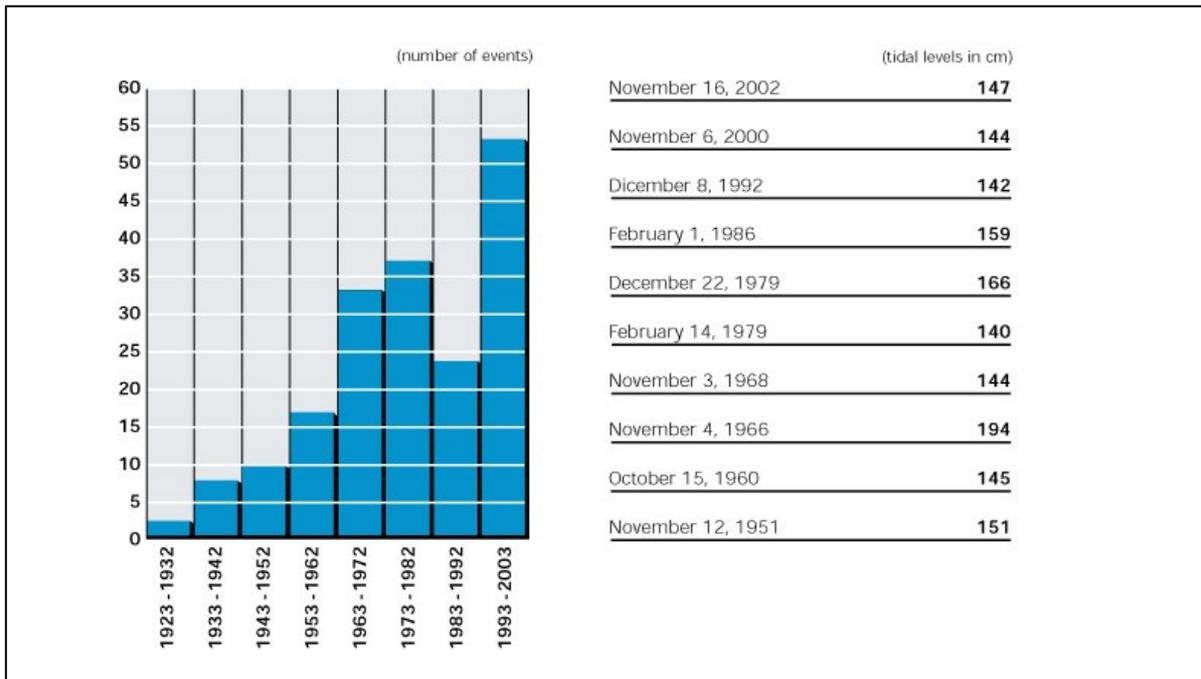


Fig. 3. Aumento della frequenza delle acque alte

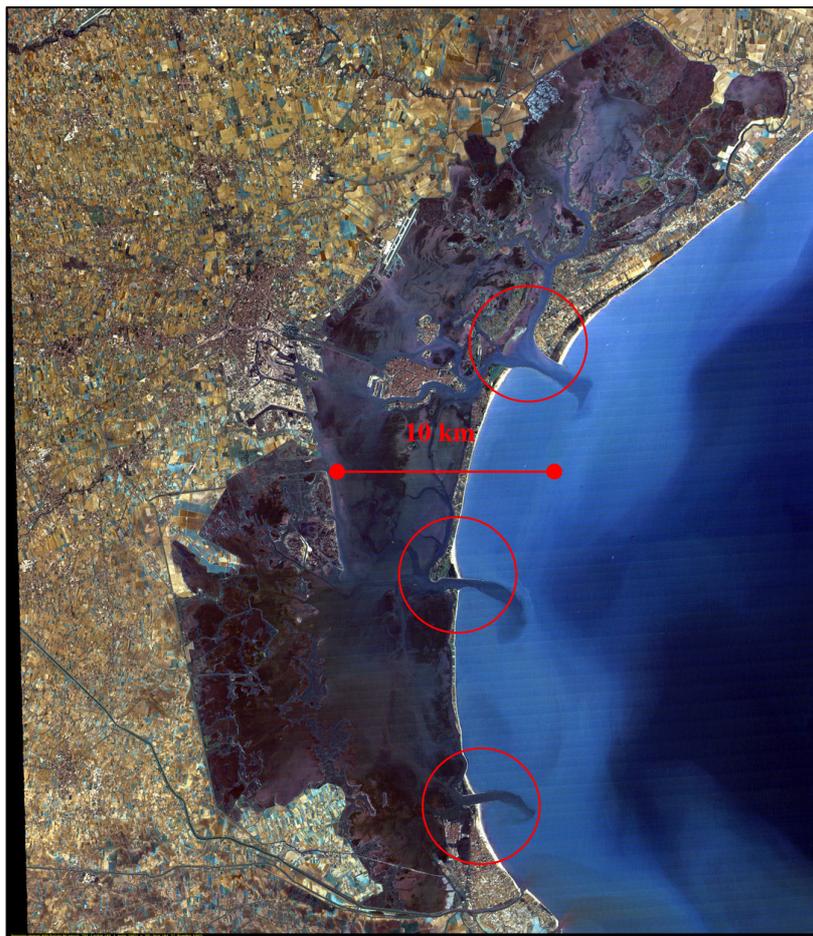


Fig. 4. Ubicazione delle barriere alle tre bocche di porto.



Fig. 5. Lido.



Fig. 6. Malamocco.



Fig. 7. Chioggia.

