

Difesa locale dalle acque alte



Interventi di cui all'Articolo 3 - Lettera a) Legge n. 798/84**3.3. Ristrutturazione dei moli foranei alle tre bocche lagunari****3.3.1. Descrizione degli interventi**

I moli foranei alle bocche di porto, che costituiscono un fattore di sicurezza per la navigazione, necessitavano di importanti lavori di ristrutturazione.

I moli sono stati costruiti tra il 1840 e il 1934 in modo da creare un aumento della profondità dei fondali dei canali di bocca (a causa dell'aumento della velocità della corrente) per adeguarli alla stazza sempre maggiore delle navi moderne.

Tuttavia i moli sono stati realizzati ricorrendo a pietrame di grande dimensione che ha subito, per l'azione delle correnti e del moto ondoso, continui sprofondamenti nel tempo. Questi fenomeni avevano finito per compromettere la stabilità dell'intera struttura. I lavori di manutenzione ordinaria eseguiti in passato avevano fronteggiato i dissesti più immediati senza però eliminare il problema.

La ricostruzione dei moli è stata supportata da analisi, ricerche, sperimentazioni con modelli matematici e fisici con le quali sono state valutate le caratteristiche del moto ondoso lungo ciascuno dei moli, l'intensità delle correnti di marea al piede delle scogliere, la natura geotecnica dei terreni di fondazione, la profondità dei fondali lungo i moli e la loro tendenza evolutiva, la stabilità della struttura e delle mantellate in roccia. La realizzazione delle opere non ha comportato modifiche dimensionali e fa ricorso, per le parti a vista, a materiali omogenei a quelli esistenti.

3.3.2. Stato di attuazione al 31 dicembre 2000

Il progetto di massima degli interventi per il rinforzo dei moli è stato approvato dal Comitato Tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia nel luglio del 1991.

Durante il 1994 sono iniziati quasi tutti gli interventi previsti. Nel 1996 sono stati completati i lavori sul **molo nord di Malamocco** mentre sono proseguiti quelli relativi agli altri moli.

Nel 1997 sono stati completati anche i lavori relativi ai **moli nord e sud di Chioggia** e sud

di Lido, mentre nel 1998 sono terminati i lavori relativi al **molo sud di Malamocco**.

I lavori relativi al **molo nord di Lido** sono stati completati nel 1999.

Nel 1999 sono stati avviati i lavori relativi alle **radici dei moli sud di Chioggia e nord di Malamocco**.

I lavori realizzati sono stati condotti secondo tre tipologie di intervento sostanzialmente comuni a tutti i sei moli foranei: rinforzo e risagomatura delle mantellate (gli strati di blocchi di roccia o calcestruzzo posti a difesa del molo dall'azione del moto ondoso); rifacimento dei tratti danneggiati dei massi di coronamento; protezione dei fondali mediante una platea di blocchi di roccia collocata sopra un filtro costituito da geotessili sintetici.

La verifica effettuata successivamente al completamento delle opere, in merito al comportamento strutturale e funzionale dei moli dopo le ristrutturazioni, conferma il conseguimento degli obiettivi progettuali e la validità delle soluzioni prescelte.

Elenco opere completate

1. Ristrutturazione del molo nord di Lido
2. Attività complementari di rinforzo del molo nord di Lido
3. Ristrutturazione del molo sud di Lido
4. Ristrutturazione del molo nord di Malamocco
5. Ristrutturazione del molo sud di Malamocco
6. Ristrutturazione del molo nord di Chioggia
7. Ristrutturazione del molo sud di Chioggia
8. Sistemazione della radice del molo sud di Chioggia
9. Messa in sicurezza e adeguamento dei fari sui moli foranei nord di Malamocco (1^a fase) e di Lido

Elenco opere in corso

1. Sistemazione della radice del molo nord di Malamocco

Ristrutturazione del molo nord di Malamocco

Obiettivo generale
Ristrutturazione dei moli
foranei alle bocche di porto

Obiettivi specifici
Contrastare il dissesto
e il degrado della struttura;
aumentarne la resistenza
rispetto alle mareggiate

Interventi principali
Rinforzo delle scogliere
e protezione del fondale alla
base del molo per impedirne
l'erosione (2,1 km)

