



REGIONE LIGURIA

# PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO

**AMBITO COSTIERO 15**  
**Unità fisiografiche Golfo del Tigullio, Baia del  
Silenzio e Riva Trigoso**

**ART. 41 LEGGE REGIONALE N° 20/2006**

Relazione Paraggio  
Paraggio di Chiavari – da Punta  
Chiappe al porto di Chiavari

Settembre 2011

## Indice

1.	Inquadramento generale	3
1.1.	Inquadramento geografico	3
1.2.	Evoluzione storica del litorale	3
2.	Analisi della propagazione del moto ondoso ed effetti lungo costa	5
2.1.	Esposizione del paraggio	5
2.2.	Analisi meteo marine sottocosta	5
2.3.	Frangimento	8
2.4.	Bacini versanti	8
3.	Aspetti geomorfologici e sedimentologici	9
3.1.	Costa alta	9
3.2.	Costa bassa	9
3.3.	Morfologia ed evoluzione della spiaggia emersa	10
3.4.	Morfologia ed evoluzione della spiaggia sommersa	12
3.5.	Aspetti sedimentologici	13
3.6.	Bilancio sedimentario	15
4.	Aspetti naturalistici ambientali (stato-pressioni-impatti)	16
4.1.	Qualità delle acque	16
4.2.	Habitat marini	16
4.3.	Habitat costieri	17
5.	Sintesi dei processi costieri	18
5.1.	Tendenza evolutiva del litorale	18
5.2.	Tendenza evolutiva degli aspetti ambientali	18
6.	Pericolosità costiera e impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera	20
6.1.	Pericolosità costiera	20
6.2.	Impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera	23
7.	Rischio costiero	24
7.1.	Rischio da eventi meteomarini sulla spiaggia	24
7.2.	Rischio da eventi meteomarini sulla costa alta	24
7.3.	Rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat marino costieri	24
8.	Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano	25
9.	Misure di intervento	26

# 1. Inquadramento generale

## 1.1. Inquadramento geografico

Il paraggio di Chiavari si estende dal porto turistico di Chiavari alla punta Chiappe propaggine a mare del promontorio delle Grazie.

La spiaggia di Chiavari era una lunga spiaggia rettilinea che si estendeva, fino al secolo scorso, dalla foce del torrente Entella alle propaggini del promontorio delle Grazie, per oltre 2.5 km.

Allo stato attuale la spiaggia risulta estremamente frammentata a causa delle opere di difesa trasversali e longitudinali e del porto turistico. Il tratto di costa dove sono presenti spiagge è lungo all'incirca 1.5 km ma la loro ampiezza e le loro caratteristiche morfo-sedimentologiche sono molto eterogenee per la presenza, appunto, delle opere di difesa costiera, che ne fanno uno dei tratti di costa più disastrati dell'intera riviera ligure di levante.

Le opere suddividono la spiaggia in 6 celle litorali, poco comunicanti tra di loro, di cui solo quella più a levante, appoggiata al molo di sottoflutto del porto turistico, è parzialmente libera da opere longitudinali ed ha una falcatura decisamente arcuata indotta dalla presenza delle opere portuali. Le altre 5 celle sono delimitate ai lati da pennelli e protette da barriere emerse. All'estremità di ponente, due ulteriori barriere parallele proteggono una risicata striscia ghiaiosa che borda un vecchio muro paraonde piuttosto danneggiato e si va ad appoggiare alle pendici della falesia delle Grazie.

Il limite di ponente del paraggio può essere fissato nella punta Chiappe, 500m ad ovest del limite attuale della spiaggia. Il tratto di costa alta tra la spiaggia e punta Chiappe è caratterizzato da notevoli fenomeni franosi.

L'intero paraggio appartiene amministrativamente al Comune di Chiavari.

## 1.2. Evoluzione storica del litorale

La piana alluvionale dell'Entella e quindi la spiaggia di Chiavari, nella sua configurazione attuale, si è formata tra il 1500 e il 1850 circa, a causa dell'incremento di trasporto solido dei fiumi dovuto a varie concause (clima, uso del territorio ecc.).

A partire dalla prima metà del secolo XIX, dunque, l'apporto solido dell'Entella si riduce notevolmente e, contemporaneamente, iniziano grandi prelievi dalla spiaggia per ragioni di espansione edilizia e per la costruzione delle prime grandi opere viarie. Inizia quindi l'erosione marcata della spiaggia che reca gravi danni alla prima fila di edifici che si trovavano lungo la Via alla marina, molti dei quali furono completamente distrutti (Ragazzi, 1981).

Nel 1870 fu terminata la costruzione della linea ferroviaria Genova - La Spezia, che nel settore di ponente, passava immediatamente nel retro-spiaggia. Questa fu più volte protetta e danneggiata tanto che ad inizio del '900 fu spostata a monte in occasione del raddoppio.

Le prime opere di difesa rigide risalgono al 1886 quando furono costruiti 4 pennelli, che ebbero scarso o nullo esito.

Gli inizi del '900 furono caratterizzati da una sequenza di eventi erosivi disastrosi a cui fu posto rimedio con la costruzione di una barriera quasi continua di massi a protezione delle strutture, integrati poi dai muri antisbarco costruiti durante la seconda guerra mondiale.

Nell'immediato dopoguerra fu impostato, pur in maniera poco organica, l'attuale sistema di barriere emerse che, associato agli imponenti versamenti effettuati negli anni successivi, provenienti soprattutto dalla costruzione della autostrada Genova - Sestri Levante, contribuì a stabilizzare la linea di riva ed a difendere le strutture retrostanti dagli attacchi ondososi.

Dal 1963 al 1965 furono costruite le opere foranee del porto turistico di Chiavari, che interruppero definitivamente la residua alimentazione naturale proveniente dall'Entella e accentuarono ulteriormente la tendenza erosiva, inducendo, oltre tutto, la variazione dell'assetto di equilibrio globale del litorale.

Dagli anni '70 ad oggi sono stati effettuati solamente continui interventi di manutenzione del sistema di scogliere e pennelli ad esse associati, con frequenti versamenti di materiale generalmente proveniente dalla barra di foce dell'Entella, di entità comunque decisamente insufficiente a riequilibrare l'assetto globale della spiaggia.



*Figura 1.1 Panorama di Chiavari negli anni '30. In primo piano, in basso a destra, la colonia Fara*

## 2. Analisi della propagazione del moto ondoso ed effetti lungo costa

### 2.1. Esposizione del paraggio

Il paraggio di Chiavari è esposto ai mari prevalenti di Libeccio, ed è interessato secondariamente dai mari provenienti dai settori di Mezzogiorno e di Scirocco. I valori caratteristici degli eventi ondosi, considerati nell'analisi della propagazione del moto ondoso incidente, sono riferiti alla stazione situata a -15 m di profondità, in posizione dove il moto ondoso non ha ancora subito gli effetti del frangimento nella sua propagazione dal largo (-100 m) verso costa.

### 2.2. Analisi meteo marine sottocosta

L'analisi della propagazione del moto ondoso sotto costa, per il paraggio di Chiavari, è stata condotta secondo il codice di calcolo NEMOS, mediante l'utilizzo del modello STWAVE, simulando la propagazione degli spettri in frequenza a partire dalla sezione di output del modello di propagazione su larga scala dell'intero Ambito.

La griglia di calcolo utilizzata per la propagazione del moto ondoso dalla profondità di 15 m verso riva, fa riferimento ai rilievi di dettaglio del 2008, ed è stata suddivisa in celle di maglia 10 m x 10 m, come schematizzato nella fig.2.1.

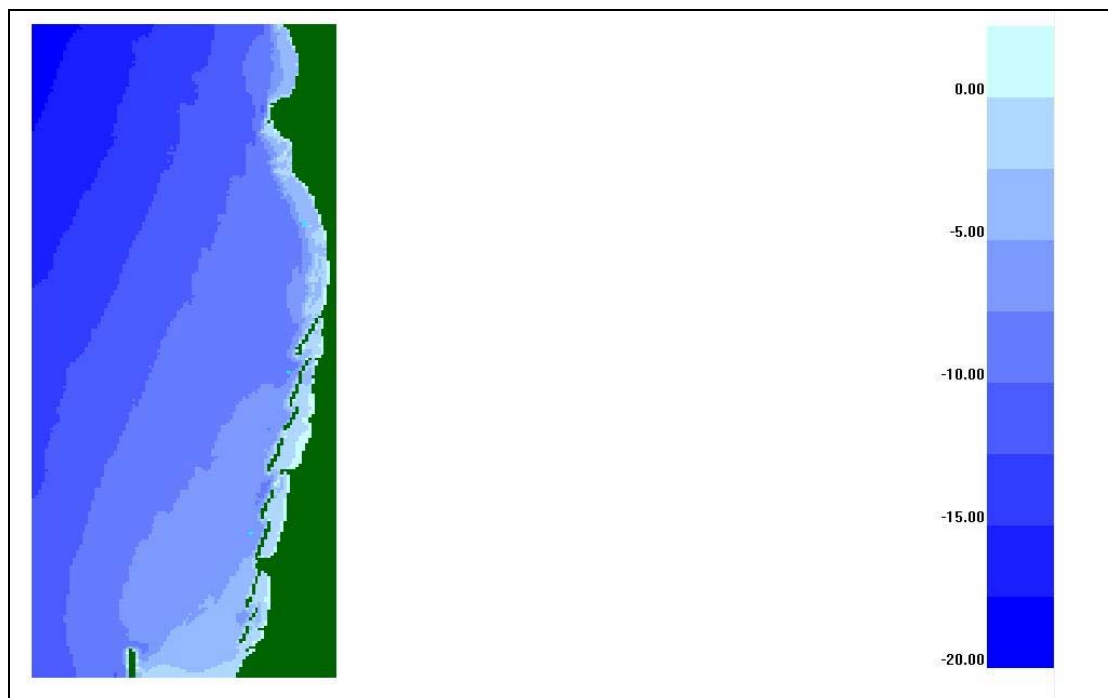


Figura 2.1 *Griglia a maglia 10mx10m utilizzata dal codice di calcolo per la propagazione nel paraggio di Chiavari.*

