REGIONE LIGURIA

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 Bagno delle Donne – da Punta Pedale al porto di Santa Margherita

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	9
3.4.	Morfologia ed evoluzione della spiaggia sommersa	10
3.5.	Aspetti sedimentologici	11
3.6.	Bilancio sedimentario	11
4.	Aspetti naturalistici ambientali	12
4.1.	Qualità delle acque	12
4.2.	Habitat marini	12
4.3.	Habitat costieri	13
5.	Sintesi dei processi costieri	14
5.1.	Tendenza evolutiva del litorale	14
5.2.	Tendenza evolutiva degli aspetti ambientali	14
6.	Pericolosità costiera e impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera	15
6.1.	Pericolosità costiera	15
6.2.	Impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera	18
7.	Rischio costiero	19
7.1.	Rischio da eventi meteomarini sulla spiaggia	19
7.2.	Rischio da eventi meteomarini sulla costa alta	19
7.3.	Rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat marino costieri	19
8.	Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano	20
9.	Misure di intervento	21

1. Inquadramento generale

1.1. Inquadramento geografico

Il tratto di costa che va dalla diga foranea di Santa Margherita a punta Pedale prende il nome dalla località Bagno delle Donne ed è un tratto di costa alta, seppur molto antropizzata, che è difficile definire come paraggio costiero in senso stretto in quanto la falesia si immerge piuttosto ripida fino a profondità in cui non vi è movimentazione sensibile del sedimento da parte del moto ondoso.
Dalla radice della diga foranea per circa 500 m verso sud però è stata realizzata artificialmente una spiaggia contenuta da numerose opere trasversali che, a causa della favorevole esposizione e dell'appoggio costituito dalla diga stessa, riesce a mantenersi in precario equilibrio e costituisce un'importante risorsa per le attività balneari del Comune.
Proseguendo verso sud, il restante tratto, fino a punta Pedale, era costituito in origine da falesia quasi verticale ma attualmente è quasi completamente artificializzato dalle opere di contenimento della strada litoranea e dalle scogliere a protezione del terrapieno artificiale di punta Pedale.
Lo sviluppo totale del paraggio è di circa 1 km ed è interamente compreso nel territorio comunale di Santa Margherita Ligure.
Non vi sono corsi d'acqua che sfociano nel paraggio.

1.2. Evoluzione storica del litorale

La storia di questo tratto di costa può essere ricostruita attraverso numerosi documenti cartografici e fotografici d'epoca ed è strettamente legata all'evoluzione degli insediamenti umani che, da villaggi di pescatori, hanno portato Santa Margherita e Portofino ad essere tra le più conosciute località turistiche del mondo.
Le carte del Vinzoni (1773) e la Gran Carta degli Stati Sardi (1854) mostrano la costa nelle sue condizioni originali, ancora senza interventi antropici.
Il primo intervento di artificializzazione della costa è costituito dalla costruzione della strada litoranea da Santa Margherita a Portofino, avvenuta nella seconda metà dell'800.
Allo stesso periodo risale la costruzione del primo tratto del molo foraneo che protegge la baia di Corte e comincia a delimitare il paraggio verso nord.
A partire dagli anni '50 del '900 fu istituita una discarica di inerti a punta Pedale, inizialmente non protetta, che in oltre un decennio di attività costituì un grande terrapieno e contribuì alla creazione delle spiagge tra la punta Bagno delle Donne e il porto.
La discarica fu chiusa nella seconda metà degli anni '60. Attualmente (2009) si è appena concluso un intervento di ampliamento e stabilizzazione del terrapieno di punta Pedale che è stato utilizzato per la costruzione di un impianto di depurazione in sotterraneo.



Figura 1.1 **Veduta della spiaggia dalla diga foranea agli inizi del ‘900.**

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

2.1. Esposizione del paraggio

Il paraggio di Bagno delle Donne è orientato secondo i mari da Scirocco e risulta fortemente ridossato ai mari da Libeccio, per la schermatura offerta dal promontorio di Portofino. I valori caratteristici degli eventi ondosi, considerati nell'analisi della propagazione del moto ondoso incidente, sono riferiti alla stazione situata a –28 m di profondità.

2.2. Analisi meteo marine sottocosta

L'analisi della propagazione del moto ondoso sotto costa 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 –30 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.