Interventi complementari
Restauro e adeguamento
del faro sulla testata del molo

Stato di avanzamento
Ultimati (luglio 1997)

A destra
La bocca di porto
di Malamocco, attraverso
cui transita la maggior parte
del traffico navale, industriale,
commerciale e petrolifero,
diretta in laguna





*Interventi di cui all'Articolo 3 - Lettera d) Legge n. 798/84***3.4. Difesa dalle mareggiate****3.4.1. Descrizione degli interventi**

Il cordone litoraneo che separa l'Adriatico dalla laguna, lungo circa 46 chilometri, rappresenta la prima e naturale difesa di Venezia e dei centri urbani lagunari dal mare. Il rinforzo dei litorali ha assunto un carattere di assoluta necessità e d'urgenza. Infatti, il cordone litoraneo si è fatto sempre più sottile e fragile a causa dell'abbassamento delle terre emerse in laguna, dei processi erosivi, delle azioni disgregatrici del moto ondoso e del vento e del degrado delle strutture storiche in pietra (i "murazzi") che sono state erette nel corso del XVIII secolo a protezione dalle mareggiate. L'insieme dei fenomeni ha determinato il generale arretramento della linea di costa e la scomparsa del cordone di dune che costituiva un'ulteriore difesa dei territori e degli abitati retrostanti. Il fenomeno è stato particolarmente evidente, fin dai secoli scorsi, nel caso dei litorali di Pellestrina e di Lido per interessare, più recentemente, anche i litorali di Jesolo, Cavallino e Sottomarina. Il sistema di opere, in gran parte realizzato, persegue molteplici obiettivi: la protezione della laguna e dei suoi abitati; il ripristino delle difese naturali mediante la creazione di nuove spiagge e l'ampliamento di quelle divenute inadeguate; la formazione, dove possibile, di un nuovo fronte di dune il restauro dei "murazzi" e la ristrutturazione delle opere di difesa degradate.

La difesa di un litorale mediante la costruzione di una nuova spiaggia è senza dubbio la soluzione che, tra quelle possibili, è più compatibile con l'ambiente costiero in quanto ne riprende, anche se in modo artificiale, i caratteri naturali. Benchè sia già stata adottata in altri casi, la soluzione mantiene, per la particolarità della zona, un elevato carattere di novità. Gli effetti conseguiti vanno attentamente monitorati poiché dipendono strettamente dalle caratteristiche fisiche e dalle condizioni meteorologiche della zona.

L'ideazione e la progettazione è stata supportata da numerosi approfondimenti di carattere scientifico, ma è stata possibile solo associando ad esse approfondimenti altrettanto completi e rigorosi riguardo alla ricerca delle cave per l'approvvigionamento delle sabbie, ai metodi costruttivi per il prelievo, il trasporto e il deposito delle sabbie in grado di limitare

l'impatto sull'ambiente circostante alle zone di lavoro e riguardo ai controlli da effettuare sia in corso d'opera che nei mesi e negli anni successivi all'intervento.

3.4.2. Stato di attuazione al 31 dicembre 2000

A oggi si è intervenuti o si sta intervenendo su cinque litorali per un tratto complessivo di costa di quasi 40 chilometri, utilizzando per l'ampliamento o la ricostruzione delle spiagge circa 8 milioni di m³ di sabbia.

A Jesolo e a Cavallino si è proceduto anche alla ricostruzione di quasi 8 chilometri di dune.

Nel corso del 1990 è stato eseguito l'intervento sperimentale di difesa del litorale di Cavallino, in località Ca' Pasquali: si è messo in opera un tratto di barriera sommersa longitudinale, parallela alla costa e ne è stata misurata l'efficacia nell'evitare la dispersione della sabbia.

Nel 1991 sono iniziati i lavori per il rinforzo della scogliera nel punto più fragile del litorale di Pellestrina, l'ansa di Caroman, dove solo pochi metri separano il mare dalla laguna.

Nel corso del 1992 sono stati avviati i lavori per il rinforzo di 5 chilometri di "murazzo" a Pellestrina, completati nel 1997.

Nel 1993 hanno avuto inizio gli interventi per il ripascimento del litorale di Cavallino e nel 1994 quelli del litorale di Pellestrina.