Per il paraggio di Chiavari la stazione di ingresso per la propagazione a scala di dettaglio è posizionata a -15 m, avente le coordinate e i valori di altezza, periodo e direzione del moto ondoso indicati nella tabella 2.1, relativamente ai periodi di ritorno di 1 e 50 anni. Le direzioni del moto ondoso

incidente a seguito degli effetti di rifrazione hanno subito leggere variazioni nella direzione di propagazione del moto ondoso d'assieme, rispetto alla direzione al largo (profondità 100 m).

Tr	Stazione	n°	Coordinate Stazione			Direzione al largo 160°N			Direzione al largo 180°N			Direzione al largo 220°N		
			x	y	z [m]	H [m]	T [s]	Dir [°N]	H [m]	T [s]	Dir [°N]	H [m]	T [s]	Dir [°N]
1 anno	Chiavari	10	1524047	4906863	-15	2.7	7.9	171	2.5	7.2	184	4.0	9.7	210
50 anni	Chiavari	10	1524047	4906863	-15	6.0	12	178	5.2	11	188	6.4	12.2	209

Tabella 2.1 Valori di altezza, periodo e direzione dell'onda nella stazione di input per la propagazione ondosa nel paraggio- periodi di ritorno 1 e 50 anni.

Tramite la rappresentazione mediante ortogonali d'onda sovrapposte alla suddivisione in classi di altezza d'onda all'interno del paraggio in esame, riportate nelle figure seguenti, è possibile evidenziare la disposizione delle ortogonali d'onda e le zone con maggiore e minore concentrazione di energia.

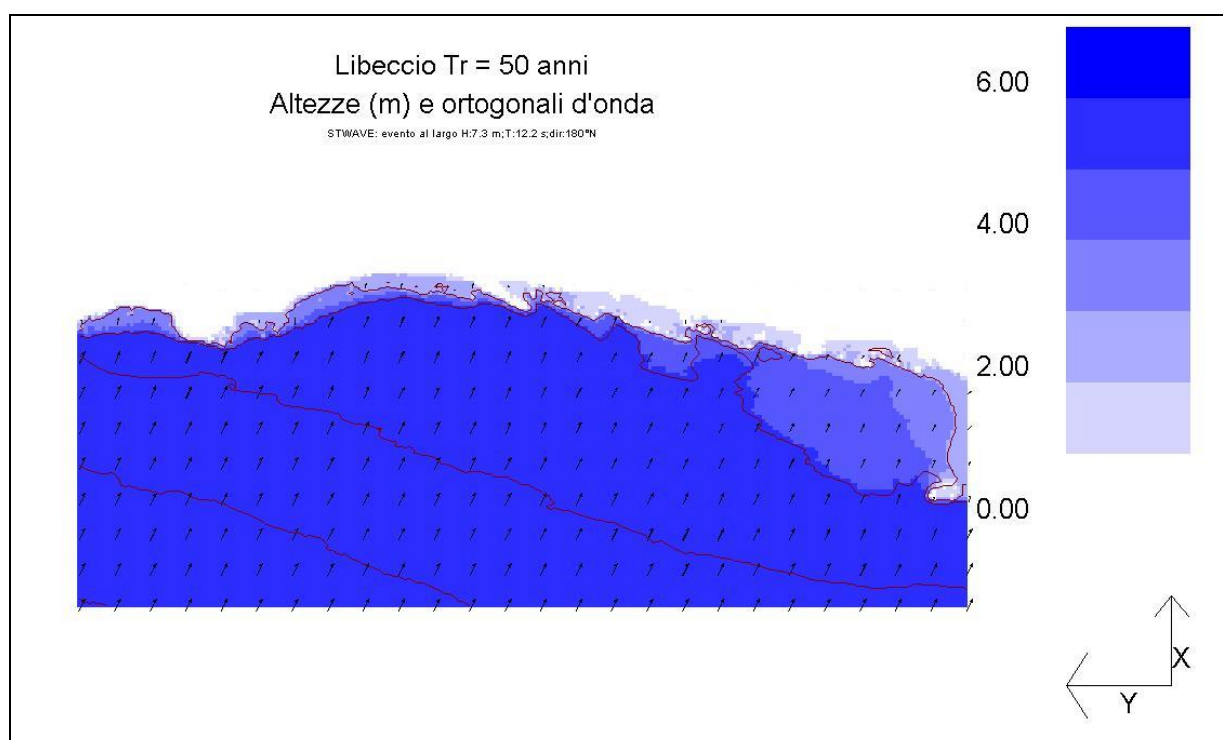


Figura 2.2 Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 220°N (in rosso isobatimetriche).

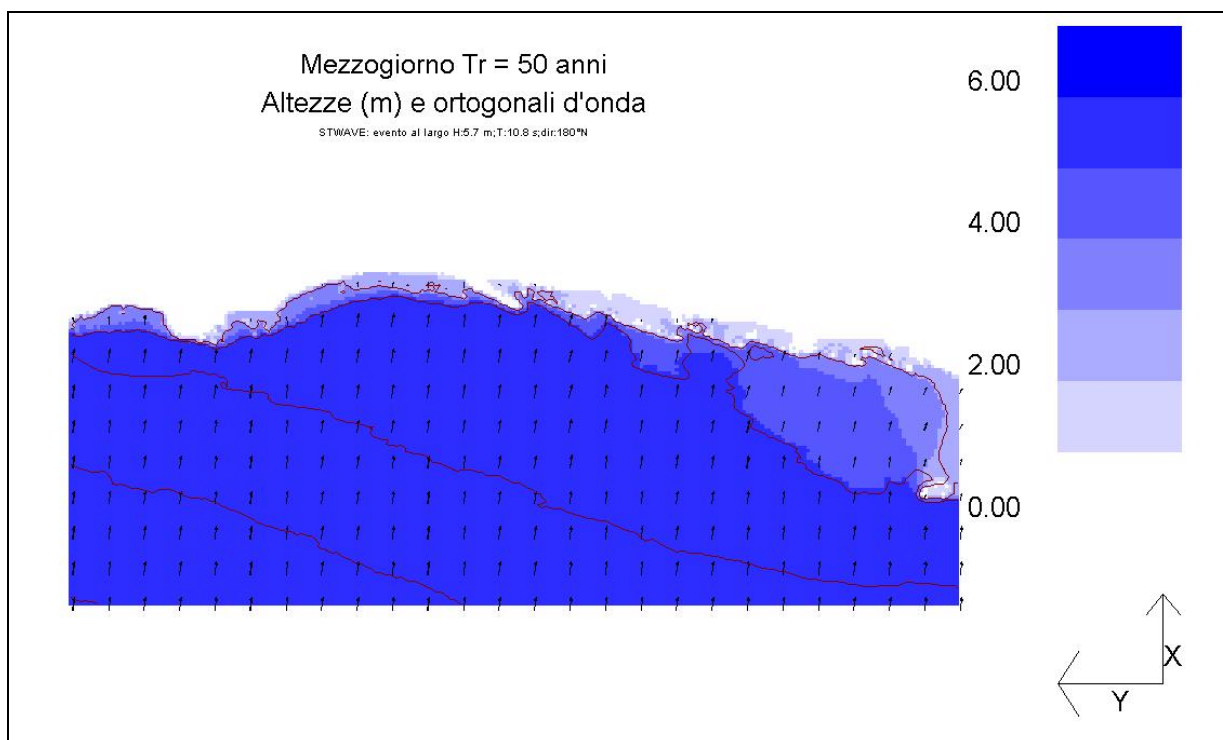


Figura 2.3 *Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 180°N (in rosso isobatimetriche).*