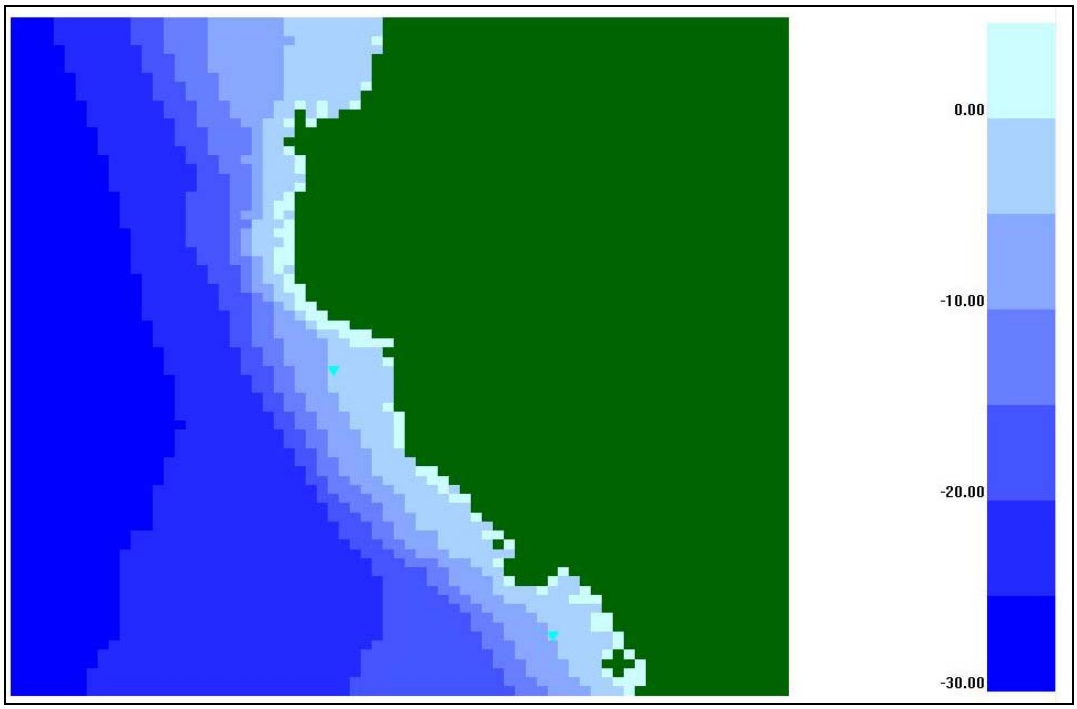


Figura 2.1 **Griglia a maglia 10mx10m utilizzata dal codice di calcolo per la propagazione nel paraggio di Bagno delle Donne.**

La parte della spiaggia più a ridosso del molo di sopraflutto del porto di Santa Margherita ligure è stata considerata nella griglia di propagazione del moto ondoso nel paraggio di Santa Margherita a cui si rimanda per la visione della griglia e delle indicazioni delle ortogonali e altezze d'onda, di seguito analizzate.

La stazione di ingresso per la propagazione a scala di dettaglio è posizionata a –28 m,e situata in posizione abbastanza centrale rispetto alla griglia creata, 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 degli spettri nella stazione di input alla modellazione a scala di dettaglio, sono molto simili per i tre valori al largo considerati. Inoltre per l'accentuato fenomeno della rifrazione e della diffrazione, dovute alla conformazione batimetrica e alla schermatura del promontorio di Portofino, per i mari da Libeccio i valori delle altezze d'onda risultano molto attenuate.

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	Covo Nord Est	20	1517438	4907756	-28	2,2	7,9	143	1,5	7,2	151	0,7	9,7	160
50 anni	Covo Nord Est	20	1517438	4907756	-28	4,5	12,2	141	2,8	11	147	1,2	12,2	155

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.

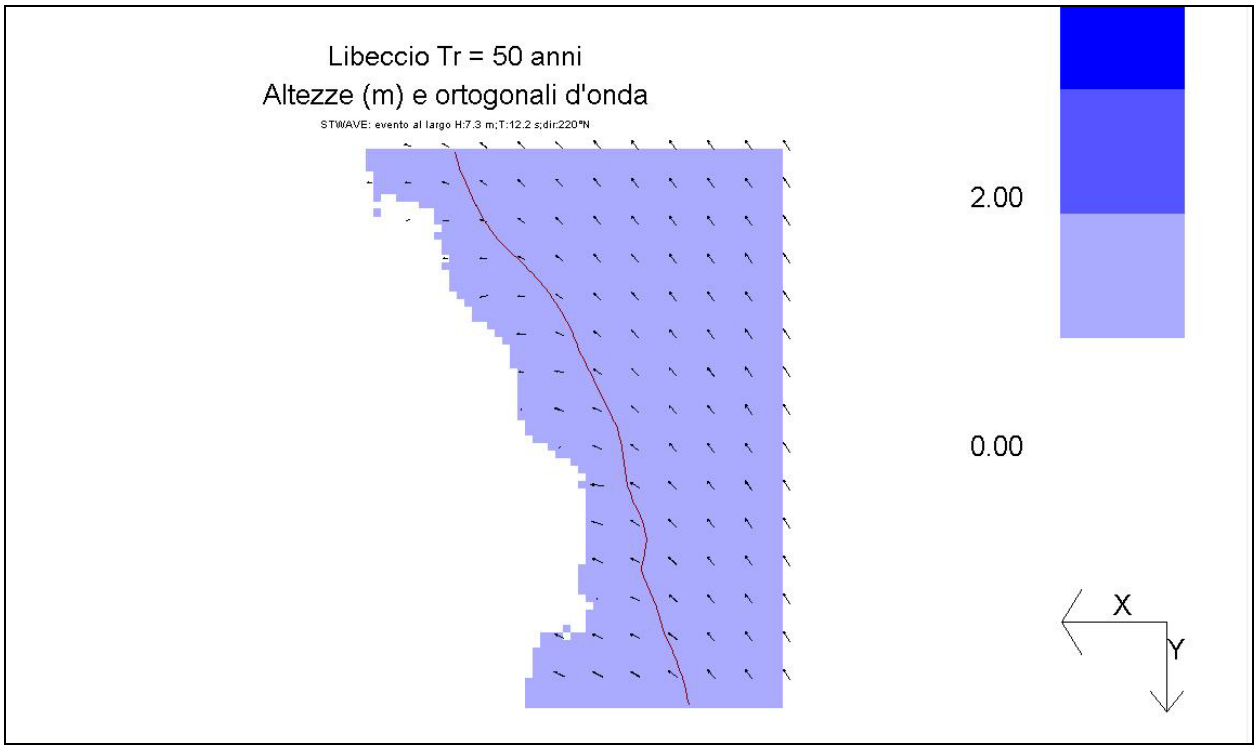


Figura 2.2 *Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 220°N (in rosso isobatimetriche).*

