



COMUNE DI ARENZANO
PROVINCIA DI GENOVA

L'Assessorato all'Ambiente ed ai Litorali

- Servizio di Gestione Ambientale del Territorio -

LA STORIA DELLE NOSTRE SPIAGGE

***Notizie, appunti e ricerche
di sviluppo sostenibile e compatibile.***

Presentazione



*Fondale marino prospiciente la foce del torrente Lerone – stabilimento Stoppani
Prelievo di acque di falda del 9 agosto 1981*



Rifiuti spiaggiati a seguito della mareggiata del 24 agosto 1987



Petroliera “Milford HAVEN” esplosa l’11 aprile 1991 ed affondata il 14 aprile 1991

..... ora tutto questo non c’è più; si sta prendendo coscienza che il nostro mare è la culla della vita e che non può più essere sacrificato e gli interessi dell’uomo che ne possono determinare il degrado.

Chiunque abbia il mare nella propria cultura e tradizione deve sentire proprie le seguenti linee di comportamento:

- impedire lo scarico diretto ed indiretto di sostanze inquinanti in mare,*
- favorire iniziative finalizzate al recupero dell’ambiente marino, anche attivando comportamenti virtuosi di volontariato ambientale;*
- operare una personale azione di controllo sul territorio e sensibilizzare tutti alle buone pratiche ambientali.*

Uno dei più grandi errori che si possono commettere è quello di considerare irrilevante il proprio contributo personale ai fini della salvaguardia dell’ambiente in generale e dell’ambiente marino in particolare. È con tante piccole azioni che si risolvono i più grandi problemi.

L’Assessore all’Ambiente ed ai Litorali
– Matteo ROSSI –

Il Sindaco
– Luigi GAMBINO –

INDICE GENERALE

0. PREMESSA
1. LA SPIAGGIA ED IL MARE
2. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO
3. L'EVOLUZIONE DEL LITORALE
4. L'INQUADRAMENTO TERRITORIALE
5. MORFOLOGIA DELLA COSTA, ANDAMENTO DEL TRASPORTO MARINO
E APPORTO NATURALE DI MATERIALE
6. L'INQUADRAMENTO GEOLOGICO
7. L'EVOLUZIONE STORICA DELLA LINEA DI BATTIGIA
8. AVVIO ALLA GESTIONE DEL LITORALE
9. GLI STUDI AMBIENTALI SULLA FASCIA COSTIERA
10. GLI INTERVENTI FINANZIATI CON IL RISARCIMENTO "HAVEN"
11. LO STATO DI SALUTE DELLE SPIAGGE
12. LO STATO DI SALUTE DEI FONDALI MARINI
13. GLI STUDI AMBIENTALI PROPEDEUTICI AL RIASSETTO DELLA COSTA
14. IL PROGETTO DI RIASSETTO DEL LITORALE
15. GLI INTERVENTI FUTURI ED IL MONITORAGGIO DELLA COSTA
16. LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

0. PREMESSA

Con questi appunti il Servizio Gestione Ambientale del Territorio del Comune di Arenzano illustra una sintesi delle attività svolte ed in corso di svolgimento sul nostro litorale. Si tratta di una ricognizione decennale nella quale vengono illustrate le risultanze di **studi ambientali, di attività di pianificazione e gestione, degli interventi più significativi eseguiti** nonché le opere da eseguire e le prospettive future. Il documento costituisce pertanto una *sintesi illustrativa* nella quale vengono evidenziati gli aspetti fondamentali e le peculiarità del litorale di Arenzano.

Gli studi ambientali e le indagini tecniche sono state curate da:

- IDRA S.S. – via XX Settembre, 40 – Genova;
- SGG S.n.c. – Piazza della Vittoria, 24/2 – Cairo Montenotte (SV);
- Università degli Studi di Genova – DIP.TE.RIS.

Si ringrazia per la collaborazione la “Fondazione Muvita” via Marconi, 165 – Arenzano (GE).

1. LA SPIAGGIA E IL MARE

LA SPIAGGIA

Ma da dove viene la sabbia che costituisce le nostre spiagge?

Solo in pochi casi ed in piccole spiagge ai piedi delle coste rocciose la sabbia è il prodotto dell'erosione della scogliera; nella maggior parte dei casi la sabbia si è formata assai più lontano, sui versanti dei monti da dove i fiumi ed i torrenti la trasportano fino al mare. E' qui che le onde del mare prendono in carico i sedimenti e li trasportano per decine e anche per centinaia di chilometri. Gran parte di questo movimento avviene nella zona dei frangenti, dove l'energia è maggiore.

Pian piano un fiume di sabbia si muove spinto dalle onde. Esso rifornisce costantemente le spiagge compensando la perdita di quel materiale che viene disperso negli alti fondali o trasportato dalle onde sulle spiagge vicine. Nel nostro ambito l'andamento prevalente del trasporto marino della sabbia è da ponente a levante mentre è in equilibrio il tratto prevalentemente roccioso compreso tra il torrente Lerone ed il porticciolo turistico, il tratto di centro e di levante è ancora caratterizzato da accumulo di materiale sui fondali derivandone un andamento della linea costiera soggetto a significativi mutamenti (alternanza di erosione ed accrescimento) con periodicità stagionale, a seconda degli eventi meteo – marini. Questo fenomeno dipende, inoltre, dalla granulometria dei sedimenti: più il sedimento è fine e più è soggetto al trasporto marino ed anche a quello eolico; ciò è dimostrato dal fatto che le nostre spiagge sono caratterizzate da materiale grossolano (pietrisco, ghiaia, ciottoli). Per questo motivo gli apporti di materiale tramite ripascimento, devono essere costituiti con una granulometria uguale o superiore a quella della sabbia, quindi con diametro uguale o superiore ad 1 mm.

Il deficit sedimentario

L'intervento dell'uomo, oltre che sulle spiagge, si è anche sviluppato lungo il corso dei fiumi e dei torrenti (tombature, muri d'argine, ecc...) e delle loro foci. I fiumi ed i torrenti non sono così più in grado di far affluire al mare tutta quella quantità di sedimenti che portavano nel passato e sull'entità della quale si era stabilito l'equilibrio delle spiagge; queste hanno dovuto adeguarsi a questa nuova situazione arretrando su quasi tutte le coste italiane.

L'intervento dell'uomo ha anche modificato le modalità di redistribuzione dei sedimenti lungo la costa con la costruzione di opere a mare che bloccano la sabbia in alcuni punti lasciando in deficit le aree sottoflutto.

Per contrastare l'arretramento di alcune spiagge sono state costruite poi opere di difesa della costa che, seppure a scala minore, hanno lo stesso effetto: si tratta dei pennelli trasversali.

Queste determinano una riduzione dell'energia del moto ondoso nel tratto di mare da esse protetto con la conseguente deposizione della sabbia "in transito".

Questi sistemi danno un beneficio localizzato nelle zone dell'intervento, causando però riduzione della quantità di sabbia sulle spiagge sottoflutto.

E' per questo che negli ultimi tempi prevale la strategia di proteggere le spiagge dall'erosione non più con opere a mare, ma con la tutela ed il rispetto dell'ambiente mare ed eventualmente con ripascimento artificiale effettuato con sedimenti prelevati o nelle cave o nelle foci dei fiumi e dei torrenti.

L'azione delle onde

In un'onda l'acqua si muove, non tanto verso costa, quanto in orbite circolari sempre più strette dalla superficie verso il fondo; ad una profondità pari a circa la lunghezza dell'onda (distanza fra due creste successive) il movimento dell'acqua diviene pressoché nullo.

Man mano che l'onda si avvicina alla costa trova fondali sempre più bassi e il movimento circolare viene ostacolato dall'attrito con il fondo; le orbite, che in prossimità della superficie non vengono modificate, scendendo verso il fondo si trasformano in ellissi sempre più schiacciate finché a contatto con il fondo l'acqua si muove solo in avanti e indietro al passaggio delle onde. Lo spostamento dei granelli di sabbia e dei detriti di alghe che osserviamo nuotando sott'acqua ci dà la misura di questo movimento, responsabile fra l'altro della formazione di quelle piccole increspature della sabbia sul fondo.

Non frenata dagli attriti, la parte superiore dell'onda prosegue la sua corsa verso la costa deformandosi progressivamente finché la cresta non si trova troppo avanzata rispetto all'acqua sottostante che deve sostenerla: l'acqua ricade in avanti dando luogo ai frangenti.

La spiaggia sommersa

Dalla linea dei frangenti di onda fino alla riva si ha quindi, negli strati superiori, uno spostamento dell'acqua verso la costa che diventa imponente, in particolar modo durante le forti mareggiate invernali. Per l'azione di bilancio di massa l'acqua, scorrendo sul fondo, dalla zona più vicina alla battigia si porta verso il largo trasportando con sé una grande quantità di sabbia. Nella fascia dei frangenti il movimento tende ad annullarsi e la sabbia fin qui trasportata viene abbandonata sul fondo dando luogo ad un cordone sommerso longitudinale alla costa (la barra). Durante le mareggiate più forti si possono osservare più linee di frangenti al di sotto delle quali è possibile ora immaginare la presenza di barre che, formando un brusco scalino sul profilo sommerso della spiaggia, impongono ad un gran numero di onde di frangere proprio in quel punto, innescando fra l'altro un processo di auto - alimentazione delle barre stesse.

Con il ritorno della bella stagione le onde diventano più appiattite, non frangono che in prossimità della riva e possono riportare verso costa quei materiali che nel periodo invernale se ne erano allontanati.

Le barre iniziano infatti il loro movimento verso riva e spesso è possibile vederle emergere in prossimità della battigia dalla quale sono separate da uno stretto canale che pian piano si riempie con la sabbia che le onde prelevano dalla cresta della barra.

Vi è così una differenza sostanziale fra il profilo di una spiaggia in inverno ed in estate: in inverno la parte emersa è stretta poiché parte della sabbia si è trasferita sotto forma di barre nei fondali antistanti; in estate la spiaggia emersa è più larga, la battigia è più ripida, e al largo vi sono poche o piccolissime barre.

Ma anche l'uomo spesso interviene in questi mutamenti stagionali: davanti agli stabilimenti balneari, in primavera, viene setacciata la sabbia e spianato il profilo della spiaggia che perde così il suo aspetto naturale.

Verso la spiaggia emersa si incontra quel punto in cui frangono anche le onde più piccole che scavano uno scalino di pochi centimetri (solco di battigia) al cui piede vi è generalmente della sabbia più grossolana o dei frammenti di conchiglie; la sabbia più fine non riesce a rimanere in questo punto proprio a causa dell'energia di queste piccole onde.

Per definizione la spiaggia sommersa ha uno sviluppo di 100 m lineari dalla linea di battigia e/o il tratto fino alla batimetria dei 5 m.

La spiaggia emersa

Superato questo scalino siamo sulla battigia e, vedendo spiagge diverse, sarà possibile osservare che la sua pendenza è tanto marcata quanto maggiori sono le dimensioni del materiale che costituisce la spiaggia. Al limite superiore della battigia la pendenza aumenta ancora un pò fino a raggiungere la cresta della berma. E' qui che le onde trascinano i granelli di sabbia, le conchiglie ed i frammenti di posidonia e poiché l'acqua che scende sulla battigia viene in parte assorbita dalla sabbia, la sua capacità di riportare indietro tutto questo materiale viene ridotta e la berma si accresce mentre la sua cresta si alza fino a che le onde non riescano a raggiungerla.

Spesso dopo la berma ordinaria, ossia quella in equilibrio con l'attuale stato del mare, è possibile trovare più all'interno delle creste di berme di tempesta, più alte e modellate dalle onde maggiori quanto queste attaccavano la spiaggia. Lungo il nostro profilo si incontrano così diversi scalini, magari smussati dal vento o da chi ha camminato sulla spiaggia.

Le dune

Il moto ondoso non è solo agente modellatore di una spiaggia anche se è certamente, almeno nella nostra regione, il più potente. Anche il vento dà il suo contributo a rimodellare le forme create dal mare e a farne delle sue proprie. Sono delle piccole ondulazioni più o meno perpendicolari alla direzione del vento che è possibile osservare dopo una giornata particolarmente ventosa: sono le dune, create dal vento a spese dei granelli di sabbia più fini sottratti alla spiaggia.

Anche se lontane dalla battigia, le dune talvolta sono chiamate a contribuire all'equilibrio di tutta la spiaggia: durante mareggiate eccezionali le onde possono giungere fino ai loro piedi e allora questo materiale, magari accumulato per anni, può essere restituito alla spiaggia riducendo i danni nei momenti più critici.

L'intervento dell'uomo

Negli ultimi anni vi è stata la tendenza a demolire le dune per sostituirle con passeggiate e/o strutture balneari, privando così la spiaggia di una difesa naturale ed esponendo questi insediamenti alla costante minaccia dell'erosione. Bisogna infatti ricordare che anche una spiaggia stabile vive in un equilibrio dinamico nel quale

arretramenti ad avanzamenti della linea di riva di qualche decina di metri possono aver luogo anche in tempi brevi.

Se al posto della duna il mare trova delle costruzioni, siano esse edifici o muri a difesa di rilevati stradali, l'equilibrio è compromesso e può non ristabilirsi più la situazione iniziale, anzi l'onda riflessa sulle pareti rigide contribuisce in modo determinante all'erosione della spiaggia.

Una volta saturata di edifici la fascia più vicina al mare, si è originato lo squilibrio della fascia costiera ed è per questo motivo che da alcuni anni è stato espressamente vietata l'edificazione di strutture rigide sulla spiaggia emersa e sommersa.

IL MARE

L'acqua di mare è una complessa soluzione nella quale si trovano in forma dissociata svariati sali.

La salinità è una caratteristica peculiare di ciascun tratto di mare e viene influenzata da fenomeni più o meno importanti di evaporazione e dall'entità degli apporti di acqua dolce (fiumi, torrenti, piogge ...).

In generale, nel Mediterraneo, tenuto conto della forte evaporazione, la salinità è maggiore di quella di altri mari e varia tra il 37 ‰ ed il 39 ‰. I sali presenti in mare sono il cloruro di sodio per il 78% e poi in percentuale decrescenti il cloruro di magnesio, il solfato di magnesio, il solfato di calcio, il solfato di potassio ed il carbonato di calcio.

La salinità riveste un ruolo importante nella determinazione dei popolamenti in mare. Gli organismi sono tuttavia influenzati nel loro sviluppo e nella possibilità di nutrirsi e riprodursi da numerosi altri fattori quali temperatura, concentrazione di gas disciolti (e quindi livello di ossigenazione dell'acqua) e grado di ricchezza delle acque, in termini di materia organica disciolta e sospesa come particellato.

Poiché tutti gli organismi marini, tranne alcuni tipi di batteri, usano l'ossigeno per respirare, il grado di ossigenazione dell'acqua è di primaria importanza. Le fonti principali dell'ossigeno disciolto in mare sono rappresentate dalla fotosintesi clorofilliana dei vegetali marini (analogamente a quanto avviene per le piante terrestri), e dagli scambi gassosi superficiali tra atmosfera e mare.

La concentrazione di ossigeno disciolto in mare è di circa 4,5 – 8 mg/l.

Per l'anidride carbonica si hanno valori di 40 – 50 mg/l, in dipendenza dal metabolismo respiratorio degli organismi.

In caso di un abbassamento della concentrazione di ossigeno nell'acqua si possono verificare fenomeni di moria degli organismi, primi fra tutti quelli più sensibili alle variazioni di ossigenazione.

Ciò può accadere, ad esempio, in presenza di un eccesso di sostanze organiche in via di degradazione (es. accumulo di alghe morte). I batteri che operano la demolizione della sostanza organica consumano ossigeno. Tale consumo, se non compensato da un adeguato rinnovo (es. mareggiata che smuove le acque ossigenandole) può dar luogo ad un progressivo impoverimento di ossigeno nell'acqua fino alla completa anossia, determinando repentino peggioramento della qualità dell'acqua di mare. Infatti l'ossigeno depura naturalmente le sostanze organiche inquinanti (scarichi reflui urbani) ossidandole e degradandole ad acqua ed anidride carbonica.

Nelle condizioni di anossia prevalgono i batteri che non hanno bisogno di ossigeno per il proprio metabolismo e ciò dà inizio a processi fermentativi con produzione di sostanze tossiche come l'acido solfidrico.

Bisogna poi ricordare che il grado di ossigenazione dell'acqua è inversamente proporzionale alla temperatura. A parità di fattori, quindi, acque calde sono meno ossigenate di acque fredde.

D'estate è quindi più probabile che si verifichino fenomeni di anossia.

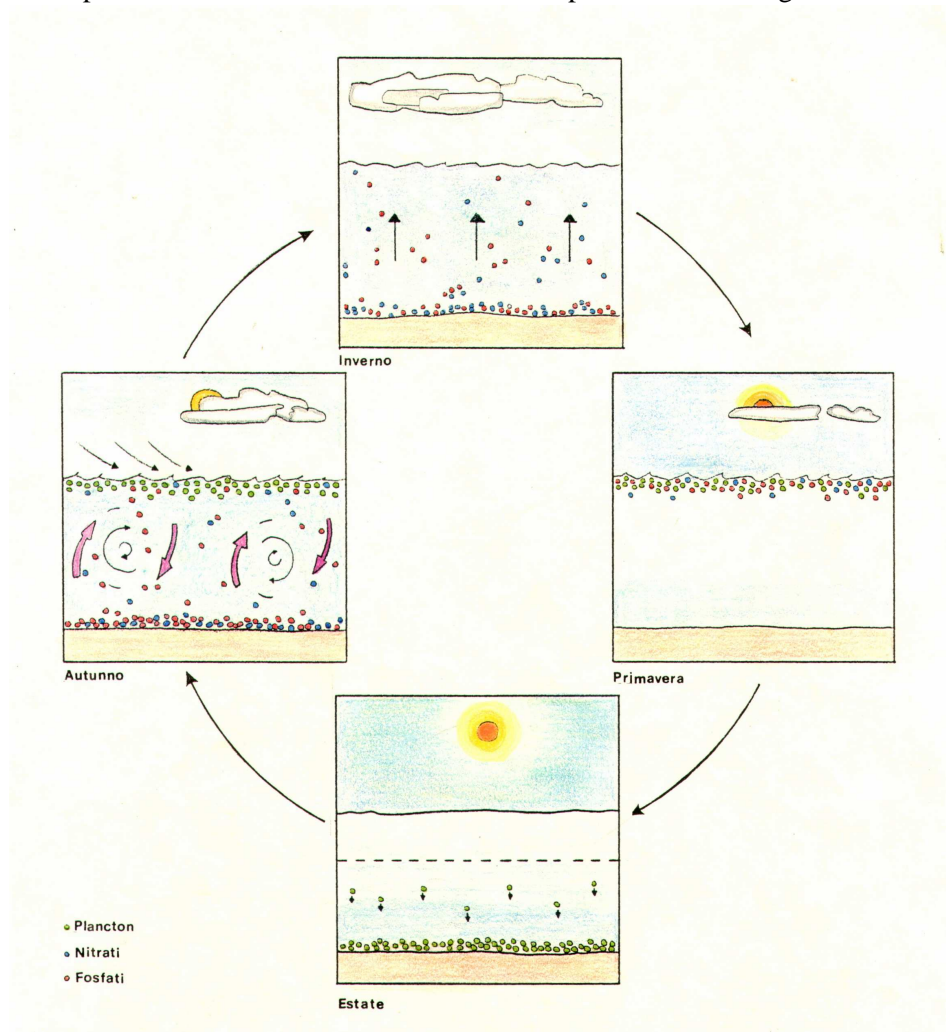
Il riscaldamento estivo dell'acqua di mare è inoltre responsabile di un particolare fenomeno, la formazione del termoclino. Si tratta del riscaldamento della fascia d'acqua più superficiale che rimane così nettamente separata dalle acque più profonde e più fredde.

