La difesa del Lido di Venezia dalle mareggiate

Premessa

La difesa del cordone litoraneo veneziano è uno dei più importanti obiettivi perseguiti e conseguiti dalle attività di salvaguardia di competenza dello Stato e costituisce uno dei più rilevanti interventi di difesa costiera e ambientale mai eseguiti in Italia.
La difesa del litorale è già stata in gran parte attuata mediante la creazione di nuove spiagge protette o l'ampliamento di spiagge esistenti. Si tratta di una difesa flessibile e non rigida, che contrasta l'erosione in atto con il massimo dell'efficacia; un intervento che ripristina il paesaggio originario, che è coerente al paesaggio esistente ed è aderente ai principi dello sviluppo sostenibile. Questa tipologia di opere conferisce al territorio caratteristiche che lo rendono atto a resistere alla variabilità degli agenti meteomarini con interventi di manutenzione assai minori di quelli che sarebbero necessari con difese rigide come le scogliere o i muri paraonde.
Quanto è stato finora realizzato secondo tali modalità è imponente e di grande valenza ingegneristica e ambientale: procedendo da Nord a Sud, a Jesolo è stata ampliata la spiaggia per 10 chilometri e i pontili di pali che per tanti anni hanno limitato l'erosione in questo tratto di costa sono stati adeguati alle nuove caratteristiche dell'arenile; a Cavallino sono stati ricostruiti 11 chilometri di spiaggia con l'inserimento di 22 pennelli e il ripristino di 5 chilometri di dune; a Pellestrina è stata ricostruita una nuova spiaggia per 9 chilometri, protetta da 18 nuovi pennelli e da una scogliera sommersa parallela alla costa. Questi interventi hanno offerto un eccellente grado di difesa durante l'ultima forte mareggiata del 6 novembre 2000.

Litorale del Lido. Cause, dinamiche e conseguenze dei processi erosivi

Anche per il litorale di Lido si è proceduto alla preparazione di un progetto analogo, dopo l'esame di molte alternative e dopo la conferma, tramite nuove campagne batimetriche eseguite a più riprese dal Magistrato alle Acque di Venezia attraverso il Consorzio Venezia Nuova, della tendenza evolutiva verso l'erosione dei fondali antistanti il litorale. Conferma senza incertezze: il litorale di Lido dopo la costruzione dei moli si presenta come un'unità fisiografica isolata in quanto riceve pochissimo alimento dal trasporto litoraneo proveniente da Nord e da Sud. Lo scarso volume di sedimenti trasportati dalle correnti viene infatti in parte intercettato dai moli che si protendono verso il mare aperto e dai flussi di marea. Questa tendenza erosiva era già stata documentata dal prof. M. Zunica nel 1971 sulla base dei rilievi storici condotti, a partire dal 1886, dall'Istituto Idrografico della Marina; successivamente, nel 1984, dal prof. Gatto

Litorale del Lido.
Effetti della mareggiata
del 4 novembre 1966

del CNR - Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, e, ancor più recentemente nel 1994, dal Gruppo di Lavoro del CNR diretto dal prof. Marabini, nell'ambito della Linea di ricerca 2.5 del Progetto Sistema Lagunare Veneziano.
Anche secondo tali studi l'erosione si concentra nel tratto centrale del Lido con una caratteristica particolare: l'erosione è maggiore in corrispondenza dei fondali più profondi e anzi, per vasti tratti, si manifesta solo su tali fondali.
Ciò ha determinato nel tempo un aumento progressivo della pendenza del fondale fino ad assumere valori che superano quelli attesi per il tipo di onda e per la granulometria della sabbia presenti lungo il litorale del Lido.
Oggi, benché le condizioni di moto ondoso e di granulometria siano uguali lungo tutto questo litorale, sono identificabili due distinte situazioni: nella parte centrale, la pendenza del fondale è decisamente più ripida di quella teorica ed è dell'ordine di un valore medio di circa 0,9%; nelle parti adiacenti, dove ancora esiste la spiaggia, la pendenza è assai minore ed è praticamente coincidente con quella teorica (di circa 0,4%).
Dall'esame dei rilievi eseguiti all'inizio del secolo, si ricava che in quel periodo la pendenza era ancora prossima a quella teorica anche nella zona centrale del litorale del Lido.
Questo insieme di informazioni mette in evidenza che il tratto centrale del litorale è in una fase evolutiva tipica di molte coste in erosione destinata a concludersi con il riprodursi, a stabilizzazione raggiunta, della pendenza del fondale propria delle condizioni locali di cui si è detto (moto ondoso e granulometria dei sedimenti).
Lungo una costa dove l'apporto dei sedimenti è stato in pratica annullato dalla costruzione dei moli, il raggiungimento di questa situazione di equilibrio avverrà con un aumento della profondità dei fondali anche nella fascia immediatamente adiacente ai murazzi. L'esperienza ha dimostrato che questa modifica non avverrà in modo graduale (come invece avviene ed è avvenuto sui fondali più profondi); avverrà in modo inatteso, in occasione di una mareggiata critica per il litorale. O per l'altezza delle onde o per la loro lunghezza o ancora per la durata dell'evento.
Al termine di questo processo la parte centrale del litorale del Lido non potrà che avere una profondità dei fondali al piede della scogliera di protezione del murazzo uguale a quella rilevata a Pellestrina prima degli interventi di difesa e quindi una profondità di 3/4 m.
I rilievi del Consorzio Venezia Nuova hanno anche evidenziato che si stanno formando piccole spiaggette nella zona più prossima all'Eurotel: questo avanzamento di spiaggia, dovuto al deposito di un volume di sabbia irrisorio, inganna chi è solito fre-

quentare quei luoghi, inducendolo a credere che non vi siano problemi di erosione. In realtà il deposito interessa solo i primi 50 m della riva ed è a sua volta alimentato dall'erosione, che invece continua, dei fondali più lontani, al di là delle dighette in roccia, a 100 m dalla riva.

