Committente:

COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE

Oggetto:

LAVORI DI RIASSETTO DEL PARAGGIO COSTIERO PROSPICIENTE IL CENTRO STORICO

(fondi Protezione Civile ex O.C.D.P.C. n. 558/18 - eventi del 29-30 ottobre 2018)

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Titolo elaborato:

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Progettista:

INGEPRO Ingegneri Associati

Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova
Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: studio@ingepro.eu - PEC: studio@pec.ingepro.eu
C.F. e P. IVA: 02726060995

0	06.12.2021	ER	SC	RG	Emissione
Revisione	Data	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:	Descrizione

Nome file:	Scala:	Commessa: Livello prog: Elaborato:
P004.SA.R01.00_Studio preliminare ambientale		P004 SA R01

SOMMARIO

1. PREMESSA 4
2. INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI 5
2.1 INQUADRAMENTO DEI LUOGHI E DESCRIZIONE DELL'AREA 5
2.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORO GIÀ ESEGUITE 6
2.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 8
2.4 PROPRIETÀ DELLE AREE 19
2.4.1 Utilizzo delle aree demaniali 20
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO - AMBIENTALE 21
3.1 IL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PAESISTICO 21
3.1.1 Assetto insediativo 21
3.2 IL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA COSTA 22
3.3 PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO AMBITO 16-17-18 23
3.4 IL PIANO DI BACINO – AMBITO 19 CINQUE TERRE 35
3.5 STRUMENTI URBANISTICI LOCALI 38
3.5.1 P.R.G. vigente 38
3.5.2 Compatibilità con gli strumenti urbanistici locali 39
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SEDIMENTOLOGICO 40
4.1 ASSETTO GEO-LITOLOGICO 40
4.2 APPORTO DI SEDIMENTI ED EVOLUZIONE DEL LITORALE 42
4.3 CAMPIONAMENTO E ANALISI GRANULOMETRICHE 46
5. VALUTAZIONE GENERALE DELLA SENSIBILITÀ AMBIENTALE DEL SITO 48
5.1 VINCOLI ARCHITETTONICI, ARCHEOLOGICI E PAESAGGISTICI 48
5.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO 50
5.3 ASPETTI AMBIENTALI E NATURALISTICI 51
5.3.1 Siti di Importanza comunitaria (SIC) 51
5.3.2 Habitat Marini 52
5.3.3 Aree protette 52
Area Marina protetta delle Cinque Terre 53
Parco nazionale delle Cinque Terre 55
5.3.4 Relazione bionaturalistica 55
6. ASPETTI METEOMARINI 58
6.1 INQUADRAMENTO DEL SITO 58
6.2 DATI METEOMARINI 59
6.2.1 Dati di vento e di moto ondoso 59
6.3 MODELLO DI CALCOLO, DATI SEDIMENTOLOGICI 60
6.4 RISULTATI DEL MODELLO D'ONDA 61

6.5 ANALISI STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI 63
6.5.1 Altezza d'onda significativa sottocosta 63
6.5.2 Livello marino 64
6.6 SIMULAZIONE DELLE DINAMICHE COSTIERE DI STATO ATTUALE 64
6.6.1 Selezione delle condizioni d'onda rappresentative 66
6.6.2 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=1 anno – stato attuale 67
6.6.3 Risultati del modello idrodinamico – stato attuale 69
6.6.4 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=50 anni 72
6.6.5 Modello idrodinamico – Tr = 50 anni 74
6.7 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE 77
6.7.1 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=1 anno – configurazione di progetto 78
6.7.2 Risultati del modello idrodinamico – configurazione di progetto 79
6.8 OTTIMIZZAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO 81
6.9 VARIAZIONE DELLA RISULTANTE ENERGETICA SULLA SPIAGGIA A SEGUITO DELL'INTERVENTO IN PROGETTO 86
6.10 CONCLUSIONI 88
7. SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 89
7.1 CARATTERISTICHE E CRITICITÀ DELL'AREA 89
7.2 OBIETTIVI DEL PROGETTO 89
8. SCELTA FINALE DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE - DESCRIZIONE DELLE OPERE 90
8.1 MATERIALI, QUANTITATIVI PER LE OPERE A PROGETTO 91
9. INTERFERENZE CON I PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI ED AMBIENTALI PRESENTI 92
9.1 INTERFERENZE STRUTTURALI E FUNZIONALI 92
9.2 INTERFERENZA DEGLI INTERVENTI CON IL REGOLARE DEFLUSSO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SUBSUPERFICIALI 92
9.3 INFLUENZA SULLA SENSIBILITÀ AMBIENTALE DEL SITO E CRITERI OPERATIVI 92
9.3.1 Aspetti ambientali generali 92
9.3.2 Fanerogame marine / SIC 93
10. DIMENSIONAMENTO OPERE A MARE 94
11. UTILIZZO DELLE RISORSE NATURALI 101
11.1 CRITERI DI SCELTA DEL MATERIALE DA UTILIZZARE – DISPONIBILITÀ DELLE RISORSE 101
11.1.1 Caratteristiche dei massi 101
11.1.2 Materiale per ripascimento 102
11.2 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO 102
12. PRODUZIONE E SMALTIMENTO DI RIFIUTI 102

13. VOLUMI DI TRAFFICO INDOTTI E CAPACITÀ DEL SISTEMA INFRASTRUTTURALE 102

14. INQUINAMENTO E DISTURBI AMBIENTALI 104

14.1 VALUTAZIONE DEGLI INQUINAMENTI INDOTTI 104

14.2 INQUINAMENTO DEL TERRENO NELLA ZONA DI INTERVENTO 104

14.3 INQUINAMENTO ACUSTICO 104

14.4 INQUINAMENTO ATMOSFERICO E DA POLVERI 106

14.5 INQUINAMENTO DELL'ACQUA 106

15. GENERAZIONE DI CONFLITTI PER L'USO DELLE RISORSE CON ALTRI INTERVENTI LIMITROFI 106

16. IMPATTO SUL PATRIMONIO NATURALE E STORICO 107

16.1 ASPETTI RIGUARDANTI IL RISCHIO ARCHEOLOGICO 107

17. COMPATIBILITÀ CON IL QUADRO NORMATIVO PAESAGGISTICO - AMBIENTALE 108

18. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DEGLI INTERVENTI 108

19. STIMA DEI COSTI, TEMPI DI ATTUAZIONE 108

1. PREMESSA

Il paese di Monterosso al Mare è il primo borgo da ponente delle Cinque Terre, area di grandissimo pregio, proclamata dall'Unesco patrimonio dell'umanità.

In considerazione del rilevante valore paesaggistico, agricolo e storico-culturale, l'area è stata tutelata attraverso l'istituzione dell'Area Marina protetta delle Cinque Terre e del Parco Nazionale delle Cinque Terre.

A partire dall'anno 2002 sono stati eseguiti una serie di studi ed indagini, finalizzate ad individuare ipotesi di intervento che possano contribuire a preservare e a migliorare l'assetto attuale delle spiagge, sia dal punto di vista ambientale, sia da quello della fruibilità turistica, sia nei confronti di rischi a carico dell'abitato e delle infrastrutture esistenti.

I lavori eseguiti ad oggi hanno permesso di rendere efficaci le previsioni di intervento emerse dagli studi e di migliorare in maniera significativa le condizioni del litorale di Fegina; l'area di levante, in fregio al borgo vecchio del Capoluogo, è stata interessata da interventi di miglioramento del molo e di riqualificazione sia estetica, sia funzionale dell'area.

La mareggiata del 29/30 ottobre 2018 ha messo in evidenza in maniera molto chiara la necessità di un complessivo riassetto dell'area prospiciente il centro storico/capoluogo, in quanto la configurazione delle opere a mare esistenti non offre un'adeguata protezione delle aree retrostanti (in particolare della banchina e dell'ampia area a terra) in occasione di mareggiate intense, specie se le provenienze sono da sud / sud-est.

Sono attualmente in corso nel sito interventi propedeutici, finanziati nel 2020 e legati all'obiettivo generale di aumento della resilienza, che nell'area del centro storico prevedono la modifica della scogliera emersa posta davanti alla spiaggia del Capoluogo, creando una secca dissipatrice a bassa sommergenza, migliorando l'aspetto paesaggistico del paraggio.

La presente relazione fa parte del progetto degli interventi di riassetto dell'area del centro storico, finalizzati alla difesa della costa e dell'abitato e all'aumento della resilienza della spiaggia nei confronti degli eventi estremi: i lavori sono stati finanziati nel Piano degli interventi anno 2021 in relazione all'Ordinanza 558/2018 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile.

Le opere di difesa costiera ricadono tra le opere di cui all'allegato IV al d.lgs. n. 152/2006 (Allegato IV alla parte seconda, comma 7 lettera n), ossia tra le opere da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità/screening.

Il presente studio preliminare ambientale è corredato di tutti gli studi di approfondimento ambientali per la valutazione di incidenza e la valutazione della compatibilità ambientale dei lavori a progetto.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI

2.1 Inquadramento dei luoghi e descrizione dell'area

L'area in cui si inserisce l'intervento è il litorale di Monterosso nell'area prospiciente il Capoluogo

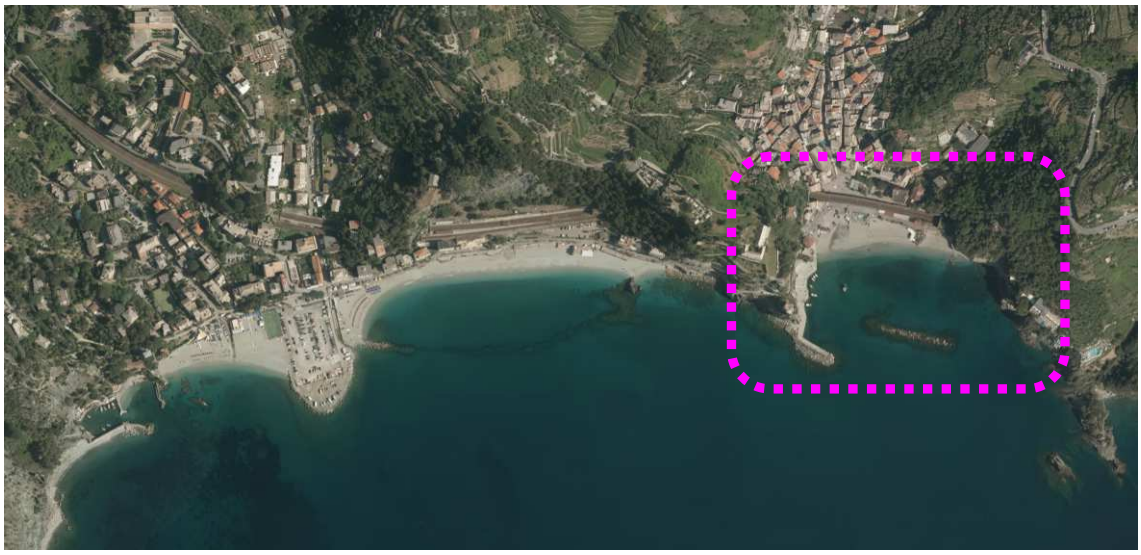


Foto 2.1: Inquadramento generale dell'area a mare di Monterosso al mare con identificazione dell'area del centro storico/ capoluogo (Ortofoto 2016)

Negli anni recenti la spiaggia del centro storico, protetta in parte dalla barriera frangiflutti, ha subito un notevole arretramento nella parte di levante, al di là dello scoglio esistente.

L'antistante barriera frangiflutti ha un affioramento contenuto, con conseguente tracimazione delle onde anche nel corso di mareggiate di moderata intensità.

Attualmente l'area in esame è caratterizzata dai seguenti elementi principali:

- la spiaggia del borgo vecchio presenta una discreta estensione, con caratteristiche di stabilità variabili in funzione dei periodi considerati; dal 2004 al 2018 essa è risultata stabile in una configurazione avanzata rispetto alle condizioni antecedenti l'allungamento del molo, specie per quanto riguarda l'area di ponente (avanzamento di circa 10 m), mentre le aree centrali e di levante hanno subito avanzamenti più modesti, nell'ordine dei 5 m. Dopo la mareggiata del 2018 si sono evidenziati fenomeni di rotazione in senso antiorario ella linea di battigia, con avanzamenti nella parte di ponente e erosioni importanti nella parte di levante;
- un tratto di costa rocciosa conduce al promontorio di Punta Corone;
- il molo, a seguito dell'allungamento di 15 m eseguito nel 2004/05, ha una lunghezza di circa 41 m, ad una quota media di circa 1.40 m s.l.m.m., ed è difeso da un muro paraonde di altezza pari a +3.00 m s.l.m.m. e da una massicciata in scogli, danneggiata in maniera importante dalla mareggiata 2018 e che necessita di ripristini, specie per quanto riguarda la testata;

- la scogliera frangiflutti, a seguito dell'accorciamento di 15 m eseguito nel 2004/05, ha una lunghezza complessiva di circa 105 m.

Nel progetto redatto dall'Ing. Paolo Noce nel 2020 ed in corso di ultimazione, è previsto di abbassare la quota della scogliera semi-emersa portandola a -1,00 m e allargare il piano superiore, sino a 25 metri, in modo da costringere le onde - anche quelle di maggiore altezza - a frangersi e a perdere gran parte della propria energia, sfruttando sia l'effetto del basso fondale della secca sia quello della sua estensione trasversale.

2.2 Descrizione delle fasi di lavoro già eseguite

Lo studio dell'assetto costiero e la progettazione degli interventi prioritari per la difesa e riqualificazione del litorale si sono sviluppati nel tempo in varie fasi, come segue:

STUDIO GENERALE ANNO 2002-2003

- nell'anno 2002 è stato effettuato il primo studio generale per la riqualificazione e difesa del litorale: in tale studio è stata eseguita la valutazione delle caratteristiche principali del litorale nel tratto compreso tra Punta Mesco e Punta Corone e l'analisi dei fenomeni che hanno contribuito in maniera più rilevante alla formazione ed evoluzione del litorale stesso;
- sulla base di tale studio erano state individuate le seguenti ipotesi di intervento atte a preservare e a migliorare l'assetto attuale della spiaggia:
  - protezione della spiaggia di Fegina
  - riassetto dell'area di fronte al capoluogo, con la graduale eliminazione della scogliera frangiflutti, da effettuarsi contestualmente con il rinforzo, consolidamento ed allungamento del molo

PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MOLO DEL CAPOLUOGO E PARZIALE RIMOZIONE SCOGLIERA FRANGIFLUTTI

- nell'anno 2003 il comune di Monterosso al Mare ha ricevuto dalla Regione Liguria finanziamenti per il consolidamento del suddetto molo ed il rifiorimento della massicciata in scogli a difesa del molo stesso: tali finanziamenti sono stati pertanto utilizzati per eseguire un primo lotto di interventi sul molo di Monterosso; tali interventi sono consistiti nell'allungamento del molo per una lunghezza di 15 m e l'eliminazione di una parte della scogliera frangiflutti esistente, per una lunghezza di 15 m; i lavori sono stati ultimati nel dicembre 2005

NUOVO STUDIO ANNO 2004

- la Regione Liguria, nell'ambito dell'Intesa Istituzionale di Programma Stato Regione 2000-2003, ha concesso all'Amministrazione Comunale di Monterosso al Mare un finanziamento per studi, indagini e progettazione di opere di riqualificazione e difesa del litorale;
- a maggiore approfondimento degli studi già descritti, è stato eseguito un nuovo studio, con indagini ed approfondimenti di carattere batimetrico, topografico, ambientale, ed in

particolare nuove simulazioni mediante modello morfodinamico a fondo mobile, finalizzato all'analisi puntuale dell'evoluzione della linea di costa;

PROGETTO DEL LITORALE OVEST DI FEGINA

- dalle risultanze degli studi di cui sopra è apparso indifferibile predisporre il progetto di opere di difesa e ricostruzione del tratto di litorale Ovest della spiaggia di Fegina, in quanto in caso di intense mareggiate, la violenza dell'azione ondosa avrebbe potuto provocare il cedimento di una parte della passeggiata, con rischi nei confronti delle infrastrutture presenti e dei fabbricati in fregio alla costa;
- il progetto, che ha superato l'esame di Valutazione di Impatto Ambientale ed è stato approvato dalla conferenza dei servizi nel settembre 2005, e prevedeva le seguenti opere:

LOTTO 1

- costruzione di un pennello radicato al promontorio esistente (Pennello Ovest), in corrispondenza della foce del rio Molinelli e contemporanea rimozione del pennello esistente;
- costruzione del piede a protezione della spiaggia sommersa;
- ricostruzione della spiaggia sommersa ed emersa

LOTTO 2

- costruzione di un pennello sommerso nella parte Est della spiaggia;
- prosecuzione del piede a protezione della spiaggia sommersa;
- completamento della spiaggia sommersa ed emersa.

RIASSETTO SPIAGGIA E AREA INTERNA AL MOLO CAPOLUOGO

- Nel corso del 2008-2009 sono stati realizzati gli interventi di "consolidamento e protezione al piede del castello di Torre Aurora". Nell'ambito di tali interventi oltre al consolidamento e alla protezione del piede della scarpata rocciosa su cui sorge il Castello di Torre Aurora, alla radice del moletto esistente, è stato anche creato un punto di ormeggio estivo per i battelli di servizio pubblico.
- Nel 2010 sono stati eseguiti lavori di riassetto funzionale della banchina interna mediante consolidamenti, regolarizzazione del profilo della banchina e parziale allargamento della stessa.
- Negli anni successivi sono stati eseguiti locali rifiorimenti della mantellata a protezione del molo, consistenti nel ripristino locale della mantellata in scogli in testata al molo e nel completo ripristino della pavimentazione della banchina interna, eseguita mediante calcestruzzo con inerti a vista.

PROGETTO 2020

- Il progetto del 2020 attualmente in corso di realizzazione prevede la riparazione della scogliera sommersa presente davanti alla spiaggia di Fegina, danneggiata dalle ultime mareggiate, e la modifica della scogliera emersa posta davanti alla spiaggia del Capoluogo,

creando una secca dissipatrice a bassa sommergenza, migliorando in modo sostanziale l'aspetto paesaggistico del paraggio.

- Questo secondo intervento costituisce un'opera propedeutica ad altre iniziative volte alla sistemazione complessiva della baia del Capoluogo, che aumentino la resilienza dell'arenile e delle strutture a tergo

2.3 Documentazione fotografica

Si presentano di seguito alcune foto dell'area in vari periodi degli ultimi anni, con viste panoramiche e puntuali da diverse angolature.

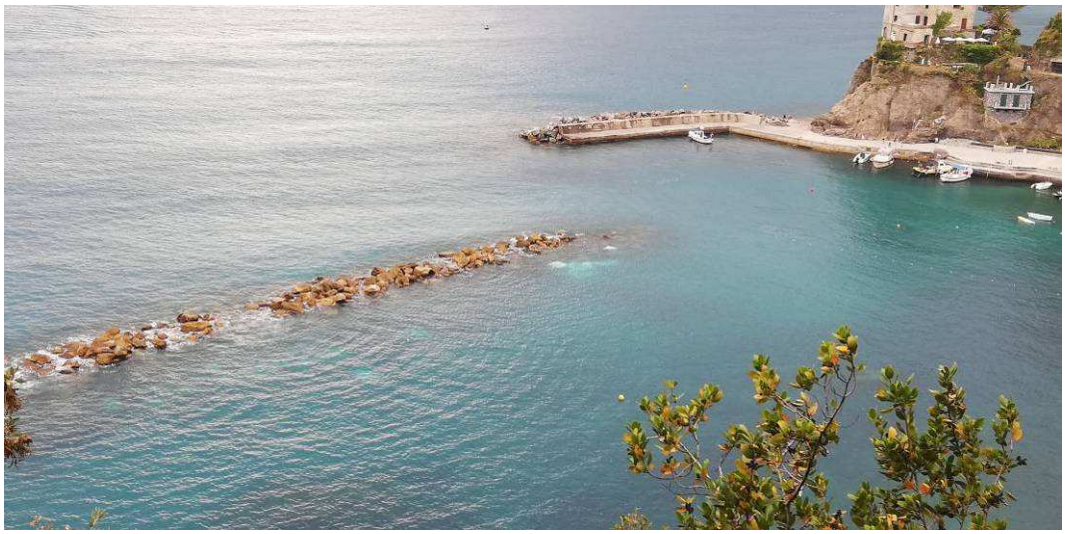


Foto 2.2: vista dell'area di intervento da Nord Est verso ponente - giugno 2021



Foto 2.3: vista dell'area di intervento verso levante - agosto 2021



Foto 2.4: vista della spiaggia da ponente - maggio 2020



Foto 2.5: vista della spiaggia da terra - lato di levante - febbraio 2018



Foto 2.6: vista generale della spiaggia da terra - gennaio 2016



Foto 2.7: vista generale della spiaggia da mare - ottobre 2021



Foto 2.8: vista da mare del tratto di levante della spiaggia - ottobre 2021



Foto 2.9: vista da mare del tratto di levante della spiaggia - ottobre 2021



Foto 2.10: vista della scogliera parallela alla costa - ottobre 2021



Foto 2.11: vista della testata in massi del molo - ottobre 2021

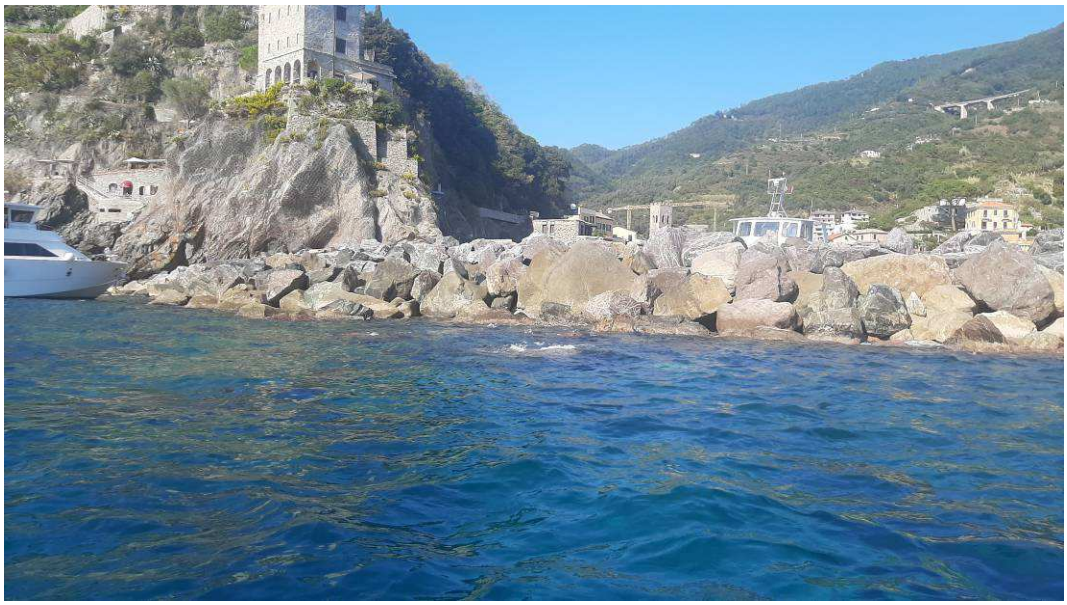


Foto 2.12: vista della scogliera a protezione del molo - ottobre 2021



Foto 2.13: vista del pennello che delimita la spiaggia a levante - ottobre 2021

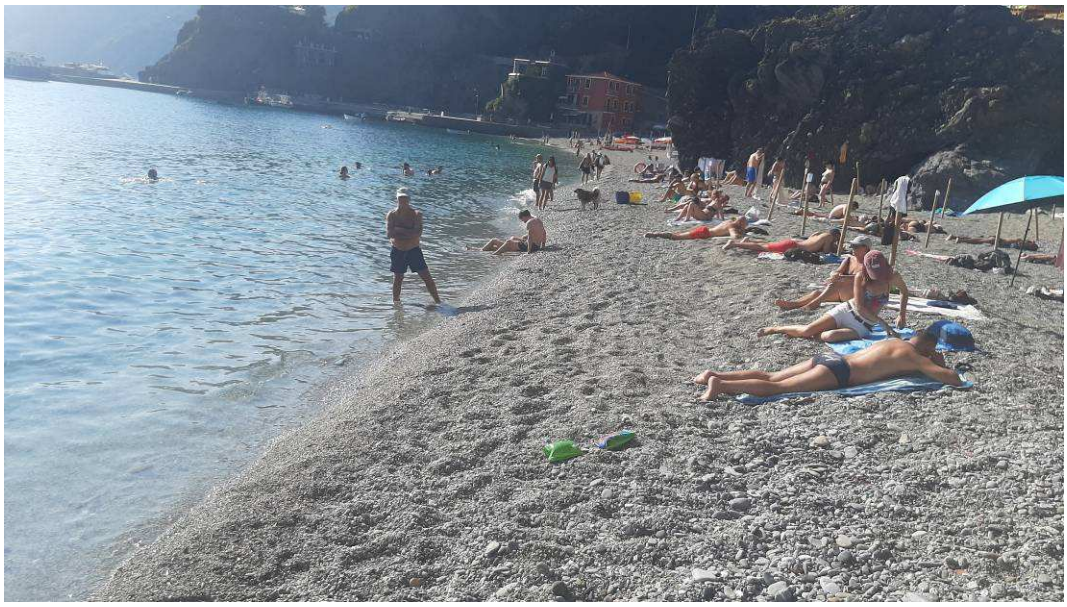


Foto 2.14: vista verso ponente del tratto di levante della spiaggia - ottobre 2021



Foto 2.15: vista verso levante del tratto di levante della spiaggia - ottobre 2021



Foto 2.16: vista generale della spiaggia da ponente - ottobre 2021



Foto 2.17: vista del tratto di ponente della spiaggia - ottobre 2021

Mareggiata febbraio 2016



Foto 2.18: vista del molo dei Pescatori - febbraio 2016



Foto 2.19: vista della scogliera parallela alla spiaggia - febbraio 2016

Mareggiata aprile 2018



Foto 2.20: vista generale del molo e della scogliera da ponente - aprile 2018



Foto 2.21: vista generale della scogliera e della spiaggia da ponente - aprile 2018

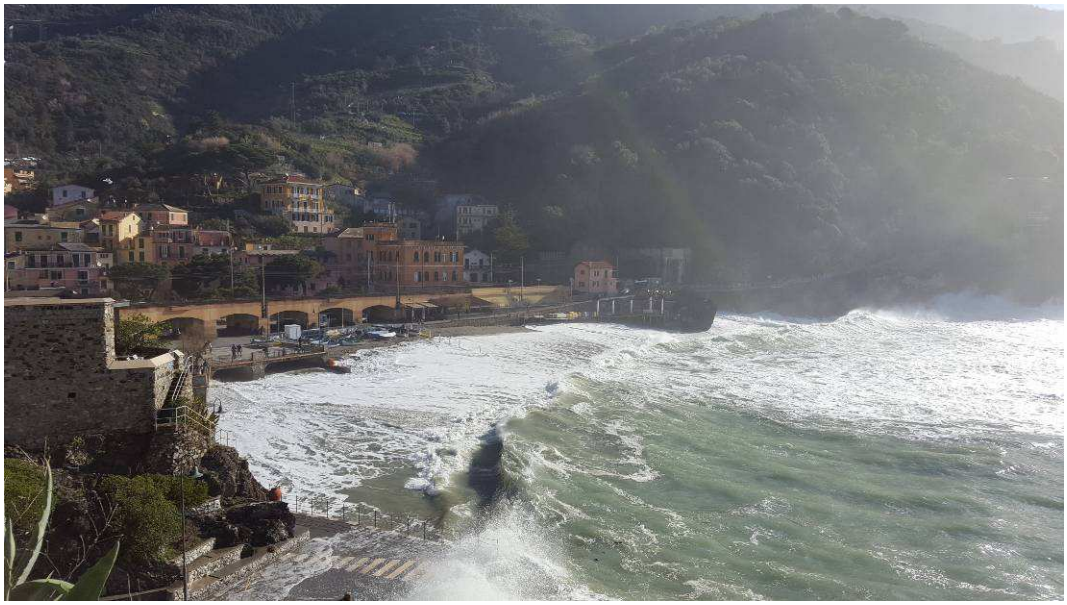


Foto 2.22: vista generale della spiaggia da ponente - aprile 2018



Foto 2.23: vista dei piazzali a terra da ponente - aprile 2018

2.4 Proprietà delle aree

Come mostrato nello stralcio della mappa del Sistema Informativo del demanio marittimo, l'area oggetto di intervento ricade in demanio marittimo.