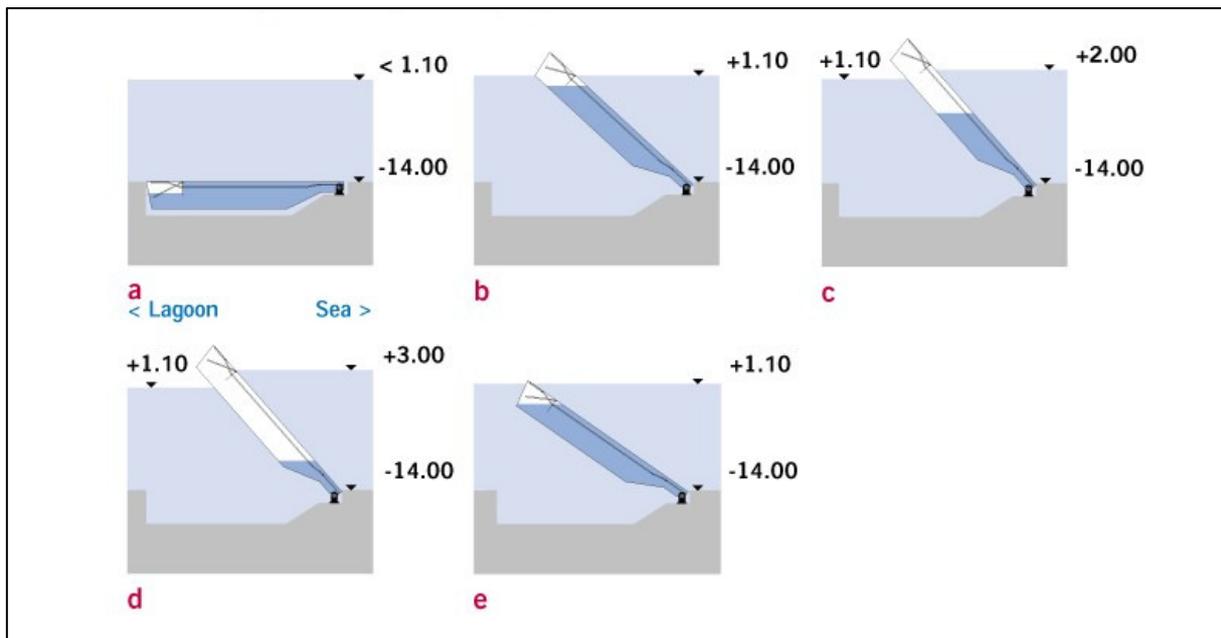


Fig. 8. Le ventole a spinta di galleggiamento che costituiscono le quattro schiere di paratoie.

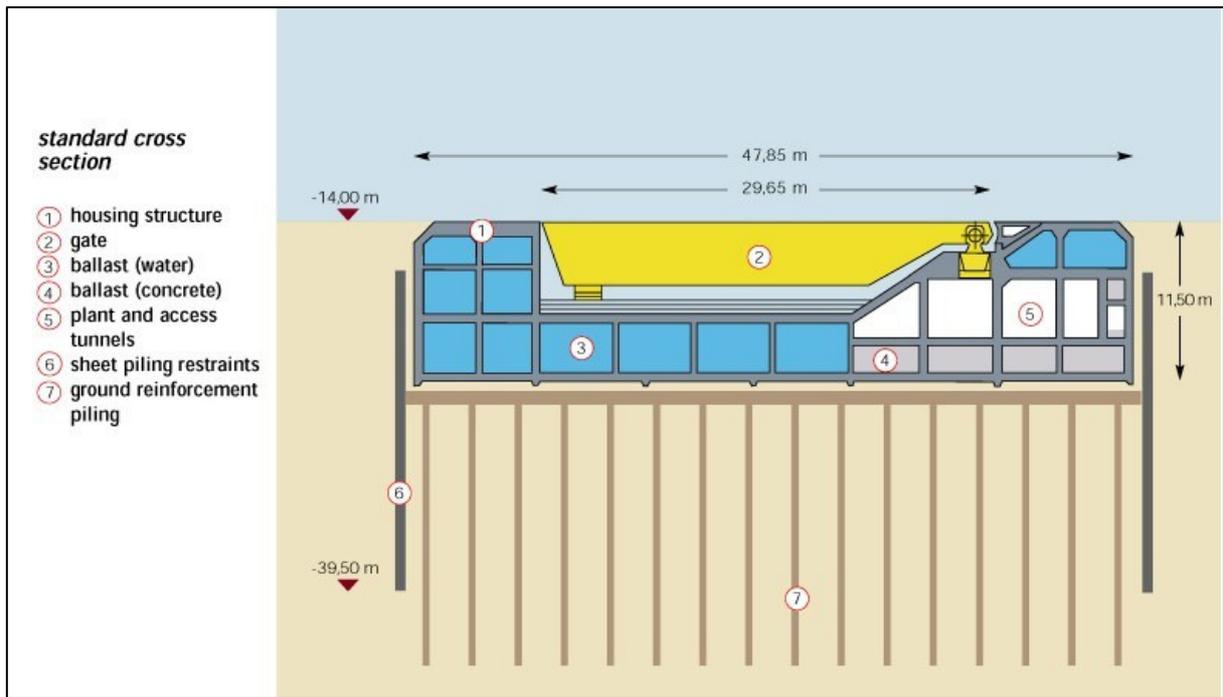


Fig. 9. Malamocco fondazione



Fig. 10. Malamocco molo frangiflutti (maggio 2004).