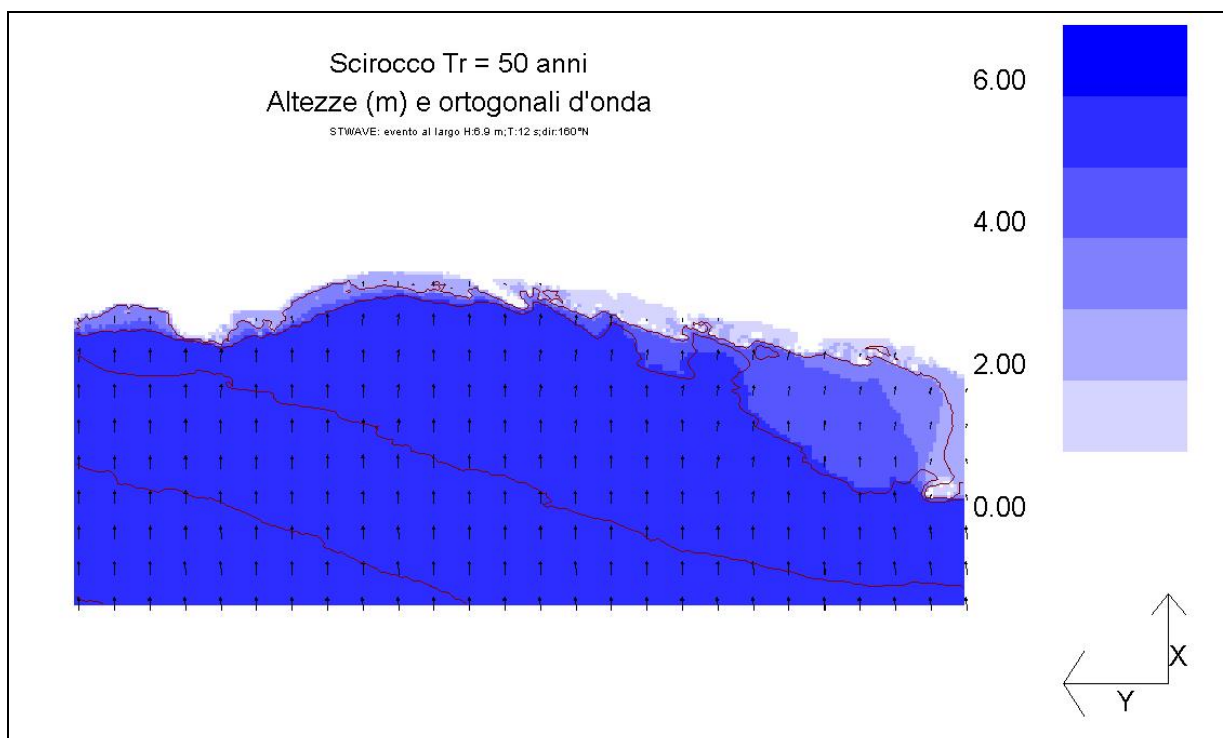


Figura 2.4 *Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 160°N (in rosso isobatimetriche).*

La presenza delle opere di difesa parallele alla costa induce al loro interno una forte riduzione delle altezze d'onda incidenti, mentre la disposizione delle ortogonali d'onda può essere significativa solo all'esterno delle stesse. La modellazione matematica utilizzata non fornisce un'interpretazione realistica del fenomeno e della circolazione idrodinamica nella zona all'interno delle barriere, sia per la maglia della griglia di calcolo utilizzata sia per l'innescarsi di fenomeni difficilmente interpretabili dal modello stesso.

Si hanno zone di convergenza delle ortogonali e quindi di maggior concentrazione di energia dovuta al moto ondoso in corrispondenza della falesia delle Grazie e in corrispondenza dei varchi tra una scogliera e l'altra. Questo fenomeno si evidenzia in particolar modo per i mari provenienti da Scirocco e Mezzogiorno, mentre per i mari da libeccio è meno accentuato, per il fatto che la disposizione delle opere è ortogonale alla direzione di attacco del moto ondoso.

L'area protetta dal molo foraneo in cui è presente una spiaggia molto ampia, ridossata al molo di sottoflutto del porto stesso, è stata modellata nel paraggio della foce del Torrente Entella e risulta molto protetta dal moto ondoso incidente con altezze d'onda residue dell'ordine del metro.

### 2.3. Frangimento

L'individuazione della zona dei frangenti è stata condotta, per le tre direzioni di propagazione del moto ondoso, in base alle risultanze del modello matematico, di cui sopra, applicato a scala di dettaglio (scala paraggio). In particolare si analizzano le zone dei frangenti associate, per i periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni, alle tre direzioni di provenienza del moto ondoso. Il frangimento, per eventi con periodo di ritorno annuale, avviene in corrispondenza delle opere marittime presenti lungo il litorale su una profondità massima di circa 9 metri, per tutte le direzioni di propagazione del moto ondoso; nel tratto più a ponente del paraggio, in corrispondenza della costa alta, avviene su fondali dell'ordine di -8 metri. Per gli eventi con periodo di ritorno cinquantennale la zona di inizio frangimento è impostata sui 12 m di profondità in corrispondenza delle barriere e della costa alta.

### 2.4. Bacini versanti

All'interno del paraggio di Chiavari sfocia solamente il torrente Rupinaro che drena una superficie di circa 11.3 km<sup>2</sup>. Il torrente Rupinaro ha una lunghezza d'asta di 5,9 km e presenta un andamento rettilineo mentre il bacino è fortemente asimmetrico presentando un'importante affluente in sponda destra, il rio Campodonico.

L'intero bacino è impostato nella Formazione dell'Antola e non presenta importanti fenomeni franosi tanto che la superficie totale delle aree in frana raggiunge appena il 1.60 % della superficie del bacino. Per questo motivo il trasporto solido del torrente Rupinaro è molto scarso, come dimostrato anche da alcuni studi recenti (La Barbera, 2006) e il suo contributo per l'alimentazione della spiaggia di Chiavari può essere considerato trascurabile.



### 3. Aspetti geomorfologici e sedimentologici

#### 3.1. Costa alta

L'estremo di ponente del paraggio di Chiavari è costituito da un breve tratto di costa alta che ha uno sviluppo di circa 500 m tra la fine del sistema di barriere emerse e punta Chiappe. In questo tratto di costa insistono due corpi franosi, di cui quello più occidentale piuttosto imponente, che contribuiscono a scaricare materiale litoide di dimensioni mediamente pluridecimetriche. Si tratta di un contributo importante, pur discontinuo, per la stabilità del settore occidentale della spiaggia.

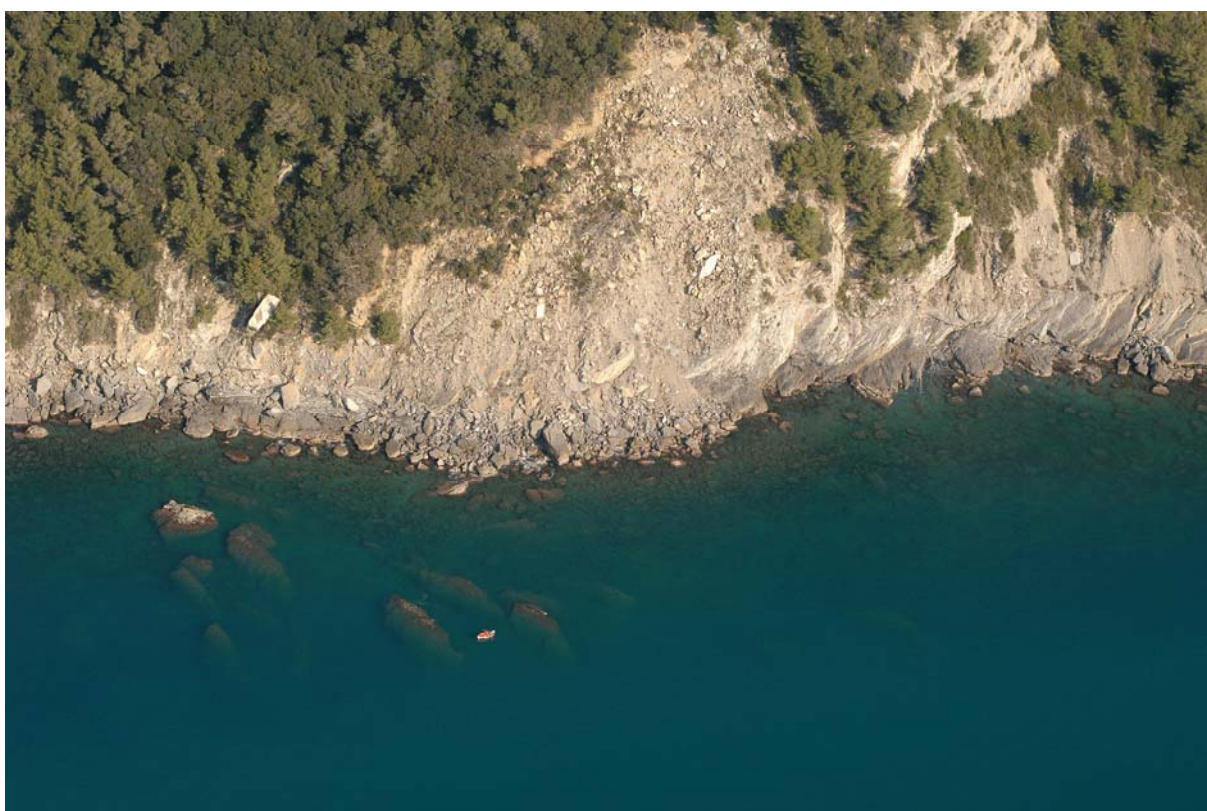


Figura 3.1 *Il piede della frana costiera al promontorio delle Grazie (Foto prospettica, R.L. - 2008)*

#### 3.2. Costa bassa

Il litorale di Chiavari fa parte della piana alluvionale dell'Entella, la principale di tutta la riviera ligure di levante. Dopo la forte progradazione post-medievale la città di Chiavari si è imposta sulla piana costiera generando i problemi tipici di quasi tutte le pianie alluvionali italiane, subsidenza, insalimento delle falde e soprattutto irrigidimento della linea di costa, che a partire dalla fine del secolo XIX non è più libera di seguire le sue oscillazioni naturali.