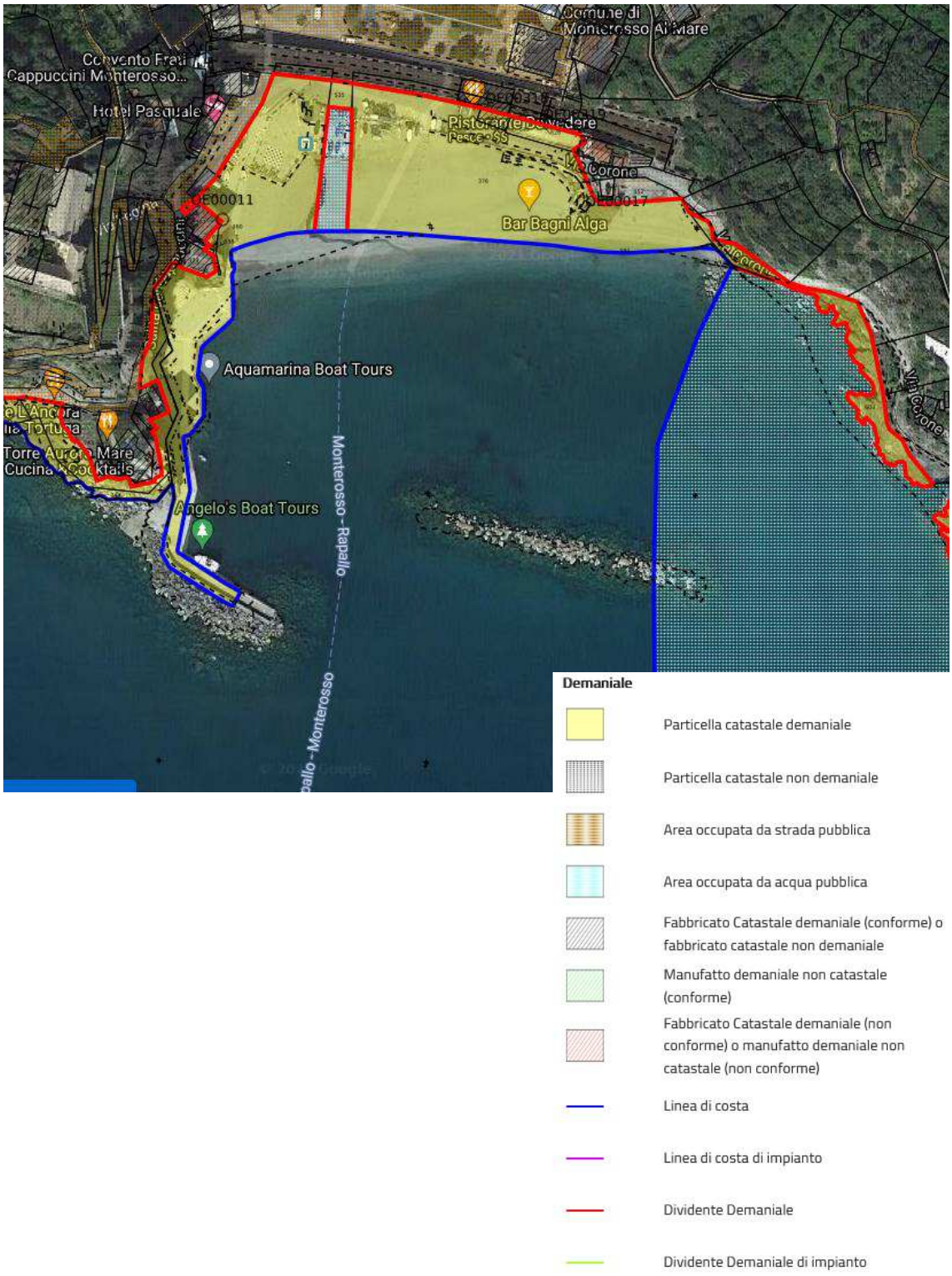


Figura 2.24: – Stralcio mappa SID (da www.mit.gov.it)

2.4.1 Utilizzo delle aree demaniali

Il Comune di Monterosso è dotato di PUD, che ha ricevuto dalla Regione il Nulla Osta con Decr. Dirig. num. 2751 del 03\10\2008.

Nel documento sono identificate le varie destinazioni delle aree della spiaggia del centro storico, come sotto rappresentato.

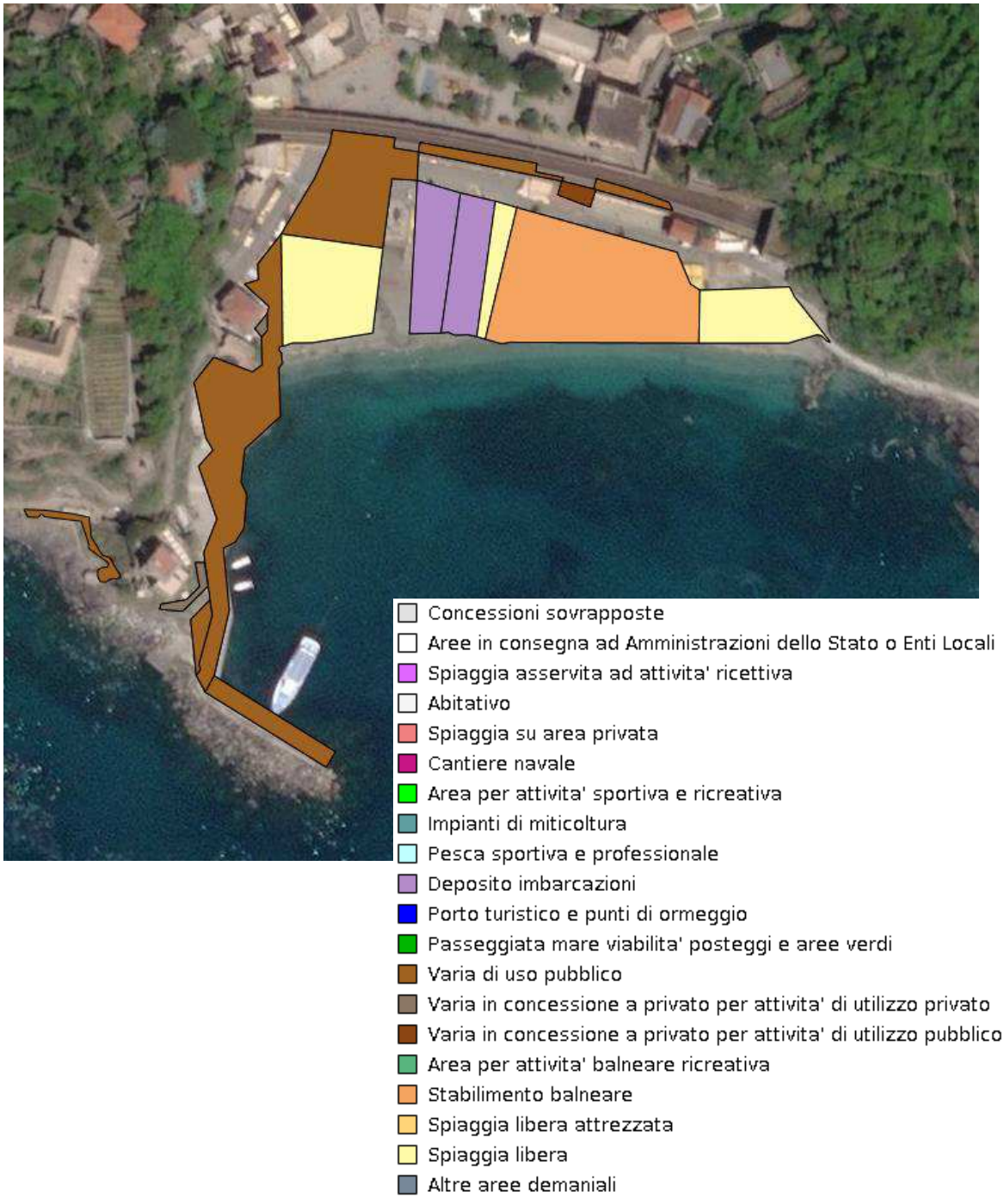


Figura 2.25: – PUD Comune di Monterosso al Mare

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO - AMBIENTALE

Si riporta di seguito il quadro normativo vigente sull'area.

3.1 Il Piano Territoriale di Coordinamento paesistico

L'area interessata dagli interventi in progetto fa parte dell'Ambito Territoriale N. 93 "Cinque Terrei". Si riportano di seguito le indicazioni per il territorio.

3.1.1 Assetto insediativo

La spiaggia e il molo ricadono in ambito NI-MA ovvero Nuclei insediati assoggettati al regime normativo di *mantenimento*.

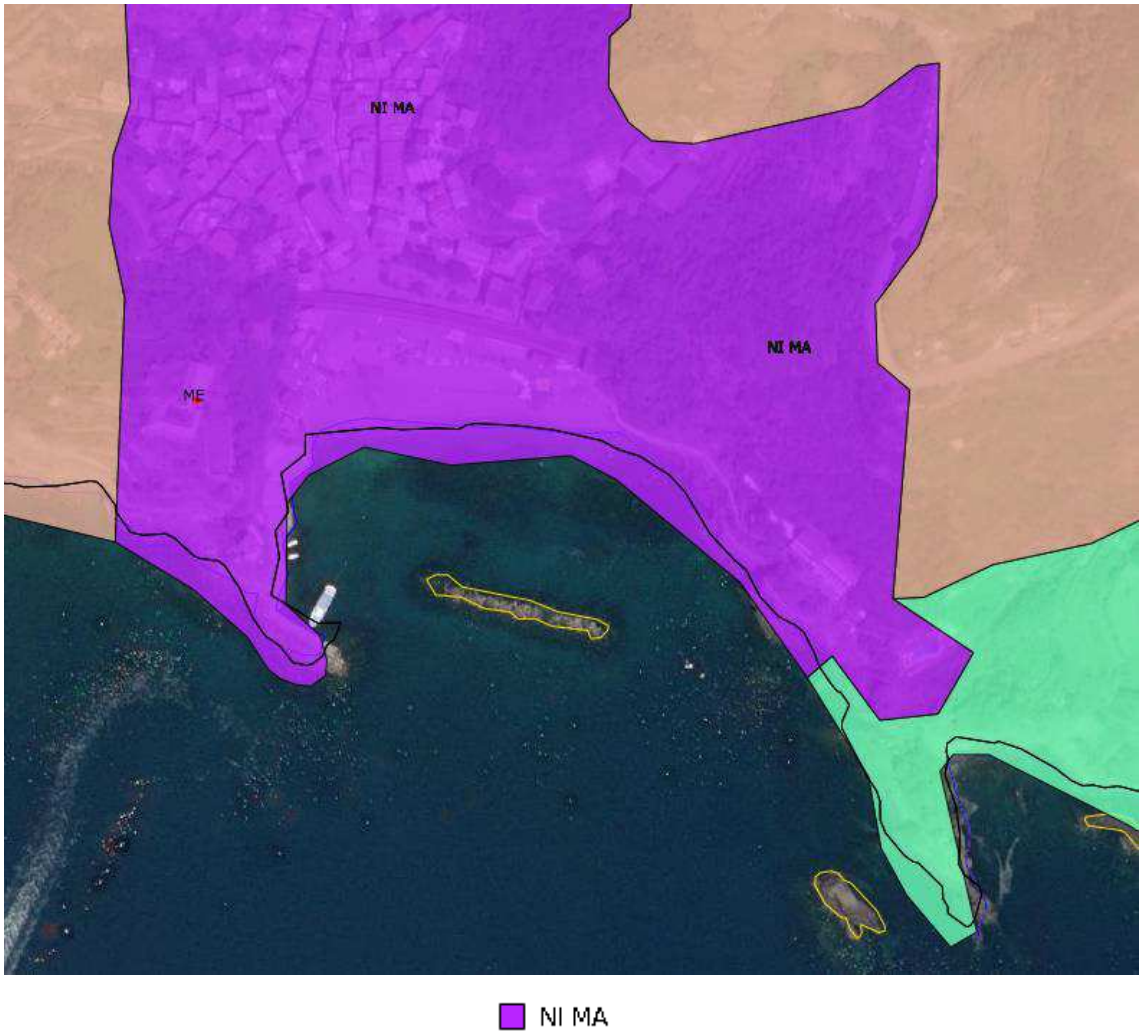


Figura 3.1: - P.T.C.P. della Regione Liguria: assetto insediativo

Tale regime si applica a quei nuclei che presentano una ben definita caratterizzazione e un inserimento paesistico tali da consentire un giudizio positivo sulla situazione complessiva in atto, non suscettibile peraltro di essere compromesso dalla modificazione di singoli elementi che concorrono alla sua definizione. L'obiettivo della disciplina è quello di mantenere sostanzialmente immutata l'immagine complessiva dell'insieme costituito dal nucleo e dal suo

intorno. Sono pertanto consentiti esclusivamente interventi che non incidano in misura apprezzabile sui caratteri formali e strutturali propri dell'insediamento che ne connotano l'assetto e l'immagine. Per far fronte ad eventuali carenze nello stato di urbanizzazione dei nucleo, con particolare riferimento all'accessibilità ed ai parcheggi, che siano tali da pregiudicare la qualità stessa dell'ambiente o le condizioni di vita degli abitanti, possono essere consentiti interventi anche relativamente più incidenti sull'assetto dell'insediamento.

3.2 Il Piano Territoriale di Coordinamento della costa

La Regione Liguria - Dipartimento Pianificazione Territoriale e Paesistica ha predisposto il PTC della costa ligure, approvato con D.C.C. n. 64 del 19.12.2000.

Si riportano di seguito i capitoli del PTC più importanti in cui vengono analizzate le problematiche dell'area di Monterosso al Mare:

- Capitolo 2.1 - ambiti progetto - AP37 Monterosso : *la progettazione dell'ambito dovrà definire l'assetto del fronte mare di Monterosso ed in particolare la riqualificazione della zona più occidentale (...) . Uno dei primari obiettivi dovrà essere il miglioramento di tutta la spiaggia, prevedendo l'eliminazione o il rimodellamento del terrapieno della discarica (...).* ***Può risultare vantaggioso avviare uno studio volto a migliorare le condizioni di funzionalità del molo utilizzato dai battelli di servizio pubblico (anche con un eventuale allungamento del molo stesso) e verificare nel contempo l'efficacia delle attuali opere di protezione longitudinale della spiaggia.***

- Capitolo 2.2.1 - Difesa costiera e ripascimento delle spiagge :

Tra Punta Mesco e il Gigante: è una falesia alta in evoluzione rapida; nel primo tratto verso Punta Mesco si trova la cava dove venivano prelevate le arenarie di Punta Mesco. Il tratto è orlato da un detrito di falda di massi caduti dalla falesia.

Tra il Gigante e Torre Aurora: esiste una piccola darsena nei pressi del Gigante, poi un rilevato costruito con lo smarino della nuova ferrovia, utilizzato come parcheggio,e infine la spiaggia di Fegina, la principale del comune di Monterosso

La spiaggia di Monterosso: la spiaggia di Monterosso centro è protetta da una scogliera parallela abbastanza funzionale, ma di notevole impatto ambientale.

- Capitolo 4.5 - Qualità dell'ambiente naturale costiero marino

Nella tabella di seguito vengono riportate le caratteristiche relative all'ambito NAT-MAR-LI-62 Monterosso, nel quale ricade la zona del molo:

	NAT-MAR-LI-62 Monterosso
Lunghezza:	1.3 km
Ampiezza:	0.5 km
Biocenosi principale:	Prato di *Cymodocea nodosa*, Alghe Fotofile

Specie o popolamenti interessanti:	
Specie o popolamenti minacciati:	
Specie di interesse comunitario:	
Siti Bioitaly:	
Aree protette marine:	Cinque Terre
Cause di alterazione ambientale:	riempimenti, pontili, barriere, scarichi opere portuali (piccolo scalo di Monterosso)
Livello di naturalità:	medio
Livello di conoscenza:	alto

Con D.G.R. n. 936 del 29.2011 la Regione Liguria, nell'ottica di addivenire ad una pianificazione integrata della costa sotto il profilo ambientale, paesistico ed urbanistico,ha adottato la variante di aggiornamento al Piano territoriale di Coordinamento della Costa, che si propone sinteticamente di aggiornare le previsioni del PTC della costa.

Relativamente al molo in esame vengono confermati la classificazione come impianto nautico minore di tipologia a2, ossia approdo minore non protetto e gli indirizzi pianificatori esistenti con possibilità di ristrutturazione /allungamento.

3.3 Piano di tutela dell'ambiente marino e Costiero Ambito 16-17-18

Il Piano di tutela dell'ambiente marino e costiero, redatto per unità fisiografica, è lo strumento di pianificazione idoneo a garantire uno sviluppo durevole e socialmente accettabile delle zone costiere in quanto ha come finalità il miglioramento della qualità ambientale della fascia costiera, con particolare riferimento al riequilibrio dei litorali, alla stabilizzazione della costa alta, al miglioramento della qualità delle acque costiere, alla difesa e valorizzazione degli habitat marino e costieri.

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.

La Giunta regionale ha adottato con la delibera n.216 del 17 marzo 2020 il Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero per gli Ambiti 16-17-18, che comprendono il tratto di costa che va da Punta Baffe (Sestri Levante) al confine con la Toscana. Questo atto dà il via al procedimento di consultazione pubblica nell'ambito della Valutazione Ambientale Strategica.

Nella relazione di paraggio viene descritto il litorale, la sua evoluzione storica, vengono approfonditi gli aspetti geomorfologici e sedimentologici con particolare attenzione alla linea di riva, vengono analizzati la dinamica e gli effetti del moto ondoso nella propagazione dal

largo verso riva, vengono esaminati gli aspetti ambientali e naturalistici legati alla presenza di habitat marini e costieri e vengono analizzate le criticità esistenti e proposte le misure di intervento.

Il paraggio costiero di Monterosso si sviluppa per circa 3.3 km compresi tra Punta Mesco e Punta Corone. La sua conformazione è quella di una baia aperta verso levante. La baia è divisa in due parti dal promontorio dei Cappuccini. A ponente l'ampia spiaggia di Fegina divisa in due da un piazzale-discarica, a levante la baia davanti al borgo vecchio di Monterosso.

L'attuale impostazione del litorale costituita da due spiagge separate dal colle dei Cappuccini è già osservabile dalla tavola del Vinzoni realizzata nel XVIII secolo.

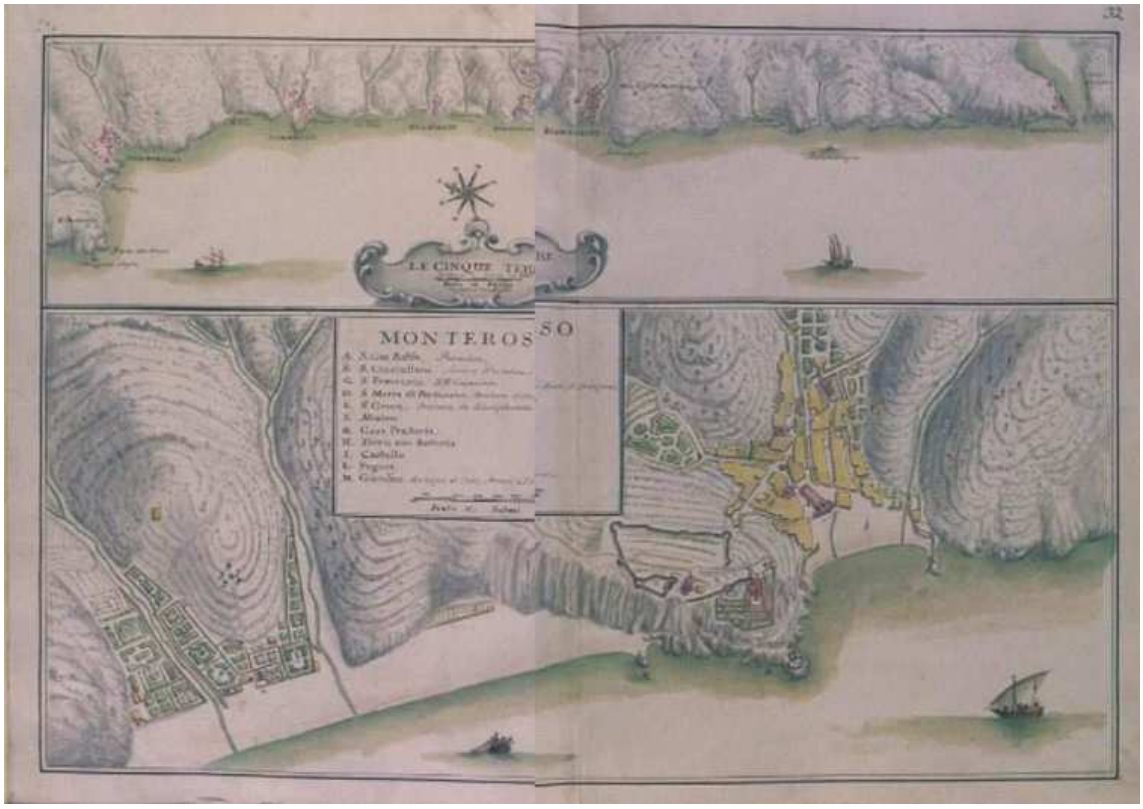


Figura 3.1 – Tavola del cartografo Matteo Vinzoni tratta dal PTAMC

Tale situazione presumibilmente si protrasse fino alla realizzazione del tracciato litoraneo della nuova linea ferroviaria. Anche in questo tratto, come altrove, la nuova opera contribuì ad incrementare l'input sedimentario con il materiale di risulta prodotto, determinando un avanzamento delle spiagge. Però contemporaneamente modificò l'assetto costiero innescando disequilibri che si rifletterono sulla stabilità delle spiagge. Conseguentemente alla bonifica di diversi tratti dei versanti di Punta Mesco, si ridusse il contributo sedimentario e la realizzazione del rilevato direttamente sulla spiaggia di Fegina e Monterosso centro costituì un ostacolo riflettente che in occasione delle mareggiate più intense favoriva la dispersione al largo dei sedimenti dando l'avvio ad un trend erosivo.

Nei primi anni del XX secolo, se la spiaggia del borgo non presentava particolari criticità, quella di Fegina era invece in uno stadio erosivo avanzato: il litorale nella parte centrale aveva ormai raggiunto un'ampiezza inferiore a 15 metri, subendo arretramenti di oltre 30 metri. Negli anni

1920, a seguito di violente mareggiate, fu danneggiata la strada e conseguentemente si dovette intervenire con opere a protezione non solo della via di comunicazione ma anche dell'adiacente abitato.

Il fenomeno erosivo si mantenne fino agli anni 1960 – 70, quando, anche le spiagge di Monterosso, poterono del materiale di risulta proveniente dalla realizzazione del nuovo tratto ferroviario Levanto – Monterosso. In particolare a Fegina nel settore centrale della spiaggia, quello maggiormente sofferente, venne realizzata una grande discarica che contribuì a ricreare il litorale. Purtroppo, successivamente venne stabilizzata da una scogliera allo scopo di realizzare un piazzale con i relativi nuovi squilibri tra cui una progradazione della cella di ponente e arretramenti in quella di levante, specie nella sua porzione estrema dove, a metà degli anni 1980, la spiaggia venne sostituita da una scogliera aderente posta a difesa della strada.
Contemporaneamente alla discarica venne realizzato il porticciolo del Circolo Velico, ubicato a ponente dello scoglio del gigante, nel settore sopraflutto. La nuova struttura, oltre a sottrarre un tratto di spiaggia inglobandola al suo interno, intercettando i sedimenti provenienti dalla detrizione delle falesie di Punta Mesco determinò un'interruzione del drift litoraneo. Negli anni successivi si formò una spiaggia appoggiata al molo foraneo, a scapito della spiaggia della Fegina che non ricevette più questa alimentazione. In questa nuova spiaggia, negli anni 1980, furono realizzati, nel settore di ponente, due pennelli circa perpendicolari tra loro, che, intercettando i sedimenti trasportati dal drift litoraneo, determinarono una rotazione della spiaggia sottoflutto con la migrazione dei sedimenti da levante verso ponente nella zona protetta che si era venuta a creare.

Per fare fronte agli arretramenti, che interessavano soprattutto il settore orientale della spiaggia di Fegina, negli anni 2005 - 2006, fu portato a termine un progetto che prevedeva: la costruzione di un pennello, in parte sommerso, parallelo alla riva e radicato alla scogliera del piazzale; un pennello sommerso a forma di T situato in coincidenza dello scoglio Malpasso; una struttura sommersa, collegante le precedenti, posta ad una profondità media di 5 metri e distante circa 100 metri da riva. L'intervento fu completato con il versamento di circa 47000 mc di materiale ghiaioso proveniente da cava.
Anche la spiaggia del borgo usufruì dei materiali di risulta prodotti dalla realizzazione delle nuove vie di comunicazione beneficiando, negli anni 1970, di un discreto avanzamento. Negli anni 1980, venne costruito un aggetto radicato al promontorio di S. Cristoforo, con lo scopo di creare una zona protetta per l'attracco dei natanti.
Inevitabilmente la struttura determinò una rotazione della spiaggia con arretramenti nel settore opposto in parte mitigati con la costruzione a metà degli anni 1980 di una scogliera parallela attuata a protezione del settore in erosione.
Successivamente, negli anni 2004-2006, furono apportate delle modifiche a queste strutture. Il molo fu prolungato di circa 25 metri mentre la scogliera parallela fu ridotta di 15 metri. Tali modifiche non determinarono variazioni eclatanti dell'assetto litorale salvo un'ulteriore rotazione della spiaggia verso ponente.