A **Cavallino**, lo sviluppo complessivo degli interventi realizzati è di circa 11 chilometri. Nei primi mesi del 1998 è stata portata a completamento la ricostruzione morfologica e ambientale di alcune dune, portando così a termine i lavori.

A **Pellestrina** è stata completata, nel corso del 1999, una nuova spiaggia a protezione dell'abitato. Gli interventi consentono il ripascimento di un tratto di litorale lungo circa 9 chilometri.

Infine, nel corso del 1998, sono stati avviati anche i lavori di difesa dei litorali di **Sottomarina** e di **Isola Verde**, a Chioggia, e del litorale di **Jesolo** che, nel corso del 2000, hanno avuto pieno sviluppo.

La progettazione esecutiva degli interventi sul litorale di **Lido** è stata completata.

Gli interventi già realizzati e in corso di realizzazione sono monitorati con continuità: i controlli effettuati mostrano che gli obiettivi di progetto sono stati raggiunti, con una generale approvazione e soddisfazione dell'autorità marittima e delle Amministrazioni locali interessate; la stabilità delle nuove opere, già completate, dopo un apprezzabilmente lungo periodo di "stress" da parte del mare e degli agenti atmosferici, conferma pienamente la validità delle scelte progettuali e dei metodi costruttivi.

Elenco opere ultimate

1. Rinforzo del litorale di Jesolo – ampliamento della spiaggia
2. Rinforzo e rinaturalizzazione del litorale di Cavallino
3. Ricostruzione della spiaggia a Pellestrina
4. Rinforzo della scogliera tra S. Pietro in Volta e Pellestrina (litorale di Pellestrina)
5. Rinforzo del murazzo di Caroman (litorale di Pellestrina)
6. Rinforzo del litorale di Sottomarina – ampliamento della spiaggia (litorale di Chioggia)
7. Rinforzo del litorale di Isola Verde – ampliamento della spiaggia (litorale di Chioggia)
8. Interventi stagionali alla foce del Brenta e alla foce dell'Adige – in Accordo di programma con Regione del Veneto, Comune di Chioggia e Comune di Rosolina

Elenco opere in corso

1. Litorale di Jesolo – ripristino dune e sistemazione foce Sile
2. Litorale di Pellestrina: accessi attrezzati alla spiaggia
3. Litorale di Sottomarina: riqualificazione parte nord del litorale e argine di difesa – in Accordo di programma con Comune di Chioggia
4. Litorale Isola Verde: argine di difesa e opere complementari