### 3.3. Morfologia ed evoluzione della spiaggia emersa

A partire dal 1944 le fotografie aeree zenitali permettono di tracciare le linee di riva degli ultimi 60 anni evidenziando i cambiamenti descritti precedentemente.

La foto del 1944 evidenzia una situazione già molto precaria, con spiaggia praticamente inesistente davanti al centro di Chiavari. Solo nel settore di ponente esiste una spiaggia di una certa ampiezza su posizione leggermente avanzata rispetto alla linea di riva odierna. Si nota già una barriera parallela, all'estremo di ponente.

Nei paragrafi che seguono viene descritta brevemente l'evoluzione della spiaggia basata sul confronto delle fotografie indicate

#### **1944 - 1973**

Tra il 1944 ed il 1973 avvengono le maggiori trasformazioni che danno alla spiaggia di Chiavari l'assetto che è rimasto sostanzialmente invariato fino ai giorni nostri.

Infatti viene costruito il porto turistico ed il sistema di barriere parallele, che nel 1973 risulta già abbondantemente danneggiato in alcune sue parti nel settore di ponente.

La linea di riva del 1973 appare comunque più avanzata rispetto a quella del 1944 in tutto il settore di levante, dove il nuovo porto e le nuove opere urbanistiche, unitamente alle barriere emerse, hanno stravolto l'assetto originale del litorale. A ridosso del molo di sottoflutto del porto, appena ultimato, non si è ancora formata spiaggia.

Nel settore di ponente, invece, la spiaggia arretra ulteriormente, specie nella zona della Colonia Fara, dove si può misurare un arretramento di 10-15 m nonostante la presenza delle barriere.

#### **1973-1983**

Nella cella a ridosso del porto viene costruito un pennello parallelo alla diga foranea per prevenire l'insabbiamento dell'imboccatura. Alla foce del Rupinaro viene costruita un'inspiegabile barriera parallela che ostruisce in pratica il deflusso delle piene del torrente e più a levante si nota un abbozzo di scogliera a protezione della passeggiata a mare. Esiste una iniziale striscia di sabbia che costituisce il primo embrione della spiaggia che si formerà negli anni successivi.

Procedendo verso ponente, nelle due celle centrali la posizione della linea di riva rimane sostanzialmente invariata, mentre nella cella litorale della Colonia Fara la spiaggia arretra di ulteriori 10 m a levante e si amplia a ponente a seguito del ripristino della barriera parallela di ponente.

Nell'ultima cella di ponente, di fronte al depuratore, la spiaggia, dove esiste, arretra ancora, nonostante il ripristino del sistema di barriere emerse.

#### **1983-1993**

Nessuna variazione di rilievo nel settore di levante.

A ponente viene costruito un nuovo pennello di fronte alla Colonia Fara che sostanzialmente non influisce sulla spiaggia se non con un leggero ampliamento di un breve tratto a levante del pennello.

Cambia l'assetto planimetrico della spiaggia nella cella del depuratore, con erosione nel tratto di levante ed accumulo in quello di ponente, senza sostanziali variazioni di volume.

#### **1993-2003**

A ridosso del molo sottoflutto del porto, viene realizzata una massiccia scogliera radicata alla foce del Rupinaro a protezione della passeggiata a mare. A ridosso di questa si forma una spiaggia di sabbia fine che si protende fino al pennello a protezione dell'imboccatura portuale, con un'ampiezza che al centro raggiunge la settantina di metri.

Nelle due celle centrali, a seguito dei rinforzi delle barriere e dei versamenti effettuati, si forma un ampio tombolo che congiunge le barriere alla terra generando un'ampia superficie di spiaggia quasi "fossile", cioè raggiunta ed elaborata dal moto ondoso solo in rare occasioni. Anche nelle parti centrali delle celle, comunque, la tendenza della linea di riva è di debole avanzamento.

Nella cella della Colonia Fara viene ripristinata la barriera emersa di levante e la spiaggia retrostante, anche grazie ai versamenti effettuati, avanza uniformemente di 5-10 m. Analogo avanzamento è riscontrabile nella cella di fronte al depuratore.

Dal 2003 ad oggi gli interventi di manutenzione della spiaggia sono proseguiti costantemente con il versamento di 10.000 m<sup>3</sup> di materiale proveniente dalla barra di foce dell'Entella, che è viene realizzato annualmente dal 2003 al 2007.

Le più recenti mareggiate hanno però gravemente danneggiato le barriere emerse che necessitano di continui e costosi rifiorimenti, vanificando in parte gli sforzi per il mantenimento del materiale di ripascimento.

E' evidente che l'assetto globale della spiaggia di Chiavari necessiterebbe di un'ampia e radicale revisione perché mantenere l'equilibrio attuale avrà costi di manutenzione sempre più alti.



Figura 3.2 *Le barriere parallele di Chiavari (foto prospettiche R.L. - 2008)*



Figura 3.3 La spiaggia addossata al molo sottoflutto del porto (Foto prospettiche, R.L. - 2008)

### 3.4. Morfologia ed evoluzione della spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa, come si può vedere dalla carta batimetrica, ha un andamento che risente in maniera evidente della presenza delle opere marittime di difesa costiera e delle strutture portuali. Infatti la spiaggia è fortemente asimmetrica, con pendenze accentuate nel settore di ponente che diventano assai più dolci procedendo verso levante. Inoltre, la presenza delle barriere emerse ha indotto, col tempo, una fortissima erosione della spiaggia sommersa esterna alle barriere, al cui piede la profondità raggiunge gli 8-9 m nel settore di ponente a distanza di meno di 100 m dalla battigia. Nel settore di levante, il riparo indotto dalle opere portuali, genera una zona di accumulo dei sedimenti per cui le pendenze sono molto minori e le isobate assumono un andamento convesso interrotto solo dalla profonda scanalatura in corrispondenza della testata del molo portuale, indotta da una forte *rip-current* morfologica.

Dall'andamento dei profili di spiaggia sommersa non è facile individuare la profondità di chiusura morfologica della spiaggia, a causa della presenza delle opere di difesa che generano i profili anomali già descritti. L'unica discontinuità abbastanza evidente nella pendenza si situa intorno ai -11, che può essere interpretata come profondità di chiusura massima della spiaggia.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati del confronto batimetrico tra i rilievi del 1879, del 1981 e del 2007, ottenuti con la metodologia descritta nella Relazione Generale (par. 2.6). I commenti alle cifre espresse in tabella sono riportati nei paragrafi successivi.

Periodo	5_10	10_15	15_20	20_30	Totale	media cm	Mm <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /a/ml
1879-1981	-159	-1016	-1270	-2188	-5944	-223	-58.3	-29.1
1981-2007	+102	-266	-162	+102	-225	-8	-8.6	-4.3
1879-2007	-898	-1499	-1432	-2340	-6196	-197	-48.2	-24.1

### **Confronto 1879-1981**

Il rilievo del 1981 non contiene dati attendibili nella fascia tra 5 e 10 metri di profondità nel settore di ponente, pertanto il confronto è possibile solo per le profondità più elevate.

Il confronto tra i due rilievi comunque non presenta anomalie particolari essendo evidente un abbassamento del fondale costante e piuttosto uniforme lungo tutto lo sviluppo della costa, con eccezione del tratto a ridosso della diga foranea del porto, che si presenta in accumulo.

Le isobate presentano un arretramento uniforme di circa 100 metri con un abbassamento del fondale compreso tra 1 m e 2 m, mediamente più marcato a ponente e meno a levante.

### **Confronto 1981 – 2007**

Nell'ultimo trentennio la spiaggia sommersa ha accentuato ulteriormente la tendenza alla rotazione della falcatura mantenendo un trend erosivo molto marcato. Nel settore di ponente la profondità media della zona prossimale, tra le barriere e l'isobata dei -15 m, è aumentata di quasi 1 m provocando l'arretramento dell'isobata dei -10 m di oltre 100 m verso terra. Nel settore di levante, invece, le isobate si sono mantenute nelle stesse posizioni del 1981 evidenziando il fenomeno di rotazione della spiaggia di cui si è detto sopra. Nella zona ridossata dalla diga foranea del porto è proseguito l'innalzamento del fondale.

### **Confronto 1879 – 2007**

Il confronto totale degli ultimi 130 anni, sintetizza efficacemente la tendenza evolutiva del paraggio costiero di Chiavari anche se non permette di fare stime quantitative, in quanto la linea di riva del 1879 era molto più avanzata di quella odierna, all'incirca coincidente con quella degli attuali -5 m.

L'andamento delle isobate evidenzia molto bene l'evoluzione; la linea dei -5 m del 1879 era rettilinea e parallela alla riva. Attualmente, la linea dei -5 m corrisponde alle barriere emerse e interseca quella antica solo nella zona sottoflutto al porto dove la spiaggia ha assunto una configurazione a spirale. Nel settore di ponente dove nel 1879 era la -5 m attualmente è situata l'isobata dei -9 m, con un'erosione del fondale di 4 metri.