Per quanto riguarda l'evoluzione della spiaggia emersa antistante il borgo, sulla base delle ortofoto, il PTAMC rileva quanto segue:

- tra il 1944 e il 1973 si osserva sulla spiaggia di Monterosso Borgo, in risposta alla costruzione del molo sul lato ovest, un lieve arretramento del settore orientale, bilanciato da una progradazione del settore occidentale;
- tra il 1973 e il 1993 la linea di riva registra un deciso arretramento nel settore occidentale. Tale arretramento non appare bilanciato da un avanzamento lungo il settore orientale e la spiaggia risulta dunque in una fase erosiva;
- tra il 1993 e il 2003 si evidenzia solo un leggero arretramento, forse imputabile alla dinamica costiera stagionale più che ad un vero e proprio trend erosivo;
- tra il 2003 e il 2013 la spiaggia di Monterosso Borgo mostra un significativo avanzamento, in particolare nel settore occidentale, dove raggiunge la posizione del 1944. Anche in questo caso, l'avanzamento della linea di riva è correlato con l'evento eccezionale del 2011 unito al potenziamento del molo sul lato occidentale, adibito ad attracco per i traghetti turistici, che ha ulteriormente protetto il settore occidentale della spiaggia.

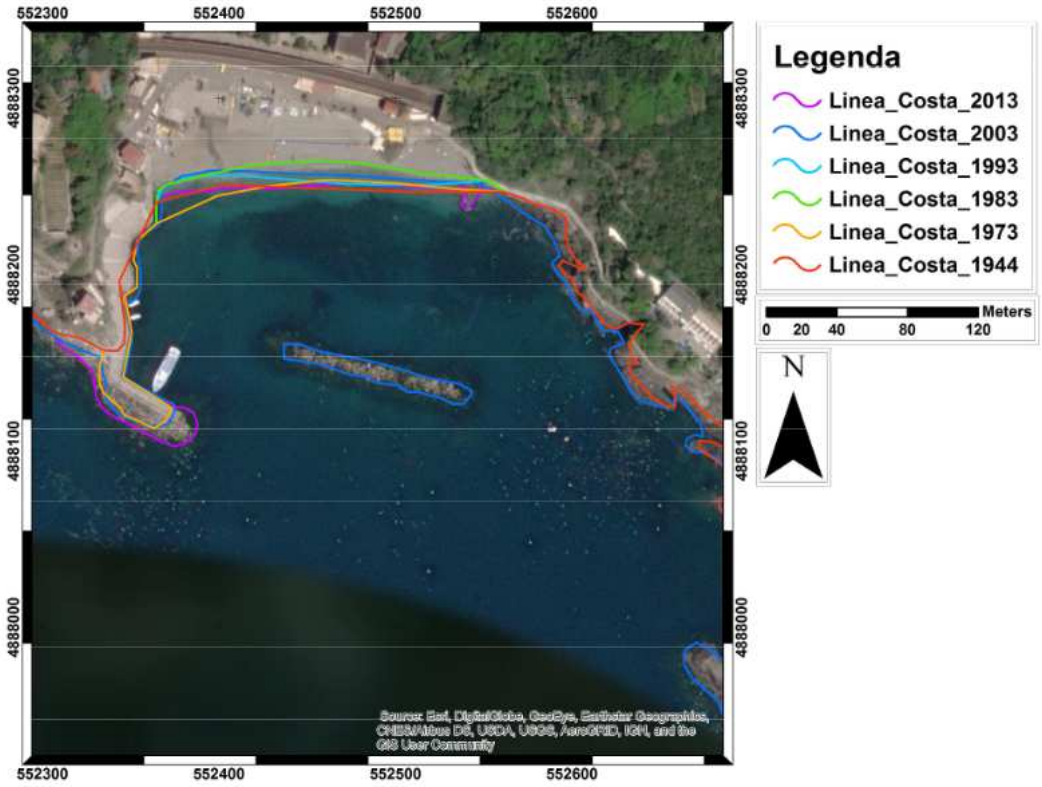


Figura 3.2 – evoluzione linea di riva del 1943 al 2013 tratta dal PTAMC

Per quanto riguarda la sedimentologia, le informazioni del tratto più prossimo a riva sono assenti. Nel settore esterno all'insenatura sono presenti sedimenti simili a quelli osservati a Fegina cioè sabbie grossolane. Si segnala la presenza di un accumulo situato in prossimità del molo d'attracco di sedimento più fine, riferibile alle sabbie medie (0.25 – 0.5) e fini (0.25 –

0.125). L'accumulo è probabilmente indotto dalla struttura che, con la sua presenza, contrasta l'azione del moto ondoso e favorisce l'accumulo di sedimento dando origine ad una freccia litorale in stato embrionale.

I principali bacini che alimentano le spiagge esistenti nel paraggio di Monterosso sono quelli del Rio Fegina, del Rio delle Rocche e del Rio Pastanelli.

Quest'ultimo, che sfocia direttamente nella spiaggia del capoluogo ha un'area di circa 2.9 km2 ed un perimetro di 7.3 km; la cima più alta è di 620 m (Monte Soviore) mentre la quota media e la pendenza media sono rispettivamente 293 m s.l.m. e 58.9%; l territorio drenato presenta il 13.5% di area in frana, di cui il 12.8% definita attiva in senso lato; in prossimità delle aste fluviali, nella fascia sopra definita, ricade il 15.6% delle aree interessate da movimenti gravitativi di versante, nella quasi totalità classificate come attive.

Non sono disponibili, tuttavia, misure dirette del carico sedimentario proveniente dal reticolo idrografico sotteso al paraggio.
La dinamica sedimentaria del sistema bacini-versanti-litorale presenta un carattere marcatamente impulsivo ed è strettamente correlata da un lato al verificarsi di eventi di piena e, dall'altro, all'effettuazione di interventi di rimozione di sedimenti dagli alvei, in particolare nei tratti tombati attraversanti l'abitato ed a monte degli stessi, dove sono collocate briglie di trattenuta talora oggetto di svuotamento.

L'attuale bilancio, desunto dall'analisi effettuata nei paragrafi precedenti, sembra indicare un deficit sedimentario. Infatti considerando che i potenziali apporti provenienti dai corsi d'acqua sono valutabili in un quantitativo compreso tra 200 mc a ponente e 400 mc a levante, mentre le perdite annue ammontano a circa 3500 mc, il bilancio risulta in perdita. Il settore di levante beneficia inoltre anche di apporti dalla detrizione delle falesie difficilmente quantificabili ma non trascurabili. Inoltre, in relazione al fatto che le perdite maggiori sembrano interessare la parte più profonda della spiaggia sommersa e che in questo settore, a causa della maggior profondità diminuisce l'attendibilità del dato, non è da escludere che in realtà i quantitativi di sedimento necessari a mantenere stabile il sistema litorale possano essere più contenuti.

Il paraggio di Monterosso, dato l'orientamento della costa, aperto al settore 120° - 220°N, risulta esposto ai mari di Scirocco e di Libeccio, parzialmente smorzati dalla presenza di Punta Mesco. Questi ultimi restano i più significativi in termini di altezze d'onda ed energia ondosa, tuttavia, grazie alla schermatura offerta da Punta Mesco, giungono sotto costa con altezze abbastanza ridotte.

Le celle di spiaggia sono direttamente esposte ai mari da Libeccio e da Scirocco, per la conformazione costiera.

La dinamica del moto ondoso ed i relativi effetti sul tratto di costa nel paraggio Monterosso sono sintetizzati nei risultati di seguito riportati.



Figura 3.3 - Limiti del paraggio di Monterosso ed indicazione delle sezioni di calcolo dei profili trasversali di spiaggia tratta dal PTAMC

PROPAGAZIONE MOTO ONDOSO								
ESPOSIZIONE DEL PARAGGIO								
Settore di provenienza del moto ondoso				220°N				
ANALISI METEOMARINA SOTTOCOSTA								
Modello utilizzato				Mike 21				
Ambito di applicazione				batimetrica -65 m — linea di costa				
Tempo di ritorno				1 e 50 anni				
RISULTATI								
Nome sezione	T = 1 anno				T = 50 anni			
	H_{largo} [m]	H_{frang} [m]	Decr [%]	$Direzione_{largo}$ [°N]	H_{largo} [m]	H_{frang} [m]	Decr [%]	$Direzione_{largo}$ [°N]
L 16	5.1	2.2	58	220	8.1	4.1	50	220
L 17	5.1	2.6	48	220	8.1	3.7	55	220
B 326	5.1	2.4	52	220	8.1	2.6	68	220
B 327	5.1	2.4	53	220	8.1	4.2	48	220
B 328	5.1	3.8	26	220	8.1	6.1	24	220

Tabella 3.1 - Stralcio tabella propagazione del moto ondoso tratta dal PTAMC

Nel paraggio i valori più alti di altezza d'onda al frangimento sono determinati da eventi con direzione al largo pari a 240°N, per tutti i periodi di ritorno considerati. Nella zona in esame, le onde frangono per gli eventi annuali su una profondità di circa 3,7 m e per gli eventi cinquantennali su una profondità di circa 7 metri.

FRANGIMENTO		
RISULTATI		
Nome sezione	Tr=1anno profondità al frangimento [m]	Tr=50 anni profondità al frangimento [m]
L 16	3.5	6.9
L 17	4.8	7.2
B 326	4.0	7.5
B 327	4.0	7.1
B 328	5.8	10.1

Tabella 3.2 - Stralcio tabella profondità frangimento tratta dal PTAMC



Figura 3.4 - Linee dei frangenti nel paraggio di Moneglia, relative agli eventi ondosi con periodo di ritorno 1 anno (linea arancione) e 50 anni (linea rossa) tratta dal PTAMC

Nelle sezioni di spiaggia, è stato stimato il run-up mediante la formula di Van der Meer, utilizzando il valore medio della pendenza della spiaggia emersa e sommersa. Tale valore è derivato dalla media tra il valore della pendenza della spiaggia emersa, dedotto dalle sezioni trasversali di spiaggia nei paraggi, e il valore della pendenza della spiaggia sommersa, ricavato utilizzando la profondità al frangimento delle onde con periodo di ritorno annuale.

PERICOLOSITA' COSTIERA		
STIMA DEL RUN-UP		
Formula utilizzata	Van Der Meer	
Sovralzo	0.50 m	
RISULTATI		
Nome sezione	Tr=1 anno run-up massimo [m]	Tr=50 anni run-up massimo [m]
L 16	4.1	6.8
L 17	2.5	3.5
B 326	2.5	3.1
B 327	3.2	5.0
B 328	2.4	3.6

Tabella 3.3 - Stralcio tabella stima del run-up tratta dal PTAMC

I valori di run-up sono stati utilizzati per la definizione delle fasce dinamiche della spiaggia. Nella cella della spiaggia del Capoluogo la fascia dinamica annuale presenta un'ampiezza di 31 metri e di fatto interessa una notevole porzione dell'arenile.

	FASCIA DINAMICA A		FASCIA DINAMICA B	
Nome sezione	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]
L 16	-3.5	21	-6.9	35
L 17	-4.8	29	-7.2	39
B 326	-4.0	26	-7.5	32
B 327	-4.0	24	-7.1	37
B 328	-5.8	31	-10.1	46

Tabella 3.4- Stralcio tabella fasce dinamiche tratta dal PTAMC

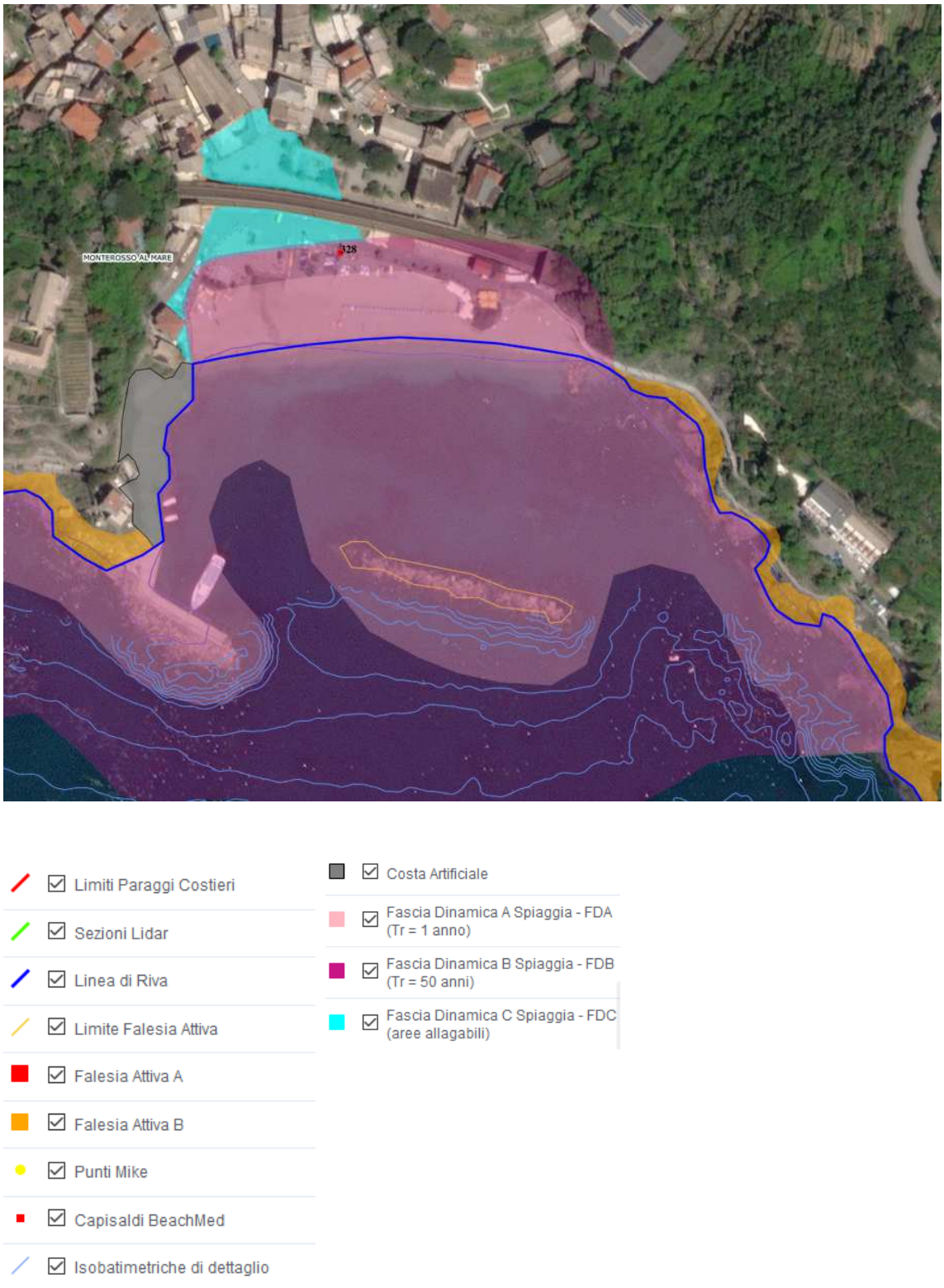


Figura 3.5- Stralcio carta C05 Fasce dinamiche delle spiagge e della costa alta del PTAMC

Una volta determinate le fasce di pericolosità è stato determinato il rischio in forma lineare: la parte della spiaggia più a ponente (nel tratto riparato dal molo) ricade in area a rischio medio RS2, la parte della spiaggia più a levante (non riparata dal molo) ricade in area a rischio elevato RS3; la falesia lato levante ricede in area a rischio moderato RA1.

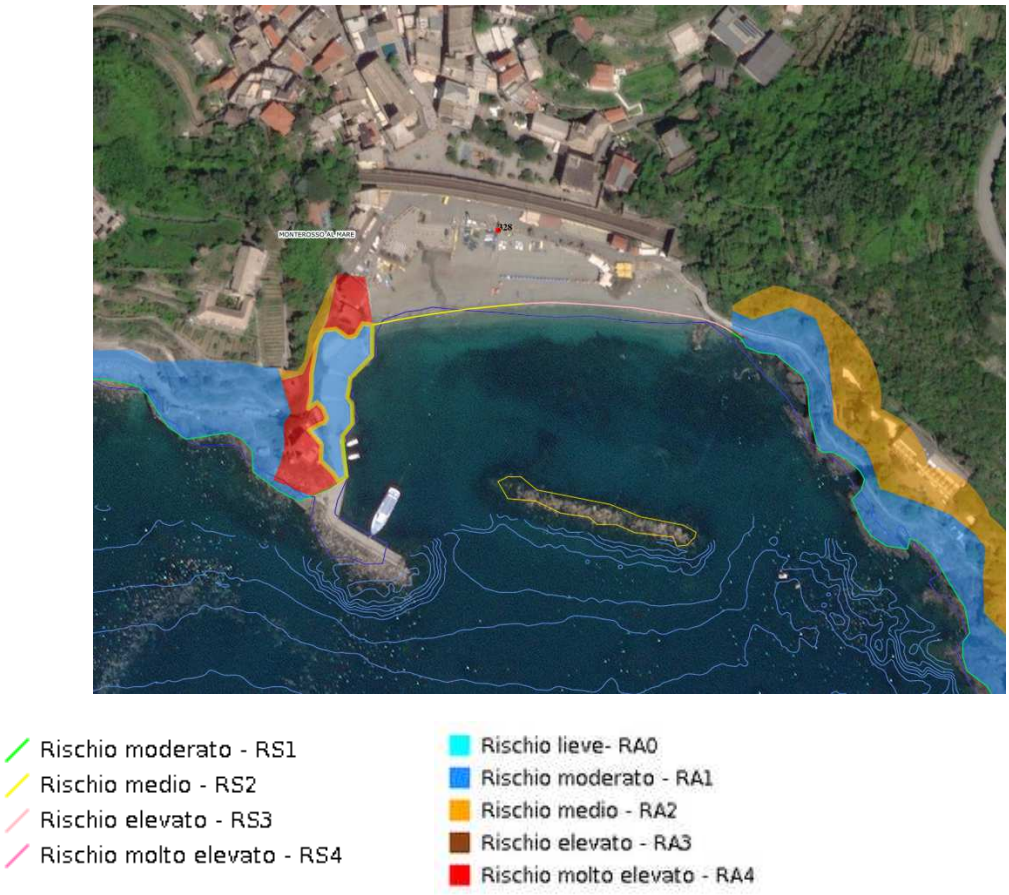


Figura 3.6- Stralcio carta C06 Rischio del PTAMC

Per quanto riguarda la qualità delle acque, il giudizio dello stato ambientale dei corpi idrici nel complesso è positivo e la situazione della balneabilità nel paraggio risulta molto buona: la classificazione derivata dai dati del quadriennio 2014-2017 è eccellente per tutte le acque di balneazione.

Per quanto riguarda gli habitat marini, data la particolarità del sito, si fa riferimento ai successivi paragrafi contenenti le sintesi degli approfondimenti di dettaglio.

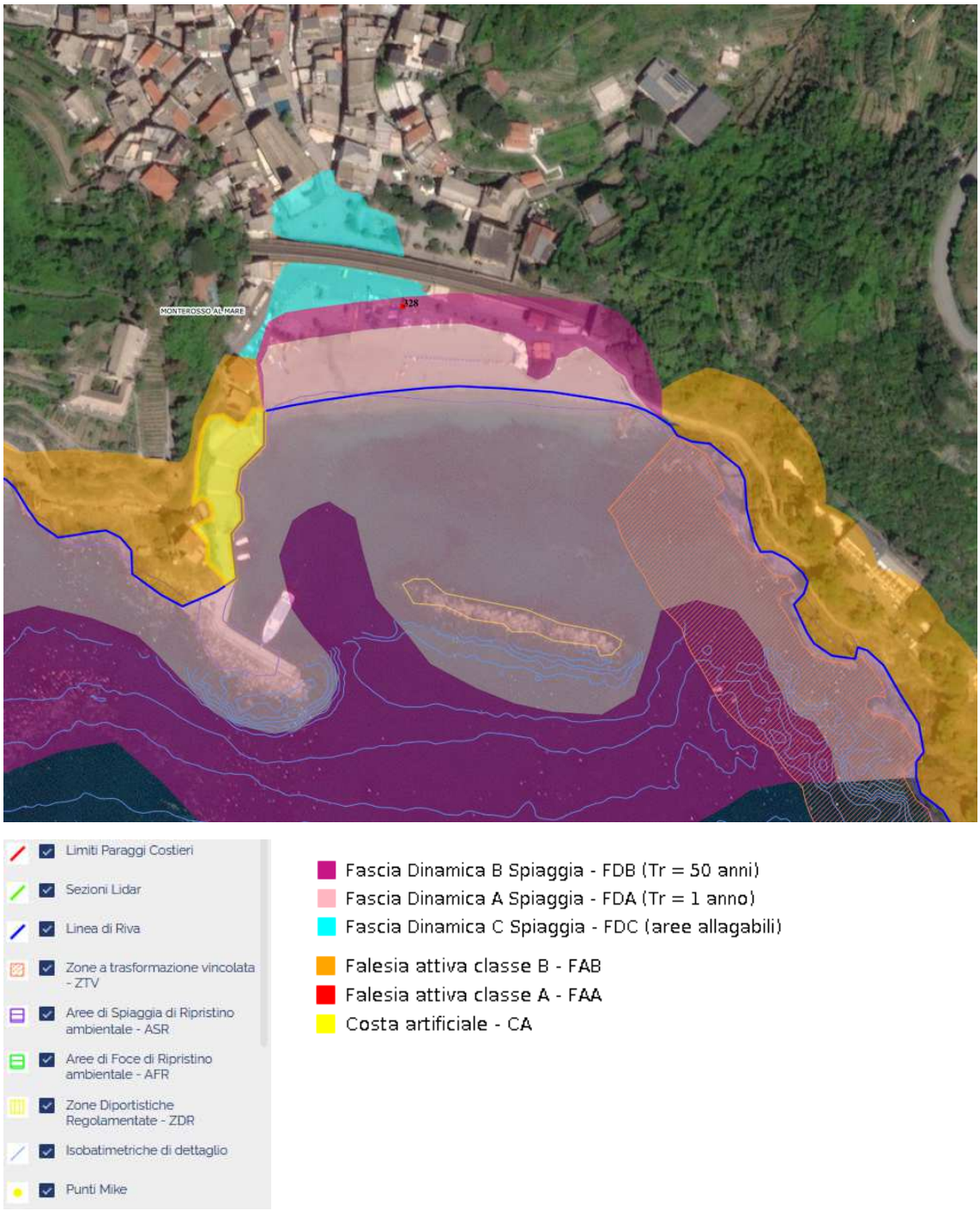


Figura 3.7: Stralcio carta C07 regimi normativi del PTAMC

Nell'area di levante al piede della falesia sono presenti tratti di costa rocciosa di elevato pregio naturalistico, assoggettati pertanto al vincolo delle Zone a Trasformazione Vincolata, che non consentono la realizzazione dei seguenti interventi:

- nuovi porti, nuovi porti turistici e nuovi approdi turistici;
- opere marittime radicate alla costa, ad eccezione delle opere finalizzate alla difesa dell'abitato o delle spiagge dall'erosione marina;

- ripascimenti, ad eccezione di quelli necessari per la manutenzione di spiagge esistenti in equilibrio con le condizioni idrodinamiche locali e che impieghino materiali aventi comprovata stabilità.

Il Piano per la spiaggia in esame rileva che il molo di attracco dei vaporetti determina l'accumulo di sedimenti sul lato di ponente della spiaggia e il depauperamento della stessa sul lato di levante. Pertanto il sistema necessita di manutenzione stagionale che si deve realizzare dragando il materiale dalla spiaggia sommersa nella zona del Molo e riversandolo sul lato opposto della cella (Tragagià).

La maggior criticità per il PTAMC si colloca, infatti, nel settore di levante, spiaggia Tragagià, che è insufficiente a contenere le mareggiate e tende a scoprirsi per la rotazione della falcatura. Infatti la dinamica attuale, come già visto, fa sì che il settore occidentale della spiaggia corra il rischio di veder diminuire ancora l'ampiezza della spiaggia a discapito del settore orientale e quindi che la situazione, in assenza di interventi, possa peggiorare.
Altre criticità rilevate riguardano l'uso del litorale ai fini turistici soprattutto per il grande traffico dovuto al via-vai dei battelli che trasportano ogni giorno migliaia di persone.
In particolare i problemi principali per il piano sono i seguenti:

- L'insabbiamento dell'attracco nel settore interno
- La presenza della barriera emersa al centro baia che limita la manovrabilità dei natanti.

Gli interventi proposti devono quindi mediare tra le diverse necessità privilegiando, ovviamente, la difesa costiera, ma valutando attentamente gli impatti di ogni intervento sugli aspetti citati.

Le misure di intervento previste per l'area in esame sono conseguentemente legate alle suddette criticità di fruibilità e commistione di usi diversi.
Sono quindi indicati due indirizzi di intervento alternativi:
- manutenzione del sistema di difesa attuale.

- smantellamento delle barriere e ripascimento importante
come di seguito specificato:
"Mantenimento dello stato attuale. Questo non può prescindere dalla periodica manutenzione del fondale presso il molo e quindi presuppone dragaggi annuali dell'ordine di 2/3 mila mc con spostamento del materiale all'estremità di levante della spiaggia (Tragagià). Il costo è relativo ma comporta la messa in sospensioni annuale di sedimenti che a lungo andare può diventare deleterio per la tenuta della spiaggia aumentandone la dispersione al largo.

- Revisione delle opere di difesa per traguardare il riequilibrio della spiaggia finalizzato a minimizzare gli interventi di manutenzione periodici. Dato per consolidato l'attuale assetto del molo vaporetti, tale obiettivo può essere perseguito attraverso lo smantellamento della barriera parallela riutilizzando la gran parte dei massi per costruire una struttura dissipativa semi-sommersa in scogliera all'estremo di levante della spiaggia (grosso modo davanti alla spiaggia Tragagià) in modo da ridurre le capacità di trasporto del moto ondoso senza costituire elementi riflettenti e lasciando il materiale che costituisce la spiaggia libero di depositarsi dietro la struttura a mo' di tombolo. In questo modo si risolverebbe il problema erosivo del lato

orientale della spiaggia mentre il problema della rotazione della falcatura e quindi dell'insabbiamento non potrà essere eliminato del tutto, ma probabilmente potrebbe essere ridotta l'entità del fenomeno riducendo quindi le necessità di manutenzione stagionale, allungando cioè i tempi necessari tra un dragaggio e l'altro. "

3.4 Il Piano di Bacino – Ambito 19 Cinque Terre

Il territorio del comune di Monterosso ricade all'interno del Piano di Bacino – ambito 19 Cinque Terre, approvato con delibera di Consiglio Provinciale di La Spezia n° 17 del 05.02.2003; ultima variante approvata DSG n. 94 del 28.10.2021 entrata in vigore il 24.11.2021.