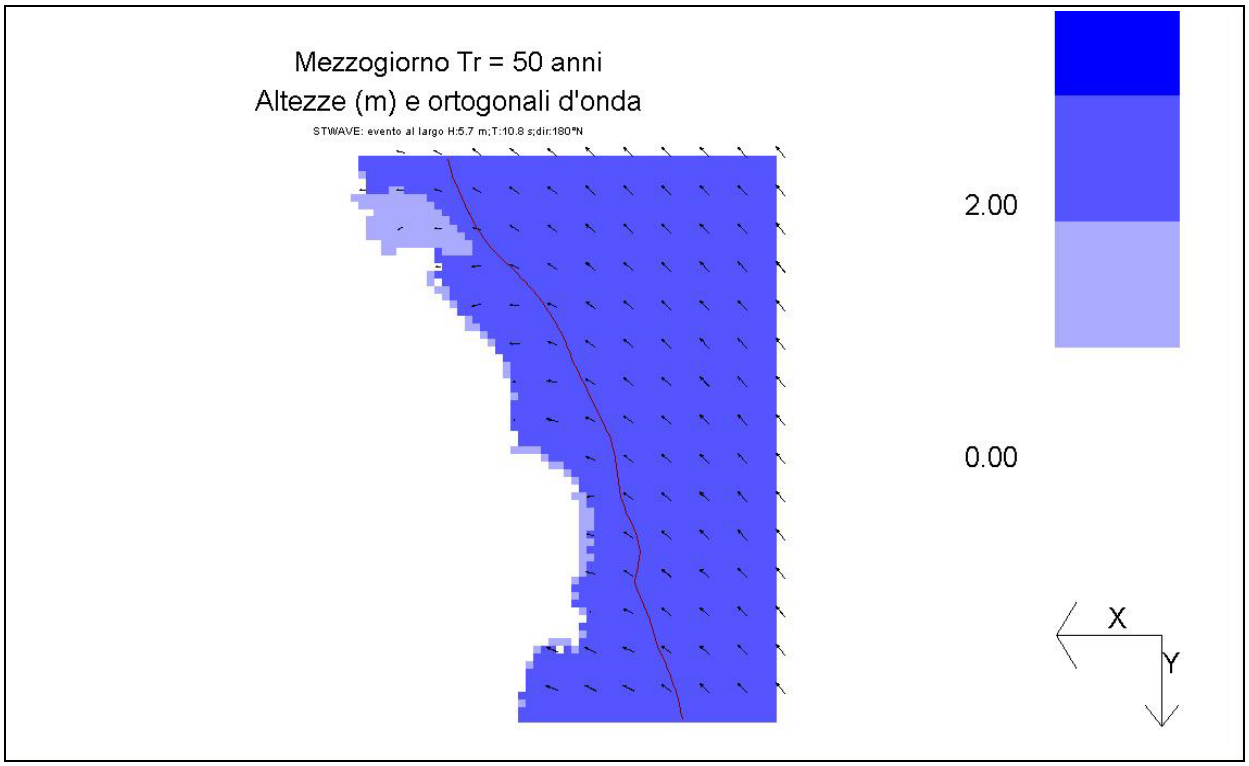


Figura 2.3 *Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 180°N (in rosso isobatimetriche).*

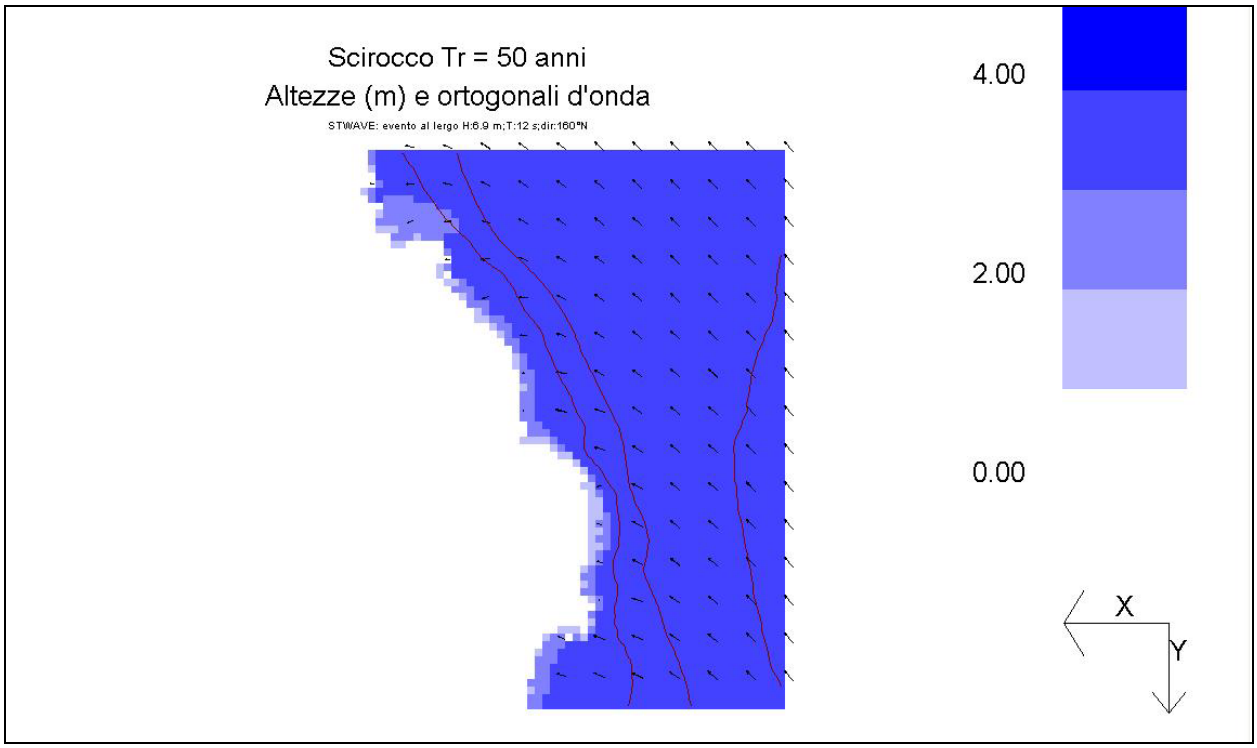


Figura 2.4 *Direzioni dei fronti d'onda e variazione altezze d'onda per evento al largo con periodo di ritorno 50-ennale e direzione 160°N (in rosso isobatimetriche).*

