REGIONE LIGURIA

PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO

AMBITO COSTIERO 08

Unità fisiografiche del Centa, Centa Sud e Maremola

ART. 41 LEGGE REGIONALE N° 20/2006

Relazione Generale

REGIONE LIGURIA

Indice

1. Finalità, Quadro normativo di riferimento, ambito di applicazione, contenuti ed elaborati di Piano 4
1.1. Finalità 4
1.2. Quadro programmatico/normativo di riferimento 5
1.2.1. Normativa comunitaria 5
1.2.2. Normativa e programmazione Regionale 6
1.3. Ambito di applicazione 8
1.4. Contenuti ed elaborati 9
1.5. Definizioni 9

2. Inquadramento generale dell'ambito 10
2.1. Inquadramento geografico dell'ambito 10
2.2. Inquadramento socio-economico dell'Ambito 13
2.2.1. Analisi demografica 14
2.2.2. Attività economiche e produttive 14
2.3. Inquadramento geologico - geomorfologico dei bacini e della costa 18
2.3.1. Bacini idrografici 18
2.3.2. Costa alta 19
2.3.3. Costa bassa 19
2.3.4. Costa artificializzata 19
2.3.5. Fondale marino 19
2.4. Inquadramento naturalistico e ambientale 20
2.4.1. Ecosistemi Costieri 20
2.4.2. Scarichi costieri 22
2.4.3. Pesca 23
2.4.4. Ormeggi e ancoraggi 23
2.4.5. Ripascimenti e discariche a mare 23
2.5. Clima meteomarino 26
2.5.1. Esposizione dell'Ambito 26
2.5.2. Propagazione del moto ondoso da largo verso riva 27
2.6. Morfologia e sedimentologia del litorale 30
2.6.1. Metodologia 31
2.6.2. Evoluzione storica del litorale 31

3. Analisi dello stato e delle dinamiche in atto 32
3.1. Effetti del moto ondoso lungo costa 32
3.1.1. Frangimento 32
3.1.2. Risalita dell'onda 33
3.2. Bilancio sedimentario 34
3.3. Tendenza evolutiva del litorale 36
3.4. Considerazioni sul fabbisogno di materiale da ripascimento 36
3.5. Qualità dell'ambiente marino 50
3.5.1. Qualità delle acque 50
3.5.2. Biocenosi bentoniche 56
3.5.3. Tratti di costa di particolare interesse per la biodiversità 57

3.5.4.	Flora delle spiagge	58
3.5.5.	Foci fluviali	60
3.6.	Presenza e possibile utilizzo di sabbie relitte marine per il ripascimento degli arenili	61
3.6.1.	Individuazione e caratterizzazione del giacimento	62
3.6.2.	Ipotesi di prelievo	64
3.6.3.	Problematiche ambientali del dragaggio e del ripascimento	68
3.7.	Pericolosità costiera e impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera	75
3.8.	Fascia dinamica della spiaggia	75
3.9.	Interferenza delle opere marittime sulla dinamica costiera	77
3.10.	Pericolosità costa alta	77
3.11.	Impatti delle attività antropiche sugli ecosistemi sensibili e sulla qualità delle acque	78
3.11.1.	Impatto degli scarichi idrici	78
3.11.2.	Impatto di ormeggi ed ancoraggi	79
3.11.3.	Impatto della pesca (strascico abusivo e macrorifiuti)	79
3.11.4.	Impatto dei ripascimenti e delle attività di gestione degli arenili	80
3.11.5.	Impatto delle opere di pulizia idraulica degli alvei fluviali	80
4.	Rischio Costiero ed Ambientale	81
4.1.	Elementi a rischio	81
4.2.	Rischio associato agli eventi meteomarini	81
4.2.1.	Rischio sulla spiaggia	82
4.2.2.	Rischio sulla costa alta	82
4.3.	Rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat	85

Premessa

Storicamente la fascia costiera ha sempre rappresentato un importante polo per lo sviluppo della civiltà: la possibilità di utilizzare il mare sia per il trasporto e gli scambi commerciali sia come fonte di risorse alieutiche, ha incoraggiato e favorito lo sviluppo degli insediamenti sulla fascia litoranea.
Nell'ultimo secolo il ventaglio delle funzioni svolte dalla fascia costiera è divenuto più ampio ed ha influito in maniera diversificata sulla crescita economica, sulla qualità della vita. In quest'area si concentrano attività spesso tra loro conflittuali e si registra un'eccessiva densità demografica.
Turismo, acquacoltura, pesca, diporto nautico e porti turistici, trasporti marittimi e infrastrutture connesse, uso pubblico e privato, rientrano tra quei molteplici usi il cui sviluppo non controllato ha minato e sta minando lo sviluppo sostenibile dell'ambiente costiero, che è sfruttato al di là dei limiti della sua tolleranza non consentendo così di garantire alle generazioni future le medesime risorse ambientali e possibilità.
La problematica della gestione di questo territorio specifico è quindi particolarmente cruciale ed importante ed è nel contempo ormai riconosciuto che l'adozione di soluzioni settoriali sia oltre modo inadeguata.
In questo contesto si inserisce la previsione dell'art. 41 della Legge regionale n°20/2006 riguardo all'adozione del **Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero** il quale, oltre a prevedere la tutela della costa in quanto aspetto che attiene alla difesa del suolo e come tale connessa al corretto governo del territorio, traguarda anche un ulteriore obiettivo, rappresentato dalla tutela e dalla valorizzazione della qualità ambientale della zona costiera e delle sue risorse.
Tale Piano rappresenta, pertanto, lo strumento con il quale la Regione Liguria interviene in maniera integrata rispetto a due temi strettamente interconnessi tra di loro e che trovano la loro ragione d'essere nelle funzioni trasferite a livello regionale dal D.Lgs. 112/98: la protezione ed osservazione delle zone costiere – individuata dall'art. 70 c.1 lett. a), quale aspetto attinente la protezione e tutela dell'ambiente marino, e la programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa della costa e degli abitati costieri, ai sensi dell'art. 89 c.1 lett. h) del citato Decreto.

1. Finalità, Quadro normativo di riferimento, ambito di applicazione, contenuti ed elaborati di Piano

1.1. Finalità

Il Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero (in seguito denominato anche Piano o PTAMC) dell'Ambito Costiero 08, individuato con DGR 1799/2009, comprendente le Unità Fisiografiche del "Centa" e del "Maremola" è stato redatto in attuazione di quanto disposto dall'articolo 41, comma 1 della Legge Regionale 4 agosto 2006 n°20 e ss.mm., recante "Nuovo Ordinamento dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure e riorganizzazione delle attività e degli organismi di pianificazione, programmazione, gestione e controllo in campo ambientale".
Il Piano ha valore di Piano territoriale di settore, in quanto è specificatamente finalizzato al riequilibrio sedimentario dei litorali e alla stabilizzazione della costa alta, nonché al miglioramento della qualità delle acque costiere, alla difesa e valorizzazione degli habitat marini e della biodiversità costiera, nel rispetto degli assetti naturali e della loro tendenza evolutiva, degli usi compatibili e dello sviluppo sostenibile.
Il Piano si prefigge l'obiettivo di garantire ai litorali compresi nell'Ambito uno sviluppo durevole e socialmente sostenibile della zona costiera, in quanto, oltre a prevedere la tutela della costa dall'erosione marina, traguarda anche un ulteriore obiettivo, rappresentato dalla tutela e dalla valorizzazione della qualità ambientale della zona costiera e delle sue risorse. In particolare il Piano si prefigge i seguenti obiettivi generali:

- garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni erosivi e di dissesto derivanti dall'azione del moto ondoso
- tutelare la biodiversità e gli habitat marino - costieri rispetto ai diversi impatti derivanti dalla realizzazione di interventi sulla fascia costiera nonchè rispetto alle attività che possono insistere sui fondali, sulla costa alta, sulle spiagge, sulle foci fluviali.

Il Piano persegue, pertanto, le seguenti finalità specifiche:

a) ripristinare e mantenere le caratteristiche dinamiche naturali delle spiagge e delle falesie;
b) ridurre il rischio da erosione e da frana di falesie anche ai fini della pubblica incolumità;
c) salvaguardare i tratti di costa ad elevato valore naturalistico rispetto alla loro trasformazione e occupazione da strutture marittime;
d) tutelare l'habitat marino prioritario "prateria di Posidonia oceanica" ed altri habitat di pregio dalle attività antropiche ad alto impatto;
e) ripristinare gli habitat tipici della vegetazione pioniera delle spiagge e degli ambienti dunali;
f) ripristinare gli habitat tipici delle foci fluviali.

Come previsto dall'art. 41 della L.R. 20/2006, il Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero non si sovrappone, duplicandone gli sforzi, al Piano di Tutela delle Acque approvato con la D.C.R. n. 32 del 24 novembre 2009 relativamente alle misure dallo stesso individuate per il conseguimento degli obiettivi di qualità delle acque marine e costiere. Il PTAMC impiega le informazioni di base, riguardanti lo stato e le pressioni per la valutazione delle tendenze evolutive e per evidenziare eventuali correlazioni tra gli interventi già individuati dal Piano di Tutela delle Acque con gli aspetti legati alla salvaguardia della biodiversità, finalità specifica e peculiare del PTAMC.
Poiché il PTAMC si prefigge altresì di garantire un livello di sicurezza del litorale adeguato rispetto ai fenomeni erosivi e di dissesto derivanti dall'azione del moto ondoso, studia la fascia costiera con una scala di maggior dettaglio (1:5.000) rispetto a quella usata dai Piani di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico vigenti. Il Piano studia, pertanto, la costa alta riclassificando, rispetto a quanto già definito dalla pianificazione di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico, la suscettività al dissesto e stabilisce un regime normativo univoco per gli ambiti territoriali di comune interesse ad entrambi gli strumenti di pianificazione in coerenza con i criteri per la normativa dei piani di bacino stralcio regionali per la tutela del rischio idrogeologico.

1.2. Quadro programmatico/normativo di riferimento

1.2.1. Normativa comunitaria

I più recenti atti ed indirizzi internazionali e comunitari concordano nel sostenere che una migliore tutela degli ambienti costieri può essere garantita attraverso una strategia integrata di sviluppo sostenibile e di promozione della qualità ambientale.
Nell'Unione Europea il principale strumento di promozione della gestione integrata del litorale è la Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'attuazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (2002/413/CE, GU L 148 del 6.6.2002).
Tale Raccomandazione nelle premesse sancisce chiaramente come sia: "...di fondamentale importanza attuare una gestione delle zone costiere sostenibile a livello ambientale, equa a livello economico, responsabile a livello sociale, sensibile a livello culturale, per tutelare l'integrità di questa importante risorsa tenendo conto al tempo stesso delle attività e delle usanze tradizionali locali che non costituiscono una minaccia per le zone naturali sensibili e per lo stato di preservazione delle specie selvatiche della fauna e della flora costiere".

La Raccomandazione sottolinea in particolare come la gestione delle zone costiere dovrebbe essere basata in particolare sui seguenti elementi:

- l'adozione di una prospettiva globale di ampia portata (tematica e geografica), che contempli l'interdipendenza e la diversità dei sistemi naturali e delle attività umane che esercitano un impatto sulle zone costiere;
- l'adozione di una prospettiva di lungo periodo che tenga conto del principio di precauzione e delle necessità delle generazioni presenti e future;
- il ricorso a sistemi naturali e rispetto delle capacità di assorbimento degli ecosistemi per rendere le attività umane più rispettose dell'ambiente, responsabili sul piano sociale e valide da un punto di vista economico al lungo termine.

A livello del Mediterraneo, inoltre, le Parti Contraenti la Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo, meglio nota come Convenzione di Barcellona, hanno adottato in questo contesto un nuovo protocollo relativo alla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo, aperto alla firma a Madrid nel gennaio 2008 e sottoscritto dall'Italia nella medesima data, che si prefigge di raggiungere un approccio integrato e multisettoriale nella strategia di gestione integrata delle zone costiere, attraverso la definizione di un quadro comune di riferimento per l'intera regione Mediterranea.
Tale protocollo impegna, in particolare, le parti contraenti, al fine di prevenire e mitigare più efficacemente l'impatto negativo dell'erosione costiera, ad adottare le misure necessarie per preservare o ripristinare la capacità naturale della costa di adattarsi ai cambiamenti climatici, anche attraverso l'adozione di misure specifiche sui sedimenti costieri e le opere costiere. Inoltre punta l'accento sulla necessità di adottare misure volte a preservare le caratteristiche non solo degli habitat marini ma anche degli estuari, istituendo zone protette tese ad evitarne la scomparsa, ma adottando anche misure volte a disciplinare o, se necessario a vietare l'esercizio di attività che possono avere effetti negativi su tali habitat; in questo contesto particolare accento viene posto anche sulla preservazione e il ripristino, ove possibile delle dune.

Inoltre a livello comunitario diversi sono gli indirizzi assunti sul tema di prevenzione e mitigazione dell'erosione costiera:

- i principi formulati dalla Commissione Europea nel Libro Bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici ("Adattamento ai cambiamenti climatici: verso un Quadro d'azione Europeo" COM(2009)147/4, 01.04.2009), in cui la Commissione propone l'istituzione di un Quadro d'Azione europeo per ridurre la vulnerabilità agli impatti dei cambiamenti climatici dell'Europa, prevedendo tra l'altro che le politiche di adattamento non si limitino ad un'analisi dei cambiamenti climatici delle diverse sensibilità dei vari settori ma innovando le modalità di governance;
- le raccomandazioni proposte a conclusione del progetto EUROSION (Rapporto finale , maggio 2004), commissionato dalla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea, sulle politiche

gestionali adottabili contro l'erosione costiera in Europa, in particolare per quanto concerne i seguenti principi:

- il ripristino del bilancio sedimentario e messa a disposizione degli spazi per i processi costieri al fine di incrementare la resilienza costiera, anche nella prospettiva dei cambiamenti climatici;
- l'introduzione del rischio nella pianificazione territoriale, attraverso la mappatura della pericolosità e del rischio derivante da erosione costiera quale strumento necessario per le pianificazioni a lungo termine;
- il rafforzamento della conoscenza di base relativa alla gestione ed alla pianificazione dell'erosione costiera quale elemento imprescindibile per la gestione secondo un approccio programmato della tematica dell'erosione costiera;
- la Comunicazione COM (2007)308 della Commissione Europea sulla valutazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa laddove, formulando le indicazioni volte a favorire ulteriormente la gestione integrata delle zone costiere, ritiene necessario elaborare strategie di adattamento ai rischi derivanti dai cambiamenti climatici.

In tale contesto Il Piano rappresenta uno strumento di pianificazione coerente con principi posti alla base del Protocollo Zone Costiere del Mediterraneo, in quanto ne persegue gli obiettivi.
Infatti la valutazione del sistema costiero è stata condotta prendendo in considerazione il patrimonio biologico e le dinamiche di funzionamento naturali della parte marina e di quella terrestre in maniera integrata e congiunta, in quanto le stesse costituiscono un'unica entità, in modo da non superare la capacità di carico delle zone costiere e da prevenire gli effetti negativi dei cambiamenti climatici e dello sviluppo.
Rispetto agli elementi della gestione integrata delle zone costiere fissati dal Protocollo e ribaditi anche dalle raccomandazioni emerse con il Progetto Eurosion, il Piano si è dato carico di individuare quelle fasce della spiaggia dove non è possibile realizzare quelle tipologie di opere che per la loro natura impediscono e peggiorano l'equilibrio dinamico aggravando nel contempo il rischio da moto ondoso. Le valutazioni di vulnerabilità e di rischio condotte sulla zona costiera rappresentano uno degli elementi fondanti del protocollo che mira, tra l'altro, all'adozione di misure per preservare o ripristinare la capacità naturale della costa di adattamento ai cambiamenti climatici, con un'ottica non disgiunta rispetto all'altro obiettivo prioritario di protezione delle zone marine ospitanti habitat a elevato valore.
Il quadro di riferimento comunitario per l'uso sostenibile delle risorse ambientali marine e la gestione integrata della costa si è inoltre arricchito con la Direttiva Comunitaria 2008/56/CE, meglio nota come Marine Strategy Marine Strategy, recentemente recepita dallo Stato italiano con il D.Lgs. 190 del 13 ottobre 2010. La Direttiva, partendo dalla consapevolezza di come i vari aspetti degli affari marittimi siano strettamente connessi e vadano affrontati in modo globale al fine di assicurare una gestione efficace delle varie forme di sfruttamento dei mari, spesso in competizione tra di loro, mira a rafforzare il coordinamento delle attività antropiche sul mare e dei vari soggetti coinvolti con le questioni ambientali.
La Direttiva, che estende il proprio campo di applicazione dalle acque interne, già considerate sia dalla direttiva 2000/60 che dalla raccomandazione ICZM, alle acque sottoposte alla giurisdizione dello stato costiero, includendo le acque territoriali, vede nell'adozione e messa in opera del programma di misure lo strumento con il quale conseguire un good environmental status delle acque marine, lavorando in maniera sinergica con tutti gli altri strumenti normativi già adottati e che possono contribuire in una certa misura alla protezione dell'ambiente marino, anche se non finalizzati in modo specifico allo scopo.
Tra questi si sottolinea la sinergia con obiettivi e azioni che possono essere sviluppate dalla Direttiva Habitat per la conservazione degli habitat naturali, in quanto, migliorando le condizioni ecologiche dell'ambiente marino, si contribuirà a lungo termine alla protezione e al ripristino degli habitat e delle specie da essa tutelati. Inoltre, date le strettissime interazioni tra zona costiera e ambiente marino, l'attuazione della Marine Strategy e della Raccomandazione sulla GIZC forniranno un quadro di sostegno coerente a entrambi i contesti. Ne consegue che anche il Piano di tutela dell'ambiente marino e costiero costituisce a livello regionale uno strumento coerente e sinergico con le prospettive e le finalità della Marine Strategy, anche in relazione all'approccio integrato che esso sviluppa nell'affrontare tematiche concorrenti tra di loro.

1.2.2. Normativa e programmazione Regionale

Il quadro di riferimento normativo regionale in cui si colloca il PTAMC è rappresentato dalle seguenti leggi:

- la legge regionale n 13/1999, recante " 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 costituisce lo strumento normativo con il quale la Regione Liguria, in attuazione del D.Lgs. 112/98, ha individuato il riparto delle funzioni anche con gli enti locali in materia di difesa della costa, ripascimento degli arenili, protezione ed osservazione dell'ambiente marino e costiero, demanio marittimo e porti. In particolare la Regione si è riservata la funzione di gestione integrata della fascia costiera secondo i principi dello sviluppo sostenibile e del controllo della qualità degli interventi.

- la legge regionale n 20/2006 che, in particolare l'art. 41, introduce il Piano di Tutela dell'ambiente marino e costiero, con il quale persegue le politiche e gli obiettivi attinenti la difesa della costa e la tutela degli habitat marino costieri con una lettura ed applicazione integrata.
- la legge regionale n. 28 del 10 luglio 2009, recante "Disposizioni in materia di tutela e valorizzazione della biodiversità", che persegue, in attuazione della normativa comunitaria e nazionale in materia, la tutela e la valorizzazione delle biodiversità attraverso la disciplina essenziale degli strumenti di tutela quali le misure di conservazione, la valutazione d'incidenza ed i piani di gestione applicabili anche ai SIC marini nelle more della normativa statale in materia, individuando altresì gli enti gestori dei SIC e delle ZPS presenti sul territorio ligure. Per quanto attiene i SIC marini, ad eccezione dei siti rientranti totalmente o in parte nelle perimetrazioni delle aree marine protette nazionali, la gestione è affidata alla Regione.

Quanto al sistema di programmazione regionale esistente, viene in considerazione il Piano Territoriale di Coordinamento della Costa, approvato con Deliberazione del Consiglio regionale n°64 del 19 dicembre 2000. Il Piano prende le mosse dall'esame delle condizioni attuali della costa ligure, alla fine di un ciclo espansivo fondato su un accrescimento solo quantitativo dell'edificazione e contrassegnato da una trasformazione pregiudizievole per la conservazione dell'ambiente costiero.
La gestione integrata della fascia costiera è altresì assicurata a livello regionale da un insieme di criteri ed indirizzi che la Regione emana al fine di assicurare l'esercizio in modo unitario e coordinato delle funzioni attribuite dagli Enti locali. Si tratta in particolare di criteri ed indirizzi rivolti ai Comuni, cui la l.r. 13/99 ha attribuito funzioni gestionali inerenti l'attuazione degli interventi di difesa delle a costa, dei ripascimenti, la pulizia delle spiagge, il rilascio delle concessioni demaniali.
A tal fine la Regione, a partire dal 2002, ha elaborato criteri volti alla progettazione efficace ed ambientalmente sostenibile di tali interventi anche nell'ottica della conservazione e tutela delle biocenosi sensibili, che a seguito degli elementi acquisiti in sede di applicazione concreta sono stati affinati:

- DGR n. 222/2003 - Criteri generali inerenti la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili.
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.6 del 23/10/02 - Disciplina procedimento relativo all'approvazione degli interventi stagionali di ripascimenti degli arenili, di cui all'art.5, comma 1, lettera a) della L.R. 13/99 e successive modificazioni.
- DGR n.773/2003 "Criteri per la valutazione degli impatti diretti ed indiretti sugli habitat naturali marini, art.16 l.r. n.38/98"; tale norma permette di valutare, nell'ambito delle procedure di impatto ambientale, la significatività di eventuali impatti di opere marittime a carico dei posidonieti.
- DGR n. 1533/2005 "Criteri diretti a salvaguardare l'habitat naturale prioritario di Posidonia oceanica". Tale documento individua tutte le tipologie di opere potenzialmente in grado di produrre impatti negativi sull'habitat e definisce gli indirizzi tecnici vincolanti per la loro progettazione nonché le indicazioni tecniche generali per la loro realizzazione nell'ottica dell'obiettivo di conservazione dell'habitat. Tali criteri rappresentano una specifica norma tecnica tematica per la valutazione di incidenza.
- DGR n. 1793/2005 - Criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili.
- DGR n. 1488/2007 "Criteri per la gestione delle banquettes di Posidonia oceanica" - la Regione ha fornito ai Comuni le indicazioni necessarie alla pianificazione e gestione sostenibile delle banquettes di Posidonia oceanica che si accumulano lungo i litorali, indicazioni che prendono in considerazione sia gli aspetti connessi alla protezione degli ecosistemi costieri e delle spiagge in relazione ai fenomeni erosivi, sia le esigenze socioeconomiche correlate alle attività turistico - ricreative che caratterizzano il litorale ligure.
- DGR n. 1446/2009 "Aggiornamento ed integrazione dei criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi di ripascimento stagionali"
- DGR n. 1507/2009 "Misure di salvaguardia per gli habitat di cui all'Allegato 1 della Direttiva 92/43/CEE ai sensi della la legge regionale n 25/2009" , successivamente modificata con la d.g.r 468/2010, con la quale sono state assunte in particolare misure di salvaguardia per la protezione e

conservazione degli habitat Posidonia oceanica, scogliere ed estuari presenti all'interno dei SIC rispetto agli impatti identificati.
- DGR n. 1602/2013 "Criteri tecnici a fini del rilascio dell'autorizzazione, di cui all'art. 109 del D.lgs.152/06, per la movimentazione di fondali marini in ambito costiero"

Da ultimo la Regione, consapevole della necessità di garantire una conservazione sostenibile del bene in quanto tale rappresentato dalla zona costiera sulla quale concorrono più interessi, nelle more dell'approvazione del Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero ha approvato con D.C.R. n. 29/2009 le Misure di salvaguardia per la tutela dell'ambiente marino e costiero ai sensi dell'articolo 41 comma 1 bis della Legge regionale n. 20/2006, operanti su tutto il litorale ligure, tese al mantenimento e ripristino del bilancio sedimentario costiero e al mantenimento delle proprietà dissipative dell'energia del moto ondoso esplicate naturalmente dalle spiagge.

1.3. Ambito di applicazione

Il Piano riguarda il territorio costiero delimitato:

- a ponente dal porto turistico di Alassio, addossato al promontorio di Capo Santa Croce;
- a levante dal promontorio di Capo Caprazoppa
- a mare dall'isobata dei – 30 m, con alcuni sconfinamenti a profondità maggiori in corrispondenza di elementi di particolare interesse;
- a terra, dal limite di interazione con i fenomeni meteo marini, comprendendo i tratti terminali delle aste fluviali;

L'intero ambito costiero è suddiviso in tre Unità fisiografiche, da ponente a levante:
- Centa sud, da capo Santa Croce alla foce del Centa (Capo Lena)
- Centa, dalla foce del Centa (capo Lena) al porto di Loano
- Maremola, dal porto di Loano al capo Caprazoppa

Le prime due sono direttamente afferenti al bacino idrografico del fiume Centa la cui foce, situata al culmine di un delta di costruzione sedimentaria, costituisce il punto di divergenza della deriva litoranea dei sedimenti e pertanto il limite di due unità fisiografiche costiere separate.
La terza unità fisiografica dell'ambito, denominata Maremola, dal nome del bacino principale che sfocia in essa, costituisce un tratto costiero storicamente legato alle precedenti ma attualmente indipendente a causa della presenza del porto turistico di Loano che ha interrotto in maniera pressoché totale il trasporto sedimentario lungo costa isolando, di fatto, il settore nord-orientale del lungo arco costiero che va dalla foce del Centa al capo Caprazoppa.

La lunghezza totale del tratto di costa interessato dal Piano è di circa 22 km, quasi totalmente costituiti da costa bassa deposita. A questa lunghezza si devono aggiungere i circa 1500 m del perimetro dell'isola Gallinara, che costituisce un elemento morfologico a sé stante.

Il bacino principale afferente l'ambito costiero in oggetto è quello del Centa, che ha una superficie di 430 km^2. Altri bacini di discreta importanza sono il Varatella (43 km^2) che sfocia a Borghetto Santo Spirito ed il Maremola (46 km^2) che sfocia a Pietra Ligure. La superficie totale dei bacini afferente all'ambito costiero è di circa 550 km^2.
Il limite occidentale dell'ambito è costituito dal promontorio di Capo Santa Croce che probabilmente non costituirebbe un limite invalicabile se non fosse per la presenza del porto turistico di Alassio, che sposta ulteriormente a mare la barriera invalicabile dai sedimenti.
Il limite orientale è costituito dal Capo Caprazoppa che, più che un ostacolo invalicabile, rappresenta un punto di divergenza della deriva litoranea netta dei sedimenti a causa della falcatura dell'arco costiero che in questa zona diventa orientata circa E-W.

1.4. Contenuti ed elaborati

I contenuti del Piano sono riportati nei seguenti elaborati:

- la presente Relazione Generale
- Norme di attuazione
- Relazioni tematiche
- Relazioni per paraggio
- Piano degli Interventi
- Allegati Cartografici
- Rapporto Ambientale (comprensivo del piano di monitoraggio)

Le relazioni tematiche e le relazioni per paraggio del Piano rappresentano efficacemente il livello di conoscenze attualmente raggiunto e soddisfano i contenuti previsti dall'art. 41 della Legge Regionale 20/2006 e dalla DGR 1799/2009.

Elenco delle relazioni tematiche:

1. Relazione sul clima ondoso al largo – analisi e metodologia
2. Relazione sulla modellazione matematica a larga scala di propagazione del moto ondoso da largo verso le stazioni significative per i paraggi oggetto di studio dell'Ambito Costiero 08
3. Relazione sui fattori determinanti: demografia, uso suolo, attività produttive, attività economiche
4. Relazione sulla qualità delle acque costiere
5. Relazione sui popolamenti marini bentonici
6. Relazione sulla vegetazione delle spiagge
7. Relazione sugli habitat delle foci fluviali
8. Relazione sulla ipotesi di sfruttamento di una cava sottomarina

Argomenti non presenti nelle relazioni tematiche e trattati dettagliatamente nell'ambito delle relazioni per paraggio

1. Relazione sull'inquadramento geografico dell'ambito
2. Relazione sull'evoluzione storica del litorale
3. Relazione sedimentologica
4. Relazione sulla pericolosità e sul rischio

1.5. Definizioni

Ai fini del presente Piano si assumono le definizioni di cui all'art. 5 delle Norme di Attuazione.

2. Inquadramento generale dell'ambito

2.1. Inquadramento geografico dell'ambito

L'Ambito Costiero 08 comprende le unità fisiografiche del Centa Sud, del Centa e del Maremola, ed è delimitato nel suo complesso dal promontorio di Capo Santa Croce a sud-ovest e dal promontorio di Capo Caprazoppa a nord-est per uno sviluppo totale di circa 22,5 km, quasi totalmente costituiti da costa bassa deposita, a cui si devono aggiungere i circa 1,5 km del perimetro dell'isola Gallinara, che costituisce un elemento morfologico a sé stante.

Le prime due unità fisiografiche, Centa Sud e Centa, sono direttamente afferenti al bacino idrografico del fiume omonimo, la cui foce, situata al culmine di un delta di costruzione sedimentaria, costituisce il punto di divergenza della deriva litoranea dei sedimenti e pertanto il limite di due unità fisiografiche costiere separate. Per tali motivi, dal punto dell'analisi di bacino le due unità fisiografiche verranno trattate congiuntamente, mentre dal punto di vista dell'analisi costiera verranno considerate separatamente.
La terza unità fisiografica dell'ambito, denominata Maremola, dal nome del bacino principale che sfocia in essa, costituisce un tratto costiero indipendente a causa della presenza del porto turistico di Loano che ha interrotto in maniera pressoché totale il trasporto sedimentario lungo costa isolando, di fatto, il settore nord-orientale del lungo arco costiero che va dalla foce del Centa al capo Caprazoppa.

Il bacino idrografico principale afferente l'ambito costiero in oggetto è appunto quello del Centa, che ha una superficie di circa 400 km^2. Altri bacini di discreta importanza sono il Varatella (43 km^2) che sfocia a Borghetto Santo Spirito ed il Maremola (46 km^2) che sfocia a Pietra Ligure. La superficie totale afferente all'ambito costiero è di circa 550 km^2.
Il limite occidentale dell'ambito è costituito dal promontorio di Capo Santa Croce che probabilmente non costituirebbe un limite invalicabile se non fosse per la presenza del porto turistico di Alassio, che sposta ulteriormente a mare la barriera invalicabile dai sedimenti.
Il limite orientale è costituito dal Capo Caprazoppa che, più che un ostacolo invalicabile, rappresenta un punto di divergenza della deriva litoranea netta dei sedimenti a causa della falcatura dell'arco costiero che in questa zona diventa orientata circa E-W.

Il tratto di costa formato dalle unità fisiografiche Centa Sud e Centa, in questa analisi chiamato "del Centa", è il più esteso dell'ambito ed è costituito da due tratti di costa arcuati e con orientazione simile: il primo, più breve, delimitato da Capo Santa Croce a sudovest e da Capo Lena a nordest, il secondo, consecutivo, è invece il tratto di costa più lungo dell'intero ambito e termina a nordovest con il Porto di Loano. Le due unità fisiografiche sono suddivise in quattro paraggi costieri distinti, in ordine, da ovest a est, Sant'Anna, Vadino, Albenga – Ceriale e Borghetto – Loano, i cui limiti sono rispettivamente: Capo Santa Croce, Punta Cippo, Capo Lena, Capo S. Spirito e Porto di Loano. La lunghezza del tratto di costa è di circa 16 km, di cui poco più di 9 km di costa deposita, poco più di 1 km di costa alta, quasi 5 km occupati da opere artificiali, quasi 1 km di strutture portuali e 150 m di foce.
Il bacino principale afferente il tratto in esame è quello del Centa, che ha una superficie di circa 430 km^2 e sfocia nel comune di Albenga. Altri bacini di importanza minore sono il Varatella (43 km^2) che sfocia a Borghetto Santo Spirito, il Nimbalto (13 km^2) che sfocia a Loano, ed il Carenda (11 km^2) che sfocia ad Albenga. È inoltre presente un altro bacino di dimensioni poco superiori ai 5 km^2, rappresentato dal rio Torsero, che sfocia a Ceriale.
La superficie totale dei bacini idrografici afferenti all'unità fisiografica del Centa è di circa 490 km^2.
Il limite occidentale di tale tratto è costituito dal Porto di Alassio, in corrispondenza di Capo Santa Croce, mentre quello orientale è il Porto di Loano. Entrambi i limiti del tratto sono di tipo artificiale, infatti in passato era permesso, grazie alla loro assenza, il flusso sedimentario.

L'unità fisiografica Maremola è un tratto di costa lievemente arcuato compreso tra il Porto di Loano a sudovest e il promontorio di Capo Caprazoppa a nordest. Lo sviluppo della linea di costa all'interno di questo tratto è di circa 6,5 km, di cui circa 5 km di spiaggia, 1,4 km di opere artificiali e poco meno di un centinaio di metri costituiti dalla foce del torrente Maremola, il bacino idrografico più significativo dell'area,

con i suoi 46 km^2; l'unico altro bacino idrografico significativo, superiore ai 5 km^2, è rappresentato dal Torrente Botassano (7 km^2), la cui asta terminale rappresenta il confine comunale tra Pietra Ligure e Borgio Verezzi.

Per quanto concerne invece l'Isola della Gallinara, questa verrà considerata nella trattazione come un elemento geomorfologico a se stante, nonostante geograficamente sia collocabile all'interno dell'unità fisiografica Centa Sud. La sua costa è lunga poco più di 1,5 km, di cui 100 m occupati da strutture portuali, mentre il resto è classificabile costa alta

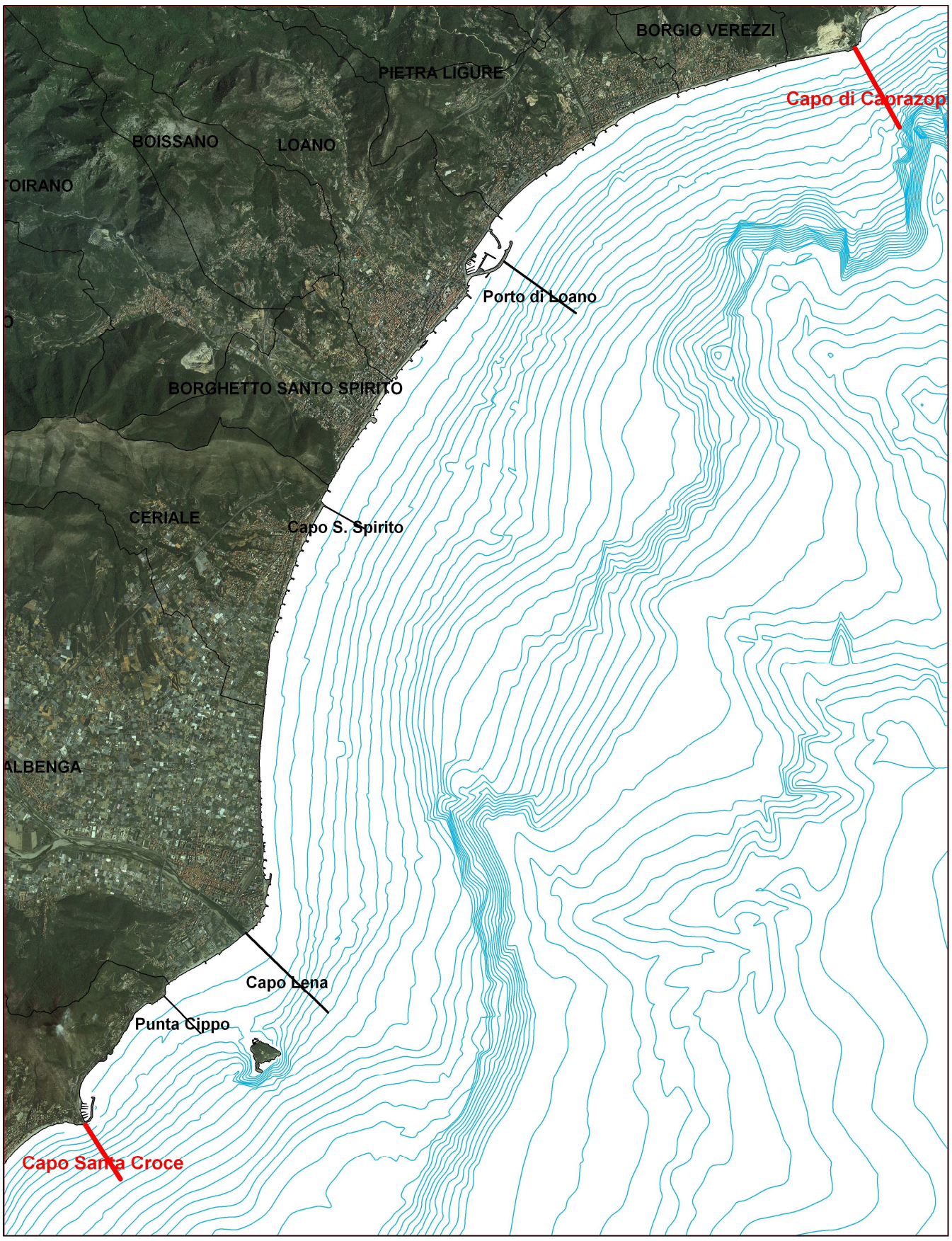


Figura 2.1. Ambito Costiero 08 Unità fisiografiche Centa Sud, Centa e Maremola - limiti di paraggi costieri

	Paraggio	lungh costa [m]	Limiti paraggio
01	Sant'Anna	2640	Capo di Santa Croce – Punta Cippo
02	Vadino	1621	Punta Cippo – Capo Lena
03	Alberga-Ceriale	6999	Capo Lena – Capo S. Spirito
04	Borghetto-Loano	4456	Capo S. spirito – Porto di Loano
05	Pietra-Borgio	6527	Porto di Loano – Capo di Caprazoppa
06	Isola Gallinara	1500	

Tabella 2.1. Paraggi costieri nell'Ambito 08

2.2. Inquadramento socio-economico dell'Ambito

Per approfondimenti si rimanda alla relazione monografica sui fattori determinanti.

Per l'analisi socio-economica dell'ambito è stato innanzitutto necessario definire i limiti territoriali dello stesso: il territorio sotteso al tratto di costa considerato è stato individuato secondo due diversi approcci, esemplificati nella figura seguente:

- Il territorio dei bacini idrografici che sfociano nei due corpi idrici marino costieri che comprendono l'ambito (si ricorda che la Liguria ha suddiviso, ai sensi della legislazione europea sulle acque, le proprie acque costiere in 26 corpi idrici da considerare unità funzionali per certe valutazioni di carattere ambientale); tale suddivisione può tenere conto di situazioni anche distanti da costa ma che possono influenzare l'area costiera in seguito ai fenomeni di trasporto fluviale ed pè stata ad esempio utilizzata per le considerazioni relative all'uso del suolo.
- Il territorio dei 7 comuni costieri che si affacciano sull'ambito; questa delimitazione più semplice e limitata può essere utile in una realtà come quella ligure dove la presenza dell'uomo è fortemente concentrata lungo la costa e risulta interessante nelle analisi di tipo demografico.