Gli interventi ricadono in aree a mare. Per completezza, comunque si riportano gli stralci cartografici relativi alla zona costiera.

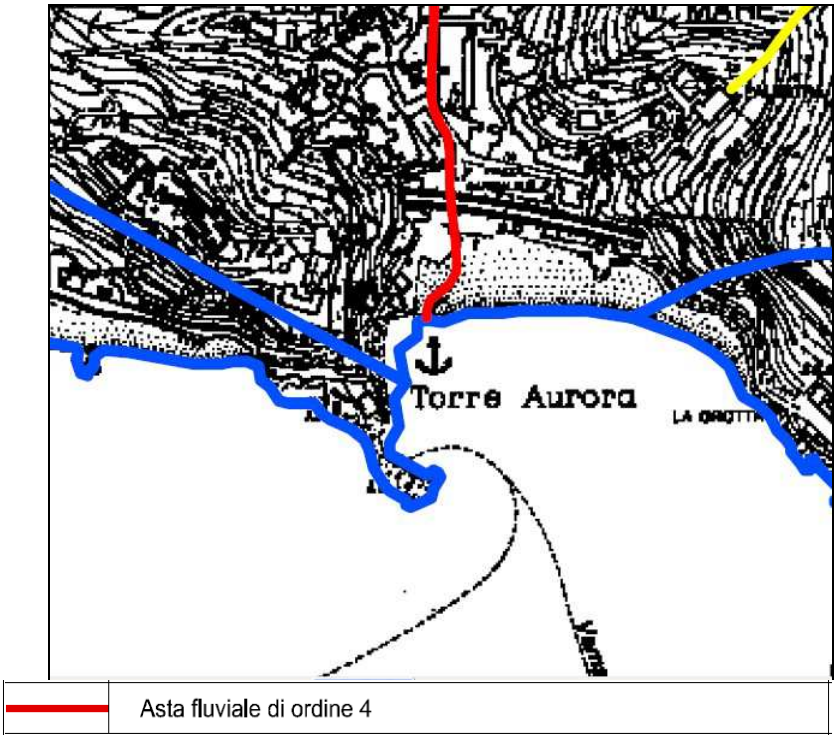


Figura 3.8: Piano di Bacino – Ambito 19 Cinque Terre- Stralcio Tav. 6 Carta del reticolo idrografico

Nell'ambito della spiaggia, sfocia il Rio Pastanelli: esso drena le acque di un bacino che si estende fino alla quota di circa 620 m ed è limitato a Nord Est dal crinale del Monte Soviore, a Nord Ovest dal crinale spartiacque con il bacino del T. Ghiararo.

Il bacino drena una superficie complessiva pari a circa 3.06 km^2.

Il deflusso nel tratto focivo del rio è naturalmente regolato in maniera preponderante dalle condizioni di valle imposte dal livello del mare: le velocità pochi metri a valle della foce si attestano su valori dell'ordine di 0.20÷0.30 m/s, progressivamente in diminuzione all'allontanarsi dalla foce.

Le opere di rifiorimento a progetto non incidono sul deflusso delle acque di piena del Rio Pastanelli.

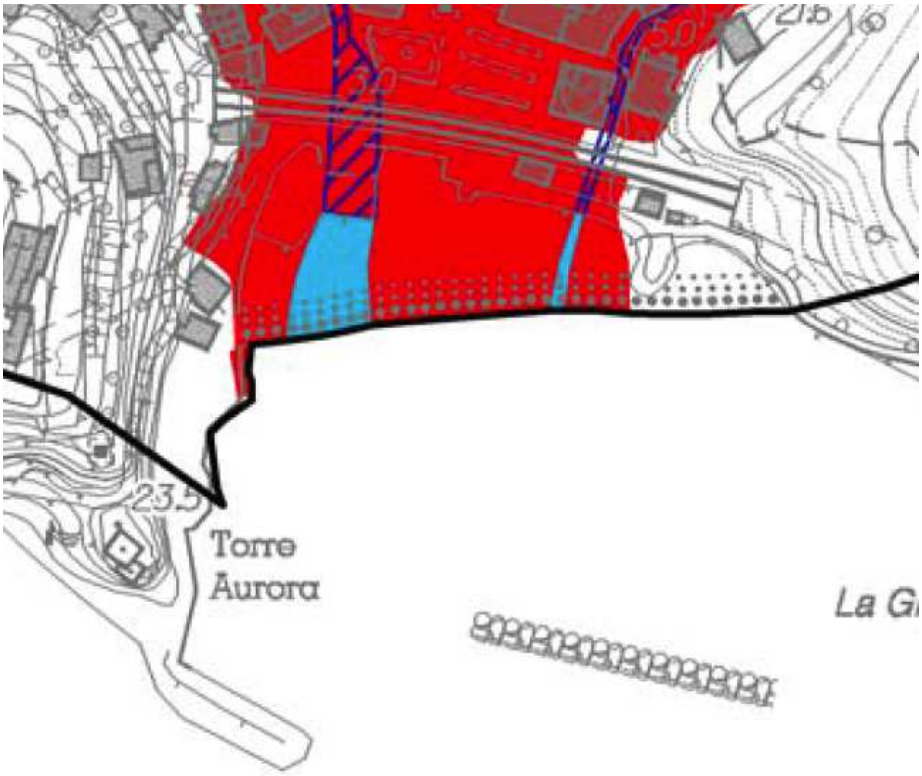


Figura 3.9: Piano di Bacino – Ambito 19 Cinque Terre- Stralcio Tav. 9 Carta delle fasce di inondabilità

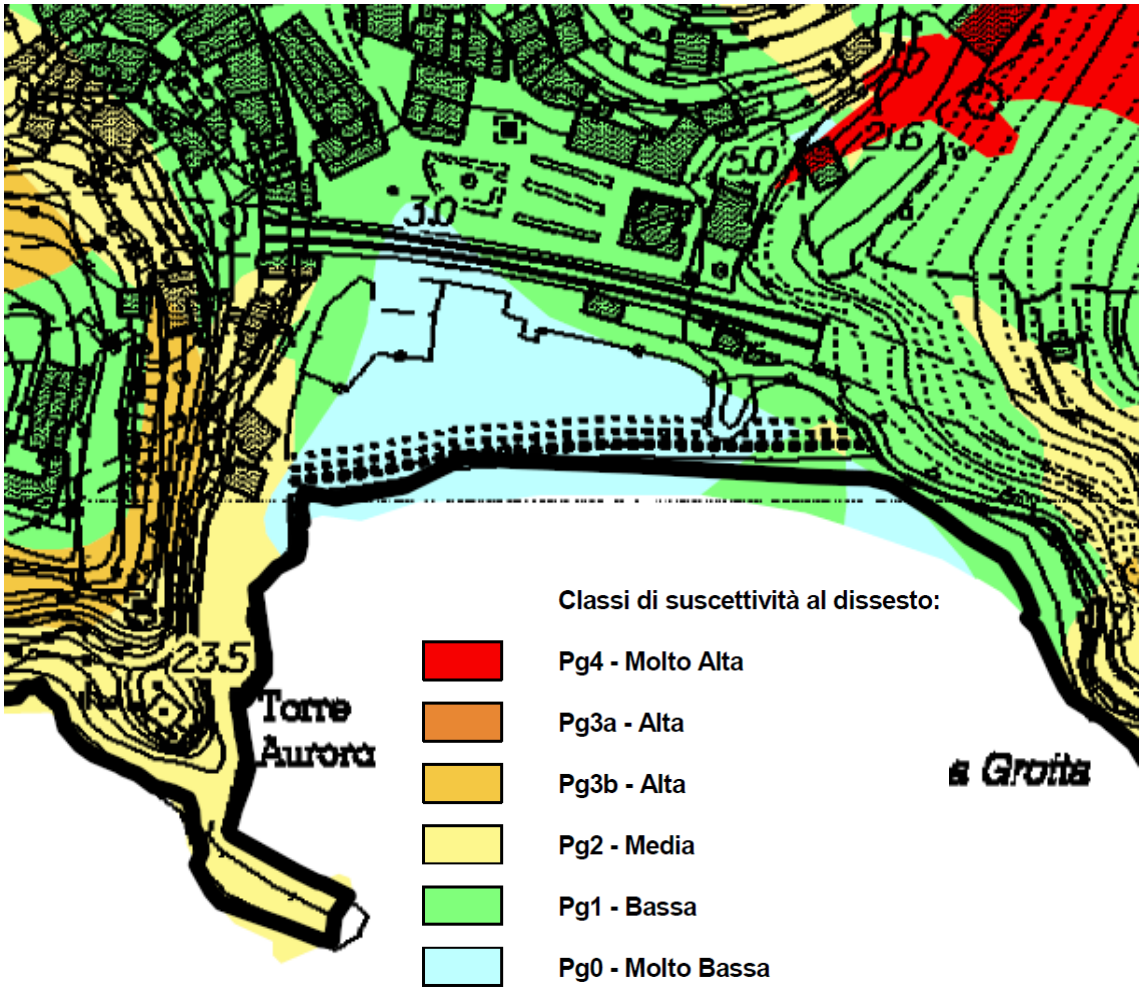


Figura 3.10: Piano di Bacino – Ambito 19 Cinque Terre- Stralcio Tav. 10 Carta della suscettività al dissesto dei versanti

L'area del molo e di Torre Aurora ricadono in area suscettività al dissesto media. La spiaggia ricade in aree a suscettività bassa e molto bassa.

Gli interventi a progetto non creano impatti negativi sulla suscettività al dissesto della costa, anzi miglioreranno le condizioni di stabilità del molo e di protezione dell'area retrostante.

3.5 Strumenti urbanistici locali

3.5.1 P.R.G. vigente

Il P.R.G. attualmente vigente è stato adottato con D.C.C. n.101 del 10/12/1972 ed approvato dal Presidente della Giunta regionale con Decreto n.22 del 18/01/1977.

Secondo il Piano l'area del molo è inserita nella zona F5 - Porti e attrezzature portuali, per cui vale la normativa sotto riportata (stralcio delle norme di attuazione):

F_5 - Porti e attrezzature portuali

Le aree a mare ed a terra di tali zone sono da riservarsi alla costruzione e all'ampliamento delle attrezzature atte a costituire o migliorare le possibilità di attracco e di assistenza alle imbarcazioni.

I porti previsti dovranno avere caratteristica pubblica.

Eventuali concessioni di utilizzo dovranno avere carattere di precarietà e non interessare più di un terzo dello sviluppo di banchina e dello specchio d'acqua previsto per l'ormeggio.

Le attrezzature portuali a terra non possono comprendere il rimessaggio, non possono coprire una superficie superiore al 20% dell'area di zona interessata e non possono superare l'altezza di mt. 4,00.

Il progetto portuale nelle sue opere a mare e a terra dovrà esse

50

re oggetto di intervento urbanistico preventivo.

Non sono, in alcuna area costiera al di fuori di quelle indicate dalla planimetria e conformi al presente articolo, previsti o autorizzabili porti ed attrezzature portuali.

L'area delle spiagge è invece inserita nella zona F1 - Spiaggia con attrezzature balneari. La normativa (art. 31) prevede prescrizioni relative esclusivamente all'installazione di attrezzature balneari e alle concessioni di spiaggia a privati. Non sono presenti indicazioni per interventi di difesa della costa.

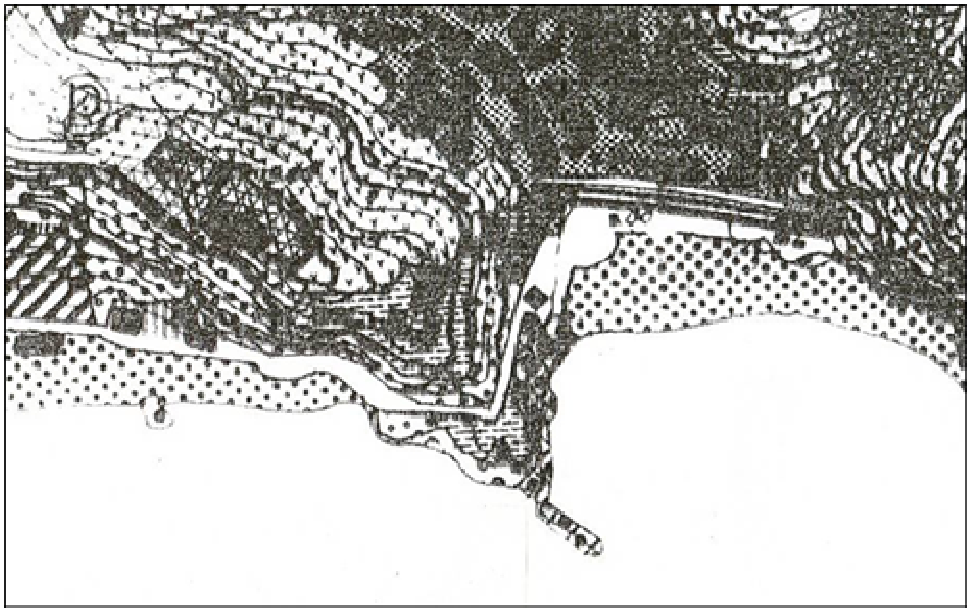


Figura 3.11: Stralcio P.R.G. vigente nel Comune di Monterosso al Mare

3.5.2 Compatibilità con gli strumenti urbanistici locali

Alla luce delle caratteristiche dell'intervento in progetto, che assolve alla funzione di manutenzione di un'opera a difesa dell'abitato, non configurandosi quali opere finalizzate alla realizzazione di una vera e propria attrezzatura portuale, esso risulta compatibile con gli strumenti urbanistici locali vigenti.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SEDIMENTOLOGICO

*Di seguito si presentano gli elementi principali della relazione geologica (**SA.R02.00**) facente parte del presente studio.*

Il golfo di Monterosso si sviluppa tra la punta del Mesco (ad ovest) e la punta del corone con il suo scoglio adiacente del Pae-vecciu.

Il litorale del lato orientale del promontorio del Mesco si sviluppa dapprima con una costa rocciosa alta e con un deposito litorale molto sottile formato da blocchi lapidei e ciottoli molto grossolani sino al porticciolo del Circolo velico.

Ad est, dopo il promontorio roccioso su cui è basata la statua del Gigante si trova un'ampia e profonda spiaggia, detta appunto "*del Gigante*", costituita prevalentemente da sabbia grossolana ed estesa sino al riempimento a mare comunemente denominato localmente "*discarica*", in passato utilizzato come campo sportivo ed attualmente come parcheggio.

A levante di tale riempimento si sviluppa la lunga e stretta spiaggia sabbioso-ghiaiosa di *Fegina* sino allo scoglio del *Malpasso;* oltre questo scoglio dopo un breve tratto di ancora di spiaggia sabbioso-ghiaiosa, si ritrova una scogliera radente in massi posta a difesa della sovrastante strada carrabile-pedonale che si sviluppa sino alla radice occidentale del promontorio della collina di S. Francesco.

Il paraggio che è oggetto specifico di questo intervento si espande dalla punta del promontorio di San Francesco ad ovest (da cui si dirama il tratto terminale del molo di attracco imbarcazioni passeggeri e pescatori), sino alla Punta del Corone e comprende tutta la spiaggia del Centro Storico che è suddivisa in tre settori distinti :

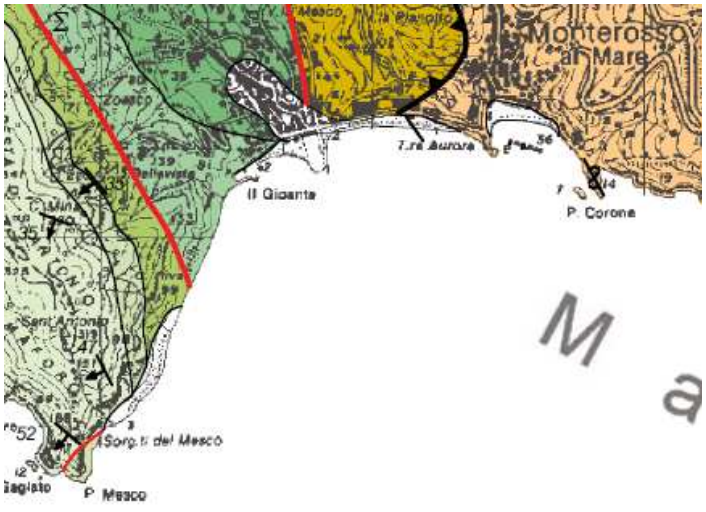
- Tratto ad ovest della foce del Torrente Pastanelli (destinato all'alaggio di imbarcazioni di piccole dimensioni)
- Tratto centrale (in parte occupato da una struttura di alaggio barche ed in parte da uno stabilimento balneare)
- Tratto ad est dello scoglio della Gaggià, denominata localmente spiaggia di Tragagià

4.1 Assetto geo-litologico

L'assetto geologico e strutturale del territorio del golfo di Monterosso è molto complesso e legato agli effetti causati dalla convergenza e dalla successiva collisione tra la placca Europea e quella Adria, che hanno determinato il sovrascorrimento delle Unità Tettoniche Liguri (*supergruppo della val di Vara* e *complesso di Monte Veri*) e Subliguri già deformate, sulle unità tettoniche più esterne toscane

Partendo dalla Punta del Mesco e per gran parte della zona di Fegina ritroviamo le unità liguri sedimentarie sovrapposte al nucleo ofiolitico con la successione delle seguenti formazioni geologiche come risulta dalle più complete pubblicazioni sulla area che sono disponibili in letteratura: *E. Abbate, Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto, in Memorie della Società Geologica Italiana, 1969* e *Terranova et Alli, Geologia, geomorfologia e vini del*

Parco Nazionale delle Cinque Terre, , Boll. Soc. Geol. It., Volume Speciale n. 6 (2006). L'assetto geologico è evidenziato anche nello stralcio riportato di seguito.



da Terranova et Alii , 2006

Tutta l'area ad ovest del vallone della stazione ferroviaria sino al confine orientale del comune è occupata da una formazione geologica nota in letteratura come *Macigno* dell'Oligocene superiore, appartenente all'unità tettonico-stratigrafica della Falda Toscana.

In particolare nella carta dell'Abbate del 1969 in tutta quest'area viene identificata la presenza di una litofacies definita come *Membro delle arenarie zonate di Riomaggiore*.

Si deve specificare che nel 2005 è stata però pubblicata la Carta Geologica d'Italia d'Italia in scala 1:50.000 (progetto C.A.R.G.) foglio 248 La Spezia, che si estende dal golfo della Spezia sino all'incirca al confine tra il comune di Vernazza e quello di Monterosso riprendendo gran parte della carta di Abbate del 1969 ma non coprendo l'area oggetto di studio.

In questa pubblicazione la formazione del *Macigno s.s*. viene descritta sotto l'aspetto litologico come costituita da "arenarie torbiditiche medio-grossolane in banchi con siltiti argillose e livelli conglomeratici".

Vengono inoltre identificate al suo interno, altre 3 litofacies:

- *Arenarie zonate* : arenarie torbiditiche fini (di colore grigio chiaro al taglio fresco, avana se alterate) e siltiti argillitiche (grigio scure o nerastre) in strati di 5-20 cm, con rapporto areniti/peliti compreso tra 1/3 – 1/10;
- *LItofacies Pelitico-siltoso*: Argilliti e argilliti siltose grigie, grigio chiare se alterate in strati da centimetrici a decimetrici con fratturazione preferenziale in frammenti prismatici allungati o appiattiti. Questa litofacies non è molto estesa e si trova spesso intercalata, in maniera discontinua, con livelli sottili all'interno della formazione s.s. o delle altre litofacies
- *Litofacies Marnoso siltoso*: torbiditi arenaceo-calcaree da fini a molto fini passanti a peliti siltoso marnose o marnose. Anche in questo caso questa litofacies è descritta come discontinua con livelli non regolari intercalati alla formazione s.s.

Sia sulle falesie prospicienti il paraggio della spiaggia oggetto di studio che su gran parte del bacino idrografico del t. Pastanelli sono presenti in massima parte rocce riconducibili a peliti e

peliti marnose; solo in minor misura si ritrovano arenarie zonate e nelle parti più alte del bacino anche se limitatamente, litofacies di arenarie grossolane.

La presenza di litotipi a tessitura fine ha condizionato fortemente l'alimentazione e la granulometria della spiaggia del centro storico.

4.2 Apporto di sedimenti ed evoluzione del litorale

Si deve innanzi tutto evidenziare che quasi tutto il territorio sino alla quota di circa 350-400m è stato da secoli terrazzato a fasce che hanno comportato in particolare l'arginatura di tutti i torrenti e dei loro affluenti anche minuti.

In particolare poi il tratto terminale dei tre torrenti principali, a partire dalla fine del settecento, è stato terrazzato con strutture, anche di dimensioni notevoli, in muratura in pietra con legante di calce per ricreare orti subpianeggianti per la coltivazione del limone.

Questo fatto sino a che il terrazzamento è stato stabilmente manutenuto sino al recente e diffuso abbandono dei terreni coltivati ha ridotto sensibilmente l'apporto di materiale detritico ai torrenti ed il trasporto verso mare in particolare di materiale a granulometria sabbioso ghiaiosa.

Gli apporti consistenti da parte delle aste torrentizie si riscontrano pertanto solamente in occasione di eventi alluvionali particolarmente significativi come, ad esempio, quelli recenti del 1966 e del 2011 con fenomeni molto intesi di erosione, frane e debris-flow.

Da evidenziare comunque che solamente i torrenti Fegina e Molinelli contribuiscono in qualche maniera all'apporto di sedimenti a granulometria sabbioso-ghiaiosa (derivanti dalle coltri di detrizione su substrato di gabbro) mentre il materiale alluvionale del T. Pastanelli è costituito prevalentemente da materiale terroso o da materiale lapideo grossolano o molto grossolano.

Un altro apporto significativo di materiale sabbioso e ghiaioso che andava ad alimentare le spiagge, è quello proveniente dalla detrizione delle rocce del promontorio del mesco che subiscono fenomeni di scalzamento da parte dell'ondazione e trasporto verso nord e verso est per effetto della deriva litoranea.

Da evidenziare che questo apporto era particolarmente accentuato in particolar modo sino a poco dopo la fine della attività estrattiva all'inizio degli anni 60. Dai piazzali di lavorazione posti alla base delle pareti di cava infatti veniva scaricato direttamente in mare il materiale lapideo di sfrido e di scarto di piccole dimensioni che trasformandosi poi in sabbia grossolana veniva trasportato verso levante andandosi a depositare anche in corrispondenza della spiaggia del centro storico. Sino agli inizi degli anni '70 la spiaggia era costituita per buona parte da arenaria quarzosa a granulometria media originatasi dalla formazione delle arenarie del Gottero. Una parte dello stabilimento balneare era riservato infatti alle "sabbiature" terapeutiche che venivano effettuate proprio con questo tipo di arenaria particolarmente adatto allo scopo.

Con il pressoché completo smantellamento dei piazzali di cava costituiti da materiale più fine, è venuto a mancare il contributo del materiale sabbioso ghiaioso con apporto quasi esclusivo

di ciottoli e massi lapidei anche di grandi dimensioni che si distribuiscono lungo il litorale del promontorio.

Oltre agli apporti di sedimenti di origine naturale a partire dalla metà dell'ottocento si sono verificati sversamenti sul litorale di grandi quantità di materiali.

Il primo contributo è seguente alla realizzazione della linea ferroviaria ottocentesca che dopo una decina di anni di lavori è stata terminata nel 1870. Dalla poca documentazione disponibile è presumibile che parte dello smarino della lunga galleria verso Levanto sia stato scaricato sul litorale nella zona prossima alla foce del torrente Fegina.

Il materiale di scavo delle gallerie tra Fegina e Monterosso invece è stato sistemato in un riempimento prossimo alla linea a levante della stazione per la realizzazione del binario morto di carico.

Per la galleria verso Vernazza invece una parte del materiale è stato scaricato in corrispondenza della finestra nel golfo dell'Acquapendente (sino agli anni 60 era presente ancora una spiaggia piuttosto ampia in ciottoli) ed in parte sulla spiaggia di Tragagià proprio allo sbocco della galleria.

Un altro contributo notevole di materiale al litorale, anche superiore al precedente, si è avuto con il raddoppio del binario e la realizzazione dei nuovi tratti di galleria, i cui scavi sono terminati intorno alla metà degli anni '60 e la nuova linea è stata inaugurata nel 1970.

In questo caso lo smarino della galleria del Mesco (tutto in rocce gabbriche), verso Levanto è stato scaricato tra il T. Fegina ed il Torrente Molinelli. Il materiale delle gallerie tra Fegina e Monterosso invece è stato scaricato a levante dello scoglio del Malpasso, utilizzando una rampa che oltrepassava sul pendio la linea esistente.

In questo caso però trattandosi di materiale molto meno resistente, a componente prevalentemente argillitico ed in relazione al fatto che la colmata era in una zona molto più esposta all'ondazione, il riempimento è stato smantellato nel giro di pochissimo tempo.

Al contrario, la "discarica" ha resistito e sino alla fine degli anni '70 è stata continuamente implementata con lo scarico di detriti vari di scavo e demolizione e soprattutto con tutto il materiale depositato nell'area di Fegina a seguito dell'evento alluvionale del 1966.

Con il raddoppio ferroviario, inoltre, a seguito della realizzazione dell'imbocco della nuova galleria verso Levanto ed a seguito dei danni dell'alluvione del '66 sono state effettuate importanti opere di regimazione e canalizzazione dell'alveo scoperto del t. Fegina che di fatto ha praticamente interrotto del tutto l'apporto di materiale detritico dalla parte alta del bacino al rivo, almeno sino all'evento alluvionale del 2011.

La sistemazione e stabilizzazione della discarica con ripetute opere di protezione in massi, ha di fatto praticamente interrotto il trasporto del materiale proveniente dal promontorio del Mesco verso levante. La spiaggia del Gigante sino al lato occidentale della discarica è andata pertanto progressivamente in accrescimento, con una variazione della granulometria che è passata da ciottolosa molto grossolana (sino agli anni 60) a sabbioso-ghiaiosa (situazione ben riscontrabile dal confronto della situazione attuale con foto storiche della spiaggia disponibili a partire dagli anni '20 del novecento).