Le ortogonali d'onda, per le tre direzioni di provenienza del moto ondoso, presentano la stessa disposizione all'interno del paraggio, sulle basse profondità, e tendono a disporsi ortogonali alla costa. Si differenziano unicamente per i valori di altezza d'onda, che si presentano maggiori per la direzione da Scirocco, essendo il paraggio orientato secondo questa direttrice.

In corrispondenza di Punta Pedale e della Punta Bagno delle Donne convergono leggermente, indicando una maggior concentrazione di energia ondosa. Una leggera convergenza delle ortogonali d'onda si manifesta anche in corrispondenza del radicamento del molo di sopraflutto del porto (vedi paraggio di Santa Margherita Ligure).

2.3. Frangimento

L'individuazione della zona dei frangenti per il paraggio di Bagno delle Donne è stata condotta, per le tre direzioni di propagazione del moto ondoso, in base alle risultanze del modello 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. Per la direzione da scirocco si riscontrano i valori maggiori di altezza d'onda e quindi i valori maggiori di altezza d'onda frangente. La profondità di inizio frangimento massima va dai 3 ai 2 metri per eventi annuali e dagli 8 ai 7 metri per eventi con periodo di ritorno 50-ennale.
Per la direzione da Libeccio le altezze d'onda al frangimento sono più basse e la zona di inizio frangimento è intorno ad 1 m di profondità, molto vicino alla costa, per gli eventi annuali e inferiore ai 2 metri di profondità per quelli 50-ennali.
Nella carta di sintesi dei processi costieri "C 05" vengono riportate le surf zone (zone dei frangenti) cumulate delle aree di frangimento relative alle tre direzioni di propagazione del moto ondoso, associate ai periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni.

2.4. Bacini versanti

Non sono presenti bacini versanti.

3. Aspetti geomorfologici e sedimentologici

3.1. Costa alta

L'intero tratto di costa alta afferente il paraggio di Bagno delle Donne è costituito da costa alta impostata sulla formazione geologica dell'Antola, costituita da flysch calcareo-marnoso. Nel settore settentrionale del paraggio la costa è fortemente antropizzata e la morfologia originale è alterata dagli interventi antropici, mentre nel settore meridionale, tra punta Bagno delle Donne e punta Pedale la falesia è pressoché verticale e raggiunge una quota di circa 75 m in corrispondenza della punta suddetta.
In ogni caso tra la falesia e il mare è presente la strada costiera che conduce a Portofino lungo tutto il tratto di falesia, pertanto la linea di riva è costituita dal muraglione della litoranea, con l'eccezione di alcuni blocchi di dimensioni decametriche che orlano la strada verso mare.

3.2. Costa bassa

All'interno del paraggio non vi sono tratti di costa bassa, in senso stretto. Nel settore settentrionale del paraggio, tuttavia, la presenza di spiagge sia pure di origine artificiale, caratterizza morfologicamente la costa e rende il settore appoggiato alla diga foranea del porto assimilabile ad un tratto di costa bassa.

3.3. Morfologia ed evoluzione della spiaggia emersa

Come detto nel paragrafo introduttivo la spiaggia, o meglio, le spiagge, che si estendono tra la diga foranea del porto e la punta Bagno delle Donne, sono di origine completamente artificiale.
Nella foto aerea del 1944 esisteva solamente il primo abbozzo del molo foraneo portuale, e la spiaggia era una sottile falcatura alla radice di questo, sviluppata per un centinaio di metri ed ampia al massimo una trentina.
Tra il 1944 ed il 1973 avvengono le maggiori trasformazioni della costa. Infatti viene raddoppiata la lunghezza della diga foranea portuale e viene realizzata la grande discarica di punta Pedale. A seguito degli ingenti versamenti effettuati e del nuovo appoggio a nord, la spiaggia risulta avanzata da 15 a 30 metri circa alla radice del molo.
Inoltre si è creata una spiaggia completamente ex-novo tra il Miramare a la punta Bagno delle Donne, per uno sviluppo di 300 m ed un'ampiezza di 40 m. Nella zona antistante il Miramare vengono anche realizzati un pennello ed una scogliera parallela che contribuiscono a trattenere il materiale in transito verso nord.
Il fotogramma del 1983 a disposizione non è utilizzabile per confronti, quindi si è utilizzata la foto del 1993, con un intervallo di 20 anni dalla precedente.
In questa si nota come la costruzione di un pennello all'estremo sud della spiaggia ha determinato l'avanzamento di circa 5 m della spiaggia nella cella più meridionale, e l'arretramento medio di 15 m nella cella immediatamente a nord.
La zona antistante il Miramare rimane sostanzialmente stabile, anche perché racchiusa tra strutture fisse.
La spiaggia appoggiata alla diga foranea portuale vede un arretramento medio di una decina di metri e la costruzione di tre moli in calcestruzzo nel settore meridionale che hanno lo scopo di contenere l'erosione limitando il transito dei sedimenti verso nord.
La foto del 2003 presenta ulteriori nuove opere rigide di contenimento dei sedimenti che rendono la spiaggia praticamente pensile. Nel settore meridionale il pennello che delimita l'ultima cella viene allungato ed arcuato diventando praticamente una scogliera parallela. La linea di riva avanza di