Ampliamento e naturalizzazione della spiaggia del Cavallino

Obiettivo generale
Rinforzo dei litorali

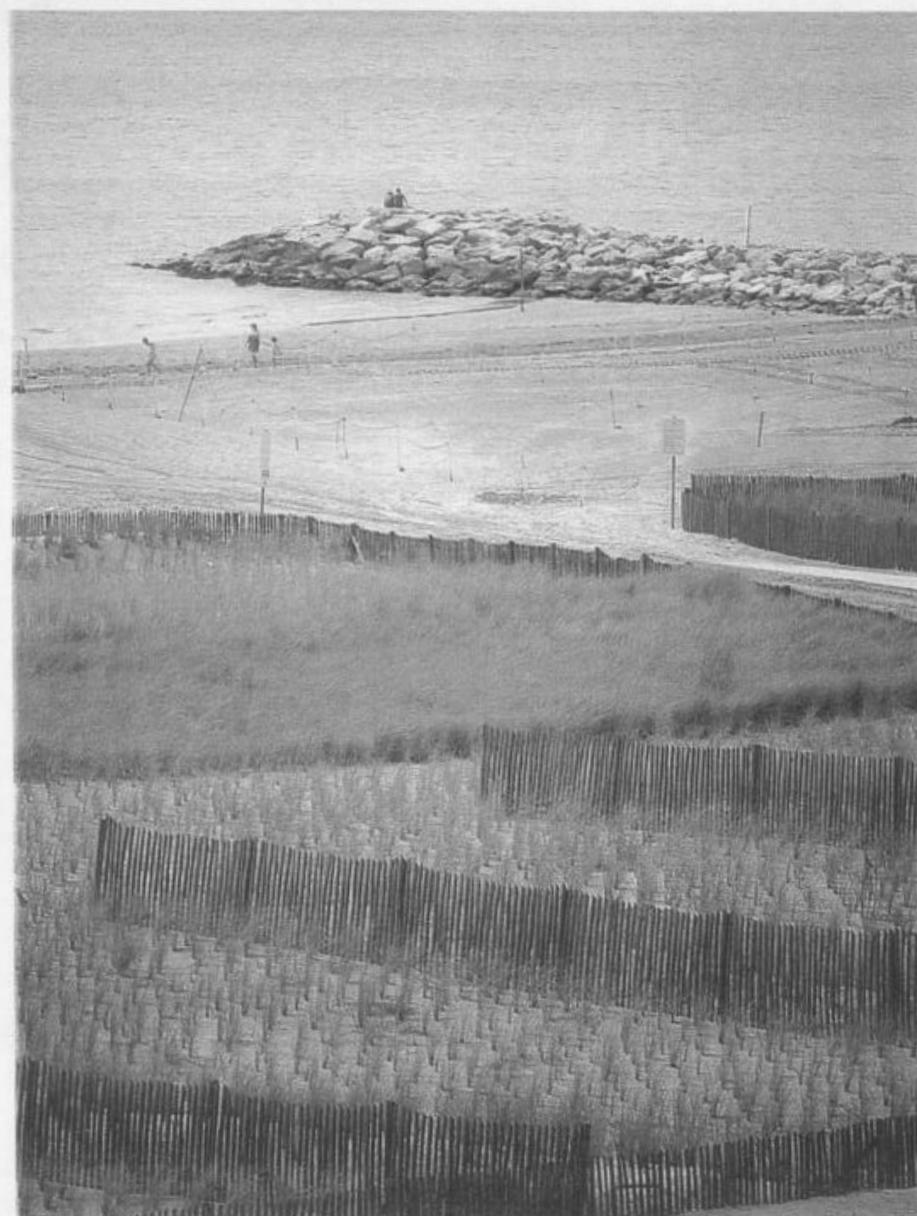
Obiettivi specifici
Proteggere i territori
e gli abitati litoranei;
contrastare l'erosione
della costa; smorzare
l'energia delle onde;
ripristinare ambienti
naturali degradati

Interventi principali
Ampliamento della spiaggia
(11 km), protetta da 32
"pennelli"

Interventi complementari
Ricostruzione delle dune
(5 km); ristrutturazione
dell'argine paraonde
tra la spiaggia e il territorio
retrostante (2,7 km)

Stato di avanzamento
Ultimati (febbraio 1999)

A destra
Particolare delle opere
di difesa costituite dal sistema
dune-spiaggia-pennelli.
In primo piano, ammofite
trapiantate su una duna
ricostruita per consolidare
la sabbia e dare avvio
ai dinamismi spontanei che
favoriscono la naturale
evoluzione di questi ambienti





**Ricostruzione
della spiaggia
di Pellestrina**

Obiettivo generale
Rinforzo dei litorali

Obiettivi specifici
Proteggere i territori
e gli abitati litoranei;
contrastare l'erosione
della costa; smorzare
l'energia delle onde;
rinforzare le antiche difese
a mare ("murazzi")

Interventi principali
Formazione di una nuova
spiaggia (9 km) contenuta
entro "celle" delimitate
da 18 "pennelli" trasversali
alla riva e da una scogliera
sommersa longitudinale
(9 km)

Interventi complementari
Rinforzo della scogliera
davanti ai murazzi
tra S. Pietro in Volta
e Pellestrina (5 km);
consolidamento del muraio
di Caroman (500 m)

Stato di avanzamento
Ultimati (marzo 1999)

A destra
Una fase dei lavori
per il consolidamento
del settecentesco "muraio"
di Caroman



Rinforzo dei litorali

Il litorale di Pellestrina prima
e dopo i lavori (foto grande)



SALVAGUARDIA AMBIENTALE

Interventi di cui all'Articolo 3 - Lettera a) Legge n. 798/84

3.5. Recupero della morfologia lagunare

3.5.1. Descrizione degli interventi

La Legge n. 798/84 e, particolarmente, la Legge n. 139/92 dispongono che gli interventi ambientali siano integrati e contestuali alle opere per la difesa dalle acque alte.