Questo comporta l'instaurarsi di una vera e propria barriera termica lungo la colonna d'acqua che impedisce sia la risalita di sostanze nutritive dal fondo verso la superficie, sia l'ossigenazione degli strati profondi tramite gli apporti dall'atmosfera.

Nel Mar Ligure ciò ha inizio intorno al mese di marzo e scompare con l'autunno.



La stagione estiva è quindi il periodo più delicato per l'equilibrio dell'ambiente marino costiero. Il Mar Ligure non è particolarmente ricco di nutrienti e viene perciò definito oligotrofico.



Il ciclo stagionale del plancton.

Se ci si occupa di acque costiere, tuttavia, si può incontrare qualche problema nella gestione del carico di nutrienti provenienti dagli scarichi urbani. Il materiale di scarico fognario, può determinare, una volta in mare, un surplus energetico non immediatamente assimilabile dall'ecosistema marino che lo riceve.

Si può inoltre verificare l'apporto di sostanze inquinanti di varia natura derivanti dalle attività industriali e dall'uso massiccio di fertilizzanti in agricoltura.

Il censimento e la gestione corretta della rete fognaria, idonei impianti di depurazione, condotte sottomarine di scarico adeguatamente dimensionate, il controllo degli scarichi industriali e ripascimenti delle spiagge effettuati con materiale idoneo che non origini fango sono ormai aspetti irrinunciabili ed improcrastinabili. Se a ciò si aggiunge una conformazione naturale e/o artificiale del territorio che favorisce il ristagno delle acque in certi punti ed una situazione idrodinamica che determina l'apporto di materiale inquinante da altre zone, è verosimile che, specialmente in condizioni di acque calde, l'equilibrio marino subisca delle perturbazioni anche violente.

L'alterazione delle buone condizioni dell'ambiente marino, risorsa principe delle popolazioni che vivono sul mare, dovrebbe essere considerata il più grande e temibile pericolo.

Chiunque abbia il mare nella propria cultura e tradizione dovrebbe sentire proprie le seguenti linee di comportamento:

- impedire l'apporto diretto ed indiretto di rifiuti e di sostanze inquinanti in mare e sulle spiagge;
- favorire iniziative finalizzate al recupero dell'ambiente marino;
- operare una personale azione di controllo sul territorio, denunciando qualsiasi riscontrato abuso ai danni del mare e delle spiagge.

Uno dei più grandi errori che possiamo commettere è infatti considerare irrilevante il proprio comportamento personale ai fini della salvaguardia dell'ambiente in generale e dell'ambiente marino in particolare. Infatti con tante piccole azioni si possono risolvere i problemi più grandi.

Gli organismi del mare

Tutti gli organismi animali e vegetali che popolano il nostro mare costituiscono elemento fondamentale della buona salute dello stesso. Pratiche, purtroppo usuali, di predazione e di distruzione non solo impoveriscono e banalizzano il mare ma determinano squilibrio ambientale con danno evidente anche alla qualità delle acque di balneazione ed alla estensione dei litorali.

Questo è dimostrato ad esempio dalle funzioni della Posidonia oceanica e dagli organismi filtratori.

Le microalghe

Le forme vegetali microscopiche sono molto numerose e abbondanti, ma non è possibile vederle ad occhio nudo per via delle loro piccolissime dimensioni. Microalghe molto comuni in tutti i mari sono le *Diatomee* ed i *dinoflagellati*.

La maggior parte delle microalghe unicellulari non è nociva all'uomo: è una componente del plancton sospeso nell'acqua. Altre vivono attaccate alle rocce o su organismi che stanno sui fondali marini: sono le microalghe bentoniche, e per la maggior parte risultano innocue.

Tuttavia, alcuni dinoflagellati sono in grado di produrre tossine che in determinati casi possono rivelarsi pericolose anche per gli esseri umani (in particolare la specie dei generi *Gambierdiscus* e *Ostreopsis*).

In particolare troviamo la *Ostreopsis Ovata* amante delle elevate temperature e delle zone soleggiate, vive preferibilmente sul fondo o sulle macroalghe dei mari tropicali, ma nell'ultimo decennio si è adattata alle acque del Mar Mediterraneo, in cui probabilmente è stata introdotta dalle acque di zavorra delle navi.

In condizioni ambientali particolarmente favorevoli al suo sviluppo, si possono evidenziare vistosi fenomeni di fioritura algale, o *bloom*, con diffusione fino a milioni di individui per litro.

L'evento, del tutto naturale, può in via eccezionale recare disagio anche all'uomo.

In seguito all'inalazione di grandi quantità di tossine, talvolta prodotte dall'*Ostreopsis* durante la fioritura, è possibile riscontrare una sintomatologia paragonabile ad una leggera influenza.

Le macroalghe

Le macroalghe, per la loro bassa complessità strutturale, fanno parte dei cosiddetti vegetali inferiori. Mancano di radici, fusto, foglie o fiori, ma sono provviste di un corpo vegetale semplice, detto *tallo*, che svolge le funzioni di sostegno e ancoraggio. Sono i vegetali più abbondanti su scogliere e corpi sommersi, quei “terreni” cioè che le fanerogame marine non sono in grado di colonizzare. Esistono tre grandi gruppi di macroalghe: alghe *brune, rosse e verdi*.

Tra le più evolute ci sono le *Fucales* che svolgono un ruolo molto importante nel Mar Mediterraneo: formano dei veri e propri boschi sommersi in miniatura, che ospitano una ricca comunità di alghe ed invertebrati.

Sono specie sensibili a diversi tipi di disturbo da parte dell'uomo: inquinamento, calpestio, distribuzione di habitat causata dall'urbanizzazione della costa e dalla pesca non sostenibile che, incidendo prevalentemente sui carnivori, favorisce il proliferare degli erbivori.

La loro regressione è stata registrata in diverse zone: per questo motivo sono considerate specie minacciate e sono protette a livello europeo dalla convenzione di Berna.

Le fanerogame: piante subacquee

Le fanerogame marine, spesso confuse con le alghe, sono vere e proprie piante, dotate di radici, fusto (o rizoma) e foglie, con fiori e frutti. Due sono le specie caratteristiche del Mar Ligure: la *Posidonia Oceanica* e la *Cymodocea Nodosa*.

La Posidonia oceanica

È una specie comune dei fondali sabbiosi e pietrosi. Può formare estese praterie dai primi metri di profondità fino a circa 30 m; in acqua molto limpida.

Impropriamente è considerata un'alga, in effetti è una pianta superiore in quanto è costituita da rizomi, foglie, fiori e frutti. Il rizoma, grosso, coperto da residui fogliari è ancorato al substrato, le foglie di colore verde, nastriformi, sono lunghe da 30 a 100 cm e larghe 1 cm a nervature parallele. Fiorisce a settembre – ottobre e produce frutti a marzo – aprile. I frutti per l'aspetto e le dimensioni vengono detti “olive di mare”. Più frequentemente si propaga mediante la moltiplicazione dei rizomi. Poiché il rizoma può svilupparsi sia in senso verticale che orizzontale, la pianta può crescere in un senso o nell'altro a secondo dell'ambiente in cui si trova a vivere per sfruttare al massimo lo spazio e la luce disponibili. La crescita orizzontale e verticale, influenzata dal moto ondoso e dalle correnti, permette alla pianta di colonizzare aree vicine. L'intreccio degli strati vecchi e nuovi e del sedimento marino trattenuto al suo interno determina **innalzamento del fondo marino di un metro ogni secolo**. I residui fogliari si vedono spiaggiati a seguito delle mareggiate. La *Posidonia Oceanica* ha inoltre grande importanza ambientale grazie all'enorme quantità di ossigeno prodotta (**1 m² di prateria di Posidonia produce 14 litri di ossigeno al giorno**). Costituisce quindi un notevole serbatoio di energia e contribuisce a migliorare la qualità dell'acqua marina. Sulle foglie e sui rizomi di *Posidonia* vivono organismi incrostanti, alghe, che si sviluppano soprattutto nella stagione estiva, spugne, briozoi, idrozoi, ecc.; tra i rizomi trovano cibo e riparo molte specie di molluschi, crostacei, pesci, ecc.

Poiché le praterie di *Posidonia* costituiscono per molti organismi una rete complessa di relazioni trofiche, si può considerare che costituiscano un ecosistema. L'ecosistema *Posidonia* è ora in continua estensione sia perché da tempo sono cessati gli apporti di inquinanti sia perché ora sono oggetto di particolare protezione con l'istituzione dei S.I.C. (Sito di Interesse Comunitario).

La *Posidonia Oceanica* oltre ad accrescere il fondale di un metro al secolo (**un centimetro all'anno**) a migliorare la qualità delle acque marine (**14 litri di ossigeno prodotti ogni giorno da un metro quadrato di prateria**) grazie all'azione frenante delle foglie riduce l'azione del moto ondoso sul fondale contrastando la tendenza erosiva dei litorali. *Per questo motivo i frammenti di Posidonia piaggiati non possono essere rimossi dalla spiaggia per essere trasportati allo smaltimento (D. G. R. n° 1488 del 07/12/2007: criteri per la gestione della banquette di Posidonia Oceanica).*

Lo stato di salute delle praterie è un utile indicatore della qualità dell'ambiente marino. Scarichi, torbidità e inquinamento possono causare la loro regressione: la *Posidonia Oceanica* è considerata specie minacciata da salvaguardare nella direttiva europea Habitat e le praterie liguri sono state inserite nella lista dei *Siti di Interesse Comunitario – S.I.C.*



Posidonia Oceanica - Sito di Interesse Comunitario (S.I.C.)

Gli organismi filtratori

Uno dei più noti è il mitilo, mollusco bivalve filtratore che risponde al nome scientifico di *Mytilus Galloprovincialis*. Esso vive specialmente nelle acque del litorale e dell'alto sublitorale anche se a volte lo si è trovato in acque più profonde. Prospera dove vi sia un buon idrodinamismo e colonizza un'ampia varietà di substrati: rocce, singole pietre, conchiglie, agglomerati sabbiosi, scafi di imbarcazioni, relitti, ecc.

Oltre ad essere un animale tipico dei nostri mari, e quindi perfettamente adattato alle nostre condizioni ambientali, *il mitilo è un organismo particolarmente tollerante nei confronti delle sostanze inquinanti*. Cresce bene anche in ambienti compromessi e *contribuisce a sottrarre le sostanze nocive dall'acqua trattenendole nei propri tessuti*.

Uno dei fattori che più sembra influenzarne l'accrescimento è la temperatura. Tale influenza si esprime in termini di variazione nella velocità di pompaggio dell'acqua.

Il genere *Mytilus* presenta un optimum tra i 10 e i 20 °C.

Il Mitilo: un organismo filtratore

La filtrazione è un adattamento che permette agli animali di nutrirsi delle microscopiche particelle di cibo che non possono essere percepite e catturate singolarmente. Tale particellato è costituito principalmente da fitoplancton, cioè dall'insieme di organismi microscopici vegetali che fluttuano nelle acque trasportati dalle correnti.

Gli organismi filtratori pompano l'acqua di mare attraverso le branchie, speciali filtri che trattengono il materiale sospeso e ciò avviene del tutto indipendentemente dal valore nutritivo o meno di tale materiale.

La concentrazione di particelle alimentari sospese in ambiente acquatico è piuttosto bassa, dell'ordine di 1 mg o meno per litro di acqua. Gli organismi filtratori devono perciò trattare grandi quantità di acqua per assicurarsi un buon approvvigionamento di cibo.

Se il mitilo potesse scegliere il proprio cibo, tratterebbe dall'acqua le microscopiche alghe di cui in effetti si nutre e scarterebbe tutto il resto. In realtà, e per nostra fortuna, il mitilo filtra l'acqua nel suo complesso e trattiene gran parte del materiale che in esso trova, compresi i batteri patogeni, i metalli pesanti, gli idrocarburi, ecc..

Un esemplare adulto di mitilo filtra in media 10 - 15 litri di acqua all'ora. Questo valore varia a seconda delle condizioni di temperatura, salinità, torpidità dell'acqua ecc. comunque mediamente esso è in grado di

concentrare nelle proprie carni da 100 a 200 volte i microrganismi e le particelle tossiche presenti nell'acqua (**tre mitili adulti filtrano un metro cubo di acqua al giorno !**).

Oltre ai mitili il nostro mare ospita molti altri organismi filtratori, che si nutrono cioè delle particelle di cibo sospese nell'acqua.

Ricordiamo qui le specie più comuni appartenenti ai gruppi di maggiore importanza.

✓ **MOLLUSCHI BIVALVI:** vi appartengono gli stessi mitili.

Sono molluschi con conchiglia in genere robusta, formata da due pezzi detti “valve” ripiegate ad astuccio ed unite tra loro da un legamento in corrispondenza dell'apice. Le due valve possono essere uguali tra loro o completamente diverse ed avere contorno regolare (rotondo, ovale, ecc.) o irregolare. La chiusura delle valve avviene mediante due muscoli adduttori che sono in grado di sviluppare una notevole forza, l'apertura è invece passiva e dipende dal rilassamento dei muscoli stessi. Il corpo molle, compresso lateralmente è avvolto da un mantello i cui bordi esterni formano due sifoni che permettono l'entrata dell'acqua nella cavità del corpo. Centralmente è presente un piede che permette la locomozione e la fissazione al substrato mediante filamenti elastici (bissi).

La gran parte vive infossata nei sedimenti, ma molte sono le specie legate ai substrati duri.

- *Ostrea edulis* (Ostrica): vive da pochi cm di profondità fino ad oltre 40 m, sia su substrati rocciosi sia su fondali ciottolosi o sabbiosi. Comune da 6 a 9 cm, può raggiungere i 20 cm.
 - *Pinna nobilis* (Pinna comune, Nacchera): vive a partire da 3 m di profondità, i suoi ambienti più tipici sono le praterie di Posidonia e le secche rocciose intercalate da distese sabbiose. Parzialmente affondata nel suolo si ancora saldamente mediante i filamenti di bisso.
 - *Venus verrucosa* (Tartufo di mare): specie commestibile un tempo molto comune sui nostri fondali, ora abbastanza rara per la pesca indiscriminata.
 - *Pecten e Chlamys* (Pettini, Cappelante): hanno conchiglia asimmetrica e sono tra i pochi bivalvi in grado di nuotare anche per alcuni metri mediante l'apertura delle valve e la loro successiva brusca chiusura con emissione violenta dell'acqua dalla cavità del corpo.
 - *Cardium* (Cuore di Mare): tipica specie del nostro mare, ha la conchiglia robusta e tondeggiante con strie radiali ben sviluppate e colorate. Vive per lo più infossata in fondi sabbiosi.
 - *Pteria hirundo* (Ostrica alata, Avicula): conchiglia con valve diseguali che presenta due espansioni laterali ai lati della cerniera e, per questo, viene definita alata. Vive su vari fondi duri da 15 – 20 metri a oltre 100 metri di profondità. Spesso si trova fissata sulle gorgonie.
- ✓ **TUNICATI ASCIDIACEI (ASCIDIE)**: piccoli animali, dal corpo a forma di sacco, coloniali e non, che derivano il proprio nome dalla presenza di un particolare involucro protettivo, detto “tunica”, che avvolge tutto il corpo. La tunica può essere sottile e morbida come gelatina o di consistenza coriacea - cartilaginea. Nella zona di contatto tra l'animale ed il substrato, la tunica forma false radici o stoloni che assicurano il fissaggio al fondo. Il corpo è racchiuso dentro un sacco muscoloso che presenta due orifizi detti sifoni. Dentro il sacco sono sospese le branchie e l'intestino a forma di “U”. Sono ermafroditi e, oltre alla riproduzione sessuale, si possono moltiplicare per gemmazione.

Vivono su tutti i tipi di fondali duri a profondità variabili, di solito su fondali misti di roccia ed alga, ma anche su fondali sabbiosi.

- *Clavelina lepadiformis* (Clavelina): si presenta con colonie appiattite, costituite da un numero più o meno grande di elementi collegati tra loro solo alla base. I singoli individui hanno forma a clava con un lungo peduncolo e sono costellati di grosse aperture corrispondenti ai sifoni esalanti, circondati da aperture più piccole corrispondenti ai sifoni inalanti. Sono trasparenti con tratto branchiale bianco o giallo. Fino a 6 cm di lunghezza. Vive in prevalenza sulle rocce e sulla parte inferiore dei gavittelli, ma anche fino a 50 m di profondità.
- *Halocynthia papillosa* (Patata di mare): ha il corpo cilindrico a botticella con sifone inalante terminale e l'esalante laterale, entrambi ben visibili e muniti di un collaretto di setole rigide attorno all'apertura. Quando sono chiusi l'imboccatura presenta una forma a croce. La tunica è coriacea, molto resistente e ruvida al tatto. La colorazione è generalmente rossa, ma la tonalità del colore dipende dall'intensità

dell'illuminazione. Dove questa è scarsa o sul lato dell'animale meno esposto alla luce diventa giallastra o bianca. Comunissima su fondali rocciosi da 10 a 100 m di profondità.

- *Phallusia mamillata* (Pigna di mare): ha il corpo a forma di uovo, allargato nella parte inferiore, dove si attacca al substrato. Esternamente sono presenti grossi tubercoli arrotondati e disposti irregolarmente su tutta la superficie (come una pigna). Sifone inalante disposto superiormente e quello esalante lateralmente. Colore bianco – latteo con riflessi azzurrognoli. Può raggiungere 10 – 15 cm di lunghezza. Molto comune su fondi sabbiosi, nelle praterie di Posidonia, da pochi metri a 150 m di profondità.
- *Microcosmus sulcatus* (Limone di mare): corpo massiccio fissato al fondo mediante robusti filamenti che si dipartono dalla sua parte ventrale. Dotato di una tunica spessa e coriacea, presenta rughe e solchi molto netti che costituiscono un ottimo substrato per molti organismi incrostanti. Il sifone boccale è molto sviluppato e appare visibile anche quando l'animale è contratto. Di colore bruno – grigiastro con sfumature rossastre. I sifoni sono internamente striati con bande violette chiare e scure. Raggiunge i 20 – 22 cm di lunghezza. E' una specie commestibile. Vive sui fondali rocciosi o detritici e tra le praterie di Posidonia, da pochi metri fino a 200 m di profondità. Talvolta è talmente ricoperto da altri organismi animali e vegetali da essere irriconoscibile.
- *Ciona intestinalis* (Ascidia lunga): corpo cilindrico costituito da una tunica spessa, di consistenza gelatinosa e fortemente contrattile. Il sifone boccale è più lungo e terminale mentre quello cloacale è più breve e laterale. Le branchie sono molto sviluppate ed occupano gran parte del corpo dell'ascidia. L'animale è fissato al substrato mediante corte radichette. Il colore è per lo più biancastro traslucido o giallo – verdastro. Può presentare macchie rosse sui sifoni o strie arancio lungo il corpo. Raggiunge i 20 cm di lunghezza e vive su fondi duri dalla superficie fino a 500 m, ed anche in zone portuali.

Infine si ricorda che esiste una normativa precisa che vieta la raccolta non autorizzata dei frutti di mare per il consumo e l'Ordinanza della Capitaneria di Porto di Genova n° 368 del 14 dicembre 1998 limita per i pescasportivi la raccolta dei mitili nella quantità giornaliera di 3 Kg a persona. Detti molluschi, che non possono essere commercializzati, devono inoltre avere lunghezza non inferiore a cinque centimetri.

Le meduse

Da alcuni anni all'inizio dell'estate, il Mar Mediterraneo è invaso da uno straordinario numero di meduse e decine di migliaia di bagnanti sono punti da queste creature marine.

Molte spiagge italiane, dell'Africa del nord e della Spagna meridionale, sono letteralmente prese d'assalto dalle meduse con grave danno per i turisti. In Spagna, addirittura, è stata proibita la balneazione nelle coste interessate.