ulteriori 10 m ma la spiaggia non può più essere chiamata tale in quanto rimane sospesa sulla scogliera.
Nella cella tra questa scogliera e la scogliera del Miramare vengono costruiti due nuovi pennelli lunghi una quindicina di metri che frammentano ulteriormente la spiaggia mentre la linea di riva rimane stabile.
Nella zona di fronte al Miramare vengono rinforzate ed ampliate tutte le opere rigide, generando un lieve avanzamento della linea di riva, sempre sotto forma di spiaggia pensile.
La cella appoggiata al molo portuale viene ulteriormente suddivisa e irrigidita. In particolare tutto il settore meridionale diviene pensile a causa delle scogliere parallele, mentre verso la diga foranea viene costruito un nuovo pennello che consente l'avanzamento del tratto di spiaggia sopraflutto di 6-7 m.
Dal 2003 ad oggi le spiagge sono mantenute con versamenti stagionali di ripascimento dell'ordine dei 1000-2000 m^3 annui, volti soprattutto a ripristinare i volumi trascinati oltre le scogliere dalle mareggiate invernali.

Come si è visto la spiaggia emersa ha subito un'evoluzione recente che ha portato ad una quasi completa artificializzazione della linea di riva tanto che ormai non è quasi più possibile parlare di spiaggia in senso stretto.
La linea di riva è un insieme caotico di strutture rigide di tutte le forme e dimensioni costruite in tempi successivi senza il minimo progetto d'insieme, che possono mantenersi moderatamente stabili solamente grazie all'esposizione di questo tratto di costa, molto riparata da libeccio.



Figura 3.1 ***Le spiagge antistanti il Miramare (Foto prospettiche R.L. – 2008)***

3.4. Morfologia ed evoluzione della spiaggia sommersa

Il paraggio costiero di Bagno delle Donne, come si è visto nei paragrafi precedenti, non ha spiagge naturali e presenta una morfologia dei fondali caratterizzata da falesia quasi verticale che si immerge rapidamente fino a profondità notevoli (fino a 25 m davanti a punta Pedale).

Anche davanti alle spiagge l'isobata dei –15 m, che rasenta il piede della diga foranea portuale, si mantiene ad un centinaio di metri dalla linea di battigia dando luogo a pendenze della spiaggia sommersa dell'ordine del 15%.
Questa morfologia particolare è dovuta a due effetti concomitanti: gli ingenti versamenti effettuati nel secolo scorso e la non elevata energia del moto ondoso dovuta alla posizione ridossata di questo tratto di costa. In questo modo il materiale versato si è distribuito verso nord per effetto delle mareggiate da scirocco mantenendosi nella fascia prossimale della spiaggia e generando una sorta di raccordo tra la falesia ed il fondale.
Ancora più evidente è il limite a mare del riempimento generato dalla discarica di punta Pedale nella zona tra la punta stessa e punta Bagno delle Donne. Qui si nota la scarpata formata dal materiale di discarica che si estende fino ad oltre 20 m di profondità.
Con questa situazione morfologica è chiaro che la spiaggia sommersa vera e propria risulta confinata nella zona più prossimale e si può definire praticamente "sospesa" in analogia con quella emersa. Anche eventuali morfologie particolari, come canali di rip current, non sono rilevabili.
I rilievi storici, vista la vicinanza con la falesia e la ripidità della spiaggia sommersa, non sono confrontabili in maniera attendibile con quelli attuali ma denotano almeno qualitativamente il progradare della fascia prossimale dovuto ai versamenti di cui sopra.

3.5. Aspetti sedimentologici

Non sono stati prelevati campioni di spiaggia sommersa.
La spiaggia emersa può essere divisa in due settori con caratteristiche lievemente differenti, come ben evidenziato dalle analisi granulometriche (Studio Dipteris, 2006).
La spiaggia appoggiata alla diga portuale è più esposta alle mareggiate ed è costituita da un sedimento ghiaioso con D50 = 3.2 mm, moderatamente classato, asimmetrico con coda fine.
La spiaggia di Bagno delle Donne, meno esposta all'energia del moto ondoso, è invece decisamente bimodale, con una componente grossolana ed una componente sabbiosa che generano un sedimento misto con granulometria media inferiore alla precedente.
La ragione di questo è da ricercarsi nei versamenti di materiale fine che vengono effettuati annualmente per migliorare la qualità della spiaggia a fini balneari.

3.6. Bilancio sedimentario

Il paraggio non riceve apporti naturali, non essendovi corsi d'acqua che vi sfociano ed essendo i tratti di falesia completamente consolidati da opere antropiche.
Il bilancio naturale è dunque negativo per il fatto che il materiale della spiaggia sospesa tende ad essere trasportato oltre la scarpata e scendere verso il fondale. Sulla base delle considerazioni finora effettuate il saldo negativo dei sedimenti della spiaggia può essere stimato in alcune migliaia di m^3 annui, accentuato dalla grande quantità di opere riflettenti presenti sulla linea di costa nonostante l'esposizione al moto ondoso favorevole.