La spiaggia di Fegina a Levante della "*discarica*" è andata invece in progressiva erosione, anche per la realizzazione di opere rigide di protezione della passeggiata ed in particolare delle murature con andamento planimetrico semicircolare costruite all'inizio degli anni '90 per la realizzazione del piazzaletto pedonale davanti all'ingresso della stazione ferroviaria . Per ovviare a tali fenomeni erosivi sono stati eseguite tra il 2005 ed il 2006 delle importanti opere di protezione e stabilizzazione mediante pennelli e barriere longitudinali sommerse ed un ingente ripascimento

Per analizzare meglio l'evoluzione della spiaggia del centro storico oltre all'analisi delle varie linee di riva tra il 1944 ed il 2013 riportate nella relazione del PTMAC sono state confrontate una serie di altre foto aeree a partire da quella più antica reperibile del 1937 dell'IGM , poi quelle del 1954 e del 1971, 1981, 1989 (sempre dell'IGM) con l'ortofotopiano digitale del 1990, 2019

Le opere e le vicende che hanno influenzato in maniera significativa sia l'estensione e la forma e le caratteristiche della spiaggia sono così sintetizzabili:

- scarico dello smarino della galleria per Vernazza in occasione del raddoppio ferroviario degli anni 50/60 sulla spiaggia di tragagià. La spiaggia è sensibilmente accresciuta sia come progressione della linea di costa sia come quantità di materiale presente che determina anche una maggior pendenza (fatto ben evidenziato dalla sottomurazione e dalla sospensione dei pilastri di sostegno della sovrastante via al Porto Roca che all'epoca della costruzione negli anni '60 erano appoggiati direttamente sulla spiaggia).
- Realizzazione del braccio esterno del molo di attracco dei pescatori/traghetti alla metà degli anni '60. Questa struttura ha fatto variare leggermente la forma della concavità della spiaggia con un incremento a ponente ed un arretramento a levante. Inoltre unitamente all'effetto della "*discarica*" già descritto in precedenza si ha una riduzione sensibile dell'apporto di sedimenti da ponente questa struttura è stata poi negli anni aumentata sia come struttura in calcestruzzo che come pennello in massi sino alla configurazione attuale. È una struttura comunque che viene facilmente sormontata da mareggiate di una certa intensità con frequenza almeno annuale.
- Realizzazione nel 1984 di una scogliera parallela orientata a contrasto dell'ondazione da libeccio. Inizialmente tale struttura ha fatto variare la forma della linea di riva facendo assumere un andamento lievemente convesso, ma contribuendo in maniera significativa all'erosione della spiaggia di tragagià soprattutto all'estremità orientale tanto da rendere necessaria la realizzazione di un piccolo pennello trasversale (nel 2010) per stabilizzarne proprio l'estremità orientale.
- Ripascimenti stagionali in vari anni sia con materiale di cava sia spostando il materiale dalla foce del t. Pastanelli alla spiaggia di Tragagià.
- Ripascimento dell'arenile (anni 2000) prelevando il materiale mediante sorbona a sud della scogliera e depositandola sulla linea di riva nel settore di Tragagià.

  Evento alluvionale del 2011. A seguito dell'occlusione della tombinatura del t. Pastanelli l'acqua che defluiva lungo via Roma (sopra alla tombinatura stessa) ha ingenerato un

intenso fenomeno erosivo della spiaggia a margine dello scatolare in particolare creando una profonda ed estesa voragine sul lato a levante ove era presente lo scalo di alaggio barche. Nei giorni seguenti questa voragine è stata poi colmata e regolarizzata con una parte dei detriti e del materiale terroso depositato lungo le vie del paese.

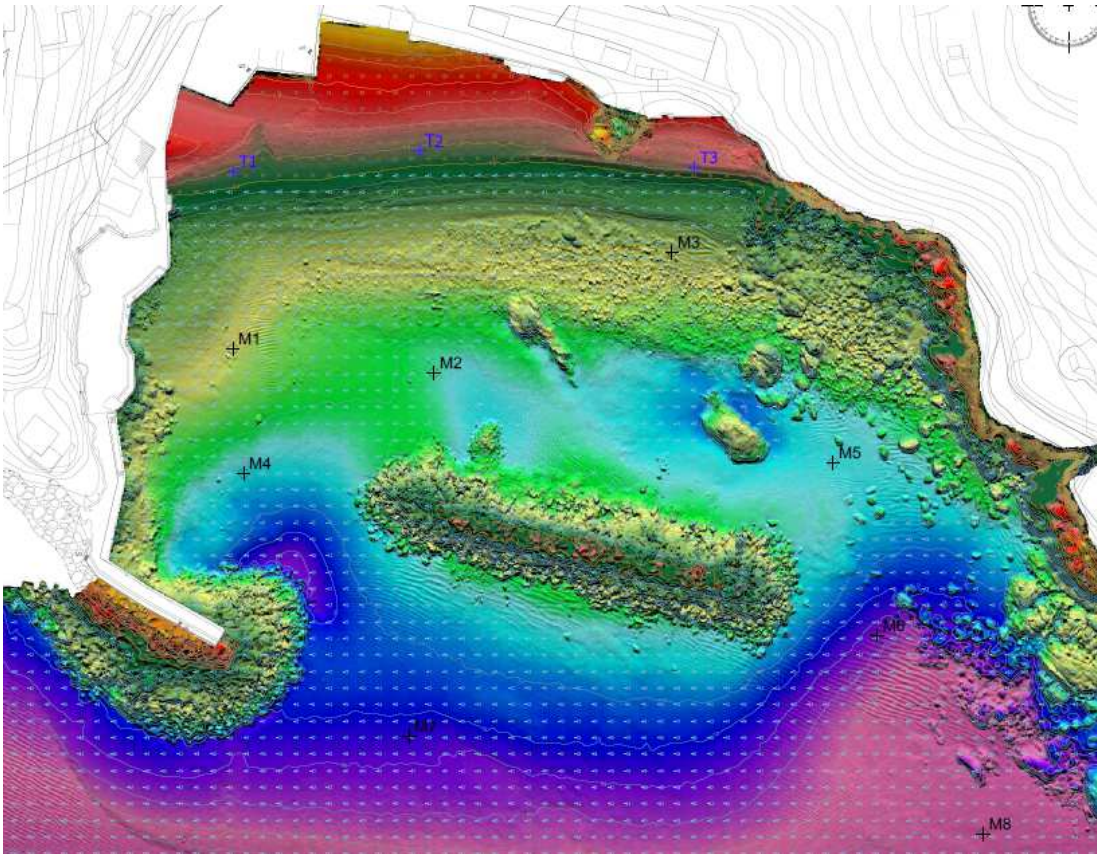
Da evidenziare che dopo l'alluvione del 2011, nonostante il trasporto eccezionale del Torrente Pastanelli, non si è registrato un accrescimento significativo della spiaggia del centro storico, ma in compenso è variata in maniera significativa la granulometria della spiaggia sommersa compresa tra la riva e la scogliera parallela con una presenza pressoché continua di ciottoli pluridecimetrici (prima molto rari e attualmente ben riconoscibili sia dalle foto aeree che dall'immagine del rilievo con multibeam) in prevalenza derivanti in prevalenza dallo smantellamento delle murature a secco lungo i versanti a seguito delle frane e dei debris-flow.

- Mareggiata ottobre 2018. Il molo è stato molto danneggiato soprattutto nella sua estremità, con particolare riferimento al pennello in massi e la scogliera esterna di protezione sulla punta. La linea di riva ha subito arretramenti nel settore davanti allo scoglio che ha messo in luce affioramenti rocciosi mai emersi in precedenza. Inoltre è da evidenziare l'abbassamento e soprattutto il cambio della granulometria della spiaggia a ponente della foce del torrente che attualmente, rispetto a prima della mareggiata del 2018, mostra una netta prevalenza della frazione ciottolosa pluri centimetrica e decimetrica.
- Anche in questi ultimi anni si sono effettuati con cadenza annuale ripascimenti stagionali con spostamento del materiale dalla foce del t. Pastanelli e nel 2020 con materiale proveniente dal dragaggio del porticciolo del circolo velico.

4.3 Campionamento e analisi granulometriche

Sono stati prelevati una serie di campioni di materiale sia a terra, (sigla Tn) sia a mare tramite sommozzatore (sigla Mn) al fine di effettuare delle analisi granulometriche per determinare la tessitura dei sedimenti

L'ubicazione esatta dei prelievi è riportata nella tavola di progetto D002 e riportata anche nello stralcio di seguito.



I campioni prelevati sono stati portati al laboratorio geotecnico specializzato *RINA Consulting - GET S.r.l.* di Genova, che su ciascun campione ha effettuato le analisi granulometrica "serie Wentworth" secondo la specifica *ASTM D422-63, Protocollo Arpal Criteri Ripascimento, L.R. 13-1999*.

Nella tabella seguente si sintetizzano i risultati ottenuti

Sigla	*Descrizione*	*Parametri Granulometrici*			
T1	*Sabbia ciottolosa*	% ciottoli 33.04	% ghiaia 8.90	% sabbia 57.38	% pelite 0.68
T2	*Ghiaia Ciottolosa*	% ciottoli 36.68	% ghiaia 62.77	% sabbia 0.54	% pelite 0.01
T3	*Ciottoli ghiaiosi con sabbia*	% ciottoli 69.17	% ghiaia 30.50	% sabbia 0.32	% pelite 0.01
M1	*Ciottoli ghiaiosi con sabbia*	% ciottoli 70.46	% ghiaia 28.13	% sabbia 1.39	% pelite 0.02
M2	*Ciottoli ghiaiosi con sabbia*	% ciottoli 38.14	% ghiaia 32.69	% sabbia 29.14	% pelite 0.03
M3	*Ghiaia ciottolosa*	% ciottoli 40.40	% ghiaia 52.83	% sabbia 6.73	% pelite 0.04
M4	*Sabbia Ghiaiosa*	% ciottoli 10.18	% ghiaia 43.54	% sabbia 46.22	% pelite 0.06
M5	*Sabbia con ghiaia*	% ciottoli 2.55	% ghiaia 16.50	% sabbia 80.56	% pelite 0.39
M6	*Sabbia media ben gradata*	% ciottoli 3.20	% ghiaia 3.20	% sabbia 92.14	% pelite 1.46
M7	*Sabbia medio fine ben gradata*	% ciottoli 0.39	% ghiaia 4.04	% sabbia 93.77	% pelite 1.80
M8	*Sabbia*	% ciottoli 0.00	% ghiaia 1.01	% sabbia 97.51	% pelite 1.48

5. VALUTAZIONE GENERALE DELLA SENSIBILITÀ AMBIENTALE DEL SITO

5.1 Vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici

Il "Patrimonio culturale" nazionale, costituito sia dai "beni culturali" che dai "beni paesaggistici" è riconosciuto e tutelato dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni Culturali e del Paesaggio come modificato e integrato dal D. Lgs. 24.03.2006, n. 157.

Il Codice individua e regolamenta i vincoli paesaggistici sia all'art. 136 sia all'art. 142.

L'art. 136 individua gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico da assoggettare a vincolo paesaggistico con apposito provvedimento amministrativo (lett. a) e b) "cose immobili", "ville e giardini", "parchi"..., c) e d.) "bellezze individue", nonché lett. c) e d) "complessi di cose immobili", "bellezze panoramiche"... c e d.) "bellezze d'insieme").

L'art. 142 individua, invece, le aree tutelate per legge ed aventi interesse paesaggistico di per sé, quali "territori costieri" marini e lacustri, "fiumi e corsi d'acqua", "parchi e riserve naturali", "territori coperti da boschi e foreste", "rilievi alpini e appeninici"...



Figura 5.1: *Stralcio carta dei vincoli architettonici archeologici e paesaggistici della Liguria tratta dal sito www.liguriavincoli.it*

L'area ricade nei vincoli paesistici di bellezza d'insieme "ZONA COSTIERA IN PROVINCIA DI LA SPEZIA NEI COMUNI DI DEIVA MARINA FRAMURA BONASSOLA LEVANTO MONTEROSSO AL MARE VERNAZZA RIOMAGGIORE LA SPEZIA PORTOVENERE" (Codice 070423) istituito con D.M. del 03/08/1959 e "INTEGRAZIONE AL VINCOLO 070423 RELATIVO ALLA ZONA COSTIERA IN PROVINCIA DI LA SPEZIA NEI COMUNI DI DEIVA MARINA FRAMURA BONASSOLA LEVANTO MONTEROSSO AL MARE VERNAZZA RIOMAGGIORE LA SPEZIA PORTOVENERE" (Codice 070424) istituito con D.M. del 24/04/1985.

Vincolo Paesistico Bellezza d'insieme

Codice vincolo	070423
Numero Progressivo per Comune	1
Oggetto del Vincolo	ZONA COSTIERA DEI COMUNI DI DEIVA FRAMURA BONASSOLA LEVANTO MONTEROSSO VERNAZZA RIOMAGGIORE LA SPEZIA PORTOVENERE (PARZIALMENTE REVOCATO PER IL COMUNE DI LA SPEZIA DA 070588)
Tipo Decreto	Decreto Ministeriale
Data del decreto	03/08/1959
Tipo di Pubblicazione	Gazzetta Ufficiale
Numero di pubblicazione	195
Data pubblicazione	14/08/1959
Grado identificazione	identificabile con precisione
Limiti amministrativi storici	SI
Decreto	**070423**
Stralcio cartografico	**070423_sc**

Vincolo Paesistico Bellezza d'insieme

Codice vincolo	070424
Numero Progressivo per Comune	3
Oggetto del Vincolo	INTEGRAZIONE AL VINCOLO 070423 RELATIVO ALLA ZONA COSTIERA IN PROVINCIA DI LA SPEZIA NEI COMUNI DI DEIVA MARINA FRAMURA BONASSOLA LEVANTO MONTEROSSO AL MARE VERNAZZA RIOMAGGIORE LA SPEZIA PORTOVENERE
Tipo Decreto	Decreto Ministeriale
Data del decreto	24/04/1985
Tipo di Pubblicazione	Gazzetta Ufficiale
Numero di pubblicazione	143
Data pubblicazione	19/06/1985
Grado identificazione	identificabile con precisione
Limiti amministrativi storici	SI
Decreto	**070424**
Stralcio cartografico	**070424_sc**

L'area in oggetto affacciando direttamente sul mare, ricade, inoltre, anche in area soggetta a vincolo paesistico secondo l'art. 142 del Codice.

5.2 Vincolo idrogeologico

Per quanto riguarda il vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3267 del 30.12.1923, sulla base della descrizione dei confini (relazione del Corpo Forestale dello Stato con referto di Pubblicazione del Comune di Monterosso in data 12.04.1954) e della relativa cartografia di dettaglio allegata e riportata in stralcio di seguito, risulta in zona sottoposta a Vincolo solamente il tratto più a Levante della spiaggia (spiaggia di Tragagià) ad est dell'allineamento dell'imbocco della galleria ferroviaria verso Vernazza.



Figura 5.2: *Stralcio Cartografia e foto aerea delle aree sottoposte al vincolo idrogeologico*

5.3 Aspetti ambientali e naturalistici

5.3.1 Siti di Importanza comunitaria (SIC)

Come mostrato nella figura che segue, l'intervento non ricade in alcun SIC/ZSC.

Nell'area immediatamente a levante sono presenti il SIC/ZSC terrestre "IT1344323 – COSTA RIOMAGGIORE – MONTEROSSO" e il SIC/ZSC terrestre marino IT1344270 - FONDALI PUNTA MESCO - RIO MAGGIORE".

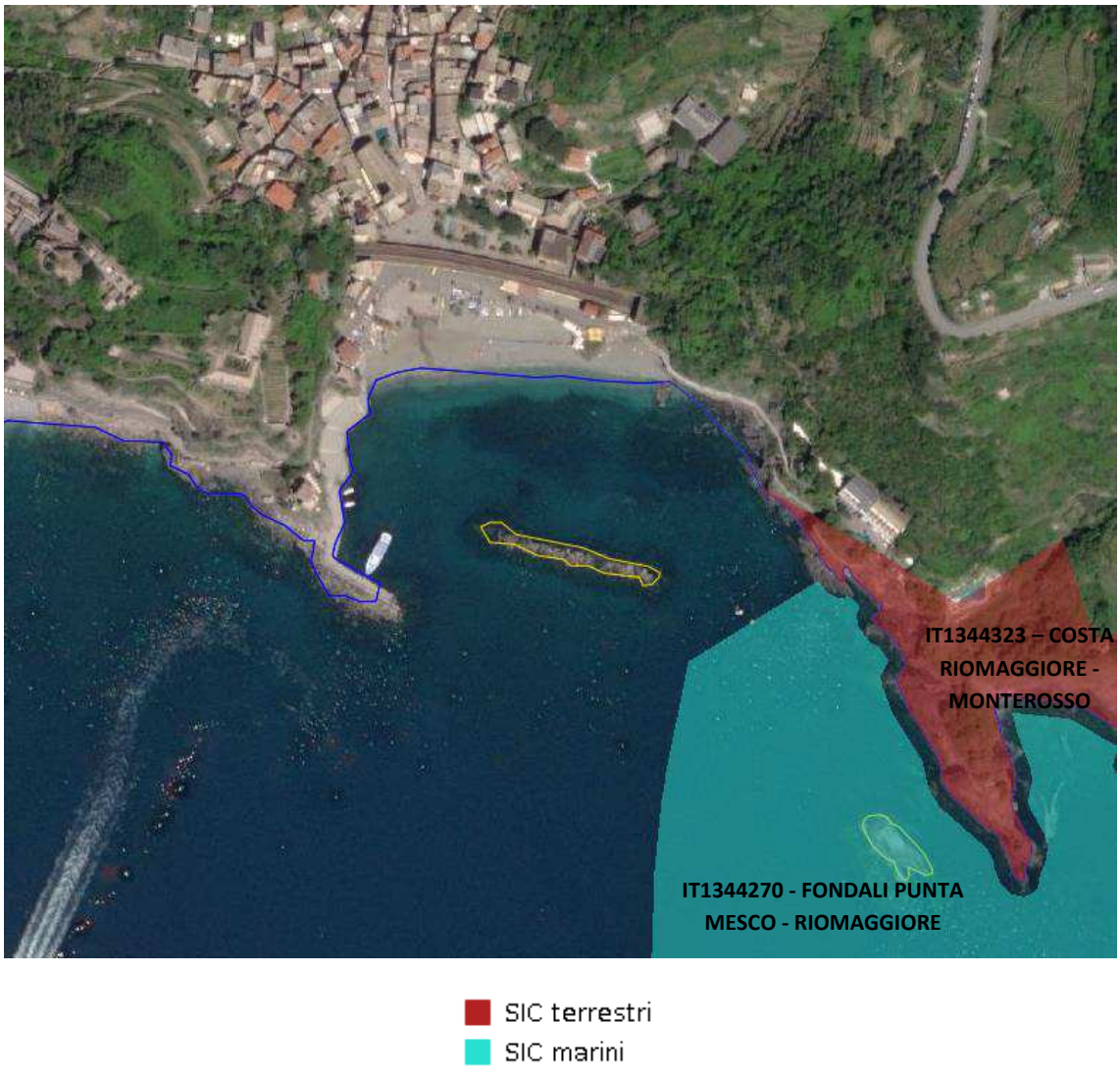


Figura 5.3: Stralcio carta S.I.C. Terrestri e Marini sc. 1:10000 - DGR n. 705/2012 e DGR n.613/2012 con Z.S.C. - DM MATTM 24/06/2015

5.3.2 Habitat Marini

Come risulta dalla figura seguente tratta dall'"Atlante degli Habitat Marini della Liguria" (G. Diviacco - S. Coppo) sui fondali antistanti il capoluogo sono presenti solo sabbia, con presenza di alghe fotofile su substrato prevalentemente artificiale nella zona del molo e della scogliera e di alghe fotofile e poi di alghe sciafile infralitorali in corrispondenza della scogliera naturale a levante della spiaggia. A mare del molo il fondale è costituito da sedimenti grossolani.

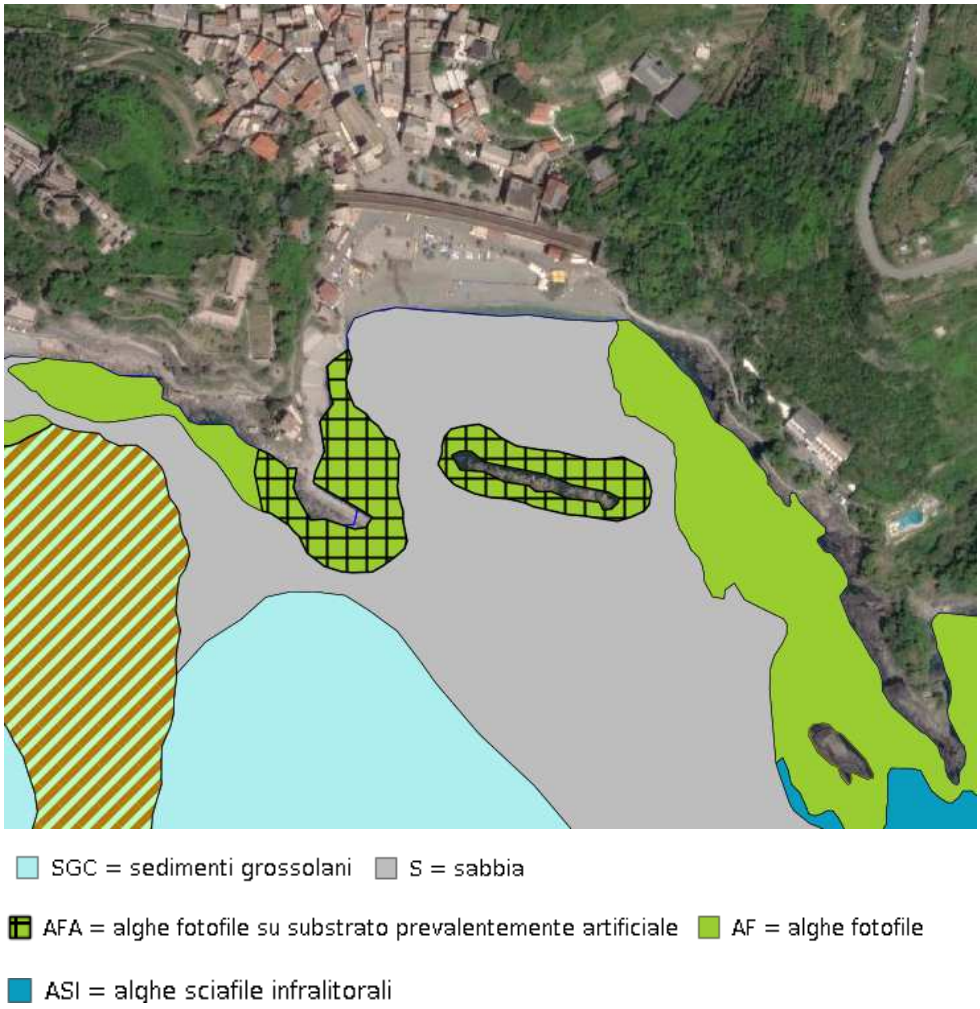


Figura 5.4: stralcio carta degli Habitat Marini della Liguria -2020

5.3.3 Aree protette

Come mostrato nella cartografia che segue, l'area di intervento ricade per la parte a mare nell'Area Marina protetta delle Cinque Terre.

Per la parte a terra ricade invece nel Parco nazionale delle Cinque Terre.



Figura 5.5: stralcio carta AREE PROTETTE E RELATIVI PIANI - l.r. n.3/2019

<u>Area Marina protetta delle Cinque Terre</u>

L'area marina antistante il paese di Monterosso è di elevato pregio ed è inserita all'interno dell'Area Marina protetta delle Cinque Terre, istituita con Decreto del Ministero dell'Ambiente del 12.12.1997.

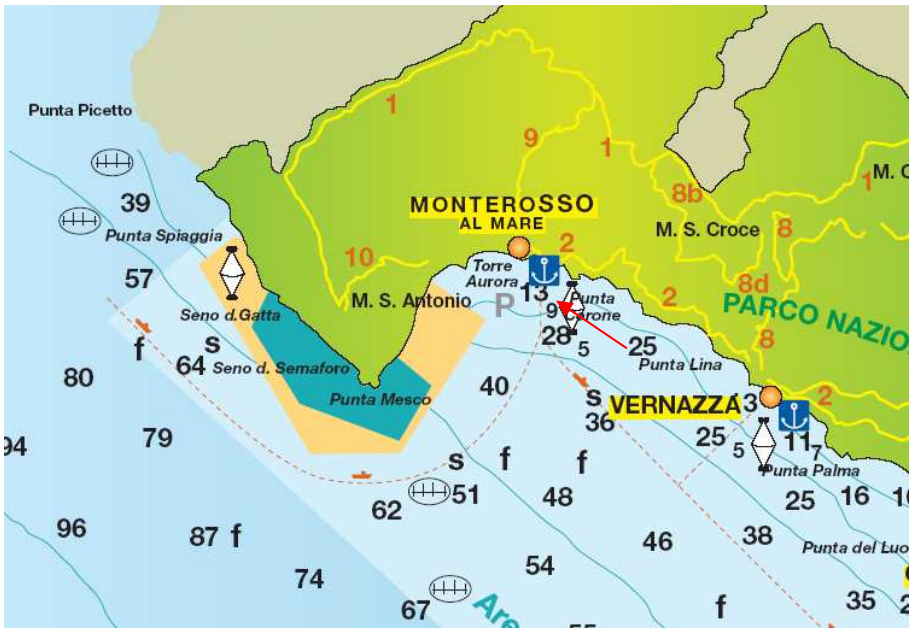


Figura 5.6: Stralcio Carta della zonizzazione dell'area Marina protetta delle Cinque Terre

Come emerge dalla carta l'area si suddivide in 3 zone principali:

- ZONA A di riserva integrale: "comprende le aree a maggior pregio naturalistico (Punta Mesco, Capo di Montenero),dove vincoli particolarmente restrittivi tutelano i fondali rocciosi caratterizzati dalla presenza di colonie della gorgonia Paramuricea clavata";
- ZONA B di riserva generale: "insiste su due aree che rappresentano una fascia di rispetto della zona A (circa 200 metri di profondità). La prima include la Prateria di Posidonia oceanica a Ovest di Monterosso, la più importante di tutto il litorale delle Cinque Terre. La seconda circonda il Capo di Montenero, i cui fondali ospitano, assieme a quelli di Punta Mesco, uno dei popolamenti più ricchi ed interessanti del nostro mare: il Coralligeno";
- ZONA C di riserva parziale: "include e collega i due promontori estremi, ponendo sotto osservazione e tutela una vasta area dove fondi rocciosi e sabbiosi si alternano creando una interessante varietà di ambienti sommersi che, assieme ai pregi naturalistici e paesaggistici della parte terrestre, concorrono a determinare una delle zone ambientalmente più interessanti d'Italia".

La zona antistante il capoluogo ricade in zona C.