Sempre a ponente l'isobata dei -10 m è arretrata, nel periodo, di circa 200 m con abbassamento medio del fondale di circa 2 m. Tale arretramento diviene gradatamente meno importante procedendo verso levante, mantenendosi comunque dell'ordine di 1 m.

Anche alle profondità superiori, pur con le cautele del caso, si evidenzia il progressivo smantellamento dell'apparato deltizio sommerso dell'Entella che raggiunge livelli preoccupanti.

In termini di volumi, con le cautele già più volte espresse sull'attendibilità dei confronti batimetrici, si può stimare una perdita dell'ordine di 1.5 milioni di m<sup>3</sup> nella fascia tra -10 m e -15 m e di almeno 1 milione di m<sup>3</sup> tra -10 m e la linea di riva.

Non tenendo conto delle variazioni avvenute oltre i 15 m di profondità si evince che la perdita netta della spiaggia è stata dell'ordine dei 2.5 milioni di m<sup>3</sup> in 130 anni, pari a circa 20.000 m<sup>3</sup> annui. Tale materiale si considera uscito dal sistema, verso profondità maggiori.

Pur con tutte le cautele del caso il valore dà un'idea di quali siano i volumi necessari a ripristinare e mantenere gli equilibri del paraggio.

## **3.5. Aspetti sedimentologici**

La granulometria delle spiaggia sommersa risente in maniera evidente della artificializzazione del litorale per cui, dall'analisi dei dati, non è semplice individuare una configurazione di equilibrio. Anche il campionamento è stato effettuato solamente a mare delle barriere emerse pertanto, dove queste sono presenti, mancano indicazioni sulle fasce batimetriche più prossimali.

In ogni caso anche dalle indicazioni che si traggono in una situazione in divenire si possono trarre utili informazioni per definire la dinamica dei sedimenti nel paraggio.

La dimensione media dei sedimenti di spiaggia sommersa si colloca tra i 0.125 e 0.180 mm, con distribuzione piuttosto eterogenea ed alcune eccezioni importanti.

Le principali anomalie sono la maggiore dimensione media dei campioni 221 e 222, di fronte alle barriere nella zona di ponente, e la granulometria decisamente inferiore alla media del campione 251.

La dimensione media comunque diminuisce tendenzialmente da ponente a levante, in ragione delle condizioni di maggiore energia di fronte alla falesia e della direzione del trasporto longitudinale.

La deviazione standard è mediamente piuttosto elevata, specie per alcuni campioni, classificabili come "poco classati" (222, 251, 252). Nessun campione risulta ben classato, segno che le vicende della spiaggia dovute agli interventi antropici non danno il tempo al sistema di riequilibrarsi naturalmente.

Per quanto riguarda l'andamento delle classi granulometriche, nella spiaggia sommersa le granulometrie superiori a 0.5 mm (sabbia grossolana) sono abbondanti solo nei campioni 221 e 222, di fronte alle barriere di ponente, rispecchiando la turbolenza indotta dalle barriere stesse.

La classe > 0.25 mm (sabbia media) comincia a essere rappresentata non trascurabili solo all'estremo di ponente del paraggio, dove prevalgono sedimenti composti prevalentemente da sabbia fine (> 0.125 mm).

I campioni con sabbia molto fine prevalente sono sparsi un po' ovunque, senza apparente legame con le condizioni idrodinamiche. Il campione 251, situato a ridosso della diga foranea del porto in posizione particolarmente protetta, ha una percentuale di frazione pelitica molto abbondante (27.8 %). In media la frazione pelitica è comunque piuttosto abbondante anche in altri campioni, contrariamente a quanto ci si aspetterebbe in ambienti di questa energia.

Il campione 252 rappresenta un'anomalia e come tale va interpretata.

In sintesi la distribuzione dei sedimenti nella spiaggia sommersa indica un ambiente fortemente influenzato dalle azioni antropiche, versamenti artificiali e costruzione di opere fisse, che rendono molto lento e difficile il riequilibrio della spiaggia e lento il ritorno alle condizioni dinamiche proprie dell'ambiente stesso.

campione	X	Y	z	> 8 mm	> 4 mm	> 2 mm	> 1 mm	> 1 mm cum	>500 µm	>250µm	> 125 µm	> 63 µm	% fondo	Ms (mm)	D50 (mm)	σ (phi)	Sk1 (phi)
207	1525128	4906367	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.3	45.8	47.3	3.3	0.12	0.13	0.65	-0.12
208	1524898	4906477	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	50.0	42.8	5.2	0.13	0.13	0.67	-0.02
209	1524694	4906647	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.4	51.7	42.6	4.2	0.13	0.13	0.64	-0.02
210	1524422	4906817	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	52.6	41.8	4.8	0.13	0.13	0.65	-0.01
211	1524210	4907013	13.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	33.9	57.5	7.7	0.11	0.11	0.74	-0.08
212	1523972	4907234	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	64.4	29.7	3.4	0.16	0.15	0.62	0.21
213	1523742	4907447	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.8	64.1	28.7	3.4	0.16	0.15	0.62	0.22
214	1523530	4907608	13.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	2.6	53.3	40.7	3.1	0.14	0.14	0.64	0.02
215	1523309	4907787	13.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	1.3	75.9	21.6	1.0	0.17	0.16	0.53	0.25
216	1523096	4907957	13.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	2.4	40.6	50.8	5.9	0.12	0.12	0.70	-0.11
217	1522858	4908101	13.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	14.2	39.3	41.6	4.2	0.14	0.14	0.82	-0.21
220	1524373	4907566	9.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.6	4.0	35.0	52.1	8.0	0.11	0.12	0.79	-0.06
221	1524574	4907413	9.5	0.0	0.0	0.1	1.9	2.0	39.0	34.6	21.2	3.1	0.1	0.44	0.42	0.94	0.08
222	1524757	4907189	9.5	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	14.5	18.4	35.4	28.7	2.2	0.19	0.21	1.15	-0.21
223	1524922	4906923	9.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.5	46.8	48.6	3.7	0.12	0.13	0.64	-0.12
224	1525158	4906652	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4	56.1	38.2	3.1	0.14	0.14	0.63	0.08
251	1525418	4906768	5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	1.6	22.5	47.8	27.8	0.09	0.08	1.22	0.24
252	1525290	4906785	5	9.7	0.6	0.3	0.3	11.0	0.6	4.4	56.3	25.7	2.0	0.17	0.16	1.46	-0.27
253	1525104	4906992	5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	1.3	45.9	48.1	3.9	0.12	0.13	0.65	-0.12
254	1524918	4907191	5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	2.0	36.7	55.1	5.9	0.11	0.12	0.69	-0.14

Tabella 3.1 Tabella delle granulometrie (le granulometrie sono espresse in percentuale)

### 3.6. Bilancio sedimentario

Stante l'interruzione dell'alimentazione naturale da parte dei sedimenti provenienti dall'Entella, e l'effetto negativo indotto dalle barriere emerse sulla stabilità della spiaggia, il paraggio costiero di Chiavari si trova in una situazione di deficit sedimentario piuttosto marcato. Con i dati a disposizione si può ragionevolmente ipotizzare un deficit annuo oscillante intorno ai 10.000 m<sup>3</sup>. Tale valore può essere considerato quello necessario per mantenere, a regime, una situazione di equilibrio nella configurazione attuale delle opere di difesa.

L'apporto del Rupinaro può essere considerato trascurabile.

## 4. Aspetti naturalistici ambientali (stato-pressioni-impatti)

### 4.1. Qualità delle acque

#### 4.1.1. Stato

Per le acque del largo i dati del monitoraggio effettuato ai sensi del Testo Unico sulle Acque denotano situazioni buone per quanto riguarda lo stato trofico e l'ossigenazione delle acque con un livello dello stato ambientale buono in prossimità della foce ed ottimo più al largo.

Dall'esame dei dati relativi ai controlli sulla balneazione non si deducono situazioni critiche per le acque prossime alla costa, l'indice IQB mostra una qualità ottimale (stato "incontaminato") per due dei punti di controllo del paraggio e "sufficiente" nel terzo punto, presso la spiaggia accanto al porto.

Nell'area a ponente del porto tra le barriere parallele e la costa è presente un sito di campionamento per il monitoraggio della presenza di *Ostreopsis* spp. che è stato più volte interessato da fenomeni di fioritura della microalga.

La qualità delle acque risulta talvolta abbassata da episodi di "mare sporco" dovuto alla presenza di schiume e macrorifiuti galleggianti.

#### 4.1.2. Pressioni e impatti

Nel paraggio in questione è presente un unico scarico fognario che raccoglie un bacino di utenza di circa 40.000 abitanti equivalenti, con picco estivo di circa 50.000 a.e.; l'agglomerato comprende i comuni di Chiavari e Leivi.

Il trattamento comprende una fase di pretrattamento (rotostacciatura, dissabbiatura e disoleatura) seguito da un trattamento biologico completo a ossigeno liquido con decantazione finale. Il centro di trattamento è provvisto anche di una linea fanghi.

Lo scarico avviene in mare, tramite condotta sottomarina, ad una distanza dalla costa di 1600 m e alla profondità di 28 m.