4. Aspetti naturalistici ambientali

4.1. Qualità delle acque

4.1.1. Stato

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") nel sito di controllo.
Per le acque del largo i dati del monitoraggio effettuato ai sensi del Testo Unico sulle Acque denotano invece ottimali situazioni per quanto riguarda lo stato trofico e l'ossigenazione delle acque.
La qualità delle acque risulta frequentemente 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 12.300 abitanti equivalenti, con picco estivo di circa 33.800 A.E.; l'agglomerato comprende i comuni di Santa Margherita Ligure e Portofino.
Il trattamento comprende unicamente una fase di pretrattamento da cui il refluo è convogliato a mare tramite condotta sottomarina, ad una distanza dalla costa di 2230m e alla profondità di 41m; tali condizioni risultano adeguate per garantirne una efficace diluizione.
La portata dello scarico è di circa 4500m^3 al giorno.
La condotta attiva è affiancata da una seconda di emergenza, di breve lunghezza.
Il recapito di acque fognarie in mare è possibile solo in caso di gravi disservizi del sistema di collettamento costiero che trasporto i liquami fognari al depuratore di Santa Margherita.
Gli episodi di "mare sporco" non hanno probabilmente cause locali; anche ipotizzando una concausa dovuta all'insufficiente grado di trattamento tale possibilità è destinata ad essere esclusa in futuro.

4.2. Habitat marini

4.2.1. Stato

Costa
Questo tratto di costa non presenta caratteri di particolare naturalità essendo stato in passato profondamente trasformato dalla realizzazione di terrapieni costieri e discariche di materiali inerti.
Il tratto meridionale del paraggio merita una particolare considerazione in quanto vi sono rimasti a basse profondità alcuni frammenti di prateria di Posidonia oceanica, in parte su roccia, che mantengono ancora qualche potenzialità di ripresa.

Fondali
In questo paraggio le informazioni dell'Atlante regionale vengono fondamentalmente confermate; ampie superfici di matte morta ancora rinvenibili testimoniano la presenza di un antico posidonieto oggi quasi del tutto scomparso, probabilmente a causa dello stress sedimentario indotto artificialmente nel secolo scorso dalla realizzazione di riempimenti e discariche di materiali terrigeni; sopravvivono, nel settore meridionale, alcune piccole formazioni superficiali di *Posidonia oceanica*, che occupano nel complesso circa 0,5 ha compresi tra 4 e 6 m di profondità, a contatto con ampie superfici di matte morta.

SIC marini

Le piccole aree di posidonia non sono comprese nel SIC IT 1332674 “Fondali Monte di Portofino” in relazione alla limitata estensione ed al mediocre stato di conservazione; non si ravvisa l’opportunità di un futuro inserimento.

4.2.2. Pressioni e impatti

I fondali del paraggio presentano limitate superfici di habitat potenzialmente sensibili alla presenza di ormeggi ed ancoraggi di imbarcazioni da diporto, ma attualmente la loro densità non risulta critica.

Lo scarico dei reflui civili dell’agglomerato avviene in mare, tramite condotta sottomarina, ad una distanza dalla costa di 2230 m e alla profondità di 41 m; in queste condizioni non si ravvisano criticità per i popolamenti marini.

Il Comune di Santa Margherita Ligure realizza abitualmente il ripascimento stagionale dei tratti di costa a sud del porticciolo turistico; dal molo di sopraflutto del porticciolo a Punta Pedale gli interventi interessano spiagge relativamente ampie e stabili; la quantità e la qualità dei materiali impiegati non implicano criticità per gli habitat marini.

4.3. Habitat costieri

Nel paraggio non sono presenti spiagge o corsi d’acqua significativi per la presenza di habitat legati alla vegetazione psammofila o alle foci fluviali.

5. Sintesi dei processi costieri

L'intero paraggio di Bagno delle Donne è molto protetto dalle ondazioni di libeccio per cui la dinamica sedimentaria è indotta quasi esclusivamente dai mari di scirocco e, in misura minore, di mezzogiorno.
La deriva litoranea è diretta univocamente da sud verso nord e si esplica nella fascia immediatamente a ridosso della linea di riva e sulla spiaggia emersa, ostacolata dai numerosi aggetti artificiali che ne limitano lo spostamento dei sedimenti.
Il trasporto sedimentario reale è quindi assai limitato, sia per la scarsa disponibilità di sedimenti, sia a causa delle opere che sezionano fortemente la spiaggia emersa.

5.1. Tendenza evolutiva del litorale

In assenza di versamenti artificiali e di opere la situazione è destinata a riequilibrarsi attraverso l'erosione della spiaggia ed il graduale deperimento delle opere marittime presenti. I semplici interventi di manutenzione possono solo tamponare la situazione erosiva ma non possono modificare il trend attuale, inoltre diverranno sempre più onerosi. Solo con una revisione completa dell'assetto delle opere marittime e delle spiagge è possibile pensare di stabilizzare il paraggio minimizzando impatti e costi di manutenzione.

5.2. Tendenza evolutiva degli aspetti ambientali

La qualità delle acque appare ottimale ed in equilibrio con lo status quo del paraggio.
La comparsa di fenomeni di "mare sporco" è destinata a perdurare in assenza di interventi nei limitrofi paraggi che rappresentano fonti potenziali di contaminazione.
Per quanto riguarda gli habitat marini la situazione appare in equilibrio con possibili trend di miglioramento dovuti alla cessazione delle pressioni storiche (discariche di inerti).

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 Bagno delle Donne, secondo l'approccio metodologico indicato nella relazione generale, è stata effettuata nell'intorno delle sezioni di spiaggia in corrispondenza dei capisaldi 296, 297 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 sono schematicamente raffigurate nelle figure sottostanti.