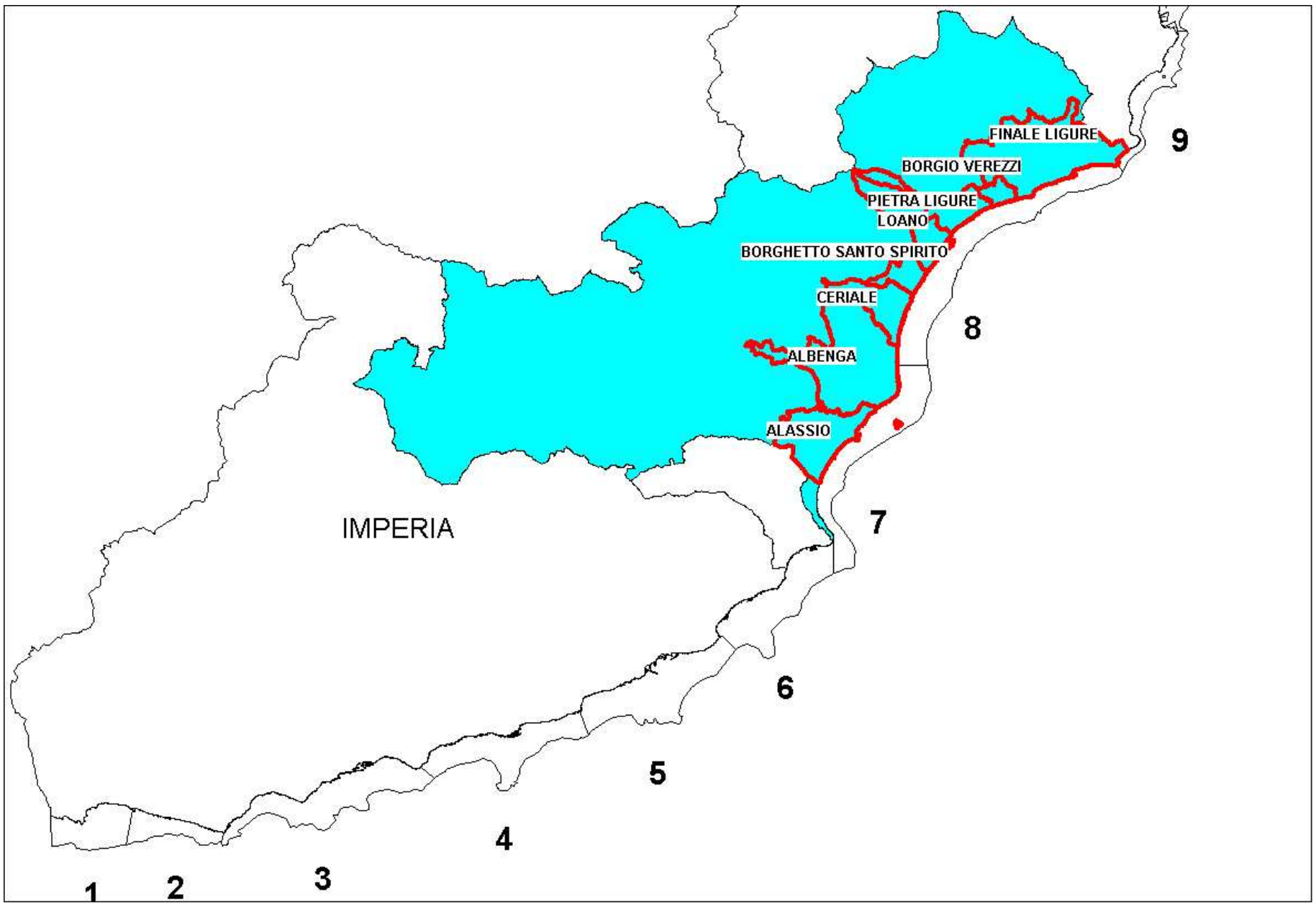


Figura 2.2.1. In blu il territorio dei bacini idrografici sfocianti nei copri idrici 7 e 8, in rosso i confini dei comuni costieri dell'Ambito

2.2.1. Analisi demografica

	superficie km ^{2}	Abitanti residenti	Densità (ab/Km^2)
Liguria	5421	1.617.000	298
bacini idrografici Ambito 08	661	106.000	160
comuni costieri Liguria	1368	1.385.000	1012
comuni costieri Ambito 08	131	82.000	626

Tabella 2.2.1.1. Confronto abitanti dell'Ambito con quelli della Regione

La soprastante tabella mostra un territorio complessivamente meno abitato rispetto alla media ligure, e con una forte concentrazione della presenza umana nella fascia costiera, in linea con la situazione regionale.
Nell'area d'interesse la fascia costiera è altamente urbanizzata con un'elevata intensità di residenze anche a carattere stagionale estivo.
La tabella seguente permette di focalizzare meglio questa situazione:

Dati Demografici	Alassio	Albenga	Ceriale	Borghetto	Loano	Pietra	Borgio	Finale	TOT
Abitanti totali	11300	24400	6000	5300	12000	9400	2400	11650	82450
Area in km^2	17,3	36,39	11,13	5,36	13,53	9,65	2,93	34,62	130,91
Densità	653	671	539	988	887	974	820	337	630
Fluttuanti	60000	30000	60000	50000	65000	49000	15000	40000	369000
Residenti	11364	22759	5516	5237	11284	9260	2255	12300	79975
Turisti effettivi	48636	7241	54484	44763	53716	39740	12745	27700	289025
% incremento popolazione	428	32	988	855	476	429	565	225	361

Tabella 2.2.1.2. Dati demografici e statistiche comuni (ISTAT, 2011)

La popolazione residente dei comuni costieri è di circa 80.000 abitanti che possono più che triplicare nel periodo estivo di massima affluenza turistica.
L'aspetto più rilevante è quindi rappresentato dal notevole incremento estivo della popolazione, dovuto alla forte vocazione turistico - balneare del territorio.
Tale incremento, già significativo se valutato nel complesso (360%) è ancor più rilevante in alcune realtà locali, localizzate lungo la fascia costiera, dove alcuni comuni come Ceriale e Borghetto Santo Spirito vedono decuplicarsi la popolazione, passando da una popolazione residente di circa 5500 residenti a 60000 fluttuanti durante i picchi estivi, come succede ad esempio per Ceriale.

2.2.2. Attività economiche e produttive

L'analisi dell'uso del suolo applicata al territorio compreso nell'ambito (vedasi per maggiori dettagli la relazione sui determinanti) ha messo in evidenza che l'area d'interesse non è caratterizzata da una importante realtà industriale.
Vi è una significativa percentuale di sfruttamento del suolo a scopo agricolo con forte presenza di colture ortofloricole e in serra.

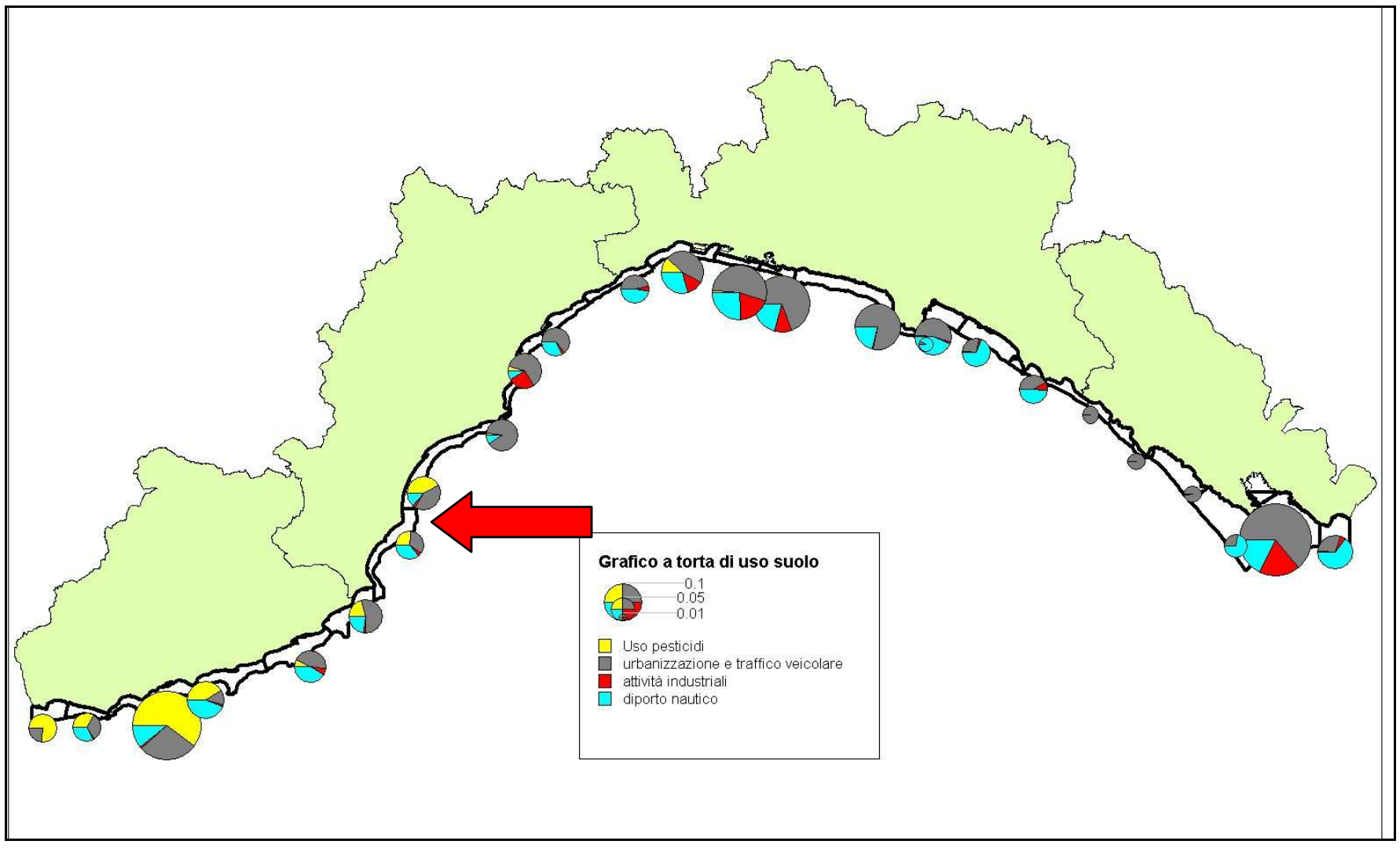


Figura 2.2.2.1. Stima delle pressioni legate all'uso del suolo nei 26 corpi idrici marino costieri; la freccia rossa indica i corpi idrici dell'ambito

La figura soprastante mostra l'apporto teorico di sostanze inquinanti stimate in base alle tipologie di uso del suolo, mettendo a confronto diversi settori della costa ligure.
Risulta evidente che l'ambito rappresenta una porzione di territorio ove le pressioni ambientali sono inferiori rispetto alle maggiori realtà industriali e portuali liguri; la piana dell'Albenganese risulta comunque fortemente interessata da colture specializzate, e pertanto maggiormente esposta all'uso di fitofarmaci e fertilizzanti.
La diffusione della nautica da diporto e del traffico navale rientra invece nella media regionale.



Figura 2.2.2.2. In alto: il porto di Alassio con la vista sull'Isola Gallinara; in basso: il porto di Loano (vista da mare verso terra)

Le attività legate alla nautica da diporto sono infatti presenti in maniera significativa: nell'ambito sono attualmente in esercizio due porti turistici "Marina di Alassio e "Marina di Loano", mentre il piccolo porticciolo del comune di Borghetto Santo Spirito, di recente realizzazione non è ancora attivo.
La tabella seguente riporta la capacità (in "PE12" :posti barca equivalenti da 12 metri) dei porticcioli presenti nell'ambito e nei paraggi limitrofi.

Porto	PE12
Diano Marina	100
San Bartolomeo al Mare	92
Marina di Andora	429
Alassio	350
Marina di Loano	867
Finale Ligure	233

Tabella 2.2.2.1. PE12 effettivi nei porticcioli interni e limitrofi all'ambito

L’area compresa tra gli abitati di Ceriale e Andora è caratterizzata da diverse zone di pesca rilevanti per la marineria locale. In particolare nel periodo estivo vengono maggiormente scelte aree di pesca caratterizzate da fondali situati al largo della costa tra Albenga e Alassio, e nella zona del canyon sottomarino prospiciente Laigueglia, mentre nei restanti periodi dell’anno le aree di pesca sono più costiere, site in genere tra l’abitato di Ceriale e il porto di Alassio, zona comprendente l’isola Gallinara. La flotta peschereccia nelle province di Savona ed Imperia, censita nel 2003 presso le Capitanerie di Porto, risulta composta come presentato nella seguente tabella.

Provincia	Sistemi di pesca								
	Arpione	Circuizione	Ferrettara	Lenze	Palangari	Posta	Sciabica	Strascico	Volante
Savona	10	65	3	92	219	228	175	15	2
Imperia	7	25	18	40	99	102	33	23	2
Totale	17	80	21	132	318	330	208	38	4

Tabella 2.2.2.2. Flotta peschereccia nelle province di Savona ed Imperia. Fonte: ICRAM

L’analisi delle licenze di pesca consente di avere delle indicazioni sulla tipologia degli attrezzi di pesca utilizzati. Il DM 26/07/1995 raggruppa gli attrezzi da pesca autorizzati per categorie omogenee, mediante l’introduzione di "sistemi di pesca", ciascuno dei quali consente l’impiego degli attrezzi compresi nel sistema di licenze autorizzato.

Provincia	Sistemi di pesca								
	Arpione	Circuizione	Ferrettara	Lenze	Palangari	Posta	Sciabica	Strascico	Volante
Savona	10	65	3	92	219	228	175	15	2
Imperia	7	25	18	40	99	102	33	23	2
Totale	17	80	21	132	318	330	208	38	4

Tabella 2.2.2.3. Sistemi di pesca nelle provincia di Savona ed Imperia. Fonte: ICRAM

Gli attrezzi impiegati dalla maggior parte dei pescatori sono l’imbrocco, il tremaglio e l’incastellata; altri attrezzi sono utilizzati per una pesca specifica solo in alcuni momenti dell’anno, in risposta alle esigenze del mercato, come i tramagli per le aragoste o i palangari da fondo per la cattura dei gronghi o attrezzi usati per pescate sperimentali, come ad esempio la sciabica per la pesca speciale al cicerello (*Gymnammodytes cicerelus*). Nell’area d’interesse per la nostra indagine, sia sottocosta che al largo, sono impiegati più attrezzi (imbrocco, incastellata, tremaglio, palangaro di fondo e di superficie, lenze, nasse, circuitante).

I dati relativi agli aspetti demografici hanno messo in evidenza il picco estivo delle presenze, legato all’utilizzo della risorsa “costa” per l’offerta turistico - ricreativa; l’attività balneare induce una forte pressione sulla costa in termini di frequentazione antropica, spazi utilizzati per le strutture balneari, attività di ripascimento, movimentazione dei sedimenti di spiaggia.
I dati quantitativi sulle attività di ripascimento delle spiagge effettuate negli ultimi anni dimostrano il forte interesse delle comunità locali verso la difesa di questa risorsa.

volumi di ripascimento (metri cubi)		
totale	439150	
fonte: da mare (dragaggio, barra di foce)	200675	45,70%
fonte: da alveo fluviale	32650	7,43%
fonte: da cava	161925	36,87%
fonte: da scavi a terra	43900	10,00%

Tabella 2.2.2.4. Sintesi delle attività di ripascimento sulle spiagge dell'ambito (dati del periodo 2003-2011)

2.3. Inquadramento geologico - geomorfologico dei bacini e della costa

2.3.1. Bacini idrografici

I bacini idrografici più significativi sfocianti nell'Ambito sono riportati nella seguente tabella, in cui è riportata anche la percentuale di superficie interessata da accumuli detritici gravitativi che sono importanti per quantificare l'entità del trasporto solido del torrente:

Bacino	Superficie km^2	Sup. frane %	Paraggio costiero afferente
Centa	432.0	6.7	Vadino e Albenga-Ceriale
Maremola	46.0	5.9	Pietra-Borgio
Varatella	43.0	2.1	Borghetto-Loano
Nimbalto	13.3	1.2	Borghetto-Loano
Carenda	10.9	0	Albenga-Ceriale
Bottassano	7.3	15.1	Pietra-Borgio
Torsero	5.6	0	Albenga-Ceriale

Tabella 2.3.1.1. Bacini idrografici significativi sfocianti nell'Ambito

Il principale tributario dell'ambito è il Centa che copre più di due terzi della superficie totale del territorio. Il bacino del Centa è suddiviso in due sottobacini principali, il torrente Arroscia prevalentemente impostato sui terreni flyschoidi e arenacei e il torrente Neva, impostato prevalentemente su litologie carbonatiche.
L'asta principale del Centa è molto breve rispetto all'estensione del bacino, infatti è di poco più di 3 km dalla foce alla confluenza fra il Torrente Arroscia ed il Torrente Neva.
Entrambi i sottobacini accolgono le acque ciascuno di un tributario destro: il Lerrone che confluisce nell'Arroscia a Villanova d'Albenga ed il Pennavaira, che confluisce nel Neva a monte di Cisano sul Neva.
Anche il trasporto solido da parte del Centa è perciò eterogeneo per litologia e dimensioni medie dei sedimenti. Vari studi, meglio evidenziati nelle relazioni per paraggio, hanno stimato un apporto solido totale alla foce da parte del Centa di circa 20000 – 30000 m^3 annui. Gli unici altri torrenti in grado di trasportare sedimento in quantità tale da contribuire in maniera significativa all'alimentazione delle spiagge limitrofe sono il Maremola e il Varatella, mentre dagli altri bacini il contributo del trasporto solido ai fini dell'alimentazione delle spiagge può essere considerato, per diversi motivi, trascurabile in termini di volume anche se localmente importante come nel caso del torrente Bottassano.

2.3.2. Costa alta

I tratti di costa alta sono presenti agli estremi di levante e di ponente dell'ambito costiero e sono costituiti da formazioni geologiche differenti.
Tra il porto di Alassio e Punta Cippo affiorano tre formazioni in sequenza, le Quarziti del Monte Bignone, i Calcari di Ubaga e le arenarie calcaree della Formazione di Albenga.
L'isola Gallinara è costituita interamente dalle Quarziti di Monte Bignone, mentre il settore orientale del l'ambito, nei pressi di Capo Caprazoppa, è costituito dalle formazioni carbonati che delle Dolomie di San Pietro dei Monti e dei Calcari di val Tanarello.
In ragione della differente litologia e giacitura anche i fenomeni di dissesto sono differenti. I fenomeni franosi sono presenti solamente nelle zone di affioramento della Formazione di Albenga, cioè tra Punta Murena e punta Cippo dove sono presenti alcuni accumuli detritici di origine gravitativa.
Nei restanti tratti di costa alta prevalgono fenomeni di crollo puntuali legati alla naturale evoluzione delle falesie.

2.3.3. Costa bassa

La parte centrale, e preponderante, dell'ambito costiero è costituita dall'apparato deltizio generato dal fiume Centa, che genera la piana costiera più grande della Liguria.
Solo in corrispondenza di Capo Santo Spirito la piana costiera legata al delta del Centa ha una breve soluzione di continuità ma si raccorda immediatamente a levante con la piana generata dai torrenti Varatella e Maremola.
Trattandosi di un delta di costruzione sedimentaria, l'unico in Liguria, sono presenti problematiche che sono frequenti in altre zone d'Italia ma che in Liguria costituiscono casi peculiari, per esempio i fenomeni di subsidenza e di ingressione del cuneo salino nella falda contenuta dalle alluvioni che costituiscono la piana.
Inoltre in questo settore di costa ligure assume particolare importanza anche il problema del drenaggio della piana e di deflusso a mare dei corsi d'acua e dei colatori minori.
Negli allegati relativi ai singoli paraggi costieri, ogni settore di costa bassa viene analizzato descrivendone l'evoluzione storica, la morfologia della spiaggia emersa e sommersa, la sedimentologia, la morfodinamica litorale, il bilancio sedimentario e le problematiche maggiormente presenti.

2.3.4. Costa artificializzata

Come meglio esplicitato nelle relazioni di paraggio, circa il 30% della linea di costa dell'ambito 8 è costituito da strutture artificiali, sia opere di difesa delle infrastrutture di comunicazione, sia da strutture portuali ed è quindi completamente artificializzata nel senso che su di essa non agiscono processi naturali di evoluzione morfologica e la linea di riva, è fissata dalle strutture stesse.
Questa situazione si riscontra prevalentemente nel tratto tra Albenga e Ceriale (linea ferroviaria) e nel tratto in Comune di Finale Ligure (via Aurelia).

2.3.5. Fondale marino

In generale la piattaforma continentale ligure appartiene quasi è considerata una piattaforma di costruzione sedimentaria in cui, ad un substrato roccioso che si approfondisce secondo uno stile "distensivo" del margine, si sovraimpone una copertura sedimentaria modellata dalle ripetute oscillazioni glacioeustatiche quaternarie del livello marino.
Pur inquadrabile in questi caratteri generali, la piattaforma continentale della Liguria, mostra una notevole variabilità tipologica in funzione dello stile evolutivo. In particolare la piattaforma continentale della Liguria occidentale è caratterizzata da una ampiezza generalmente limitata, suddivisa da particolarità morfologiche e allineamenti tettonici in settori ben definiti; si tratta di una piattaforma di natura prevalentemente rocciosa con limitati depositi sedimentari nella sua parte più prossima a costa e costituita da sedimenti plio-quaternari nella sua parte esterna.
Il settore compreso nell'Ambito 8, costituisce il fronte a mare di una piana costiera alimentata da diversi corsi d'acqua di cui il principale è il fiume Centa; esso presenta una piattaforma continentale più ampia e regolare, morfologicamente molto omogenea, caratterizzata dall'apparato deltizio sommerso del fiume Centa, senza i tipici canyons sottomarini che caratterizzano gli ambienti costieri limitrofi (canyon di Finale e Canyon di Laigueglia).

Questo assetto morfologico dei fondali ha consentito uno sviluppo più esteso di depositi trasgressivi litorali e deltizi durante la risalita del livello del mare. I depositi di alto stazionamento olocenici, per lo più costituiti da fanghi hanno ricoperto quasi uniformemente la piattaforma continentale (Corradi *et al*., 2003).
Un importante aspetto conseguente alla morfologia di questo fondale è la presenza di un deposito di paleospiaggia caratterizzato da una copertura pelitica inferiore alla media, situata nella zona antistante Ceriale, all'incirca intorno alla batimetrica del 60-80 m. Il deposito relitto individuato in questa zona potrebbe costituire infatti la soluzione per la ricostruzione della spiagge dell'intero ambito costiero. Questo sito verrà ampiamente analizzato nella relazione tematica relativa (RS).

2.4. Inquadramento naturalistico e ambientale

2.4.1. Ecosistemi Costieri

Popolamenti bentonici

I fondali marino-costieri dell'area presentano, come del resto gran parte dei fondali liguri, una grande varietà di habitat e popolamenti. Nel complesso si tratta di un tratto di costa molto condizionato dalla presenza della foce del Centa il cui trasporto solido litoraneo alimenta una ampia spiaggia sommersa caratterizzata principalmente a livello biologico dalle comunità delle sabbie fini ben calibrate, spesso colonizzate dalle prateria di *Cymodocea nodosa*; questa situazione è però fortemente diversificata dalla presenza di altri habitat di grande valore naturalistico:

- ✓ le praterie di *Posidonia oceanica* sono ben rappresentate e mentre alla foce del Centa la distribuzione della pianta è più frammentaria e condizionata dalla instabilità sedimentaria del contesto fluviale, tra Albenga e Loano costituisce uno de posidonieti più estesi della Liguria.
- ✓ I fondali circostanti l'isola Gallinara rappresentano una dei poli di maggior pregio naturalistico della Liguria, per la grande varietà di habitat e biodiversità concentrata in pochi ettari di superficie. Le scogliere digradanti in mare, ottimamente conservate, presentano nella parte più superficiale un ricco popolamento di alghe strutturanti che formano complesse cinture biogeniche; localmente è presente l'ambiente delle pozze di scogliera, con aspetti di grande interesse naturalistico. In alcuni settori le falesie proseguono a profondità maggiori fino a -20 e in taluni caso oltre i -30 metri; qui sull'originario substrato roccioso si è sviluppato un popolamento coralligeno ben conservato e diverificato.
- ✓ uno dei principali pregi naturalistici dell'ambito è rappresentato dalle beach-rock, antiche spiagge litificate che si sviluppano parallelamente alla costa tra il lato occidentale del comune di Pietra Ligure e il Capo Caprazoppa, a pochi metri dalla costa e in continuità con le numerose spiagge esistenti, con le quali si trovano in sostanziale equilibrio (considerata la scala temporale della pianificazione umana). Si tratta di un contesto la cui complessità spaziale genera una grande varietà di microhabitat che ospitano una elevata biodiversità; fra le situazioni di maggior pregio si segnalano le pozze di scogliera e le comunità sciafile che colonizzano gli anfratti e le zone strapiombanti.

Costa

La linea di costa è un elemento del territorio particolarmente vulnerabile rispetto alle trasformazioni indotte da porti ed opere marittime in quanto:

- è un ambiente "ad una dimensione": in relazione alle trasformazioni è cioè assimilabile ad una linea e pertanto la trasformazione è sempre del tutto e mai di una parte;
- le trasformazioni sono spesso irreversibili
- a livello di biodiversità si realizza un forte impoverimento in quanto le comunità animali e vegetali che possono colonizzare i substrati artificiali risultano molto più povere rispetto a quelle originarie.

Il mantenimento di tratti di costa in buono stato di conservazione risponde a diverse esigenze e presenta diverse valenze in termini di opportunità:

- **Aspetto ecologico**: molti tratti di costa, per le loro caratteristiche morfologiche e biologiche rappresentano poli di biodiversità con ruoli chiave nei processi dell'ecosistema marino.

- **Aspetto ricreativo/educativo**: la linea di costa rimane il contesto di più facile accesso, per tutte le categorie di utenti, alla ricchezza naturalistica dell'ambiente marino.
- **Aspetto turistico/promozionale**.

Già da anni il tema dell'artificializzazione della costa è ampiamente dibattuto.
Nell'ambito della redazione del Piano sono stati individuati i tratti di costa di particolare importanza sotto il profilo della biodiversità e pertanto da preservare rispetto a future ipotesi di trasformazione. L'analisi ha individuato nell'ambito tre situazioni di interesse: il tratto di scogliera naturale tra Punta Murena e Punta Cippo, l'intero perimetro dell'Isola Gallinara, la costa a beach-rock tra la foce del Maremola e Capo Caprazoppa.

Vegetazione delle spiagge

La vegetazione delle spiagge è generalmente indicata come flora *psammofila* e *alofila*; la flora psammofila è costituita da specie che colonizzano le sabbie incoerenti depositate dal moto ondoso e/o dal vento e presentano adattamenti morfologici che permettono loro di sopravvivere ai processi di trasporto e deposizione dei sedimenti; alcune sono organizzate in modo da consolidare la sabbia e facilitare nel tempo la formazione di dune, creando condizioni tali da permettere l'installarsi, in un secondo tempo, di vegetazione non psammofila. In stretta vicinanza del mare le specie vegetali sono anche chiaramente alofile, sono cioè adattate fisiologicamente a colonizzare substrati caratterizzati da elevata salinità.
A livello di habitat l'ambiente della spiaggia emersa, può essere differenziato, in funzione della presenza della vegetazione, in tre fasce. La prima, compresa tra la linea di bassa marea e la linea ove giungono le mareggiate ordinarie rappresenta una "zona afitoica" ossia priva di vegetazione, a causa dell'elevato dinamismo idrico e sedimentario che non consente la colonizzazione a nessuna specie, anche annuale.
La seconda fascia è compresa tra la linea delle mareggiate ordinarie e quella degli eventi estremi, che corrisponde con il limite morfologico funzionale della spiaggia (costituita cioè dai sedimenti movimentati dal moto ondoso); in questo ambiente può affermarsi una flora psammofila e alofila di tipo pioniero, adattata cioè a colonizzare ambienti difficili e periodicamente perturbati (in questo caso dall'azione modellatrice delle mareggiate più intense); in questa situazione lo stadio pioniero della colonizzazione è per così dire permanente in quanto l'evoluzione vegetazionale viene ciclicamente "ringiovanita" se non azzerata; in condizioni di maggiore stabilità (ad esempio nel caso di una spiaggia in accrescimento) la vegetazione pioniera può stabilizzarsi e contribuire alla formazione degli apparati dunali.
La terza fascia è costituita dagli apparati delle dune costiere, formazioni di sabbie movimentate prevalentemente dal vento e consolidate e stabilizzate progressivamente dalla vegetazione: le dune litorali possono formare parecchie serie più o meno parallele, separate da vallette, ove possono formarsi stagni o laghi costieri con acque più o meno salmastre, secondo i rapporti che hanno col mare e con le fonti di acqua dolce; per questo complessità morfologica ed ecologica rappresentano un habitat di particolare interesse ai fini della conservazione della biodiversità.
Tali ambienti naturali sono particolarmente vulnerabili rispetto agli usi antropici della costa e sono stati inclusi fra gli habitat meritevoli di salvaguardia nella direttiva comunitaria 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. La situazione di conservazione di tali aspetti vegetazionale nell'Ambito si può così riassumere:

- si rileva la scomparsa degli ambienti delle dune costiere;
- per quanto riguarda la flora pioniera delle spiagge si osserva una presenza diffusa ma del tutto frammentaria e riferita ad aspetti vegetazionale assolutamente impoveriti e relittuali.

Lungo le spiagge la vegetazione psammofila pioniera è infatti progressivamente scomparsa a causa del loro pesantissimo sfruttamento ai fini turistico balneari: a tale utilizzo del litorale sono infatti associate attività di manutenzione e occupazione della spiaggia che hanno progressivamente impoverito, spesso fino alla totale estinzione locale, la flora preesistente; fra di esse

- attività di "pulizia" della spiaggia, intesa come rimozione degli elementi (fra cui le piante) che sottraggono spazio all'uso balneare
- attività di livellamento e riprofilatura della spiaggia
- attività di vagliatura della spiaggia
- attività di ripascimento della spiaggia
- porto a secco per piccole unità da diporto.

Nel territorio dell'ambito permangono tuttavia alcune spiagge ove con una diversa gestione territoriale è possibile ripristinare piccole ma significative porzioni di questo habitat.

Vegetazione delle foci fluviali

Una possibile definizione di foce fluviale o estuario è il luogo ove il fiume si riunisce al mare ed è sottoposto all'influenza delle maree e delle ondazioni, formando una zona di transizione tra le acque dolci fluviali e le acque salate marine. La stretta correlazione con l'ambiente marino condiziona da una parte la natura delle acque, che presentano caratteristiche salmastre variabili nel tempo e nello spazio (sia verticalmente, sia orizzontalmente); dall'altra condiziona le caratteristiche geomorfologiche e del suolo: l'interazione tra il trasporto dei sedimenti da parte del fiume (da monte al mare) e quello del moto ondoso (lungo la fascia attiva del litorale) genera morfologie e substrati di particolare interesse per la sopravvivenza di habitat di alto valore naturalistico.
Gli estuari dei corsi d'acqua liguri sono in genere caratterizzate da piccole dimensioni e alto livello di artificializzazione (presenza di argini sulle sponde e di pennelli guardiani alla foce): nelle situazioni meno compromesse può essere individuata schematicamente la seguente successione di ambienti:

a) A contatto diretto col mare si trova la barra di foce: i sedimenti direttamente esposti all'azione morfodinamica delle onde tendono a formare una lingua di sabbia e ciottoli che costituiscono una soglia al deflusso idrico in mare; la barra di foce, in assenza di opere di arginatura è destinata ad essere trasportata long-shore dal moto ondoso e fa parte funzionalmente del sistema spiaggia. Rappresenta pertanto un ambiente ad altissima energia ove la vegetazione non può insediarsi stabilmente; può essere pertanto assimilata alla fascia afitoica della spiaggia.
b) Dietro la barra di foce, in condizioni di magra, è presente un corpo d'acqua salmastra a debole scorrimento.
c) Nell'alveo sono in genere presenti piccoli isolotti allungati nel senso della corrente, generati dalla sedimentazione di sabbia e ghiaia nella fase finale delle piene; si tratta di depositi sottoposti frequentemente a erosione che hanno pertanto natura temporanea.
d) Sulle sponde tendono a formarsi depositi di sedimento più stabili, interessati dalla corrente solo durante gli eventi di piena di maggiore entità.

In questo contesto ed in particolare negli ambiti c) e d) si insedia una vegetazione di piante specializzate nella colonizzazione di ambienti a elevato idrodinamismo; si tratta di piante a veloce crescita, quali canne e giunchi, che sono in grado di costruire in breve tempo formazioni erbacee di grande complessità strutturale e di particolare importanza per la biodiversità. Tali dense formazioni vegetali risultano continuamente rimaneggiate e ringiovanite dagli eventi alluvionali e dalle mareggiate di maggiore entità ma risultano sostanzialmente in equilibrio dinamico. La situazione di conservazione di tali aspetti vegetazionale nell'ambito ne evidenzia la pressoché totale assenza.
Tale stato è principalmente dovuto alle attività di movimentazione dei sedimenti realizzate ai fini di pulizia idraulica dei corsi d'acqua; fondamentalmente le azioni consistono nell'asportazione periodica e generalizzata a tutta la superficie di alveo di materiale litoide e della vegetazione.
Nel territorio dell'ambito lo stato degli habitat alla foce dei corsi d'acqua è attualmente molto impoverito dalle periodiche attività di manutenzione idraulica dell'alveo; la foce del fiume Centa rappresenta il sito con le maggiori potenzialità ecologiche, ove l'obiettivo di tutela è imposto dalla presenza di un sito di importanza comunitaria; la foce dei torrenti Varatella e Maremola rappresentano possibili siti pilota per esperienze di gestione ecosostenibile.

2.4.2. Scarichi costieri

Rispetto al tema della qualità delle acque marine in relazione agli scarichi, ai sistemi di trattamento e depurazione delle acque reflue, alla qualità dei corsi d'acqua dei bacini afferenti, il Piano non deve sovrapporsi, duplicandone gli sforzi, a strumenti di pianificazione già esistenti, in particolare il Piano di Tutela delle Acque, approvato con la DCR. n.32/2009 e attualmente in corso di aggiornamento; per questo motivo il presente Piano sviluppa questo argomento solo ai fini di evidenziare eventuali correlazioni con la salvaguardia della biodiversità, finalità specifica e peculiare del Piano.
Nel complesso il sistema di collettamento delle acque reflue degli agglomerati presenti nell'ambito appare soddisfacente in quanto la pressoché totale quantità di acque fognarie risulta raccolta e convogliata presso sistemi di trattamento e scarico.
Il tipo di trattamento risulta invece spesso limitato a semplici trattamenti di grigliatura o rotostacciatura.
In tutti i casi comunque lo scarico nelle acque costiere avviene attraverso condotte sottomarine che consentono di raggiungere punti a profondità e distanza dalla costa adeguati. Solo in un caso (Vadino) il punto di scarico appare non adeguato in quanto troppo superficiale e prossimo ad un posidonieto.

I risultati dei monitoraggi istituzionali sulle acque costiere evidenziano ovunque un buono stato di qualità per quanto riguarda lo stato trofico, l'ossigenazione e la trasparenza.
Solo molto vicino a costa i dati relativi ai controlli sulla balneazione mettono in evidenza alcune situazioni non ottimali, estremamente localizzate, in prossimità della foce di alcuni corsi d'acqua; tali casi, da sanare nell'ottica di una sempre più completa e costante balneabilità della costa, non rappresentano motivo di preoccupazione per la qualità dell'ecosistema marino.

2.4.3. Pesca

L'indubitabile pregio ittico del tratto di mare più prossimo alla costa determina una grande attrattiva nei confronti di tutte le forme di sfruttamento delle risorse, anche attraverso l'uso di pratiche illegali quali lo strascico abusivo, che devono essere controllate e ostacolate facendo ricorso alla conoscenza completa della problematica ed alle possibili strategie di dissuasione.
È stato evidenziato che il fenomeno della pesca a strascico illegale può rappresentare ancor oggi, in alcune realtà locali, un importante fattore di pressione non sostenibile sui bassi fondali liguri.
Nonostante i divieti e i rischi di sanzione, questa fascia di fondale sembra essere molto allettante per le rese, così da spingere i pescatori di differenti località ad operare in tali tratti di mare.
Il comportamento generale del pescatore abusivo è quello di prolungare la strascicata nella fase di rientro in porto, o piuttosto di anticiparla rispetto al raggiungimento della zona di competenza, estendendo l'attività di pesca in relazione ad un'approssimazione volontaria ed errata delle rotte legittime, in modo da poterne estendere i frutti alle zone interdette. Il tutto con il favore del buio del mattino o della sera.
Nei tratti di costa caratterizzati da ostacoli presenti sul fondale marino, sia naturali sia di origine antropica (tubature e strutture di altro genere), sembra sussistere un valido motivo di dissuasione, sebbene in alcuni casi i pescatori sembrino aver sviluppato una grande esperienza nell'operare in stretta prossimità delle zone inaccessibili.
Nell'ambito della redazione del Piano sono state raccolte, attraverso questionari distribuiti agli operatori, segnalazioni di pesca a strascico abusiva per il tratto di costa antistante il capo Caprazoppa.
Un fattore di degrado a carico dei popolamenti coralligeni dell'Isola Gallinara è costituito dalla eccessiva presenza di attrezzi da pesca (reti, lenze, nasse) persi o abbandonati: questi materiali, oltre a deturpare il paesaggio sottomarino, arrecano danni sia avvolgendo e danneggiando meccanicamente i popolamenti bentonici, sia continuando ad effettuare catture accidentali di pesci e crostacei

2.4.4. Ormeggi e ancoraggi

Su scala locale l'ancoraggio delle imbarcazioni da diporto, quando intensivo e non regolato, può rappresentare una minaccia per la conservazione delle praterie di Posidonia oceanica e di altri ecosistemi costieri.
Nella realtà ligure gli habitat vulnerabili rispetto all'azione meccanica delle ancore e dei sistemi di ormeggio sul fondale risultano essere principalmente due: la prateria di *Posidonia oceanica* ed i popolamenti ascrivibili alla tipologia del Coralligeno; mentre nel primo caso la fascia di massima distribuzione dell'habitat corrisponde quasi esattamente con quella di sosta delle unità da diporto (da 0 a 20 metri di profondità), nel secondo caso la sovrapposizione è un fenomeno molto meno frequente che può avere rilevanza solo in particolari realtà locali.
L'entità del danno arrecato dagli ancoraggi alle praterie di *Posidonia oceanica* può dipendere da numerosi fattori: tra questi i più importanti sembrano essere la frequenza ed il numero degli ancoraggi, le dimensioni delle imbarcazioni, il modello di ancora utilizzato o la natura del substrato sul quale cresce la pianta.
Come desumibile dall'analisi sulla consistenza della flotta diportistica gravitante nell'ambito di interesse, la frequentazione delle unità da diporto nell'area è sicuramente un fenomeno rilevante da non sottovalutare.
L'analisi della pressione ambientale nel territorio dell'ambito 08 ha messo in evidenza l'esistenza di una unica situazioni critica, costituita dai fondali antistanti l'isola Gallinara.