I biologi marini hanno imputato all'aumento della temperatura ed alla scarsità delle piogge, la causa del fenomeno.

Le meduse, infatti, abitano nei fondali profondi, ma il riscaldamento delle acque ha favorito questo spostamento spingendole verso le coste.

Se il surriscaldamento del pianeta continuerà, fenomeni come questo potranno essere sempre più frequenti.

Un altro fattore di non scarsa importanza è rappresentato dalla pesca. La cattura dei predatori di meduse, quali le aringhe e le sardine, molto richieste sul mercato ittico, e la progressiva diminuzione di tonni e di tartarughe, altri formidabili estimatori di meduse, hanno favorito la loro proliferazione.

Le punture delle meduse, composte per il 95 % di acqua, non sono letali per l'uomo. È sufficiente lavare la parte lesa con acqua salata e mettere del ghiaccio sulla ferita per ridurne il gonfiore provocato dal liquido urticante.

Dati statistici sulle condizioni climatiche

Di seguito vengono riportati i dati statistici sulle condizioni climatiche dal 1985 al 2005 (dati forniti da ARPAL e dal Corpo Forestale dello Stato – Comando Stazione di Arenzano).

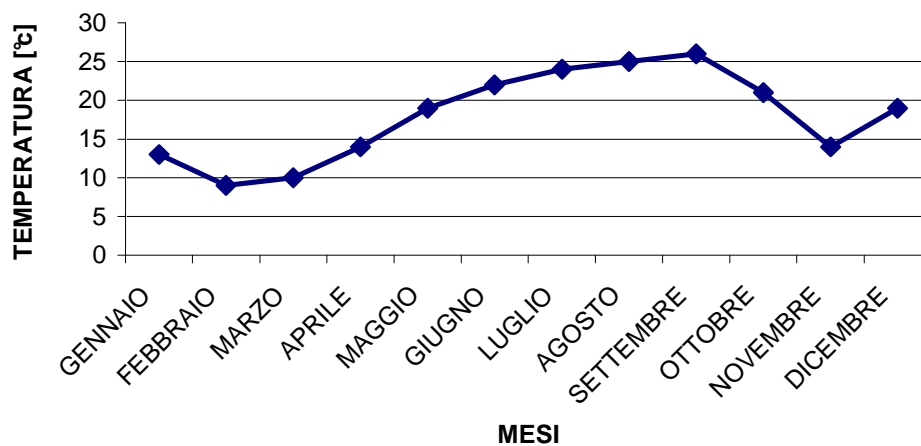
Periodo nuvoloso più lungo autunnale	Dal 05-10 al 07-11-1993	Giorni 34
Periodo nuvoloso più lungo estivo	Dal 18-08 al 24-08-1998	Giorni 07
Periodo sereno più lungo invernale	Dal 20-12-84 al 17-01-85	Giorni 29
Periodo sereno più lungo estivo	Dal 28-08 al 19-09-1987	Giorni 23
Mese di Giugno più caldo	Anno 2005 con giorni 15	Temp. sup. 30° C
Agosto meno piovoso	Anno 2003	00 mm
Massima temperatura raggiunta	12 Agosto 1998	39° C
Periodo più lungo con temperatura oltre 30 g.	Dal 15-07 al 12-09-1997	
Periodo più lungo con temperatura inferiore a 0 gradi	Dal 04 al 15-01-1985	Giorni 17
Temperatura minima	08 Gennaio 1985	- 7 ° C
Agosto più freddo (temperatura mai sopra 30 gradi)	Anno 2002	
Agosto più nuvoloso	Anno 2002	Giorni 16
Giorno di maggior nevicata	12 – 01 – 1985	20 cm
Giorno più piovoso	02 Dicembre 2003	97,1 mm
Mese più piovoso	Ottobre 1987	285 mm
Mese estivo meno piovoso	Luglio 1985	00 mm
Mese invernale meno piovoso	Gennaio 2000	00 mm
Periodo continuativo più piovoso	Dal 02 al 10 Marzo 2000	Giorni 09

Temperature minime e massime suddivise per mese.

MESE	ANNO	MINIMA [° C]		ANNO	MASSIMA [° C]
Gennaio	1985	- 07		2000	+ 23
Febbraio	2003	- 03		1999	+ 27
Marzo	2001	- 02		1999	+ 31
Aprile	2001	+ 03		1999	+ 30
Maggio	2001	+ 04		1999	+ 33
Giugno	2002	+ 11		1997	+ 35
Luglio	2000	+ 12		1995	+ 37
Agosto	2000	+ 13		1998	+ 39
Settembre	2000	+ 10		1999	+ 36
Ottobre	2003	+ 04		1997	+ 31
Novembre	2005	- 01		1997	+ 25
Dicembre	2001	- 04		1997	+ 23

Le temperature del mare

Nelle acque marine più profonde, dai - 100 m in poi la temperatura è di 13° C costante mentre le acque marine superficiali variano dai 13° C di febbraio – marzo ai 26° C di luglio – agosto. Temperature superiori ai 26° C determinano la moria di tutti i mitili.



Andamento medio mensile della temperatura delle acque superficiali del Mar Ligure

2. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Le competenze della Regione sono disciplinate dal D. Lgs. n° 112/1998 che fissa i criteri generali, i requisiti qualitativi e le modalità operative da osservarsi nella progettazione e nella realizzazione delle opere di difesa della costa e di ripascimento degli arenili. Inoltre vengono disciplinata la promozione ed il coordinamento, di concerto con le Province, degli interventi per la difesa della costa e per il ripascimento degli arenili.

Nell'ambito della Regione Liguria la materia inerente la difesa della costa è disciplinata dalla Legge Regionale n° 13 del 28 aprile 1999 e ss.mm.ii. "*Disciplina delle funzioni in materia di difesa della costa, ripascimento degli arenili, protezione e osservazione dell'ambiente marino e costiero, demanio marittimo e porti*" che assegna ai Comuni le seguenti competenze:

- a) l'approvazione degli interventi stagionali di ripascimento esclusivamente volti a ripristinare i profili costieri precedenti agli eventi erosivi;
- b) l'attuazione diretta degli interventi, di cui alla punto a), salvo eventuale rivalsa nei confronti del concessionario inadempiente;
- c) l'attuazione degli interventi in materia di difesa degli abitati dall'erosione marina;
- d) la pulizia delle spiagge non affidate in concessione;
- e) la raccolta e pulizia dei rifiuti spiaggiati nelle zone fruite a scopi di balneazione qualora tale onere non sia posto a carico dei concessionari della spiaggia;
- f) l'individuazione e la delimitazione delle acque destinate all'allevamento e alla raccolta dei molluschi nonché il monitoraggio della qualità delle stesse.
- g) Per quanto concerne i porti sono, inoltre di competenza dei Comuni le funzioni relative:
- h) alla progettazione ed esecuzione degli interventi di costruzione, bonifica e manutenzione, fatta eccezione per attività di escavazione di spettanza dei concessionari, dei porti di rilievo regionale e interregionale nonché delle opere di edilizia a servizio dell'attività portuale;
- i) al rilascio e rinnovo, sulla base di propri regolamenti, di concessioni di beni del demanio marittimo in ambito portuale;
- j) al rilascio e rinnovo, sulla base delle indicazioni del piano di utilizzazione delle aree e dei piani di spiaggia, di concessioni relative a beni del demanio marittimo e a zone del mare territoriale per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia fuori dell'ambito portuale;
- k) al rilascio dell'autorizzazione all'escavazione dei fondali in ambito portuale;
- l) alla vigilanza sulle aree demaniali e sulla realizzazione degli interventi posti a carico dei concessionari.

Uno degli aspetti più interessanti della legislazione della Regione Liguria è proprio costituito dalla analitica disciplina del procedimento amministrativo relativo all'approvazione degli interventi stagionali di rinascimento degli arenili che viene disciplinato dal Regolamento Regionale n° 6/2002 approvato con deliberazione della Giunta Regionale del 23 ottobre 2002.

Il sopra citato provvedimento è articolato secondo le seguenti fasi:

- a) presentazione della domanda per l'approvazione del progetto al Comune unitamente ad una relazione tecnica;
- b) istruttoria da parte del Comune che dovrà acquisire il parere dell'ARPAL (la quale dovrà esprimersi sia sotto il profilo della compatibilità chimico – fisica – microbiologica che sotto quello della salvaguardia dei valori biologico – naturalistici) e l'eventuale autorizzazione dell'Autorità tecnica;
- c) approvazione definitiva dell'intervento da parte del Comune (avente valore anche sotto il profilo demaniale marittimo).

Un altro aspetto interessante della normativa della Regione Liguria è costituito dall'adozione di normative di tipo tecnico relative alle tipologie dei materiali da utilizzare per gli interventi di ripascimento che risultano essere:

- Protocollo ARPAL del dicembre 2002 relativo ai criteri di campionamento e di valutazione del materiale destinato al ripascimento stagionale degli arenili;
- deliberazione di Giunta Regionale n° 173 del 27 febbraio 2006 avente ad oggetto le direttive di carattere tecnico riguardanti la caratterizzazione e la valutazione di compatibilità delle sabbie destinate al ripascimento dei litorali. In particolare vengono stabiliti i criteri tecnici necessari per la caratterizzazione dell'intervento e per una sua valutazione sia sul piano dell'efficacia che su quello della compatibilità ambientale.

I Comuni, infine, formano o adeguano i piani comunali per l'utilizzo delle aree demaniali conformandosi alle indicazioni del piano di utilizzo delle aree del demanio marittimo (*Delibera del Consiglio regionale della Liguria n° 18 del 09/04/2002*) che per la salvaguardia del litorale dall'erosione vieta la realizzazione di opere fisse riflettenti il moto ondoso. Al fine di consentire la realizzabilità di opere sugli arenili deve essere dimostrato da perizia tecnica che la stessa non è interessata dal battente dell'onda di mareggiata.

L'utilizzo delle aree demaniali marittime deve inoltre essere compatibile con la salvaguardia della funzionalità dei punti di alimentazione per il rinascimento delle spiagge individuati dal Piano Territoriale di Coordinamento della Costa e riportati nelle relative tavole, con particolare riferimento alla necessità di mantenere l'accessibilità alla costa dei mezzi di trasporto del materiale di ripascimento

La Regione Liguria con *Delibera di Giunta Regionale n° 1488 del 07/12/2007* ha indicato i criteri per la gestione delle banquettes di Posidonia Oceanica spiaggiata: questo sempre a salvaguardia del litorale dall'erosione.

Altro riferimento risulta la *Delibera di Giunta Regionale n° 429 del 09/04/2009* ad oggetto l'approvazione dei criteri generali per la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili, con la quale viene introdotta una migliore specificazione dei contenuti progettuali delle opere di difesa della costa, prevedendo l'adozione di modalità operative tali da minimizzare l'impatto sull'ambiente marino e costiero.

3. L'EVOLUZIONE DEL LITORALE

Fino ai primi anni del 1960 il litorale di Arenzano si presentava prevalentemente a carattere roccioso. Le spiagge fruibili, caratterizzate da ghiaia e ciottoli, erano limitate al tratto centrale tra il molo di ponente e quello di levante ed avevano una profondità di poche decine di metri.

Successivamente ed a seguito della realizzazione di strutture significative quali il Porto ed il molo del Pizzo oltre allo scarico delle rocce e delle terre di scavo derivanti da opere realizzate sul territorio (ferrovia ed autostrada in particolare) si è determinata una sostanziale modifica del litorale. Lo scarico di terre e rocce da scavo ha consentito la realizzazione del campo sportivo di val Lerone ed il piazzale del Mare.

Negli anni '80 è poi stato vietato ogni tipo di scarico a mare e la costa di Arenzano risultava essere a carattere terroso e sabbioso con elevate quantità di fango ed argilla, oltre ad altrettanto elevate quantità di corpi estranei (detriti edili): il tutto a discapito dei fondamentali parametri ambientali e di balneazione (colorazione e trasparenza delle acque marine, presenza di inquinanti chimici e batteriologici).

Il materiale scaricato direttamente a mare si è distribuito sul litorale e sul fondale prospiciente, con andamento crescente fino al 1990 circa; dopodiché si è verificata l'inversione di tendenza: gli arenili ed i fondali, non più alimentati, hanno iniziato a rinaturalizzarsi.

Il nostro litorale ed i fondali hanno quindi assunto una nuova stabilità con tendenza a continuo miglioramento ambientale. Particolarmente significativo è stato il recupero del parametro ambientale di buona trasparenza delle acque marine, indispensabile per la fruizione balneare delle stesse. Altrettanto importante è la ricomparsa delle praterie di Posidonia oceanica, fondamentali all'ecosistema marino e molto utili a contrastare gli effetti dell'erosione dei fondali marini e delle coste.

È così dimostrato che la corretta gestione dei litorali passa necessariamente attraverso la conoscenza approfondita sia "leggi naturali" che ne regolano l'equilibrio. Ogni spiaggia, come tutti gli elementi geomorfologici, altro non è che il risultato dei molti fattori, spesso antagonisti fra loro, che giorno dopo giorno, stagione dopo stagione, ne modellano la forma; "leggere una spiaggia" vuol dire appunto studiarne la forma e, attraverso questa, capire la sua storia, individuare i fattori che ne condizionano lo stato attuale e prevedere quale potrà essere la sua vita futura.

Non è sufficiente però cominciare questo studio dalla battaglia perché la spiaggia prosegua anche in mare, ed è proprio qui che agiscono quelle forze che più delle altre condizionano il suo equilibrio.

Sono infatti le onde che, con il loro lavoro continuo, talvolta quasi delicato, altrimenti violento e burrascoso, modellano il profilo di una spiaggia dal largo fino ai piedi delle dune. Nel caso di Arenzano queste ultime non esistono determinandosi l'azione diretta del moto ondoso contro le strutture antropiche.

4. L'INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il litorale di Arenzano si estende dalla foce del torrente Lerone, a sud, alla Cala Lupara, a nord - est.

Dalla foce del torrente Lerone a Marina Piccola, si sviluppa la spiaggia di Marina Grande che termina ad est in corrispondenza della falesia frastagliata del promontorio di Arenzano; tale rilievo separa la baia di Cogoleto da quella di Arenzano. Sul limite orientale del promontorio si allunga a mare la Punta di San Martino che racchiude le due piccole spiagge di Marina Piccola. Oltre la Punta di S. Martino la costa cambia bruscamente orientazione, allungandosi in direzione S-N e dalla foce del rio S. Martino, si apre la baia di Arenzano. Il litorale si sviluppa in direzione SW-NE, e costituisce un tratto di costa deposita di circa 1.2 km, delimitato a levante dalla punta rocciosa del Carbo del Pizzo.

Alla foce del torrente Lerone, dove era presente una spiaggia in continuità con l'arenile di Cogoleto, sono stati conferiti riporti in diverse fasi: in sponda destra è stata realizzata una discarica di materiali provenienti dalle lavorazioni della limitrofa industria ex Stoppani, oggi oggetto di interventi di bonifica e di riqualificazione di interesse nazionale. In sinistra è invece presente un riempimento di materiali terrosi, provenienti dallo scavo delle gallerie del raddoppio della ferrovia e dell'autostrada (gli interventi di colmata si sono sviluppati fra gli anni 60-80 per una volumetria stimata di almeno 500.000 m³). L'area è stata attrezzata a campo di calcio e protetta da una scogliera radente di circa 230 m; il settore di levante, non protetto, è in erosione e alimenta con materiale grossolano la spiaggia di Marina Grande. Quest'ultima si allunga in direzione ENE, per circa 550 m, fino alla località del Moletto; nell'intero tratto sono stati realizzati diversi interventi di urbanizzazione e protezione della spiaggia. Diversi pennelli in massi compartimentano la spiaggia, fortemente rimaneggiata, anche sotto il profilo paesaggistico, da alcune costruzioni poste a ridosso della battigia.

Il limite di levante di Marina Grande è chiuso da un'opera trasversale in calcestruzzo protetta da massi. Le caratteristiche della spiaggia emersa sono a prevalente granulometria sabbiosa nel settore di ponente, mentre a levante la pezzatura dei sedimenti è più grossolana.

Al limite orientale di Marina Grande inizia un tratto di costa a falesia, lungo 700 m, fino alla spiaggetta di Marina Piccola. Il tratto centrale della falesia, sul quale corre il vecchio tracciato della ferrovia, ora trasformato in passeggiata pedonale e ciclabile, è protetto a mare, da un'estesa scogliera in massi. La spiaggia di Marina Piccola, delimitata a levante dalla punta rocciosa di S. Martino, si sviluppa per circa 100 m ed è separata da una seconda spiaggia, a NNE della prima, estesa per 80 m fino al molo principale del porto turistico di Arenzano. La spiaggia emersa è di natura prevalentemente sabbiosa mentre la sovrastante falesia presenta diverse situazioni di instabilità in roccia.

Sul limite di Marina Piccola sono intestate le strutture del porto turistico, aperto a Nord, la cui costruzione risale agli anni sessanta. L'imboccatura, come osservabile dall'evoluzione storica e dalla modellazione del trasporto dei sedimenti, presenta evidenti problemi di interrimento sottovento alla diga foranea.

A ridosso del molo di sottoflutto si sviluppa una spiaggia di circa 110 m delimitata a Nord dal pennello in massi posto in destra orografica alla foce del rio San Martino (o Rio delle Piane); le caratteristiche granulometriche della spiaggia emersa sono di natura sabbioso ghiaiosa.

La foce del rio S. Martino, tombinata per circa 40 m, dalla via Aurelia fino allo sbocco a mare, separa questo lembo sabbioso dalla spiaggia principale di Arenzano. L'arenile, esteso per quasi 500 m fino alla foce del torrente Cantarena, è delimitato da tre pennelli: il primo, alla foce del rio S. Martino costituito da massi; il secondo in posizione intermedia e caratterizzato da un nucleo in calcestruzzo ed il terzo, in destra alla foce del torrente Cantarena, anch'esso realizzato in calcestruzzo e protetto da scogliera. Entrambi i settori di spiaggia descritti sono caratterizzati da una granulometria di natura sabbioso ghiaiosa.

A levante del torrente Cantarena è presente il piazzale del Mare protetto da scogliera artificiale in massi per tutta la sua lunghezza. A levante del piazzale si diparte la spiaggia del Pizzo per un tratto di 600 m. L'arenile è sezionato da tre opere trasversali: la prima del settore di ponente è realizzata in calcestruzzo mentre il pennello centrale e quello del Carbo del Pizzo sono costituiti in massi.

A levante della dorsale rocciosa in calcescisti del Carbo del Pizzo, riprende la falesia fino alla spiaggia di Lupara - Vesima. La linea di falesia risulta dovunque interrotta dal tracciato della via Aurelia che s'interpone fra la battigia e le pareti rocciose; in questo settore l'ANAS ha realizzato rilevanti opere di protezione radente in massi.

5. MORFOLOGIA DELLA COSTA, ANDAMENTO DEL TRASPORTO MARINO E APPORTO NATURALE DI MATERIALE

Il litorale di Arenzano ha un'estensione di circa 4.500 m, di cui come abbiamo visto per la maggior parte costituito da scogliere e zone rocciose, mentre le spiagge a ciottoli ed a ghiaia risultano essere circa il 40 % del totale.

I fondali prospicienti risultano sabbiosi ed in parte rocciosi con la presenza di ciottoli e ghiaia.

Le praterie di *Posidonia oceanica* si estendono dal confine di ponente, con il Comune di Cogoleto, fino all'altezza delle strutture del porticciolo turistico. L'estensione delle Praterie è in continuo sviluppo.

Nelle piccole spiagge ai piedi delle coste rocciose la sabbia è il prodotto dell'erosione della scogliera. Negli altri casi la sabbia si forma sui versanti dei monti da dove i fiumi ed i torrenti la trasportano fino al mare. E' qui che le onde del mare la prendono in carico e la trasportano sulle spiagge emerse e su quelle sommerse. Gran parte di questo movimento avviene nella zona dei frangenti, dove l'energia è maggiore.

