

Studio di fattibilità
sugli interventi di protezione e salvaguardia del
litorale del Comune di Rosignano Marittimo

Vol.I

**Analisi delle problematiche relative alle modificazioni della
linea di riva e della costa**

Sommario

1. ANALISI DEI DATI METEOMARINI	3
2. MECCANICA DEI FENOMENI DI TRASPORTO NELLA ZONA DEI FRANGENTI E DRIFT LITORANEO	4
3. ANALISI DELLE PROBLEMATICHE RELATIVE ALLE MODIFICAZIONI DELLA LINEA DI RIVA E DELLA COSTA	7
3.1 Tratto Torrente Chioma – Punta Righini	8
3.2 Tratto Punta Righini – Baia di Crepatura.....	12
3.3 Tratto Baia di Crepatura - Punta Lillatro	17
3.4 Tratto Punta Lillatro- Mazzanta di Vada	21

Bibliografia essenziale:

- Atti del "Corso di aggiornamento su regime e protezione dei litorali" - Notiziario AIPCN-PIANC, Roma 1997
- "Coastal Littoral Transport" - Department of the Army U.s.Corps of Engineers, Washington 1992
- "Trasporto solido costiero in corrispondenza del progettato approdo turistico di Cala de' Medici" - R. Marconi, Roma 1988
- "Relazione meteomarina" per Marina Cala de' Medici, Porto Turistico - A. Noli Roma 1988
- Atti del convegno "Lo stato degli ecosistemi marini del Tirreno Toscano"- Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa 1995
- "Environmental Enginering for Coastal Protection" - Department of the Army U.s.Corps of Engineers, Washington 1989
- "L'erosione del litorale livornese e le sue cause" - Relazione per il convegno "Variazioni della linea di riva fra punta di Castiglioncello e Marina di Castagneto" - Aiello, Bartolini, Conedera, Pranzini, Cecina 1979
- "La dispersione delle sabbie carbonatiche di discarica a Sud di Rosignano Solvay" - E. Pranzini , Studi di geomorfologia costiera
- "Le barre della spiaggia sottomarina del litorale toscano" - G. Chiabrera, N. Corradi, G. Fierro, CNR 1980
- "Morfologia e geologia delle secche di Vada" - Aiello, Bartolini, Gabbiani, Mazzanti, Pranzini, Valleri Bollettino della Società Geologica Italiana 1981
- "Coastal Engineering Manual" - Department of the Army U.s.Corps of Engineers, Washington 2001
- "La progettazione integrata dei porti turistici" - Atti del Corso di aggiornamento, Politecnico di Milano 1996
- "Raccomandazioni per la progettazione e l'esercizio dei Porti Turistici" Notiziario AIPCN-PIANC, Roma 1997
- "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime" - Ministero dei LL.PP. e CNR
- "Porti turistici" - Leopoldo Franco, Renato Marconi Maggioli Editore 1999
- "Spiagge e porti turistici" - Berriolo G., Sirito G., Hoepli Milano 1972
- "Idraulica marittima" - Boccotti P., UTET 1997
- "L'utilizzazione dei dati meteorologici per la previsione del moto ondoso al largo delle coste italiane", Tomasicchio U., Giornale del Genio Civile, Aprile-Maggio-Giugno 1975

1. ANALISI DEI DATI METEOMARINI

La costa del Comune di Rosignano presenta una esposizione ai mari provenienti da un settore di traversia molto ampio ed eterogeneo: le direzioni estreme sono costituite a nord dal promontorio di Levante (circa 320°) ed a sud dal promontorio di Piombino (circa 170°).

La traversia principale è compresa tra i 245° ed i 320° e comprende fetches geografici anche molto estesi (si va dai 100 km dei fetches "liguri" ai di quelli di c.a. 1000 km che uniscono i paraggi in esame al mare delle Baleari).

La traversia secondaria è compresa tra i 170° ed i 245°. Le possibilità di sviluppo delle onde è limitata dalla brevità dei fetches del mar Tirreno settentrionale e dall'effetto schermante delle isole maggiori (Corsica e Sardegna) e dell'Arcipelago Toscano.

I dati di vento ottenuti dalla stazione di Livorno indicano come dominanti i venti del III settore (Libeccio e Ponente), mentre i venti regnanti sono quelli del IV settore (Maestrale).

Per i mari dominanti e regnanti si rileva una distribuzione analoga.

Lo studio degli eventi estremi delle ondate, di solito ricavati con estrapolazione statistica a partire da dati registrati, sia anemometrici che ondometrici, risulta utile nel caso di uno studio sulla riqualificazione del litorale rosignanese, in quanto tali dati, oltre ad avere la loro precipua utilità nel dimensionamento delle opere a mare, forniscono dati utili sui meccanismi di erosione *a breve termine*, ovvero quelli causati da fenomeni particolarmente violenti ed occasionali.