2.4.5. Ripascimenti e discariche a mare

Rispetto al passato attualmente, in Liguria, l'immersione di sedimenti ai fini di ripascimento risulta una attività già debitamente regolamentata sotto il profilo ambientale e sottoposta a severi standard qualitativi.

Se è vero pertanto che lungo la costa permangono i resti o gli effetti ambientali di antiche discariche realizzate lungo la costa, come ad esempio il rilevato di Punta Cippo, negli ultimi 10 anni non sono state realizzate nuove discariche costiere mentre il quadro degli interventi di ripascimento sulle spiagge è sufficientemente noto in termini di localizzazione, quantità e natura del materiale versato.

volumi di ripascimento (metri cubi)		
totale	439150	
totale da mare	200675	45,70%
totale da alveo	32650	7,43%
totale da cava	161925	36,87%
totale da scavo	43900	10,00%
totale materiale autoctono	435350	99,13%
totale materiale alloctono	3800	0,87%

Tabella 2.4.5.1. Sintesi attività di ripascimento sulle spiagge dell'ambito (periodo 2003-2011)

Nel complesso il materiale utilizzato per i ripascimenti delle spiagge nell'area di interesse nell'ultimo decennio deriva principalmente dal riutilizzo di sabbie litoranee dragate per la realizzazione di opere marittime (l'ampliamento dei porti di Alassio e di Loano) e da materiale acquistato in cava; il riutilizzo di sedimenti fluviali rimossi per opere di sicurezza idraulica (7,43%) e il riutilizzo dei materiali da scavo idonei derivanti da opere di urbanizzazione (10 %) ha inciso in misura minore anche se non trascurabile.
Praticamente la totalità dei materiali proviene da fonti locali, da siti cioè situati all'interno dei bacini idrografici afferenti l'ambito.
Nel complesso tale quadro conferma la forte valenza economica delle spiagge dell'ambito che porta ad una forte richiesta di manutenzione e potenziamento dell'arenile e nel contempo una significativa pressione di tali attività sull'ambiente (sfruttamento di cave) in termini di utilizzo di risorse materiali e di immissione di sedimenti in mare.

Si riporta di seguito un breve commento, disaggregato per comune.
Nel comune di Alassio l'ampia spiaggia antistante il centro abitato (fuori dall'Ambito) non è abitualmente oggetto di ripascimenti, gli interventi più significativi riguardano il tratto di costa a levante del porticciolo, in particolare la spiaggia di S. Anna è stato oggetto del refluimento dei materiali di spiaggia movimentati in seguito ai lavori di ampliamento del porto turistico e di un ripascimento strutturale con materiale da cava.
Nel comune di Albenga viene abitualmente realizzata la manutenzione delle spiagge attraverso ripascimenti stagionali che utilizzano i sedimenti derivanti dalla pulizia idraulica del fiume Centa.
Il Comune di Ceriale effettua abitualmente la manutenzione di tutte le spiagge con piccoli interventi stagionali utilizzando materiale comprato in cava. Nel 2006 è stato realizzato un ripascimento strutturale che ha sfruttato la disponibilità di sedimento marino proveniente dai lavori di ampliamento del porticciolo di Loano, mentre nel 2009 tale opportunità è stata fornita dalla realizzazione di un ampio scavo per la costruzione di un'area residenziale che ha messo alla luce una porzione di paleo spiaggia.
L'unico intervento significativo in comune di Borghetto S. Spirito nel periodo considerato è un ripascimento strutturale su un tratto di costa di circa 400 m contestuale alla realizzazione delle tre secche semisommerse parallele alla spiaggia.
Nel Comune di Loano, contestualmente alla costruzione del nuovo porticciolo turistico, è stata costruita a levante del molo di sottoflutto una nuova spiaggia di circa 200 m di lunghezza, utilizzando il sedimento marino dragato nel nuovo bacino portuale integrato con una minore quantità di materiale di cava. Nel tratto di litorale antistante l'abitato è stato realizzato un ripascimento strutturale, con materiale da cava, collegato alla realizzazione di una barriera soffolta parallela alla costa.
Nel comune di Pietra Ligure la spiaggia a ponente del centro storico, soggetta in passato ad una grave crisi erosiva, è stata oggetto nel tempo di ripetuti ripascimenti stagionali con materiale di cava, a carico della società concessionaria del porticciolo di Loano; un intervento strutturale realizzato nel 2005 con i sedimenti derivati dal dragaggio del nuovo bacino portuale ha consolidato il processo di recupero della spiaggia.

Le rimanenti spiagge comunali sono oggetto abitualmente di interventi manutentivi realizzati con materiale di cava; nel 2007 è stato effettuato un intervento strutturale sulla spiaggia antistante il centro storico, contestuale alla riorganizzazione dei pennelli preesistenti.
Nel comune di Borgio Verezzi, fino al 2007 sono stati realizzato solo interventi stagionali saltuari, concomitanti alla occasionale disponibilità di sedimenti. Dal 2007 il Comune ha iniziato una strategia di intervento basata su ripascimenti strutturali con materiale di cava protetti dalla realizzazione di secche semisommerse.

2.5. Clima meteomarino

La definizione del clima ondoso al largo dell'ambito oggetto del presente Piano è stata condotta utilizzando le curve di previsione di Boccotti (1986), relative al Mar Ligure, elaborate a partire stime visuali consistenti in dati archiviati presso il Reale Istituto Meteorologico Olandese (KNMI). Questi dati registrano i rilevamenti sistematici degli stati di mare effettuati a vista dai capitani di mare delle navi in transito nel Mar Ligure negli anni (1961-1980); forniscono una indicazione dettagliata dell'altezza significativa e della direzione di provenienza del moto ondoso (settori di 30 gradi). Nel dettaglio si rimanda alla relazione tematica "Relazione sul clima ondoso al largo (RO)".

2.5.1. Esposizione dell'Ambito

Il tratto di costa dell'ambito albenganese presenta un orientamento ed un'esposizione a fetch illimitato per un settore compreso tra circa 180°N e 220°N, una tr aversia secondaria verso Sud-Est e una traversia di circa 200 Km verso Est. Risulta quindi esposto prevalentemente a mari da Sud-Ovest, Sud e Sud –Est, ma anche a mari da Est. Come raffigurato nella figura 2.2 seguente, dove vengono indicati nel diagramma polare i fetch geografici (in rosso) e i fetch efficaci (in blu).

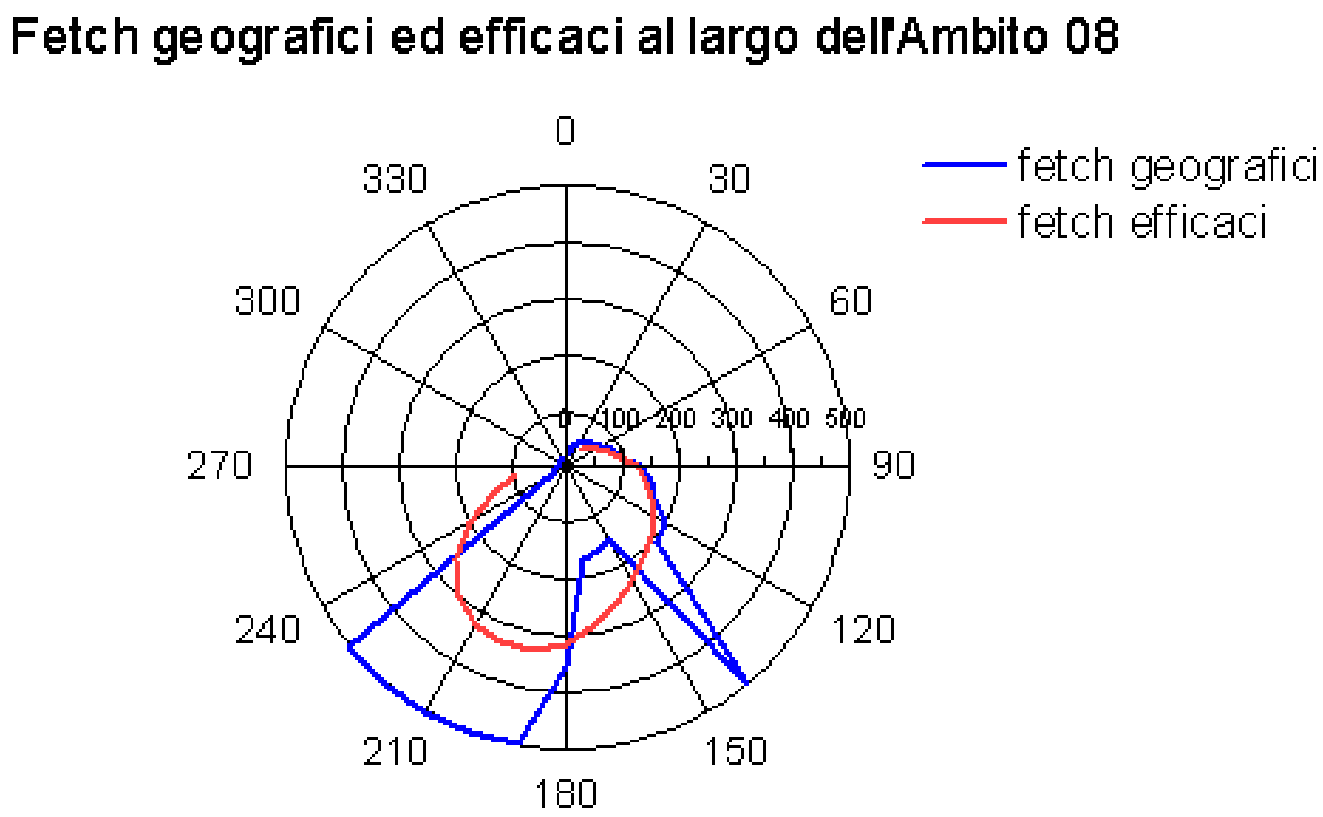


Figura 2.5.1.1. Fetch geografici (in rosso) ed efficaci (in blu) al largo dell'Ambito costiero 08.

Nonostante il settore da libeccio al largo risulti il più inflluente, data l'orientazione della costa dell'Ambito 08 e la disposizione del fondale sotto costa, le onde provenienti dal settore 210° sotto costa subiran no forti effetti dissipativi per rifrazione. Analogamente l'Ambito per l'orientamento costiero può essere interessato da mari provenienti da Est, nonostante il fetch di generazione sia limitato e non molto ampio. Occorrerà tenere conto del fatto che le elaborazioni dei dati estremi di Boccotti sono state stimate molto

al largo per il settore Est e che di fatto considerano onde più levate di quelle che di fatto verrebbero a manifestarsi sulla costa per la limitatezza del fetch effettivo reale.
Quindi sono state individuate le altezze delle onde estreme per le direzioni 210°, 180°, 150°, 120°, 9 0° e 60°, al fine del loro impiego nella propagazione de l moto ondoso da largo verso riva. Nella tabella seguente si riportano i valori di riferimento al largo dell'ambito oggetto del presente Piano, associate ai diversi periodi di ritorno.

Dir °N	Periodo di ritorno = 1 anno		Periodo di ritorno = 50 anni		Periodo di ritorno = 100 anni	
	H_o[m]	T_p [s]	H_o[m]	T_p [s]	H_o[m]	T_p [s]
60	2.9	7.7	6.2	11.3	6.8	11.7
90	2	6.4	4.6	9.7	5	10.1
120	1.7	5.9	4	9	4.4	9.4
150	2.5	7.1	5.4	10.5	5.8	10.9
180	3.1	7.9	6	11	6.5	11.5
210	3.4	8.3	7.8	12.6	8.5	13.2

Tabella 2.5.1.1. Valori di altezza d'onda e periodo di picco associati ai periodi di ritorno significativi per le direzioni di propagazione scelte in corrispondenza del sito al largo dell'ambito del Piano.

Per eventuali dettagli si rimanda all'allegato tecnico "Relazione sul clima ondoso al largo (RO)".

2.5.2. Propagazione del moto ondoso da largo verso riva

L'evoluzione del moto ondoso dal largo verso riva, all'interno dell'intero Ambito costiero 08, è stata condotta applicando un sistema di modelli numerici e codici di calcolo, che permettono di descrivere la propagazione del moto ondoso. L'ingresso al sistema è rappresentato dall'onda al largo, con le caratteristiche di cui alla Tabella 2.5.1.1., per i periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni, l'uscita dal sistema è rappresentata dai dati caratteristici del moto ondoso (altezza, periodo e direzione dell'onda) nei vari punti della griglia di calcolo.
Tale impostazione, come meglio specificato nella relazione tecnica allegata "Relazione sulla modellazione di propagazione del moto ondoso da largo verso costa (RM)", è stata adottata a scala di unità fisiografica (modello esteso a larga scala) per l'intero ambito a partire dalla batimetrica - 100 metri ed è stata affinata a scala di dettaglio per ogni singolo paraggio, al fine di individuare le caratteristiche ondose, associate a diversi periodi di ritorno, propedeutiche ai successivi calcoli ed elaborazioni progettuali per la definizione delle fasce dinamiche delle spiagge e per la valutazione del rischio di inondazione delle aree costiere.
Lo schema impostato al fine di tenere conto del rilievo batimetrico di dettaglio e di meglio definire le caratteristiche ondose lungo costa per le successive analisi è il seguente:

- dapprima è stato implementato il modello "esteso" su un dominio di calcolo molto allargato che comprende tutta la zona di interesse per l'Ambito Costiero 08, da Punta di Caprazoppa al porto turistico di Alassio, e si estende fino ad una profondità di -100m circa. Tale modello esteso è stato utilizzato esclusivamente per simulare i processi di trasformazione del moto ondoso fono ad una profondità vicino a costa (50 metri di profondità). A tal fine la risoluzione del modello, intesa come lunghezza media dei triangoli della mesh, varia dai 500 m al largo ai 30 m sotto costa.
- Successivamente il modello di dettaglio è stato implementato su un'area molto più ridotta, utilizzando una risoluzione molto più elevata (fino a 5m). Questo ha permesso di simulare ad un dettaglio maggiore tutti i processi di trasformazione del moto ondoso (MIKE21-SW) fino ad apprezzare il fenomeno di frangimento (MIKE21-SW) e parallelamente, effettuare una modellazione idrodinamica delle correnti litoranee indotte dal moto ondoso (MIKE 21 HD).

La scelta della risoluzione della *mesh* di calcolo ha permesso di poter variare significativamente le dimensioni degli elementi di calcolo (triangoli) in funzione della zona di interesse e dei fenomeni che si intendono modellare. Si è pertanto potuto limitare il numero degli elementi riducendo la risoluzione dei triangoli laddove la profondità dell'acqua garantiva l'assenza di significativi processi di trasformazione dell'onda e idrodinamici.

Modellazione a larga scala (di Unità Fisiografica)

L'analisi dell'evoluzione del moto ondoso è stata condotta utilizzando il pacchetto modellistico MIKE 21 di DHI (Danish Hydraulic Institute). Il modello numerico è in grado di simulare l'effetto delle mareggiate di riferimento sul litorale dell'Ambito Costiero 08, in termini di distribuzione dei campi di altezza d'onda, andamento delle correnti litoranee, individuazione dell'area dei frangenti. L'attività è stata effettuata utilizzando il pacchetto modellistico MIKE 21. Il modulo utilizzato per la propagazione del moto ondoso si chiama Spectral Wave (SW), il cui algoritmo di calcolo è in grado di valutare le trasformazioni del moto ondoso simulando i diversi fenomeni fisici che ne caratterizzano il processo di trasformazione quali gli effetti dissipativi dovuti al frangimento, all'attrito con il fondo, al white capping (ovvero al frangimento dell'onda al largo), gli effetti di rifrazione e shoaling dovuti alle variazioni batimetriche. Le simulazioni effettuate con il modello di propagazione del moto ondoso MIKE 21 SW permettono di ottenere una dettagliata rappresentazione della distribuzione dell'altezza d'onda significativa in tutto il dominio di calcolo.
Nella modellazione a larga scala la griglia di calcolo è stata derivata dal modello dei fondali del Mare Mediterraneo prodotto dall'Istituto Idrografico della Marina, innestando sotto costa il rilievo batimetrico di dettaglio effettuato. La costruzione della mesh di calcolo con il modello consente di realizzare una griglia di calcolo variabile, distinguendo da un dominio più ampio al largo e più dettagliato sotto costa, in corrispondenza dei rilievi batimetrici di dettaglio. La griglia variabile consente di affinare le zone a risoluzione diversa distinte in base all'influenza della geometria dei fondali e dell'orografia costiera sulle variabili della propagazione del moto ondoso. Le celle della griglia sono state definite partendo dalla linea di largo alla profondità di 100 m in modo tale che i triangoli della mesh più grossolana abbiano una lunghezza media di 500 metri, tale risoluzione è stata poi variata in prossimità del fondale alla profondità di 70 metri con una lunghezza media dei triangoli che varia da 70 metri a 30 metri sotto costa. Nella figura 2.1 è riportata la griglia di calcolo utilizzata per la propagazione del moto ondoso dal largo verso riva per l'intero Ambito costiero 08.

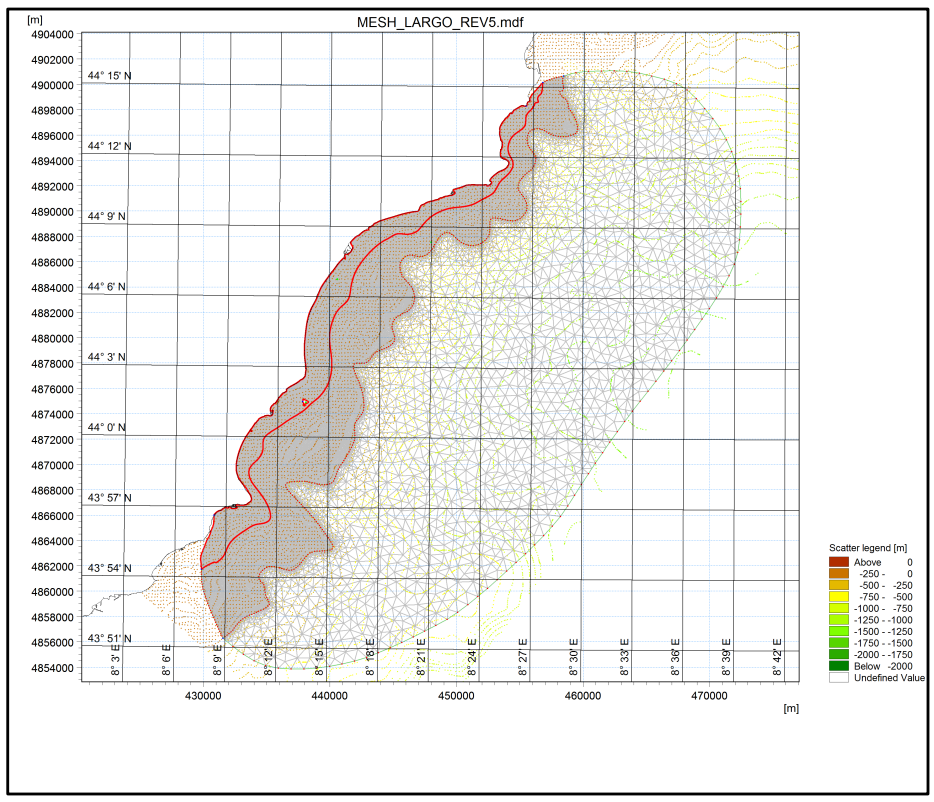


Figura 2.5.2.1. ***Griglia di calcolo utilizzata per la propagazione del moto ondoso dal largo verso riva***

È stata quindi analizzata la propagazione del moto ondoso da largo verso riva, per i periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni, utilizzando come input al modello un'onda stazionaria con i parametri di altezza, direzione e periodo caratteristici del moto ondoso incidente al periodo di ritorno in esame.
Una volta a disposizione i risultati della modellazione matematica, sono stati individuati i valori dell'altezza d'onda spettrale, il periodo e la direzione dell'onda nei pressi di 15 stazioni di calcolo, individuate in punti rappresentativi per i vari paraggi ad una profondità (-15m) tale che non si fosse ancora verificato il fenomeno del frangimento.
In figura 2.2 è rappresentata a titolo esemplificativo la distribuzione delle altezze d'onda (ottenute dalla propagazione su larga scala) all'interno della zona di Albenga, con l'indicazione dei vettori di direzione di propagazione del moto ondoso incidente, relativa all'evento ondoso con periodo di ritorno pari a 50 anni (direzione al largo 150°).

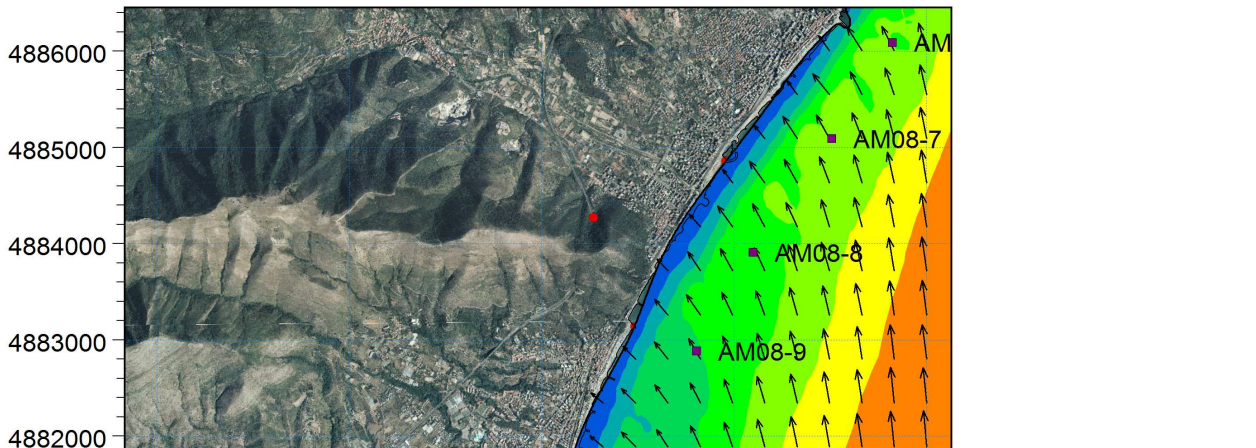


Figura 2.5.2.2. Distribuzione delle altezze d'onda e dei vettori di direzione di propagazione del moto ondoso dal largo verso riva relativa all'evento ondoso con periodo di ritorno pari a 50 anni - Albenga(direzione al largo 150°)

La rappresentazione dei vettori di direzione delle onde fornisce una schematizzazione globale delle ortogonali d'onda (o raggi d'onda), che evidenziano la rotazione dei fronti d'onda al variare delle profondità. Tali vettori, che in acque profonde sono equidistanti e paralleli tra loro, procedendo verso le acque basse variano la loro distanza e diventano convergenti o divergenti in funzione delle caratteristiche

batimetriche e della morfologia costiera, evidenziando (dal punto di vista grafico) le aree a maggiore e minore concentrazione di energia ondosa.
I risultati della modellazione matematica hanno evidenziato che nella propagazione del moto ondoso dal largo verso riva le onde subiscono una trasformazione dovuta all'effetto del fondo; i fronti d'onda subiscono una rotazione a causa della diminuzione della velocità delle onde con la profondità e l'altezza d'onda subisce una diminuzione legata alla dispersione dell'energia per effetto delle differenze tra velocità di fase e velocità di gruppo. Il moto ondoso per le direzioni di 210° e 180°, a causa dell'orientazione della costa, subisce forti effetti rifrattivi e si presenta con altezze d'onda molto ridotte sotto costa. Inoltre l'isola Gallinara offre una schermatura alle ondazioni, sulla costa a tergo infatti le onde presentano altezze ridotte.

Modellazione a scala di paraggio

Per poter adeguatamente simulare con opportuno dettaglio le dinamiche costiere ottimizzando i tempi computazionali, si è resa necessaria la realizzazione di modelli di calcolo differenti per ciascun paraggio di studio. L'Ambito è stato suddiviso in cinque domini ognuno relativo ai seguenti paraggi: S.Anna, Vadino, Ceriale-Albenga, Borghetto-Loano, Borgio-Pietra. Le simulazioni effettuate con il modello di propagazione del moto ondoso MIKE 21 SW hanno permesso di ottenere una dettagliata rappresentazione della distribuzione dell'altezza d'onda significativa in tutto il dominio di calcolo.
La risoluzione del modello, intesa come lunghezza media dei triangoli della mesh, varia dai 20 m al largo ai 5 m sotto costa. La scelta della risoluzione della mesh di calcolo ha potuto usufruire del grande vantaggio tipico dei modelli a maglia flessibile, ovvero quello di poter variare significativamente le dimensioni degli elementi di calcolo (triangoli) in funzione della zona di interesse e dei fenomeni che si intendono modellare. Si è pertanto potuto limitare il numero degli elementi riducendo la risoluzione dei triangoli laddove la profondità dell'acqua garantiva l'assenza di significativi processi di trasformazione dell'onda e idrodinamici. Con riferimento alle batimetrie introdotte nel modello, si è proceduto ad un'operazione di unione dei rilievi disponibili per le aree modellate: in particolare, per la zona più sotto costa è stato utilizzato il rilievo di dettaglio MultiBeam effettuato nel 2012, mentre per le zone più esterne del dominio di calcolo si è fatto riferimento alle batimetrie dell'Istituto idrografico della Marina.
La metodologia utilizzata ricalca quella della propagazione su larga scala precedentemente descritta. Sono state definite ulteriori sezioni di controllo a riva, su profondità relativamente basse, in zone di particolare interesse, al fine di avere una definizione immediata di alcuni valori significativi delle caratteristiche ondose.
I dati in uscita dal modello hanno consentito di definire, per ciascun paraggio, la dinamica sotto costa, tramite la rappresentazione con i vettori di direzione delle onde (che schematizzano le ortogonali d'onda e quindi le variazioni dei fronti al variare delle profondità e della morfologia costiera), e l'individuazione della zona dei frangenti.
La disposizione delle ortogonali d'onda ha consentito di sviluppare considerazioni sul trasporto solido e sulla morfodinamica costiera. La definizione della surf-zone per ciascun paraggio ha consentito di definire, contestualmente all'analisi sedimentologica, la profondità di chiusura della spiaggia sommersa, e quindi di definire il limite lato mare della fascia attiva, dinamica, della spiaggia, in cui avviene la movimentazione significativa dei sedimenti.
I valori delle altezze d'onda al frangimento sono stati utilizzati nelle successive fasi di studio, al fine di definire la risalita del moto ondoso sulla spiaggia e quindi individuare le fasce attive delle spiagge.
Si rimanda alle relazioni specifiche per paraggio, allegate alla presente relazione, per i dettagli sulle analisi dei risultati della modellazione applicata in ciascun paraggio.

2.6. Morfologia e sedimentologia del litorale

Nei paragrafi che seguono si forniscono le linee generali relative alla morfologia del litorale ed all'evoluzione recente della linea di riva all'interno dell'ambito e la metodologia di studio utilizzata nel Piano. L'analisi di dettaglio di tutto quanto descritto si trova all'interno delle relazioni dei singoli paraggi costieri a cui si rimanda.

2.6.1. Metodologia

L'indagine sulla spiaggia sommersa è stata effettuata attraverso l'analisi dei dati acquisiti mediante rilievo batimetrico multibeam, da cui è stato ricavato un modello digitale del terreno con maglia 1x1 m, utilizzando il software Vertical Mapper del pacchetto Mapinfo ®. L'indagine ha riguardato la fascia compresa tra 1.5 m e 30 m di profondità.
Per quanto riguarda l'analisi della spiaggia emersa sono state reperite da varie fonti, cartografie storiche a partire dalle tavole del Vinzoni (1754). Inoltre è stata effettuata una ricerca di fotografie storiche le cui più antiche risalgono alla fine del XIX secolo.
L'analisi di questa documentazione si è dimostrata di grande utilità per delineare gli aspetti evolutivi delle spiagge, congiuntamente alle tecniche più "moderne" descritte negli altri paragrafi.
L'evoluzione recente della linea di riva è stata analizzata attraverso l'utilizzo delle fotografie aeree zenitali, georeferenziate e, quando possibile, ortorettificate.
Sono state ricavate le linee di riva dai voli bassi costieri realizzati dalla Regione Liguria con cadenza decennale a partire dal 1973 al 20103 e, come primo volo di confronto, il volo eseguito dalla Royal Air Force per motivi bellici nel 1944.

L'evoluzione della spiaggia sommersa è stata indagata attraverso il confronto tra rilievi batimetrici storici e quello eseguito nel 2011. Ovviamente le diverse metodologie utilizzate per il rilievo e soprattutto la diversa scala dei rilievi non permettono un confronto quantitativamente attendibile ma possono essere comunque molto utili per un'analisi qualitativa ed una stima semi-quantitativa delle variazioni morfologiche e volumetriche della spiaggia sommersa.
Il rilievo più antico utilizzato è quello dell'Istituto Idrografico della Marina del 1879, di cui sono stati reperiti i grafici di scandagliamento originali. Questi sono stati digitalizzati, georiferiti ed inseriti nel sistema GIS Regionale. Dai grafici di scandagliamento, tramite il pacchetto Vertical Mapper, è stato ricavato il DTM con maglia 5 m, che è stata giudicata la più attendibile dopo varie prove.
Il DTM così ottenuto è stato messo a confronto con quello ricavato dai rilievi 2011. Dove presenti, sono stati utilizzati anche altri rilievi ritenuti significativi.

Nota metodologica
I rilievi dell'I.I.M. del 1879 sono stati ricavati, dai grafici di scandagliamento originali. Per loro natura e per la scala del rilievo non possono essere confrontati con un rilievo multibeam di dettaglio a causa degli errori intrinseci del metodo storico. Questi errori sono insostenibili per le zone con fondale ripido, a ridosso delle falesie e in generale dove esiste una morfologia frastagliata. Nelle zone di fondale sabbioso a bassa pendenza ed a morfologia uniforme, invece, si ritiene che l'errore sia accettabile, in relazione al tipo di informazioni che si vuole ottenere.
Per questo motivo è stata individuata l'area, compresa tre i –5m e i –30m, all'interno della quale si è ritenuto di poter confrontare i tre modelli I volumi ottenuti, sono comunque da considerarsi indicativi e non assoluti, con un errore possibile del 50%.

2.6.2 Evoluzione storica del litorale

L'evoluzione storica del litorale dell'ambito 8 è dominata dalle variazioni del regime di trasporto solido del Centa e dalle opere costruite nel tratto di litorale da esso alimentato.
Infatti l'intero settore costiero che va da Punta Cippo a Capo Caprazoppa ha visto la continua progradazione della linea di riva dal medioevo all'inizio del XIX secolo, seguita da una fase di regressione cominciata intorno alla prima metà dell'800 che, tra fasi alterne, prosegue tuttora.
A questa tendenza generale si sono poi alternati episodi di erosione marcata ed episodi di stabilizzazione o avanzamento dovuti in prevalenza ad azioni antropiche. Le maggiori crisi erosive sono state determinate dalla costruzione della ferrovia in prossimità della fascia dinamica della spiaggia alla fine del XIX secolo e del porto di Loano nella seconda metà del '900. Tali crisi sono state in parte tamponate da grossi interventi di ripascimento in occasione della costruzione dell'autostrada Savona - Ventimiglia negli anni '70 del '900 e dagli interventi più recenti di revisione dell'assetto delle spiagge Ceriale, Borghetto, Loano, Pietra e Borgio, tramite la costruzione di varie tipologie di opere di difesa trasversale sempre associate a ripascimento artificiale.
Le spiagge di fondo baia presenti in diversi settori dell'ambito (Sant'Anna, Arbora), indipendentemente dalle loro dimensioni, sono sostanzialmente stabili nell'ultimo secolo.
L'analisi di dettaglio delle variazioni storiche del litorale è evidenziata in maniera approfondita all'interno delle relazioni di paraggio.

3. Analisi dello stato e delle dinamiche in atto

Il presente capitolo descrive a scala di unità fisiografica, quale sintesi delle analisi condotte in ciascun paraggio dell'Ambito oggetto di studio, gli effetti del moto ondoso sotto costa in termini di effetti della propagazione del moto ondoso incidente, la dinamica dei sedimenti ed il bilancio sedimentario, la qualità dell'ambiente marino-costiero e focivo.

3.1. Effetti del moto ondoso lungo costa

3.1.1. Frangimento

Le onde di mare non riescono a crescere infinitamente verso l'alto, esiste un'altezza limite al di sopra della quale diventano instabili e frangono; dato che le particelle che si muovono nello strato superficiale sono meno soggette ad attrito rispetto a quelle che si muovono in prossimità del fondo, l'onda avanza più velocemente nella parte alta e le creste diventano asimmetriche fino a che l'onda non cade in avanti su se stessa. Il fenomeno appena descritto, che comporta una dissipazione dell'energia trasportata dal moto ondoso, prende il nome di frangimento.
Il modello matematico utilizzato ha permesso di individuare le zone di frangimento delle onde nella propagazione dal largo verso riva, associate a ciascuna direzione di propagazione e ciascun periodo di ritorno considerato. Il modello di calcolo, applica il criterio di frangimento di Battjes e Janssen (1978) che prevede che il frangimento dell'onda si manifesta quando viene raggiunta un'altezza d'onda limite. I trasferimenti di energia non lineari alle alte frequenze che avvengono durante il frangimento non sono rappresentate nel modello.
L'individuazione della zona dei frangenti (surf zone) ha permesso di fare alcune considerazioni preliminari sulla movimentazione dei sedimenti all'interno delle unità fisiografiche considerate ed è stata propedeutica per gli studi successivi effettuati a scala di paraggio nelle singole relazioni di Paraggio, a cui si rimanda per la modellazione matematica della propagazione del moto ondoso e per la definizione della zona dei frangenti.
Il trasporto solido lungo costa è dovuto principalmente alla spinta esercitata dalle onde frangenti; le forze che agiscono sui sedimenti costieri sono principalmente dovute all'azione del moto ondoso che dà luogo, nella fascia compresa tra la zona di frangimento e la linea di riva (surf zone) a fenomeni dissipativi particolarmente intensi che originano correnti in grado di provocare il trasporto di materiale.
È stata quindi individuata in ogni paraggio, per ciascuno dei due periodi di ritorno, la linea cumulata, corrispondente alla sommatoria delle linee di primo frangente ricavate dalla propagazione degli eventi ondosi per le direzioni di provenienza considerate. Tale linea cumulata è stata raffigurata nella carta C04 "Sintesi dei processi costieri" come rappresentativa dell'inizio della zona in cui si originano correnti in grado di provocare il trasporto significativo di materiale lungo costa, a causa dei fenomeni dissipativi particolarmente intensi che vi hanno luogo.

Profondità di chiusura

La profondità di chiusura, che rappresenta il limite lato mare della max profondità in cui si verifica il trasporto significativo di sedimenti cross-shore (lungo costa), è stata quindi definita, per i due periodi di ritorno considerati (1 e 50 anni), a partire dalla linea al frangimento cumulata, derivata dai risultati della modellazione matematica applicata a ciascun paraggio, e confrontata con i valori delle diverse relazioni matematiche note in letteratura di Hallermeier (1978), Birkemeier (Hallermeier modificata 1985), semplificata del CETN (1995).
In ciascun paraggio la profondità di chiusura, per periodo di ritorno pari a 1 e 50 anni, è stata determinata analizzando nel complesso i risultati al frangimento, derivati dall'analisi meteomarina, e i risultati delle analisi morfodinamiche e sedimentologiche, considerando la conformazione specifica del paraggio. È stata quindi individuato il limite lato mare della fascia dinamica della spiaggia sommersa, all'interno della quale si verifica il trasporto significativo dei sedimenti.

Si rimanda alle relazioni specialistiche per paraggio per una descrizione dettagliata delle dinamiche e dei fenomeni puntuali in atto nei singoli paraggi.

3.1.2. Risalita dell'onda

Il Run-up è la quota massima della risacca sopra il livello medio del mare. La risacca dell'onda consiste di due componenti: la sopraelevazione del livello medio mare dovuta all'azione delle onde (setup) e le fluttuazioni di questo livello medio (swash). Il limite superiore del run-up è un parametro molto importante nella determinazione della porzione attiva del profilo di spiaggia.
L'analisi della risalita dell'onda o del sormonto che si verifica su spiagge ed opere disposte lungo il litorale, è stata condotta al fine di individuare le aree di pericolosità, dovute ad inondazioni ondose, associate a diversi periodi di ritorno significativi.
Il run-up è definito come la quota più alta raggiunta dall'acqua su una spiaggia nel corso di una mareggiata. In generale a parità di altezza d'onda al frangimento, il runup è tanto maggiore quanto maggiore è la lunghezza d'onda e quanto maggiore è la pendenza del fondo.
Per la determinazione della risalita dell'onda sulle spiagge è stato calcolato il valore del run-up secondo la relazione empirica proposta da Van der Meer su un fondale piano (1992):

$$\frac{R_U}{H_{s0}} = 1.5\gamma \frac{H_{sb}}{H_{s0}} I \qquad \text{per } I < 2$$

$$\frac{R_U}{H_{s0}} = 1.5\gamma \frac{H_{sb}}{H_{s0}} I \qquad \text{per } I \geq 2$$

dove

R_U run-up di uno stato di mare inteso convenzionalmente come la quota di spiaggia che viene superata in media da due onde su cento,

H_{s0} altezza significativa dell'onda su profondità infinita,

H_{sb} altezza significativa al frangimento,

γ fattore di riduzione che tiene conto della presenza di berme, della scabrezza del fondale, dell'incidenza della profondità finita sulle distribuzioni delle altezze in uno stato di mare, della direzione dominante delle onde al frangimento v (Van der Meer, 1992). Assunto cautelativamente pari a 1.