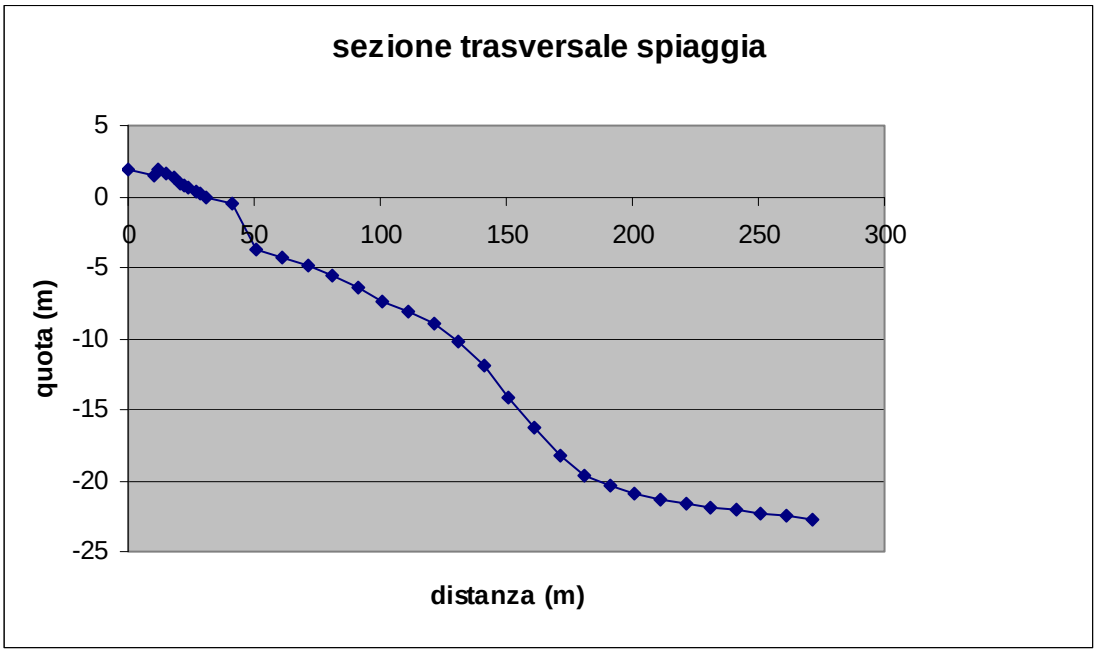


Figura 6.1: profilo della sezione di spiaggia considerata (296)

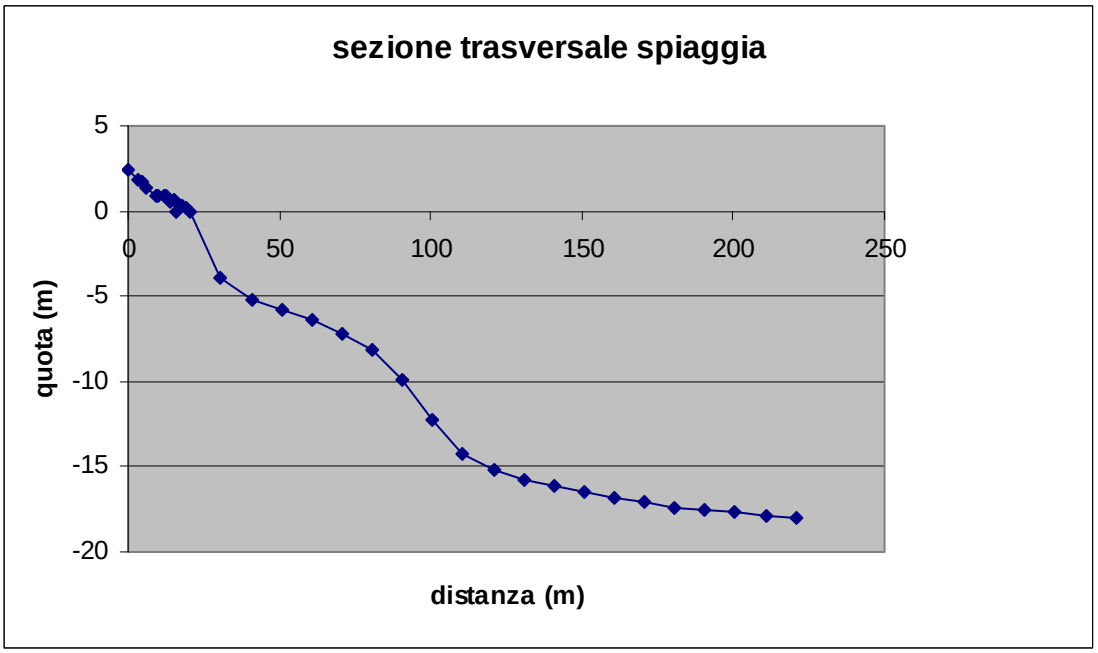


Figura 6.2: profilo della sezione di spiaggia considerata (297)

Il valore della pendenza della spiaggia emersa e sommersa considerato è quello medio tra la quota massima della spiaggia emersa e la profondità di chiusura individuata dall'inizio della zona dei frangenti.
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. Si riportano nella Tabella 6.1 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.

	T_R = 1 anno			T_R = 50 anni		
sezione	**pendenza**	**profondità chiusura [m]**	**run up massimo [m]**	**pendenza**	**profondità chiusura [m]**	**run up massimo [m]**
296	0.09	-3	1.7	0.09	-9	4.2
297	0.093	-3	1.8	0.093	-7	4.4

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.

La spiaggia nel suo complesso (emersa e sommersa) presenta una pendenza accentuata, il cui utilizzo nel calcolo del run-up porta a valori di risalita poco realistici, che sovrastimano il fenomeno. Per questo motivo la pendenza utilizzata è stata valutata considerando non la profondità di inizio frangimento per i due periodi di ritorno considerati, ma la profondità in cui la spiaggia sommersa varia la sua pendenza, situata più al largo della profondità di frangimento.

La profondità di chiusura considerata è quella in corrispondenza della quale inizia il frangimento, in uscita dal modello matematico.