Soluzioni proposte

Le attività propedeutiche alla progettazione sono state: l'analisi e la comparazione delle ricerche esistenti; lo studio dell'evoluzione storica; l'analisi dello stato di fatto e delle tendenze evolutive; l'individuazione dei rischi per il territorio; lo studio di soluzioni alternative anche con prove su modelli matematici e fisici (presso il Centro di ricerche idrauliche di Walligford e presso il Centro per modelli idraulici di Voltabarozzo).
Come soluzioni alternative sono state esaminate il rinforzo delle scogliere esistenti; le dighe in roccia parallele alla costa; i pennelli perpendicolari alla costa a interasse e orientamento diversi; la costruzione di spiagge con nuova sabbia; la ricostruzione e il rinforzo di dune; la combinazione degli ultimi tre interventi.
Il progetto elaborato prevede la demolizione dei pennelli esistenti e il riuso delle rocce per la costruzione dei nuovi; la costruzione di 5 pennelli di contenimento lunghi tra 140 e 230 metri a formare 4 grandi celle; la costruzione di 6 pennelli di dimensioni più ridotte all'interno delle celle per stabilizzare la linea di costa; la formazione di una nuova spiaggia ampia circa 50 m; la realizzazione di una rete frangivento nel tratto di costa difeso dalla nuova spiaggia; il ripristino del cordone di dune agli Alberoni. I lavori non interesseranno i murazzi e la scogliera antistante (l'antemurazzo) e anche le attività di cantiere avverranno esclusivamente dal lato mare.
Le quantità previste sono: 4,7 km di litorale verranno interessati dagli interventi per la costruzione della nuova spiaggia protetta, su uno sviluppo complessivo del Lido di 12,5 km; i pennelli da salpare saranno 25 (che, messi in fila, misurano ora complessivamente 1,3 km); i nuovi pennelli saranno 11 per 1,6 km; il ripristino delle dune sarà di circa 1 km.
La sabbia per la nuova spiaggia sarà prelevata in una cava marina a dieci miglia di fronte a Jesolo. Il Ministero dell'Ambiente ha accertato qualità e congruità delle caratteristiche sedimentologiche della sabbia, sulla base di uno studio di compatibilità ambientale ed ha rilasciato l'autorizzazione a procedere al suo prelievo e al deposito lungo il litorale di Lido.
Gli interventi possono essere realizzati nel corso di quattro stagioni invernali, con interruzioni nel periodo tra maggio e settembre per non interferire con l'uso estivo del tratto di litorale interessato dai lavori.

Il dibattito

Il dibattito in corso ha registrato, su questo progetto, voci dissonanti, anche se la soluzione del ripascimento è già stata realizzata per oltre 30 chilometri lungo il cordone litoraneo veneziano e anche se la creazione di una nuova spiaggia contribuisce a riqualificare e arricchire il territorio. Il litorale di Lido, peraltro, è già formato per metà da ampie spiagge, con una gestione che ne permette, quasi ovunque, una fruizione "a pagamento". Una nuova spiaggia di 5 chilometri, affidata, per esempio, all'Amministrazione comunale, potrebbe rappresentare una buona occasione di fruizione più articolata.

Tuttavia l'abitudine all'uso di un territorio determina immagini forti. Dunque è evidente che molto si deve dibattere perché si affermi una convinzione profonda e generalizzata.

I cittadini del Lido, e anche molti Veneziani, sono soliti considerare la parte centrale del Lido come un ambiente dove si prende il sole sugli scogli, lontano dai pedaggi e dagli affollamenti delle spiagge dei grandi alberghi; come un luogo dove il paesaggio è costituito da mare, rocce e murazzo e dove il rapporto con l'ambiente marino appare più diretto e più intenso.

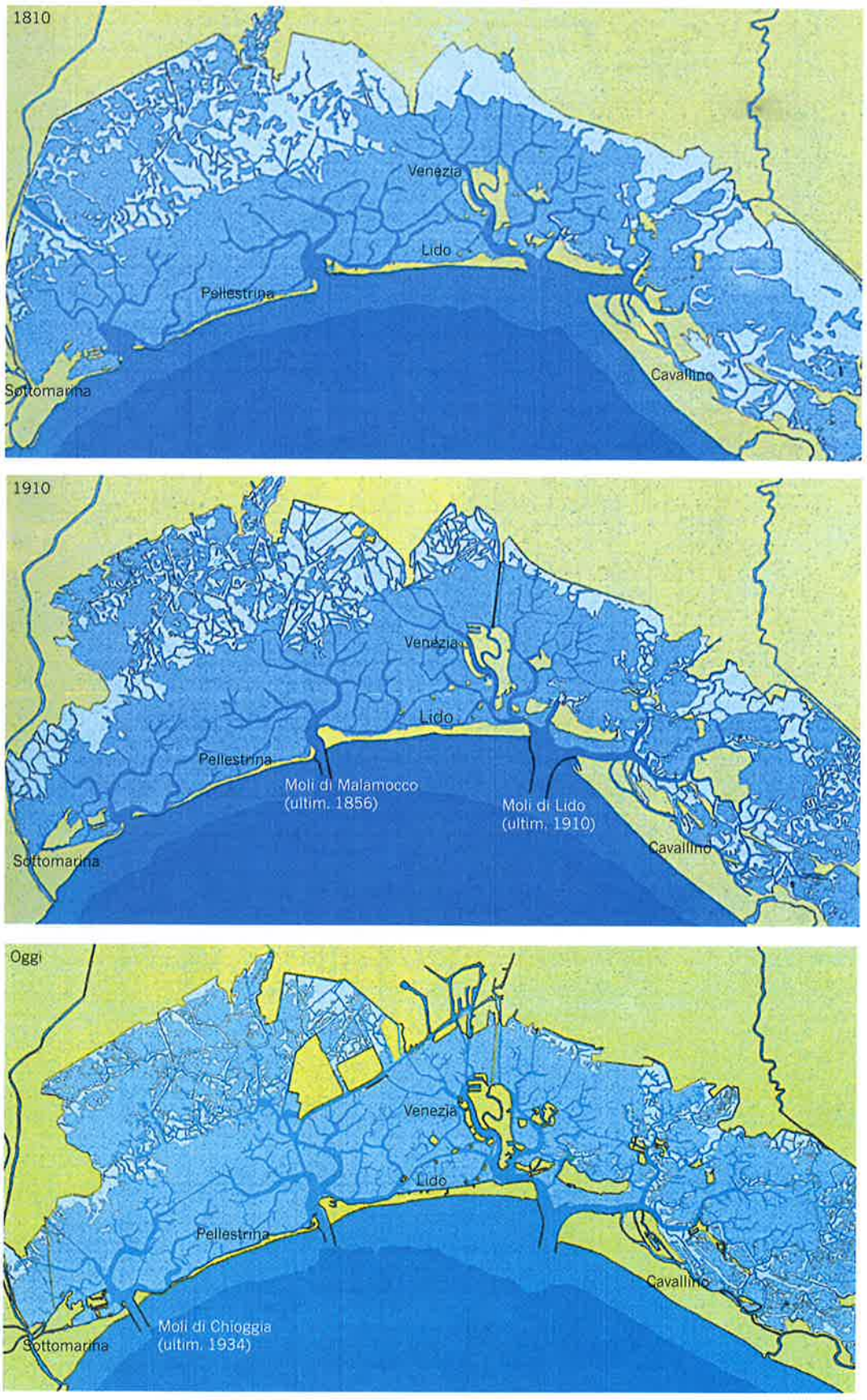
D'altra parte la difesa del litorale non è solo la difesa del territorio e degli abitati del Lido, ma anche il completamento dell'intera difesa della linea costiera tra mare e laguna. Per garantire un uniforme grado di protezione non possono rimanere tratti di fragilità. Inoltre i finanziamenti previsti appartengono a un capitolo preciso, la salvaguardia di Venezia, degli abitati lagunari, della laguna, anche attraverso interventi di rinforzo del cordone litoraneo. Da questa finalità non possono essere distolti per altri obiettivi, come talvolta si sostiene.