Pian piano questa massa di sabbia si muove spinto dalle onde. Essa rifornisce costantemente le spiagge compensando la perdita di quel materiale che viene disperso negli alti fondali o trasportato dalle onde sulle spiagge vicine derivandone un andamento della linea costiera soggetto a significativi mutamenti (alternanza di erosione ed accrescimento) con periodicità stagionale ed a seconda degli eventi meteo – marini ed anche dalla granulometria dei sedimenti: *più il sedimento è fine e più è soggetto al trasporto*. Per questo motivo gli apporti di materiale di ripascimento devono essere costituiti da materiale con una granulometria superiore a quella della sabbia, mai inferiore.

Mai quindi si deve sversare sabbia fine che tra l'altro è trasportata dalle correnti ventose.

5. L'INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I principali complessi geologico - strutturali che caratterizzano il territorio in studio sono:

- il **Lembo Sialico di Arenzano**, che caratterizza l'ossatura geologica del promontorio di Arenzano ed è costituito da un complesso polimetamorfico di rocce scistoso-cristalline, attribuito all'Unità tettonica Coalizzano - Savona, a pertinenza paleogeografica Brianzone. Si tratta di una sequenza sedimentaria di piattaforma (depositi marini terrigeno - carbonatici triassici) impostata su una crosta continentale paleozoica (metamorfiti paleozoiche); è addossato al margine meridionale del Gruppo di Voltri mediante un contatto tettonico allineato circa E-W, mentre a sud ed a est è delimitato dal Mar Ligure;
- il **Gruppo di Voltri**: complesso di metaofioliti e metasedimenti costituito da scaglie di litosfera oceanica e relativa copertura sedimentaria, originate nel bacino oceanico Piemontese-Ligure, a partire dal Giurassico medio e, successivamente, coinvolte nell'orogenesi alpina durante la collisione tra il margine paleoeuropeo e quello insubrico-africano. E' suddiviso in "Unità strutturali elementari" sulla base dei caratteri petrografici e delle relazioni tettoniche di cui, nella zona in studio affiorano le seguenti unità:
 - Unità Voltri-Rossiglione rappresentata dai termini metamorfici della copertura sedimentaria depositata al top delle ofioliti, appartenenti alla *Formazione dei Calcescisti del Turchino* (Giurassico-Cretaceo), rilevabili in maniera discontinua, e intervallati a lembi di metabasiti dell'*Unità Beigua*, fino a Carbo del Pizzo.
 - Unità Beigua rappresentata, nell'areale in studio, dall'associazione di ultrabasiti e metabasiti ofiolitiche della *Formazione delle Ofioliti di M. Beigua* (Giurassico-Cretaceo) di cui, a est di Arenzano, si ritrovano in affioramento, in maniera discontinua tra la foce del Torrente Cantarena e il Rio Lupara, i litotipi appartenenti al *Membro delle Serpentiniti di Capanne Marcarolo*;
- la **Copertura Terziaria** rappresentata dalle Argille di Ortovero (Pliocene medio – inferiore), termine pliocenico costituito da depositi marnoso - argillosi e sabbie fini con intercalazioni conglomeratiche alla base e in sommità; si rilevano principalmente in corrispondenza della fossa tettonica di Arenzano, a W-NW dell'abitato (Terralba), mentre limitatamente al tratto costiero, la copertura urbana compatta dell'abitato di Arenzano non ne consente una visione diretta;
- la **Copertura Quaternaria** rappresentata da coltri di copertura colluviale di versante o pedemontane, paleoaccumuli e paleofrane, nonché i depositi alluvionali e di spiaggia suddivisibili in:
 - depositi marini sciolti terrazzati (Pleistocene - Olocene), costituiti da ghiaie e ciottoli eterometrici, talora cementati, misti a sabbia più o meno abbondante, caratterizzano i terrazzi di origine marina della Pineta (Arenzano) e di località Terrarossa a monte di Carbo del Pizzo;
 - alluvioni e/o sedimenti marini recenti (Olocene), di natura sabbioso - ghiaiosa interdigitate con ghiaie e sabbie dei depositi di spiaggia attuali e/o recenti, di età quaternaria, che caratterizzano massimamente il tessuto urbano.

7. L'EVOLUZIONE STORICA DELLA LINEA DI BATTIGIA

Gli interventi antropici hanno fortemente condizionato, nel corso degli anni, la morfologia costiera del territorio comunale di Arenzano, in particolare alla foce del torrente Lerone (discariche Stoppani e ferrovie), sul versante a mare del promontorio (insediamento di Marina Grande), alla foce del rio San Martino (porto turistico) e del torrente Cantarena (discarica inerti) nonché lungo l'Aurelia (opere radenti di protezione).

Inoltre l'ambiente costiero è stato fortemente caratterizzato dal naufragio Haven, a seguito del quale parte del crudo era fuoriuscito dalle stive. Il relitto giace di fronte a Marina Piccola su un fondale di 80 metri.

Le prime sostanziali variazioni "morfologiche" sono avvenute a seguito della costruzione della linea ferroviaria, nella seconda metà dell'ottocento. In seguito, con la realizzazione dell'autostrada e l'urbanizzazione della Pineta, negli anni 1960 – 1980, si sono rese disponibili grandi quantità di materiale, che è stato sversato a mare, con la creazione delle colmate del Campo Sportivo e del piazzale del Mare inoltre con la costruzione del porto turistico si sono innescati processi di rifrazione del moto ondoso alternando l'energia delle mareggiate da libeccio e consentendo l'allungamento delle spiagge anche di 40 m. Oggi, a circa trent'anni dal termine dei cospicui sversamenti di terre e rocce da scavo, il litorale presenta tendenza erosiva accentuata in alcuni tratti.

8. AVVIO DELLA GESTIONE DEL LITORALE

L'Amministrazione Comunale sempre più sensibile alla tutela dell'Ambiente e l'integrità paesaggistica e migliorandone la "pubblica fruizione balneare".

Le azioni sono state avviate dal Servizio Gestione Ambientale del Territorio partendo dai seguenti lavori precedenti:

- campagne ambientali e oceanografiche eseguite dalla C.L.O.E. S.r.l. di Bogliasco (GE) nel 1985 relativa alla condotta fognaria sottomarina;
- studi e indagini per l'ampliamento del porto di Arenzano (del 1993), analisi del moto ondoso (relazione Dott. Papa del 1994) e relativa Valutazione d'Impatto Ambientale (del 1997);
- studi a cura dell'Ufficio Comunale sullo stato della qualità delle acque di balneazione.

Nel 1999 è commissionata alla Società di geologia marina IDRA S.S. di Genova l'esecuzione di uno studio ambientale dell'area marina compresa fra il porto di Arenzano e la foce del torrente Cantarena e un secondo studio ambientale sull'intera fascia costiera. Questi lavori riguardano la descrizione delle tipologie dei fondali marini ed hanno l'obiettivo di salvaguardare, identificare le biocenosi e, in particolare, di valutare l'estensione delle praterie delle fanerogame *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica* nonché il coralligeno dei substrati duri profondi al fine di valutare lo stato dell'ambiente marino, dei fondali in particolare e di individuare possibili fonti di inquinamento.

9. GLI STUDI AMBIENTALI SULLA FASCIA COSTIERA

Le indagini marine eseguite nel 1999 hanno portato alla stesura di una prima mappatura delle biocenosi marine su tutto il litorale di Arenzano fino all'isobata dei 50 m di profondità; in particolare, nella fascia compresa fra la battigia ed i - 20 m sono state rilevate estese praterie di *Posidonia oceanica* nella zona fra il campo sportivo alla foce del Lerone, Marina Grande e Marina Piccola. Verso levante, oltre il pennello dei Bagni Sole fino a Vesima è stata rilevata un'estesa prateria di *Cymodocea nodosa* in una fascia compresa fra le isobate dei - 5 m e - 10 m. La zona di maggiore interesse ambientale è ubicata in corrispondenza di Marina Grande in una fascia fra i - 10 m ed i - 20 m di profondità dove è presente una rigogliosa prateria di *Posidonia* radicata su un fondale di sabbia grossolana. La prateria è deteriorata a partire da Capo Arenzano, verso levante, dove rimangono radi ciuffi e vaste aree di "matte morta", segno evidente di forte regressione. Oltre a ciò si evidenzia che al largo della zona compresa tra Marina Grande e Marina Piccola, fra i 30 e i 50 m di profondità, sono state rilevate vaste isole rocciose colonizzate dal coralligeno, da spugne e da gorgonie gialle e rosse (*Paramuricea clavata*). Gli affioramenti fra Punta S. Martino e Marina Grande sono colonizzati da poriferi (*Axinella polypoides* e da *Spongia agaricina*) accompagnati da briozoi, zoantari e policheti.



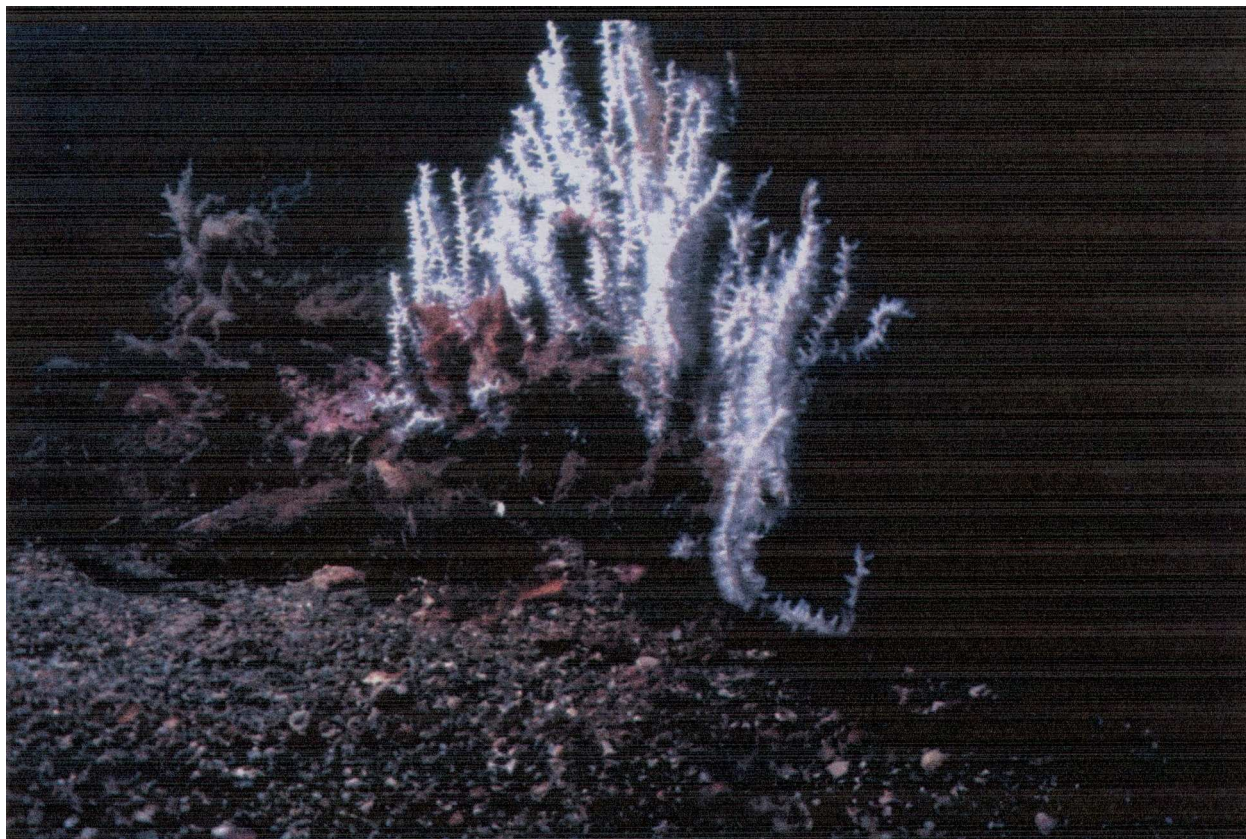
Prato di *Cymodocea Nodosa* nell'area di levante.



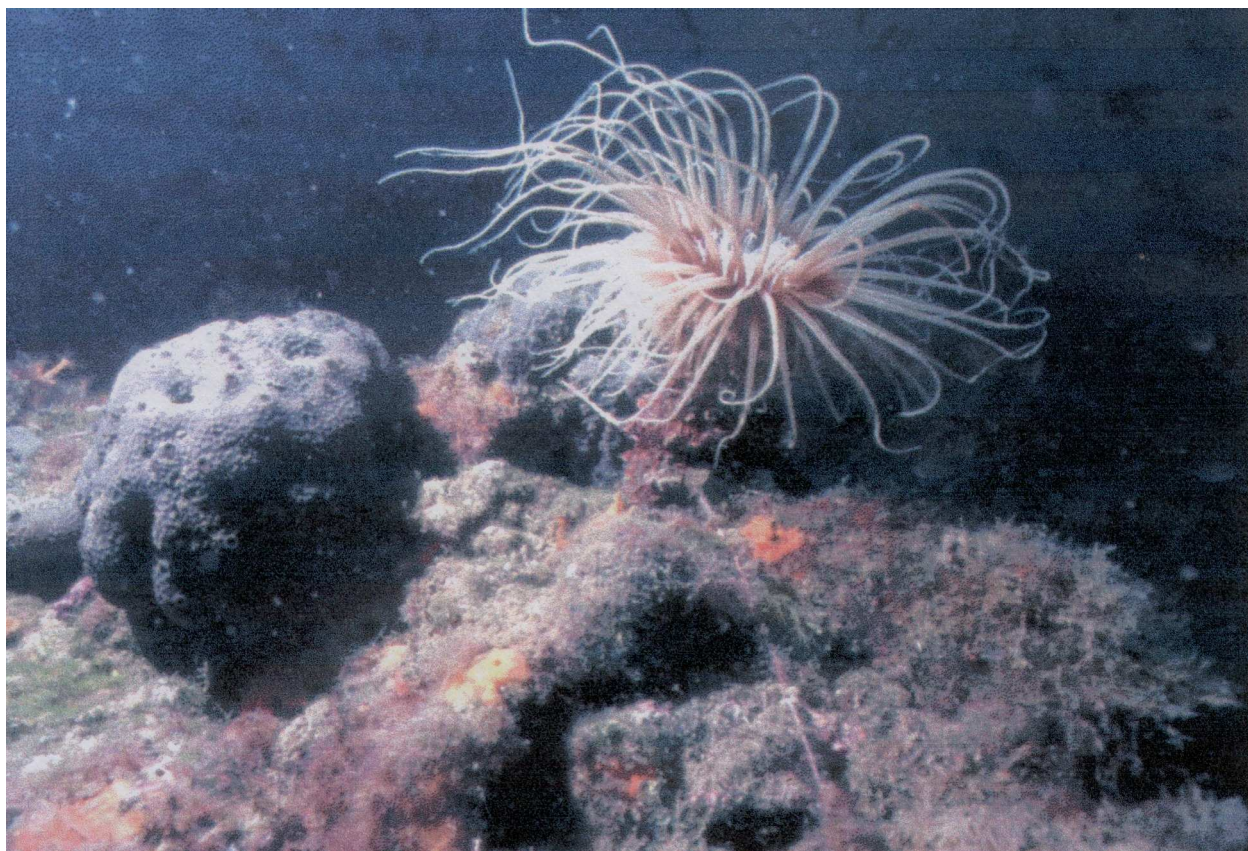
Particolare di *Cerianthus Membranaceus* nell'area di levante in prossimità della foce del torrente Cantarena (16 m di profondità).



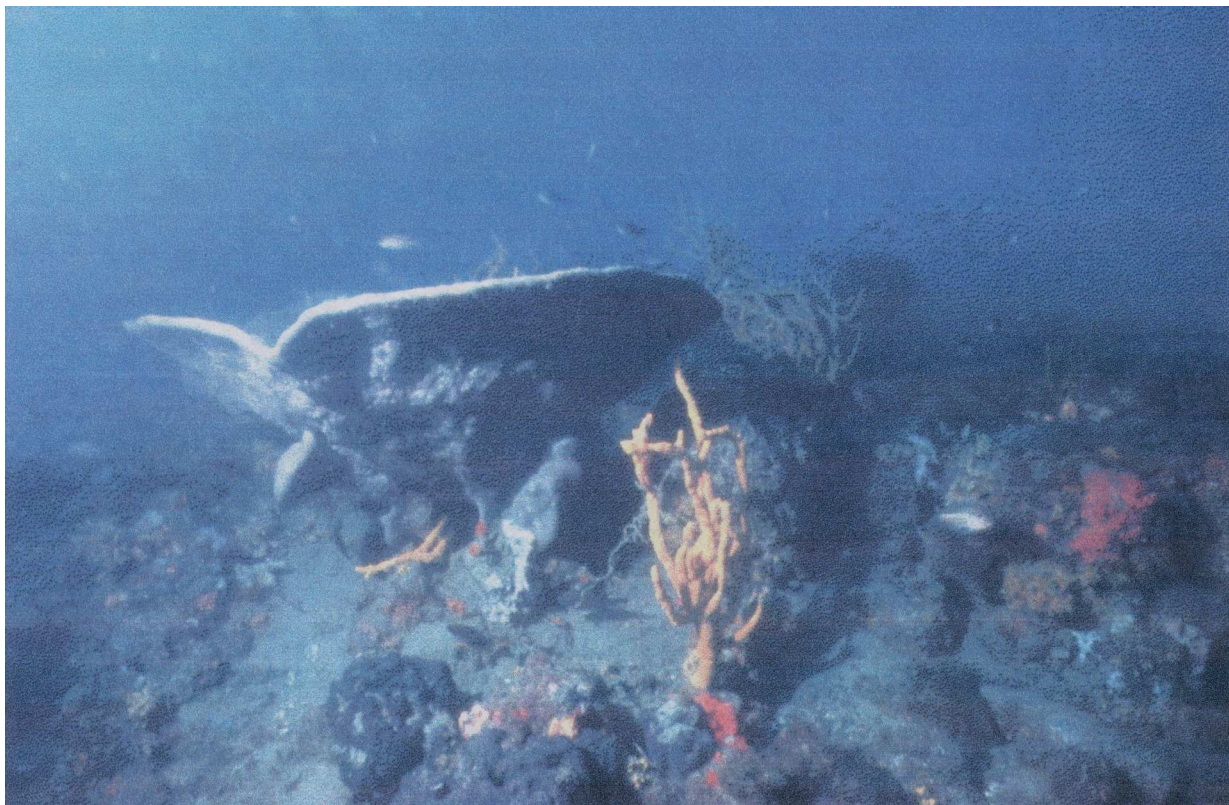
Il limite inferiore della prateria di *Posidonia Oceanica* nell'area di ponente.