Il numero di Irribarren *I* viene scritto nella forma:

$$I = \frac{\tan\lambda}{\sqrt{\frac{H_{sb}}{H_{s0}}\frac{H_{s0}}{L_{p0}}}}$$

la ripidità al largo H_{s0}/L_{p0} può essere espressa in funzione dello spettro di frequenza, per spettro JONSWAP risulta

$$\frac{H_{s0}}{L_{p0}} = 0.352\sqrt{\alpha}$$

dove α è il parametro di Phillips.
Nella formula di Van der Meer è stato inserito il valore della pendenza del fondo cumulativo della pendenza della spiaggia emersa e sommersa, considerando come valore della pendenza della spiaggia emersa i valori dedotti dalle sezioni trasversali di spiaggia effettuati in corrispondenza di caposaldi significativi nei paraggi e come valore della pendenza della spiaggia sommersa il valore ricavato utilizzando la profondità della fascia dinamica annuale.
Si è proceduto quindi a valutare per ciascun paraggio, in corrispondenza delle sezioni trasversali di spiaggia, il massimo valore di run-up in base alla pendenza del fondo (spiaggia emersa e spiaggia

sommersa) e altezza d'onda al frangimento che si verifica nel paraggio per tutte le direzioni di propagazione del moto ondoso, relativamente agli eventi con periodo di ritorno pari a 1 e 50 anni.
Per le descrizioni puntuali, le scelte e le semplificazioni eventualmente adottate per ciascun paraggio si rimanda alle relazioni specialistiche.
Al valore così determinato di runup è stato inoltre sommato il sovralzo dovuto agli effetti di marea.

Analisi delle variazioni del livello marino (maree e sovralzi)

La conoscenza delle massime variazioni quasi-statiche del livello marino, dovute principalmente alla marea astronomica e "meteorologica" (indotta essenzialmente dall'azione del vento e dalle variazioni di pressione atmosferica), è necessaria per molteplici scopi tra cui una corretta determinazione dell'altezza limite (quota di swash) della spiaggia emersa raggiunta dalle azioni residue del moto ondoso.
La marea astronomica (tide) è periodica, ripetitiva e predicibile, l'escursione di marea media, nel mare Mediterraneo, è di circa 0.30 m.
La marea meteorologica (storm surge) costituisce la componente variabile di difficile previsione, determinata sia dalla pressione atmosferica sia dalle tensioni di attrito esercitate dal vento.
Il calcolo del massimo sovralzo lungo riva si può calcolare sommando i diversi contributi
Al fine della definizione delle fasce attive/dinamiche della spiaggia emersa e sommersa, a seguito del calcolo del runup (così come definito in precedenza), sono state effettuate valutazioni sul sovralzo del livello medio mare da assumere per il calcolo della fascia stessa. Le variazioni del livello medio mare indotte dalla marea e dallo storme surge, minime e massime, sono state aggiunte alla profondità di chiusura e ai valori di run-up per tenere conto delle indeterminazioni associate ai valori ricavati, ossia per quantificare il range delle possibili variazioni legate al sovralzo del livello marino e quindi il range di affidabilità della fascia dinamiche di spiaggia determinate (fascia A e B di spiaggia emersa e sommersa dove avvengono le dinamiche relative al trasporto significativo di sedimento).
La profondità di chiusura determinata al paragrafo precedente è stata corretta, per ciascun paraggio, in base al range così definito.
La quota massima della spiaggia raggiunta dal moto ondoso è stata quindi definita in base ai valori di run-up calcolati per ciascun periodo di ritorno, in ciascuna sezione trasversale di spiaggia individuata, sommandovi il valore del sovralzo del livello medio mare relativo al periodo di ritorno, secondo quanto di seguito specificato.
Si è assunto un valore di sovralzo del livello medio mare pari a 0.50 m per eventi con periodo di ritorno pari ad 1 anno, e pari a 0.80 m per eventi con periodo di ritorno cinquantennale, da sommare al valore di run-up valutato nelle sezioni trasversali di spiaggia.

3.2. Bilancio sedimentario

All'interno delle relazioni relative ai singoli paraggi costieri si entrerà nello specifico della dinamica locale, pertanto si rimanda agli allegati.
In linea generale già l'analisi della carta batimetrica fornisce importanti indicazioni sulla dinamica dei sedimenti all'interno delle unità fisiografiche dell'ambito.
Infatti si può notare che il principale fornitore di sedimenti al sistema sia il fiume Centa. La foce del Centa è costituita da un delta di costruzione sedimentaria che si protende almeno fino a 10 m di profondità. La sua forma è leggermente asimmetrica verso ponente, per la protezione offerta dall'isola Gallinara al lato di poente del delta stesso. I sedimenti in uscita dalla foce del Centa vengono trasportati dalle correnti indotte dal moto ondoso sia verso ponente sia verso levante, per effetto dell'esposizione dell'apice del delta, che costituisce il punto di divergenza delle correnti lungo costa. Verso poente solo la componente più fine dei sedimenti è in grado di oltrepassare punta Cippo e raggiungere il golfo di Sant'Anna, mentre verso levante il trasporto lungo costa si esplica con volumi via via decrescenti fino al porto di Loano.

Apporti naturali

Gli apporti naturali al sistema sono essenzialmente legati al trasporto solido dei torrenti mentre la costa alta, in questo tratto id costa, contribuisce in maniera del tutto marginale.
Sul trasporto solido dei torrenti non esistono misure dirette. Uno studio della Regione Liguria (Maifredi, 2002), effettuato su basi morfologiche, ha stimato il trasporto solido grossolano dei principali bacini della Liguria. Per quelli sfocianti nell'Ambito in questione i valori in m^3/anno sono i riportati nella seguente tabella:

Bacino	Superficie km^2	Trasporto solido m^3/anno	Paraggio costiero afferente
Centa	432.0	20000	Vadino e Albenga-Ceriale
Maremola	46.0	2000	Pietra-Borgio
Varatella	43.0	3500	Borghetto-Loano
Nimbalto	13.3	100	Borghetto-Loano
Carenda	10.9	n.d.	Albenga-Ceriale
Bottassano	7.3	n.d.	Pietra-Borgio
Torsero	5.6	200	Albenga-Ceriale

Tabella 3.2.1. Trasporto solido grossolano per i bacini principali dell'ambito

Si tratta di valori medi cautelativi che non tengono conto degli episodi di trasporto eccezionali in occasione degli eventi pluviometrici maggiori.

In mancanza di altri dati più realistici un metodo molto speditivo e grossolano per calcolare il trasporto solido dei torrenti afferenti l'ambito costiero può essere quello di relazionare la superficie del bacino con la percentuale di territorio in frana mediante la seguente formula empirica:

superficie bacino (km^2) x percentuale superficie frane x 10 = trasporto solido (m^3/anno)

I risultati di tale calcolo, riportati nella tabella 3.3, sembrano piuttosto coerenti con la realtà verificata sul campo e con gli studi di cui sopra salvo il caso del Varatella, dove si nota una sensibile discrepanza. Chiaramente il trasporto solido totale va suddiviso in una componente fine ed una grossolana. Quest'ultima sarà preponderante nei bacini piccoli e diventerà meno importante nei bacini grandi.

Bacino	Superficie km^2	Sup. frane %	Trasporto solido m^3/anno
Centa	432.0	6.7	26600
Maremola	46.0	5.9	2700
Varatella	43.0	2.1	900
Nimbalto	13.3	1.2	160
Carenda	10.9	0	0
Bottassano	7.3	15.1	1100
Torsero	5.6	0	0

Tabella 3.1.2. Stima di massima del trasporto solido in funzione della superficie dei bacini e della relativa percentuale di territorio in frana

Apporti artificiali

Molto difficile è ricostruire la storia dei versamenti artificiali effettuati nel tempo. Non risultano fonti documentate sui volumi ma solo dati storici ricavati da notizie riportate in fonti più o meno attendibili.
Negli anni '60 e '70 del secolo scorso, soprattutto in occasione della costruzione dell'autostrada Savona - Ventimiglia, sono stati realizzati ingenti versamenti dell'ordine di alcune centinaia di migliaia di metri cubi, prevalentemente nella spiaggia di Borghetto. Inoltre lungo tutto il corso del '900 fu attiva la discarica dei materiali di scarto della cava Ghigliazza al capo Caprazoppa ma la quantificazione dei volumi versati è molto aleatoria. Negli ultimi anni il volume totale di materiale apportato artificialmente alle spiagge

dell'Ambito può essere calcolato in circa 250 mila metri cubi, versati in prevalenza nelle spiagge di Ceriale e Loano.

Il bilancio sedimentario globale calcolato sull'intero ambito può essere considerato sostanzialmente in pari o lievemente negativo, in quanto gli apporti del Centa e quelli, inferiori, degli altri bacini, compensano come volume quelli erosi dalle spiagge.
Però, come abbiamo visto e come verrà meglio evidenziato successivamente, il materiale proveniente dal Centa non può raggiungere naturalmente le spiagge limitrofe pertanto l'equilibrio dell'ambito deve essere artificialmente compensato con interventi antropici.

3.3. Tendenza evolutiva del litorale

Allo stato attuale la configurazione delle opere di difesa costiera e delle spiagge può essere considerata abbastanza soddisfacente per quasi tutti i paraggi costieri dell'Ambito, con l'importanti eccezione rappresentata dal paraggio di Albenga-Ceriale. In questo caso la configurazione delle opere di difesa della linea ferroviaria è tale da non permettere il riequilibrio del litorale se non con interventi radicali di ristrutturazione del sistema di difesa.
Per gli altri paraggi costieri l'assetto delle opere di difesa può essere mantenuto e gli interventi di difesa impostati sul miglioramento della configurazione attuale.
Stante il trend attuale, in assenza di interventi strutturali, si prevede una graduale erosione delle spiagge con tassi differenti a seconda dell'esposizione ondosa, dell'alimentazione naturale e dell'assetto delle opere nel paraggio.
I paraggi in cui l'equilibrio sedimentario è più semplice da mantenere sono quelli del settore di ponente, meno esposti alle ondazioni di libeccio, indicativamente tra Capo Santa Croce e la foce del Centa. In questo settore la tendenza evolutiva attuale prevede una lenta e graduale erosione delle spiagge, facilmente contrastabile con interventi di ripascimento stagionale di manutenzione.
Nei paraggi di levante il trend erosivo è legato sostanzialmente alla carenza di apporti naturali che si somma alla presenza di numerose opere rigide che condizionano la circolazione dei sedimenti e l'alimentazione delle spiagge.
Mentre alcuni settori, per motivi morfologici, presentano trend erosivi assai contenuti, per esempio il tratto tra il porto di Loano e i cantieri navali di Pietra e il tratto tra la foce del Maremola e la stazione FS di Borgio Verezzi, in altri settori si evidenzia un trend erosivo sensibilmente maggiore che, a lungo termine, può portare a situazioni di criticità per le strutture retrostanti. In particolare i tratti costieri dove occorrerà effettuare interventi di manutenzione più frequenti sono quello compreso tra la foce del Centa e la darsena di Albenga, tra il nuovo approdo turistico di Borghetto e la stazione FS di Loano, tra i cantieri navali di Pietra e la foce del Maremola, tra la stazione FS di Borgio Verezzi e il confine con il comune di Finale.
Discorso a parte merita il tratto compreso tra la darsena di Albenga e la spiaggia di Ceriale. Qui, nella configurazione attuale, la presenza della scogliera a protezione della linea ferroviaria impedisce la formazione di una spiaggia e il trend erosivo continuerà ad interessare la spiaggia sommersa richiedendo periodici interventi di manutenzione della scogliera. Le problematiche di questo tratto di costa verranno ampiamente discusse nella specifica relazione di paraggio e nel paragrafo riguardante gli indirizzi di intervento.

3.4. Considerazioni sul fabbisogno di materiale da ripascimento

Alla luce della ricostruzione storica, dell'analisi dell'evoluzione morfologica della costa e dell'analisi degli interventi di ripascimento effettuati nell'Ambito 08 si è resa evidente la necessità di una stima approfondita del fabbisogno reale ed attuale di sabbia del litorale in esame. Infatti la criticità erosiva è stata in passato uno dei principali problemi da affrontare nella gestione della fascia costiera, e gli effetti delle opere messe in atto al di fuori di una visione integrata sono spesso stati più controproducenti che funzionali. Nell'ultimo periodo, da quando una GIZC è stata messa in pratica per davvero anche a livello

locale, le opere costiere sono state progettate e costruite in un'ottica più sostenibile e le evoluzioni degli effetti che hanno indotto sul litorale sono state monitorate.
Alla luce di ciò è quindi ancora più significativa la stima attuale del fabbisogno di sabbia del litorale, in quanto dimostrazione di efficacia od inefficacia degli interventi effettuati negli ultimi anni, nonché trampolino di lancio per la discussione di potenziali soluzioni di eventuali problemi, o pianificazioni di mantenimento dello stato attuale. La presenza di una potenziale cava sottomarina di fronte a Ceriale è infatti una possibilità non indifferente per l'Ambito 08, ed una stima del fabbisogno di sabbia, unitamente ad una stima dei volumi disponibili nel deposito sottomarino potrebbe portate a considerazioni in merito ad un ripascimento strutturale unico ed ampiamente distribuito, che risolva a lungo termine le criticità e le emergenze dell'Ambito 08.
Ad integrazione di questo risultato si tenga presente che il fenomeno erosivo in realtà non si esplica solo attraverso una diminuzione dell'ampiezza del litorale, l'erosione infatti determina variazioni volumetriche anche della spiaggia sottomarina e nelle caratteristiche tessiturali dei sedimenti, con un aumento della dimensione media. Queste ultime, nelle spiagge ghiaiose e/o ciottolose, causano un peggioramento qualitativo delle caratteristiche della spiaggia stessa, almeno in termini di fruibilità a scopo balneare (Ferrari *et al*., 2004).
Indubbiamente però uno dei metodi più efficaci per la stima del fabbisogno di sabbia è il confronto tra l'ampiezza della spiaggia reale e quella che dovrebbe avere la spiaggia per sopportare senza perdite una mareggiata eccezionale. In questo modo la spiaggia sarebbe quindi tutelata da criticità erosive dovute a tutti i fenomeni meteomarini che rientrano nella media annuale, garantendo la difesa del litorale e il buono stato della stessa. L'ampiezza teorica che la spiaggia dovrebbe avere per contrastare i danni potenziali di una mareggiata eccezionale è quantificata con l'ampiezza della fascia dinamica per onda cinquantennale, definita come zona di litorale dove si esplicano i processi sedimentari e morfogenetici indotti dall'azione del moto ondoso con tempo di ritorno di 50 anni, e nella quale appunto è necessario adottare idonei interventi per mantenere e ripristinare la resilienza costiera.
Tramite il software MapInfo (insieme ad un approfondimento con una software analogo, GeoMedia) sono quindi stati ripresi i capisaldi del Beachmed, rappresentativi appunto delle sezioni di spiaggia principali, e sui capisaldi è stata misurata l'ampiezza della spiaggia attuale, compresa tra la linea di riva più recente disponibile e la linea inerodibile, tracciata per tutto l'Ambito nella fase di studio dei monitoraggi delle opere recenti.



Figura 3.4.1. Immagine esemplificativa dell'area di lavoro sulla quale sono stati calcolati, misurati ed estrapolati i dati. Immagine da cartografia GIS.

Generalmente ad ogni sezione corrisponde una cella litoranea, ma esistono casi in cui per una sezione erano presenti più celle. Alla luce di ciò si è scelto di lavorare privilegiando le celle, estendendo quindi i valori di *runup* associati alla sezione disponibile anche alle celle limitrofe non dotate di sezione, se sufficientemente simili tra loro.
A questo punto si è scelto di procedere con i calcoli utilizzando il modello di Dean semplificato, calcolando l'ampiezza della fascia dinamica a partire dal *runup* e dalla pendenza della spiaggia emersa con la formula:

$$A_{fd} = H_{runup}/tg\alpha$$

Il fabbisogno lineare di sabbia è stato quindi calcolato per differenza:

$$F_l = A_{fd} - A_r$$

Nella sottostante tabella è visibile il primo estratto del foglio di calcolo utilizzato, con i dati relativi a tutto l'Ambito appena descritti.
Si noti che questa elaborazione è stata fatta anche per i tratti di costa artificializzata presenti nell'Ambito, in quanto molte di queste zone sono tratti di litorale in cui c'era una spiaggia che è stata erosa negli anni ed attualmente sono privi di spiaggia, quindi in questo caso il loro fabbisogno di sabbia coincide con la fascia dinamica, essendo zero l'ampiezza della spiaggia attuale. Il *runup* e la pendenza della spiaggia emersa utilizzati per il calcolo della fascia dinamica sono stati estesi dai tratti limitrofi di costa bassa.

Paraggio	Sezione	ID cella	Lunghezza cella (m) L	*runup* 50 anni + sovralzo (m) H_{runup}	Ampiezza reale (m) A_r	Pendenza Spiaggia emersa *tgα*	Ampiezza fascia dinamica (m) A_{fd}	Fabbisogno lineare (m) F_l
Sant'Anna	s47	227	341	2,5	18	0,17	15	-3
	s47	229	262	2,5	18	0,17	15	-3
	s46	228	26	2,5	8	0,33	8	0
	s46	costa alta	700	2,5	0	0,33	8	8
	93	226	116	2	25	0,09	22	-3
	93	225	168	2	25	0,09	22	-3
Vadino	94	233	66	2	25	0,08	24	-1
	94	232	100	2	25	0,08	24	-1
	95	230	488	2	40	0,08	24	-16
	96	234	229	2	40	0,06	35	-5
	97	231	250	2	17	0,10	20	3
	98	231	251	2	28	0,10	21	-7
Albenga-Ceriale	99	261	221	2,4	45	0,03	78	33
	100	260	99	2,4	30	0,08	29	-1
	106	259	157	2,4	19	0,08	32	13
	107	258	154	2,4	20	0,09	28	8
	108	238	159	2,4	34	0,05	47	13
	104	254	173	2,6	27	0,07	37	10
	101	256	124	2,6	27	0,09	30	3
	103	255	119	2,6	24	0,11	24	0
	105	257	58	2,6	30	0,13	21	-9
	102	237	40	2,6	37	0,09	29	-8
	102	236	104	2,6	6	0,09	29	23
	102	costa art	3026	2,6	0	0,09	29	29
	102	235	95	2,6	6	0,09	29	23
	102	262	74	2,6	6	0,09	29	23
	109	253	42	2	16	0,10	19	3
	109	240	77	2	34	0,10	19	-15
	109	241	67	2	26	0,10	19	-7
	109	242	218	2	27	0,10	19	-8
	110	243	100	2	16	0,10	20	4
	111	243	108	2	23	0,14	14	-9
	112	244	153	2	23	0,14	14	-9
	112	245	58	2	30	0,07	28	-2
	113	246	188	2	20	0,07	31	11
	114	247	123	2	27	0,06	35	8
	115	248	89	2	39	0,06	34	-5
	116	249	69	2	39	0,06	34	-5
	116	250	180	2	35	0,06	32	-3
	117	251	173	2	14	0,10	20	6
	118	252	225	2	36	0,07	29	-7
	119	239	354	2	28	0,07	29	1

Borghetto-Loano	120	263	202	1,9	25	0,13	15	-10
	s45	266	63	1,9	20	0,13	15	-5
	121	269	122	2	25	0,08	26	1
	122	265	229	2	54	0,07	27	-27
	123	267	111	2	38	0,05	37	-1
	124	268	300	2	30	0,06	33	3
	125	268	37	2	36	0,05	41	5
	126	273	103	2	43	0,05	41	-2
	126	272	84	2	43	0,05	40	-3
	127	270	195	2	60	0,04	45	-15
	129	271	66	2,8	25	0,08	37	12
	129	275	120	2,8	27	0,08	37	10
	129	274	172	2,8	37	0,08	37	0
	130	264	168	2,4	38	0,07	35	-3
	130	282	128	2,4	47	0,07	35	-12
	131	277	192	2	41	0,05	43	2
	132	281	241	2	52	0,05	40	-12
	133	276	238	2,2	50	0,03	68	18
	134	279	240	2,2	40	0,05	41	1
	135	280	37	2,2	51	0,05	41	-10
	135	278	211	2,2	73	0,05	40	-33
Pietra-Borgio	136	285	257	2	50	0,05	36	-14
	136	286	500	2	28	0,10	20	-8
	137	286	287	2	24	0,09	22	-2
	137	cantieri	540	2	0	0,09	22	22
	138	299	177	2,3	30	0,08	31	1
	139	283	112	2,3	25	0,08	28	3
	140	284	172	2,3	30	0,08	27	-3
	141	296	170	2,2	39	0,04	51	12
	142	294	177	2,2	45	0,04	52	7
	143	292	333	2,6	44	0,08	33	-11
	144	287	400	2,6	36	0,08	31	-5
	145	287	316	2,6	32	0,08	34	2
	146	288	132	2,6	23	0,09	30	7
	147	298	113	2,6	25	0,10	27	2
	148	290	172	2,6	20	0,10	25	5
	149	289	332	2,6	30	0,09	28	-2
	150	291	482	2,6	27	0,12	21	-6
	151	costa art	151	2,8	0	0,12	23	23
	151	293	119	2,8	31	0,08	35	4
	152	295	104	3,5	6	0,14	25	19
	152	costa art	533	3,5	0	0,14	25	25
	152	297	448	3,5	7	0,14	25	18

Tabella 3.4.1. Estratto del foglio di calcolo del fabbisogno di sabbia dell'Ambito 08

Calcolo di massima dei volumi di sabbia necessari

A seguito di una prima stima del fabbisogno lineare della spiaggia emersa si è passati alla stima volumetrica, i calcoli sono stati fatti utilizzando due modelli diversi, tra i quali si è poi scelto il più attendibile:

- Modello di Dean semplificato, ovvero stima del fabbisogno volumetrico unitario di sabbia attraverso il confronto di due sezioni triangolari di spiaggia, quella ipotetica cinquantennale e quella reale, con risultato limitato alla spiaggia emersa, e stesso procedimento per la spiaggia sommersa.
- Modello sviluppato nel "Coastal Engineering Technical Note" in merito al fabbisogno di sabbia per i litorali, dove tramite il calcolo della profondità di chiusura si è stimato il fabbisogno volumetrico unitario di sabbia per la spiaggia sia emersa che sommersa.

Nel primo caso si è operato seguendo l'approssimazione di Dean semplificata, per la quale la sezione di spiaggia emersa è considerata triangolare e pertanto soggetta alle regole geometriche e trigonometriche di calcolo, allo stesso modo si è proceduto per la spiaggia sommersa.

Nel secondo caso si è scelto di utilizzare la seguente relazione, dalla quale si ottiene anche in questo caso un volume unitario:

$$V_{unitario} = (H_{runup}+H_c)*F_l$$

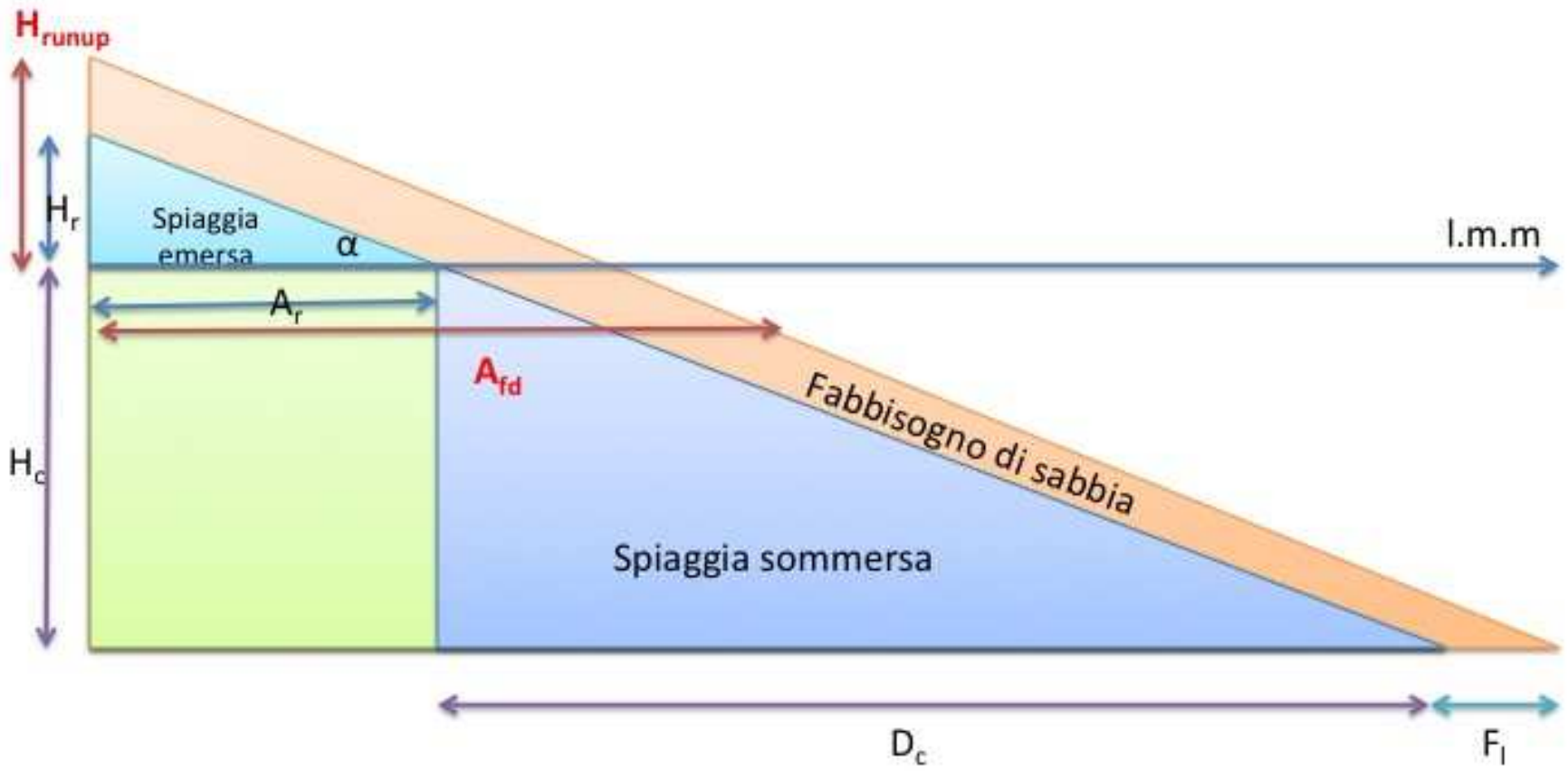


Figura 3.4.2. Schematica rappresentazione dei parametri utilizzati nei due modelli per il calcolo dei volumi unitari

Dove la profondità di chiusura H_c è stata calcolata con la formula di Hallermeier (1978, 1981, 1983), semplificata da Rijkswaterstaat (1987):

$$H_c=1,75H_s$$

Per H_s è stata considerata l'altezza significativa dell'onda con tempo di ritorno cinquantennale, resa disponibile grazie a diversi studi concomitanti con questo. In particolare per ogni tratto dell'Ambito è stata scelta la H_s maggiore rispetto alla direzione del vento dominante (Figura 3.4.3.), in tutti i casi 150° (Scirocco). La distanza da costa della profondità di chiusura è stata misurata tramite cartografia, avvalendosi degli ultimi rilievi Multibeam prodotti appositamente per il presente studio.

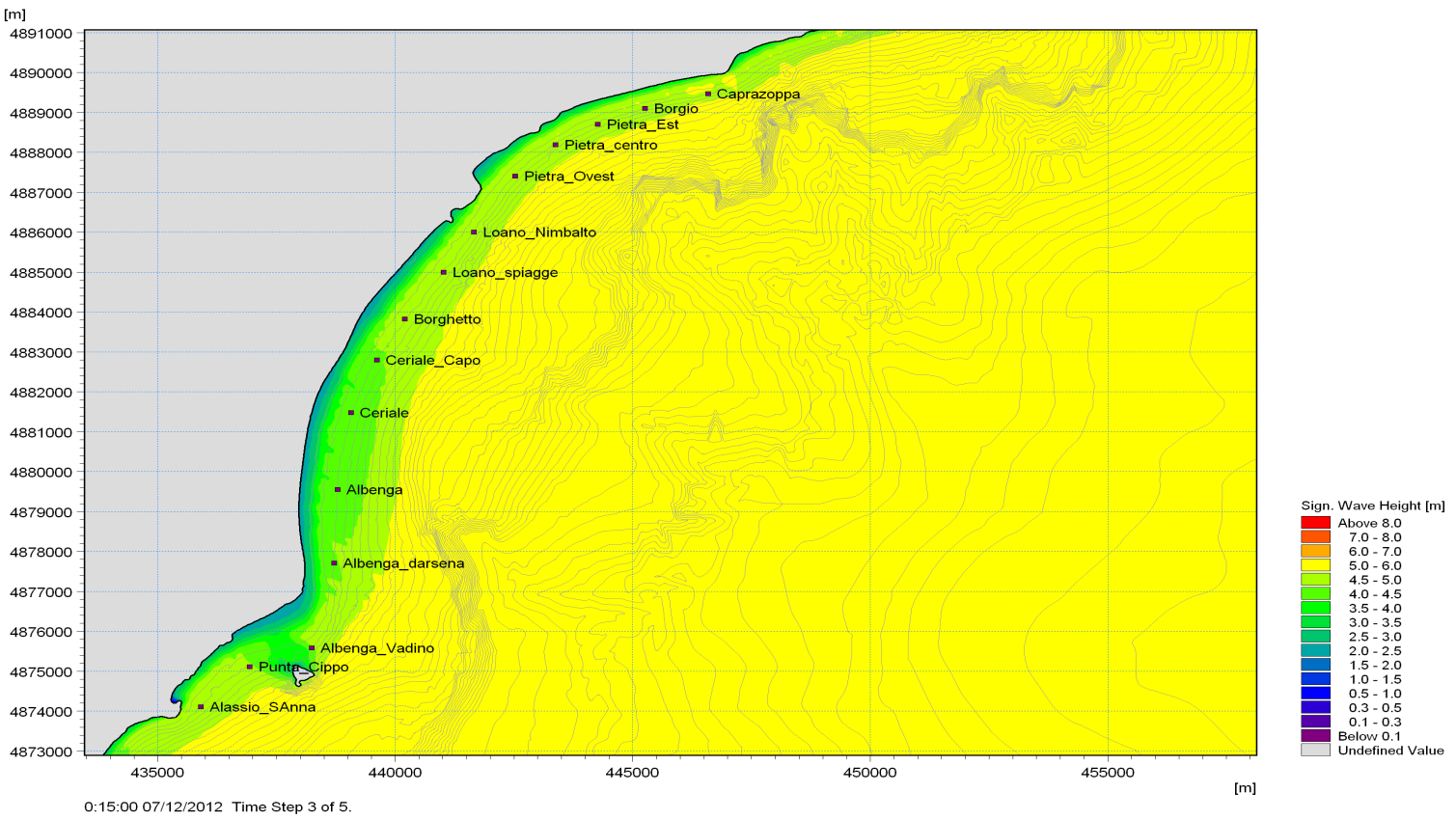


Figura 3.4.3. Esempio di dati dai quali si è passati per la scelta oculata di H_s

È stato quindi possibile calcolare i volumi unitari di sedimento necessari con il primo metodo per la spiaggia solo emersa, con il secondo metodo per la spiaggia emersa e sommersa. Considerando il secondo metodo più attendibile e completo si è scelto, visti anche i risultati, di procedere con il calcolo del volume totale a partire dai risultati di volume unitario calcolati tramite la profondità di chiusura (Ferrari *et al.*, 2006).
Il calcolo dei volumi medi è stato effettuato suddividendo i paraggi in diversi tratti di litorale considerati omogenei, di seguito elencati con le rispettive lunghezze omogenee:

ID_cella	Lunghezza (m)	tratti omogenei (in colori alternati)	Lunghezze sommate per tratti omogenei (m)
227	341	Sant'Anna ovest	603
229	262	Sant'Anna est	
228	26	Pocket beach	26
costa alta	700	COSTA ALTA	700
226	116	Baba ovest	284
225	168	Baba est	
233	66	Punta cippo	1384
232	100	Ovest di villa Miky	
230	488	Vadino1 - scivolo	
234	229	scivolo - Vadino2	

231	250	Vadino3	
231	251	Vadino3	
261	221	Albenga	790
260	99	Albenga	
259	157	Albenga	
258	154	Albenga	
238	159	Albenga	
254	173	Dopo darsena interrata	514
256	124	Albenga	
255	119	Albenga	
257	58	Albenga	
237	40	Albenga	
236	104	Spiaggetta massicciata	2753
costa art	3026	NO SPIAGGIA	
235	95	Spiaggetta massicciata	
262	74	Spiaggetta massicciata	
253	42	Ceriale	1645
240	77	Ceriale	
241	67	Ceriale	
242	218	Ceriale	
243	100	Ceriale	
243	108	Ceriale	
244	153	Ceriale	
245	58	Ceriale	
246	188	Ceriale	
247	123	Ceriale	
248	89	Ceriale	
249	69	Ceriale	
250	180	Ceriale	
251	173	Ceriale	
252	225	barriera soffolta Ceriale	579
239	354	Ceriale - pennello	
263	202	ovest Capo S.Spirito	265
266	63	est Capo S.Spirito	
269	122	secche - Borghetto	799
265	229	secche - Borghetto	
267	111	secche - Borghetto	
268	300	secche - Borghetto	
268	37	secche - Borghetto	
273	103	est Varatella	382
272	84	Borghetto	
270	195	ovest porto Borghetto	
271	66	nel porto Borghetto	654
275	120	Loano	
274	172	Loano	
264	168	Loano	
282	128	barriere parallele	
277	192	Loano	911
281	241	Loano	
276	238	Loano	
279	240	Loano	
280	37	foce Nimbalto	248
278	211	ovest porto Loano	

285	257	est porto Loano	257
286	500	Pietra	787
286	287	Pietra	
cantieri	540	CANTIERI NAVALI	540
299	177	Pietra ovest cantieri	461
283	112	Pietra	
284	172	ovest del Maremola	
296	170	est del Maremola	1396
294	177	Pietra-Borgio	
292	333	Pietra-Borgio	
287	400	ovest stazione Borgio	
287	316		
288	132	est stazione Borgio	1231
298	113	Borgio	
290	172	Borgio	
289	332	Borgio	
291	482	Borgio	
costa art	151	EX 293	1355
293	119	Borgio	
295	104	Borgio	
costa art	533	EX ARENE CANDIDE	
297	448	Arene Candide	

Tabella 3.4.2. Tratti di litorale considerati omogenei per il calcolo dei volumi di sabbia necessari per una spiaggia in grado di sopportare una mareggiata eccezionale.

Per il calcolo dei volumi è stato scelto di non considerare nel fabbisogno di sabbia i tratti che risultavano già ampi a sufficienza per dissipare l'energia di una mareggiata eccezionale senza grosse conseguenze. Per i tratti in cui invece c'erano celle la cui ampiezza non era sufficiente sono stati calcolati i volumi mancanti per il raggiungimento dell'ampiezza della fascia dinamica cinquantennale. Il volume medio per tratto è stato pesato sulla lunghezza delle celle di cui il tratto è composto, in modo da ottenere una stima minima realistica del fabbisogno di sabbia dell'Ambito 08 (Tabella 3.4.3.).

Paraggio	Tratti omogenei	Lunghezze per tratti omogenei in difetto di sabbia (m)	Media pesata di V unitario per tratto (m^2)	Volumi pesati per tratti omogenei (m^3)	Bilancio sedimentario minimo rispetto all'ampiezza della fascia dinamica
Sant'Anna	Spiaggia di Sant'Anna		sufficiente		Ampiezza sufficiente nelle spiagge esistenti, ma mancanza di spiaggia lungo la costa alta ed artificializzata
	Pocket beach		sufficiente		
	COSTA ALTA	700	83	58.100	
	Spiaggia d'Arbora (Baba beach)		sufficiente		
Vadino	da Punta Cippo a Capo Lena	250	28	7.000	Lievissimo disequilibrio
Albenga-Ceriale	Spiaggia di Albenga, fino a ovest della darsena interrata	691	183	126.453	Disequilibrio e mancanza
	Spiaggia di Albenga, dalla darsena alla massicciata	297	75	22.275	Lieve disequilibrio

	Massicciata ferroviaria tra Albenga e Ceriale	2.753	347	955.291	Eroso - da ripristinare
	Spiaggia di Ceriale, fino a ovest delle barriere soffolte	626	72	45.072	Lieve disequilibrio
	Da barriera soffolte a Capo S. Spirito	354	5	1.899	Lieve disequilibrio
Borghetto-Loano	Capo S. Spirito		sufficiente		Sufficiente
	Secche di Borghetto	459	29	13.311	Lieve disequilibrio
	da est del Varatella a ovest del porto Borghetto		sufficiente		Sufficiente
	da porto di Borghetto a barriere parallele	186	115	21.390	Lieve disequilibrio
	Spiaggia di Loano	670	75	50.250	Disequilibrio
	dalla foce del Nimbalto a ovest del porto Loano		sufficiente		Sufficiente
Pietra-Borgio	est del porto di Loano		sufficiente		Sufficiente
	Spiaggia di Pietra		sufficiente		Sufficiente
	CANTIERI NAVALI	540	235	126.900	Eroso - eventualmente da ripristinare
	da est cantieri a ovest Maremola	289	18	5.202	Lieve disequilibrio
	da est del Maremola a ovest della stazione Borgio	663	65	43.095	Disequilibrio
	da est stazione di Borgio ad Arene Candide	417	54	22.518	Disequilibrio
	Arene Candide	1.355	242	327.910	Eroso - da riprisinare (attenzione alla *beach rock*)
				1.826.666	**totale**

Tabella 3.4.3. Fabbisogno volumetrico di sabbia nei tratti omogenei dell'Ambito 08 non in equilibrio rispetto all'ampiezza di una fascia dinamica con tempo di ritorno cinquantennale.



Figura 3.4.4. Beach rock dell'ultimo tratto dell'ultimo paraggio dell'Ambito

Alla luce dei dati presentati nella sovrastante tabella si può affermare che il fabbisogno minimo di sabbia affinché tutte le spiagge dell'Ambito siano in grado di dissipare l'energia di una mareggiata con tempo di ritorno cinquantennale senza perdite è di circa 1.827.000 m^3. Questo valore è comprensivo anche della sabbia che si renderebbe necessaria per ricostruire le spiagge che un tempo erano presenti nell'ambito ma che oggi, a causa della forte erosione degli anni passati, non sono più presenti se non in minima parte. È una stima minima, che garantisce la resilienza delle spiagge in caso di mareggiata eccezionale. Questi aspetti verranno approfonditi nelle Discussioni, si tenga in ogni caso presente già in questa sede che nell'ultimo tratto di litorale dell'Ambito, nei comuni di Pietra Ligure, Borgio Verezzi e Finale Ligure è presente in modo più o meno discontinuo la *beach rock*, le cui caratteristiche di pregio ambientale sono trattate nella tesi complementare a questa, che per tanto di fatto limita la quantità volumetrica di sabbia versabile in quella zona.