I cittadini del Lido, nella quasi maggioranza, concordano con la necessità di contrastare il fenomeno erosivo in atto e la linea di tendenza evolutiva che prevede il peggioramento del fenomeno. In parte però dissentono sulla creazione della nuova spiaggia. Sono state avanzate ipotesi di soluzioni alternative che comporterebbero la creazione di scogliere sommerse parallele alla riva associate a pennelli trasversali, senza ripascimento, o il versamento di sabbia ma sotto al livello dell'acqua. Tali soluzioni alternative hanno uno scopo comune: evitare la spiaggia, per conservare un tratto di mare "a scogliera".

Anche se la soluzione presentata da Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova è stata scelta, come detto prima, dopo l'analisi e il confronto tra diverse e approfondite alternative, le raccomandazioni e le indicazioni dei lidensi saranno accolte e vagliate con grande attenzione. *(f.f.)*

I murazzi nella parte centrale
del litorale del Lido

FRIULI-
-VENEZIA GIULIA
UDINE
Pordenone
Cordenons
Codròipo
Sacile
Vittorio Vèneto
Conegliano
Valdobbiàdene
Mt. Grappa 1775
Prealpi Feltrine
Prealpi Bellune
Il Montello 371
Montebelluna
Bassano del Grappa
Marostica
Castelfranco V.
Vedelago
Paese
Treviso
Roncade
Cittadella
Piazzola sul Brenta
Scorzè
Mogliano
Noale
Martellago
Mirano
Mestre
VENEZIA
Lido
Mira
Dolo
Vigonza
PADOVA
Abano T.
Colli Euganei
Piove di Sacco
Monsèlice
Este
Chiòggia
Foci del Brenta e dell'Adige
Can. Gorzone
Cavarzere
Rovigo
Lendinara
Adria
Po di Levante
Po
Porto Tolle
Po di Goro
Po di Gnocca
Po di Tolle
Copparo
FERRARA
Codigoro
Po di Volano
Foci del Po
Laguna Veneta
Oderzo
Portogruaro
S. Michele al Tagliamento
Aquileia
Lignano Sabbiadoro
Grado
Laguna di Marano
Santo Stino di Livenza
S. Donà di Piave
Eraclea
Caorle
Jesolo
Lido di Jesolo
Punta Salvore
Golfo di Venezia
MARE ADRIAT
Meduna
Tagliamento
Livenza
Sile
Piave
Brenta
Bacchiglione
Canale Cavanella
Canale Fissero
Canale Tartaro
Canale Canalbianco
Canale Bianco
Canale Adigetto
Canale Busa Dritta
Canale Busa Sinistra
Canale Po di Maistra
Canale Po di Pila
Canale Po di Venezia
Canale Po di Gnocca
Canale Po di Tolle
Canale Po di Goro
Canale Po di Volano
Canale Po di Levante



Il litorale dalla laguna di Grado alla foce del Po. La carta mostra un territorio conteso tra terra e mare con una predominio dei fenomeni erosivi. La configurazione della costa e l'innescarsi di processi di erosione o sedimentazione dipendono essenzialmente dall'esposizione dei litorali alle mareggiate, dal volume di sedimenti trasportati in mare dai fiumi, dall'andamento e dall'intensità delle correnti costiere. A seconda del prevalere delle forze "distruttive" o delle forze "costruttive", la linea di costa assume un andamento diverso. Dove prevale l'azione del mare e il bilancio dei sedimenti è negativo (come risulta evidente, in particolare per i litorali della laguna di Venezia), la linea di costa arretra e le spiagge si riducono di ampiezza fino, in alcuni casi, a scomparire del tutto. Viceversa, nelle zone in cui prevale l'azione costruttiva dei fiumi, la costa si accresce (è il caso del delta del Po che avanza verso il mare per il depositarsi di sedimenti trasportati dal fiume)

Evoluzione dei litorali della laguna di Venezia dal 1810 a oggi. La costruzione dei moli foranei alle bocche, legata alle esigenze della navigazione, ha pesantemente condizionato l'evoluzione dei litorali, accentuando e accelerando i fenomeni erosivi. I moli, infatti, hanno modificato il regime delle correnti costiere e intercettato i sedimenti che un tempo erano trasportati dalle correnti e che alimentavano le spiagge. I maggiori problemi hanno riguardato i litorali di Lido e Pellestrina costretti in due unità fisiografiche chiuse, del tutto prive cioè di apporti di sabbia. Soltanto a ridosso dei moli si sono create delle zone in cui si sono accumulati i sedimenti bloccati dai moli stessi, consentendo un ampliamento delle spiagge. Questo fenomeno è stato particolarmente evidente sul litorale di Cavallino dove in questo modo, in pochi decenni, si è formato il territorio di Punta sabbioni