Il Decreto del 20 luglio 2011 di aggiornamento dell'area marina protetta prevede che gli interventi di manutenzione e emessa in sicurezza delle opere e degli impianti ricadenti nel perimetro dell'Area Protetta, previsti dagli strumenti di programmazione territoriale e dai programmi integrati per la gestione della fascia costiera, siano realizzabili d'intesa con il soggetto gestore dell'area protetta e del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare , nel rispetto delle caratteristiche dell'ambiente dell'area marina protetta e delle sue finalità.

Parco nazionale delle Cinque Terre

L'Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre è l'organismo responsabile della gestione del Parco Nazionale e dell'Area Marina protetta.

Il Parco Nazionale delle Cinque Terre è stato istituito con Decreto del Presidente della Repubblica del 06.10.1999. Secondo la cartografia allegata al suddetto Decreto le aree del capoluogo ricadono nei centri abitati quindi al di fuori delle zone 1, 2 e 3 in cui è suddivisa l'area del Parco Nazionale delle Cinque Terre.



Figura 5.7: Stralcio cartografia allegata al D.P.R. 06.10.1999

Tali aree ricadevano, inoltre, nelle aree normate dal Piano del Parco delle Cinque Terre adottato con deliberazione della Giunta Regionale n.488 del 22 maggio 2002, ma la Regione Liguria con deliberazione della Giunta Regionale n. 1482 del 10.12.2010, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria n. 51 del 22 dicembre 2010 (parteII), ne ha disposto la revoca.

5.3.4 Relazione bionaturalistica

Data la peculiarità dei luoghi, per fornire un inquadramento naturalistico di dettaglio delle biocenosi marine potenzialmente interessate dai lavori di integrazione delle scogliere di protezione e in modo da escludere o minimizzare l'interferenza dei lavori marittimi con le praterie di posidonia della ZSC IT 1344270 (Fondali Punta Mesco - Riomaggiore) a fine settembre 2021 è stata svolta un'indagine tecnico-naturalistica a cura di RSTA. La relativa relazione tecnico naturalistica, a cui si rimanda per i dettagli, è allegata al presente studio ("***SA.R04.00*** *- Relazione tecnico-naturalistica sui bassi fondali circostanti il molo e la barriera presso la spiaggia di Monterosso al Mare*").

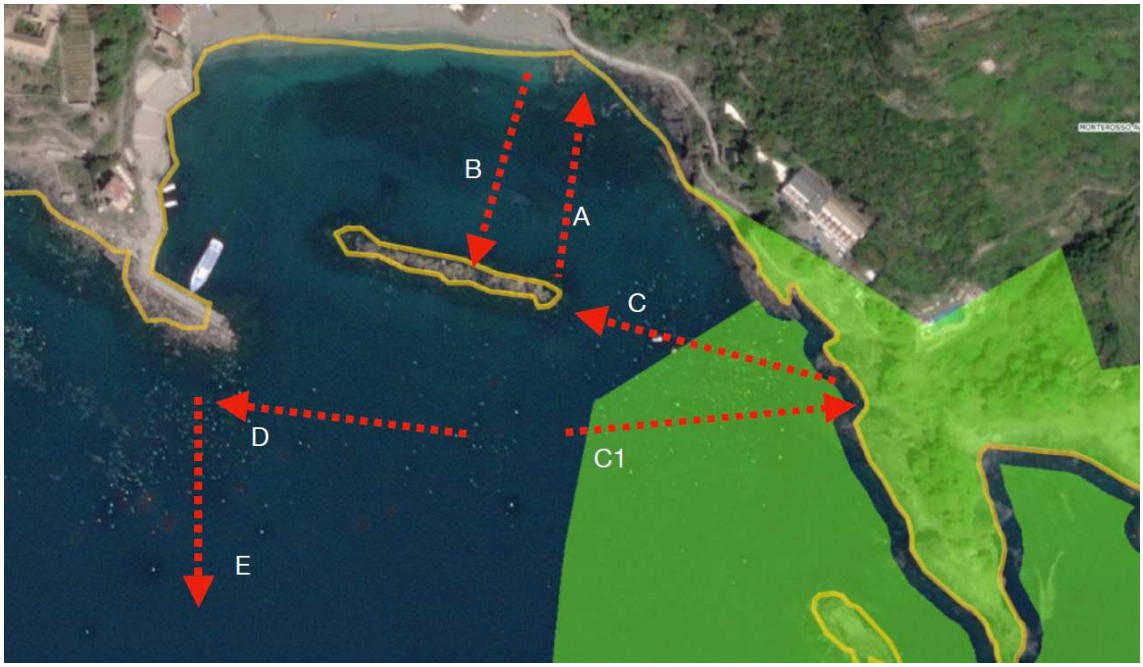


Figura 5.8: immagine satellitare con evidenziati i transetti OSS svolti

Da tale approfondimento, mediante indagine condotta da biologi marini in immersione, è emersa l'elevata biodiversità marina dei fondali della località Capoluogo ed è stata confermata la presenza del madreporario soggetto a tutela Cladocora caespitosa, osservato con un discreto numero di colonie. Le osservazioni hanno consentito di caratterizzare principalmente tre zone di fondale:

- (a) tra il molo e la scogliera emersa si è evidenziata la presenza di fondale incoerente e sabbioso (transetti D,E);
- (b) tra la spiaggia (lato levante) e la scogliera si presenta un fondale roccioso con alghe fotofile senza insediamenti di posidonia, ad esclusione di piccoli ciuffi isolati (transetti A e B).
- (c) Come mostrato nell'immagine che segue, nel perimetro della ZSC, dove in gran parte il fondale è caratterizzato da rocce con alghe fotofile e da zone sciafile tra le spaccature e gli ingrottamenti delle rocce e delle pareti, sono state rinvenute aree con chiazze isolate di posidonia insediate su roccia, con superfici di circa 25-40m$_2$.

Queste zone, si trovano a distanze crescenti (rispettivamente 80, 90, 118 e 145 metri) rispetto ai primi scogli sommersi sull'estremità di levante della scogliera.



Figura 5.9: figura con indicazione delle aree in cui è stata rilevata dalle indagini la presenza di posidonia insediata principalmente su roccia che rientrano nella zona occupata dal SIC

6. ASPETTI METEOMARINI

*Di seguito si presenta una sintesi degli elementi principali delle attività di modellazione numerica, redatte da DHI S.r.l. e contenute nel documento **SA.R03.00**.*

Le attività modellistiche a supporto dell'identificazione dell'ipotesi progettuale più idonea per il sito in esame sono state affrontate utilizzando i software MIKE by DHI, ed in particolare i moduli bidimensionali MIKE 21 SW – *Spectral Waves* e MIKE 21 HD - *Hydrodynamics*, per lo studio rispettivamente dei campi d'onda e dell'idrodinamica locale del litorale in studio.

Mediante l'utilizzo del database di ricostruzione delle condizioni di vento e onda nel Mar Mediterraneo MWM - Mediterranean Wind Wave Model-, con disponibilità di dati orari sul periodo 1979-2020, è stato:

- caratterizzato il clima ondoso al largo del Golfo di Monterosso;
- propagata l'intera serie ultra-quarantennale di moto ondoso da largo verso riva;
- predisposta l'analisi degli eventi estremi direzionale sottocosta;
- selezionata una serie di eventi d'onda sottocosta, variabili per altezza d'onda e direzione di provenienza, ben rappresentativi del clima ondoso locale.

6.1 Inquadramento del sito

Il paraggio costiero di Monterosso si sviluppa per circa 3.3 km, compresi tra Punta Mesco e Punta Corone. Esso può essere suddiviso in tre settori:

- Settore Occidentale: costituito dalle falesie del promontorio del Mesco, da due piccole spiagge ciottolose e dal porticciolo del circolo velico (costruito negli anni '60);
- Settore Centrale: costituito dalle spiagge di Fegina e del Gigante, con estensione totale di circa 600 m, compresi tra il porticciolo del circolo velico e il promontorio di San Cristoforo (Torre Aurora). I due lidi risultano separati da un terrapieno realizzato con i materiali di risulta dello scavo per il raddoppio della galleria ad ovest di Monterosso (costruito tra il 1963 e il 1970);
- Settore Orientale: esteso da punta San Cristoforo a punta Corone, è costituito dalla spiaggia del borgo antico e dalle falesie dei due promontori.

La presente analisi è focalizzata sul Settore Orientale, con particolare riferimento alla spiaggia di Monterosso ubicata nel settore più interno della baia, davanti al borgo vecchio, a levante rispetto al promontorio dei Cappuccini. All'interno di questo settore sono presenti un piccolo molo di attracco (Molo dei Pescatori) e una barriera frangiflutti posta a protezione della spiaggia, attualmente in via di modifica da struttura emersa a sommersa come da progetto esecutivo "Interventi di integrazione delle scogliere di protezione dell'abitato di Fegina e del Centro Storico di Monterosso al Mare (SP)", redatto dallo studio Idroing nel dicembre del 2020.

6.2 Dati meteomarini

È stato selezionato un punto per la caratterizzazione dei parametri d'onda relativamente ai 42 anni (1979-2020) di ricostruzione storica (modalità *hindcast*) delle serie orarie.

A seguire si riportano l'ubicazione grafica e le coordinate del punto selezionato, ubicato a circa 7 km dal litorale in esame.



Figura 6.1: Ubicazione del punto di estrazione da MWM (LON 9.608°E, LAT 44.088°N) i cui dati dal 1979 al 2020 sono stati utilizzati per la caratterizzazione del moto ondoso al largo

6.2.1 Dati di vento e di moto ondoso

Dall'analisi della rosa del vento si evince che il settore dominante e regnante, ossia caratterizzato dai venti più intensi e più frequenti, è quello da Nord-Est, in particolare le direzioni comprese tra 25°N e 55°N, che presentano una frequenza di circa il 15%, pari a poco meno di 2 mesi all'anno in media.

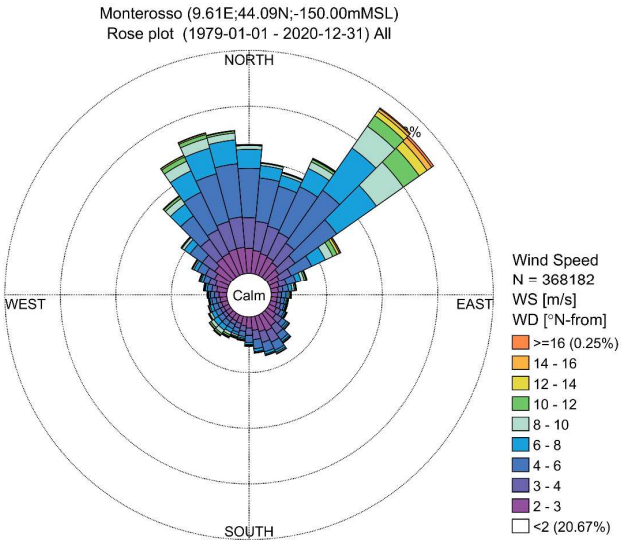


Figura 6.2: Rosa del vento per il punto MWM (LON 9.608°E, LAT 44.088°N) per il periodo 1979-2020. La calma è qui associata a venti con velocità inferiori a 2 m/s

Dall'analisi della rosa del clima ondoso, si evince che le ondazioni più frequenti e più intense provengono da Sud-Ovest (Libeccio), con particolare riferimento alle direzioni comprese tra 215°N e 245°N. Complessivamente, tale settore racchiude circa il 38% delle onde totali, corrispondente in media a circa 4 mesi e mezzo all'anno.

Decisamente minori sia per frequenza di occorrenza (18%), che per valori di altezza significativa (inferiori ai 4.5 m), sono le onde provenienti da Sud-Est (Scirocco), in particolare dal settore compreso tra 145°N e 175°N.

La condizione di calma, qui associata ad una altezza d'onda significativa inferiore a 0.25 m, si verifica mediamente per circa il 22% del tempo, corrispondente a poco più di 2 mesi all'anno.

Il valore di altezza d'onda significativa più elevato presente nella serie risulta associato alla mareggiata del 28 Dicembre 1999 (Hs al picco pari a circa 7.8 m), seguito da quella del 16 Dicembre 2011 (Hs al picco pari a circa 7 m). La più recente mareggiata del 29-30 Ottobre 2018, che ha colpito pesantemente l'intero litorale ligure, presenta nel punto MWM selezionato immediatamente al largo di Monterosso un valore di altezza significativa al picco poco maggiore di 6 m.

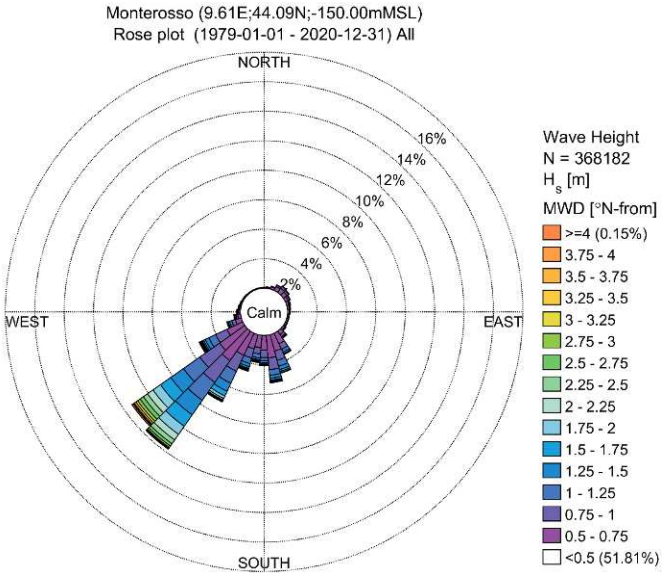


Figura 6.3: Rosa del clima ondoso al largo per il punto MWM (LON 9.608°E, LAT 44.088°N) per il periodo 1979 – 2020. La calma è qui associata a onde con H_s inferiori a 0.25 m

Dall'analisi a scala mensile, per i singoli mesi si osservano direzioni di provenienza medie analoghe a quelle su base annua: solo nei mesi di giugno, luglio ed agosto si evidenzia una diminuzione delle mareggiate da Scirocco e Mezzogiorno, con un incremento del 10-15% di ondazioni da Libeccio (valutazioni in riferimento al sottosettore 215°N-235°N).

6.3 Modello di calcolo, dati sedimentologici

Le dimensioni del dominio di calcolo del modello numerico implementato sono più estese rispetto all'area per la quale risulta disponibile rilievo del'ottobre 2021: a integrazione dei recenti dati locali, sono state pertanto utilizzate le batimetrie provenienti dalle carte nautiche digitali.

Il dominio di calcolo si estende per circa 15 km in direzione parallela a costa, comprendendo l'interno Golfo di Monterosso, il promontorio di Punta Mesco sino alla baia di Levanto a Ponente e sino a Cala Montenero (Riomaggiore) a Levante; trasversalmente a costa si estende per circa 7 km, fino a raggiungere una profondità di circa 130 m, dove è localizzato il punto di estrazione dei dati del clima ondoso del database MWM.
La batimetria del modello è stata costruita utilizzando un approccio a maglia flessibile: la risoluzione spaziale al largo (lunghezza media dei lati dei triangoli) è di circa 300 m, ed aumenta progressivamente fino a 30 m nella fascia centrata sull'area di intervento.

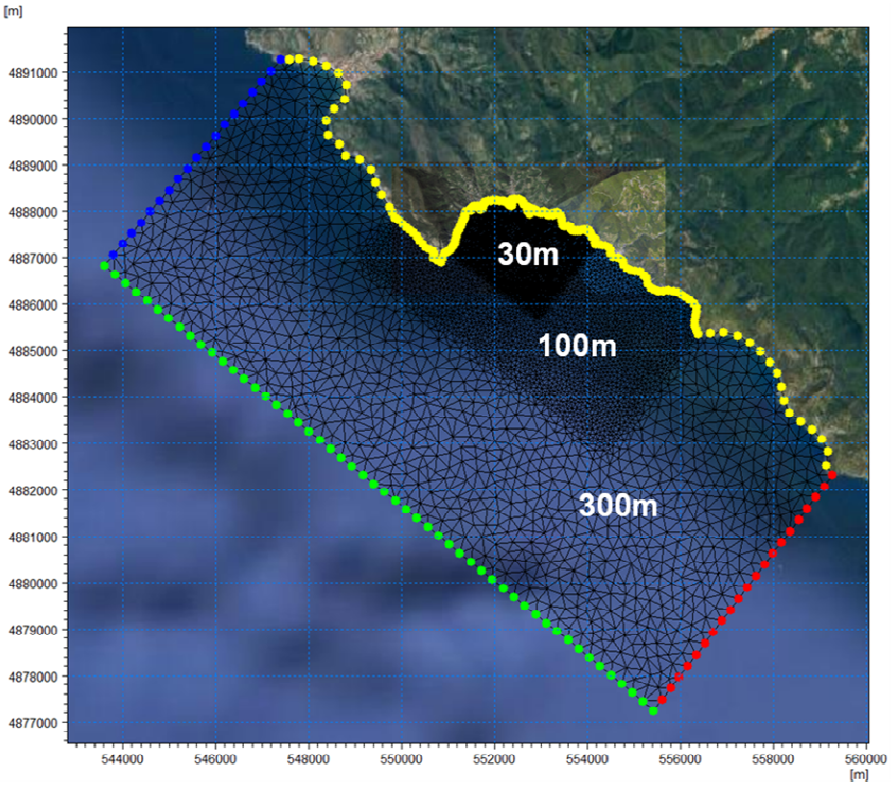


Figura 6.4: Rappresentazione della differente risoluzione della mesh di calcolo utilizzata nel modello di propagazione del moto ondoso

Per la caratterizzazione sedimentologica del sito è stata predisposta, nell'Ottobre del 2021, una campagna di 11 campionamenti, di cui 3 su spiaggia emersa (T1-T2-T3) e 8 su spiaggia sommersa (codifica da M1 a M8).

6.4 Risultati del modello d'onda

La propagazione dell'intera serie di dati ha permesso di ottenere la distribuzione delle principali grandezze di moto ondoso (altezza d'onda significativa, periodo medio e di picco e direzione media di propagazione) in tutti i punti del dominio di calcolo, rendendo pertanto possibile estrarre la serie in qualsiasi punto sottocosta.

Nelle immagini a seguire è riportata, a titolo di esempio, la distribuzione spaziale dell'altezza d'onda significativa in riferimento ad alcuni eventi ondosi provenienti dai principali settori

direzionali; in *Figura 6.5:* è riportata un'onda da Libeccio caratterizzata da un'altezza significativa Hs pari a 6 m, in *Figura 6.6:* un evento da Mezzogiorno di Hs pari a 2.5 m ed in *Figura 6.7:* un evento da Scirocco caratterizzato da Hs=1.8 m.

Si osserva che il promontorio di Punta Mesco induce un'importante attenuazione delle altezze per le onde provenienti da Libeccio; l'effetto schermante si attenua progressivamente per direzioni di provenienza via via meno inclinate rispetto all'allineamento della costa. La scala cromatica mette bene in evidenza la protezione offerta.

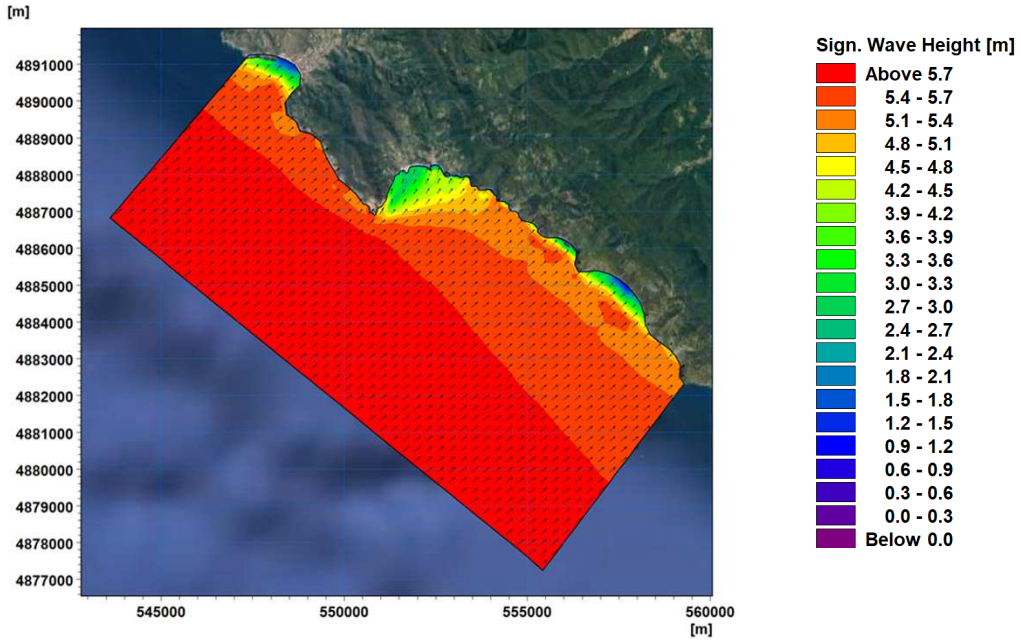


Figura 6.5: Distribuzione dell'altezza d'onda significativa nel dominio di calcolo per un'onda da Libeccio (dati di onda del 28 Dicembre 1999 ore 12. Dati al largo: Hs=6.0 m, Tp=11.6 s, MWD=231°N)

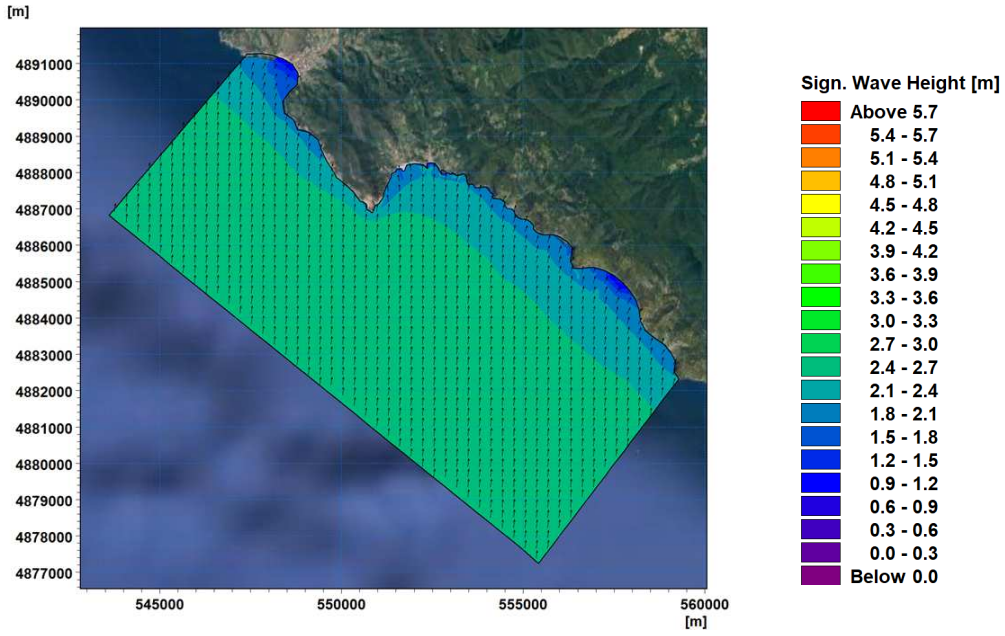


Figura 6.6: Distribuzione dell'altezza d'onda significativa nel dominio di calcolo per un'onda da Sud (dati di onda del 5 Novembre 2008 ore 06. Dati al largo: Hs=2.5m, Tp=7.9 s, MWD=188°N)

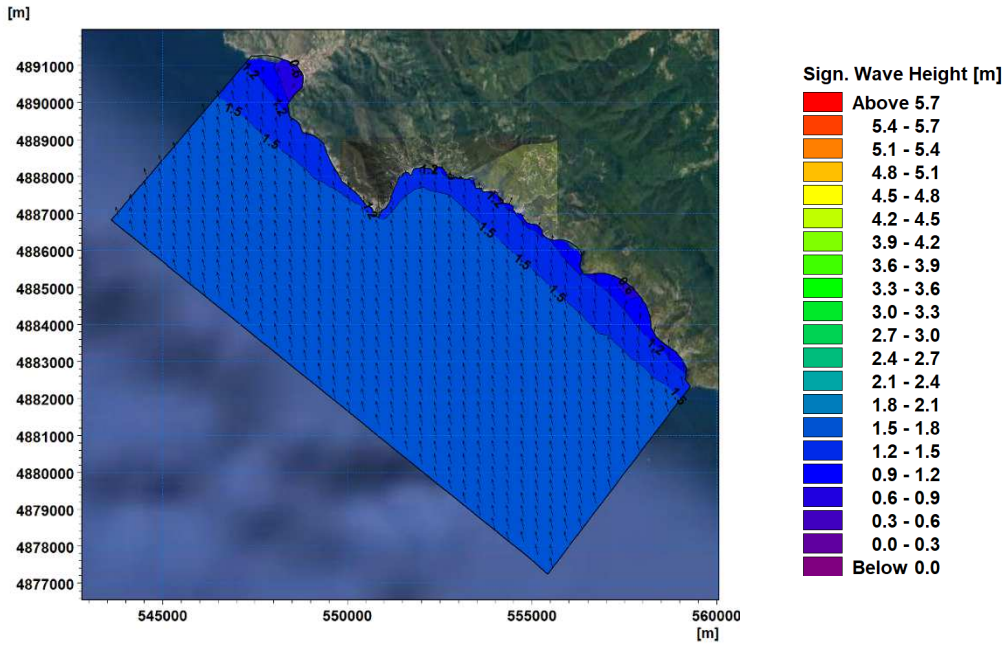


Figura 6.7:Distribuzione dell'altezza d'onda significativa nel dominio di calcolo per un'onda da Scirocco (dati del 27 Febbraio 2016 ore 22. Dati al largo: Hs=1.8 m, Tp=4.9 s, MWD=147°N)

I risultati della propagazione del moto ondoso mostrano una distribuzione delle altezze piuttosto regolare con l'andamento dei fondali: la variazione di pendenza determina infatti una graduale dissipazione dell'energia ondosa con la propagazione verso costa.

La variazione dell'orientazione dei vettori nell'avvicinamento a costa, che tendono a disporsi perpendicolarmente alle isobate, mette in evidenza il verificarsi del fenomeno della rifrazione, che è tanto più marcato quanto più la direzione di provenienza delle onde al largo è inclinata rispetto alla perpendicolare a costa.

6.5 Analisi statistica degli eventi estremi

6.5.1 Altezza d'onda significativa sottocosta

L'analisi è stata condotta con un approccio direzionale, per i settori ritenuti di maggiore interesse in considerazione dell'esposizione del paraggio in esame. In particolare, facendo riferimento alla rosa delle onde, sono stati individuati i seguenti 3 settori, ciascuno con un'ampiezza di 30°:

- settore A: tra 155°N e 185°N (MWD media di riferimento: 170°N);
- settore B: tra 185°N e 215°N (MWD media di riferimento: 200°N);
- settore C: tra 215°N e 245°N (MWD media di riferimento: 230°N).