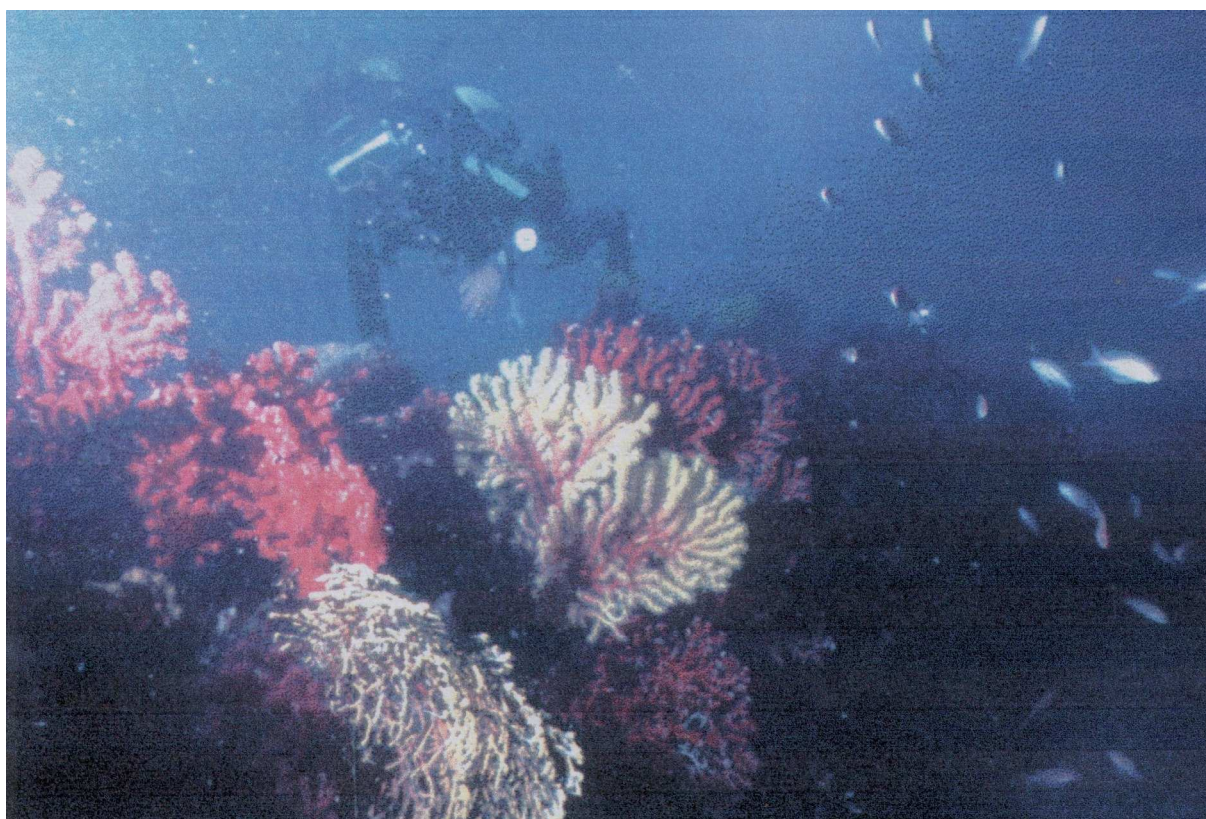
Sabbie del detritico costiero con la gorgonia *Eucinella Verrucosa*.



Particolare di un *Cerianthus Membranaceus* con coralligeno dominato da *Poriferi* (33 m di profondità).



Isole di substrato duro con coralligeno dominato da *Poriferi* (33 m di profondità).



Coralligeno con dominanza di gorgonie della specie *Paramuricea Clavata* (42 m di profondità).



Una grande spugna, *Spongia Agarinciana*, in mezzo alle gorgonie e nuvole di castagnole rosse (42 m di profondità).

Le praterie di *Posidonia oceanica* costituiscono una ricchezza inestimabile della fascia costiera e possono essere paragonate a delle “foreste sommerse”. Le funzioni svolte da questa specie concorrono a:

- stabilizzare il fondale marino;
- proteggere le spiagge dall’erosione, smorzando il moto ondoso e trattenendo i sedimenti trasportati dalle correnti;
- produrre ossigeno e materia organica per il processo fotosintetico;
- produrre cibo per numerosi organismi;
- offrire rifugio e protezione di molte specie (pesci e piccoli cefalopodi).

La regressione della prateria di *Posidonia* testimoniata dalle tracce di “matte morte” e riscontrata a levante del porto turistico è la testimonianza di eccessiva antropizzazione del territorio marino – costiero con la realizzazione di strutture rigide e con attività non compatibili tra cui il ripascimento con materiali non idonei e la pesca a strascico. Oggi questi effetti sembrano sensibilmente ridotti riscontrandosi una significativa estensione delle praterie.

10. GLI INTERVENTI FINANZIATI DAL RISARCIMENTO “HAVEN”

A seguito dell'Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, la Regione Liguria, le Province di Genova e di Savona, i Comuni della Riviera del Beigua interessati dal disastro HAVEN ed in applicazione della Legge n° 239/98, art. 5, comma 2 è stato possibile finanziare i seguenti interventi:

- realizzazione di impianto di depurazione delle acque reflue civili a servizio di Arenzano – Cogoleto e Genova Vesima;
- miglioramenti strutturali alla rete fognaria cittadina tra cui il collegamento degli scarichi di tutta la Pineta di Arenzano;
- riqualificazione ambientale della fascia costiera di levante: da Piazza Toso a Lungomare Olanda;
- studio ambientale propedeutico al progetto di riassetto della costa di Arenzano;
- progettazione definitiva del riassetto della costa di Arenzano e realizzazione di stralci funzionali.

Lo studio ambientale propedeutico al progetto di riassetto della costa di Arenzano ha interessato l'evoluzione storica del litorale, lo studio meteo – marino e morfo – dinamico con modellazione al largo e sottocosta per la valutazione dell'influenza delle opere di protezione esistenti sulla dinamica litorale. Contestualmente a ciò si è proceduto a revisionare ed a completare lo studio di inquadramento naturalistico. Lo studio è stato poi completato dai rilievi geomorfologici dell'inquadramento dell'unità fisiografica e del paraggio: l'elaborazione di tutti questi dati ha permesso di elaborare la progettazione preliminare degli interventi necessari al riassetto della costa finalizzato alla stabilizzazione della stessa.

La progettazione definitiva del riassetto della costa di Arenzano e la realizzazione di stralci funzionali è stata avviata affidando all'Università di Genova lo studio ambientale delle spiagge del nostro litorale propedeutico alla migliore gestione delle stesse.

Il primo intervento di realizzazione stralci funzionali del riassetto della costa è stato il ripascimento delle spiagge mediante lo spargimento di circa 3.000 tons di sabbia – ghiaiosa 3/8.

Il secondo ha visto la realizzazione degli interventi strutturali individuati e cioè sono stati prolungati in soffolta i moli di ponente, di levante e del Pizzo. In particolare il molo del Pizzo è stato prolungato in soffolta fino alla batimetria dei – 5 m.

Nel dettaglio si vedrà di seguito che queste strutture bloccano il trasporto del materiale da ponente a levante e catturano nel paraggio la sabbia esistente evitandone la dispersione a levante.

Contestualmente si è proceduto ad ampliare superficialmente ed anche in soffolta il molo del San Sebastiano; intervento questo propedeutico al riassetto del tratto di costa in oggetto che sarà completato dallo spostamento a levante del molo “Pria Pulla” e dal ripascimento degli arenili del Pizzo che risultano i più interessati dai fenomeni erosivi.

11. LO STATO DI SALUTE DELLE SPIAGGE

Scopo dello studio è la valutazione dello stato di *salute* delle spiagge di Arenzano mediante un approccio di tipo ecologico, coordinato con informazioni di matrice ambientale. Il litorale di arenzano, infatti, costituisce un rilevante patrimonio turistico - balneare da tempo soggetto ad un crescente impatto antropico e devastato da straordinari eventi quali:

- l'inquinamento industriale dello stabilimento Stoppani;
- il disastro causato dall'esplosione ed affondamento della petroliera HAVEN.

Soprattutto questi eventi hanno reso necessario sviluppare questo progetto che è stato articolato in differenti fasi a partire dalla determinazione e quantificazione dei principali descrittori della qualità delle spiagge che hanno fornito la base empirica per la stima della qualità e delle capacità omeostatiche (ovvero di mantenere in equilibrio i suoi processi interni) dell'ecosistema spiaggia.

Tale attività si è sviluppata in tre tipologie di approccio:

- approccio chimico - ambientale (quantificazione di inquinanti chimici di origine prettamente antropica selezionati tra i *Priority pollutants* dalla Comunità internazionale);
- approccio igienico - sanitario (identificazione di microrganismi patogeni o associabili a patogeni di origine umana ed animale);
- approccio ecologico (valutazione dell'efficienza dell'ecosistema e della sua dinamica).

Qualità delle spiagge a fini turistici

Le valutazioni chimico - ambientali hanno evidenziato assenza di criticità per i parametri indagati (idrocarburi policiclici aromatici e fenoli). Parametri questi caratteristici dei siti individuali ed artificiali. I tenui segnali di presenza di tracce di idrocarburi risultano relazionati con l'uso locale di motori a combustione (sia su strada che su natanti), i cui prodotti (fumi e intermedi della combustione che si depositano al suolo o in acqua) possono arrivare alla spiaggia mediante dilavamento delle strade da parte delle precipitazioni o trasporto da mare mediante i moti di corrente.

L'analisi igienico - sanitaria mostra che la presenza di organismi di origine fecale, pur non superando in genere i limiti di legge per le acque marine (ARPAL), possa in alcune aree essere rilevante nell'acqua che si accumula all'interno della spiaggia e che può entrare facilmente in contatto con l'utenza. La presenza di questi specifici batteri e di ceppi fungini patogeni e potenzialmente patogeni aumenta nella stagione estiva, indicando la sua origine nella crescente pressione turistica. La patologia degli organismi suggerisce, inoltre, anche la possibilità di un impatto cronico persistente di prevalente origine animale.

Tale pressione, che può riflettersi negativamente sugli utenti della risorsa spiaggia, sembra essere mitigata dagli organismi che costituiscono attivamente l'ecosistema della spiaggia, mediante la competizione con i batteri autoctoni o la predazione esercitata dalla meiofauna.

Il sistema ecologico si è dimostrato, infatti, attivo ed efficiente, caratterizzato dall'oligotrofia (povertà in termini quantitativi) tipica degli ambienti di spiaggia dell'area ligure. Tale assetto suggerisce una certa "sensibilità" alle forzanti antropiche, che può tradursi in un rapido adattamento fin quando la pressione antropica non supera le capacità omeostatiche di mantenimento dell'equilibrio del sistema.

Nonostante il litorale arenzanese nel periodo interessato dall'indagine sia soggetto ad una forte pressione turistica, dalle analisi effettuate è risultato che le spiagge esaminate sono nel complesso integre ed in un buono stato ecologico. Risulta evidente che la spiaggia è un sistema naturale che reagisce velocemente alle modificazioni ambientali e che la sua intrinseca capacità di autosostentamento risulta tanto più efficiente quanto più attive risultano le interazioni terra - mare. *Per questo motivo una buona gestione del litorale deve prevedere di mantenere attivo lo scambio fra spiaggia e acqua limitando l'introduzione di barriere artificiali che comprometterebbero le capacità omeostatiche delle spiagge.*

Considerazioni inerenti gli interventi di ripascimento

L'immissione di materiale inerte sul litorale per mitigare l'effetto dell'erosione comporta impatti multipli sull'ecosistema del litorale, pur essendo questo un intervento di minore rilevanza ambientale rispetto, ad esempio, alla costruzione dei pennelli. Le analisi previste sui materiali da allocare nei siti sono generalmente di tipo fisico – chimico, ma è utile provvedere anche ad approfondimenti di tipo sanitario ed, in generale, ecologico.

In ogni modo, visto il possibile ruolo della componente ecologica locale come tampone di alcune tipologie di impatti antropici, è opportuno che gli interventi di ripascimento siano condotti in modo da permettere un rapido recupero delle comunità. Mentre i tempi di ripristino delle comunità microbiche e dei relativi substrati detritici, dato il continuo apporto da mare e da terra, sono molto rapidi, tempi maggiori potrebbero essere richiesti per il re – insediamento delle comunità della meiofauna, essendo presenti pochi stadi larvali di tipo platonico ed avvenendo, quindi, la colonizzazione per diffusione all'interno del sedimento stesso. Tuttavia, dati i cicli vitali piuttosto rapidi e la possibilità che le comunità più profonde e ricche possano migrare verso la superficie, interventi di media portata potrebbero essere riassorbiti rapidamente. Migliore efficienza potrebbero avere questi processi nel caso fosse allocato materiale inerte di granulometria superiore a quella della sabbia (> 1 mm). Tale dimensione, rispetto alle sabbie più fini, determina una più efficiente e rapida penetrazione dell'acqua, dell'ossigeno e dei materiali in essa presenti e contribuisce alla creazione di un habitat fisico più idoneo allo sviluppo delle comunità microbiche spazzine.

Suggerimenti per i Gestori e per gli Utenti

La valutazione qualitativa delle indagini sviluppate può fornire indicazioni utili per ottimizzare e massimizzare lo sviluppo delle attività connesse con l'ambiente di spiaggia. L'interazione con questa risorsa, così essenziale per i centri costieri liguri come Arenzano, può essere, infatti, resa più intensa ed efficiente da parte del Gestore intervenendo a diversi livelli:

a) azioni per la rimozione o mitigazione delle criticità (conclamate o potenziali):

- considerare la presenza di escrementi animali (cani, tortore, gabbiani, ecc...) in quanto possibili veicoli di contaminazione, ai quali possono essere relazionati gli alti valori di streptococchi rilevati, la presenza di alcuni lieviti e di *Microsporum* spp. Una possibile soluzione è quella di regolamentare l'accesso di cani sulle spiagge, durante la stagione balneare di effettuare un maggior controllo per la rimozione degli escrementi da parte dei proprietari nel corso delle altre stagioni;
- considerare la possibilità di migliorare le operazioni di pulizia delle spiagge non limitandosi al miglioramento della qualità estetica attraverso la raccolta di rifiuti grossolani ed organici, ma effettuando anche, per il solo periodo estivo, azioni di movimentazione degli strati superficiali della sabbia. Il rimescolamento del sedimento permette, infatti, l'esposizione dei patogeni all'effetto microbocida dei raggi ultravioletti. Si consiglia di limitare tale operazione alla sola stagione turistica per evitare un impoverimento qualitativo - quantitativo delle comunità autoctone. La movimentazione effettuata in periodi chiave permette di ottenere un buon compromesso tra l'esigenza della conservazione ambientale e la salvaguardia della salute umana;

b) azioni per il controllo della qualità della spiaggia:

- considerare la possibilità di integrare i monitoraggi già esistenti (D. Lgs. n° 152/2006 e D.P.R. n° 470/82) con l'analisi della qualità microbiologica delle sabbie, come indicatore di possibile contaminazione anche non recente;

c) azioni per il potenziamento dell'informazione tra gli Enti preposti alla tutela-gestione del litorale e da/per l'utenza:

- considerare la possibilità di realizzare campagne di informazione e sensibilizzazione rivolte al pubblico sulle tematiche ecologiche ed igienico - sanitarie delle spiagge. Infatti la maggior consapevolezza sui possibili rischi, sulle fonti di infezione e siti di maggior accumulo di tali organismi, come la battigia, possono evitare la diffusione di particolari disturbi. Tali campagne devono essere volte non a spaventare l'utente, ma a permettere la diffusione di una cultura del "buon utilizzo": usare stuoie o asciugamani, curare per l'igiene personale e non abbandonare nessun tipo di rifiuto.

Per migliorare l'approccio del pubblico verso l'ecosistema spiaggia, è necessario riuscire a trasmettere il concetto di spiaggia come *sistema vivente, complesso e delicato, che, se mantenuto in buone condizioni strutturali e funzionali, garantisce elevate capacità di autodepurazione contribuendo al mantenimento della qualità sanitaria ed ambientale.*

12. LO STATO DI SALUTE DEI FONDALI MARINI

Contestualmente alla valutazione dello stato di salute della spiaggia, si è proceduto a revisionare e completare gli studi ambientali del 1999. Per questo nel 2003 sono state sviluppate approfondite indagini dalle quali risulta:

▪ Stazione **CONFINE DI LEVANTE (LUPARA)**

L'area presenta un popolamento povero a prevalente copertura di *Rodoficee Corallinacee* tra cui predominano *Jania Rubens* e *Corallina Elongata*. Per quanto riguarda la *Cloroficee*, oltre ad un feltro di alghe filamentose nel sottostrato, è da segnalare la presenza di alcuni grossi talli di *Codium Vermilara*. *Briozoi* della specie *Schizoporella Errata* sottraggono parte del substrato alla copertura algale che presenta comunque una scarsa diversità specifica. Tutta la zona è ampiamente colonizzata dai ricci tra cui *Paracentrotus Lividus* ma soprattutto *Arbacia Lixula*.

Per i vertebrati sono stati censiti alcuni individui di donzella *Coris Julis*, spartaglione *Diplodus Annularis*, sarago maggiore *Diplodus Sargus*, castagnola *Chromis Chromis*, triglia *Mullus Surmuletus*.

Quest'area risente di apporti antropici dagli scarichi a mare di alcuni edifici ivi presenti, i quali contribuiscono verosimilmente alla povertà del popolamento. La presenza proprio sotto tali edifici di alcuni tratti di roccia interamente ricoperti di *Cloroficee Ulvacee* del genere *Ulva* ed *Enteromorpha*, indica presenza di scarichi fognari. Il tratto di costa ed il ciottolato della spiaggia sono particolarmente belli.

▪ Stazione **GARBO DEL PIZZO**

L'area è caratterizzata da un'importante copertura algale di *Rodoficee Corallinacee* articolate tra cui ancora predominano *Jania Rubens* e *Corallina Elongata*, ma nel complesso il popolamento algale è povero in specie. Nel sottostrato algale è presente un feltro di *Cloroficee* e *Fenoficee* filamentose che lascia spazio solo in alcune aree alle *Corallinacee* incrostanti. Presenti anche pochi e piccoli talli di *Laurencia Hybrida* e *Codium Vermilara*.

Molti serpulidi colonizzano i piccoli spazi tra i talli delle *Corallinacee* Articolate. Ove più libero, il substrato roccioso ospita la presenza di molti individui di *Patella*, inoltre è stato osservato qualche esemplare del gasteropode *Thais Haemastoma*.

Tra i pesci sono state registrate: la donzella *Coris Julis*, il sarago *Diplodus Sargus*, lo sparaglione *Diplodus Annularis*, la triglia *Mullus Surmuletus*, l'occhiata *Oblata Melanura*, la boga *Boops Salpa*, il cefalo *Chelon Labrosus*, il zatterino *Atherina*, l'aguglia *Belone Belone*, il tordo maculato *Symphodus Roissali*.

▪ Stazione **SAN SEBASTIANO**

In questa stazione, prospiciente alla foce del rio San Sebastiano, l'unico substrato roccioso semiaffiorante disponibile è quello fornito dai massi del pennello. Qui si può osservare un popolamento tipico del sopralitorale con numerosissimi individui di cirripedi (*Cthamalus*), patelle e tratti ricoperti di *Cloroficee* filamentose a intervalli bagnate dalle onde.

Appena sotto il pelo dell'acqua si ritrova abbondante la *Corallina Elongata* con alcuni talli di *Antithamnion* epifiti; *Codium Vermilara* per le macroalghe verdi.

La fascia mediolitorale è caratterizzata dalla presenza di piccoli individui di *Mytilus Galloprovincialis*, non riscontrata nelle stazioni precedenti, mentre molti ricci delle specie *Paracentrotus Lividus* e *Arbacia Lixula* colonizzano il substrato dell'infralitorale.

La donzella *Coris Julis*, il sarago *Diplodus Sargus*, lo sparaglione *Diplodus Annularis*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, la triglia *Mullus Surmuletus*, l'occhiata *Oblata Melanura*, la salpa *Boops Salpa*, la bavosa *Parablennius Gattoruggine* (molti individui), il cefalo *Chelon Labrosus*, il tordo maculato *Symphodus Roissali* sono le specie ittiche osservate.

▪ Stazione **CANTARENA**

Il popolamento sopralitorale presente sui massi di contenimento del terrapieno alla foce del torrente Cantarena è molto simile a quello riscontrato nella stazione *San Sebastiano*: ctamali, patelle e cuscinetti di alghe verdi filamentose occupano il substrato roccioso bagnato solo dagli spruzzi di acqua di mare. Appena più in basso *Rodoficee Corallinacee* incrostanti e le consuete *Corallinacee Articolate* condividono la prima fascia ad immersione costante con *Pterocladia Capillacea* e *Pterocladia sp.*, *Bryopsis Hypnoides* e *Dictyota*

Dicotoma, oltre ad esemplari di *Mytilus Galloprovincialis* di piccole dimensioni (segno di un recente insediamento).