La portata dello scarico è di circa 5980 m<sup>3</sup> al giorno.

E' presente una stazione di sollevamento costiera in Corso Millo sulla sponda sinistra del Torrente Rupinaro nei pressi della foce, che in caso di disservizio scarica senza trattamento nel torrente.

Per la presenza episodica dei macrorifiuti galleggianti, fra le concause non può essere escluso l'apporto de torrente Rupinaro.

### 4.2. Habitat marini

#### 4.2.1. Stato

##### **Costa**

Nel paraggio l'unico settore di costa che conserva un elevato interesse dal punto di vista naturalistico è quello posto all'estremo ponente, in un tratto di costa naturale privo di opere marittime.

##### **Fondali**

Nel paraggio non si ravvisano cambiamenti nella distribuzione degli habitat rispetto a quanto riportato in letteratura; i fondali risultano uniformemente occupati dalla biocenosi delle Sabbie Fini Ben



Calibrate, spesso colonizzate dalla pianta *Cymodocea nodosa*, che forma una estesa prateria tra i 7 e i 16 m di profondità;

L'assenza di praterie di *Posidonia oceanica*, appare coerente con le condizioni sedimentologiche messe in evidenza dagli studi della dinamica litoranea: l'area antistante la foce del torrente Entella è fortemente condizionata dal trasporto solido dei materiali provenienti dal bacino e tale dinamica è incompatibile con la presenza di posidonieto; allo stato attuale delle conoscenze non è possibile stabilire se l'assenza dell'habitat anche ad ovest dell'estuario e per tutto lo sviluppo del paraggio sia interpretabile come una situazione fisiologica o possano invece aver inciso i forti cambiamenti, indotti dalle trasformazioni antropiche, avvenuti nel corso degli ultimi 130 anni tra 0 e 30 m di profondità; considerati i tassi di erosione e di accrescimento ipotizzati, tale evoluzione risulta incompatibile con la sopravvivenza dei posidonieto come anche con il rinvenimento delle tracce di matte morta eventualmente rimaste.

#### **SIC marini**

Non sono presenti SIC.

#### **4.2.2. Pressioni e impatti**

Lo scarico dei reflui civili dell'agglomerato avviene in mare, tramite condotta sottomarina, ad una distanza dalla costa di 1600 m e alla profondità di 28 m; in queste condizioni non si ravvisano criticità per i popolamenti marini.

Il Comune di Chiavari realizza annualmente il ripascimento stagionale di tutte le spiagge a ponente del porticciolo utilizzando i sedimenti della barra di foce del torrente Entella.

L'impatto dell'attività di ripascimento non risulta significativo per i popolamenti bentonici.

#### **4.3. Habitat costieri**

##### **4.3.1. Stato**

Nel paraggio la presenza della vegetazione psammofila costiera è del tutto frammentaria e relittuale; in generale la profondità attuale delle spiagge è insufficiente per ospitare habitat di questa natura .

Un'area con buone potenzialità per la vegetazione psammofila è rappresentata dalla spiaggia a ponente del porto di Chiavari. Essa presenta una profondità considerevole ed una costante tendenza all'accrescimento, ben evidenziata dall'analisi delle linee di riva storiche; in questo caso è possibile individuare una fascia litoranea scarsamente interessata dalle onde che presenta potenzialità per una vegetazione di piante pioniere e stabilizzatrici delle sabbie litoranee.

Nel paraggio non sono presenti corsi d'acqua significativi per la presenza di habitat tipici delle foci fluviali.

##### **4.3.2. Pressioni e impatti**

Il Comune di Chiavari realizza annualmente il ripascimento stagionale di tutte le spiagge a ponente del porticciolo utilizzando i sedimenti della barra di foce del torrente Entella.

L'impatto dell'attività di ripascimento non risulta significativo per i popolamenti bentonici; al contrario le attività di manutenzione e certi utilizzi della spiaggia, come le operazioni di livellamento della spiaggia o il parcheggio di piccole unità da diporto in alcune zone maggiormente estese e riparate, costituiscono una perturbazione incompatibile con la vegetazione psammofila.

## 5. Sintesi dei processi costieri

Il moto dei sedimenti è pesantemente condizionato dalla presenza del porto di Chiavari e delle opere di difesa emerse lungo il restante tratto di litorale.

A causa della configurazione delle opere è difficile individuare una direzione prevalente della deriva litoranea. Le ondatazioni di libeccio, che costituiscono il mare dominante, incidono la spiaggia in maniera sostanzialmente perpendicolare o con leggera prevalenza della componente diretta da ponente a levante. Le ondatazioni di scirocco inducono una deriva litoranea decisamente diretta da levante a ponente ma, essendo di minore intensità rispetto al libeccio, non sempre riescono a compensare il trasporto indotto dal libeccio. Tutto questo fa ritenere che per la spiaggia di Chiavari la deriva litoranea netta sia sostanzialmente neutra, con prevalenza di trasporto verso levante o verso ponente a seconda della prevalenza del libeccio o dello scirocco su tempi medio-brevi.

Durante le mareggiate maggiori le difese parallele vengono abbondantemente tracimate e si induce all'interno delle celle costiere una circolazione diretta verso i varchi da cui la corrente esce con forte energia trasportando all'esterno notevoli quantità di sedimenti che si depositano oltre i 10 m di profondità.

Nel settore di levante, dove la diga foranea del porto scherma le onde di scirocco, prevale nettamente il trasporto verso est con deposito a ridosso del molo sottoflutto.

Da levante proviene anche materiale molto fine derivante dall'Entella che transita lungo la diga foranea e si deposita per effetto della rifrazione ondosa all'imboccatura del porto turistico, che infatti richiede periodici dragaggi.

### 5.1. Tendenza evolutiva del litorale

Gli interventi di difesa costiera realizzati nel corso degli ultimi 60 anni, unitamente alla costruzione del porto turistico di Chiavari, hanno provocato la graduale scomparsa della spiaggia sommersa generando un assetto del litorale estremamente precario.

La tendenza evolutiva recente indica chiaramente che la situazione attuale può essere mantenuta solamente a prezzo di sforzi economici via via crescenti e con risultati via via decrescenti, sia in termini di qualità ambientale sia in termini di sempre maggiore artificializzazione del sistema.

Proseguendo il trend attuale la spiaggia continuerà ad erodersi di fronte alle barriere parallele, approfondendone il piede e quindi richiedendo ulteriori ingenti versamenti di massi per mantenerne l'efficacia. Anche la stabilità della spiaggia emersa, pur tamponata dai versamenti annualmente effettuati, è resa impossibile dalle forti correnti in uscita dai varchi tra le barriere in occasione delle mareggiate.

Il materiale in uscita continuerà in parte ad accumularsi all'imboccatura del porto in parte a perdersi verso profondità maggiori.

L'assetto attuale è talmente degradato ma allo stesso tempo consolidato che il ripristino delle condizioni ottimali, leggi demolizione delle scogliere e ricostruzione artificiale della spiaggia, è difficilmente perseguibile sia economicamente sia, probabilmente, dal punto di vista strettamente ambientale.

Ogni intervento futuro dovrà essere pensato avendo come fine ultimo il ripristino di condizioni accettabili per la stabilità della spiaggia e per la sua qualità, evitando ogni intervento che possa aggravare o irrigidire ulteriormente l'assetto attuale. Inoltre l'assetto finale a cui trapiandare dovrà essere tale da riuscire ad auto mantenersi richiedendo il minimo possibile di costi di manutenzione.

### 5.2. Tendenza evolutiva degli aspetti ambientali

La qualità delle acque appare buono e in equilibrio con lo status quo del paraggio.

Gli episodi di "mare sporco", in assenza di interventi di pulizia dai macrorifiuti delle aste fluviali, non sono destinati a cambiare in frequenza ed intensità rispetto allo stato attuale.

I popolamenti bentonici si trovano in buono stato di conservazione e in equilibrio con lo status quo del paraggio.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione della flora psammofila essa, risulta o assente o eccessivamente impoverita dalle operazioni di manutenzione e gestione della spiaggia emersa; la situazione è destinata a rimanere stabile o a peggiorare ulteriormente.

## 6. Pericolosità costiera e impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera

### 6.1. Pericolosità costiera

#### 6.1.1. Stima del run-up e fascia dinamica della spiaggia

La stima del run-up lungo l'arenile del paraggio di Chiavari, secondo l'approccio metodologico indicato nella relazione generale, è stata effettuata nell'intorno delle sezioni di spiaggia in corrispondenza dei capisaldi 305 e 306 individuati nell'ambito dei rilievi di spiaggia per lo studio Beachmed dal Dip.Te.Ris e riportati nella Carta C06 delle fasce dinamiche della spiaggia e della costa alta.

Le sezioni di spiaggia significative sono schematicamente raffigurate nelle figure sottostanti.