Condizione per la sopravvivenza della laguna di Venezia è, infatti, il suo riequilibrio ambientale.

Due fenomeni hanno contribuito al rapido degrado dell'ecosistema lagunare:

- l'erosione, che sottrae sabbia e sedimenti con una dinamica che provoca l'appiattimento dei fondali e la scomparsa delle strutture fisiche proprie dell'ambiente lagunare (canali, bassifondi, velme e barene);
- l'inquinamento che, divenuto imponente negli ultimi quarant'anni, ha causato il progressivo decadimento della qualità delle acque.

La laguna è una zona umida costiera, perennemente instabile tra interrimento ed erosione.

Nei secoli passati i veneziani hanno contrastato l'interrimento con interventi di dimensioni grandiose, come la deviazione dei fiumi, portati a sfociare lontano dalla laguna, e il taglio del Po a Porto Viro.

A partire dal secolo scorso, invece, è subentrato il fenomeno dell'erosione. La costruzione dei moli alle bocche di porto, finalizzata a garantire a navi di grandi dimensioni l'accesso al porto, ha avuto la conseguenza di interrompere quasi del tutto l'ingresso in laguna di sabbia trasportata dal mare, come la deviazione dei fiumi aveva drasticamente ridotto l'apporto di materiali dall'entroterra. Altri interventi umani effettuati in questo secolo, come lo scavo del c.d. "canale dei petroli" completato alla fine degli anni '60, hanno concorso, congiuntamente al fenomeno naturale dell'abbassamento della quota dei fondali, a innescare ed esaltare il processo erosivo ormai giunto a livelli tali da configurare una rapida evoluzione della laguna in una baia marina, con conseguenze assai negative sull'ecosistema e sulle attività umane.

Il progetto per il recupero morfologico ha l'obiettivo principale di contrastare questa tendenza evolutiva e, dunque, di trattenere e reintrodurre in laguna i sedimenti, ricostruendo e tutelando le strutture fisiche dell'ambiente lagunare, e di ricalibrare i canali lagunari per ripristinare gli scambi idrici.

Grande rilievo assumono i lavori per la ricostruzione di velme e barene che consentono di raggiungere fondamentali obiettivi di ordine idrodinamico, morfologico e naturalistico, tramite il reimpiego interno alla laguna dei materiali provenienti da operazioni di dragaggio che in precedenza venivano depositati in mare.

Tutti gli interventi sulla morfologia mantengono nel loro insieme un carattere di innovazione e di sperimentaltà: i risultati sono apprezzabili in tempi lunghi. Un continuo monitoraggio degli effetti consente di ottimizzarne via via l'efficacia.

3.5.2. Stato di attuazione al 31 dicembre 2000

Il Consorzio Venezia Nuova ha predisposto un **progetto generale di massima per il ripristino della morfologia lagunare**, approvato dal Comitato Tecnico del Magistrato alle Acque di Venezia nel dicembre del 1992.

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di interventi secondo le seguenti tipologie:

1. Ricalibratura dei canali, sollevamento dei bassi fondali e ricostruzione di velme e barene, anche attraverso il riuso dei sedimenti dragati e reintroducendo sedimenti in laguna.

A seguito dell'approvazione da parte del Magistrato alle Acque dei relativi progetti esecutivi, gli interventi di ricalibratura dei canali lagunari e di ricostruzione delle strutture morfologiche lagunari hanno riguardato circa 70 aree di intervento.

Il quantitativo di sedimenti riutilizzato è stato mediamente di circa 400.000 m³/anno, realizzando così circa 700 ha di velme, barene e sovralti di fondale.

Nelle opere di recupero morfologico si utilizzano i sedimenti presenti in laguna, i quali hanno caratteristiche chimiche e fisiche fortemente variabili da zona a zona ed il loro riuso dipende anche dalle condizioni meteomarine variabili nel tempo.

Le aree di intervento sono già state individuate, in linea di massima, sulla base delle attività di studio ed analisi contenute nel Piano generale degli interventi morfologici del 1992, tuttavia, la loro effettiva localizzazione e le modalità di esecuzione è stata ed è oggetto di continui affinamenti.