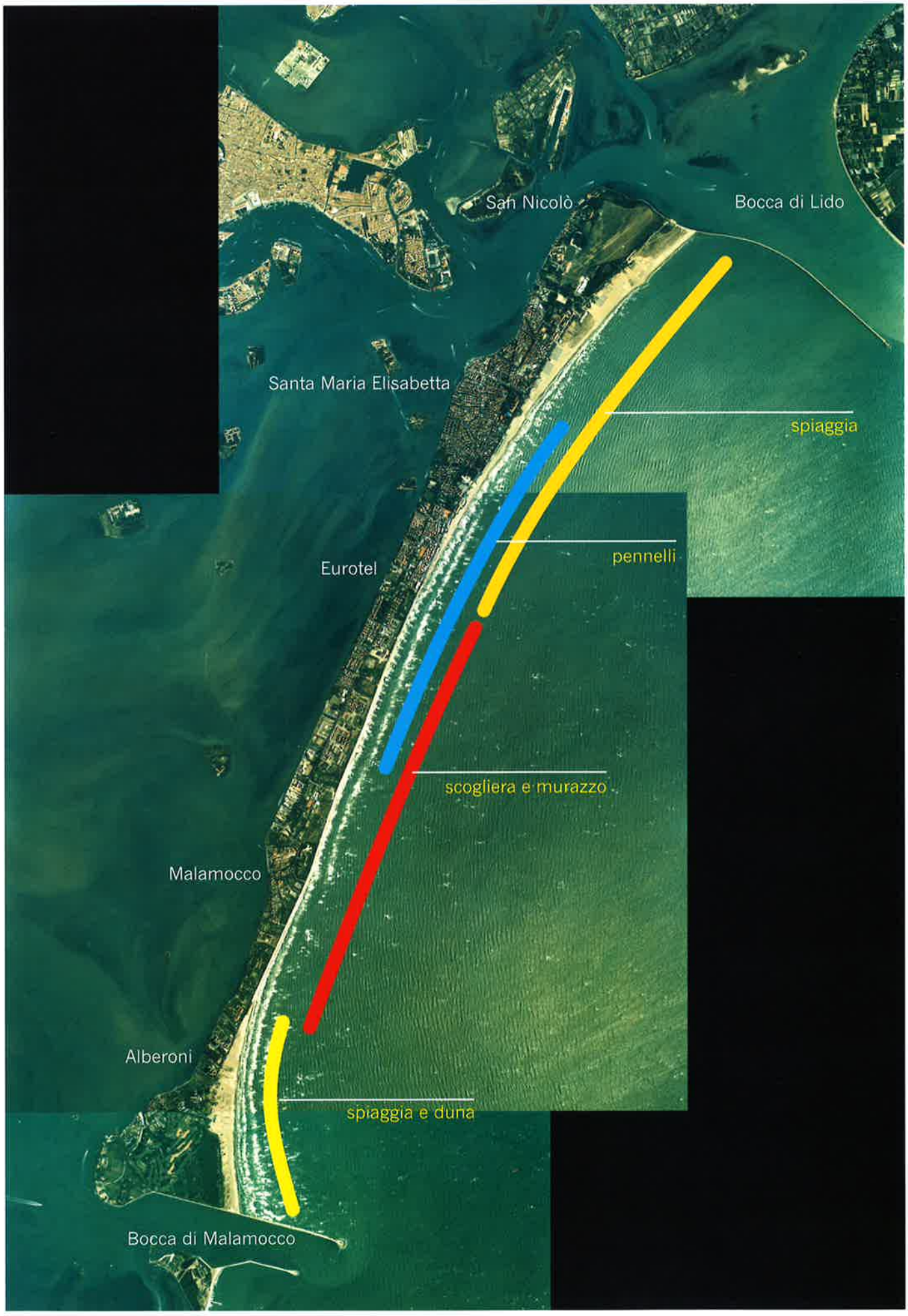
Jesolo / In corso
(600.000 m³)
Mestre
Cavallino / Ultimato
(2.000.000 m³)
Venezia
Lido / Progetto
(2.200.000 m³)
Pellestrina / Ultimato
(4.000.000 m³)
Chioggia
Sottomarina / In corso
(150.000 m³)
Isola Verde / In corso
(320.000 m³)

Rinforzo e naturalizzazione dei litorali veneziani. Stato di attuazione degli interventi. Tra parentesi sono indicate le quantità di sabbia impiegate (o previste nel caso del Lido) per i lavori di ampiamento o ricostruzione delle spiagge

Iter approvativo dei progetti per il rinforzo del litorale veneziano. Nella tabella sono riportate le date di approvazione, da parte del Comitato tecnico del Magistrato alle Acque (CTM), dei singoli progetti esecutivi. Sono anche indicate le date di avvio e ultimazione dei lavori

	Approvazione CTM	*Avvio lavori*	*Fine lavori*
Progetti esecutivi			
Cavallino	aprile 1993	gennaio 1994	marzo 1998 ripascimento: marzo 1997
Pellestrina	giugno 1993	luglio 1994	marzo 1999
Sottomarina	marzo 1997	giugno 1998	novembre 2001 ripascimento: aprile 2000
Isola Verde	ottobre 1997	ottobre 1998	aprile 2002 ripascimento: aprile 2000
Jesolo	settembre 1998	novembre 1998	dicembre 2002 ripascimento: maggio 2000
Lido	maggio 2000		

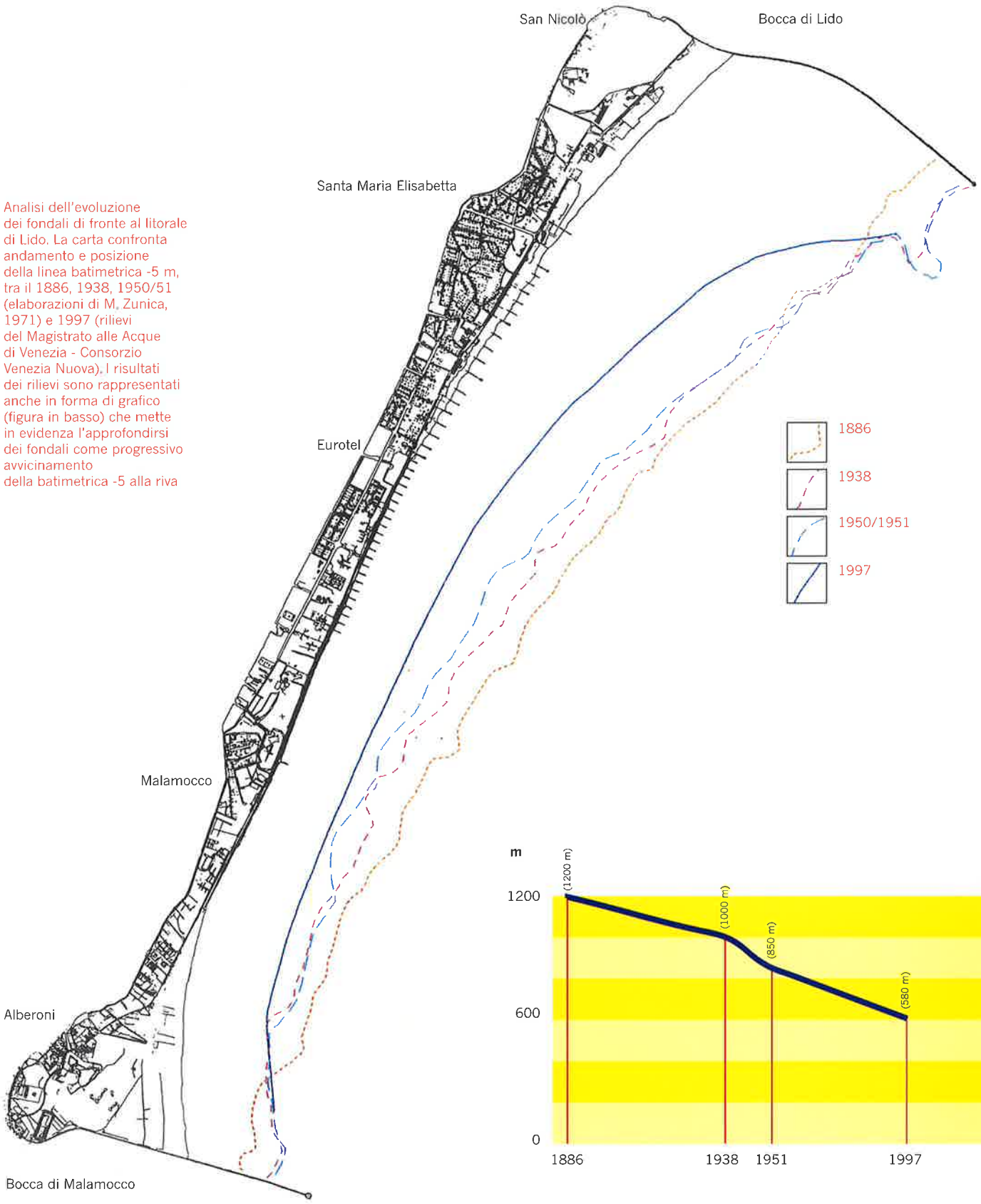
Efficacia degli interventi. L'immagine a lato mostra un tratto del litorale di Pellestrina durante i lavori di ricostruzione della spiaggia (1996). A destra del nuovo pennello era già stato creato un ampio arenile protetto da una scogliera sommersa parallela alla riva, mentre a sinistra era stata predisposta la sola scogliera sommersa, ma il ripascimento doveva ancora essere realizzato. L'immagine in basso mostra la stessa zona durante una mareggiata. A destra del pennello, dove i lavori erano stati completati, il mare rimane a una distanza di sicurezza dalla riva e il moto ondoso, in gran parte scaricatosi lungo la spiaggia, è molto modesto. A sinistra, al contrario, onde molto violente raggiungono la riva e colpiscono i massi del pennello, nonostante le onde stesse si fossero infrante al largo in corrispondenza della scogliera sommersa