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 Bagno delle Donne tale valore corrisponde ad eventi con direzione al largo 160°N, rappresentativo dell'esposizione del paraggio e dei 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 sovralzi) relativo ai periodi di ritorno considerati.

sezione	T_R = 1 anno	T_R = 50 anni
	run up massimo [m]	run up massimo [m]
296	2	4.7
297	2.1	4.9

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 da confrontare 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 di individuare la 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.

L'ampiezza della spiaggia non sempre risulta essere sufficiente per la risalita dell'onda annuale e la sua dissipazione, che lambisce alcuni stabilimenti balneari e muretti realizzati sulla spiaggia emersa.

L'ampiezza delle fasce dinamiche della spiaggia sommersa sono state valutate 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 (del 2003).

	FASCIA DINAMICA A		FASCIA DINAMICA B	
Caposaldo sezione di spiaggia	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)
296	-3	22	-9	50
297	-3	18	-7	40

Tabella 6.3 Sintesi delle fasce dinamiche della spiaggia

Tali valori sono stati confrontati con la conformazione costiera e adeguati cartograficamente, come riportato nella carta C 06 Carta delle fasce dinamiche e della costa alta (in scala 1:5000).

In corrispondenza di punta pedale non sono state individuate fasce dinamiche per la presenza della scogliera radente.

6.1.2. Fascia di pericolosità della costa alta

La costa alta è delimitata verso mare dai muraglioni della strada litoranea costruiti sulla falesia stessa.

Non sono presenti fenomeni franosi di dimensioni cartografabili, pertanto tutto il tratto di costa è classificato in FAB solamente fino al limite del muraglione, in assenza di elementi conoscitivi di dettaglio.

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

Non si ravvisano criticità.

7. Rischio costiero

7.1. Rischio da eventi meteomarini 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 a seguito dell'azione del moto ondoso a cui sono sottoposti. Il tratto di costa con edifici lambiti dalla fascia dinamica A rientrano in classi a rischio elevato (in corrispondenza dei cantieri), mentre i restanti tratti in cui le strutture (strada e caseggiati) sono lambite dalla fascia B, rientrano in classi a rischio medio.
Il peso di ciascun tratto di litorale ricadente in ciascuna classe di rischio viene ricavato, all'interno del paraggio di Bagno delle Donne, in base alla percentuale di spiaggia interessata da ciascuna delle classi a rischio individuate. Si riportano nella tabella 7.1 seguente le percentuali di occorrenza di ciascuna classe di rischio di spiaggia per il paraggio di Bagno delle Donne.

	lunghezza spiaggia [m]	rischio RS1 [%]	rischio RS2 [%]	rischio RS3 [%]	rischio RS4 [%]
Bagno donne	611	0	22	69	9

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

7.2. Rischio da eventi meteomarini sulla costa alta

Tutto il tratto di falesia attiva compreso nel paraggio è caratterizzato dalla presenza dei muraglioni che limitano la strada litoranea costruiti direttamente sulla falesia sottoposti direttamente dall'attacco del moto ondoso.
Pertanto l'intero tratto ricade in zona di rischio elevato (RA3).
Nella mappatura dei tratti a rischio non è stato considerato il tratto di costa in corrispondenza del riempimento a mare di Punta Pedale in quanto costituito da una scogliera radente artificiale.

	Superficie costa alta [m^2]	rischio RA0 [%]	rischio RA1 [%]	rischio RA2 [%]	rischio RA3 [%]	rischio RA4 [%]
Bagno donne	3908	0	64	0	0	36

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

Non si ravvisano criticità.

8. Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano

La carta normativa del paraggio di Bagno delle Donne 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, FDB e un'area limitata in FDC.
La costa alta, ricade in fascia di falesia attiva FAB, comprendendo la strada litoranea e la zona soprastante.
La parte meridionale del paraggio risulta a trasformazione vincolata per la presenza di habitat 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 presenta un forte grado di artificializzazione che accentua le problematiche di erosione marina e pregiudica il raggiungimento di una situazione di equilibrio generale. Pertanto l'assetto della spiaggia andrebbe rivisto completamente con l'obiettivo di realizzare una spiaggia stabile e sufficientemente ampia da poter sopportare attacchi ondosi di qualunque forza, prevedendo inoltre la demolizione delle strutture riflettenti esistenti nella fascia dinamica come da art. 8 delle Norme di attuazione.
Per quanto riguarda la costa alta non sussistono elementi di rischio tali da poter giustificare interventi massicci sulle opere di difesa della strada litoranea, pertanto sono consentiti solamente interventi di manutenzione secondo quanto disposto dall'art. 10 delle Norme di attuazione.
Dal punto di vista ambientale, il miglioramento delle acque in merito al fenomeno periodico dei rifiuti galleggianti è perseguibile attraverso interventi nei paraggi limitrofi, in particolare quelli ove recapitano i principali corsi d'acqua.

Nel dettaglio il quadro degli interventi per il paraggio è il seguente:

interventi costa bassa e costa alta

- Settore settentrionale: In tale tratto si può ottenere un'ampia spiaggia mediante l'allungamento del pennello radicato alla diga foranea associato ad ripascimento strutturale di materiale adeguato per la stabilità della spiaggia (tale almeno da far avanzare la spiaggia di 20 metri) con eliminazione dei pennelli intermedi esistenti (versamento di circa 30.000 ÷ 40.000 m^3).
- Settore meridionale: il mantenimento e l'ampliamento della spiaggia sono ottenibili tramite la rivisitazione delle opere attuali, trasformandole in strutture di appoggio omogeneamente ed opportunamente distanziate tra di loro ed associandole ad un ripascimento strutturale della spiaggia, la cui volumetria va calcolata in funzione del nuovo assetto delle strutture.