Anche in questa stazione si osservano alcuni individui di *Paracentrotus Lividus* ed *Arbacia Lixula* in perlustrazione del fondale che si presenta in condizioni di compromissione per l'apporto di acque dolci e sedimenti fini provenienti dal torrente.

I pesci censiti appartengono alle seguenti specie: il sarago *Diplodus Sargus*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, la triglia *Mullus Surmuletus*, il tordo pavone *Symphodus Tinca*, l'occhiata *Oblata Melanura*.

▪ Stazione **RIO SAN MARTINO EST**

Quest'area risente chiaramente dell'influenza degli apporti di materiali fini dal rio San Martino e della sua posizione rispetto al canale portuale. Si tratta di una zona che spesso ha presentato problemi di anossia dei fondali proprio per il soffocamento dovuto ad un eccessivo apporto di limo. Non stupisce dunque la povertà del popolamento. Per quanto riguarda la copertura algale si osserva *Jania Rubens* e *Corallina Elongata* (predominanti), *Pterocladia Capillacea*, *Codium Vermilara*, *Gigartina Acicularis*, *Rhodomenia sp.*

Una scarsa ricchezza in specie caratterizza anche il sopralitorale dove oltre agli ctamali, si trovano sparuti esemplari di *Pattella sp.* e *Monodonta Turbinata*.

Nell'infralitorale sono stati osservati i consueti echinoidi *Paracentrotus Lividus* ed *Arbacia Lixula* ed un singolo esemplare del crostaceo *Maja Verrucosa*.

Le specie ittiche registrate in questa stazione sono: l'occhiata *Oblata Melanura*, la mormora *Lithognathus Mormirus*, il sarago *Diplodus Sargus*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, la salpa *Boops Salpa*, la donzella pavonia *Thalassoma Pavo*, il tordo pavone *Symphodus Tinca* (esemplari giovanili), la triglia *Mullus Surmuletus*.

▪ Stazione **RIO SAN MARTINO OVEST**

Questa stazione presenta pressoché le stesse caratteristiche della precedente. Sugli scogli semiaffioranti del pennello si osserva la presenza di ctamali, *Rodoficee Corallinacee* incrostanti e *Cloroficee Filamentose* che occupano la parte di substrato maggiormente accessibile agli spruzzi. Sotto il pelo dell'acqua domina indisturbata la *Corallina Elongata* che forma una fascia compatta sulla quale trova appiglio qualche bel tallo della *Rodoficea Epifita Ceramium Rubrum* (*Ceramiales*), indicatrice di apporto di nutrienti di origine antropica.

Dall'analisi del fondale è chiaro che tutta l'area circostante la foce del rio San Martino è interessata da fenomeni di infangamento regolare in corrispondenza dei periodi di piena.

I pesci censiti sono: la donzella pavonia *Thalassoma Pavo*, il sarago *Diplodus Sargus*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, la salpa *Boops Salpa*, la donzella *Coris Julis*, *Atherina sp.*, il branzino *Dicentrarchus Labrax*, la bavosa *Blennius Sanguinea*.

▪ Stazione **MARINA PICCOLA**

L'analisi del popolamento del sopralitorale rivela la presenzadi ctamaði, una copiosa copertura di Rodoficee corallinacee incrostanti e alcuni individui di *Patella sp.*, mentre più in basso, l'immaneabile *Corallina Elongata* si trova in associazione ad un nuovo elemento tra le corallinacee articolate, l'*Amphyroa Rigida*, mai riscontrata nelle precedenti stazioni. La copertura algale, più ricca delle precedenti stazioni, presenta inoltre *Jania Rubens*, *Cladostephus Verticillatus*, *Stypocaulon Scorparium*, *Diplodus Fasciola*, *Dictyota Dicotoma*.

Il substrato roccioso sommerso è caratterizzato dai segni di un pregresso insediamento di balani, dei cui individui, anche di grosse dimensioni, ormai rimane lo scheletro biancastro. Tra gli invertebrati, oltre ad un solitario individuo di *Arbacia Lixula*, è stato censito qualche esemplare del gasteropode *Thais Hemastoma*.

Sono oltre state registrate le seguenti specie di pesci: la bavosa *Blennius Sanguinea*, l'occhiata *Oblata Melanura*, la triglia *Mullus Surmuletus*, il tordo pavone *Symphodus Tinca*, il sarago *Diplodus Sargus*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, lo sparagliene *Diplodus Annularis*, il cefalo *Chelon Labrosus*, la donzella *Coris Julis*, la salpa *Boops Salpa*.

▪ Stazione **MARINA GRANDE EST**

Gli scogli semiaffioranti presentano un popolamento simile a quello della stazione precedente ma non una maggiore copertura di *Cloroficee Filamentose* e la presenza di *Corallina Elongata* anche sul substrato appena lambito dall'acqua.

Per quanto riguarda il popolamento algale dell'infralitorale, si segnala *Corallina Elongata*, *Jania Rubens*, *Sphacelaria cirrosa*, *Stypocaulon Scorparium* var. *Aestivalis*, *Cladostephus Verticillatus*, *Diplodus Fasciola*, *Gastroclonium Reflexum*.

Molti esemplari del solo echinoide *Paracentrotus Lividus* caratterizzano il fondale.

Per quanto riguarda i vertebrati, sono state osservate le seguenti specie ittiche: la bavosa *Blennius Sanguinea*, l'occhiata *Oblata Melanura*, il tordo pavone *Symphodus Tinca*, il tordo ocellato *Symphodus Ocellatus*, il tordo maculato *Symphodus Roissali*, il sarago *Diplodus Sargus*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, *Diplodus Annularis*, *Chelon Labrosus*, *Coris Julis*, *Serranus Scriba*, *Boops Salpa*.

▪ Stazione **MARINA GRANDE OVEST – CAMPO SPORTIVO**

Questa stazione risente della posizione infelice, proprio a ridosso della foce del torrente Lerone e dello stabilimento industriale Stoppani. Il popolamento degli stadi più superficiali è povero in specie ed individui. *Ctimali*, patelle, *Cloroficee Filamentose* ed alcuni individui del gasteropode *Monodonta Turbinata* popolano il substrato del sopralitorale. Sotto il pelo dell'acqua pochi ciuffi di *Jania Rubens*, alternati ad altrettanti sparuti talli di *Laurencia Obtusa*, occupano il substrato roccioso.

Per trovare un popolamento algale discreto bisogna osservare più in profondità dove è stata registrata la presenza delle seguenti specie algali: *Padina Pavonia*, *Jania Rubens*, *Laurencia Obtusa*, *Gigartina Acicularis*, *Cladostephus Verticillatus*, *Camelia Tuna*, *Chaetomorpha Aera*, *Cystoseria Compressa*. Nonostante la presenza influenzata dalla vicinanza dei fondali prospicienti il promontorio della Pineta, dove anche in passato è stata osservata e documentata la presenza di biocenosi marine di pregio naturalistico.

I pesci censiti appartengono alle specie: salpa *Boops Salpa*, donzella *Coris Julis*, cefalo *Chelon Labrosus*, sparaglione *Diplodus Annularis*, il sarago testa nera *Diplodus Vulgaris*, la bavosa *Blennius Sanguinea*, la bavosa *Parablennius Gattoruggine*.

▪ Stazione **FOCE LERONE**

Questa è in assoluto la stazione più compromessa dal punto di vista naturalistico. È evidente la fortissima influenza negativa degli apporti inquinanti del torrente Lerone che, oltre a nutrienti di origine antropica e materiali fini, raccoglie le sostanze tossiche provenienti dallo stabilimento Stoppani. Il fondale in molti tratti si presenta completamente nudo e sono osservabili vaste zone in cui pare che i sedimenti provenienti dal torrente Lerone abbiano subito una compattazione dando origine a placche dure che soffocano il substrato.

Il popolamento algale, ove presente, è per lo più limitato ad un poverissimo feltro. Su alcuni scogli semiaffioranti è stata osservata *Pterocladia Capillacea*, *Bangia Fuscopurpurea*, *Jania Rubens*, *Sphacelaria Cirrosa* ed alcune *Cloroficee Filamentose* in pessime condizioni vitali.

Numerosi individui di *Pattella* sp. popolano il sopralitorale, mentre per quanto riguarda i pesci sono stati osservati solo ghiozzi e piccoli cefali della specie *Chelon Labrosus*.

All'interno dell'area di studio non sono presenti associazioni di particolare pregio: la situazione sembra stazionaria considerata l'elevata corrispondenza rispetto al monitoraggio del 1999.

Le stazioni che presentano il minor livello di diversità sono quelle del RIO SAN MARTINO e del LERONE. In particolare la stazione RIO SAN MARTINO OVEST oltre dagli apporti del torrente è verosimilmente penalizzata dalla ridotta circolazione delle acque per l'adiacenza del bacino portuale. La stazione FOCE LERONE denota il maggiore degrado: il fondale in molti tratti si presenta completamente nudo ed il popolamento dei substrati duri è spesso limitato ad una sottile patina di feltro algale.

Le altre stazioni sono in genere caratterizzate da un modesto livello qualitativo per la limitata diversità specifica e la presenza di sedimenti fini in sospensione.

13. GLI STUDI AMBIENTALI PROPEDEUTICI AL RIASSETTO DELLA COSTA

Nel 2003 sono stati avviati studi ed indagini finalizzati alla difesa ed al riassetto della costa.

Gli aspetti sviluppati nello studio sono i seguenti:

- inquadramento dell'unità fisiografica e del paraggio;
- rilievo batimetrico di dettaglio per la definizione del regime dei sedimenti all'interno del paraggio e per la valutazione della tendenza evolutiva dei fondali;
- campionamento di sedimenti superficiali della spiaggia emersa e sommersa;
- valutazione dell'influenza delle opere di protezione esistenti sulla dinamica del litorale.

Con la finalità di individuare le criticità e le diverse alternative progettuali per stabilizzare diversi tratti della costa di Arenzano è stato eseguito uno studio meteomarinico consistente nell'analisi delle caratteristiche della dinamica litorale del paraggio (clima meteomarinico, trasporto dei sedimenti e stabilità delle spiagge).

Le analisi e verifiche sono state eseguite con il seguente schema procedurale:

- ✓ valutazione del clima del moto ondoso in acque profonde, al fine di determinare la dinamica litorale nel tratto di costa antistante Arenzano;
- ✓ modellazione numerica per analizzare l'evoluzione del moto ondoso sotto costa;
- ✓ valutazione del trasporto solido lungo costa dei sedimenti (potenziale), in base alle condizioni del moto ondoso sotto costa e definizione del tasso di erosione (o accrescimento) con bilancio dei sedimenti;
- ✓ valutazioni sulle criticità e analisi delle soluzioni per le diverse spiagge di Arenzano.

Per l'esecuzione dello studio sono state utilizzate le seguenti basi d'informazione:

- dati sul moto ondoso (boa di La Spezia e dati satellitari nel Golfo di Genova);
- fotografie aeree storiche della costa di Arenzano;
- batimetria della costa comunale (levata nel luglio 2003);
- analisi granulometriche di diversi campioni di fondale, prelevati nel corso dell'estate 2003.

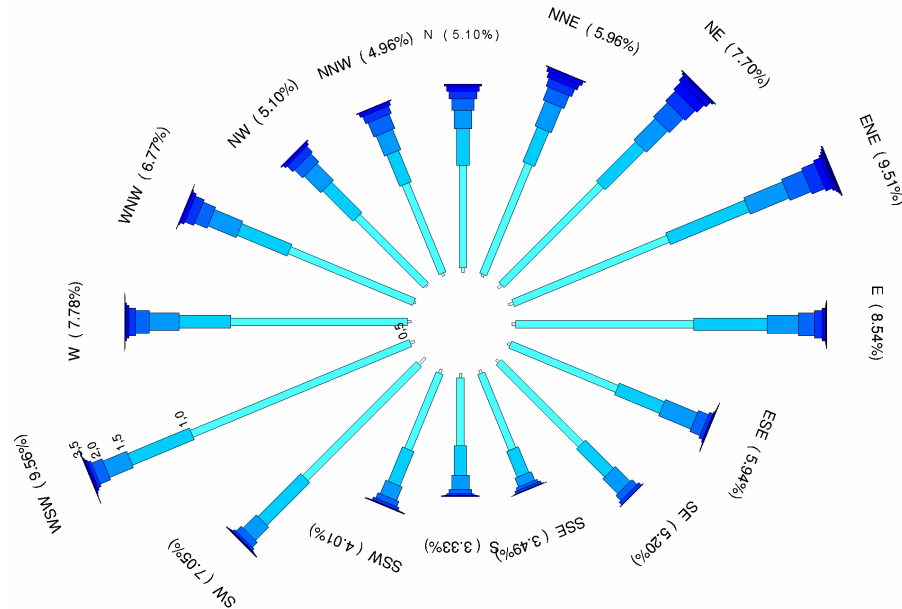
La distribuzione cardinale ottenuta sulla base dei sistemi di rilevamento ondametrici è riportata in figura nella quale si apprezza la chiara differenza settoriale del moto ondoso.

DIAGRAMMA DI MOTO ONDOSO

Ocean Weather G2040753: 29216 datos

Hs en m

|| Frecuencia 1%



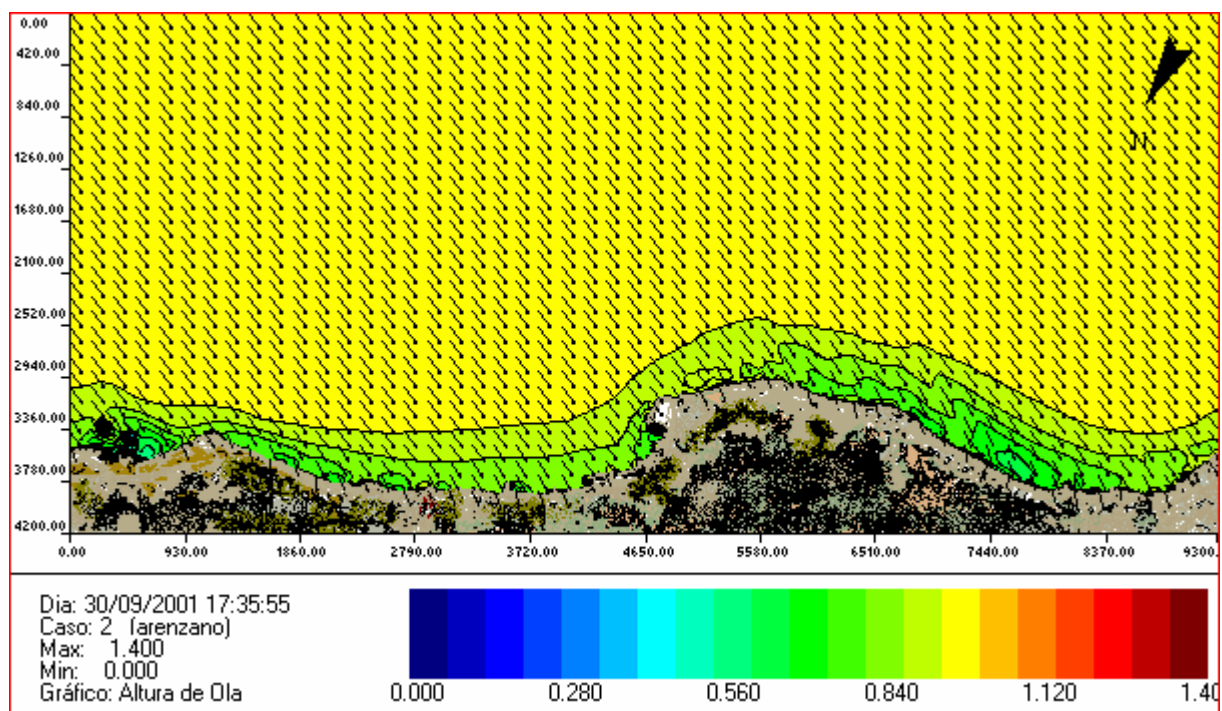
Attraverso l'analisi di propagazione del moto ondoso dal mare aperto fino alla costa in esame si è giunti alla simulazione dei fenomeni che trasformano la morfologia delle onde nel percorso di avvicinamento dagli alti fondali alla battigia, al fine di caratterizzare adeguatamente direzioni e altezze delle onde lungo costa e quindi gli effetti sulla dinamica litorale.

La posizione geografica di Arenzano risulta protetta, per alcuni settori di moto ondoso, dal "cono d'ombra" determinato da Capo Mele, a W del Golfo di Genova; in mare aperto i dati satellitari evidenziano che le onde provenienti da SW (vento di Libeccio) sono quelle caratterizzate da una maggiore energia, in conseguenza della rilevante estensione del braccio di mare sul quale spira il vento (fetch).

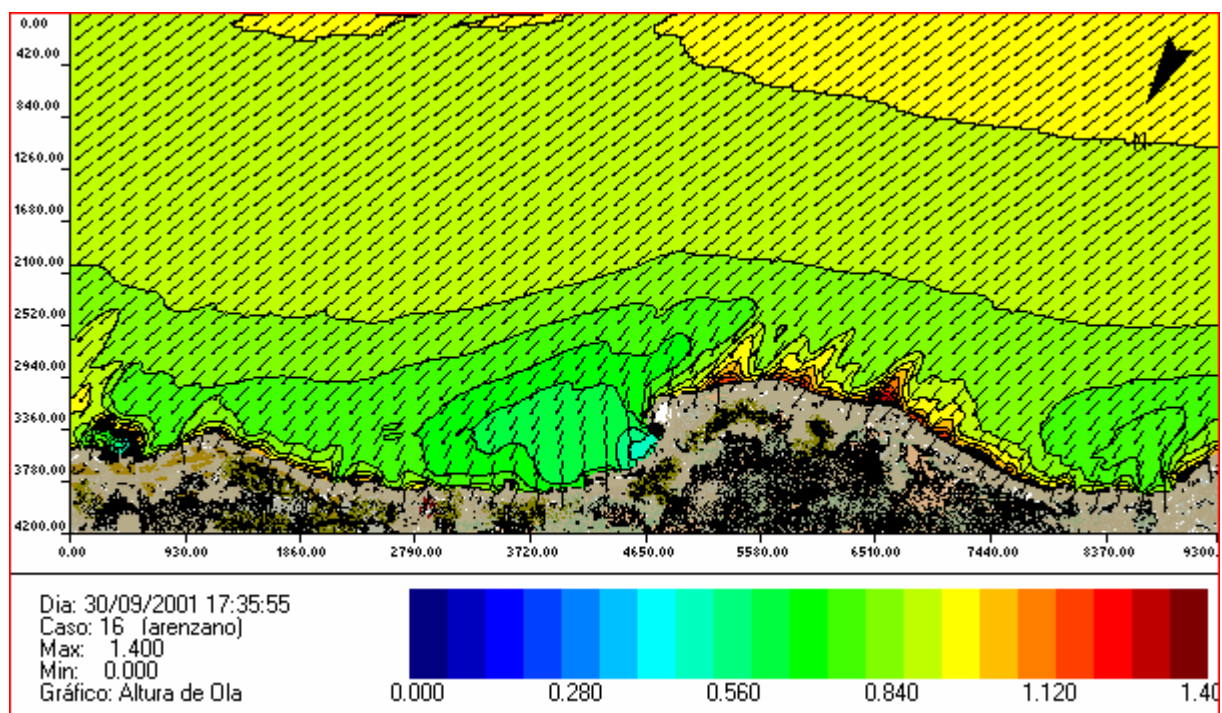
Il modello matematico impiegato per la simulazione della propagazione delle onde è in grado di riprodurre in forma congiunta i seguenti fenomeni fisici associati alla propagazione del moto ondoso dal mare aperto al litorale:

- variazioni dell'altezza d'onda;
- rifrazione;
- diffrazione;
- interazioni onda correnti;
- attrito con il fondale;
- frangimento dell'onda.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello sono riportati nelle figure seguenti.