L'analisi della distribuzione dei fetches geografici ed efficaci e del regime dei venti indica che i mari dominanti siano quelli provenienti da sud-ovest.

Ipotesi confortata dai dati ottenuti da Aminti e Michelassi e Zilliani e Occeola, cui si aggiungono i risultati di Noli (1988 "Relazione meteomarina per il Porto Turistico di Cala de' Medici").

Le conclusioni di Noli, pur interessando il paraggio di Crepatura, possono essere in prima approssimazione estese a tutto il tratto di costa, almeno per quanto riguarda la statistica degli eventi estremi.

Attraverso il metodo della ricostruzione del moto ondoso a partire dai dati di vento registrati presso le stazioni dell'ITAV (hindcasting), Noli ha trovato le seguenti caratteristiche del moto ondoso a largo proveniente dal III settore:

Tempo di ritorno	10	15	20	50
Hs (metri)	6.72	6.99	7.17	7.73
Ts (sec)	10.75	10.97	11.11	11.53

Tali eventi sono modificati nelle loro caratteristiche quantitative (direzione e altezza, a parità di periodo) per effetto della rifrazione, fenomeno particolarmente evidente in prossimità delle Secche di Vada, ma non significativo nel tratto a nord di Punta del Lillatro.

La corografia dei fondali antistanti Punta del Tesorino provoca una forte rotazione dei fronti d'onda e delle linee di flusso, ma anche, inevitabilmente, il frangimento delle onde più alte (con altezza superiore ai circa due metri di profondità rilevabile presso le secche), accompagnato da dissipazioni localizzate di energia.

I modelli di rifrazione classici, i cosiddetti *piani d'onda*, non tengono conto della dissipazione suddetta ed in generale di alcun tipo di dissipazione legata al trasferimento dell'onda in acque basse ($d < L_o/2$).

La valutazione che si può dare attraverso la loro stesura ha dunque carattere prettamente qualitativo, sebbene si possano sicuramente dedurre da essi i meccanismi fondamentali che riguardano la propagazione dell'onda in prossimità della costa e le deviazioni indotte dalla morfologia del fondale.

Dall'osservazione dei piani d'onda allegati allo studio di Noli ed eseguiti per diverse direzioni dell'ondazione incidente (sono ovviamente trattate onde di progetto per la diga foranea sopraflutto del porto, ovvero onde significative con tempi di ritorno di almeno 50 anni) e per diversi periodi d'onda, si deduce in generale che:

- 1) la costa nord del Comune, oltre Punta Righini, non risente dell'effetto di rifrazione sulle onde, che si presentano alla linea di riva praticamente immutate nelle loro caratteristiche a largo;
- 2) la zona compresa tra Punta Lillatro e l'abitato di Mazzanta risulta schermata dalle ondazioni più violente grazie alla presenza delle secche: le onde tendono a girarvi intorno, accavallandosi a ridosso di esse. Il risultato è quindi una dissipazione di energia accompagnata dalla forte deviazione dei fronti d'onda incidenti.

2. MECCANICA DEI FENOMENI DI TRASPORTO NELLA ZONA DEI FRANGENTI E DRIFT LITORANEO

Quando il moto ondoso raggiunge fondali la cui profondità ha valori prossimi a quelli dell'altezza d'onda ($0,78 d$ per un modello semplificato del frangimento dell'onda solitaria), questa diventa instabile e frange, con modalità diverse a seconda della pendenza del fondale.

In questa fase tutta l'energia cinetica e potenziale della quale dispone l'onda, si libera, dissipandosi in fenomeni turbolenti che hanno una notevole capacità di trasporto sui sedimenti della costa.

La concentrazione dell'energia per unità di superficie cresce al crescere della pendenza (bottom slope) del fondale, poiché la dissipazione suddetta si esplica in uno spazio più breve.

Nel caso di settori a debole pendenza, tipici del tratto che va da Punta Lillatro a Punta del Tesorino, l'onda viene rallentata nella sua corsa verso la riva dalla progressiva azione di attrito con il fondo.

Quando la celerità dell'onda, così rallentata, risulta inferiore alla velocità orbitale delle particelle liquide, si concretizza un frangimento che in coste a debole pendenza risulta spesso multiplo, con una alternanza di moti traslatori e ricostruzioni del moto ondoso oscillatorio, che poi si esauriscono nel finale getto di riva.

Il getto di riva è responsabile di buona parte del trasporto solido longitudinale e trasversale della spiaggia.

La meccanica idrodinamica delle correnti da esso indotte è certamente complessa e legata non solamente alle caratteristiche dell'ondazione incidente ma anche alla morfologia costiera.