Attualmente, come ampiamente trattato nei paragrafi precedenti, il litorale sabbioso dell'Ambito 08 non è soggetto a fenomeni erosivi di grossa portata, pur avendo alcuni tratti in condizioni critiche o debolmente critiche. Sostanzialmente quindi si può dire che in buona parte dell'Ambito gli ingenti ripascimenti (439.150 m^3 in dieci anni) effettuati e le opere di difesa di nuova e vecchia costruzione stanno svolgendo la loro funzione di mantenimento del litorale, ma che nonostante questo sono presenti fenomeni erosivi non trascurabili e che in assenza di questi le problematiche negli anni sarebbero sicuramente destinate ad amplificarsi. Inoltre non è sicuramente da trascurare, nell'ottica di una GIZC che consideri quindi anche gli aspetti socioeconomici e ricreativi, i servizi ecosistemici e il valore delle spiagge in quanto tali, l'ipotesi di una restituzione della spiaggia alle popolazioni del ponente ligure, anche in quei tratti dove ora non c'è altro che massicciata e costa artificializzata a difesa della ferrovia o dell'Aurelia, in ottica anche di protezione della viabilità litoranea.

A questo proposito la programmazione futura dell'arco costiero in esame prevede il raddoppio della tratta ferroviaria Andora-Finale, lunga 31,4 km di cui 25 in galleria, completamente in variante rispetto al tracciato attualmente in esercizio. Nell'ambito del progetto è compresa anche la realizzazione della nuova stazione di Albenga e delle fermate di Alassio (in galleria), Borghetto, Ceriale, Loano e Pietra Ligure.

La realizzazione del progetto contribuirà all'aumento della capacità di traffico, alla riduzione dei tempi di percorrenza, all'ammodernamento degli standard prestazionali, all'incremento dei livelli di sicurezza (eliminazione dei passaggi a livello, eliminazione tratte esposte a erosione marina e a rischi idrogeologici,

adeguamento standard idraulici delle opere d'arte, attrezzaggio di sicurezza delle gallerie). L'attivazione del tratto è prevista per l'anno 2025 (www.infrastrutture.regione.liguria.it).



Figura 3.4.5. Raddoppio della tratta ferroviaria Andora-Finale Ligure, che porterebbe la ferrovia più a monte con il conseguente disuso della tratta che corre sul litorale, attivazione della tratta prevista nel 2025.

Nel momento in cui la nuova tratta ferroviaria, quindi, verrà attivata, la vecchia ferrovia andrà in disuso, e in questo senso andranno perdute anche tutte le attività di manutenzione che ora le Ferrovie dello Stato stanno mettendo in atto nelle zone in cui la massicciata ferroviaria è lambita dal mare, per limitare al minimo i danni che questo può arrecare. In particolare questo approfondimento è utile per il tratto di massicciata ferroviaria in procinto di essere abbandonata tra Albenga e Ceriale, zona emblematica che ha visto la scomparsa per erosione della spiaggia (Figura 3.4.6.), che tradizionalmente andava dalla foce del Centa ad oltre Ceriale. In questa ottica la criticità erosiva diventerebbe molto maggiore, venendo a mancare appunto la manutenzione della massicciata.



Figura 3.4.6. Massicciata ferroviaria vista in direzione Albenga, la Gallinara sullo sfondo.

Il presenta Piano individua come soluzione ottimale la ricostruzione della spiaggia antistante la massicciata, con la duplice motivazione di restituzione del litorale scomparso alla popolazione e di difesa della costa altrimenti fortemente soggetta a problematiche erosive, che coinvolgerebbero nei casi più gravi anche la viabilità a mare, in quanto subito dietro alla massicciata ferroviaria scorre la strada litoranea.
In definitiva, contestualizzando i risultati sul fabbisogno di sabbia dell'Ambito, risulta molto importante la progettazione e la previsione della ricostruzione della spiaggia tra Albenga e Ceriale, senza trascurare i tratti di costa bassa che non hanno ampiezza sufficiente a coprire la fascia dinamica cinquantennale, poiché sarebbe contraddittorio ricostruire una spiaggia del tutto mancante senza prendere in considerazione le problematiche nelle spiagge già esistenti. Tra gli altri tratti di litorale artificializzati presi in considerazione nell'analisi del fabbisogno di sabbia del litorale, dove si prevede appunto una ricostruzione dal nulla o quasi della spiaggia, fanno forse eccezione le aree di costa artificializzata del paraggio di Sant'Anna, in quanto quel tratto di costa è storicamente costituito da costa alta e pocket beach ed inoltre è risultato avere un'ampiezza di spiaggia in grado di resistere ad eventi eccezionali. Un'altra zona individuata come potenzialmente ricostruibile sarebbe quella antistante i cantieri di Pietra Ligure, ma per Pietra è previsto un progetto grazie al quale verrà restituita alla fruizione pubblica un'area pari a quella oggi occupata dal cantiere Rodriquez, dismesso da circa 5 anni. Il progetto[1] consiste nella riconversione urbanistica complessiva delle aree a terra e nella realizzazione di una darsena adibita in parte a porto turistico.
Il terzo tratto che è considerato nei risultati come necessitante ripascimenti per raggiungere l'ampiezza della corrispondente fascia dinamica cinquantennale è quello corrispondente alla ex spiaggia delle Arene Candide, che però, come già anticipato, ha dalla sua il grande pregio naturalistico della *beach rock*, e pertanto la stima del volume necessario al ripascimento per quella zona dovrà essere assai ridotto.
In definitiva si riassume in Tabella quali sono i principali tratti che necessitano realmente di sabbia per evitare di incorrere in grosse problematiche erosive.

Paraggio	Tratti omogenei	Lunghezze per tratti omogenei in difetto di sabbia (m)	Media pesata di V unitario per tratto (m^2)	Volumi pesati per tratti omogenei (m^3)	Bilancio sedimentario minimo rispetto all'ampiezza della fascia dinamica
Vadino	da Punta Cippo a Capo Lena	250	28	7.000	Lieve disequilibrio
Albenga-Ceriale	Spiaggia di Albenga, fino a ovest della darsena interrata	691	183	126.453	Disequilibrio e mancanza
	Spiaggia di Albenga, dalla darsena alla massicciata	297	75	22.275	Lieve disequilibrio
	Massicciata ferroviaria tra Albenga e Ceriale	2.753	347	955.291	Eroso - da ripristinare
	Spiaggia di Ceriale, fino a ovest delle barriere soffolte	626	72	45.072	Lieve disequilibrio
	Da barriere soffolte a Capo S. Spirito	354	5	1.899	Lieve disequilibrio
Borghetto - Loano	Secche di Borghetto	459	29	13.311	Lieve disequilibrio
	da porto di Borghetto a barriere parallele	186	115	21.390	Lieve disequilibrio
	Spiaggia di Loano	670	75	50.250	Disequilibrio
Pietra - Borgio	da est cantieri a ovest Maremola	289	18	5.202	Lieve disequilibrio
	da est del Maremola a ovest della stazione Borgio	663	65	43.095	Sovrastima a causa di *beach rock*
	da est stazione di Borgio ad Arene Candide	417	54	22.518	Sovrastima a causa di *beach rock*
	Arene Candide	1.355	242	327.910	Eroso - da riprisinare Sovrastima a causa di *beach rock*
				1.641.666	**totale**

Tabella 3.4.4. Fabbisogno di sabbia dell'Ambito rivisto in un contesto di gestione integrata

Si può ulteriormente suddividere il fabbisogno di sabbia seguendo due differenti priorità di intervento, costruendo due scenari d'azione che possono essere messi in atto sia in contemporanea, nel caso ci sia

la possibilità logistica ed economica, sia, eventualmente, uno dopo l'altro in caso di problematiche di natura diversa da quelle ambientali.
Nel primo scenario si ritiene più urgente ripascere le spiagge che non hanno ampiezza sufficiente a dissipare una mareggiata eccezionale, in questo caso dal totale del fabbisogno andrebbero sottratti i volumi di sedimento stimati necessari per la ricostruzione della spiaggia ove sia auspicato e necessario.
Nel secondo scenario invece si privilegia la ricostruzione della spiaggia dove ora questa manca del tutto, ed in questo caso evidentemente si tratterà di stimare i volumi necessari per il ripristino della spiaggia antistante la massicciata ferroviaria ed inoltre la ricostruzione della spiaggia delle Arene Candide, sempre con la clausola dell'attenzione maggiore e della sottostima a causa della presenza del target ambientale della *beach rock.*
In definitiva:

- **Scenario 1** - priorità d'intervento alle spiagge esistenti, tenendo conto di criticità particolari (*beach rock* di Pietra e Borgio): 358.465 m^3
- **Scenario 2** - priorità d'intervento alle zone erose, tenendo conto di criticità particolari (*beach rock* di Finale): 1.283.201 m^3

3.5. Qualità dell'ambiente marino

3.5.1. Qualità delle acque

In questa sezione si riportano in estrema sintesi i risultati della relazione tematica sulla qualità delle acque, alla quale si rimanda per gli approfondimenti.

La normativa nazionale sulla qualità delle acque costiere è rappresentata dal Decreto legislativo 152/2006;.si tratta di un sistema rigoroso e conforme alla Direttiva Europea 2000/60 e la Regione Liguria ha realizzato tutte le attività pianificatorie e di monitoraggio già definite dalla normativa nazionale. Per questo motivo sono disponibili moltissime informazioni utili per tracciare un quadro attendibile della situazione nell'area di interesse.
Il D.lgs 152/06 stabilisce che le regioni individuino i corpi idrici significativi da sottoporre a successivo monitoraggio per la valutazione dello stato di qualità e attraverso il decreto 260 del 2010 è stato emanato il regolamento attuativo per tale attività.
La Regione Liguria infine con la delibera della Giunta 430 del 2009 ha provveduto a tale individuazione e le acque marine costiere liguri sono state suddivise in 26 corpi idrici.
Nell'ambito di interesse ricadono i 2 corpi idrici mostrati in figura.

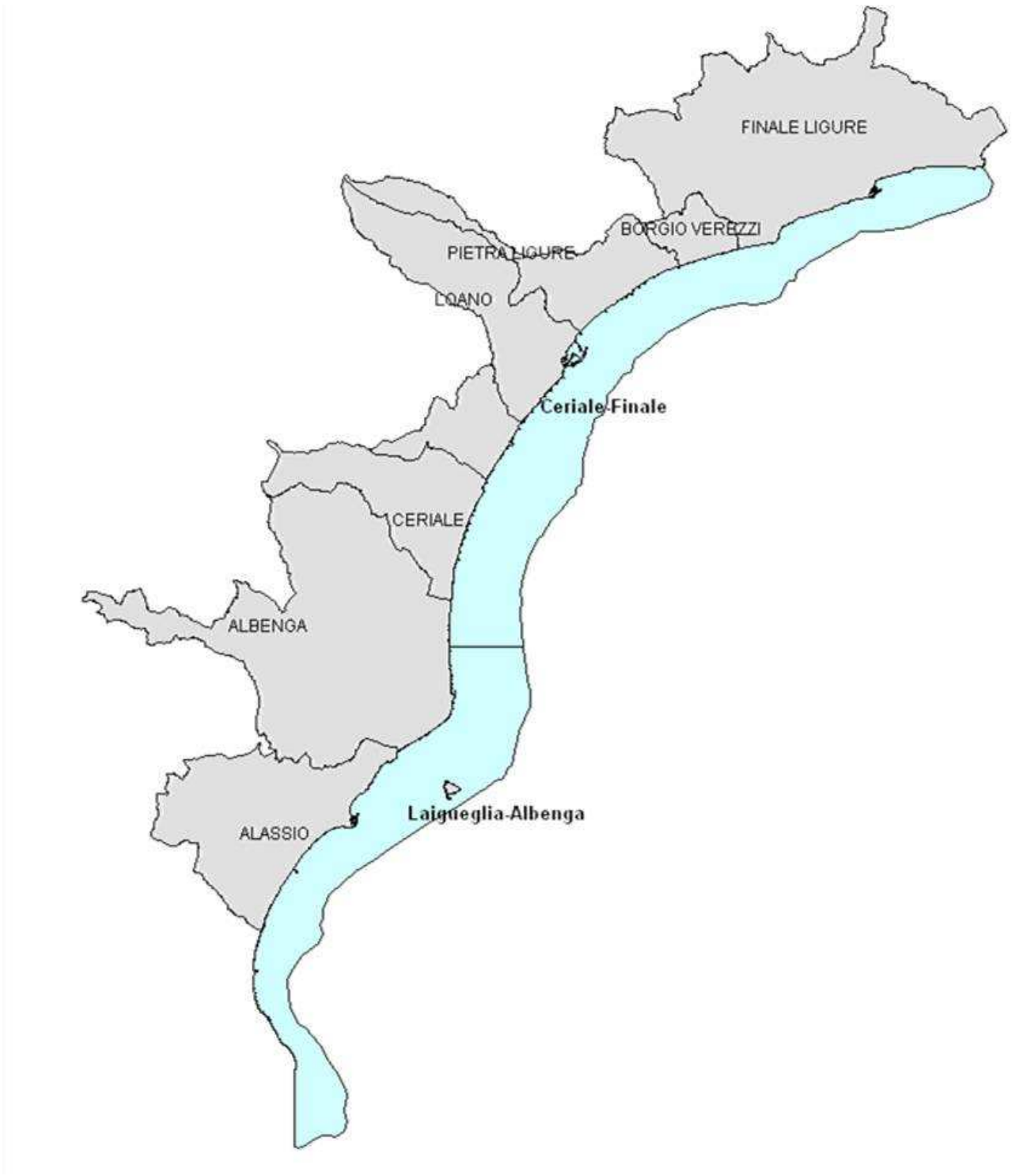


Figura 3.5.1.1. I corpi idrici nell'ambito di interesse (Laigueglia-Albenga e Ceriale-Finale)

Per l'assegnazione dello stato ecologico dei corpi idrici vengono utilizzati alcuni bioindicatori, chiamati Elementi di Qualità Biologica (EQB) rappresentativi della stato di conservazione dell'ecosistema marino:

- Fitoplancton*:* come indicatore di sintesi della presenza del fitoplancton marino viene usata la concentrazione della clorofilla-a nella colonna d'acqua.
- M-ambi: indicatore che valuta la struttura e l'abbondanza delle comunità del macrozoobenthos[2] che vive nei sedimenti marini. Va sottolineato che questa determinazione è effettuata negli stessi siti dono sono ricercate le sostanze inquinanti nei sedimenti, dando così la possibilità di verificare eventuali correlazioni tra le contaminazioni chimiche e le variazioni nella biodiversità animale.
- CARLIT: valuta la struttura della comunità di alghe che colonizza le scogliere del piano infralitorale.
- PREI: indicatore che valuta lo stato di conservazione delle praterie di *Posidonia oceanica*

I risultati assegnano ogni elemento di qualità biologica in una classe di qualità:

[2] Piccoli invertebrati come molluschi, crostacei e vermi

Classe di qualità	Colore di rappresentazione
elevato	blu
buono	verde
sufficiente	giallo
scarso	arancione
cattivo	rosso

Tabella 3.5.1.1. Classi di qualità per lo stato ecologico

Dove lo stato attuale rientra nella classificazione ‘elevato’ come stato ecologico e quindi superiore a quello ‘buono’ l’obiettivo prevede il suo mantenimento.
Come indici M-ambi e fitoplancton sono ritenuti applicabili ovunque in Liguria, invece non è così per PREI e CARLIT, poiché la comunità biologica a cui si riferiscono potrebbe anche non essere presente ad esempio per motivi ambientali indipendentemente anche dai condizionamenti antropici.
Nella Tabella sono riportati gli indicatori biologici applicabili nei corpi idrici dell’area di interesse.

Corpo idrico	Fitoplancton	M-ambi	CARLIT	PREI
Laigueglia-Albenga	X	X	X	X
Ceriale-Finale	X	X		X

Tabella 3.5.1.2. Elementi di qualità biologica rilevati per corpo idrico.

Il giudizio complessivo dipende dall’elemento di qualità biologica con il risultato più basso: nella tabella è riportato il giudizio per i due corpi idrici relativi ai singoli EQB e alla valutazione complessiva.

Corpo idrico	Fitoplancton	M-ambi	CARLIT	PREI	Complessivo
Laigueglia-Albenga	elevato	buono	elevato	buono	buono
Ceriale-Finale	elevato	elevato		buono	buono

Tabella 3.5.1.3. Elementi di qualità biologica rilevati per corpo idrico.

Lo stato ambientale delle acque marine è stato in passato definito dal D.Lgs 152/99 tramite l’indice TRIX secondo la seguente una classificazione:

Indice di trofia	Stato ambientale	Condizioni
2 – 4	Elevato	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 - 5	Buono	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
5 – 6	Mediocre	Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie ed occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
6 - 8	Scadente	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

Tabella 3.5.1.4. Scala trofica in base all’indice TRIX

In questo capitolo si è deciso di utilizzare ancora tale criterio di classificazione in 5 classi di qualità.

Il set di dati utilizzato riguarda misure che sono state effettuate tra il 01/01/2008 e il 31/12/2010 nei 6 punti di controllo delle acque costiere della rete di monitoraggio prevista dal D.lgs 152/06; questi punti di controllo per il monitoraggio sono presenti lungo il litorale degli otto comuni presenti nell'ambito di studio.
Nella sottostante Tabella è riportato l'elenco delle stazioni monitoraggio, tre per corpo idrico, con il rispettivo codice della stazione. Le stazioni presenti nel corpo idrico Laigueglia-Albenga sono CEN1, CEN2 e CEN3, denominazione dovuta alla vicinanza con la foce del Centa, mentre le altre tre stazioni sono denominate BOR1, BOR2, BOR3 essendo antistanti il comune di Borghetto Santo Spirito.

Corpo idrico	Stazione	Codice stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità fondale (m)	Distanza da costa (m)
Laigueglia-Albenga	CEN1	MA00960	4876575	1437784	3	200
Laigueglia-Albenga	CEN2	MA00961	4876075	1438491	12	1000
Laigueglia-Albenga	CEN3	MA00962	4875482	1439198	50	2000
Ceriale-Finale	BOR1	MA00953	4884639	1439949	4	200
Ceriale-Finale	BOR2	MA00952	4884231	1440768	25	1100
Ceriale-Finale	BOR3	MA00954	4883606	1441607	50	2200

Tabella 3.5.1.5. Stazioni di monitoraggio per lindice TRIX

Ogni transetto ha una stazione sotto costa, una sull'isobata dei 50 m e una intermedia.
Per ogni punto è stato calcolato il TRIX medio, prendendo come riferimento l'intero periodo (2008-2010) di misure per ogni punto.
In base ai valori così calcolato sono stati attribuiti i giudizi, come mostrato nella seguente tabella:

Corpo idrico	Stazione	Trix Medio	Sistema di classificazione 152/99
Laigueglia-Albenga	CEN1	2.9	Elevato
Laigueglia-Albenga	CEN2	2.62	Elevato
Laigueglia-Albenga	CEN3	2.48	Elevato
Ceriale-Finale	BOR1	2.47	Elevato
Ceriale-Finale	BOR2	2.6	Elevato
Ceriale-Finale	BOR3	2.53	Elevato

Tabella 3.5.1.6. Stato ambientale nelle stazioni di monitoraggio

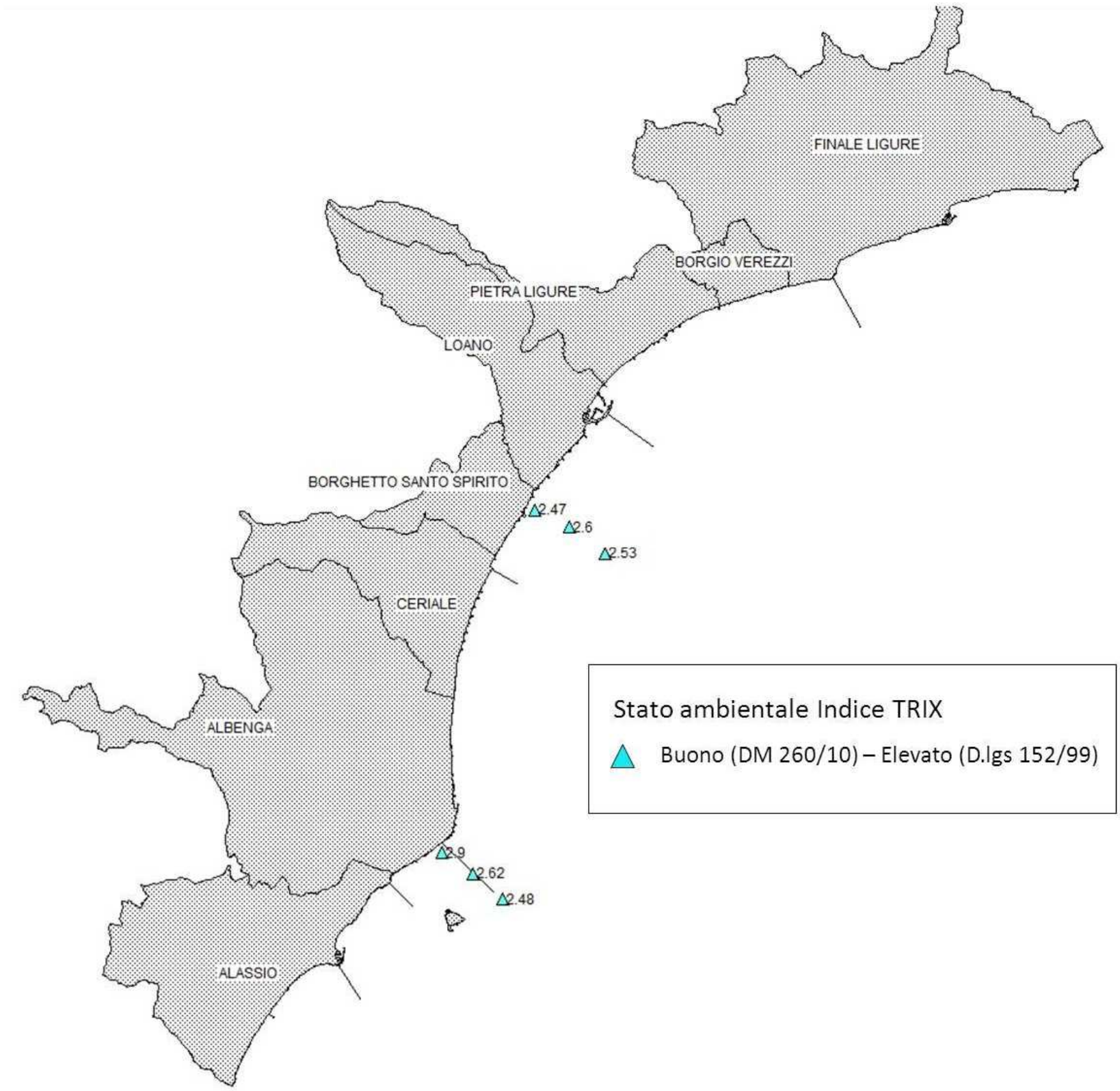


Figura 3.5.1.2. Mappa tematica relativa all'indice TRIX

In estrema sintesi si può affermare che gli scarichi dei principali centri abitati, tutti veicolati al largo tramite condotta sottomarina, non producono effetti sensibili a grande scala sulla qualità delle acque che non rappresenta pertanto allo stato attuale un fattore limitante per la biodiversità marina; esiste tuttavia un singolo caso, relativo alla condotta del paraggio di Vadino (Albenga) ove lo scarico potrebbe insistere e condizionare localmente lo stato di conservazione del posidonieto presente a nord-ovest dell'Isola Gallinara.

Per individuare alla piccola scala la presenza di eventuali scarichi costieri ancora non risolti dal collettamento fognario è stato inoltre utilizzato un indicatore specifico applicato alle stazioni di controllo delle acque di balneazione.

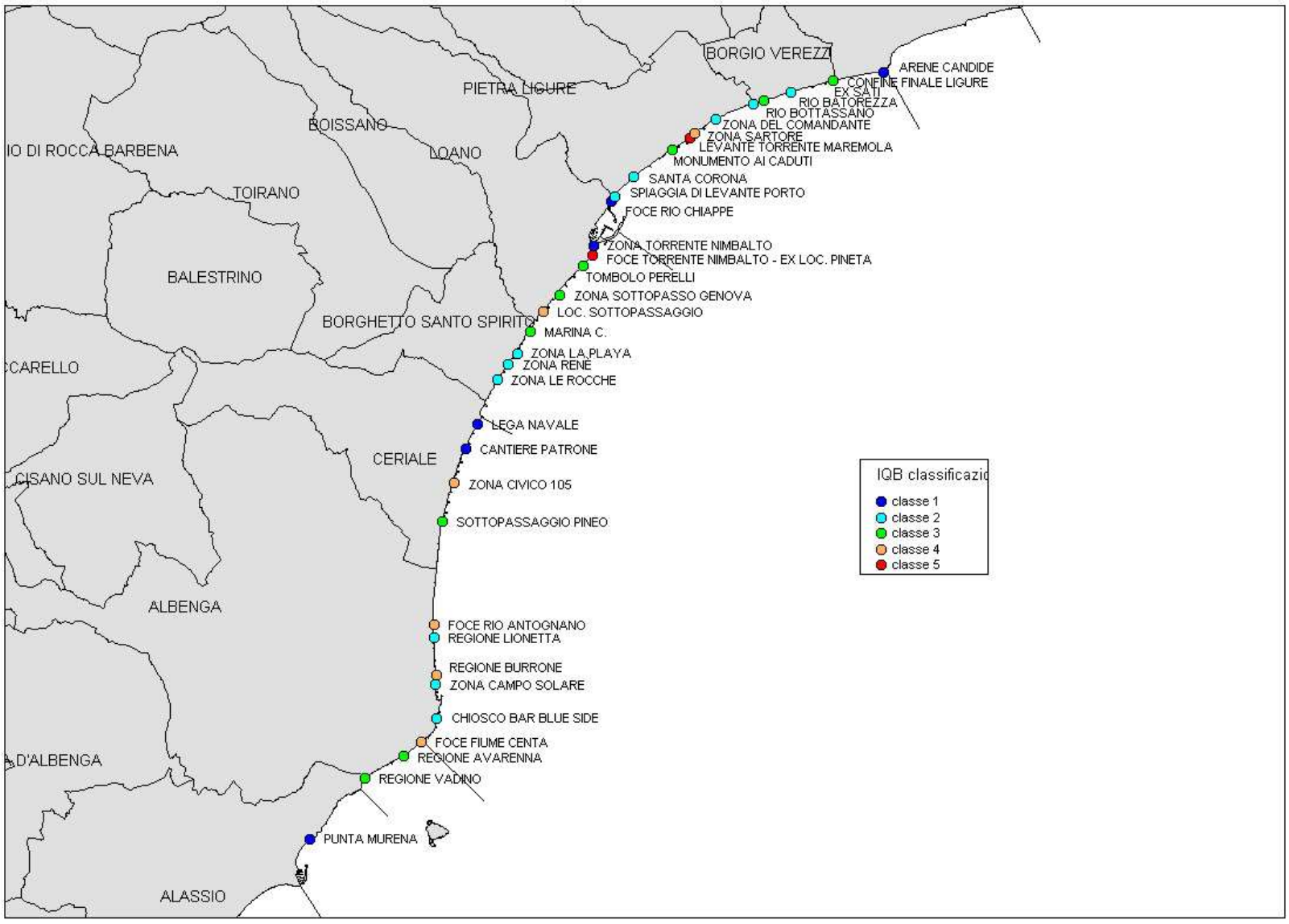


Figura 3.5.1.3. Risultati dell'Indice IQB

classe	giudizio	N. stazioni
1	ottimo	6
2	buono	11
3	discreto	9
4	mediocre	6
5	pessimo	2

Tabella 3.5.1.7. Riepilogo dei giudizi dell'indice IQB

In generale si osserva una situazione in gran parte positiva, con la maggioranza dei siti in condizioni buone (classi 1 e 2) o discrete (classe 3).
Le condizioni peggiorano in Comune di Albenga dove la presenza della foce del Fiume Centa ed una situazione delle infrastrutture fognarie ancora non adeguata concorrono all'insorgere di lievi episodi di contaminazione.
In Comune di Loano e Pietra Ligure questa situazione è localizzata esclusivamente alla foce dei principali corsi d'acqua (rio Casazze, torrente Nimbalto, torrente Maremola) mentre in comune di Ceriale vi è un unico caso di attenzione in corrispondenza del centro storico.

3.5.2. Biocenosi bentoniche

Nell'ambito del piano è stata realizzata una mappatura di dettaglio, in scala 1.10.000 dei principali popolamenti bentonici marini (vedasi la carta degli habitat marini, C02); come base di partenza è stato utilizzato l'"Atlante degli habitat marini della Liguria" edito dalla Regione Liguria (Diviacco e Coppo, 2006), che ha prodotto una cartografia in scala 1:10.000 dei principali popolamenti bentonici tra 0 e 50 metri di profondità, già disponibile in formato GIS.
A partire da tale livello informativo, le perimetrazioni e i relativi dati qualitativi sono stati aggiornati utilizzando principalmente i nuovi dati acquisiti con le indagini territoriali del piano
Un primo livello di analisi dei risultati può essere effettuato attraverso un'analisi quantitativa delle superfici interessate dai principali habitat rilevati:

codice habitat	tipo di habitat	superficie	%
1	posidonieto	243.69	10.0%
2	posidonieto su roccia	1.09	0.0%
3	mosaico di posidonieto e matte morta	227.32	9.4%
4	matte morta di posidonia	4.18	0.2%
5	prato di Cymodocea su matte morta	130.17	5.4%
6	prato di Cymodocea con cespugli di Posidonia	28.23	1.2%
7	prato di Cymodocea	462.98	19.0%
8	prato denso di Cymodocea	101.82	4.2%
9	prato di Cymodoecea con presenza di caulerpe	28.18	1.2%
10	sabbia con presenza di Caulerpa taxifilia	29.86	1.2%
11	sabbia con presenza di Caulerpa racemosa	2.13	0.1%
12	sabbia	1071.71	44.1%
13	detritico costiero e detrico infangato	28.62	1.2%
14	coralligeno	1.12	0.0%
15	alghe sciafile infralitorali e circalitorali	2.32	0.1%
16	grotta sottomarina	0.02	0.0%
17	alghe fotofile	28.32	1.2%
18	alghe fotofile su beach-rock	10.52	0.4%
19	bacini portuale	28.61	1.2%
	totale	2430.89	100.0%

Tabella 3.5.2.1. Superfici (in ettari) interessate dalle diverse classi dell'Atlante

	codici habitat	superficie
totale superfici con posidonieto	1+2+3+4	476.3
totale matte morta	4+5	134.4
totale superfici con Cymodocea	5+6+7+8+9	751.4
totale superfici di fondi mobili privi di fanerogame	10+11+12+13	1132.3
totale superfici coralligene	14+15+16	3.5
totale superfici con caulerpe	9+10+11	60.2

Tabella 3.5.2.2. Sintesi delle superfici (in ettari) interessate dai principali habitat rilevati

Per una dettagliata descrizione alla scala di singolo paraggio si rimanda alla monografia tematica ed alle relazioni per paraggio.

In estrema sintesi viene confermato che i fondali marino-costieri dell'area presentano una buona varietà di habitat e popolamenti.
Nel complesso si tratta di un tratto di costa molto condizionato dalla presenza della foce del fiume Centa il cui trasporto solido litoraneo alimenta un'ampia spiaggia sommersa caratterizzata principalmente, a livello biologico, dalle comunità delle sabbie fini ben calibrate, spesso colonizzate dalle prateria di *Cymodocea nodosa*; questa pianta è presente con una certa continuità soprattutto nell'intervallo batimetrico compreso tra 4 e 10 metri.
Questa situazione di base è però fortemente diversificata dalla presenza di altri habitat di grande valore naturalistico. Le praterie di *Posidonia oceanica* sono ben rappresentate e mentre alla foce del Centa la distribuzione della pianta è più frammentaria e condizionata dalla instabilità sedimentaria del contesto fluviale, tra Albenga e Loano costituisce uno de posidonieti più estesi della Liguria che copre quasi senza soluzione di continuità i fondali tra la darsena di Albenga ed il porto turistico di Loano, tra 8 e 20 metri di profondità. Tra Loano e il Capo Caprazoppa la prateria scompare quasi del tutto; solo chiazze isolate di cespugli e piccole isole relitte testimoniano una passata presenza di questo habitat anche in questo paraggio. Occorre comunque rilevare che i confronti con la precedente versione dell' atlante regionale degli habitat marini e con la letteratura scientifica evidenziano che negli ultimi venti anni il posidonieto nel territorio dell'ambito appare sostanzialmente stabile, con qualche segnale positivo di espansione.
I fondali circostanti l'isola Gallinara rappresentano una dei poli di maggior pregio naturalistico della Liguria, per la grande varietà di habitat e biodiversità concentrata in pochi ettari di superficie. Le scogliere digradanti in mare, ottimamente conservate, presentano nella parte più superficiale un ricco popolamento di alghe strutturanti che formano complesse cinture biogeniche; localmente è presente l'ambiente delle pozze di scogliera, con aspetti di grande interesse naturalistico. In alcuni settori le falesie proseguono a profondità maggiori fino a -20 e in taluni caso oltre i -30 metri; qui sull'originario substrato roccioso si è sviluppato un popolamento coralligeno ben conservato e diverificato che ha il suo massimo sviluppo in prossimità del versante meridionale dell'Isola, tra Punta Sciusciaù e Punta Falconara.
All'estremo oppposto dell'ambito, uno dei principali pregi naturalistici è rappresentato dalle beach-rock, antiche spiagge litificate che si sviluppano parallelamente alla costa tra il lato occidentale del comune di Pietra Ligure e il Capo Caprazoppa, a pochi metri dalla costa e in continuità con le numerose spiagge esistenti, con le quali si trovano in sostanziale equilibrio (considerata la scala temporale della pianificazione umana). Si tratta di un contesto la cui complessità spaziale genera una grande varietà di microhabitat che ospitano una elevata biodiversità; fra le situazioni di maggior pregio si segnalano le pozze di scogliera, in corrispondenza dei tratti non coperti da spiaggia, e le comunità sciafile che colonizzano gli anfratti e le zone strapiombanti dello scalino della beach-rock esposto al moto ondoso.
Oltre la profondità dei 30 metri e fino all'isobata dei 100 metri i fondali sono uniformemente costituiti da sedimenti sciolti (sabbie e fango), privi di situazioni di particolare pregio dal punto di vista naturalistico.

3.5.3. Tratti di costa di particolare interesse per la biodiversità

In relazione agli obiettivi del Piano ed a quanto già discusso al capitolo 2.4.1 si è ritenuto necessario introdurre uno strumento di tutela complementare a quelli già disponibili, in grado di individuare in prima approssimazione i tratti di costa di particolare importanza sotto il profilo della biodiversità e pertanto da preservare rispetto a future ipotesi di trasformazione.

A questo scopo la linea di costa in formato vettoriale alla scala 1:5000 è stata suddivisa, su basi morfologiche, in tratti elementari; fra di essi sono stati selezionati quelli dotati di un elevato potenziale ecologico in base alla presenza di una delle seguenti caratteristiche:

1. caratteristiche morfologiche:
    a) tratto di scogliera naturale (almeno 50 m di sviluppo lineare) caratterizzata da alta diversità spaziale dovuta a sistemi complessi di scogli e rocce sommerse presenti entro 50 m dalla linea di costa;
    b) presenza di beach-rock entro 50 m dalla linea di costa.

2. caratteristiche biologiche:
    a) cinture di macroalghe strutturanti ad alto valore ecologico (*Cystoseira*, *Lythophillum*);
    b) presenza, entro 50 m dalla linea di costa, di biocostruzioni caratterizzate dalla presenza di *Posidonia oceanica* su matte o su roccia.

Applicando questa metodologia sull'ambito si sono ottenuti in particolare i risultati rappresentati nella tabella seguente e nella cartografia C02 in scala 1:10.000:

Comune	Sviluppo totale costa (m)	tratti di costa da tutelare (m)	%
Alassio*	2800	1250	45
Albenga	6150	1573	26
Ceriale	3400	0	0
Borghetto S.S.	2000	0	0
Loano	3250	0	0
Pietra Ligure	3250	684	21
Borgio Verezzi	1500	1500	100
Finale Ligure*	1060	810	76
TOTALE AMBITO	**23410**	**5817**	**25**

* solo i tratti di costa del comune compresi nell'ambito AC08

Tabella 3.5.3.1. Tratti di costa ad alta valenza ambientale

La situazione, analizzata a scala di paraggio, risulta come descritto in seguito e rappresentata cartograficamente nella carta C02 in scala 1:10.000.

Paraggio	Lunghezza totale (m)	Costa da tutelare (m)	Pregio
Sant'Anna	2150	1250	1°, 2a
Gallinara	1573	1573	1a, 2a, 2b
Vadino	1600	0	
Albenga - Ceriale	6600	0	
Borghetto-Loano	4200	0	
Pietra - Borgio	6300	2994	1b

Tabella 3.5.3.2. Caratteristiche dei tratti di costa ad alta valenza ambientale

L'analisi ha individuato nell'ambito tre situazioni di interesse: il tratto di scogliera naturale tra Punta Murena e Punta Cippo, l'intero perimetro dell'Isola Gallinara, la costa a beach-rock tra la foce del Maremola e Capo Caprazoppa. Per una più dettagliata descrizione del pregio ambientale di questi tratti di costa si rimanda alle relazioni tematiche sugli habitat marini ed alle relazioni di paraggio.

3.5.4. Flora delle spiagge

La vegetazione delle spiagge è generalmente indicata come flora *psammofila* e *alofila*; la flora psammofila è costituita da specie che colonizzano le sabbie incoerenti depositate dal moto ondoso e/o dal vento e presentano adattamenti morfologici che permettono loro di sopravvivere ai processi di trasporto e deposizione dei sedimenti; alcune sono organizzate in modo da consolidare la sabbia e facilitare nel tempo la formazione di dune, creando condizioni tali da permettere l'installarsi, in un secondo tempo, di vegetazione non psammofila.
In stretta vicinanza del mare le specie vegetali sono anche chiaramente alofile, sono cioè adattate fisiologicamente a colonizzare substrati caratterizzati da elevata salinità.
A livello di habitat l'ambiente della spiaggia emersa, può essere differenziato, in funzione della presenza della vegetazione, in tre fasce.