Infatti, sia la progettazione, sia la realizzazione di un nuovo intervento è il risultato di un processo graduale che richiede la conoscenza di numerose componenti come l'evoluzione naturale dei luoghi; le preesistenze archeologiche; l'interferenza con opere dello stesso tipo già realizzate; l'interferenza con altri interventi ambientali; la compatibilità con le attività antropiche connesse con l'itticoltura e i metodi di pesca; nonché il traffico acqueo e, infine, il rispetto della normativa riguardante la qualità dei sedimenti.

Le barene artificiali al termine della loro realizzazione con il refluimento dei sedimenti non costituiscono l'opera finita. Esse sono solo il presupposto indispensabile per l'avvio di processi naturali (l'assestamento della quota, le variazioni delle caratteristiche pedologiche, lo sviluppo della vegetazione) che trasformano il deposito dei nuovi sedimenti, che contrasta la perdita di quota, in un ambiente che progressivamente acquista i caratteri e le funzione tipiche delle zone umide lagunari (elevata biodiversità, alta produzione biologica e capacità di automantenimento).

Pertanto, solamente attraverso il monitoraggio protratto per lunghi periodi (dell'ordine dei 5-10 anni) è possibile acquisire le conoscenze che consentono di raggiungere gli obiettivi di ricostruzione dell'ambiente lagunare attraverso progressivi affinamenti dei progetti, dei materiali impiegati e dei mezzi d'opera.

2. Protezione delle barene; riavvio dei dinamismi naturali nei bassifondi e nelle barene; naturalizzazione delle barene artificiali.

A seguito dell'approvazione dei relativi progetti esecutivi da parte del Magistrato alle Acque, per quanto riguarda lo stato di avanzamento degli interventi si ha:

- **protezione barene:** a tutt'oggi gli interventi in corso o già realizzati hanno riguardato 30 aree.

Negli interventi di protezione delle barene naturali è previsto l'impiego di materiali diversi a seconda del grado di esposizione ai processi erosivi e nel rispetto dei vincoli di natura archeologica e paesaggistica.

In generale sono state impiegate: palificate; piccole scogliere in pietrame contenute entro reti (le burghe); sovralti sabbiosi.

Si sono utilizzati soprattutto sistemi di protezione con sovralti in sabbia o con nuove modalità costruttive, consistenti nell'uso di materiali compositi (palificate, pietrame, canna palustre e vegetazione) che ben si inseriscono nel paesaggio lagunare senza rinunciare ad una loro sufficiente durata.

- **interventi di riavvio dei dinamismi naturali:** sono in corso o si sono realizzate 16 aree con fascinate di sedimentazione; 12 aree di refluimento; 23 aree di trapianto di vegetazione (di cui 15 a fanerogame e 8 di vegetazione alofila).

Gli interventi sui bassi fondali e sulle barene, finalizzati alla riattivazione dei dinamismi naturali di sedimentazione, consistono nella realizzazione di fascinate di sedimentazione (aree confinate in cui è facilitata la cattura dei sedimenti sospesi); nel ripascimento delle barene naturali con sottili strati di materiale prelevato dai canali circostanti per favorire lo sviluppo della vegetazione; nel trapianto di vegetazione sui fondali lagunari e sulle barene stesse.

- **naturalizzazione delle barene artificiali:** si è intervenuto su 10 barene.

Allo scopo di accelerare i processi di naturalizzazione delle barene artificiali sono previsti interventi di rimozione delle palificate di contenimento delle barene artificiali, una volta che si sia completato il consolidamento del materiale refluito. Questo, per facilitare lo scambio con le acque circostanti, al fine di facilitare lo sviluppo naturale della vegetazione. E' anche previsto lo scavo di ghebi e chiari all'interno delle barene artificiali per aumentare la diversificazione degli habitat. Tutte queste tipologie di intervento sono tra loro strettamente interconnesse (protezione barene, avvio dei dinamismi naturali, naturalizzazione delle barene artificiali).

3. Arresto dell'erosione delle isole minori

E' stata completata o è in corso la protezione di 6 isole (Campalto, Fisolo, San Servolo, Isola dei Laghi, Certosa, Lazzaretto Nuovo).

Gli interventi riguardano il rinforzo di margini di isole in cui non era possibile ridurre l'azione erosiva del moto ondoso generato dal vento con interventi di protezione e