Viceversa la stessa morfologia della linea di riva si adatta e modella, in tempi più o meno brevi a seconda della natura della costa, alle correnti ingenerate dal moto ondoso.

Tipico è il caso delle *rip current* e del modellamento da esse causato sulla panchina di arenaria visibile a sud di Punta Righini.

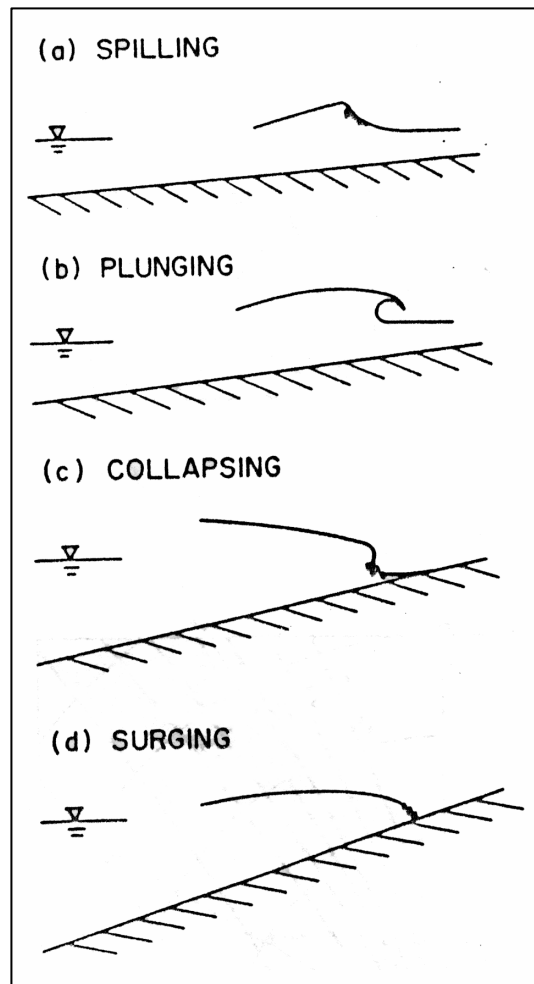
Questa roccia sedimentaria presenta una erodibilità accentuata sia all'azione delle onde che a quella eolica.

Nel caso di forte pendenza il frangimento risulta molto brusco, con liberazione improvvisa dell'energia in un unico dirompente fenomeno.

E' ciò che succede sulla costa alta, a nord di Punta Righini o sulle opere foranee di protezione, che solitamente presentano una pendenza del paramento a mare piuttosto elevata rispetto alla naturale inclinazione dei fondali.

A questo frangimento così violento si associa una notevolissima capacità di erosione e trasporto, che riguarda sedimenti anche molto grossolani.

Il quadro batimetrico risulta essenziale per la comprensione dei fenomeni dinamici che coinvolgono i sedimenti costieri: i fenomeni di *shoaling* e di *rifrazione* che



accompagnano la propagazione dell'onda in acque basse, insieme all'analisi degli apporti detritici da terra e dell'influenza delle opere antropiche che interagiscono con l'idrodinamica del paraggio, possono dare un primo quadro di insieme della situazione di equilibrio dinamico del litorale e spiegarne sommariamente il lay out.

La costa oggetto di questo studio presenta la peculiarità costituita dalla presenza delle secche di Vada, che provocano effetti marcati di rifrazione sulle onde, con il risultato di determinare generalmente una concentrazione dell'energia dell'onda a monte della secca soffolta ed una dissipazione a valle di essa, in direzione della riva.

Una diretta conseguenza delle figure di rifrazione sembra la presenza della punta sabbiosa del Tesorino, che effettivamente sorge in una zona del litorale in cui sensibile è la rarefazione dell'energia delle onde provenienti da tutto il settore di traversia.

Per quanto riguarda l'individuazione del verso del drift litoraneo, gli studi effettuati, sia a partire dal regime meteomarinico, sia dalle distribuzioni granulometriche e petrografiche, hanno generalmente individuato un trasporto lordo, interessante il tratto compreso tra Punta Lillatro e Punta del Tesorino, di direzione nord-sud.

A questa tendenza generale, riferibile al lungo periodo, si somma l'effetto dei mari e dei venti meridionali, che per Pranzini ed altri (1979) sarebbero responsabili di un occasionale drift diretto verso nord.

Ciò risulterebbe anche dalle analisi petrografiche dei sedimenti lungo il litorale.

Ai fini dello studio sull'erosione è comunque molto più significativa la direzione nord-sud del trasporto: è evidente l'importanza che questa ricopre, se si osservano gli effetti che le strutture aggettanti del tratto di litorale che si colloca tra Punta Lillatro e l'abitato di Mazzanta hanno avuto, ed hanno tuttora, sulla morfologia costiera.