San Nicolò
Bocca di Lido
Santa Maria Elisabetta
spiaggia
pennelli
Eurotel
scogliera e murazzo
Malamocco
Alberoni
spiaggia e duna
Bocca di Malamocco

Il litorale del Lido e le difese a mare. Stato di fatto. Dall'immagine risulta evidente come la spiaggia sia presente nelle zone nord e sud del Lido, mentre si interrompa per tutta la parte centrale (quasi 5 km). In questo tratto, le uniche difese sono costituite dai "murazzi", dalla scogliera davanti ai "murazzi" stessi e, per un km, da pennelli oggi fortemente degradati

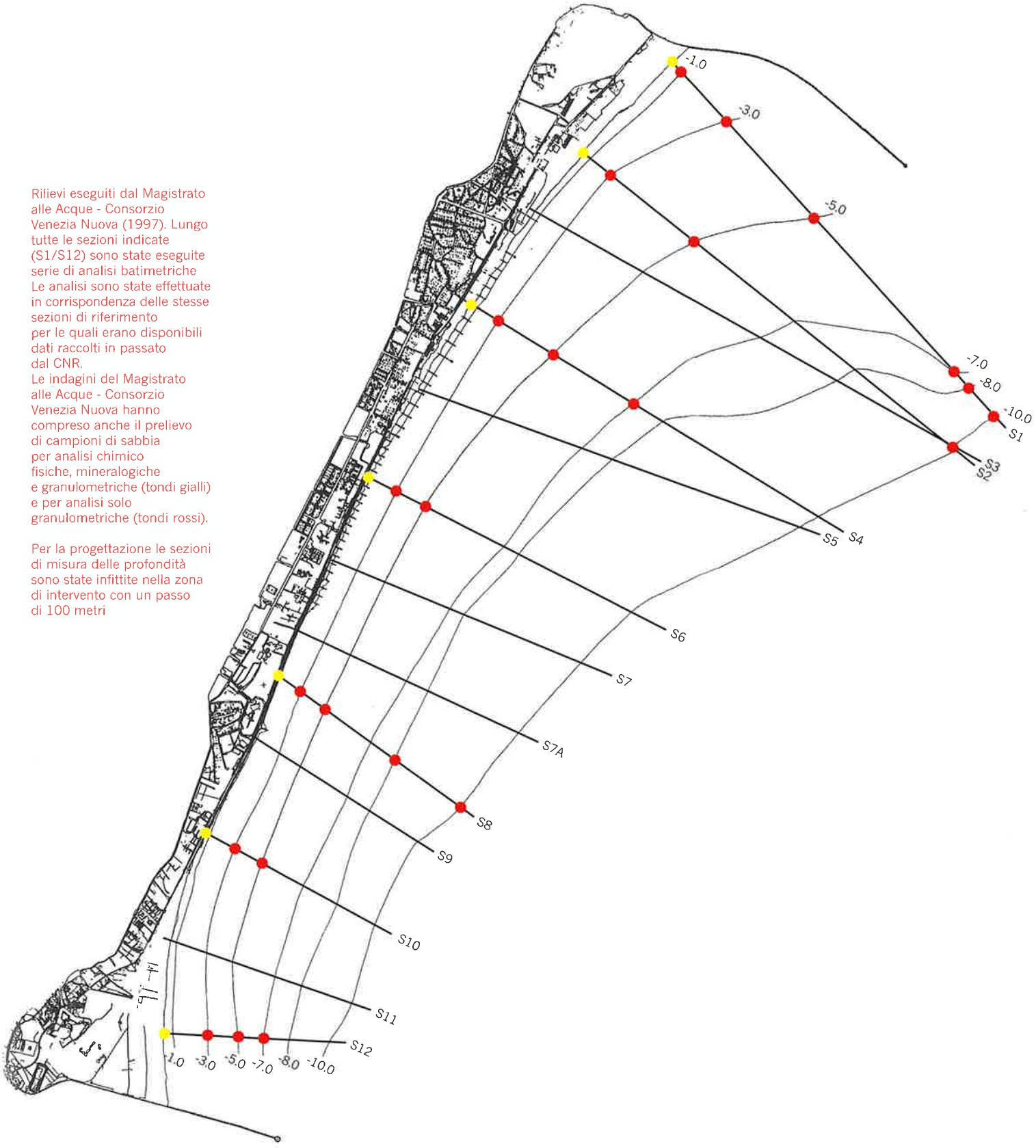
Il problema e i rischi. Le due fotografie in alto si riferiscono alla mareggiata del 4 novembre 1966 con i danni subiti dal faro sul molo foraneo nord della bocca di Malamocco e dalla spiaggia. La fotografia in basso è stata realizzata davanti ai "murazzi" durante la mareggiata dell'1 ottobre 2000