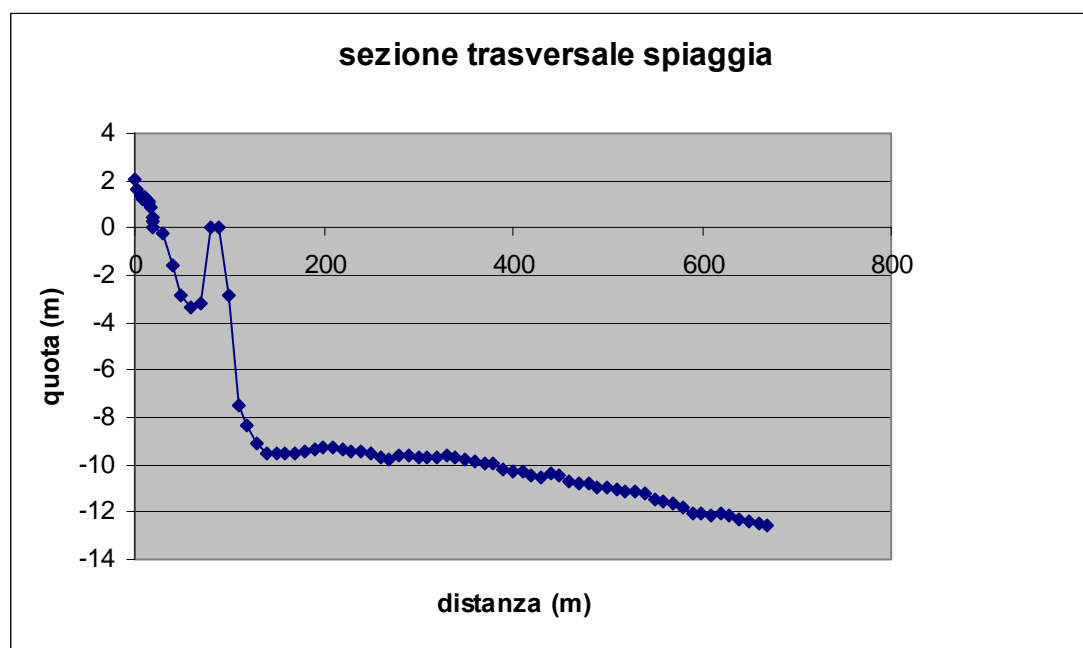


Figura 6.1: profilo della sezione di spiaggia considerata (305)

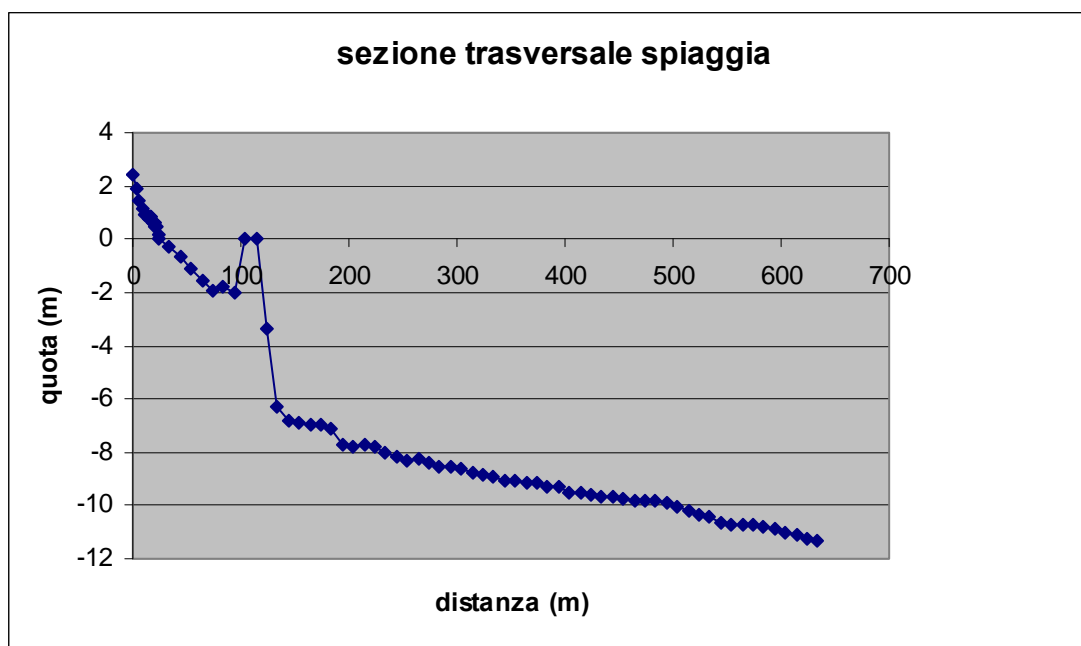


Figura 6.2: profilo della sezione di spiaggia considerata (306)

Il valore della pendenza della spiaggia emersa e sommersa utilizzato nel calcolo è quello interno alle barriere parallele emerse.

Dall'estrapolazione dei dati al frangimento si è valutato, per ciascuna delle tre direzioni di propagazione del moto ondoso, il valore massimo di run-up significativo sul litorale di Chiavari. Si riportano nella tabella 6.1 seguente i valori delle pendenze, delle profondità di chiusura e dei massimi valori di run-up in corrispondenza delle sezioni di spiaggia, per i periodi di ritorno 1 e 50 anni.

sezione	$T_R = 1$ anno			$T_R = 50$ anni		
	pendenza	profondità chiusura [m]	run up massimo [m]	pendenza	profondità chiusura [m]	run up massimo [m]
305	0.076	-9	2.7	0.076	-12	4.4
306	0.047	-9	1.7	0.047	-12	2.7

Tabella 6.1 valori della pendenza della spiaggia emersa e sommersa, della profondità di chiusura e del run-up massimo in corrispondenza della sezione di spiaggia.

Tali valori tuttavia sono stati ricavati dal massimo valore di altezza d'onda al frangimento che, mentre per periodi di ritorno pari ad un anno si verifica in corrispondenza delle barriere emerse e quindi il valore di run up associato può ritenersi il massimo compatibile che tiene comunque conto degli effetti indotti dall'opera sulle onde incidenti, per periodi di ritorno 50-ennali si verifica anche su profondità superiori e quindi il valore di run-up calcolato, relativo alla massima altezza frangente, non tiene di fatto conto degli effetti dissipativi indotti dalle opere. Pertanto per periodi di ritorno pari a 50 anni il valore massimo di run-up risulta sovrastimato, ma ai fini del calcolo delle fasce dinamiche può essere comunque considerato attendibile, in quanto la presenza di opere a tergo della spiaggia (muro della strada e della passeggiata) ostacola di fatto la risalita dell'onda e il tracciamento della fascia 50-ennale in corrispondenza di tali opere è indicativa solo del fatto che possono essere raggiunte dall'acqua durante tali mareggiate, anche se di fatto non è stimabile l'areale effettivo coinvolto dalla mareggiata.

Il valore del run-up utilizzato è quello massimo tra i valori relativi alle tre direzioni di propagazione del moto ondoso incidente. Nel caso specifico del paraggio di Chiavari tale valore corrisponde ad eventi con direzione al largo  $220^\circ N$ , rappresentativo dell'esposizione del paraggio e del fatto che si hanno per tale direzione i massimi valori di altezza d'onda al frangimento.

Al valore massimo di run-up ricavato per ciascuna sezione è stato aggiunto, ai fini della individuazione della quota di massima risalita del moto ondoso sul litorale sabbioso (e conseguentemente per la definizione della fascia dinamica della spiaggia emersa), il valore rappresentativo della variazione del livello idrometrico (dovuto a maree e sovralti) relativo ai periodi di ritorno considerati.

sezione	$T_R = 1$ anno	$T_R = 50$ anni
	run up massimo [m]	run up massimo [m]
305	3	4.9
306	2	3.2

**Tabella 6.2 valori del run-up massimo tenendo conto della variazione massima del livello idrometrico**

Tali valori, riportati nella tab.6.2, sono indicativi della quota raggiunta dalla risalita dell'onda e devono essere confrontati con la conformazione e l'orografia nel paraggio, con la configurazione della spiaggia emersa e con la presenza o meno di strutture a tergo, al fine dell'individuazione della fascia dinamica della spiaggia emersa.

### **Fascia dinamica della spiaggia**

Indicativamente si è giunti a definire le fasce dinamiche della spiaggia emersa considerando le soglie di risalita massima del moto ondoso, associate ai periodi di ritorno significativi pari a 1 e 50 anni, la conformazione reale della spiaggia emersa e sommersa, e la presenza di opere che ostacolano il flusso di risalita dell'onda.

La spiaggia più a levante, in appoggio al molo di sottoflutto del porto presenta un'ampiezza tale da consentire la naturale dissipazione dell'energia ondosa, mentre le spiagge protette dalle barriere emerse presentano ampiezze esigue e in genere non sufficienti a consentire la dissipazione del moto ondoso con periodo di ritorno annuale. Per periodi di ritorno superiori, la maggior parte della spiaggia presenta un'ampiezza insufficiente alla naturale dissipazione dell'energia ondosa. Il muraglione della passeggiata ne costituisce il limite artificiale e viene interessato dalle ondate meno frequenti (da spruzzi e allagamenti), quindi parte della strada, passeggiata soprastante è stata compresa nella perimetrazione della fascia dinamica B.

L'ampiezza delle fasce dinamiche della spiaggia sommersa è stata valutata in base all'individuazione delle profondità di chiusura in corrispondenza dell'inizio dei frangenti per i periodi di ritorno considerati, in uscita dall'applicazione del modello di propagazione del moto ondoso.