La prima, compresa tra la linea di bassa marea e la linea ove giungono le mareggiate ordinarie rappresenta una “zona afitoica” ossia priva di vegetazione, a causa dell’elevato dinamismo idrico e sedimentario che non consente la colonizzazione a nessuna specie, anche annuale.
La seconda fascia è compresa tra la linea delle mareggiate ordinarie e quella degli eventi estremi, che corrisponde con il limite morfologico funzionale della spiaggia (costituita cioè dai sedimenti movimentati dal moto ondoso); in questo ambiente può affermarsi una flora psammofila e alofila di tipo pioniero, adattata cioè a colonizzare ambienti difficili e periodicamente perturbati (in questo caso dall’azione modellatrice delle mareggiate più intense); in questa situazione lo stadio pioniero della colonizzazione è per così dire permanente in quanto l’evoluzione vegetazionale viene ciclicamente “ringiovanita” se non azzerata; in condizioni di maggiore stabilità (ad esempio nel caso di una spiaggia in accrescimento) la vegetazione pioniera può stabilizzarsi e contribuire alla formazione degli apparati dunali.
La terza fascia è costituita dagli apparati delle dune costiere, formazioni di sabbie movimentate prevalentemente dal vento e consolidate e stabilizzate progressivamente dalla vegetazione: le dune litorali possono formare parecchie serie più o meno parallele, separate da vallette, ove possono formarsi stagni o laghi costieri con acque più o meno salmastre, secondo i rapporti che hanno col mare e con le fonti di acqua dolce; per questo complessità morfologica ed ecologica rappresentano un habitat di particolare interesse ai fini della conservazione della biodiversità.

Tali ambienti naturali sono particolarmente vulnerabili rispetto agli usi antropici della costa e sono stati inclusi fra gli habitat meritevoli di salvaguardia nella direttiva comunitaria 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

Una ricognizione dello stato su scala di ambito mette in evidenza quanto segue:

- la totale scomparsa degli ambienti delle dune costiere: la piana costiera alla foce del Fiume Centa è stata ovunque occupata dall’urbanizzazione e dalle infrastrutture; in particolare gli eventi “storici” di maggiore impatto sono stati 1) la realizzazione, nel XIX secolo, della linea ferroviaria, che costruita quasi ovunque a filo di costa (direttamente sulle spiagge e sugli apparati dunali) ha di fatto realizzato una improvvisa e definitiva separazione tra ciò che rimaneva “litorale” dall’ambiente retrostante; 2) lo sviluppo demografico e urbanistico della costa, avvenuto principalmente nell’ultimo cinquantennio, che ha occupato tutti gli spazi degli antichi ambienti dunali;
- per quanto riguarda la flora pioniera delle spiagge, una presenza diffusa ma assolutamente frammentaria e riferita ad aspetti vegetazionale assolutamente impoveriti e relittuali;
- la vegetazione psammofila è progressivamente scomparsa dai litorali a causa del loro pesantissimo sfruttamento ai fini balneari: ad esso sono infatti associate attività di “manutenzione” della spiaggia che hanno progressivamente impoverito, spesso fino alla totale estinzione locale, la flora preesistente;
- fra le attività principalmente responsabili del progressivo impoverimento si evidenziano:
  - attività di “pulizia” della spiaggia, intesa come rimozione degli elementi (fra cui le piante) che sottraggono spazio all’uso balneare
  - attività di livellamento e riprofilatura della spiaggia
  - attività di vagliatura della spiaggia
  - attività di ripascimento della spiaggia

D’altro canto non risulta accettabile il definitivo declino di questi aspetti floristici in quanto:

- è necessario, per la salvaguardia della biodiversità, ripristinare e mantenere una solida rete ecologica di siti che assicurino continuità biogeografia alle specie di questa flora.
- la flora delle spiagge può rappresentare una risorsa in quanto elemento di qualificazione dell’offerta turistica, ricreativa e formativa: molte specie hanno indubbi pregi dal punto di vista estetico; con i loro adattamenti morfologici e fisiologici offrono inoltre interessanti spunti di osservazione a carattere didattico-naturalistica.

Inoltre emergono alcuni aspetti a favore della fattibilità di interventi di ripristino e riqualificazione:

- in primo luogo, se è vero che la vegetazione delle spiagge in Liguria è in forte declino, non è comunque ovunque estinta: fra gli esempi del territorio in esame è da segnalare la spiagge di Vadino che rappresenta oggi il sito più interessante e con maggiore potenzialità per quanto riguarda la presenza della vegetazione psammofila e di ambienti dunali: l’ampiezza dell’arenile e la sua evoluzione permettono la presenza sia della vegetazione annua delle linee di deposito marine, sia, nelle situazioni più favorevoli, l’inizio della formazione di dune mobili embrionali; la potenzialità del sito è stata sfruttata da persone residenti a scopo ornamentale con la creazione e la manutenzione

di aiuole seminaturali dove predominano elementi floristici non autoctoni; tale situazione certamente non è ottimale per la flora endemica ed i relativi habitat naturali ma denota una sensibilità sul territorio che, opportunamente guidata, potrebbe rappresentare una risorsa;

- In secondo luogo esistono siti dove, almeno in linea teorica, è possibile pianificare il ritorno di aspetti vegetazionali più stabili e strutturanti: si tratta di alcune spiagge in naturale espansione che presentano notevole profondità e previsioni di stabilità o addirittura di ulteriore crescita; in tali contesti è spesso possibile individuare una fascia non più interessata dalla dinamica del moto ondoso, se non con tempi di ritorno di molti anni; il destino di tali aree, poco appetite dall'industria balneare per l'eccessiva distanza dalla battigia, è stato finora quello di essere prontamente urbanizzate ed annesse al tessuto urbano o infrastrutturale; l'alternativa è quella di eleggere tali siti alla ricostruzione (spontanea o guidata) di ambienti dunali;

Nell'ambito di interesse sono stati selezionati i seguenti siti dotati di buone potenzialità:

Comune	Codice celle litoranee	Località
ALBENGA	UF_10020103-4-5	Vadino
ALBENGA	UF_11010101	foce del Centa
ALBENGA	UF_11010105	sopraflutto darsena
C ERIALE	UF_11010304-5	spiaggia sud di Ceriale
CERIALE	UF_11010315	sopraflutto pennello di Capo S.Spirito
BORGHETTO S. SPIRITO	UF_11020403	sopraflutto porticciolo
LOANO	UF_11020506-7-8	litorale centrale
LOANO	UF_11020701	sopraflutto porto
PIETRA LIGURE	UF_12010201	a ponente cantiere Rodriquez
PIETRA LIGURE - BORGIO	UF_12010404-5	confine tra Pietra e Borgio Verezzi

Tabella 3.5.4.1. Spiagge potenzialmente idonee per il ripristino della flora psammofila

Per una più dettagliata descrizione dei siti si rimanda alla relazioni tematica sulla flora psammofila ed alle relazioni di paraggio.
Pertanto, in estrema sintesi, si documenta, da un lato, una situazione fortemente critica e destinata ad un progressivo peggioramento, dall'altro la sussistenza di potenzialità di ripristino, da supportare con azioni adeguate.

3.5.5. Foci fluviali

A livello di habitat le foci fluviali ricadono all'interno della categoria delle "zone umide", aree di particolare interesse naturalistico e di valore strategico per quanto riguarda la conservazione della biodiversità.

Una possibile definizione di foce fluviale o estuario è il luogo ove il fiume si riunisce al mare ed è sottoposto all'influenza delle maree e delle ondazioni, formando una zona di transizione tra le acque dolci fluviali e le acque salate marine.

La stretta correlazione con l'ambiente marino condiziona da una parte la natura delle acque, che presentano caratteristiche salmastre variabili nel tempo e nello spazio (sia verticalmente, sia orizzontalmente); dall'altra condiziona le caratteristiche geomorfologiche e del suolo: l'interazione tra il trasporto dei sedimenti da parte del fiume (da monte al mare) e quello del moto ondoso (lungo la fascia attiva del litorale) genera morfologie e substrati di particolare interesse per la sopravvivenza di habitat di alto valore naturalistico.

Gli estuari dei corsi d'acqua liguri sono in genere caratterizzate da piccole dimensioni e alto livello di artificializzazione (presenza di argini sulle sponde e di pennelli guardiani alla foce): nelle situazioni meno compromesse può essere individuata schematicamente la seguente successione di ambienti:

- A contatto diretto col mare si trova la barra di foce: i sedimenti direttamente esposti all'azione morfodinamica delle onde tendono a formare una lingua di sabbia e ciottoli che costituiscono una soglia al deflusso idrico in mare; la barra di foce, in assenza di opere di arginatura è destinata ad essere trasportata long-shore dal moto ondoso e fa parte funzionamelmente del sistema spiaggia. Rappresenta pertanto un ambiente ad altissima energia ove la vegetazione

non può insediarsi stabilmente; può essere pertanto assimilata alla fascia afitoica della spiaggia.

- Dietro la barra di foce, in condizioni di magra, è presente un corpo d'acqua salmastra a debole scorrimento.

- Nell'alveo sono in genere presenti piccoli isolotti allungati nel senso della corrente, generati dalla sedimentazione di sabbia e ghiaia nella fase finale delle piene; si tratta di depositi sottoposti frequentemente a erosione che hanno pertanto natura temporanea.

- Sulle sponde tendono a formarsi depositi di sedimento più stabili, interessati dalla corrente solo durante gli eventi di piena di maggiore entità;

In questo contesto si insedia una vegetazione di macrofite specializzate nella colonizzazione di ambienti a elevato idrodinamismo; si tratta di piante a veloce crescita, quali canne e giunchi, che sono in grado di costruire in breve tempo formazioni erbacee di grande complessità strutturale e di particolare importanza per la biodiversità. Tali dense formazioni vegetali risultano continuamente rimaneggiate e ringiovanite dagli eventi alluvionali di maggiore entità ma risultano sostanzialmente in equilibrio dinamico.
Nel complesso lo stato di conservazione nell'ambito è da considerare molto scadente; si evidenzia la necessità di ripristino e riqualificazione.
Il degrado degli habitat è principalmente dovuto alle attività di movimentazione dei sedimenti realizzate ai fini di pulizia idraulica dei corsi d'acqua; fondamentalmente le azioni consistono nell'asportazione periodica e generalizzata a tutta la superficie di alveo di materiale litoide e della vegetazione.
La frequenza e le modalità di tali interventi risultano incompatibili con l'insediamento e la sopravvivenza della vegetazione alla base degli habitat sopra descritti.

Un aspetto di non secondaria importanza è infine la presenza in alveo e sulle sponde di rifiuti di varia natura, dovuta al generalizzato stato di degrado delle aste fluviali, come ben evidenziato nello studio di settore relativo ai macrorifiuti; tale realtà, oltre a inquinare e degradare l'area, tende a giustificare, agli occhi degli amministratori e dell'opinione pubblica, le operazioni di pulizia idraulica quale azione di bonifica e "riqualificazione" di siti considerati ormai marginali e degradati.

Nel territorio dell'ambito esistono principalmente tre siti potenzialmente idonei ad un recupero: le foci del Centa e dei torrenti Varatella e Maremola.
La foce del fiume Centa è un sito di grande interesse per quanto riguarda gli habitat legati alle foci fluviali, non solo a scala di ambito del Piano ma a livello regionale. Per questo motivo è compreso nel SIC IT1324909 "Torrente Arroscia e Centa" e nell'area protetta provinciale Fiume Centa (06-OA-Ce).
Le potenzialità ecologiche sono anche in questo caso espresse in maniera molto ridotta: nell'ultimo chilometro del corso d'acqua la boscaglia ripariale ed i canneti sono pressoché assenti a causa delle escavazioni realizzate nel secolo scorso, della progressiva artificializzazione delle sponde e delle periodiche attività di pulizia idraulica. Recentemente è stato concluso un intervento di allargamento dell'alveo alla foce del Centa, pianificato a livello di piano di Bacino, che pur rappresentando un ulteriore episodio di disturbo nella successione vegetazionale, pone i presupposti per una futura evoluzione positiva della situazione.
Le foci dei torrenti Varatella e Maremola sono profondamente alterate da argini artificiali, alcuni ponti e da opere di riempimento e copertura; malgrado questo alle spalle di questa zona particolarmente condizionata dall'urbanizzazione l'alveo riacquista caratteri di maggiore naturalità con presenza di vegetazione ripariale; tale situazione potrebbe essere tutelata e ulteriormente incentivata, limitatamente alle presenze floristiche prive di conflittualità con gli aspetti di sicurezza idraulica.

3.6. Presenza e possibile utilizzo di sabbie relitte marine per il ripascimento degli arenili

Gli interventi di ripascimento con materiale proveniente da cave sottomarine rappresentano una risorsa ormai ampiamente sfruttata sia a livello mondiale sia nell'ambito del mediterraneo. In particolare, in Italia, esperienze in tal senso sono state già effettuate sui litorali adriatici del Veneto e dell'Emilia Romagna e sulle coste tirreniche di Toscana e Lazio.

Lo sfruttamento di depositi costieri relitti sommersi presenta numerosi vantaggi, primo fra tutti la disponibilità di grandi quantitativi di materiale, che le cave terrestri difficilmente potrebbero soddisfare.
Secondariamente l'impatto dei cantieri si limita al comparto marino eliminando il trasporto di migliaia di metri cubi di sabbia via terra con le conseguenti problematiche legate a traffico, inquinamento, ecc.
La Regione Liguria, nell'ambito dei progetti europei Beachmed del 2004 e Beachmed-e del 2008, ha partecipato attivamente allo studio delle problematiche tecniche, ambientali ed economiche legate allo sfruttamento di cave sottomarine.
In particolare, con la collaborazione dell'Università di Genova, ha effettuato un'approfondita ricerca di sabbie relitte nel mar Ligure individuando, tra gli altri, un'importante giacimento al largo di Ceriale che è stato preliminarmente caratterizzato nell'ambito dei progetti suddetti.
Nell'ambito del presente Piano è stata effettuata un'accurata indagine sedimentologica al fine di meglio analizzare le concrete possibilità di sfruttamento di tale deposito e valutarne le possibili criticità.
I risultati dello studio, sintetizzati qui di seguito, sono debitamente esplicati nella relativa relazione tematica (RS).

3.6.1. Individuazione e caratterizzazione del giacimento

Lo studio ha inizialmente riguardato l'approfondimento degli studi preliminari già effettuati nell'ambito del progetto Beachmed-e dal Distav (Dipartimento di Scienze della terra, dell'Ambiente e della Vita, ex Dip.Te.Ris) dell'Università di Genova in collaborazione con la Regione Liguria, per meglio caratterizzare il deposito di sabbia a largo di Ceriale .
Si è quindi proceduto con la rianalisi dei dati già ottenuti nell'ambito del Beachmed-e per valutare come e dove approfondire lo studio preliminare, basato su presupposti geologici ed inserito in un contesto europeo di seguito brevemente descritti.

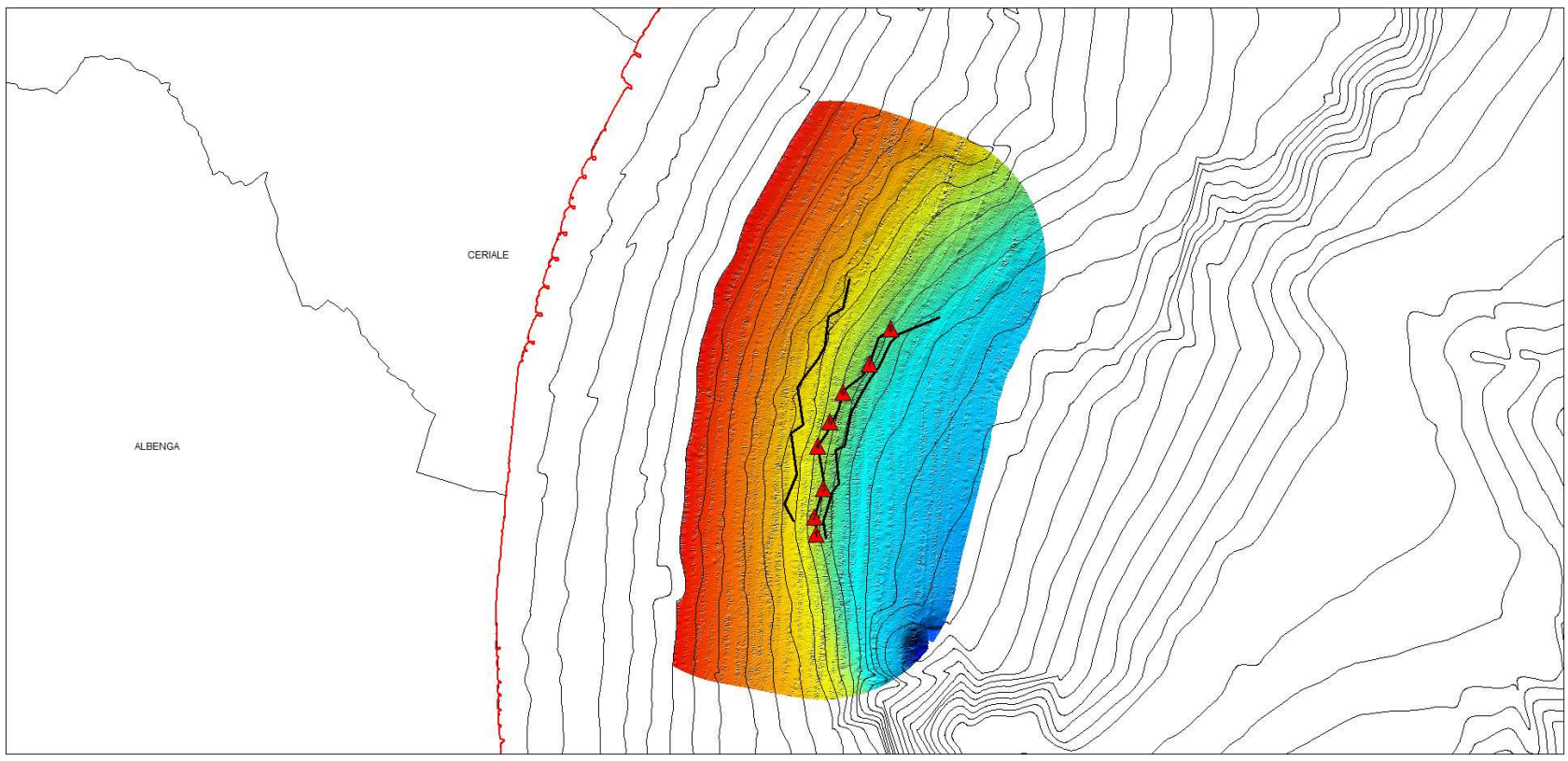


Figura 3.6.1.1. Corridoio di dragaggio individuato a largo di Ceriale, tra i 50 e i 70 m di profondità, al centro del quale è evidenziata la cresta del deposito. I triangoli rossi rappresentano il posizionamento delle 8 carote effettuate per questo studio, di cui si discute in seguito.

Le precedenti indagini sismiche e i carotaggi erano stati eseguiti nel settore occidentale della piattaforma ligure, tra la foce del fiume Centa e la città di Loano. Le indagini geofisiche, 220 km di linee sismiche (con 3,5 kHz Sub Bottom Profiler, Boomer o Sparker 100-400 J) avevano permesso di distinguere due sistemi litorali relitti trasgressivi tra i 60 e gli 80 metri in aree che presentano una limitata copertura fangosa olocenica. I dati sedimentologici di 20 vibrocarotaggi avevano poi permesso di caratterizzare i depositi sedimentari e calibrare i dati geofisici . Le analisi tessiturali dei campioni da carota indicavano come, al di sotto di un limitato spessore pelitico (al massimo di 3 metri), fosse possibile reperire sedimenti con frazioni sabbiose tra il 38% ed il 77% e frazioni ghiaiose tra il 22% ed il 59%.

I risultati preliminari hanno permesso quindi di stimare dei quantitativi di sedimento per il ripascimento costiero di circa 2.400.000 m^3 (Corradi *et al*., 2008).

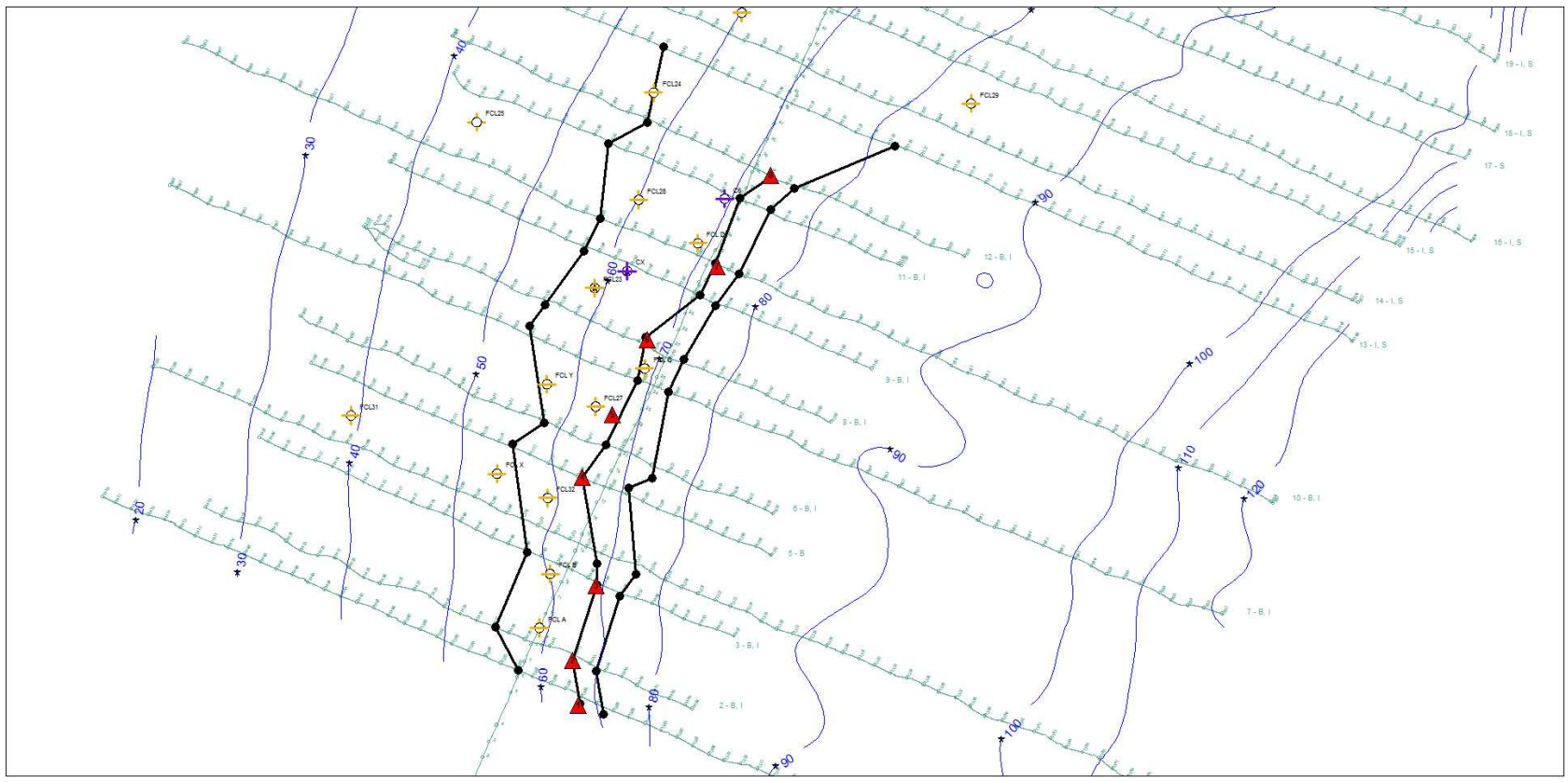


Figura 3.6.1.2. Corridoio di dragaggio individuato dal riesame dello studio preliminare effettuato dal Distav nell'ambito del progetto beachmed-e: in verde i profili sismici già effettuati, in nero i limiti del corridoio e la cresta del deposito di sabbia, in giallo i carotaggi effettuati in precedenza, in rosso i carotaggi effettuati per questo studio.

Alla luce di questi risultati preliminari sono quindi stati rianalizzati i profili sismici, e, tramite l'utilizzo del software SwanPro 200, sono stati individuati 8 nuovi punti in cui effettuare vibrocarotaggi per meglio caratterizzare il deposito trasgressivo più superficiale. La scelta dei punti in cui fare i vibrocarotaggi è ricaduta nelle zone di cresta del deposito individuate dai profili, in quanto quelle con minore copertura pelitica ma comunque con una stratigrafia del deposito rappresentativa del cordone di sabbia in esame.

L'indagine sedimentologica dell'area di studio è stata eseguita attraverso la realizzazione di 8 sondaggi ambientali. Le operazioni di carotaggio sono state realizzate dalla ditta Watersoil di Ravenna utilizzando un Vibrocore configurato in modo tale da soddisfare i criteri di penetrazione richiesti, configurazione da 6 m, su fondali con un battente d'acqua compreso tra i 63,00/70,00 metri ed una profondità di penetrazione massima pari a 5,20 m. Dalle carote estratte, dopo la descrizione stratigrafica di cantiere, sono stati prelevati campioni per analisi chimiche e microbiologiche di laboratorio (elaborate poi per stabilire la bontà e l'utilizzabilità del sedimento). Inoltre dai sondaggi effettuati sono stati prelevati 72 campioni per analisi granulometriche, oggetto di analisi e discussione. I sondaggi sono stati denominati PTAMC001 – PTAMC008, da ovest verso est. Di seguito in tabella 3.5.1 un breve riassunto dei sondaggi con i parametri principali.

Nome sondaggio	Coordinate WGS84 UTM 32	Profondità del fondale (m)	Profondità sondaggio (m)
PTAMC001	X: 440313,37 Y: 4879912,04	63,00	5,20
PTAMC002	X: 440300 Y: 4880040	65,00	1,80
PTAMC003	X: 440364,65 Y: 4880253,93	65,00	5,00
PTAMC004	X: 440325 Y: 4880565	65,00	5,00
PTAMC005	X: 440411,66 Y: 4880745,41	65,00	3,50
PTAMC006	X: 440509,96 Y: 4880959,09	64,00	4,60
PTAMC007	X: 440710,83 Y: 4881168,50	70,00	5,20
PTAMC008	X: 440864,68 Y: 4881429,20	70,00	5,10

Tabella 3.6.1.1. Elenco dei sondaggi, coordinate GPS, rilievo metrico del fondale, profondità di sondaggio. Dai sondaggi effettuati si sono prelevati 72 campioni per analisi granulometriche, di seguito analizzati al dettaglio.

In generale è emerso che i fondali indagati risultano a composizione di tipo granulare, principalmente sabbie e limi sabbiosi, con orizzonti ghiaiosi, ma in alcuni casi tali strati sono sottostanti a livelli superficiali a composizione coesiva, argille e argille limose. Questo rientra perfettamente nella descrizione stratigrafica che si era ricavata dai profili Boomer: un cordone di sabbia sovrastato da uno spessore pelitico variabile.
Nello specifico procedendo dal sondaggio denominato PTAMC001 a PTAMC008 vi è un passaggio da litologie a prevalente composizione granulare, sabbie e ghiaia, ad una a composizione coesivo granulare, argille e argille limose sovrastanti sabbie e sabbie limose.
Per ogni sezione di ogni carota è stato estrapolato il diametro medio dei sedimenti, e per una maggiore precisione nella determinazione della tipologia del sedimento anche le percentuali di ghiaia, sabbia e pelite di ogni subcampione, rappresentate anche tramite diagrammi a torta disponibili al piede di ogni ricostruzione stratigrafica di ogni carota analizzata, per una migliore visualizzazione della composizione del sedimento disponibile.

3.6.2. Ipotesi di prelievo

Come già anticipato in precedenza sono state fatte in sede di studio elaborazioni e confronti tra i grid ottenuti con Vertical Mapper relativi agli spessori di sabbia e pelite. Si sono ipotizzati tre scenari di potenziale estrazione, e per ognuno si sono calcolati i volumi. Intanto è risultato evidente che la migliore delle ipotesi di estrazione è quella che prevede il minimo di pelite a copertura del massimo di sabbia possibile, ed i tre scenari sono stati sviluppati in questo modo, andando a considerare i volumi di sabbia presenti sotto a spessori pelitici via via crescenti, fino ad un massimo di 3 m di spessore. Oltre non avrebbe infatti senso andare a cavare, in quanto il volume di pelite da spostare sarebbe eccessivo (Studi Costieri n°13 e n°19). I tre scenari, che vanno da quello più restrittivo a quello meno restrittivo, sono i seguenti (valga la legenda cromatica in questo modo: verde, tra 0 e 1 m di spessore di sabbia; giallo, tra 2 e 3 m; arancio tra 3 e 5 m; rosso tra 5 e 7,7 m di spessore di sabbia):
Scenario 1: zona di cava potenziale con meno di 1,5 m di copertura pelitica, corrispondente ad un volume di 24.400 m^3. In questa zona sarebbero disponibili circa 113.000 m^3 di sabbia. Interesserebbe sedimento campionato dalle Carote 1, 2 e 3.

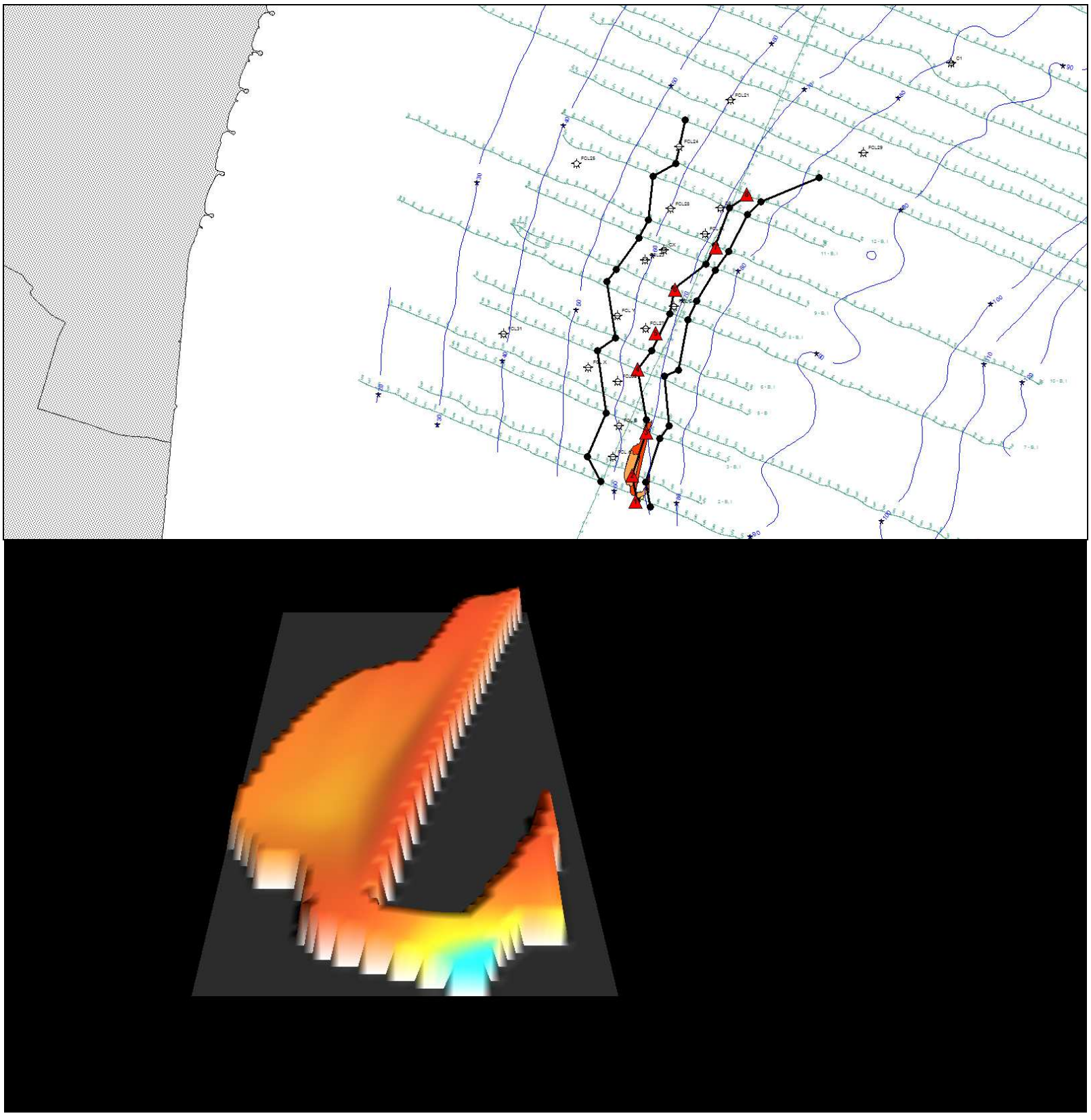


Figura 3.6.2.1. La zona di potenziale estrazione con meno di 1,5 m di copertura pelitica contestualizzata nel corridoio di dragaggio ipotizzato, e la rappresentazione 3D del deposito di sabbia sottostante.

Scenario 2: zona di cava potenziale coperta da meno di 2,5 m di pelite, corrispondente ad un volume di circa 568.000 m^3, che renderebbe disponibile circa 1.165.000 m^3 di sabbia. Escluderebbe le carote 7 e 8.

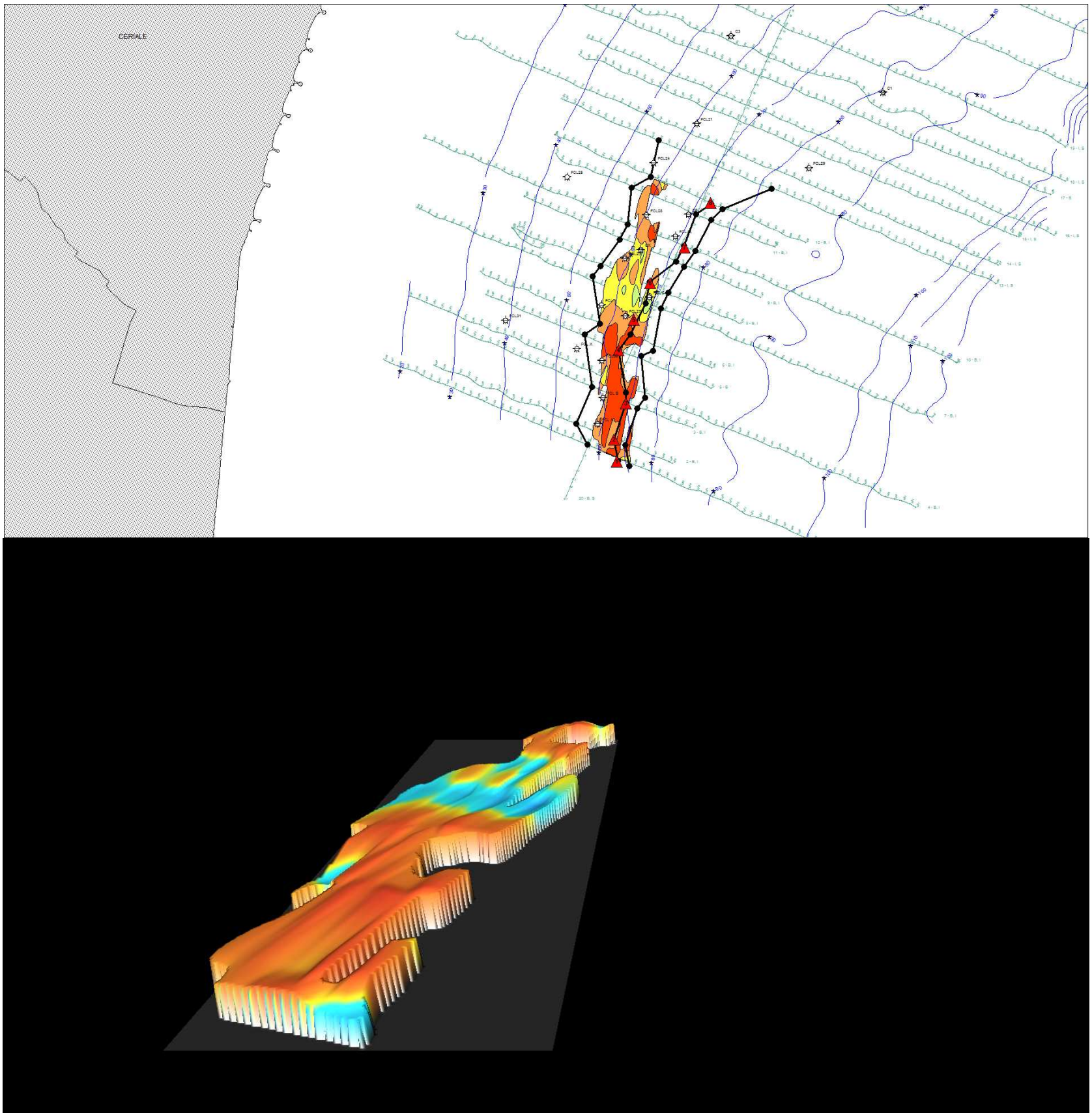


Figura 3.2.2.2. La zona di potenziale estrazione con meno di 2,5 m di copertura pelitica contestualizzata nel corridoio di dragaggio ipotizzato, e la rappresentazione 3D del deposito di sabbia sottostante.

Scenario 3: zona coperta da meno di 3 m di pelite, corrispondente ad un volume di 886.000 m^3, renderebbe disponibile circa 1.575.000 m^3 di sabbia. In questo caso il sedimento sarebbe rappresentato da tutte le carote effettuate tranne la 7 e la 8, che in ogni caso erano le due peggiori dal punto di vista granulometrico.