Analisi dell'evoluzione dei fondali di fronte al litorale di Lido. La carta confronta andamento e posizione della linea batimetrica -5 m, tra il 1886, 1938, 1950/51 (elaborazioni di M. Zunica, 1971) e 1997 (rilievi del Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova). I risultati dei rilievi sono rappresentati anche in forma di grafico (figura in basso) che mette in evidenza l'approfondirsi dei fondali come progressivo avvicinamento della batimetrica -5 alla riva

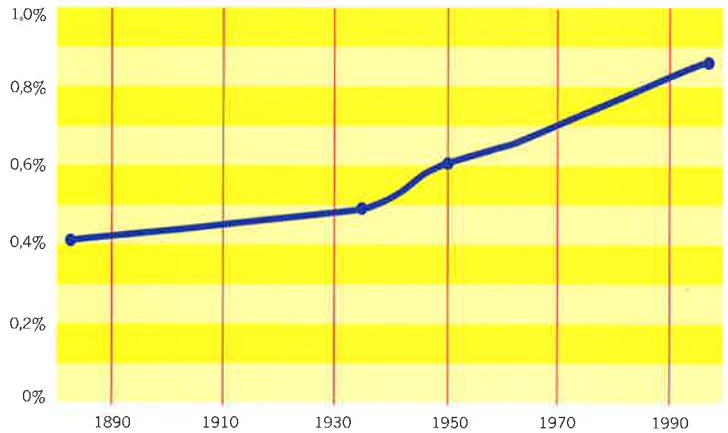


Rilievi eseguiti dal Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova (1997). Lungo tutte le sezioni indicate (S1/S12) sono state eseguite serie di analisi batimetriche Le analisi sono state effettuate in corrispondenza delle stesse sezioni di riferimento per le quali erano disponibili dati raccolti in passato dal CNR.
Le indagini del Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova hanno compreso anche il prelievo di campioni di sabbia per analisi chimico fisiche, mineralogiche e granulometriche (tondi gialli) e per analisi solo granulometriche (tondi rossi).

Per la progettazione le sezioni di misura delle profondità sono state infittite nella zona di intervento con un passo di 100 metri

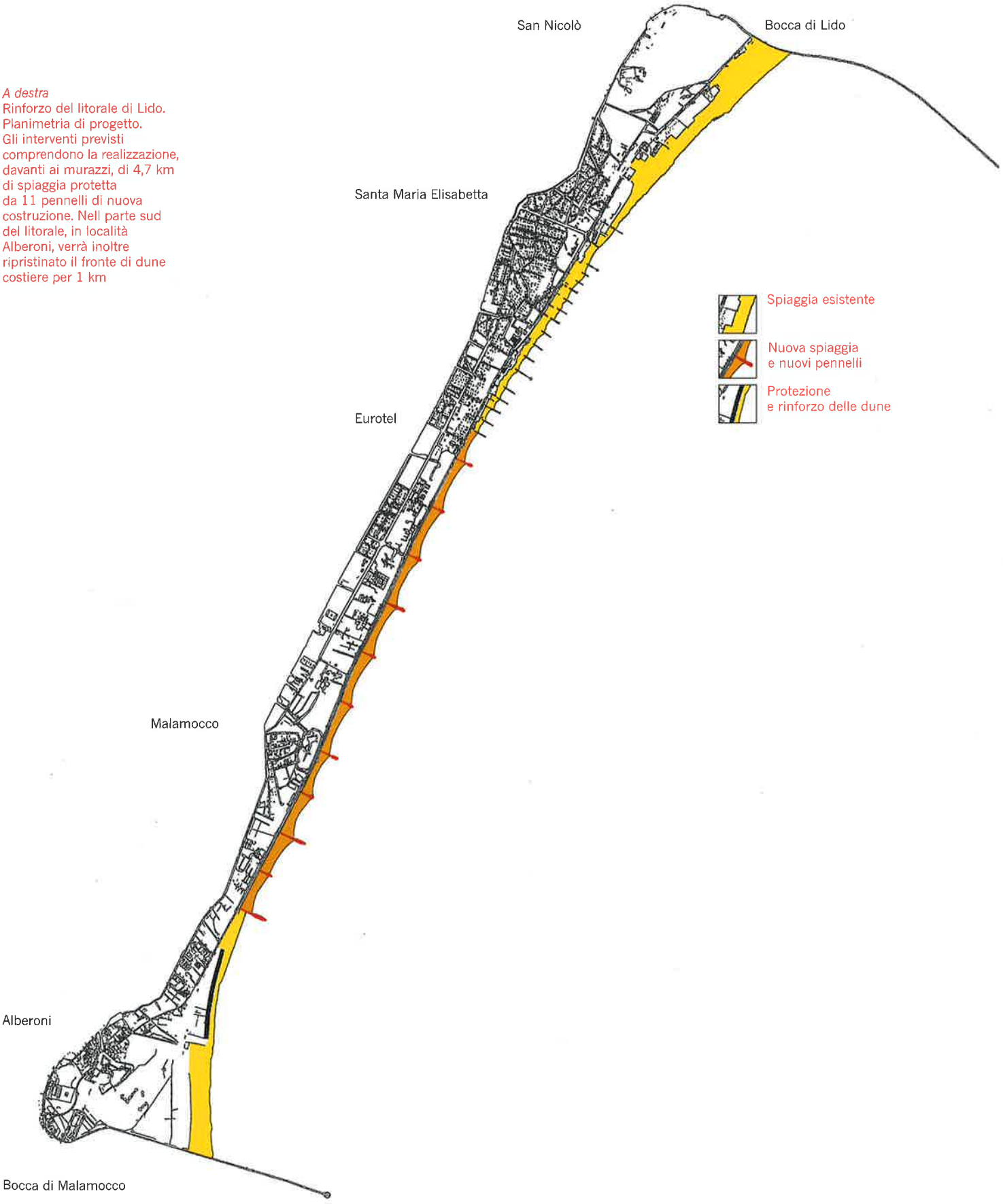


Un breve tratto di spiaggia nella parte centrale del litorale di Lido. La formazione di queste localizzate spiaggette sembra indicare il prevalere di processi di sedimentazione. In realtà, si tratta di fenomeni di modesta entità che non contraddicono la rilevata tendenza all'erosione. Questa infatti si verifica in modo generalizzato e costante al largo, provocando tra l'altro un progressivo aumento della pendenza dei fondali