Per ciascuno di questi tre settori, a partire dall'intera serie temporale ultra-quarantennale si è proceduto ad estrarre un numero sufficientemente rappresentativo di eventi statisticamente indipendenti, caratterizzati dai valori più elevati di altezza d'onda significativa in riferimento

allo specifico settore. Gli eventi di volta in volta selezionati per ciascun settore sono stati mediamente di circa 1 / 2 all'anno.

Valori risultanti dalla statistica degli estremi per l'altezza d'onda significativa Hs per i vari settori direzionali considerati

Hs [m]			
Tempo di ritorno [anni]	**Settore A**	**Settore B**	**Settore C**
1	2.2	3.5	4.9
5	3.0	4.5	5.8
10	3.3	4.9	6.1
25	3.7	5.5	6.6
50	4.0	5.9	6.9

6.5.2 Livello marino

L'analisi statistica dei dati di livello del mare si basa sulla serie di livello idrometrico registrata dal mareografo di Genova. Il mareografo è posto all'interno del bacino portuale, pertanto è in grado di tenere in considerazione i seguenti contributi alla composizione del livello superficiale totale:

- contributo della marea astronomica;
- contributo della pressione atmosferica (effetto di "barometro inverso");
- contributo del vento (effetto "*wind setup*", ovvero schiacciamento della massa d'acqua verso terra in concomitanza con intensi venti provenienti dal mare).

Per la sua posizione, il mareografo non misura l'effetto dell'onda ("*wave setup*") che, su costa aperta e in bassi fondali, laddove si verifica il frangimento, può ulteriormente contribuire ad innalzare (localmente) la superficie marina.

Valori di livello marino WL [m] per diversi periodi di ritorno TR, risultanti dall'analisi statistica

Livello marino	**TR 1 anno**	**TR 5 anni**	**TR 10 anni**	**TR 50 anni**
	WL [m]	**WL [m]**	**WL [m]**	**WL [m]**
Mareografo Genova	0.47	0.57	0.62	0.71

6.6 Simulazione delle dinamiche costiere di stato attuale

Il modello integrato è stato implementato su un dominio di calcolo più ridotto rispetto a quello utilizzato per la propagazione dal largo verso riva e risulta esteso lungo costa per circa 3.7 km e verso il largo per circa 1.7 km.

Si precisa che la scogliera, attualmente emersa, posta davanti alla spiaggia del Borgo è stata inserita nel dominio di calcolo secondo la configurazione prevista dal Progetto Esecutivo degli

"Interventi di integrazione delle scogliere di protezione dell'abitato di Fegina e del Centro Storico di Monterosso al Mare (SP)", redatto dalla IDROING, nel dicembre del 2020, attualmente in fase di realizzazione. Al fine di migliorare la funzionalità dell'opera di difesa è stata infatti programmata una sostanziale modifica della sagoma, con abbassamento della quota della berma da emersa fino a -1 m, e contestuale incremento della larghezza della stessa fino a 25 m.

In considerazione dell'imminente realizzazione dell'intervento sulla scogliera, d'accordo con il Progettista, si è proceduto includendo l'opera già modificata nelle simulazioni di "stato attuale".

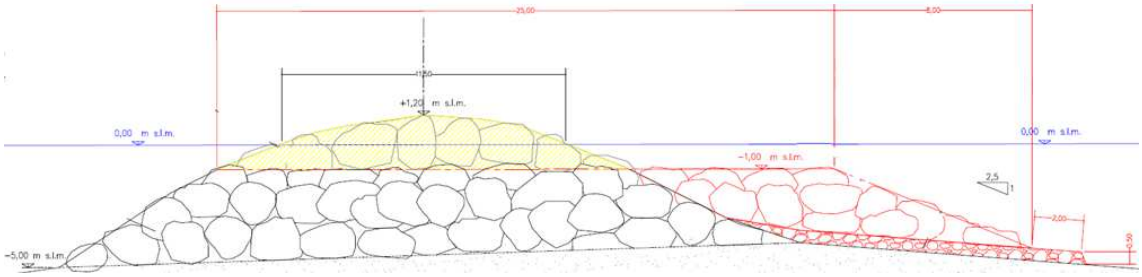


Figura 6.8:Sezione tipologica della scogliera nella configurazione attuale (in nero) e ad intervento realizzato (IDROING, 2020)

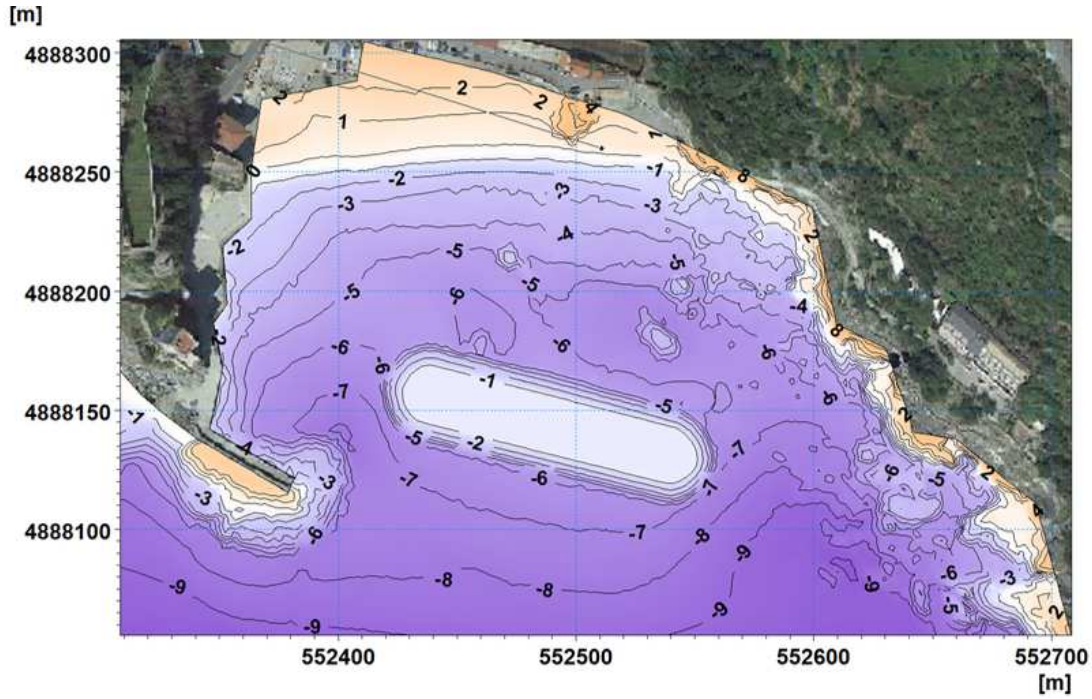


Figura 6.9: Dettaglio della batimetria relativo alla zona oggetto dell'intervento di riassetto del paraggio

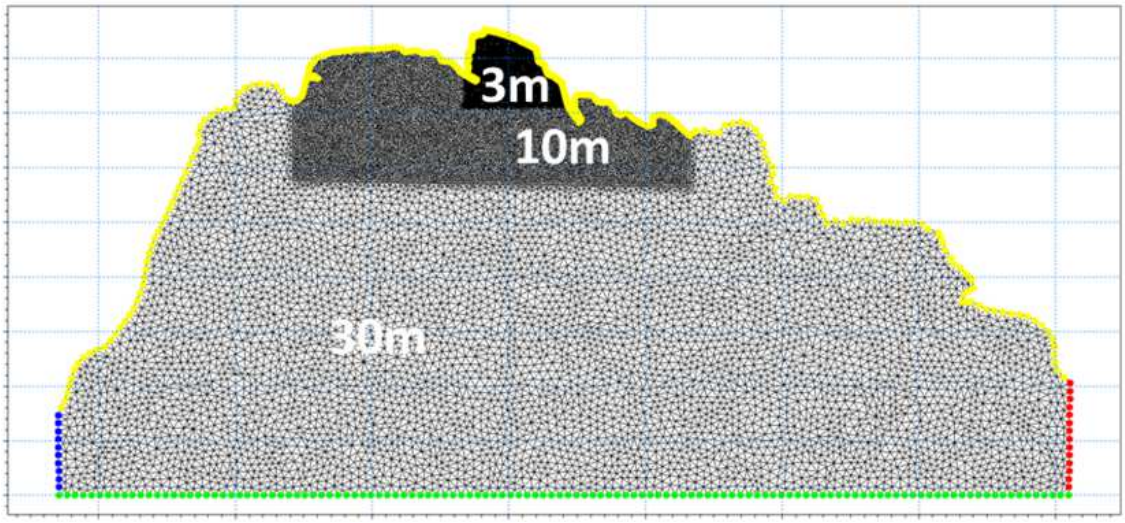


Figura 6.10: Risoluzione della mesh di calcolo del modello di dettaglio

6.6.1 Selezione delle condizioni d'onda rappresentative

Si è assunto di selezionare per i successivi approfondimenti modellistici tre onde rappresentative di riferimento, una per ciascuno dei principali settori direzionali di provenienza, settore A, B e C.

Per ciascun settore direzionale sono state simulate le onde caratterizzate da un'altezza significativa Hs con associato tempo di ritorno pari ad 1 anno, in rappresentazione di un evento poco frequente (anche se non estremo), ma con una altezza tale da innescare dinamiche litoranee non trascurabili in termini di corrente e associato trasporto sedimentario; ai valori di altezza d'onda significativa per TR 1anno sono stati associati i valori di periodo di picco Tp, stimati attraverso le relazioni Hs-Tp definite sulla base del campione dati per ogni settore direzionale di 30°.

Elenco delle condizioni d'onda selezionate per il modello 2D di dettaglio (onda e conseguente circolazione locale)

Settore	Hs [m]	Tp [s]	MWD [°N]
A	2.2	7.6	170
B	3.5	8.6	200
C	4.9	9.0	230

Alle condizioni d'onda sopra riportate, nelle simulazioni modellistiche descritte in dettaglio nel seguito, è stato cautelativamente associato un livello del mare di riferimento pari a 0.47 m, corrispondente ad un tempo di ritorno pari ad un anno.

6.6.2 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=1 anno – stato attuale

Nell'area marina prospiciente il borgo di Monterosso, le mappe evidenziano come l'opera di difesa sommersa riesca ad abbattere in modo efficace l'energia associata al moto ondoso. Per tutte le condizioni d'onda simulate, la zona compresa tra la scogliera parallela a costa e la linea di riva beneficia dell'effetto schermante della struttura, con una significativa riduzione dell'altezza d'onda, tanto più evidente al crescere di Hs. Osservando i risultati modellistici è visibile, a seconda della direzione di provenienza del moto ondoso, la presenza di corridoi "liberi", lateralmente alla scogliera, ove il moto ondoso riesce a penetrare e raggiungere la spiaggia.

Tale effetto è maggiormente evidente per gli eventi con direzione di provenienza da Sud-Est/Sud, poiché per le mareggiate da Libeccio subentra anche la schermatura esercitata dal molo destinato all'attracco dei battelli, la cui orientazione garantisce, in combinazione con la scogliera, una protezione del litorale sino al piccolo pennello in massi a Levante.

Da evidenziare anche una significativa riduzione locale dell'energia conseguente alla presenza di numerosi massi affioranti in prossimità di Punta Corone.

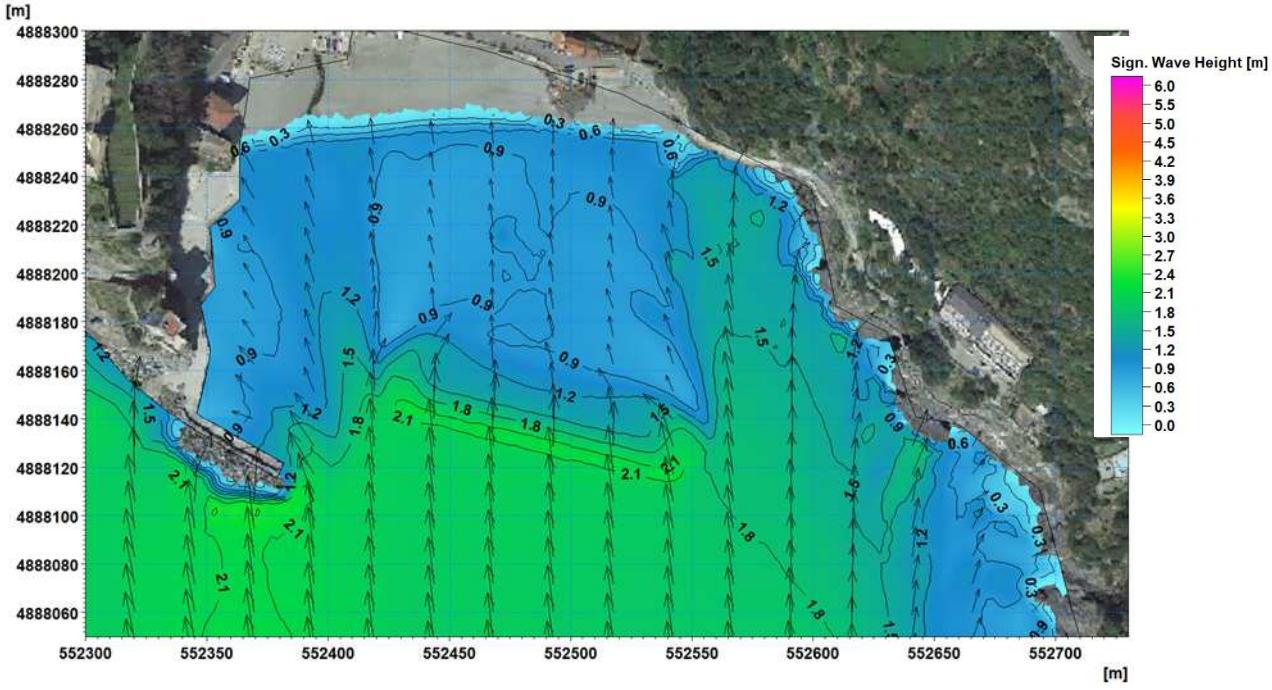


Figura 6.11: Distribuzione dell'altezza d'onda in dettaglio sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

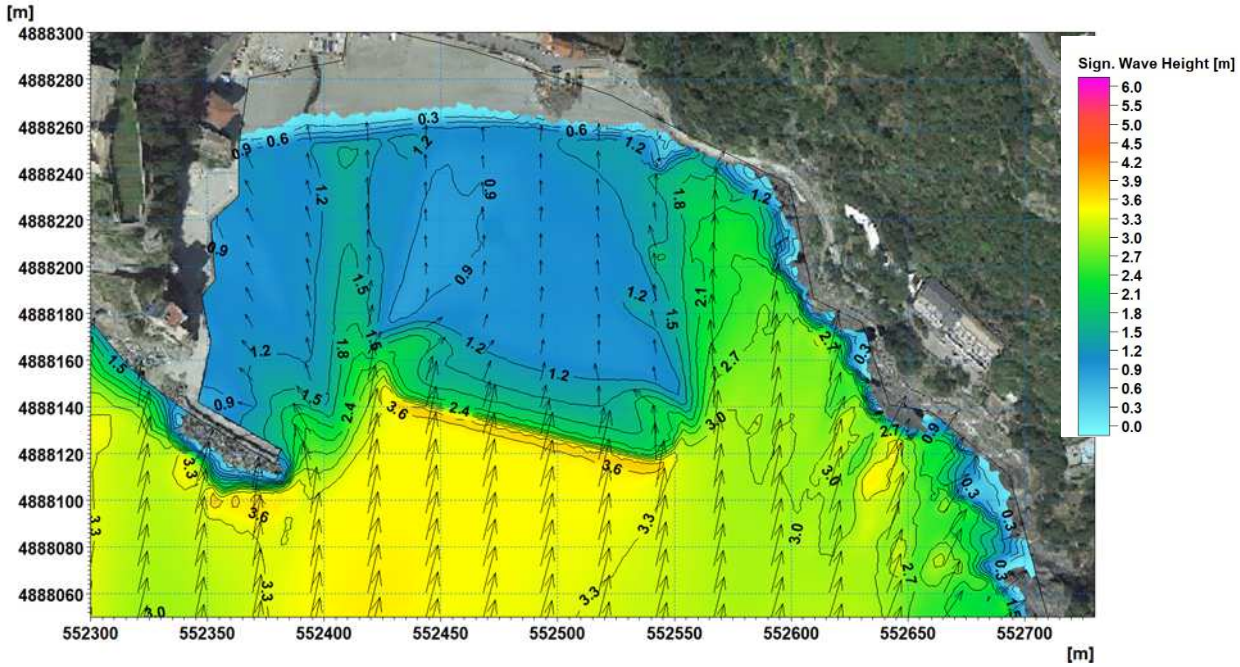


Figura 6.12: Distribuzione dell'altezza d'onda in dettaglio sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

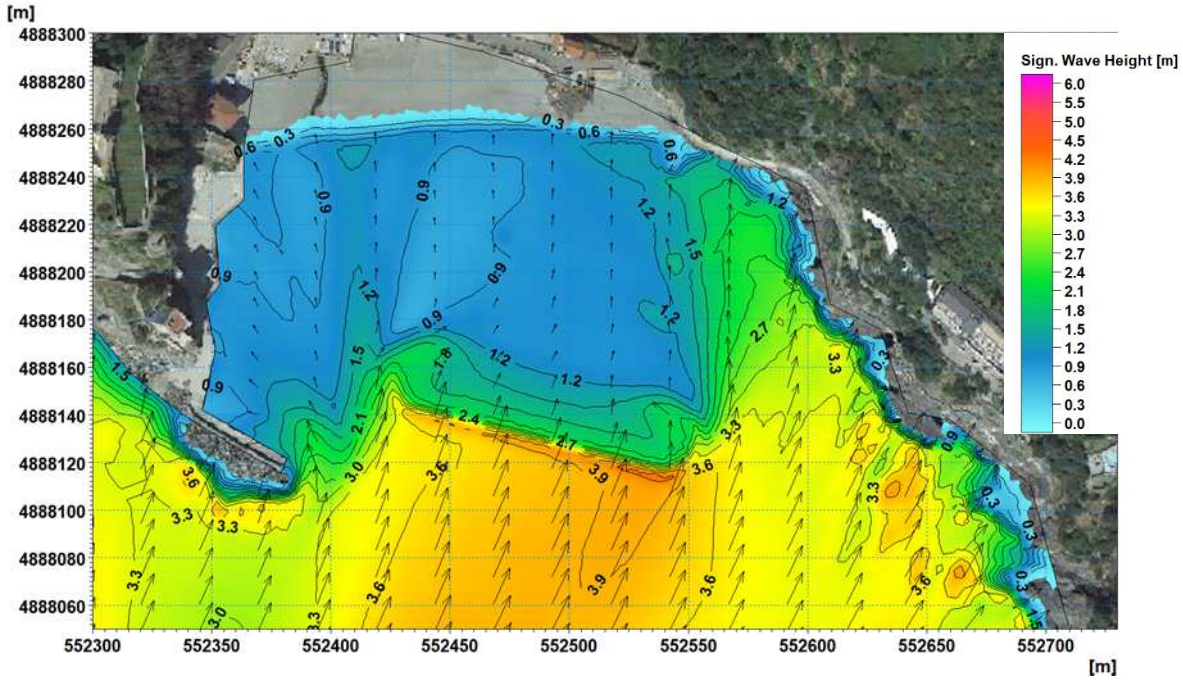


Figura 6.13: Distribuzione dell'altezza d'onda in dettaglio sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.6.3 Risultati del modello idrodinamico – stato attuale

Nel caso specifico della spiaggia di Monterosso è necessario scindere l'andamento della circolazione a scala di golfo, strettamente dipendente dalla direzione di provenienza del moto ondoso, con quella della corrente caratteristica della zona oggetto dell'intervento in progetto: quest'ultima, infatti, per la peculiare conformazione naturale abbastanza chiusa della baia, ulteriormente accentuata dall'inserimento del Molo dei Pescatori per l'approdo dei battelli e della scogliera per la difesa della costa, risulta sempre caratterizzato da un flusso con direzione da Levante verso Ponente, che da Punta Corone lambisce il costone roccioso di Levante, sino a raggiungere la spiaggia del Borgo. Raggiunto il litorale, il flusso tende poi ad invorticarsi in senso antiorario.

Nella condizione di onda con provenienza 170°N, settore A, il flusso è caratterizzato da deboli intensità di corrente, generalmente inferiori ad 1 m/s. A scala di golfo si osservano 2 flussi, a Levante con direzione Est-Ovest, a Ponente con direzione Ovest-Est, che s'incontrano in corrispondenza della spiaggia di Fegina e confluiscono in una corrente diretta verso il largo (*rip*). In prossimità del litorale del Borgo si evidenziano deboli flussi, con qualche locale accelerazione in corrispondenza dei massi affioranti limitrofi a Punta Corone, in prossimità della scogliera parallela a costa e della testata del molo, e dalla linea di riva.

Nella condizione di onda con direzione media di provenienza 200°N, settore B, la macro-circolazione dell'intera baia risulta molto simile a quella evidenziata per il settore A. Nella spiaggia del Borgo è possibile identificare un flusso continuo, con direzione da Levante verso Ponente, fino al piccolo pennello in massi ubicato al limite Est della spiaggia, che favorisce il distaccamento del ramo principale della corrente che poi si invortica e converge verso la scogliera, ove si osserva un significativo incremento delle intensità di corrente in corrispondenza della struttura con berma a profondità di 1m.

La dinamica della corrente litoranea è maggiormente definita per la condizione d'onda dal settore C, ove si può identificare chiaramente il percorso del flusso che, dopo aver superato Punta Corone, lambisce le scogliere, con locali accelerazioni anche significative, sino a raggiungere la spiaggia del Borgo. Anche in questo caso si apprezza la funzione protettiva del piccolo pennello in massi che allontana la corrente favorendo la formazione di un vortice diretto in senso antiorario. La fascia attiva del flusso raggiunge picchi di intensità sino a 2 m/s nella zona rocciosa limitrofa alla falesia del promontorio di Punta Corone. Evidente l'aumento del gradiente della velocità in corrispondenza della scogliera in massi, parallela a costa, ove la riduzione della sezione idraulica comporta intensità sino a 1.5-1.7m/s.

Dall'analisi di tutte le condizioni di onda selezionate emerge come la conformazione locale e la presenza del Molo generino, per tutte le condizioni di onda, un'ampia zona protetta e una conseguente deriva dei sedimenti da levante verso ponente, con tendenza al deposito in prossimità e del Molo stesso e della relativa strada di accesso.

Si segnala che, per effetto dell'innalzamento del livello marino a tergo della scogliera indotto dal frangimento e dalla tracimazione dell'onda sull'opera, il conseguente dislivello tra la porzione di mare protetta dall'opera e quella esterna (*piling-up*), determina la formazione di flussi di corrente in uscita nella porzione di mare tra molo e scogliera e tra scogliera e il

costone roccioso. Tali flussi, specialmente per la zona degli affioramenti rocciosi, favoriscono locali invorticamenti e accelerazioni della corrente.

A seguire si riportano stralci delle mappe di intensità di corrente delle condizioni d'onda simulate.

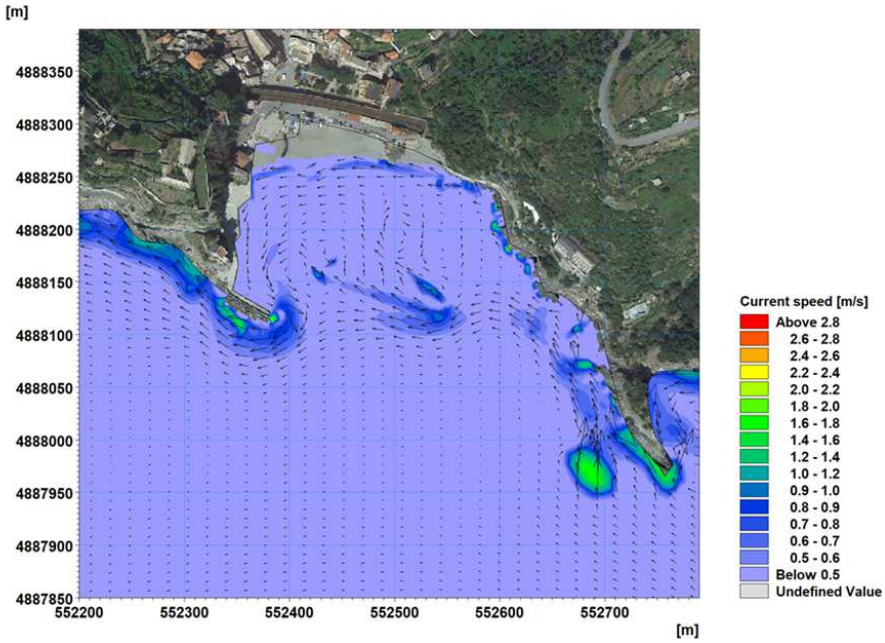


Figura 6.14: Mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla spiaggia del borgo di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

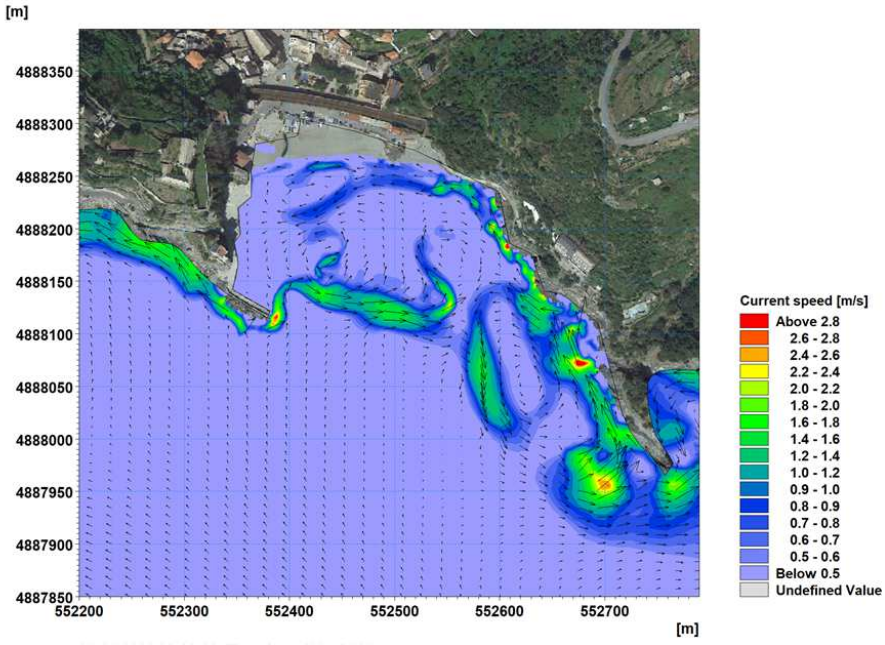


Figura 6.15: Mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla spiaggia del borgo di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

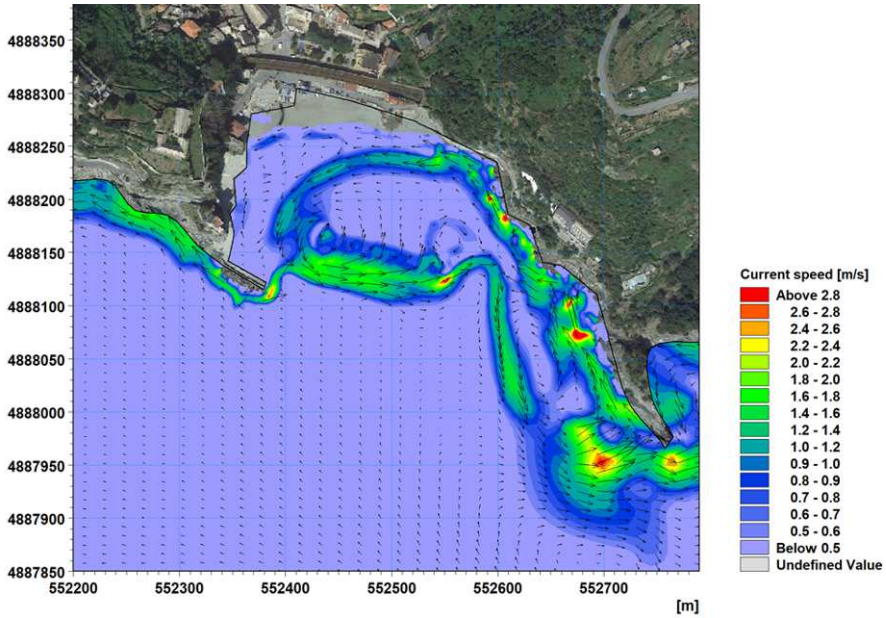


Figura 6.16: Mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla spiaggia del borgo di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

Nell'immagine a seguire vengono inoltre riportate le mappe di distribuzione del livello del mare per lo scenario C: si evidenzia l'effetto di innalzamento del livello marino (wave setup) a tergo della scogliera, l'entità del wave setup è strettamente correlata alla direzione di provenienza della mareggiata in esame e al valore di altezza d'onda significativa dell'evento; l'ondazione da Libeccio, la più critica tra quelle selezionate, comporta differenze tra la zona antistante la spiaggia e il largo fino a +15 / +18 cm.