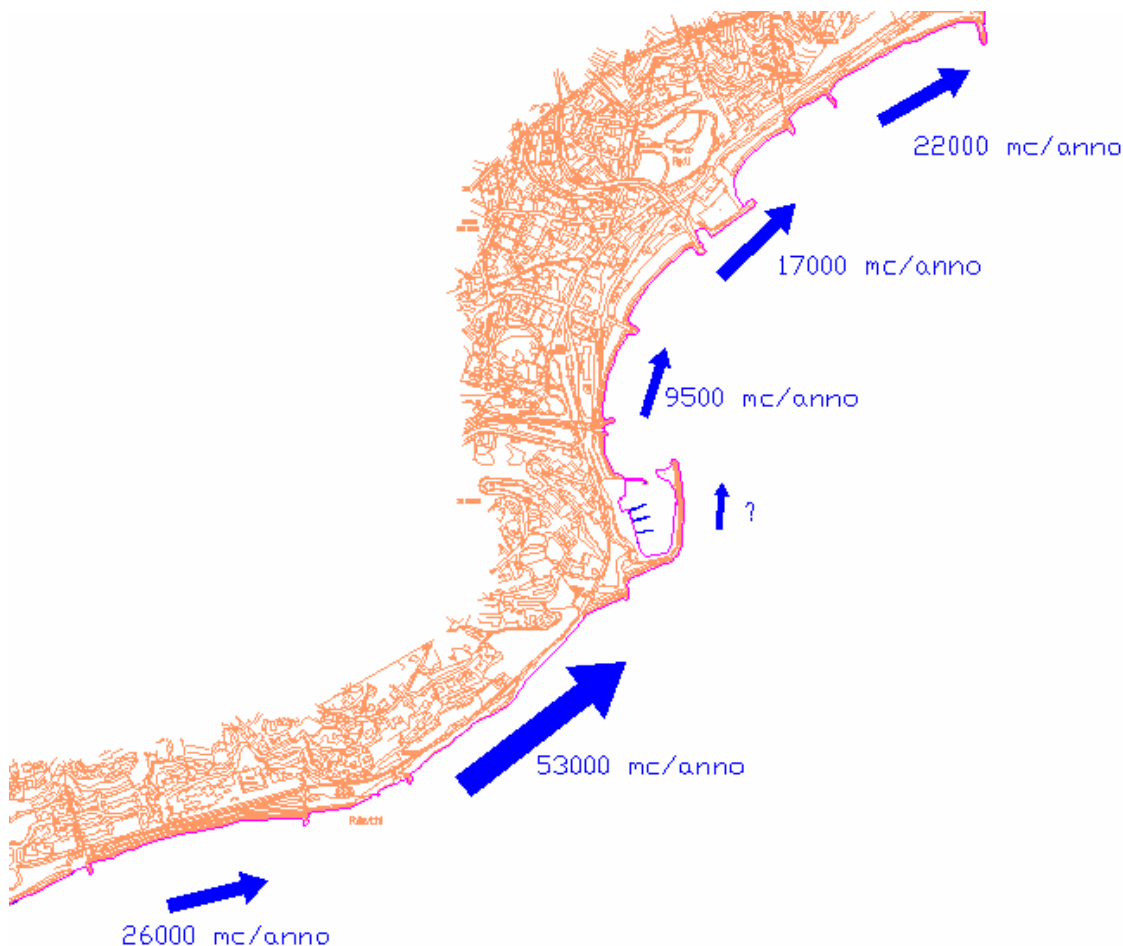
Distribuzione del coefficiente adimensionale di propagazione e dell'angolo medio d'incidenza.
Moto ondoso da ESE.



Distribuzione del coefficiente adimensionale di propagazione e dell'angolo medio d'incidenza.
Moto ondoso da SSW.

Per effettuare un'analisi della dinamica litorale della zona, sono stati determinati i tassi di trasporto longitudinale dei sedimenti lungo la costa di Arenzano, a partire dai risultati ottenuti nell'analisi del clima e della propagazione del moto ondoso. Tale metodo permette una stima del *trasporto potenziale*, definito come capacità di trasporto, di un determinato regime di moto ondoso, di un sedimento in una certa direzione lungo un certo fronte marittimo, considerando che non vi siano limitazioni nel volume di sedimenti disponibili e che non vi siano ostacoli al trasporto degli stessi (ad esempio pennelli).

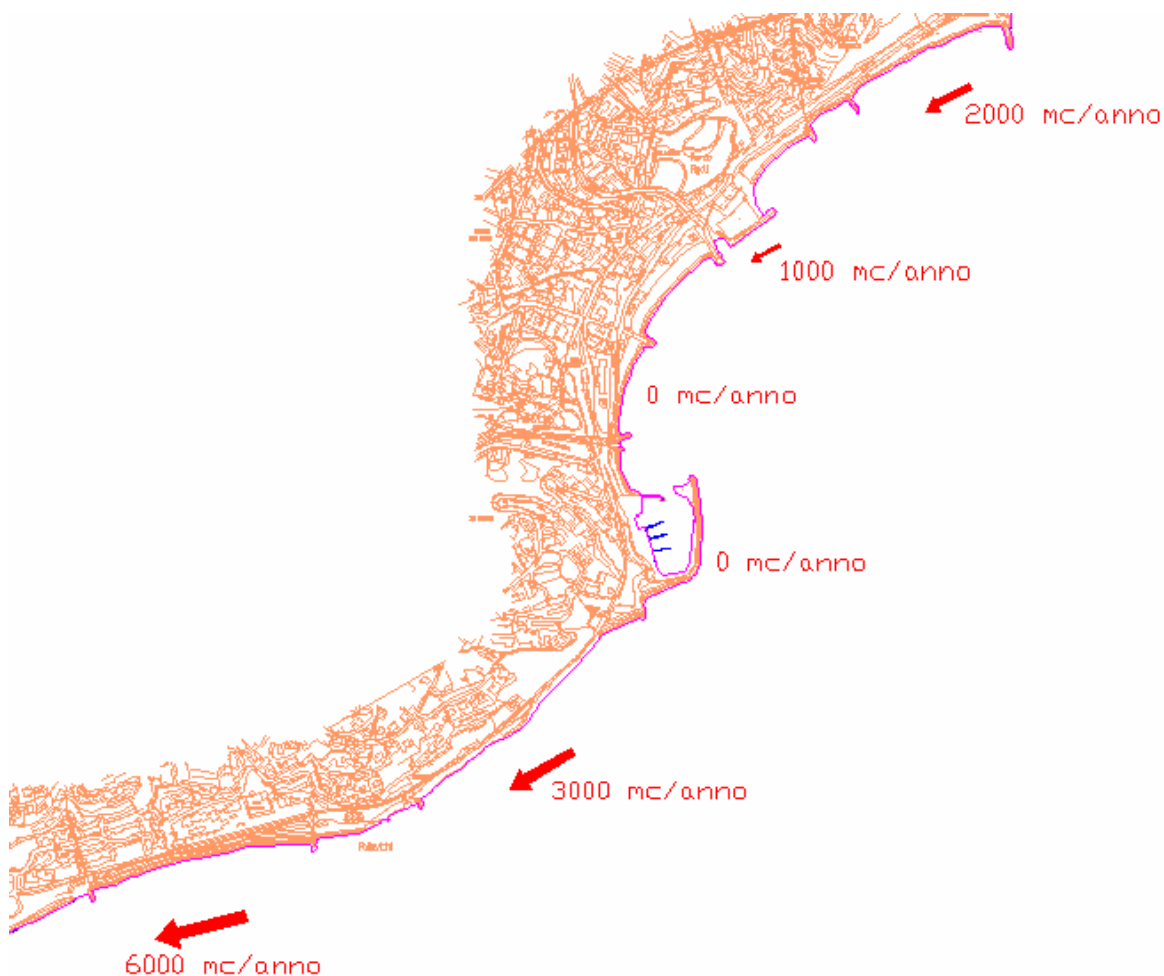
Il *trasporto solido reale*, invece, è quello che effettivamente si determina lungo il tratto di costa e che pertanto sarà minore o uguale a quello potenziale in funzione della disponibilità di sedimenti da mobilitare e dalla presenza di ostacoli.



Trasporto solido potenziale a NE lungo la costa di Arenzano.

Trasporto longitudinale lordo verso NE

- a Sud Ovest del porto di Arenzano, le condizioni di trasporto potenziale verso il primo quadrante aumentano a misura che ci si avvicina al porto stesso, essendo dell'ordine di più di 25.000 m³/anno a Marina Grande e di oltre 50.000 m³/anno in prossimità del porto, in ragione del cambio di direzione della linea di costa;
- il porto turistico costituisce una barriera al trasporto longitudinale dei sedimenti verso NE, trattenendo parte degli stessi e lasciandone passare un'aliquota a NE;
- nelle spiagge a NE del porto, il trasporto longitudinale verso il primo quadrante cresce a misura che ci si sposta verso il Carbo del Pizzo, risultando inferiore ai 10.000 m³/anno, in sinistra della foce del rio San Martino, mentre al Pizzo supera i 20.000 m³/anno.



Trasporto potenziale a SW lungo la costa di Arenzano.

Trasporto longitudinale lordo verso SW

- a Sud Ovest del porto, il trasporto verso SW diminuisce in prossimità del molo frangiflutti, essendo dell'ordine dei 6.000 m³/anno a Marina Grande e di circa 3.000 m³/anno a SW di Marina Piccola, in ragione del cambio di direzione della linea di costa;
- lungo le spiagge a NE del porto, il trasporto longitudinale a SW risulta molto ridotto e decresce in direzione del capoluogo, essendo dell'ordine dei 2.000 m³/anno lungo la Spiaggia del Pizzo e praticamente nullo alla foce del rio San Martino.

Trasporto longitudinale netto

- lungo tutta la costa comunale, il trasporto solido netto dovuto alle correnti *long shore* è diretto a NE;
- nel tratto fra la foce del torrente Lerone e Marina Piccola, il trasporto netto aumenta a misura che ci si approssima al porto, con valori superiori a 20.000 m³/anno a Marina Grande e di 50.000 m³/anno a Marina Piccola, in rapporto al cambio di direzione della linea di costa;
- come già detto, il molo frangiflutti del porto costituisce una barriera al movimento verso NE, trattenendo parte dei sedimenti (che si depositano a sud della foranea e a ridosso della stessa. L'aliquota di sedimenti che oltrepassa il frangiflutti non è però in condizioni di raggiungere le spiagge settentrionali. L'aliquota di sedimento trattenuto dalla diga, in rapporto a quella che prosegue a NE, diminuisce nel tempo in funzione dell'accrescimento delle barre di sabbia;
- lungo il tratto a settentrione del porto, il trasporto solido netto cresce progressivamente in direzione di Genova, risultando inferiore ai 10.000 m³/anno, a ridosso della foce del rio San Martino, per aumentare fino a 20.000 m³/anno fra la *Pria Pulla* e il Carbo del Pizzo. Le ragioni di questo incremento possono così riassumersi:

- la variazione dell'orientamento della costa rispetto ai treni d'onda;
- la protezione del molo frangiflutti del porto rispetto ai venti dominanti di Libeccio e al moto ondoso da SW, che incide sulla spiaggia del capoluogo con minore energia e più vicino alla perpendicolarità alla costa;
- maggiore disponibilità di sedimenti nel tratto attivo del profilo di spiaggia sommersa a misura che ci si allontana dal porto.

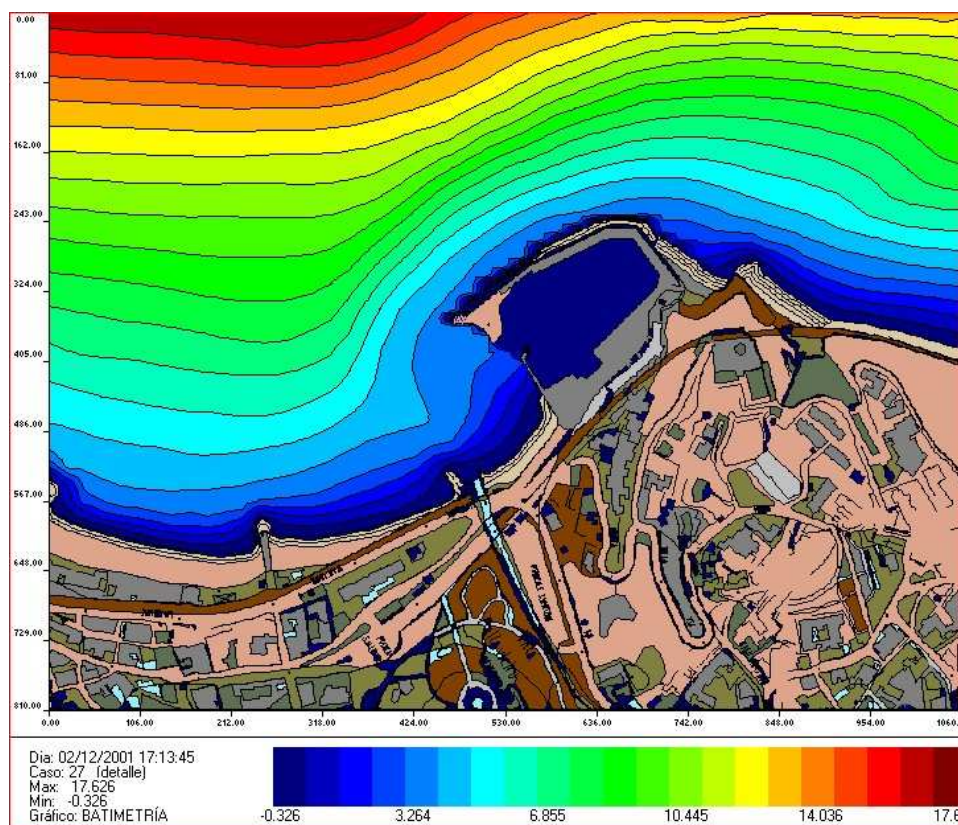
La dinamica litorale non può tuttavia essere esaustivamente definita con il solo trasporto longitudinale netto ricavato in precedenza, in quanto non tiene conto dell'effetto di protezione a SW determinato, come detto, del molo frangiflutti del porto turistico.

Pertanto per simulare e definire meglio le condizioni idrodinamiche e sedimentarie si è presa ad esempio la spiaggia di Arenzano centro e si è impiegato un modello di calcolo mediante accoppiamento di diversi codici numerici in una fascia estesa da Marina Piccola alla foce del Cantarena; utilizzando diversi codici numerici:

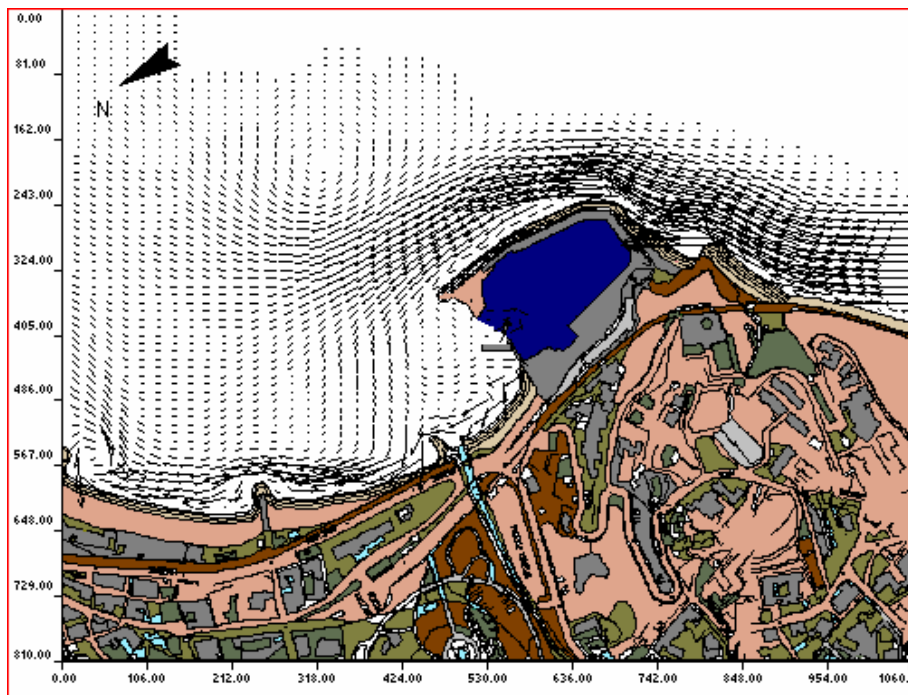
- modello di propagazione del moto ondoso;
- modello di circolazione costiera;
- modello di trasporto e dispersione di particelle e sedimenti.

L'obiettivo dell'analisi idrodinamica è finalizzato alla conoscenza delle correnti costiere, generate per diversi moti ondosi incidenti, e alla propagazione dei sedimenti associata a tale circolazione locale. In particolare, si è utilizzato questo tipo di analisi locale per ottenere risposte ad alcune questioni fondamentali per individuare situazioni di riassetto di paraggio in ragione delle diverse problematiche fra le quali:

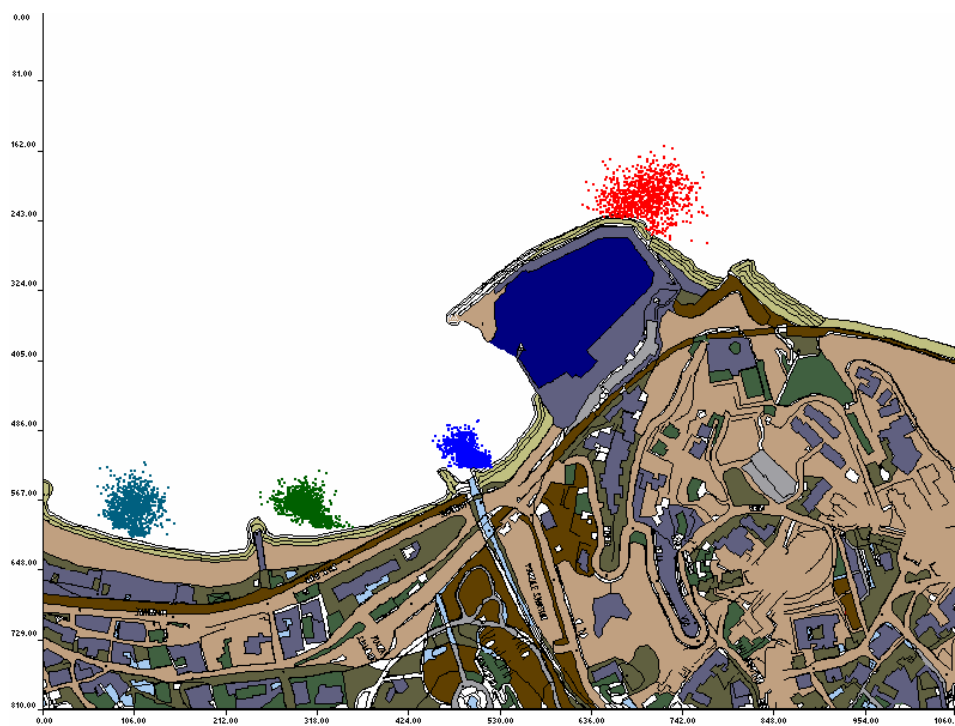
- ✓ determinare la direzione dei sedimenti che oltrepassano il frangiflutti del porto;
- ✓ verificare la provenienza e il meccanismo che governa la sedimentazione delle sabbie che si accumulano sottovento al frangiflutti sull'imboccatura del porto turistico;
- ✓ determinare dove sono diretti i sedimenti che si perdono dalle spiagge in regressione.