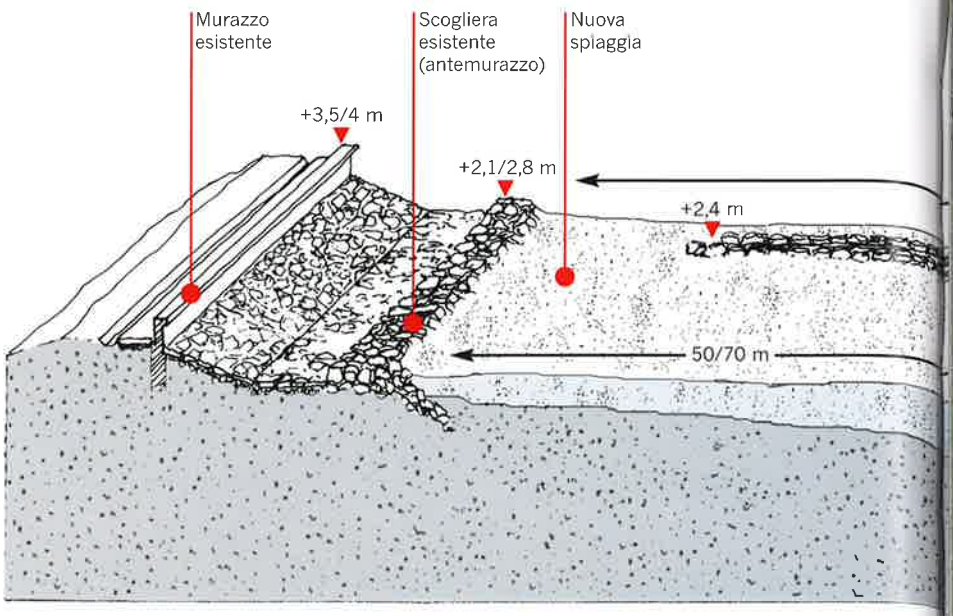


Aumento della pendenza media dei fondali di fronte al litorale di Lido, soprattutto nella zona tra l'Eurotel e gli Alberoni. Dalla fine dell'800 a oggi, la pendenza media del fondale è passata dallo 0,4% allo 0,9‰. I rilievi sono stati eseguiti negli anni 1886, 1938, 1950/51 (elaborazioni di M. Zunica, 1971) e 1997 (rilievi del Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova)

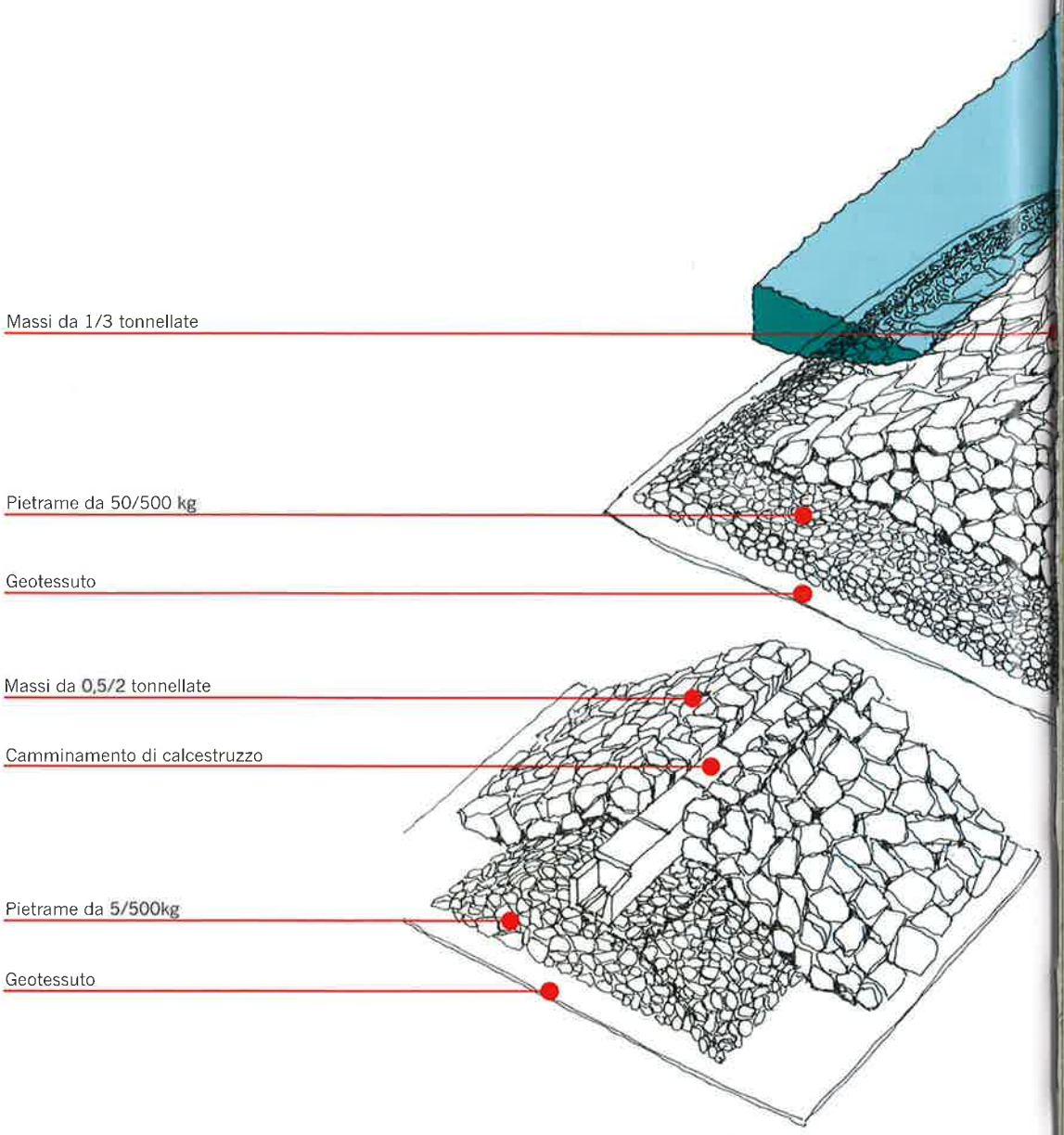
A destra
Rinforzo del litorale di Lido. Planimetria di progetto. Gli interventi previsti comprendono la realizzazione, davanti ai murazzi, di 4,7 km di spiaggia protetta da 11 pennelli di nuova costruzione. Nell parte sud del litorale, in località Alberoni, verrà inoltre ripristinato il fronte di dune costiere per 1 km