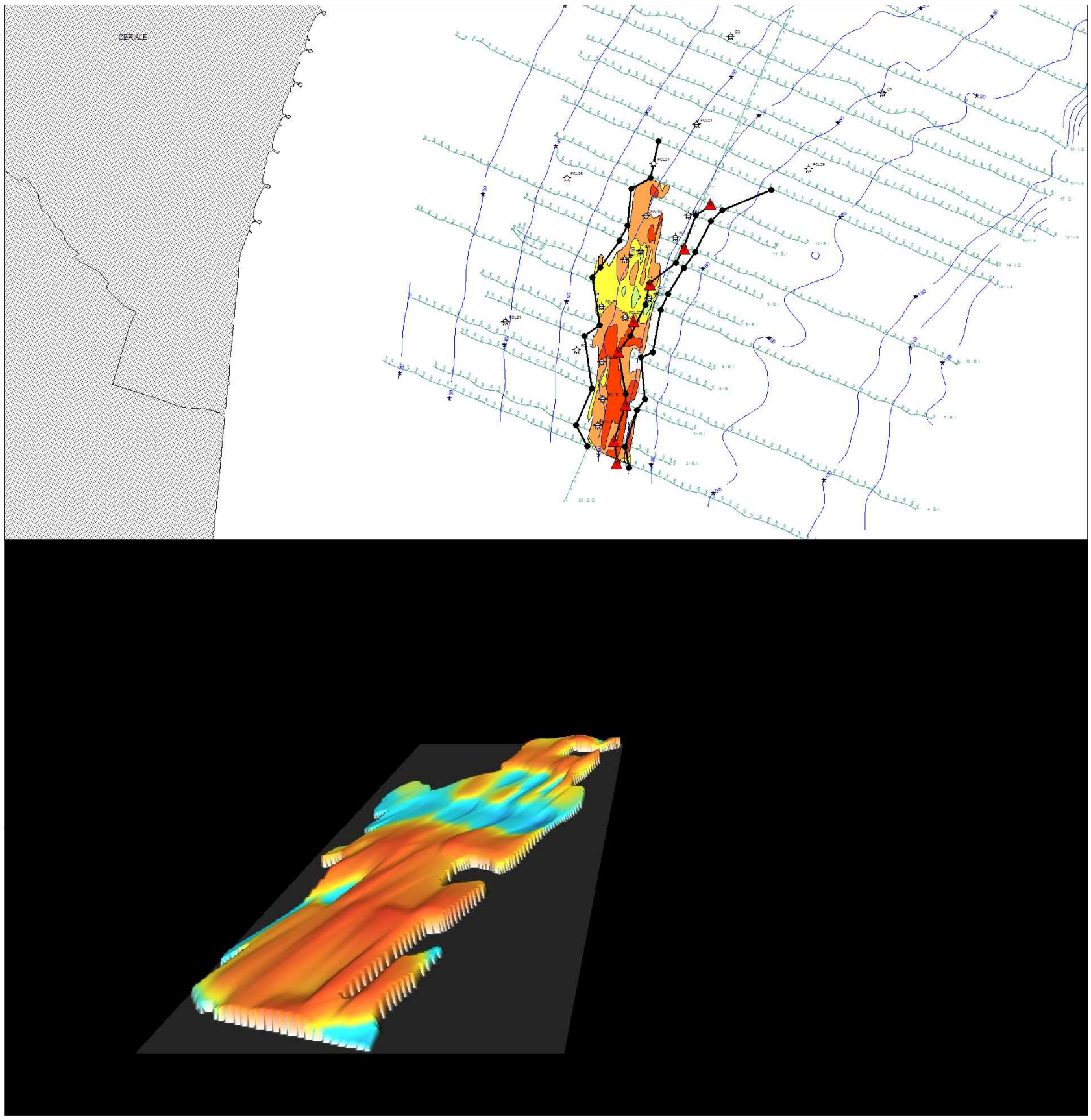


Figura 3.6.2.3. La zona di potenziale estrazione con meno di 3 m di copertura pelitica contestualizzata nel corridoio di dragaggio ipotizzato, e la rappresentazione 3D del deposito di sabbia sottostante.

La tabella seguente sintetizza i volumi di copertura pelitica e di sabbia e ghiaia relativi ai tre scenari proposti.

	Spessore pelite (m)	Volume pelite (m^3)	Volume sabbia e ghiaia (m^3)
Scenario 1	< 1,5	24.400	113.000
Scenario 2	< 2,5	568.000	1.165.000
Scenario 3	3	886.000	1.575.000

Tabella 3.6.2.1. Quantitativi relativi a tre scenari di sfruttamento della cava

3.6.3. Problematiche ambientali del dragaggio e del ripascimento

L’analisi di prefattibilità ambientale del dragaggio ai fini di ripascimento è stata svolta in merito ai seguenti argomenti

- Compatibilità chimica dei sedimenti oggetto di dragaggio
- Compatibilità del dragaggio in relazione agli habitat marini presenti nell’area di cava
- Compatibilità del dragaggio in relazione agli habitat presenti nell’area di deposizione della torbida e del materiale di scarto
- Compatibilità dei ripascimenti in relazione agli habitat costieri
- Compatibilità dell’area di dragaggio in relazione alle attività di pesca professionale.

I risultati della **caratterizzazione chimica dei sedimenti**, effettuata attraverso carotaggi che hanno interessato tutto lo spessore del giacimento potenzialmente sfruttabile, mostrano che i sedimenti analizzati risultano indenni da qualsiasi tipo di contaminazione significativa: la presenza dei metalli risulta in linea con i valori .tipici della natura geochimica del territorio; per quanto riguarda gli IPA, inquinanti ubiquitari dovuti alle attività umane, la situazione appare molto confortante con tutti i valori ampiamente all’interno dello standard; anche la categoria dei PCB risulta praticamente assente con tutte le misure al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.
Risultano assenti anche i pesticidi, la categoria di composti che sulla base dell’analisi territoriale e dei dati pregressi costituisce la maggiore criticità dell’ambito, a causa della valenza agricola del territorio.
E’ importante sottolineare che la buona qualità chimica del sedimento è confermata anche per lo strato pelitico superficiale che per la facile movimentabilità nell’ambiente marino durante eventuali attività di dragaggio rappresenta una delle possibili criticità.
Una ulteriore indicazione sulla qualità dei sedimenti superficiali viene dal calcolo dell’indice M-AMBI permessa dall’analisi della comunità bentonica eseguita per la caratterizzazione bionomica dell’area (vedi capitolo successivo); l’indice M-AMBI è un algoritmo che a partire dalla composizione quali quantitativa dei macroinvertebrati presenti nel sedimento ne fornisce un valore di qualità, sensibile a fenomeni di inquinamento dovuto a scarichi di natura civile e industriale.

In seguito alla caratterizzazione morfosedimentologica dell’area è stata pianificata una campagna di **approfondimento sulle comunità bentoniche** presenti; tale attività è stata realizzata da Arpal, mediante il prelievo con benna di campioni di sedimento nei 10 punti riportati nella tabella sottostante; le comunità di macroinvertebrati presenti sono stati oggetto di analisi tassonomica per la classificazione bionomica dell’area; ai fini di acquisire ulteriori informazioni Arpal ha inoltre effettuato indagini ROV nell’intorno dei tre punti raffigurati con cerchio blu.

Punto	Prof.	Latitudine	Longitudine
"1"	43 m	44° 05’ 40,92 N	08° 15’ 34,344 E
"2"	71 m	44° 05’ 28,68 N	08° 16’ 18,192 E
"3"	55 m	44° 05’ 07,44 N	08° 15’ 22,176 E
"4"	75 m	44° 05’ 00,96 N	08° 15’ 43,452 E
"5"	50 m	44° 04’ 44,76 N	08° 15’ 08,568 E
"6"	71 m	44° 04’ 40,08 N	08° 15’ 26,496 E
"7"	48 m	44° 04’ 21,00 N	08° 15’ 00,252 E
"8"	71 m	44° 04’ 19,20 N	08° 15’ 20,808 E
"9"	44 m	44° 03’ 45,72 N	08° 14’ 54,744 E
"10"	79 m	44° 03’ 41,40 N	08° 15’ 32,544 E

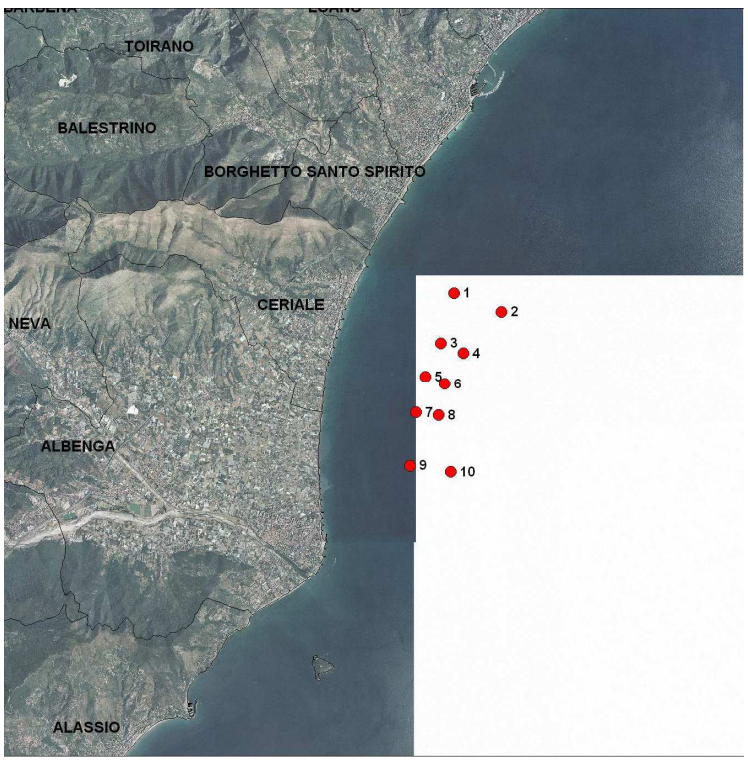


Tabella 3.6.3.1. Punti di campionamento del macrozoobenthos

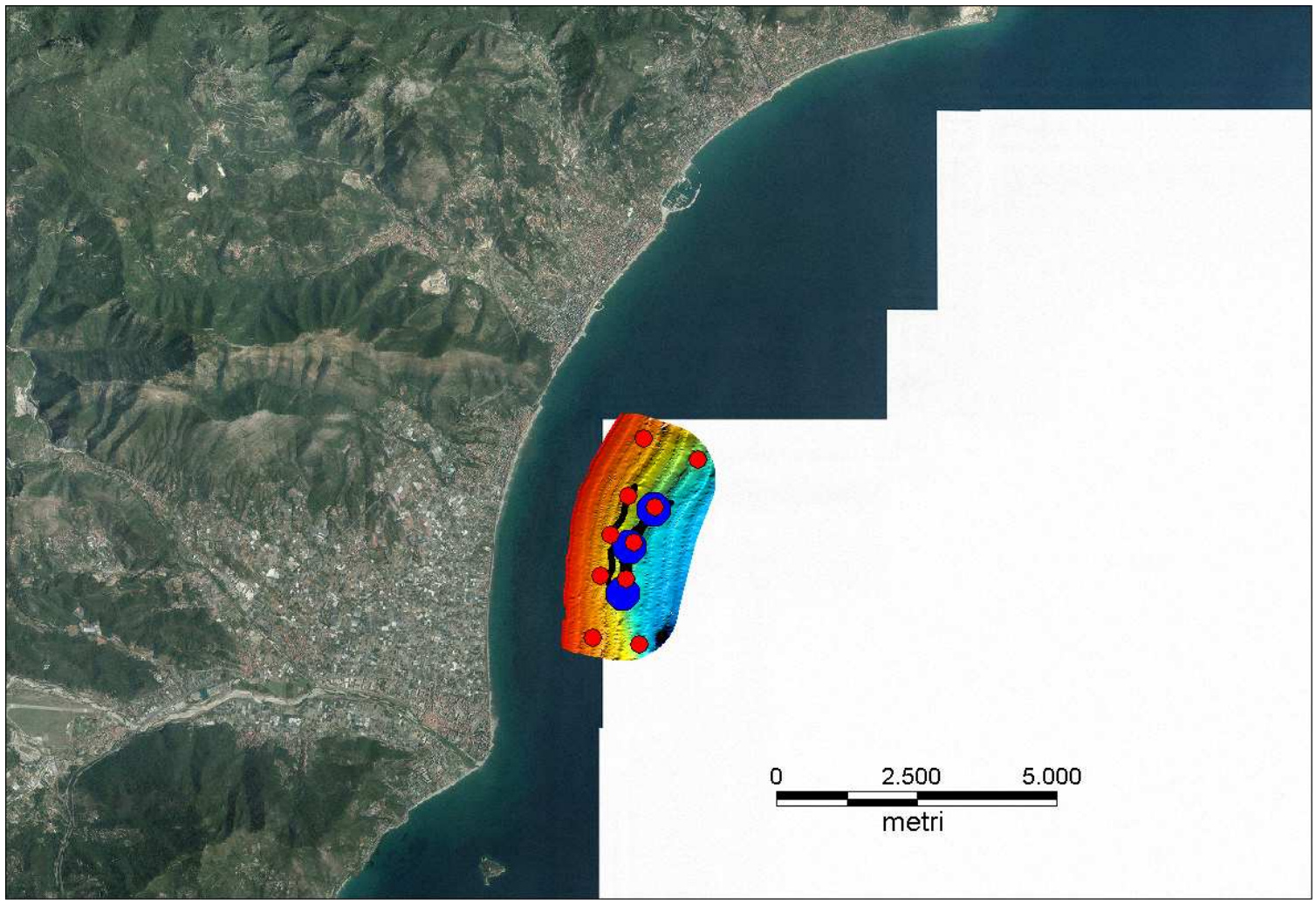


Figura 3.6.3.1. Prelievi con benna e indagini ROV nell'intorno dell'area di cava

I risultati di queste attività mostrano che tutta l'area indagata risulta caratterizzata dal punta di vista naturalistico da fondi mobili costituiti da sedimenti di natura limosa - sabbiosa. Il fondale digrada con regolarità verso la scarpata continentale senza formare morfologie particolari come canyon o secche; i sonogrammi non hanno evidenziato la presenza di aree con affioramenti rocciosi che potessero potenzialmente ospitare popolamenti coralligeni o grotte sottomarine, né zone di fondale con risposta acustica tipica di facies del Detritico Costiero di particolare rilevanza per la biodiversità (come ad esempio i fondi a Maërl).
L'analisi dei popolamenti macrozoobentonici e dei video effettuati con ROV conferma quanto sopra e permette di fornire la seguente descrizione :
La totalità dell'area in oggetto è rappresentata dai fondi mobili appartenenti al piano circalitorale trattandosi di una zona compresa tra i 43 e i 79 m di profondità.
L'inquadramento bionomico permette pertanto di attribuire all'area in esame le biocenosi dei Fanghi Terrigeno Costieri (VTC) e delle Sabbie Fini ben Calibrate (SFBC).
Si tratta di popolamenti scarsamente sensibili rispetto all'impatto prodotto da attività di escavazione in quanto

- si tratta di comunità molto comuni e presenti su grandi superfici su tutto il territorio regionale
- è dimostrato che tali comunità, anche se completamente asportate da un singolo evento di dragaggio, sono in grado in tempi relativamente molto brevi (mesi) di ricolonizzare l'area a partire dalla zone limitrofe, ricostituendo popolamenti strutturalmente maturi del tutto analoghi a quelli di origine.

Nel territorio dell'ambito **gli habitat sensibili rispetto a possibili ripascimenti** strutturali sono i seguenti:

- le praterie di *Posidonia oceanica*
- le beach-rock

Nel caso di *Posidonia oceanica* l'ipotesi di ampliamento o ricostruzione delle spiagge esistenti o comunque esistite nel corso dell'ultimo secolo non dovrebbe rappresentare un evento destabilizzante: tutto il litorale dalla foce del Centa fino al Porto di Loano è caratterizzato da una estesa prateria che si è sviluppata in equilibrio dinamico con le ampie spiagge alimentate dai sedimenti provenienti dal fiume Centa.
Come mostrato dall'incrocio degli studi meteo marini sul moto ondoso, sedimentologici e biologici l'attuale limite superiore del posidonieto appare attestato con ottima approssimazione sul limite di chiusura della spiaggia sommersa (profondità compresa tra 7 e 8 metri circa, corrispondente ad una distanza dalla costa compresa tra 350 e 400 metri): si tratterebbe pertanto di una situazione abbastanza vicina a condizioni di naturalità, non evidentemente condizionata in maniera significativa da impatti di natura

antropica. Anche laddove la spiaggia è entrata, negli ultimi decenni del secolo scorso, in crisi erosiva, come nel tratto tra Albenga e Ceriale (oggi privo di spiaggia emersa e caratterizzato da una linea di costa costituita per circa 3 chilometri dalla massicciata ferroviaria), la situazione del posidonieto rispetto questo modello concettuale. E' pertanto possibile supporre che, laddove l'intervento di ripascimento preveda la ricostruzione del profilo di spiaggia emersa e sommersa fino e non oltre al raccordo con l'attuale profilo di chiusura, non possano insorgere problemi di conflittualità con la salvaguardia del posidonieto. Occorre sottolineare che questo ragionamento presuppone l'utilizzo di sedimenti a granulometria non inferiore rispetto a quelli nativi; l'uso di materiale proveniente da una paleospiaggia locale dovrebbe rispettare tale requisito.

Nel caso delle beach-rock la situazione è invece molto diversa in quanto si tratta di habitat che nel territorio dell'ambito si trovano molto vicine alla costa (poche decine di metri); i rapporti spaziali e sedimentologici con le spiagge di cui costituiscono talvolta il piede è tale per cui al di sopra di una certa entità un ripascimento strutturale determinerebbe il seppellimento dello scalino subverticale che rappresenta il margine erosivo (esposto al moto ondoso) della beach-rock; nelle situazioni in cui la beach-rock è in equilibrio con la spiaggia questo scalino rappresenta il target ambientale, sede di numerosi microhabitat e di elevata biodiversità, da porre come obiettivo di conservazione; nei tratti in cui la spiaggia non è presente l'impatto del seppellimento riguarda anche l'ambiente delle pozze di scogliera a sviluppo sub orizzontale. Nel lungo periodo (secoli) eventi di seppellimento e scoprimento delle beach-rock possono naturalmente succedersi in relazione a mutate condizioni dei regimi sedimentologici costieri; tuttavia è pur vero che le beach-rock nella loro attuale configurazione rappresentano un bene naturalistico da preservare nell'ambito della pianificazione delle attività umane nel breve e medio periodo.

Per questo motivo tutti gli interventi di manutenzione delle spiagge in presenza di beach-rock devono essere commisurati al mantenimento di questi target ambientali.

Quanto detto rimane valido fatti salvi i due seguenti imprescindibili prerequisiti :

- il materiale deve essere compatibile dal punto di vista chimico: tale compatibilità è già stata verificata nel precedente paragrafo.
- il materiale deve essere compatibile dal punto di vista granulometrico: la caratterizzazione sedimentologica del deposito sottomarino presentata nella prima parte della relazione mostra che la frazione grossolana di ghiaia e sabbia del deposito ha caratteristiche idonee al ripascimento ma evidenzia anche la presenza di una componente pelitica significativa: essa è presente soprattutto nello strato apicale (la coltre sedimentaria più recente) ma talvolta caratterizza fortemente anche strati intermedi intervallati a quelli a maggiore granulometria; considerata la natura "una tantum" dell'intervento si può indicare come standard di compatibilità ambientale il valore meno restrittivo indicato dalla normativa regionale e pertanto l'8% di frazione pelitica (come valore medio); la fattibilità dell'intervento rimane quindi condizionata al fatto che il progetto possa garantire tale requisito prestazionale; le pregresse esperienze condotte in Lazio sullo sfruttamento di cave sottomarine indica che tale requisito è di norma raggiunto in virtù della minore densità e della volatilità in acqua della pelite che sfugge naturalmente alle capacità di prelievo delle tramogge e viene ulteriormente ridotta dal processo di over-flow in fase di carico.

Le attività di dragaggio delle sabbie relitte potrebbero avere degli **impatti su habitat marini sensibili anche distanti dalle aree di prelievo e di ripascimento** in seguito alla sospensione, diffusione e rideposizione di nuvole torbide di sedimenti fini movimentati sulla colonna d'acqua a partire dall'area di dragaggio.

Il requisito prestazionale indicato al paragrafo 1.2.3 implica che sia effettuata una gestione del dragaggio tale da garantire la separazione e la adeguata rideposizione, in mare aperto, della maggior parte dei sedimenti pelitici.

A tale riguardo occorre focalizzare l'attenzione sullo strato di sedimenti a forte componente limosa che rappresenta la coltre sedimentaria più recente, non idonea a fini di ripascimento; le stime quantitative di questo "cappello pelitico" indicano che esso costituisce circa un terzo dei volumi totali da movimentare, frazione sicuramente significativa visti i considerevoli volumi in gioco.

Se pertanto la rimozione preventiva del cappello pelitico rappresenta una condizione progettuale necessaria alla fattibilità ambientale dell'intervento di ripascimento la movimentazione di tali materiali nell'area di cava rappresenta una potenziale criticità ambientale di cui tenere debitamente conto.

Al fine di minimizzare i potenziali impatti di questa operazione si indicano i seguenti requisiti prestazionali da risolvere in fase progettuale:

a) individuare un’area di deposizione, più profonda di quella di scavo, ove contenere con sufficiente precisione i materiai di scarto; una stima su basi modellistiche dovrà garantire una dispersione al di fuori di tale area non superiore al 25%;
b) verificare l’assenza di target ambientali (come definiti in seguito) nell’area di deposizione di cui sopra;
c) scaricare i sedimenti di scarto evitando di disperderli per tracimazione dalla draga lungo tutta la colonna d’acqua ma indirizzandoli direttamente sul fondale (ad esempio usando la stessa pompa della draga utilizzata per la fase di carico).

Riguardo ai punti a) e b) le analisi ad oggi eseguite evidenziano, ad esempio, l’esistenza di un’area potenzialmente idonea, adiacente a quella di prelievo.

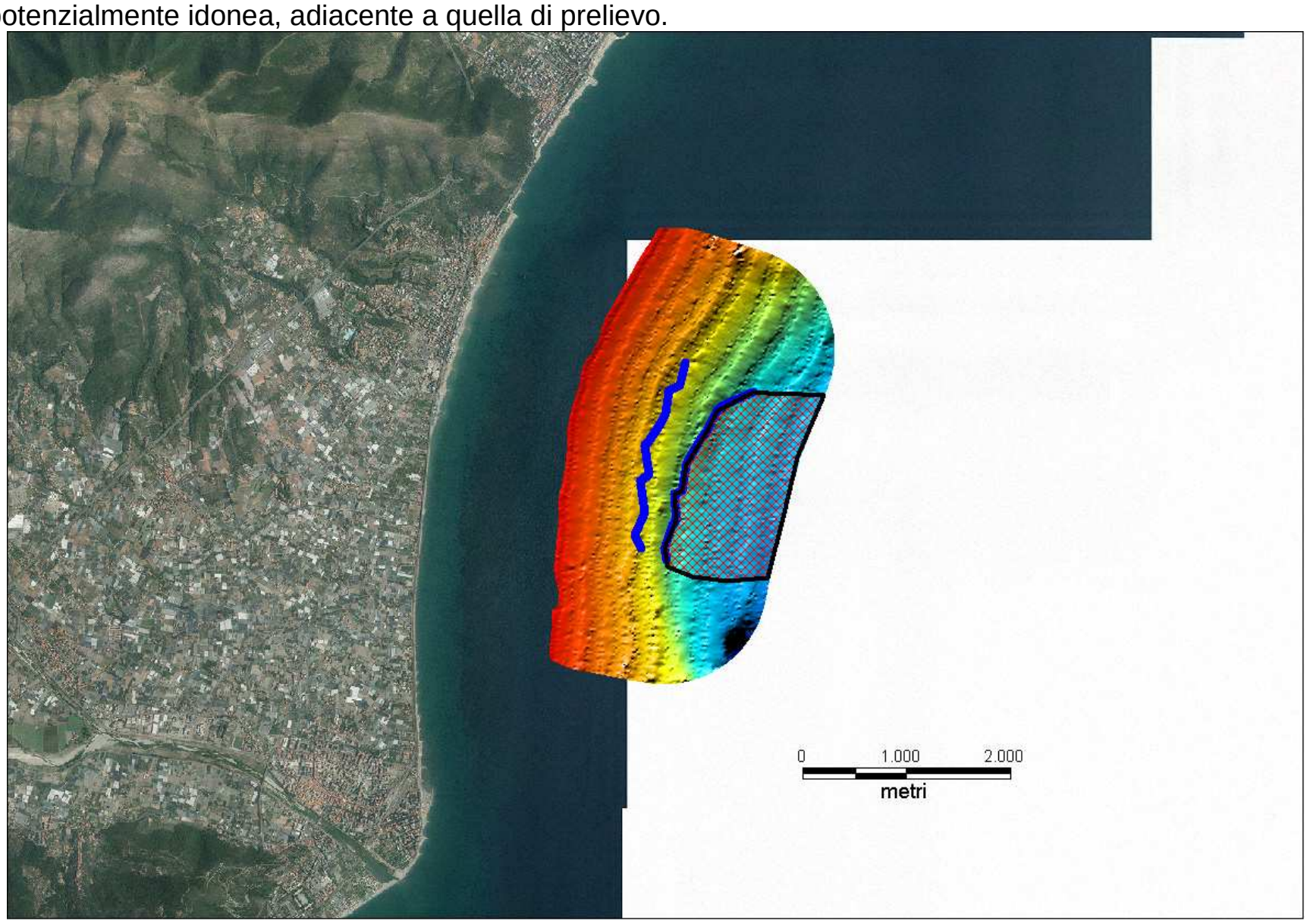


Figura 3.6.3.2. Possibile area di rideposizione del cappello pelitico (retinatura rossa) adiacente alla potenziale area di dragaggio (compresa tra le linee blu).

Tale area compresa tra la profondità di 75 e 90 metri e con superficie di circa 2 km^2, risulta in effetti priva di target ambientali sensibili e uniformemente caratterizzata da popolamenti di macroinvertebrati di fondi mobili, dotati di elevata resilienza rispetto ad eventi di dragaggio e sedimentazione. Anche la pendenza e la morfologia del sito, mostrati nella sezione sottostante appaiono a livello di prefattibilità compatibili con questa ipotesi.

Fatti salvi i precedenti prerequisiti prestazionali sulla rimozione e gestione del cappello pelitico verranno ora valutati i possibili impatti dovuti alla movimentazione dei sedimenti dragati ai fini di ripascimento; nell’area di dragaggio la colonna d’acqua, a vari livelli, sarà infatti necessariamente interessata da nuvole torbide dovute alla movimentazione dei sedimenti aspirati sul fondo e dalla fuoriuscita per over-flow dal corpo di carico della draga, che potranno essere trasportate e disperse dalle correnti.

Le principali perturbazioni ambientali sull’area vasta sono pertanto le seguenti:

- l’aumento dei solidi sospesi in colonna d’acqua, con il relativo aumento di torbidità; tale effetto è destinato ad esaurirsi col tempo una volte terminata l’operazione di dragaggio;
- le variazioni indotte sul fondo ove possa verificarsi un significativo tasso di sedimentazione dovuto alla dispersione della nuvola torbida; tale effetto è di natura più persistente.

Questa pressione ambientale potrebbe generare un impatto in corrispondenza di alcuni habitat marini particolarmente sensibili e in particolare

a. Coralligeno
b. Popolamenti delle grotte sottomarine

c. Beach - rock
d. Praterie di *Posidonia oceanica*
e. Facies a Maërl del Detritico Costiero
f. Coralligeno profondo

La rassegna di questi habitat è stata presentata in ordine decrescente di criticità: le tipologie a), b) e c) sono caratterizzate dalla presenza di organismi animali sessili filtratori (gorgonie, coralli, briozoi, spugne, alghe calcaree) potenzialmente vulnerabili rispetto allo stress sedimentario.
E' noto da studi bibliografici che l'aumento del tasso di sedimentazione sui popolamenti bentonici può indurre una diminuzione della biodiversità e una dominanza delle specie opportunistiche.
Alcuni studi effettuati in aree costiere con popolamenti coralligeni hanno evidenziato che in risposta ad un aumento della sedimentazione (superiore a 200 g/m^2/gg) le alghe erette tendono a scomparire, lasciando il posto come componente dominante al feltro algale.
Le praterie di *Posidonia oceanica* possono subire effetti negativi in relazione ad un aumento persistente (superiore ad alcuni mesi) della torbidità dell'acqua mentre l'ipotesi del seppellimento deve essere considerata solo per tassi di sedimentazione molto alti (centimetri all'anno).
La tipologia e) ed f) sono ambienti scarsamente conosciuti in ambito mediterraneo ed anche il grado di sensibilità di questi habitat rispetto allo stress sedimentario non è noto; a titolo cautelativo la loro eventuale presenza in siti potenzialmente idonei dell'area vasta è stata comunque presa in considerazione.
Per valutare la presenza e i rapporti spaziali con l'area di eventuale prelievo del deposito marino di tali habitat è stato utilizzato l'atlante degli habitat marini regionale, aggiornato in base alle nuove conoscenze acquisite per la redazione del Piano.

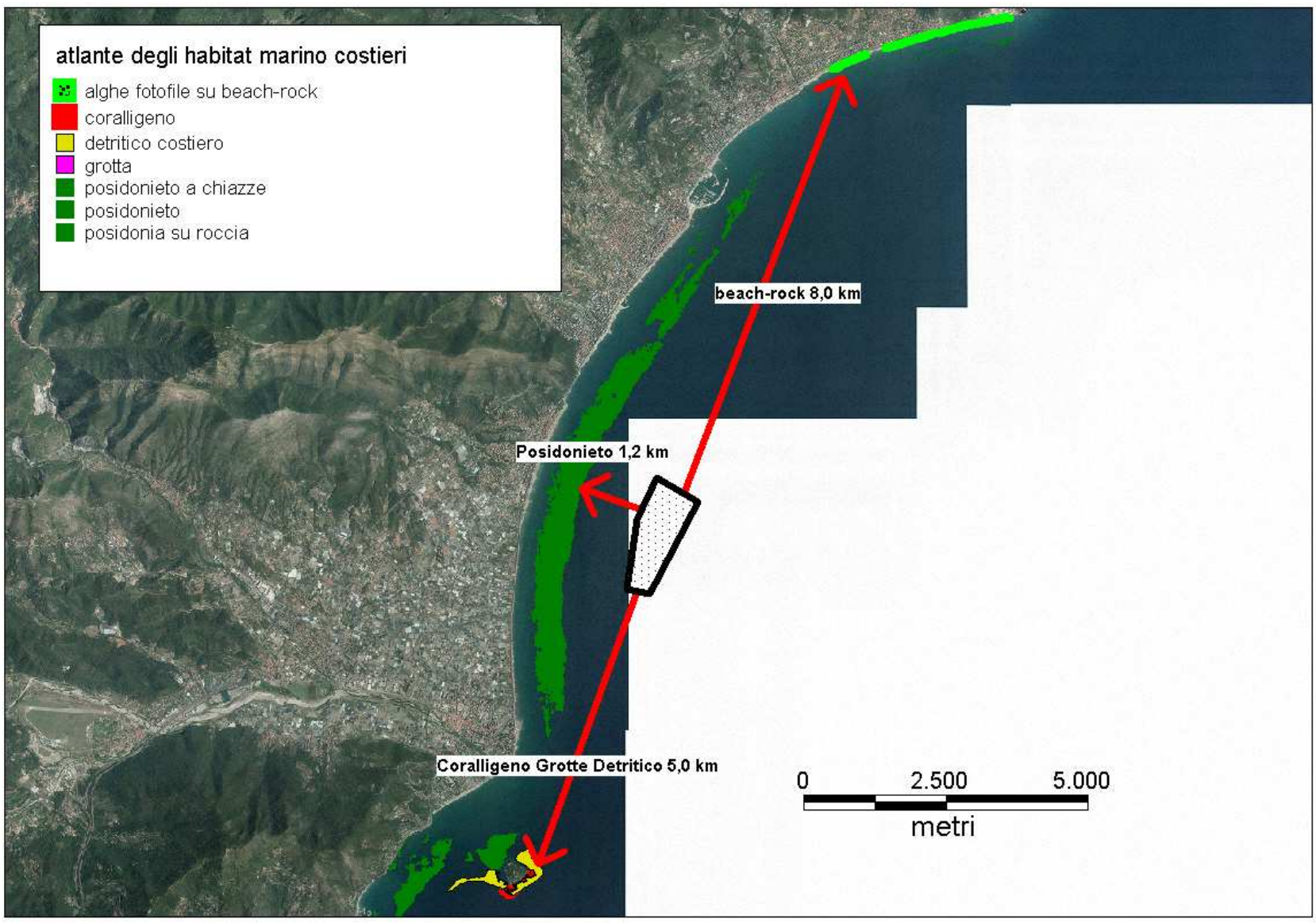


Figura 3.6.3.3. Distanza minima dei principali habitat sensibili rispetto alla potenziale area di prlievo

L'analisi spaziale evidenzia che l'unico target entro il raggio di 5 chilometri dall'area di intervento (distanza oltre la quale gli effetti possono essere considerati trascurabili) è rappresentato dalla prateria di *Posidonia oceanica* presente tra Albenga e Ceriale.
Tale posidonieto è una dei più estesi della Liguria, con il limite superiore ad una profondità minima di circa 8 m e il limite inferiore ad una profondità massima di 20 m.
Numerosi sono gli effetti documentati indotti dall'aumento della torbidità sulle praterie di fanerogame; una delle cause principali del regresso e del deterioramento delle praterie risulta essere la diminuzione della

luce disponibile in seguito ad aumento della torbidità presso siti costieri interessati da grandi e prolungati versamenti di materiali di scavo.
In realtà temporanee fluttuazioni della torbidità non comportano danni irreversibili e possono essere sopportate senza troppi sforzi dalle piante: esperimenti effettuati sia sul campo che in laboratorio hanno dimostrato che alcune fanerogame sono in grado di sopravvivere con valori di intensità di luce inferiori al loro valore critico anche per alcuni mesi; l'ipotesi di sfruttamento della cava sottomarina prevede un evento di prelievo e ripascimento unico, in grado di risolvere le esigenze di ricostruzione strutturale delle spiagge; in base ai quantitativi in gioco il periodo di lavoro dei dragaggi non dovrebbe superare i tre mesi e tale ipotesi risolve le possibili criticità anche con scenari di tipo conservativo in cui si ipotizzasse un regime delle correnti del tutto sfavorevole (costantemente rivolto verso costa).
Riguardo invece alla valutazione del processo di seppellimento dovuto ad un aumentato tasso di sedimentazione esistono due precedenti studi effettuati nel contesto ligure ai quali fare riferimento:

- Il progetto Europero BeachMed-e (anno 2008) che per primo ha valutato l'esistenza e la possibilità di sfruttamento del deposito sottomarino in questione; in questo ambito sono state condotte specifiche indagini per valutare i tassi di sedimentazione naturali presso il posidonieto tra Albenga e Ceriale e stimare conseguentemente un limite di accettabilità cautelativo per l'incremento dovuto alle attività di dragaggio.
- La "Valutazione della predicibilità dell'impatto della movimentazione dei fanghi di fondo nella costruzione del nuovo sporgente" (anno 2010) realizzato nell'ambito della progettazione di un nuovo terminal portuale nella rada di Vado; questa valutazione di impatto ha ulteriormente sviluppato la metodologia dello studio beachmed per poterla applicare a tecniche di monitoraggio in continuo delle attività di dragaggio.

In base a queste esperienze è possibile indicare i seguenti valori di incremento massimo per l'eccesso di sedimentazione rispetto al background, riferiti ad eventi non continuativi e di durata inferiore all'anno.

Livello di impatto	Eccesso di sedimentazione rispetto al background
nessuno	Sedimentazione < 0,1 kg/m^2/die
lieve	Sedimentazione < 0,25 kg/m^2/die
moderato	Sedimentazione < 0,5 kg/m^2/die
severo	Sedimentazione > 0,1 kg/m^2/die

Tabella 3.6.3.2. Schema di correlazione tra sedimentazione e impatto

Tali valori, eventualmente ridefiniti alla luce di ulteriori approfondimenti, potranno essere messi alla base di un monitoraggio in continuo dei solidi sospesi in prossimità dei target ambientali che durante le attività di dragaggio potrà garantire la sospensione dei lavori nel caso del raggiungimento di condizioni potenzialmente impattanti.
Negli ultimi anni la Regione Liguria ha adottato questa strategia di controllo delle attività di dragaggio in ambito costiero, realizzata concretamente in due casi di grande rilevanza

- i dragaggio del Porto di Genova
- i dragaggi correlati alla realizzazione del nuovo terminal contenitori del porto di Vado

Tali esperienza hanno dimostrato la reale fattibilità e l'efficacia della strategia di controllo.
Per quanto riguarda il potenziale impatto su habitat marini profondi quali i coralli profondi occorre precisare che si tratta di ambienti poco noti e studiati sia in termini di localizzazione che in termini ecologici (e quindi anche rispetto al grado di vulnerabilità). Nell'intorno dell'area vasta in esame sono disponibili solo Indicazioni generica sulla presenza di queste biocenosi in corrispondenza del "Canyon di Alassio", particolare morfologia valliva presente al largo di capo Mele la cui distanza dall'area di intervento, superiore a 10 km, è sicuramente sufficiente ad escludere qualsiasi tipo di impatto; a titolo cautelativo è possibile segnalare la presenza di una morfologia meno pronunciata ma simile dal punto di vista geomorfologico a circa due chilometri a sud della potenziale area di cava; tale sito potrebbe essere considerato cautelativamente come target da sottoporre a indagini di approfondimento o per il quale individuare particolari prescrizioni in fase attuativa.

L'area potenzialmente interessata dal prelievo del deposito sottomarino, situata indicativamente tra la profondità di 60 e 75 metri, è attualmente fruibile per attività di **pesca professionale** e in particolare

- ✓ Pesca a strascico
- ✓ Piccola pesca costiera

Ferma restando che l'assenza di impatti significativi sulla risorsa ittica in termini di produttività dell'area vasta devono essere trattati nell'ambito della valutazione dell'impatto sugli habitat, le possibili ulteriori interferenze, alla scala di sito di intervento, sono le seguenti:

- Non fruibilità dell'area nella fase di cantiere
- Minore fruibilità dell'area escavata a causa di modifiche indotte dal dragaggio sula morfologia del fondale (tale impatto può riguardare la sola pesca a strascico).

A livello di prefattibilità non è possibile approfondire la tematica, che dovrà essere sviluppata nella eventuale fase di progettazione ed approvazione del'intervento prevedendo

- ✓ Il coinvolgimento dei competenti uffici regionali e degli operatori locali;
- ✓ L'utilizzo di modalità operative di dragaggio che minimizzino le possibili alterazioni morfologiche sui fondali;
- ✓ L'eventuale ricorso a finanziamenti risarcitori per gli impatti non mitigabili.

Possibili interferenze di ripascimenti strutturali sul deflusso della acque fluviali e sulla falda idrica

Un altro importante aspetto da approfondire a livello progettuale riguarda l'impatto del ripascimento sul deflusso di rii e piccoli torrenti attualmente sfocianti nei tratti ove è presente la massicciata ferroviaria e sull'andamento della superficie freatica e del cuneo salino all'interno della falda idrica sotterranea presente nella piana di Albenga.

3.7. Pericolosità costiera e impatti sulla qualità delle acque e sulla biodiversità marino costiera

Il presente paragrafo descrive l'approccio metodologico individuato per la definizione delle zone di litorale dove hanno luogo i fenomeni erosivi, sedimentari e morfogenetici, rappresentati dalle fasce dinamiche della spiaggia e della costa alta associate a diversa pericolosità in base alla probabilità di accadimento degli eventi meteomarini. Inoltre costituisce una sintesi a livello di ambito dei risultati emersi dalle indagini condotte approfonditamente per i singoli paraggi dell'ambito stesso.