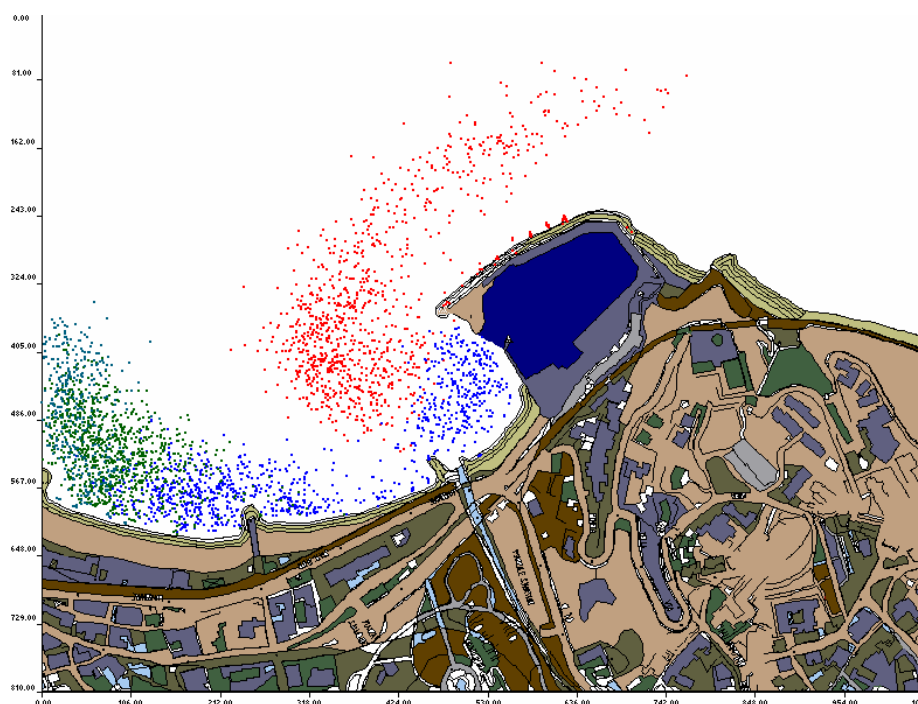
Dominio di calcolo e fasce batimetriche considerate nell'analisi idrodinamica e sedimentaria della parte centrale di Arenzano.



Circolazione indotta dal moto ondoso intorno al vecchio porto.



Modellazione della distribuzione dei sedimenti per effetto del moto ondoso: stato iniziale.



Modellazione della distribuzione dei sedimenti per effetto del moto ondoso: stato finale.

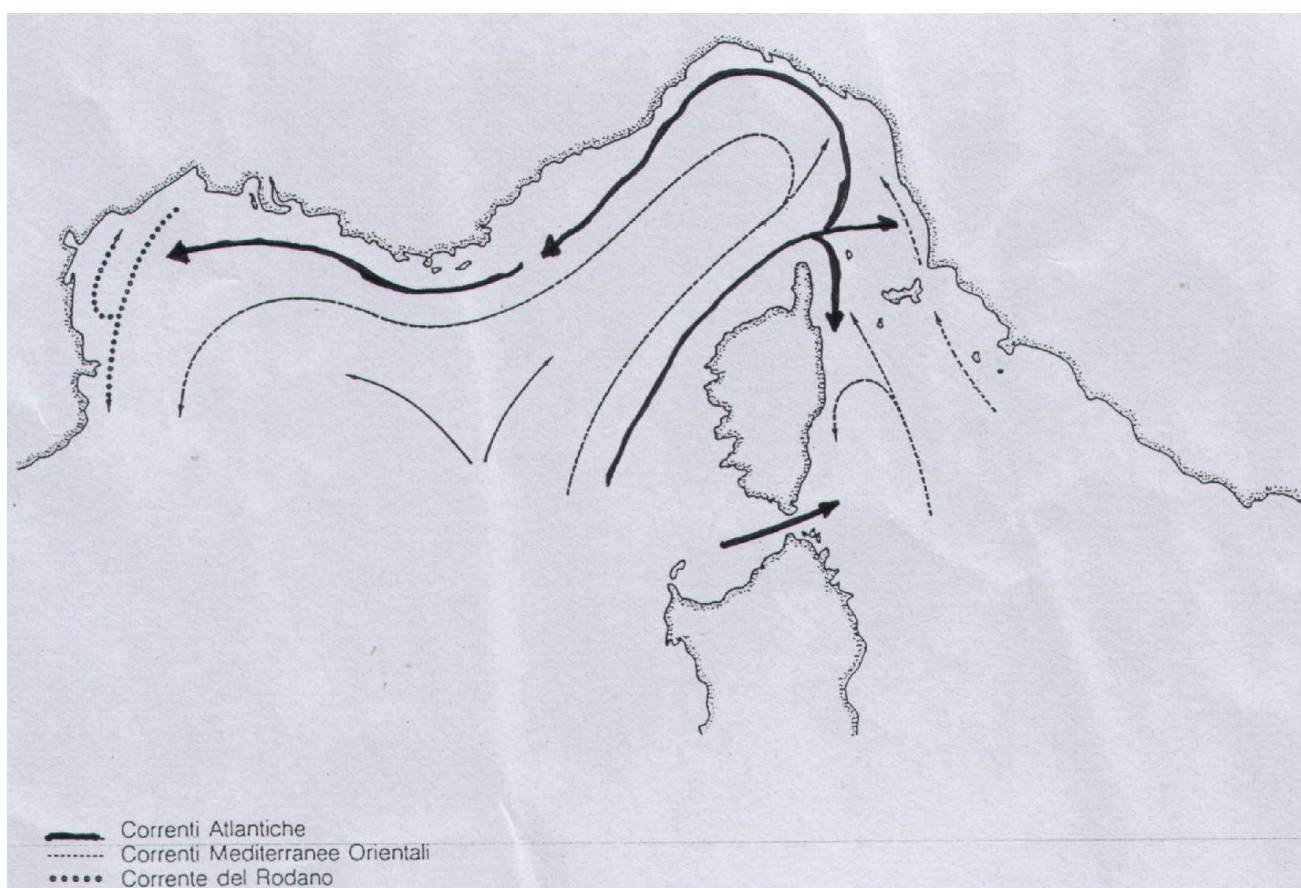
Le conclusioni derivanti dai risultati delle analisi numeriche eseguite per le diverse condizioni del moto ondoso possono così riassumersi:

- per tutte le condizioni di moto ondoso considerate (settori da SE a WO), si osserva che il trasporto longitudinale dei sedimenti a SW del porto di Arenzano si sposta da SW a NE;
- una parte dei sedimenti provenienti da SW si ferma a ridosso del molo frangiflutti (a levante di Marina Piccola) il resto oltrepassa il porto;
- *i sedimenti che oltrepassano il molo frangiflutti non sono trattieneuti all'imboccatura del porto ma si dirigono verso la spiaggia depositandosi nella spiaggia sommersa fra le isobate dei 3 e 6 m;*
- la spiaggia interposta fra il porto e la foce del rio San Martino, riparata dal moto ondoso di SW, *presenta una circolazione caratteristica che determina uno spostamento dei sedimenti presenti al piede del profilo di spiaggia in direzione dell'imbocco del porto, determinandone la formazione di una barra. Tale fenomeno, noto da anni, comporta il periodico dragaggio dell'imbocco del porto;*
- *l'unica misura efficace per evitare l'interrimento del porto è la modifica della forma e dell'orientamento del molo di sottoflutto in modo da trattenere l'apporto di sedimenti provenienti dalla spiaggia.* Questa soluzione è stata adottata nelle fasi di ristrutturazione del Porto Turistico di Arenzano. Dopo solo pochi anni la spiaggia a levante del molo di sottoflutto ha recuperato la profondità sacrificata alle esigenze di pubblica utilità (condotta di andata e ritorno al depuratore consortile di località Lupara). Altra opera che influenza il trasporto dei sedimenti marini è l'isolotto a ponente; isolotto progettato per proteggere la diga dalle ondate di libeccio e che costituisce barriera al trasporto dei sedimenti;
- le spiagge a nord del rio San Martino sono soggette ad un chiaro trasporto longitudinale, in direzione NE, che aumenta progressivamente a levante del pennello posto in sinistra alla foce del rio San Martino. Tale incremento è legato alla minore protezione esercitata dal molo frangiflutti del porto. Il forte gradiente del tasso di trasporto solido determina l'effetto erosivo diffuso su tutte queste spiagge;
- il modello permette di rilevare che sussistono condizioni di continuità nella circolazione sottocosta (corrente longitudinale) in corrispondenza dei pennelli; *tale fenomeno indica che la lunghezza di questi è minima. I sedimenti passano perciò con facilità da una spiaggia all'altra e quindi la capacità di trattenimento dei sedimenti delle opere in questione è alquanto ridotta: ecco la necessità di prolungarli fino a battimetrie ove tale fenomeno è ridotto;*

- le analisi del trasporto dei sedimenti mettono altresì in evidenza la ridotta entità di apporto terrigeno da parte dei corsi d'acqua presenti; si può infatti osservare che alla foce del torrente Lerone, del torrente Cantarena e del rio San Martino non sono presenti nei rilievi a mare grossi apparati conoidi; in molti casi si tratta di fondali relativamente stabili. Nel caso del rio San Martino la saccatura di sedimenti presente nei rilievi batimetrici è da mettere in correlazione con l'effetto di circolazione indotto dal molo frangiflutti del porto. Le valutazioni analitiche eseguite nello Studio della costa provinciale sulle foci del torrente Lerone e del torrente Cantarena (2001) indicavano un apporto grossolano annuale alla foce dell'ordine dei 3.000 m³ e 500 m³ rispettivamente. Gran parte di questo materiale è trattenuto dalle briglie prossime allo sbocco a mare e, nel caso del torrente Cantarena, periodicamente sgomberato meccanicamente.

Le principali correnti che interessano il Mar Ligure

Le correnti marine che interessano il Mar Ligure sono di origine atlantica e di origine orientali ed entrambe hanno direzione da levante a ponente.



Correnti marine.

14. IL PROGETTO DI RIASSETTO DEL LITORALE

Il quadro generale della dinamica del litorale evidenzia che il mantenimento della linea di costa necessita di opere di protezione a basso impatto. I soli ripascimenti, infatti, se non protetti da opere artificiali, avranno vita limitata, poiché la costa tenderà a recuperare una sua posizione di equilibrio, in funzione del trasporto potenziale e del volume di sedimenti disponibile. Siccome per alcuni ambiti di spiaggia il bilancio netto dei sedimenti è sempre negativo, in quanto non vi è sufficiente apporto naturale dai corsi d'acqua, vi è una generale tendenza di tipo regressivo.

Si è scartata preventivamente “l'opzione zero” (nessun intervento) poiché la tendenza sarebbe comunque di tipo regressivo e pertanto non soddisfacente al mantenimento di una certa estensione degli arenili. Analogamente si è tenuto conto dell'alta densità di opere di difesa esistenti nonché dell'estensione degli arenili, che risulta superiore alla media delle spiagge della nostra regione.

La costruzione di opere, quali pennelli o moli, ha l'obiettivo di confinare la linea di costa, restringendo il trasporto dei sedimenti oltre la spiaggia sommersa. La soluzione strutturale, abbinata al periodico ripascimento, comporta sempre un minore costo di manutenzione.

Sulla base delle considerazioni e delle problematiche indicate è evidente che un riallineamento e avanzamento della battigia dovrà essere preceduto da un riassetto del sistema dei pennelli esistente.

Gli interventi sul paraggio di ponente (foce del rio San Martino - foce del torrente Cantarena) sono finalizzati a prolungamenti sommersi di pennelli esistenti, allo scopo di consolidare un assetto già accettabile della spiaggia.

Per la spiaggia del Pizzo, invece, sono state analizzate diverse ipotesi progettuali, tenendo conto in primo luogo del quadro ambientale complessivo e ricercandosi un equilibrio con interventi di ristrutturazione e miglioramento funzionale delle opere esistenti, il tutto correlato all'economicità di realizzazione.

Le diverse ipotesi vengono descritte nel seguito secondo una logica improntata alla semplificazione del sistema di pennelli esistente mediante la rimozione di parte degli stessi, l'allungamento di quelli esistenti, sino allo studio di soluzioni combinate di ricollocazione dei pennelli e ripascimento.

Le alternative studiate, per le spiagge analizzate, hanno verificato la possibilità di eseguire interventi di ripascimento e di riallineamento della linea di costa, mediante apporto misto di sabbia selezionata di cava fluviale in rocce verdi e materiale proveniente da sghiaimento delle foci dei corsi d'acqua limitrofi. Si è calcolato il volume necessario, sovrapponendo l'attuale profilo di spiaggia sommersa con quello determinato d'equilibrio, tenendo conto di una granulometria ideale variabile da 2 a 6 mm.

Le soluzioni proposte tengono conto in primo luogo del quadro ambientale complessivo, ricercandosi un equilibrio con interventi di ristrutturazione e miglioramento funzionale delle opere esistenti. È opportuno pertanto impiegare le risorse economiche disponibili per attività di ripascimento, per interventi di riqualificazione della sola spiaggia emersa al disopra dell'involuppo delle berme di tempesta.

Spiagge del porto e di Arenzano capoluogo

La prima fase, procedendo da ponente verso levante, ha visto l'esecuzione dei seguenti lavori:

- prolungamento sommerso del pennello in corrispondenza dei Bagni Sole, fino all'isobata dei - 4,0 m, allo scopo di ridurre lo scambio di sedimenti fra le spiagge, nel tentativo di rendere più rigido il sistema;
- prolungamento del pennello in destra della foce del torrente Cantarena, fino all'isobata dei - 4 m, per ridurre la perdita di sedimenti dalla spiaggia centrale. Anche in questo caso si è trattato di un intervento di ristrutturazione interamente sommerso con impatto visivo nullo. Non è infatti necessario mantenere una quota alta del pennello in quanto il trasporto dei sedimenti riguarda granulometrie grossolane, con modalità di trascinamento sul fondo piuttosto che in sospensione;
- prolungamento in parte emerso (circa 18 m) e in parte sommerso (circa 23 m) del pennello in sponda destra del rio San Sebastiano, fino all'isobata dei - 4 m;
- rimozione del pennello in sponda sinistra del rio San Sebastiano (Pria Pulla) e spostamento dello stesso a levante, circa 75 m, in modo da rendere omogenei i volumi delle celle di spiaggia;
- allungamento sommerso del pennello del Carbo del Pizzo questa volta fino all'isobata dei - 5 m, allo scopo di impedire la fuga dei sedimenti dal paraggio ed impedire quindi la continua erosione;

I prolungamenti dei pennelli in progetto si sono attestati fuori del limite settentrionale della prateria di *Cymodocea nodosa* rilevata nello Studio Ambientale che si diparte oltre l'isobata dei 5 m, e sono stati realizzati con massi naturali di cava.

Tutti gli interventi descritti devono essere associati a riallineamenti della linea di costa mediante ripascimenti che utilizzino in larga parte il materiale proveniente dal dragaggio costiero (foce del rio San Martino e del torrente Cantarena).

Spiaggia di Marina Grande

La spiaggia di Marina Grande è una delle nostre spiagge maggiormente interessate dall'erosione; è infatti direttamente interessata dal moto ondoso da SW (libeccio).

Nel contesto è stata volutamente non interessata dall'analisi perchè oggetto di importanti interventi di messa in sicurezza e di bonifica, in quanto inserita nel sito Stoppani di interesse nazionale. Gli interventi di messa in sicurezza sono stati eseguiti alla stregua dei ripascimenti stagionali ed in questi anni hanno visto lo sversamento di oltre 10.000 m³ di sabbia – ghiaiosa. Il progetto di bonifica approvato dalla Conferenza dei Servizi del 23 luglio 2009 prevede, oltre all'asportazione di tutti i residui degli scarichi Stoppani, anche il rimodellamento dei pennelli esistenti ed il prolungamento in soffolta del molo di Marina Grande, che è il pennello più a levante. L'intervento sposta il piede dell'opera dall'isobata degli attuali – 3 m a quella dei – 5 m in modo da contenere la deriva dei sedimenti rimossi dal settore occidentale della spiaggia. Si evidenzia che questi interventi di messa in sicurezza e di bonifica sono stati studiati in modo da non danneggiare la prospiciente prateria di *Posidonia oceanica*.

15. GLI INTERVENTI FUTURI ED IL MONITORAGGIO DELLA COSTA

È prevista la completa demolizione del pennello dello scoglio *Pria Pulla* e la costruzione di un nuovo pennello a circa 100 m verso levante utilizzando gli scogli salpati e con apporto di ulteriore 400 tons di nuovi massi. Questo intervento consente di realizzare numero tre celle omogenee nel paraggio del Pizzo. Inoltre il paraggio del Pizzo sarà sottoposto ad intervento di ripascimento, utilizzando i materiali dragati dalle aree marine (spiaggia sommersa) prospicienti le foci del torrente Cantarena ed il rio San Martino che presentano accumuli in eccesso di materiale.

Analogamente si procede a periodici interventi di monitoraggio della linea di costa per verificare le eventuali necessità di revisione degli interventi di salvaguardia della costa.

16. LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

La prima legge organica avente ad oggetto i requisiti chimico, fisici e microbiologici delle acque di balneazione è il D.P.R. n° 470 del 08/06/1982 con la quale sono state istituite sul nostro territorio cinque zone omogenee di balneazione ove, da aprile a settembre, vengono prelevati i campioni di acqua marina per la ricerca dei parametri - indicatori della buona qualità delle acque e dell'idoneità alla balneazione.

I parametri sono: *coliformi totali*, *coliformi fecali*, *streptococchi fecali*, *salmonella*, *PH*, *colorazione*, *trasparenza*, *oli minerali*, *tensioattivi*, *fenoli* ed *ossigeno disciolto*. La frequenza dei campioni di routine è bimensile e qualora anche un solo parametro eccede i limiti fissati si procede all'effettuazione di cinque campioni successivi; nel caso di esito non conforme per più di uno dei campioni suppletivi nella zona interessata viene vietata la balneazione.

Il divieto di balneazione è revocato al verificarsi di due esiti favorevoli successivi di campionamenti routinari.

Il D.P.R. n° 470/1982 a partire dalla stagione balneare 2010 ed in attuazione della direttiva 2006/7/CE è sostituito dal D. Lgs. n° 116 del 30/05/2008 che introduce il criterio di valutazione delle acque di balneazione che in base ai dati analitici dei campionamenti sono classificate in acque di qualità: scarsa – sufficiente – buona – eccellente. Il numero di prelievi e di analisi è ridotto a n° 4 per ogni stagione balneare ed i parametri microbiologici ricercati ora sono gli *enterococchi* e gli *escherichia coli*.

Le cinque zone omogenee di balneazione sono:

- 1) LERONE EST: da asse civico n° 37 di via del Mare ad asse civico n° 16 di via della Costa;
- 2) MOLO GRANDE: da asse civico n° 16 di via della Costa al molo grande Porto di Arenzano;
- 3) MOLO FARO VERDE: da scogliera sottoflutto Porto di Arenzano ad asse molo Piazza De Gasperi;
- 4) MOLO CANTARENA: da asse molo Piazza De Gasperi ad asse molo Cantarena;
- 5) BOCCIOFILA TOSO: da bocciofila TOSO a stazione marina.

Le zone interdette permanentemente alla balneazione sono:

- a) da foce torrente Lerone ad asse civico n° 37 di via del Mare (per inquinamento di natura industriale);
- b) da molo grande Porto di Arenzano a scogliera sottoflutto Porto di Arenzano (per ambito portuale);
- c) da asse molo Cantarena a bocciofila TOSO (per scogliera pericolosa).

Comune di Arenzano
Servizio di Gestione Ambientale del Territorio
Via Sauli Pallavicino, 39
16011 ARENZANO (GE)
Tel. 010 9138 252 – 208
e-mail: ambiente@comune.arenzano.ge.it
www.comune.arenzano.ge.it