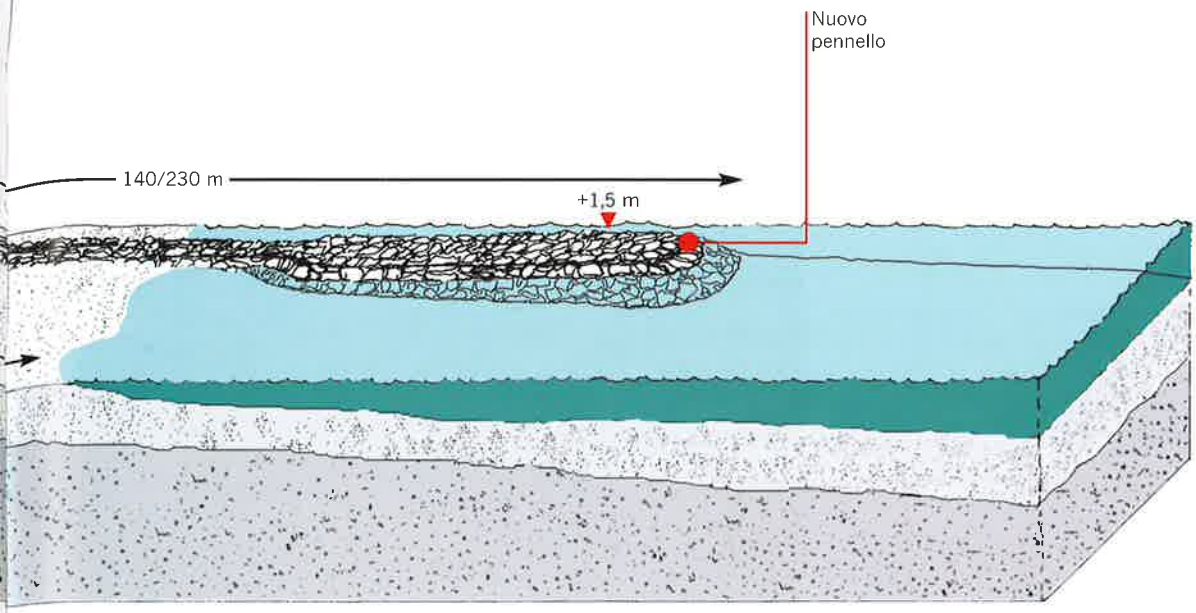
La nuova spiaggia. Confronto tra la situazione attuale e una simulazione del litorale a interventi realizzati.
Per la formazione della spiaggia saranno necessari circa 2 milioni di metri cubi di sabbia proveniente da fondali marini situati a circa 10 miglia davanti al litorale di Jesolo, in un'area autorizzata dal Ministero dell'Ambiente. Una volta assestata e raggiunta la configurazione prevista a lungo termine, la spiaggia avrà un'ampiezza di circa 50 m. Le opere in progetto non riguarderanno il murazzo e la scogliera antistante (ante-murazzo) e saranno eseguite esclusivamente dal lato mare. Gli interventi potranno essere realizzati nel corso di quattro stagioni invernali, con interruzioni nel periodo maggio - settembre

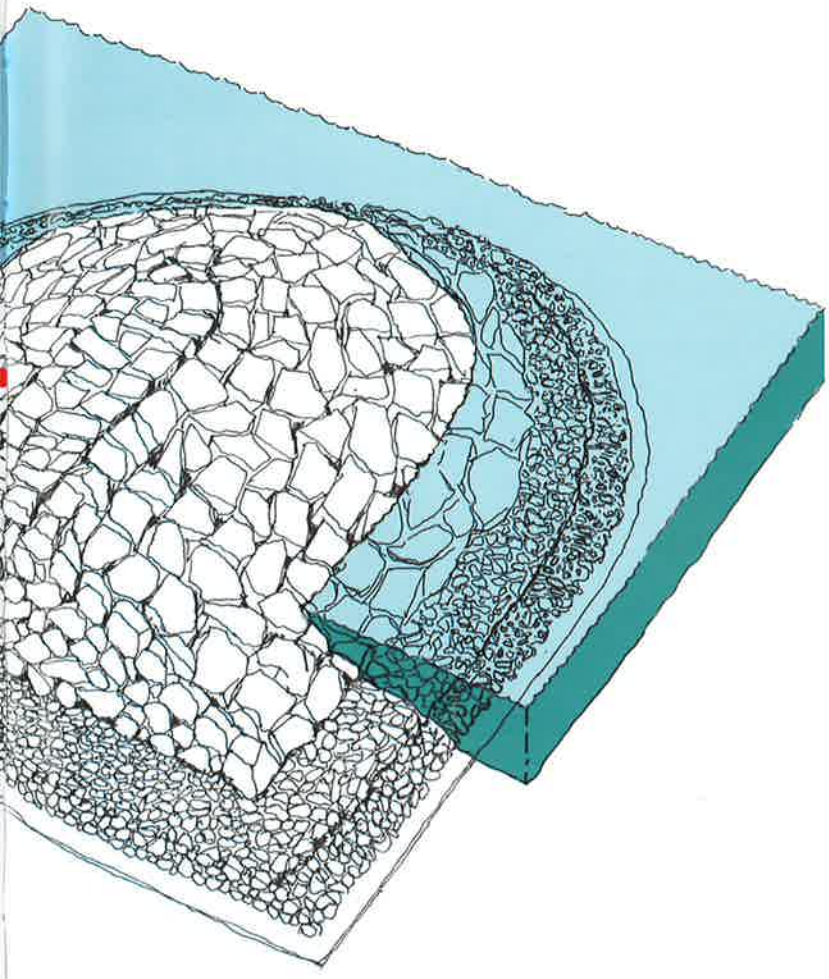


La nuova spiaggia. Rappresentazione dei principali elementi di progetto, con la spiaggia ricostruita e uno dei nuovi "pennelli" (le quote sono riferite allo zero maregrafico IGM)



Particolari costruttivi di un nuovo pennello (sezione tipo). Per difendere la spiaggia, il progetto prevede la realizzazione di 5 pennelli principali, di lunghezza compresa tra 140 e 230 m, e di 6 pennelli di dimensioni più piccole, con lunghezza variabile tra 110 e 120 m. L'interasse tra gli 11 pennelli sarà di 400/500 m. Essi avranno uno sviluppo lineare complessivo di 1,6 km, e sostituiranno quelli attuali che misurano, in totale, 1,3 km


Nuovo
pennello
140/230 m
+1,5 m



Ripristino delle dune. Oltre alla formazione della nuova spiaggia, il progetto prevede il ripristino delle dune degli Alberoni, lungo un fronte di circa 1 km, e il loro consolidamento mediante la messa a dimora di piante di Ammofila. Si tratta di interventi di particolare valenza ambientale con molteplici e integrate finalità: la tutela di habitat di rilevante interesse naturalistico; il ripristino di elementi un tempo caratteristici del paesaggio litoraneo e che oggi sopravvivono soltanto in poche aree; la riattivazione dei dinamismi spontanei che favoriscono il naturale sviluppo di questi ambienti. Le foto di queste pagine si riferiscono a dune ricostruite dal Consorzio Venezia Nuova lungo il litorale di Cavallino, con modalità analoghe a quelle previste per il Lido