3.8. Fascia dinamica della spiaggia

L'approccio metodologico utilizzato ai fini del tracciamento delle fasce dinamiche della spiaggia emersa e sommersa, indicanti la pericolosità dell'area soggetta a moto ondoso incidente, si basa sulla verifica del limite di risalita del moto ondoso lungo il profilo di spiaggia, condizionato dalla presenza di opere, strutture e conformazione della costa. Si è pertanto valutato, per i periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni, il massimo valore di run-up, tra le direzioni di propagazione del moto ondoso considerate, nei vari tratti di spiaggia significativi presenti nell'Ambito, a cui è stato sommato il valore del massimo sovralzo del livello idrometrico. Utilizzando tale valore, in base alla pendenza della spiaggia media in corrispondenza delle varie sezioni di spiaggia, è stata valutata l'ampiezza della spiaggia emersa interessata dalle inondazioni dovute alle mareggiate con periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni. Per tenere conto del fatto che la dissipazione dell'energia ondosa avviene nella fascia più sotto costa, la pendenza media della spiaggia è stata definita come media tra la pendenza sommersa, calcolata a partire dalla profondità al frangimento annuale, e la pendenza emersa, acquisita dai rilievi di sezioni significative di spiaggia forniti dal Dipteris nell'ambito dello studio Beachmed, o calcolate a partire dai rilievi Lidar del 2008. Il limite della fascia dinamica lato mare, comprendente la spiaggia sommersa, è stato invece identificato come corrispondente alla batimetrica identificativa della profondità di chiusura, definita, per i periodi di ritorno pari a 1 e 50 anni, in corrispondenza dell'inizio della zona dei frangenti, considerando la minima escursione del livello idrometrico.
A tali fasce dinamiche è stato associato un diverso livello di pericolosità a seconda della frequenza con cui si verifica l'evento ondoso che le caratterizza. Si è pertanto associato alla fascia dinamica determinata per eventi con periodo di ritorno annuali un livello di pericolosità alto, mentre in corrispondenza della fascia dinamica relativa ad eventi con periodo di ritorno cinquantennale è stato associato un livello di pericolosità medio.
Nella definizione dell'ampiezza delle fasce dinamiche della spiaggia è stato ipotizzato che la risalita dell'onda avvenga su una superficie di pendenza costante fino alla quota massima raggiunta dal moto ondoso.
Definita l'ampiezza delle fasce dinamiche per le spiagge di ciascun paraggio, la rappresentazione cartografica è stata effettuata riportando tale ampiezza sulla C.T.R. regionale in scala 1:5.000 partendo dalla linea di riva ridigitalizzata sulla ortofoto del 2010.
Molto spesso l'ampiezza delle spiagge sul litorale dell'Ambito non è sufficiente alla naturale propagazione e dissipazione dell'onda. Questo spesso si verifica per la presenza di opere e manufatti sul litorale, che di fatto costituiscono un limite alla risalita dell'onda, causando l'innescarsi di fenomeni erosivi localizzati.
Per questo motivo è stato utilizzato un approccio differente nel tracciare le fasce dinamiche associate ad eventi con periodo di ritorno pari ad 1 anno e pari a 50 anni, come di seguito meglio dettagliato.

onda annuale

In base alle valutazioni e ai calcoli riferiti ai valori delle caratteristiche dell'onda con periodo di ritorno pari a 1 anno, è stata tracciata la fascia dinamica di spiaggia, denominata fascia A, a cui è associata una pericolosità alta, raffigurata per i vari paraggi nelle relative carte C05 "Fasce dinamiche della spiaggia e della costa alta".
In generale il limite della fascia A, lato terra, ove non sono presenti manufatti, è rappresentato dal valore corrispondente alla massima risalita dell'onda, tra le tre direzioni di propagazione considerate, sulla spiaggia emersa.

Tale limite è stato modificato laddove la presenza di opere o manufatti che presentano quota sommitale superiore alla quota del run-up, comprensiva del sovralzo del livello idrometrico, di fatto costituisce un ostacolo alla naturale risalita e propagazione dell'onda.
Pertanto il limite esterno, lato terra, della fascia dinamica è stato considerato quello artificiale delle opere presenti.
Se tali opere vengono sormontate (sempre in riferimento alla quota di sommità) vengono incluse all'interno della fascia.
In quest'ultimo caso il limite esterno è solo rappresentativo e non significativo in quanto, essendoci una variazione della pendenza e delle condizioni al contorno nella determinazione della risalita dell'onda, non è stato possibile rappresentare l'entità effettiva dell'inondazione e la porzione effettivamente raggiunta dall'acqua a tergo delle opere.

onda cinquantennale

La fascia dinamica della spiaggia ricavata dai valori caratteristici degli eventi con periodo di ritorno pari a 50 anni, denominata fascia B, a cui è associata una pericolosità media, è raffigurata per i singoli paraggi nella carta C05 "Fasce dinamiche della spiaggia e della costa alta".
Come per la fascia A il limite esterno della fascia B, lato terra, nelle zone in cui non sono presenti manufatti corrisponde all'ampiezza determinata come sopra specificato per risalita dell'onda con periodo di ritorno 50-ennale.
La fascia B non è mai stata limitata nemmeno in corrispondenza di strutture che presentano sommità a quota superiore alla quota del massimo run-up, al fine di consentire la corretta valutazione dell'ampiezza di spiaggia necessaria a consentire la dissipazione del moto ondoso con periodo di ritorno 50-ennale.

È stata inoltre valutata la fascia C, a cui viene associata una pericolosità bassa, che rappresenta il limite dell'area inondabile con tempo di ritorno 100 anni. Tale area, che rappresenta di fatto le zone potenzialmente soggette ad inondazione marina, presenti a tergo della spiaggia, è stata ottenuta a partire dal confronto dei valori di run up, associati ad eventi con periodo di ritorno 100 anni, con la quota del terreno, ottenuta dal rilevo digitale del terreno Lidar del 2008. Rientrano quindi nella mappatura della fascia C tutte le zone che presentano una quota del terreno inferiore a quella di run-up. Per limitare l'estensione dell'area C, laddove la pendenza è molto bassa e l'area inondabile a tergo della spiaggia risulta molto estesa, è stata applicata la formula di Hills & Mader (1997) per la valutazione dell'intrusione marina da onda di tsunami, che valuta la dissipazione dell'inondazione in base alle diverse scabrezze del terreno.

In generale le zone pianeggianti della piana di Albenga e Ceriale presentano la mappatura della fascia C abbastanza estesa, trovandosi a quote molto basse. Quasi la totalità delle spiagge dell'Ambito sono sufficienti alla dissipazione del moto ondoso annuale, mentre le fasce dinamiche relative agli eventi con periodo di ritorno 50-ennale sono in genere più ampie e vanno ad interessare in alcuni casi la strada o la linea ferroviaria retrostante.
Si rimanda comunque alla cartografia di riferimento e alle relative relazioni di paraggio per le descrizioni particolari.

3.9. Interferenza delle opere marittime sulla dinamica costiera

Le opere marittime che più hanno influenzato la dinamica costiera, stravolgendone completamente la tendenza naturale, sono il porto di Loano e la massicciata ferroviaria tra Albenga e Ceriale.
Il porto di Loano ha sezionato l'arco costiero originariamente alimentato dal Centa creando di fatto due unità fisiografiche costiere separate.
La massicciata ferroviaria ha causato la scomparsa totale di un lungo tratto di spiaggia e ne impedisce la ricostruzione naturale a causa della riflessione che opera sul moto ondoso.
Le altre strutture portuali presenti, sono state costruite in siti meno vulnerabili o hanno dimensioni decisamente minori, pertanto hanno avuto ripercussioni minori sull'equilibrio del litorale;
il porto di Alassio ha causato l'evidente rotazione della spiaggia sottoflutto e la separazione definitiva dell'ambito costiero in esame dal golfo di Alassio.
La darsena di Albenga ha intercettato la parte più prossimale del trasporto lungo costa insabbiandosi e sottraendo una frazione importante di sabbie alle spiagge sottoflutto
L'approdo di Borghetto, di recente costruzione, ha lo stesso effetto della darsena di Albenga ma i volumi in gioco sono minori in quanto il trasporto solido nella zona di Borghetto è decisamente inferiore.
Per quanto riguarda le opere di difesa la situazione è piuttosto eterogenea. I paraggi di ponente, Sant'Anna e Vadino, sono meno esposti al moto ondoso pertanto le opere di difesa non hanno mai seguito uno schema costituito e riguardano soprattutto difese a manufatti.
Il lungo tratto di costa bassa impostato sulla piana alluvionale del Centa ha visto invece approcci diversi:

- il litorale di Albenga, che è stato notevolmente irrigidito da scogliere emerse che hanno provocato una fortissima erosione della spiaggia sommersa e necessitano di continua manutenzione
- il litorale di Ceriale, dove è stato privilegiato il ripascimento artificiale unito al sezionamento della spiaggia attraverso una serie di pennelli che hanno portato ad una discreta stabilizzazione della spiaggia ondoso anche grazie al lungo pennello di chiusura nei pressi di Capo Santo Spirito
- il litorale di Borghetto, dove è stato realizzato un sistema di secche associato a ripascimento artificiale che ha avuto buoni risultati di stabilizzazione della spiaggia anche se ha provocato un diverso assetto planimetrico delle spiagge contenute tra le secche
- il litorale di Loano, dove è stato realizzato un grande ripascimento artificiale protetto al piede da un'ampia piattaforma dissipativa; la stabilizzazione della spiaggia sommersa è risultata piuttosto buona
- il litorale di Pietra centro, dove è stata realizzata una struttura simile a quella di Loano ma di dimensioni minori
- il litorale compreso tra Pietra levante e Borgio Verezzi dove è presente un sistema di pennelli distanziati in maniera eterogenea ed alternati ad un sistema di secche concettualmente analoghe a quelle di Borghetto.

L'efficacia di tali opere di difesa e le variazioni da esse indotte sulla morfologia del litorale sono ampiamente discussi nelle singole relazioni di paraggio a cui si rimanda.

3.10. Pericolosità costa alta

Per la definizione delle fasce di suscettività al dissesto della costa alta è stato individuato, sulla base delle perimetrazioni dei corpi franosi costieri già cartografati dai Piani di Bacino per l'assetto Idrogeologico (PAI) e attraverso ulteriori analisi di fotointerpretazione e specifici sopralluoghi, l'areale di falesia attiva, intesa come costa alta in cui il fattore morfogenetico principale è costituito dal moto ondoso.
In prima battuta sono state individuate due classi di costa alta:

- la prima comprende le frane attive e quiescenti cartografate dai Piani di Bacino, comprensive del ciglio di coronamento, il cui accumulo può essere mobilizzato dall'azione del moto ondoso
- la seconda, determinata tramite rilevamento diretto, riguarda la fascia di costa alta rocciosa (falesia attiva) la cui evoluzione morfologica è direttamente correlata al moto ondoso.

Le aree in frana attiva o quiescente il cui accumulo può essere mobilizzato dall'azione del moto ondoso sono state inserite in fascia FAA, suscettività al dissesto molto alta.

Le aree di falesia attiva, cioè la cui evoluzione morfologica è direttamente correlata all'azione del moto ondoso, sono state inserite, in prima analisi, in fascia FAB, dal piede al ciglio della falesia stessa.
In generale, a livello di ambito i soli tratti a suscettività al dissesto molto alta, in corrispondenza di frane attive, sono localizzati nel tratto di affioramento della Formazione di Albenga, nel settore occidentale dell'Ambito, tra Capo Santa Croce e Punta Cippo.
I settori di affioramento delle litologie carbonatiche e quarziti presentano minori problemi di stabilità.

3.11. Impatti delle attività antropiche sugli ecosistemi sensibili e sulla qualità delle acque

3.11.1. Impatto degli scarichi idrici

L'analisi territoriale non ha evidenziato nell'ambito impatti generalizzati sugli habitat marini dovuto agli scarichi costieri; la presenza di condotte sottomarine adeguatamente dimensionate permette, anche in presenza di trattamenti solo parziali, una efficace diffusione dei reflui. Unica eccezione è rappresentata dallo scarico attivo delle condotta proveniente dall'impianto di pretrattamento del comune di Albenga nel paraggio di Vadino a circa 15 metri di profondità, in corrispondenza della prateria antistante l'isola Gallinara; in questo caso non possono essere esclusi impatti sull'habitat.

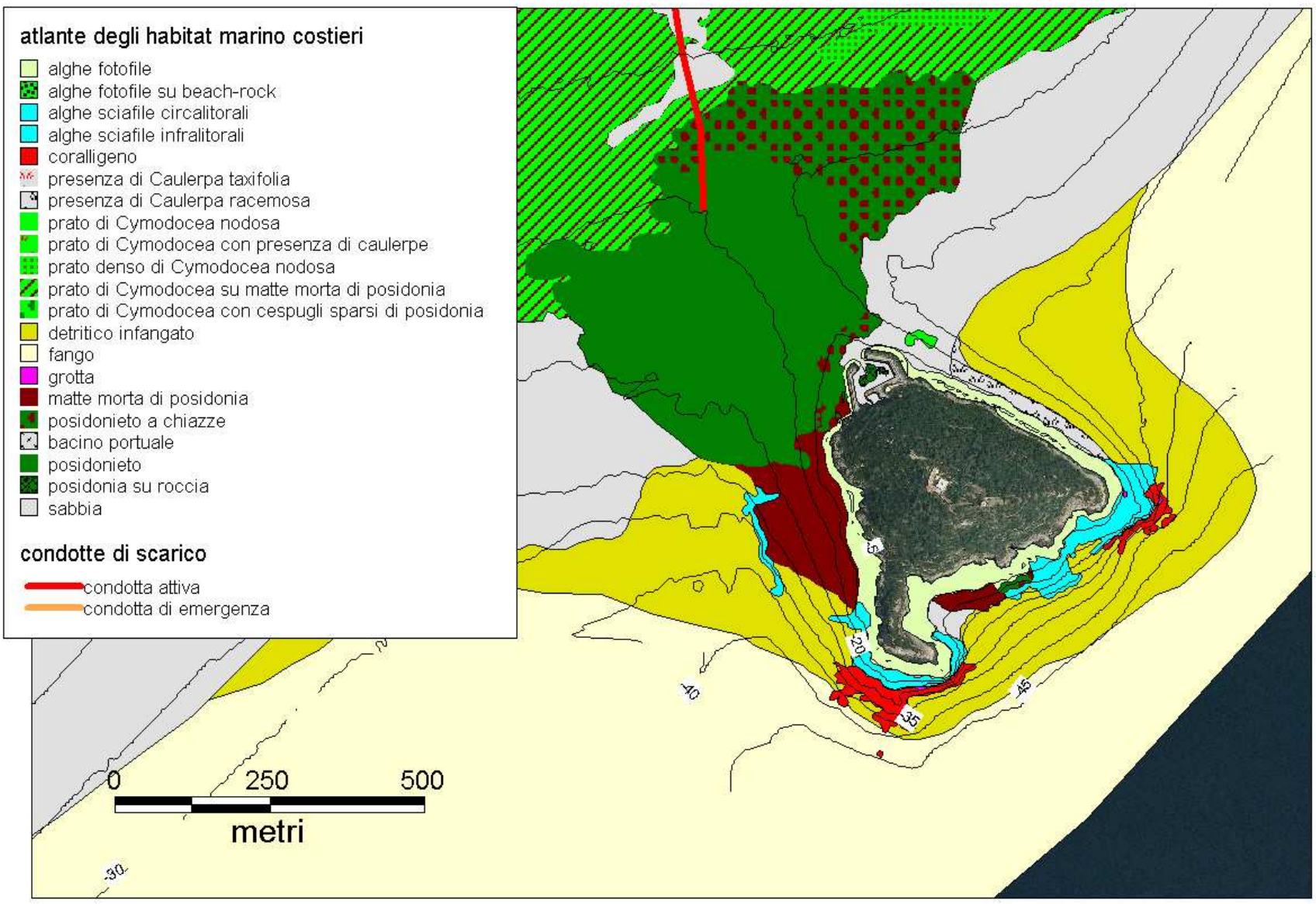


Figura 3.11.1.1. Localizzazione dello scarico di Vadino in relazione alla presenza degli habitat marini

Lungo costa la qualità delle acque di balneazione è nel complesso buona: esistono tuttavia alcuni casi locali in cui la situazione evidenzia la presenza di piccoli scarichi civili ancora da collettare alla rete fognaria o tratti di fognatura non adeguati, in genere localizzati presso i tratti terminali dei corsi d'acqua locali.

3.11.2. Impatto di ormeggi ed ancoraggi

L'analisi delle pressioni relative alle attività di ancoraggio ed ormeggio è stata realizzata attraverso conteggi e georeferenziazione della presenza in sosta delle barche sia utilizzando informazioni di repertorio (foto aeree) sia con rilievi diretti nei siti di particolare interesse.
Tali informazioni sono state incrociate con quelle sulla presenza degli habitat potenzialmente sensibili rispetto a tali attività, in particolare l'habitat prioritario ai sensi della direttiva 92/43/CEE costituito dalla prateria di *Posidonia oceanica*.
Attraverso strumenti GIS è stata infatti realizzata la sovrapposizione tra le praterie di posidonia e la presenza delle unità da diporto ancorate od ormeggiate così come definita nell'indagine relativa alla pressione.
E' stato così calcolato il numero e la densità delle imbarcazioni direttamente insistenti, per ogni paraggio, sulle aree di fondale da considerare vulnerabili.
Infine è stato analizzato l'eventuale impatto dell'attività attraverso le conoscenze bibliografiche del sito, le indagini naturalistiche condotte per la stesura della carta degli habitat marini ed indagini ad hoc realizzate in siti di particolare intersse.
L'analisi della pressione ambientale nel territorio dell'ambito 08 ha messo in evidenza l'esistenza di una unica situazioni critica, costituita dai fondali antistanti l'isola Gallinara.

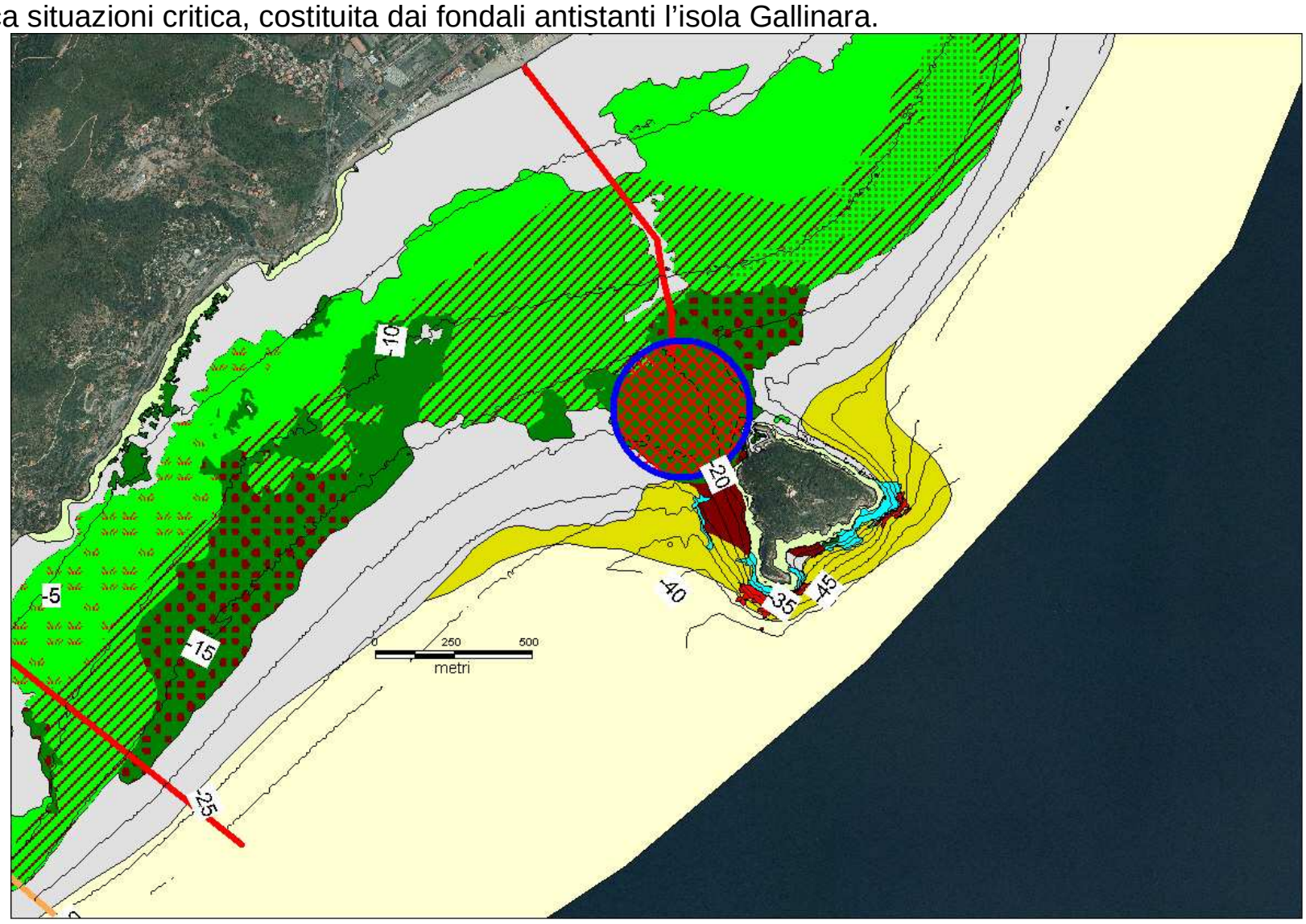


Figura 3.11.2.1. L'area fortemente impattata dagli ancoraggi estivi, presso l'isola Gallinara

3.11.3. Impatto della pesca (strascico abusivo e macrorifiuti)

Il censimento e la georeferenziazione delle attività di strascico abusivo sono stati effettuati mediante interviste ad operatori della piccola pesca professionale e a rappresentanti delle comunità marinare.
Per la valutazione dell'impatto sullo stato di conservazione dei fondali dell'ambito di interesse tali informazioni sono state incrociate con quelle sulla distribuzione degli habitat costieri sensibili e sul loro stato di conservazione.
Nell'ambito della redazione del Piano sono state raccolte segnalazioni di pesca a strascico abusiva per il tratto di costa antistante il capo Caprazoppa.
Un motivo di degrado a carico dei popolamenti coralligeni dell'Isola Gallinara è costituito dalla eccessiva presenza di attrezzi da pesca (reti, lenze, nasse) persi o abbandonati: questi materiali, oltre a deturpare il paesaggio sottomarino, arrecano danni sia avvolgendo e danneggiando meccanicamente i popolamenti bentonici, sia continuando ad effettuare catture accidentali di pesci e crostacei.



Figura 3.11.3.1. Rete abbandonata presso i fondali coralligeni dell'Isola Gallinara

3.11.4. Impatto dei ripascimenti e delle attività di gestione degli arenili

I ripascimenti delle spiagge, così come realizzati negli ultimi anni in base agli standard qualitativi della specifica normativa regionale, non risultano causare impatti sensibili sui popolamenti marini bentonici o sulla trasparenza delle acque.
Diversamente, tali attività, insieme ad altre azioni di manutenzione delle spiaggia emersa particolarmente assidue e frequenti (quali la vagliatura e la livellazione dei sedimenti) risultano avere un effetto alquanto negativo sulla sopravvivenza della vegetazione psammofila; le operazioni meccaniche e l'occupazione delle aree da parte di strutture stagionali hanno provocato la quasi totale estinzione delle principali specie vegetali che caratterizzano gli ambienti di spiaggia e delle dune costiere.

3.11.5. Impatto delle opere di pulizia idraulica degli alvei fluviali

Gli habitat tipici degli estuari risultano gravemente compromessi o del tutto assenti; le cause storiche sono principalmente l'irrigidimento dell'alveo e le arginature artificiali; attualmente nei siti potenzialmente ancora idonei la naturale evoluzione dell'habitat è impedita dalle periodiche operazioni di pulizia idraulica in alveo, attuate con prelievo dei sedimenti ed eliminazione della vegetazione generalizzati e non pianificati in un'ottica di sostenibilità ambientale.

4. Rischio Costiero ed Ambientale

Il rischio associato agli eventi meteomarini si ricava dall'individuazione delle criticità, rappresentate dalle fasce di pericolosità (individuate sulla costa bassa e alta) in corrispondenza degli elementi a rischio che vi ricadono.
Il rischio degli elementi bionomici è associato alle attività antropiche e si ricava dall'individuazione delle criticità o pressioni in corrispondenza degli habitat, quali elementi a rischio da tutelare.

4.1. Elementi a rischio

L'individuazione degli elementi a rischio è stata effettuata sulla base delle classi di uso del suolo individuate per i Comuni ricadenti nell'ambito di studio.
Per la definizione del rischio sulla costa alta sono state considerate, in conformità con i Piani di Bacino, le classi degli elementi a rischio derivate dalla carta di uso del suolo, con alcune correzioni resesi opportune per la differenza di scala. Per completezza si riporta la distinzione nelle quattro classi degli elementi a rischio derivati dalle relative carte dei Piani di Bacino dei bacini afferenti alle unità fisiografiche considerate:
E0 : aree disabitate o improduttive;
E1 : edifici isolati, zone agricole;
E2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori;
E3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi.
Per la definizione del rischio sulla spiaggia invece partendo dalla considerazione che tutte le aree in corrispondenza della costa bassa ricadono in classi con pressioni insediative significative sul territorio, gli elementi a rischio presenti quali strutture, servizi, infrastrutture e manufatti in genere sono stati considerati tutti appartenenti ad uno stesso grado di vulnerabilità. Pertanto nell'individuare le aree a rischio, come incrocio delle fasce dinamiche di spiaggia e degli elementi a rischio ivi presenti, si associa lo stesso "peso" a tutte le strutture presenti all'interno delle fasce stesse.
Per quanto riguarda la definizione del rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat gli elementi e rischio considerati sono ovviamente rappresentati da tutti gli habitat e gli ecosistemi sensibili.
La spiaggia inoltre viene considerata come elemento da tutelare in quanto costituisce la naturale difesa e protezione delle opere a tergo.

4.2. Rischio associato agli eventi meteomarini

Il rischio associato agli eventi meteomarini è stato individuato in corrispondenza di elementi a rischio ricadenti nelle fasce a diversa pericolosità tracciate lungo la costa (costa alta e spiaggia) e distinto in classi a seconda della differente pericolosità associata a quelle zone.
La finalità principale dell'individuazione di diverse classi di rischio è legata alla necessità di assegnare una priorità il più possibile oggettiva, all'interno dei paraggi e all'interno dell'intero Ambito del presente Piano, alle indicazioni di intervento di difesa costiera individuate per tutti i paraggi.
Sono stati utilizzati due differenti approcci per la definizione del rischio di costa alta e di spiaggia. Il rischio di costa alta, derivando dall'incrocio degli elementi a rischio, come definiti nei Piani di Bacino, con la carta delle fasce a diversa pericolosità al dissesto, è stato rappresentato da superfici distinte in diverse classi a rischio. Il rischio di spiaggia, derivando da una verifica della presenza di elementi vulnerabili (considerati tutti ugualmente vulnerabili) all'interno della perimetrazione delle fasce dinamiche della spiaggia, è stato raffigurato mediante segmenti lineari contigui, tracciati sulla linea di costa.
Si distingue di seguito l'approccio metodologico utilizzato per la definizione dei tratti a rischio sulla spiaggia e sulla costa alta.

4.2.1. Rischio sulla spiaggia

L'individuazione di tratti a rischio in corrispondenza della spiaggia è stata effettuata sulla base della presenza delle fasce dinamiche associate a diversa pericolosità e degli elementi a rischio ivi ricadenti. Si identificano sostanzialmente quattro classi di rischio:

- R_{S4} (Rischio aree di spiaggia molto elevato) rischio molto elevato in corrispondenza di aree di spiaggia in cui gli elementi a rischio ricadono all'interno della mappatura della fascia dinamica A della spiaggia;
- R_{S3} (Rischio aree di spiaggia elevato) rischio elevato in corrispondenza di aree di spiaggia in cui gli elementi a rischio costituiscono un limite alla mappatura della fascia dinamica A della spiaggia e in cui gli elementi a rischio ricadono nella fascia dinamica di spiaggia B;
- R_{S2} (Rischio aree di spiaggia medio) rischio medio in corrispondenza di aree di spiaggia in cui gli elementi a rischio costituiscono un limite alla mappatura della fascia dinamica B della spiaggia e in cui gli elementi a rischio ricadono all'interno della fascia C (aree allagabili);
- R_{S1} (Rischio aree di spiaggia moderato) rischio moderato in corrispondenza di elementi a rischio ricadenti in fascia C e in corrispondenza di tutti i tratti di litorale in cui le fasce dinamiche non interessano elementi a rischio.

La determinazione dell'appartenenza del tratto di costa a ciascuna classe a rischio avviene pertanto secondo la matrice seguente:

SPIAGGIA	Fascia A	Fascia B	Fascia C
Elemento a rischio interno alla fascia	R_{S4}	R_{S3}	R_{S2}
Elemento a rischio lungo la fascia	R_{S3}	R_{S2}	R_{S1}
Elemento a rischio esterno alla fascia	R_{S1}	R_{S1}	R_{S1}

Tabella 4.2.1.1. Classi di rischio per la costa bassa (spiaggia)

Le classi così definite sono mutuamente esclusive pertanto ad ogni tratto di costa corrisponderà un solo rischio associato, che consentirà di definire la priorità nella gestione degli interventi sia a scala locale di paraggio e quindi di Comune (in cui ricade il paraggio), sia a scala di Piano, assegnando un opportuno "peso" a ciascuna classe di rischio (si rimanda al Piano degli interventi).

Per l'Ambito in esame viene di seguito riportata, in forma tabellare, per ciascun paraggio,la percentuale di occorrenza delle diverse classi a rischio, calcolate rispetto al totale della lunghezza dei tratti di spiaggia presenti nel paraggio.

Paraggio	Lunghezza spiaggia [m]	Rischio spiaggia RS_1 [%]	Rischio spiaggia RS_2 [%]	Rischio spiaggia RS_3 [%]	Rischio spiaggia RS_4 [%]
Pietra-Borgio	6865	20%	30%	44%	6%
Borghetto-Loano	4596	44%	24%	32%	0%
Albenga-Ceriale	8137	13%	26%	61%	0%
Vadino	1589	40%	12%	47%	1%
Sant'Anna	1099	16%	21%	63%	0%

Tabella 4.1.1.2. Percentuale di occorrenza delle diverse classi di rischio (costa bassa) per Paraggio

4.2.2. Rischio sulla costa alta

L'individuazione delle aree a rischio sulla costa alta è stata effettuata conformemente alla metodologia dei Piani di Bacino, valutando le diverse classi di rischio in base alla sovrapposizione della perimetrazione delle frane, delle falesie e della fascia di rispetto, come individuate nella Carta dei Regimi Normativi (C07), con gli elementi a rischio considerati nella redazione del rischio dei Piani di Bacino.

Le classi di rischio così individuate sono cinque e per una congruità con quelle individuate per la costa bassa si distinguono in:
classi di rischio:

- R_{A4} (Rischio aree di costa alta molto elevato): rischio molto elevato in corrispondenza di aree di costa alta in cui gli elementi a rischio E3 ricadono all'interno della mappatura della fascia di falesia attiva A (FAA), nella FAB, nella FAB1 o all'interno della fascia di rispetto (FAB) e in cui gli elementi a rischio E2 riadono all'interno della perimetrazione delle FAA;
- R_{A3} (Rischio aree di costa alta elevato) rischio elevato in corrispondenza di aree di costa alta in cui gli elementi a rischio E2 ricadono all'interno della mappatura della fascia di falesia FAB, FAB1 e in cui gli elementi a rischio E1 ricadono nella perimetrazione della FAA;
- R_{A2} (Rischio aree di costa alta medio) rischio medio in corrispondenza di aree di costa alta in cui gli elementi a rischio E3 ed E2 ricadono in FAB2 e gli elementi a rischio E1 ricadono all'interno della mappatura della fascia FAB e FAB1;
- R_{A1} (Rischio aree di costa alta moderato) rischio moderato in corrispondenza di tutti i tratti di costa alta in cui gli elementi a rischio E3 ed E2 ricadono nella perimetrazione delle fasce FAC, gli elementi a rischio E1 ricadono in FAB2 e FAC, gli elementi a rischio E0 ricadono all'interno delle fasce FAA, FAB, FAB1;
- R_{A0} (Rischio aree di costa alta lieve) rischio lieve in corrispondenza di tutti i tratti di costa alta in cui gli elementi a rischio E0 ricadono nella perimetrazione delle fasce FAB2 e FAC.

COSTA ALTA	FAA	FAB	FAB1	FAB2	FAC
E0	R_{A1}	R_{A1}	R_{A1}	R_{A0}	R_{A0}
E1	R_{A3}	R_{A2}	R_{A2}	R_{A1}	R_{A1}
E2	R_{A4}	R_{A3}	R_{A3}	R_{A2}	R_{A1}
E3	R_{A4}	R_{A4}	R_{A4}	R_{A2}	R_{A1}

Tabella 4.2.2.1. Classi di rischio per la costa alta

Anche in questo caso le classi così definite sono mutuamente esclusive e ad ogni superficie di costa alta corrisponderà un solo rischio associato, che consentirà di definire la priorità nella gestione degli interventi sia a scala locale di paraggio sia a scala di Piano.
In due casi specifici la perimetrazione delle aree a rischio è stata ridotta a seguito di valutazioni sui processi franosi che possono essere innescati dal moto ondoso. Questo si verifica in tre tratti: da Punta Cippo verso levante, da punta Cippo a Punta Murena e in corrispondenza del confine comunale tra Borghetto Santo Spirito e Ceriale.
In queste zone la falesia in erosione è perimetrata secondo le indicazioni dei Piani di Bacino, ma in realtà è presente la linea stradale o ferroviaria, pertanto il rischio di costa alta viene limitato alla infrastruttura viaria che costituisce il limite fisico all'erosione marina.
Si riporta di seguito la tabella con la percentuale di occorrenza, per ciascun paraggio dell'Ambito, delle diverse classi a rischio di costa alta, calcolate rispetto al totale della superficie di costa alta interessato dalla perimetrazione delle fasce di suscettività al dissesto e delle relative fasce di rispetto.

Paraggio	Superficie costa alta [m^2]	Rischio RA_1 [%]	Rischio RA_2 [%]	Rischio RA_3 [%]	Rischio RA_4 [%]
Pietra-Borgio	0	-	-	-	-
Borghetto-Loano	9408	64	0	0	36
Albenga-Ceriale	0	-	-	-	-
Vadino	5987	60	0	32	8
Sant'Anna	49099	38	12	32	18
Gallinara	50617	100	0	0	0

Tabella 4.2.2.2. Percentuale di occorrenza delle diverse classi di rischio (costa alta) per Paraggio

I paraggi Pietra – Borgio e Albenga – Ceriale non presentano falesie attive, pertanto non presentano aree con classi di rischio di costa alta.

In tutto l'Ambito la classe a rischio più frequente nei vari paraggi e quella R_{A1} (rischio moderato di costa alta). In classe a rischio molto elevato ricadono superfici di costa alta nei paraggi di Borghetto - Loano, Vadino e Sant'Anna. Non ci sono classi a rischio lieve R_{A0} in quanto in nessun paraggio sono presenti perimetrazioni di fascia C.

Per completezza, dall'analisi lineare delle lunghezze dei tratti di litorale ricadenti in costa alta, spiaggia o costa artificializzata, sono state ricavate le percentuali di occorrenza di costa alta, di spiaggia e di opere artificiali presenti in ciascun paraggio, questo consente di evidenziare la maggior presenza di tratti di costa alta o spiaggia.

Paraggio	Lunghezza totale paraggio [m]	Lunghezza spiaggia [m]	Lunghezza costa alta [m]	Lunghezza opere/altro [m]	Percentuale spiaggia	Percentuale costa alta	Percentuale opere/altro
Pietra-Borgio	7590	6865	0	725	90%	0%	10%
Borghetto-Loano	6491	4596	391	1504	71%	6%	23%
Albenga-Ceriale	8543	8137	0	407	95%	0%	5%
Vadino	1914	1589	211	113	83%	11%	6%
Sant'Anna	2322	1099	1158	65	47%	50%	3%
Gallinara	2119	0	1612	507	0%	76%	24%

Tabella 4.2.2.3. Percentuale di occorrenza di costa alta, spiaggia e costa artificiale

Questa tabella può essere utilizzata per verificare quale peso ha sull'intero paraggio il tratto di costa alta rispetto a quello di spiaggia, nella definizione dei pesi nel calcolo delle priorità di intervento.

4.3. Rischio relativo al degrado della qualità delle acque e degli habitat

Il concetto di rischio applicato alle tematiche di salvaguardia ambientale rappresenta una generalizzazione sicuramente non priva di difficoltà.
In termini generali si può affermare che lo scopo del presente capitolo è quello di fornire una visione unitaria, aggregata per paraggio, delle varie problematiche ambientali emerse al fine di evidenziare i paraggi e le situazioni prioritarie.
A questo scopo è stata predisposta una tabella ove sono riportati, a livello di paraggio, gli impatti descritti al paragrafo 3.11. e il "rischio" ambientale in base ai seguenti criteri:

- Impatto derivante da scarichi: punteggio 1 per ogni scarico insistente su un habitat sensibile non incluso in SIC; punteggio 2 per ogni scarico insistente su un habitat sensibile incluso in SIC;
- Impatto derivante da ancoraggi e ormeggi: punteggio 1 per ogni sito impattato non incluso in SIC, 2 per ogni sito impattato inclusi in SIC;
- Impatto derivante da strascico abusivo e altre attività legate alla pesca; punteggio 1 in presenza di siti impattati non inclusi in SIC, 2 in caso di siti impattati inclusi in SIC;
- Impatto derivante dalla gestione delle spiagge sulla flora psammofila: punteggio 1 in presenza di siti potenzialmente idonei impattati non inclusi in SIC, 2 in caso di siti potenzialmente idonei impattati inclusi in SIC;
- Impatto derivante dalla pulizia idraulica dei fiumi sugli habitat: punteggio 1 in presenza di siti impattati non inclusi in SIC, 2 in caso di siti impattati inclusi in SIC.

Il punteggio è stato raddoppiato (il caso è indicato con un *) nel caso in cui è interessato l'habitat "prateria di *Posidonia oceanica*", in quanto prioritario ai sensi della Direttiva 92/43/CE.

Paraggio	Scarichi	Ancoraggi	Pesca	Flora psammofila	Estuari	TOTALE
S.Anna	0	0	0	0	0	**0**
Gallinara	4*	4*	2	0	0	**10**
Vadino	0	0	0	2	2	**4**
Albenga-Ceriale	0	0	0	1	0	**1**
Borghetto-Loano	0	0	0	1	1	**2**
Pietra-Borgio	0	0	4*	1	1	**6**

Tabella 4.3.1. Rischio ambientale derivante dai Determinanti/pressioni per Paraggio