Nella tabella 6.3 vengono riportati i valori caratterizzanti la delimitazione delle fasce dinamiche (di spiaggia emersa e sommersa):

il limite lato mare è definito dalla profondità di chiusura della spiaggia sommersa;

il limite lato terra, definito in base alla risalita del moto ondoso sulla spiaggia emersa, è rappresentato dalla distanza dalla linea di riva.

Il valore del limite verso terra è puramente indicativo del limite dell'ampiezza della fascia dinamica sulla spiaggia emersa in quanto, specialmente per la fascia A tale limite esterno è stato rettificato in base alla presenza di opere che ostacolano la risalita dell'onda.

Caposaldo sezione di spiaggia	FASCIA DINAMICA A		FASCIA DINAMICA B	
	Limite verso mare – batimetrica (m)	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva (m)	Limite verso mare – batimetrica (m)	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva (m)
305	-9	30	-12	47
306	-9	20	-12	31

**Tabella 6.3 Sintesi delle fasce dinamiche della spiaggia**

Tali fasce sono raffigurate nella carta C 06 Carta delle fasce dinamiche e della costa alta in scala 1:5000.

### **6.1.2. Fascia di pericolosità della costa alta**

Il breve tratto di costa alta compreso nel paraggio costiero di Chiavari è costituito da falesia con problemi di stabilità ed un notevole accumulo di materiale detritico di origine gravitativa soggetto ad erosione al piede da parte del moto ondoso.

La nicchia di distacco delle frane si spinge a quota superiore ai 100 m, ed il ciglio della falesia attiva giunge a lambire la base del muraglione che sostiene la Chiesa della Madonna della Grazie a oltre 150 m di quota.

Pertanto gran parte della falesia è inserita in classe di suscettività al dissesto FAB1 o in FAA dove è riconosciuto un corpo di frana a tutti gli effetti.

Solo in corrispondenza di punta Chiappe la falesia è in condizioni di stabilità maggiore.

### **6.2. Impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera**

La qualità delle acque risulta talvolta abbassata dalla presenza di macrorifiuti galleggianti.

Nelle zone maggiormente riparate dalle barriere parallele a ponente del porto turistico lo scarso ricambio idrico e la presenza di idonei substrati favorisce la proliferazione occasionale di microalghe bentoniche che possono potenzialmente peggiorare la qualità delle acque di balneazione.

La presenza di flora psammofila risulta eccessivamente impoverita dalle operazioni di manutenzione e gestione della spiaggia emersa.

## 7. Rischio costiero

### 7.1. Rischio da eventi meteomarinari sulla spiaggia

La valutazione dei tratti a diverso rischio deriva dall'esame della presenza o meno di elementi a rischio ricadenti all'interno della perimetrazione delle fasce dinamiche, o lambiti dalle fasce stesse nel caso in cui questi ne costituiscano evidente ostacolo alla libera risalita del moto ondoso o che rappresentino elementi vulnerabili all'azione del moto ondoso a cui sono sottoposti. Il muro della passeggiata viene lambito, in alcune celle del litorale, dalla fascia dinamica A, costituendone di fatto il limite artificiale, e viene interessato per molti tratti dalla fascia dinamica B. Pertanto i tratti di litorale in corrispondenza delle barriere emerse, essendo la passeggiata e la strada retrostante elementi a rischio, ricadono in classi a rischio elevato, tranne un breve tratto che ricade in rischio molto elevato, in quanto le strutture sono interessate dalla perimetrazione della fascia A. Solo il tratto di spiaggia a ridosso del porto turistico è compreso in classe a rischio moderato.

Si riporta nella tabella 7.1 seguente la percentuale di occorrenza di ciascuna classe di rischio lungo i tratti di spiaggia del paraggio.

	lunghezza spiaggia [m]	rischio RS1 [%]	rischio RS2 [%]	rischio RS3 [%]	rischio RS4 [%]
Chiavari	1849	21	0	77	2

Tabella 7.1: percentuale dei tratti di spiaggia ricadenti nelle diverse classi a rischio.

### 7.2. Rischio da eventi meteomarinari sulla costa alta

In tutto il tratto di costa alta non sono presenti elementi a rischio, pertanto tutto il tratto è compreso in classe a rischio moderato. L'unico lembo a rischio elevato (RA3) è quello sottostante la chiesa della Madonna delle Grazie nei pressi del ciglio della falesia attiva, per la presenza delle strutture legate alla chiesa stessa.

	Superficie costa alta [m <sup>2</sup> ]	rischio RA0 [%]	rischio RA1 [%]	rischio RA2 [%]	rischio RA3 [%]	rischio RA4 [%]
Chiavari	68671	0	76	19	5	0

Tabella 7.2: percentuale delle diverse classi a rischio in costa alta.

### 7.3. Rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat marino costieri

Si rimanda a quanto già espresso al paragrafo 6.2.



## 8. Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano

La carta normativa del paraggio di Chiavari è stata redatta in base alle fasce dinamiche della spiaggia, alle fasce della costa alta e ai tratti di costa e fondale sensibile da tutelare. Le norme per il paraggio in esame, indicate nella carta dei regimi normativi, in scala 1:5000, riguardano gli aspetti di seguito elencati:

La spiaggia ricade in zone di fascia dinamica FDA e FDB.

Il tratto di costa alta ricade in FAA, FAB1 e FAB2.

Nel paraggio è presente un'area di spiaggia di ripristino ambientale per il ripristino della vegetazione psammofila, in corrispondenza della cella a ridosso del porto; l'ampiezza e le previsioni di sviluppo sono tali da permettere piccoli interventi di ripristino.

Il paraggio comprende un breve tratto di costa alta all'estremo ponente che risulta a trasformazione vincolata per la tutela di habitat marini di alto valore naturalistico.

## 9. Misure di intervento

A seguito delle analisi dello stato e della tendenza evolutiva del litorale si individuano i seguenti indirizzi di intervento che costituiscono norma di Piano ai sensi dell'art. 6 delle Norme di Attuazione.

In generale il paraggio nel suo complesso, dal punto di vista della dinamica costiera, appare in forte deficit sedimentario mentre il sistema di opere di difesa non è adeguato agli scopi ed ha generato una situazione della spiaggia sommersa estremamente critica.

Occorre pertanto una radicale revisione del sistema di difesa compatibile con le esigenze ambientali del sito. Nel breve termine sono consentiti solamente interventi di manutenzione secondo quanto disposto dall'art. 8 delle Norme di attuazione.

Il tratto di costa alta è soggetto ad erosione ma non sono presenti elementi a rischio salvo la chiesa delle Grazie, sul limite superiore della falesia attiva, che va monitorata.

Pertanto il quadro degli interventi per il paraggio è il seguente:

### **interventi costa bassa e costa alta**

- Ripristino del sistema spiaggia come principale opera di difesa del litorale. Per ottenere questo obiettivo occorre smantellare le scogliere parallele e ricostruire un profilo di spiaggia in grado di dissipare interamente l'energia del moto ondoso. Con i profili di spiaggia sommersa attuali si stima un quantitativo minimo di materiale di ripascimento, di adeguata granulometria, compreso tra 200 e 300 m<sup>3</sup> per metro lineare di spiaggia, vale a dire circa 400.000 m<sup>3</sup> di ghiaia e sabbia. In funzione della granulometria del materiale versato occorre anche studiare eventuali opere di contenimento laterali (pennelli o simili) in grado di limitare lo spostamento longitudinale dello stesso, che è maggiore quanta maggiore è la granulometria. Il reperimento di un tale quantitativo di materiale di buona qualità non è senz'altro facile. Nella zona prospiciente la foce dell'Entella è presente un accumulo prelevabile di entità paragonabile (vedi paraggio Foce Entella) ma possono essere prese in considerazione anche eventuali altre fonti per esempio in caso di disponibilità di grandi volumi di smarino per opere in progetto nei prossimi anni (p.es. gronda autostradale di levante ecc.). In tal caso il materiale andrà comunque selezionato, ed eventualmente trattato per ottenere la tessitura ottimale e per raggiungere gli standard di compatibilità ambientale sul materiale pelitico; a queste condizioni l'intervento risulta compatibile con la salvaguardia dei popolamenti bentonici, dominati da associazioni piuttosto resistenti e adattabili rispetto a episodi di stress sedimentario. L'intervento è anche finalizzato a migliorare la circolazione e il ricambio dell'acqua in prossimità della costa in modo da avviare o comunque limitare la problematicità della presenza di eventi di fioritura di *Ostreopsis ovata*.
- L'evoluzione naturale della costa alta non va contrastata da opere di consolidamento, in ragione dell'assenza di elementi a rischio. Va tenuta comunque monitorata l'eventuale evoluzione verso l'alto della falesia sottostante la chiesa della Madonna delle Grazie.

### **interventi naturalistico ambientali**

- Pulizia dai rifiuti dei corsi d'acqua locali, in particolare il torrente Rupinaro, al fine di contrastare gli episodi di "mare sporco"
- interventi di controllo di eventuali scarichi non collettati o di adeguamento fognario presso i corsi d'acqua locali
- Ricostruzione presso l'area di spiaggia di ripristino ambientale di habitat legati alle dune costiere.