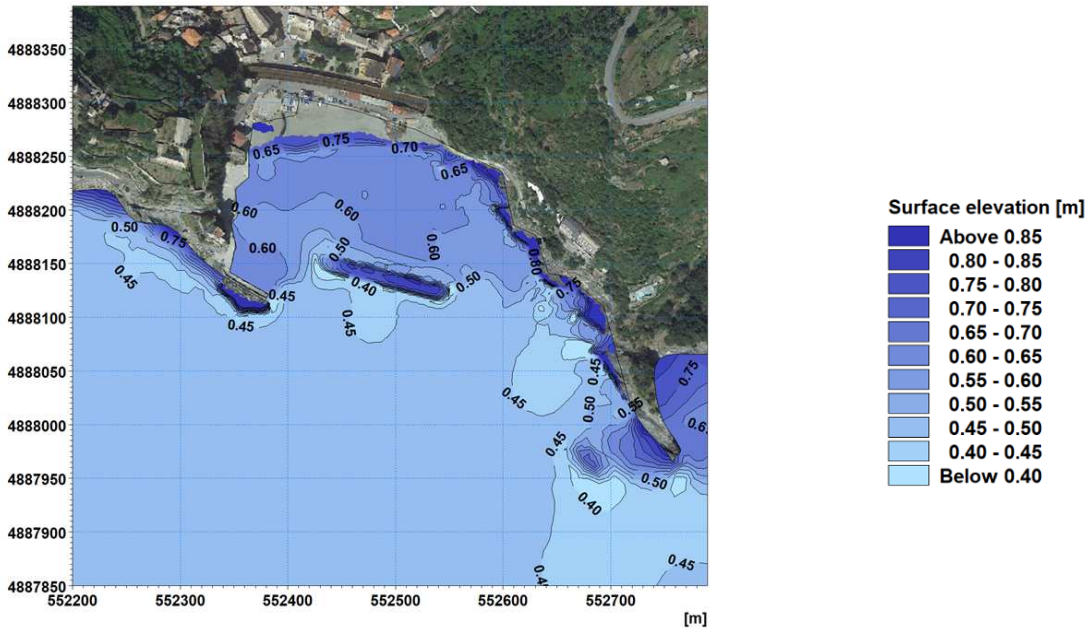


Figura 6.17: Mappa della distribuzione del livello del mare lungo il litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.6.4 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=50 anni

Al fine di completare l'analisi delle dinamiche caratteristiche del litorale di Monterosso-Borgo, si è proceduto con la riproduzione modellistica anche degli **eventi estremi**, e nello specifico di 3 onde, provenienti dai tre settori A, B e C individuati, caratterizzate da una altezza d'onda significativa pari a quella associata al periodo di ritorno TR 50 anni, risultante dalle analisi statistiche direzionali precedentemente descritte.

Ai valori di altezza d'onda significativa estrema sono stati associati i valori di periodo di picco Tp, stimati attraverso le relazioni Hs-Tp definite sulla base del campione dati per ogni singolo settore di 30°.

Elenco delle condizioni d'onda selezionate per il modello 2D di dettaglio (onda e conseguente circolazione locale) per gli eventi estremi (Tr=50anni)

Settore	Hs [m]	Tp [s]	MWD [°N]
A	4.0	9.3	170
B	5.9	10.9	200
C	6.9	11.1	230

Osservando i risultati del modello d'onda per Tr=50 anni, rimangono qualitativamente valide le medesime osservazioni riportate a corredo delle mappe relative alle condizioni di onda per Tr=1 anno. I valori di altezza d'onda più elevati permettono di evidenziare in modo efficace con la scala cromatica e la lunghezza dei vettori, le trasformazioni che l'onda subisce nella sua propagazione da largo verso costa. Per tutte le condizioni d'onda simulate, si osserva la graduale attenuazione dell'energia in corrispondenza dell'opera sommersa e la schermatura offerta alla zona centrale della spiaggia del borgo di Monterosso.

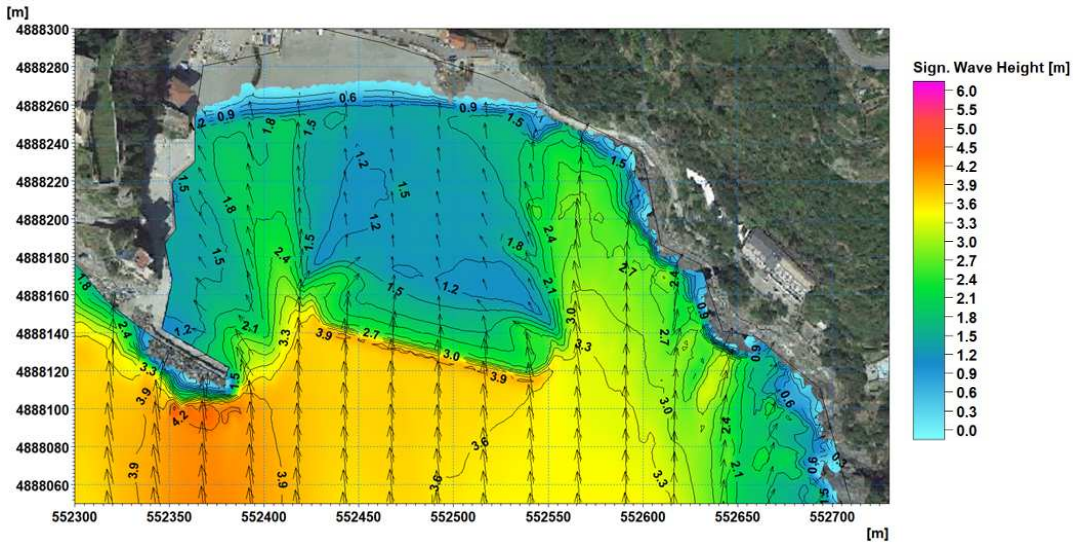


Figura 6.18:Tr 50 anni: distribuzione dell'altezza d'onda sull'area oggetto di studio nel litorale di Monterosso al Mare, per la condizione A con Hs=4.0 m, Tp=9.3 s e MWD=170°N

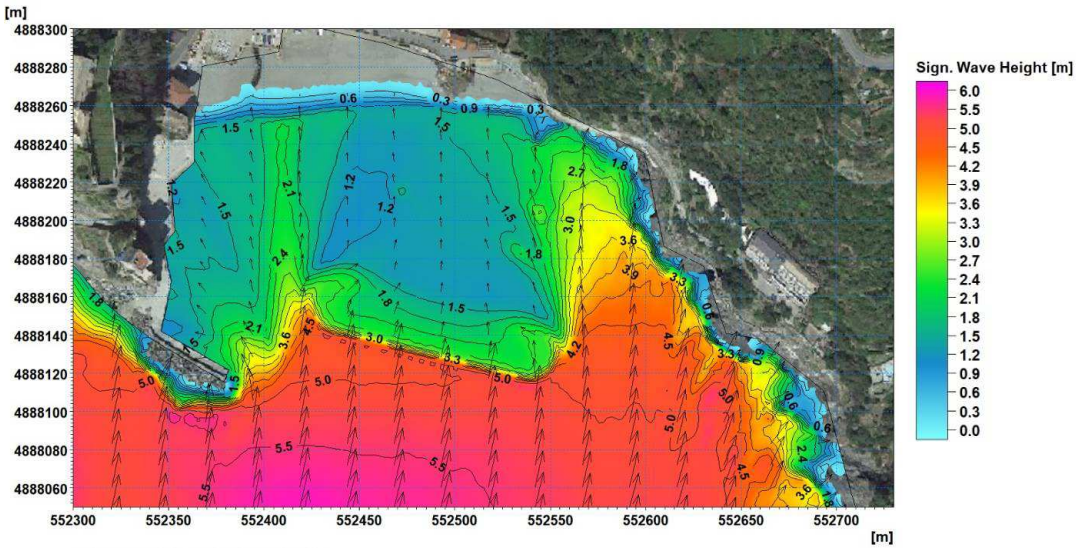


Figura 6.19:Tr 50 anni: distribuzione dell'altezza d'onda sull'area oggetto di studio nel litorale di Monterosso al Mare, per la condizione B con Hs=5.9 m, Tp=10.9 s, caratterizzata da MWD=200°N

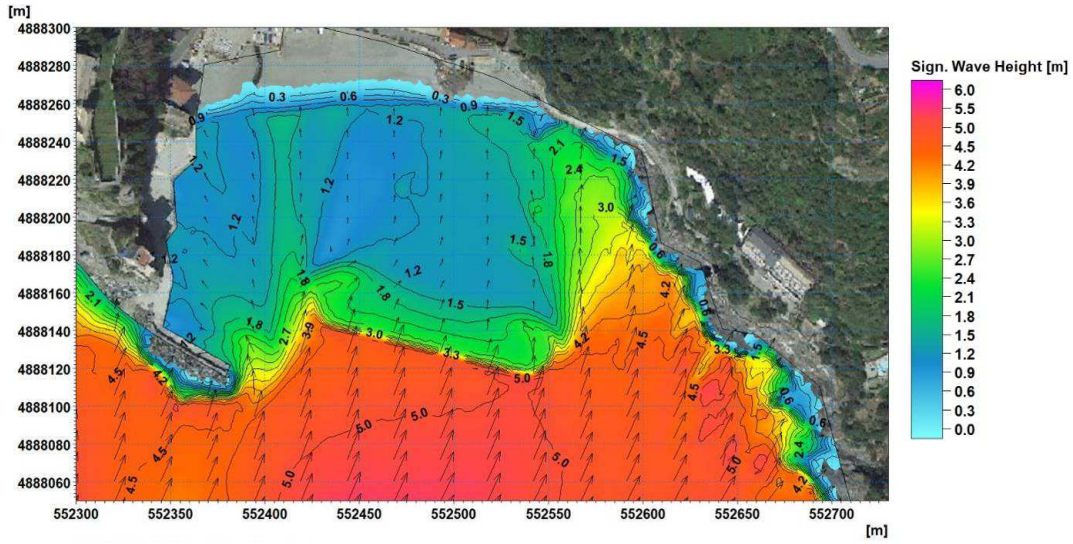


Figura 6.20: Tr 50 anni: distribuzione dell'altezza d'onda sull'area oggetto di studio nel litorale di Monterosso al Mare, per la condizione C con Hs=6.9 m, Tp=11.1 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.6.5 Modello idrodinamico – Tr = 50 anni

Anche nel caso della circolazione, i risultati degli eventi estremi ricalcano qualitativamente le tendenze già descritte per le condizioni d'onda con Tr=1 anno, sebbene i valori di velocità di corrente siano maggiori.

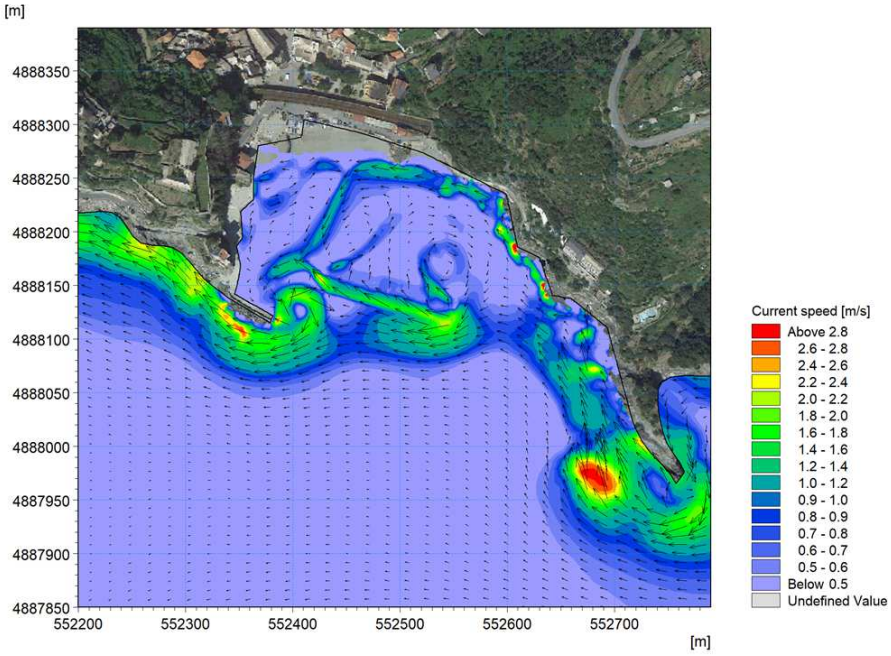


Figura 6.21:Tr 50 anni: mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla zona di interesse del litorale di Monterosso, per condizione A con Hs=4.0 m, Tp=9.3 s e MWD=170°N

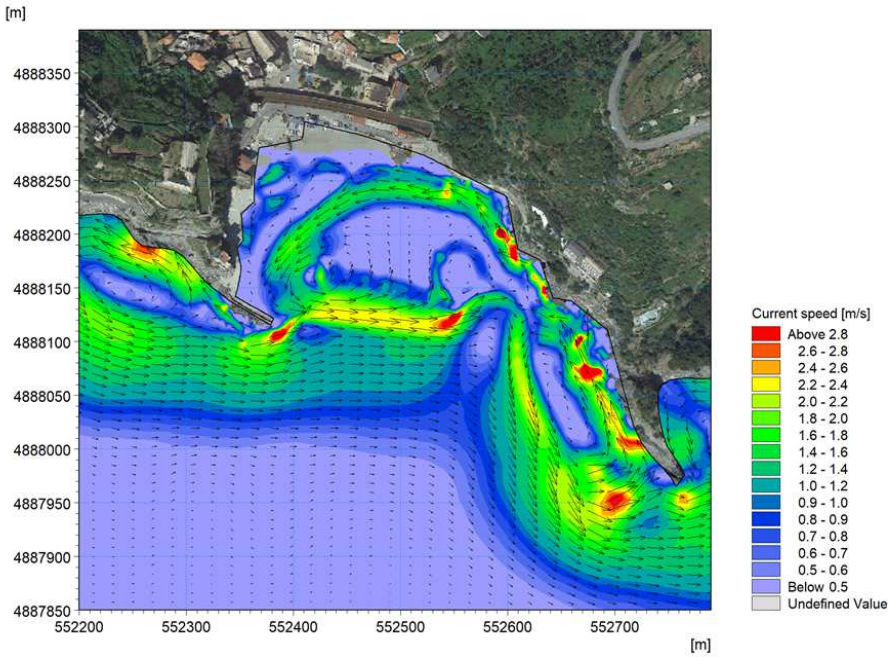


Figura 6.22:Tr 50 anni: mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla zona di interesse del litorale di Monterosso, per la condizione B con Hs=5.9 m, Tp=10.9 s e MWD=200°N

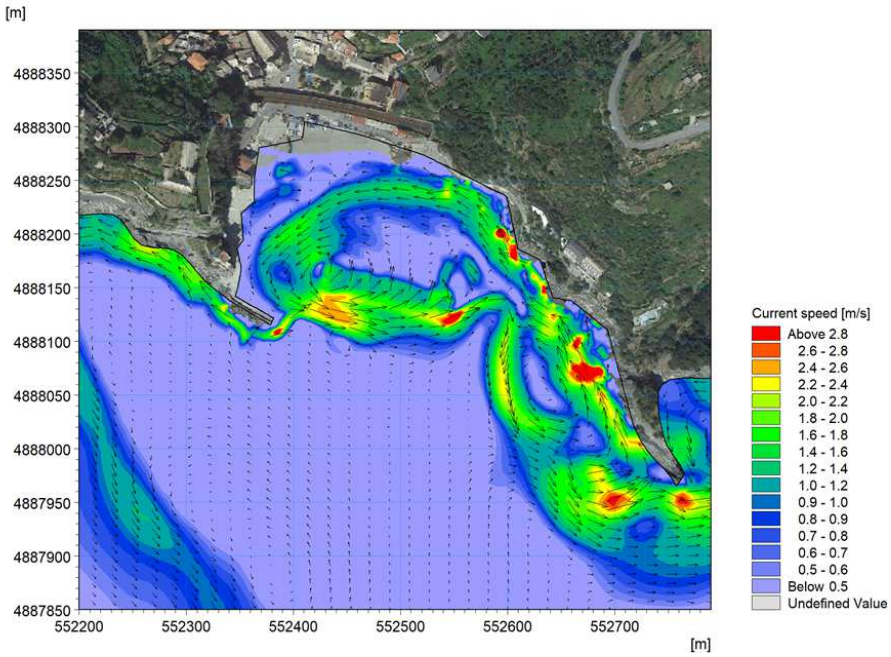


Figura 6.23: Tr 50 anni: mappa della distribuzione delle intensità di corrente sulla zona di interesse del litorale di Monterosso, per la condizione C con Hs=6.9 m, Tp=11.1 s e MWD=230°N

A conclusione dell'analisi delle dinamiche degli eventi estremi si riportano anche le mappe dei livelli per le 3 condizioni d'onda riprodotte. Considerando l'imposizione di un livello di 0.71 m come condizione al contorno, si evince un significativo effetto di setup, conseguente, come specificato in precedenza, alla configurazione naturale della baia, la cui chiusura è accentuata dalle opere rigide inserite nel tempo dall'uomo. L'innalzamento del livello passa da 15-20 cm per l'evento proveniente da 170°N, fino a 30-35 cm per la mareggiata da Libeccio.

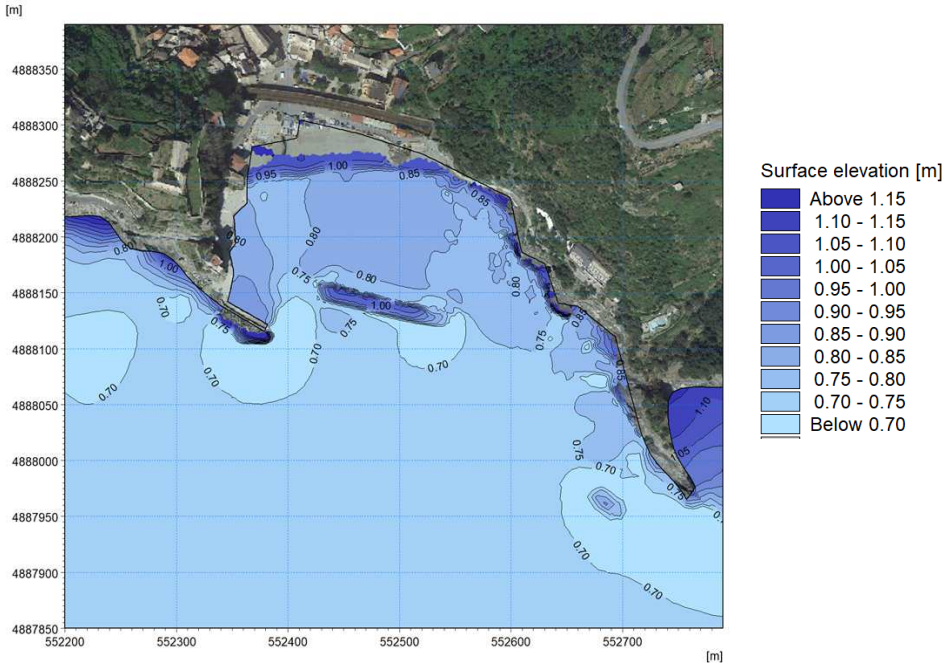


Figura 6.24: Tr 50 anni: mappa della distribuzione del livello del mare lungo il litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=4.0 m, Tp=9.3 s, caratterizzata da MWD=170°N

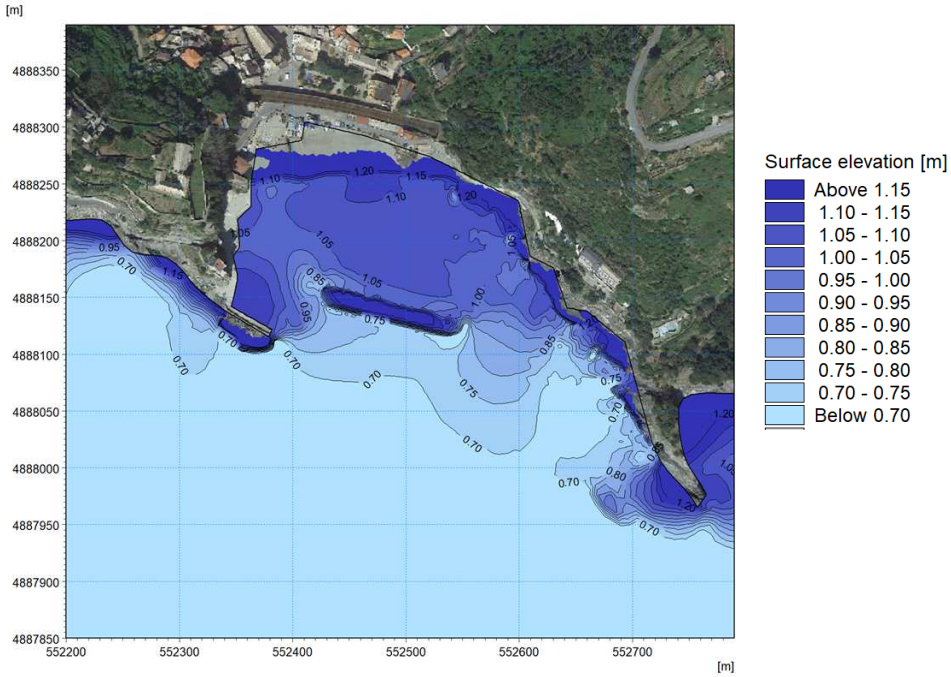


Figura 6.25: Tr 50 anni: mappa della distribuzione del livello del mare lungo il litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=5.9 m, Tp=10.9 s, caratterizzata da MWD=200°N

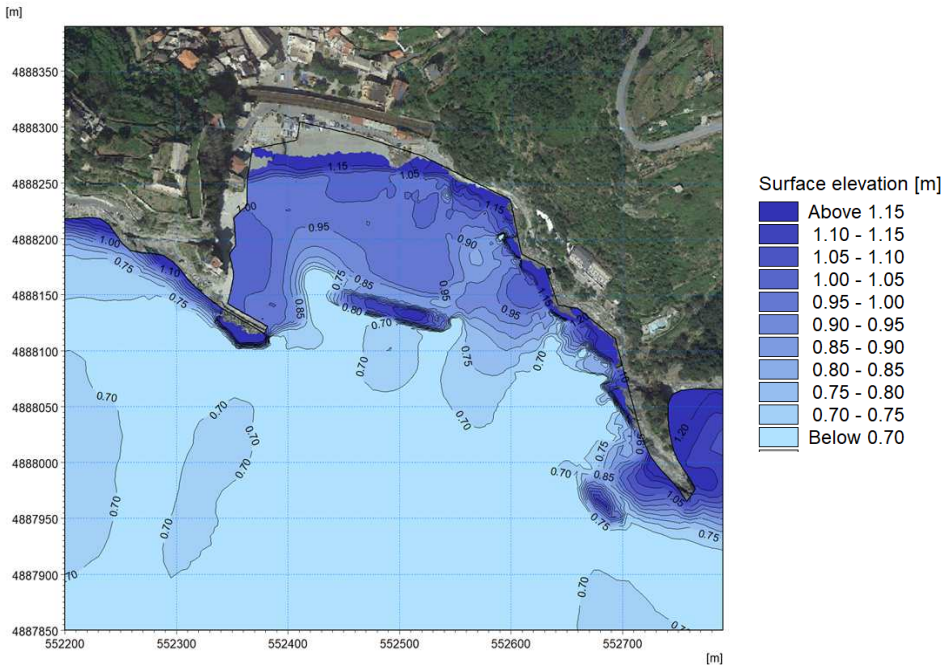


Figura 6.26: Tr 50 anni: mappa della distribuzione del livello del mare lungo il litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=6.9 m, Tp=11.1 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.7 Definizione degli interventi di riqualificazione

Sulla base delle criticità storiche del sito, dell'obiettivo della Committenza di ampliare e proteggere la spiaggia e delle risultanze delle simulazioni della configurazione di stato attuale, i progettisti hanno identificato un'ipotesi di intervento la cui efficacia è stata verificata con il modello di dettaglio onda-corrente.

Rimandando agli specifici elaborati tecnici per i dettagli progettuali, si riportano a seguire i principali elementi identificativi dell'ipotesi di intervento:

- A: rifiorimento, consolidamento e prolungamento di circa 10 m della scogliera in massi a protezione della testata del Molo dei Pescatori;
- B: prolungamento di circa 10 m, lato Levante, della scogliera sommersa in massi, parallela alla linea di riva;
- C: salpamento del pennello in massi attualmente presente a Levante, a confinamento dell'attuale spiaggia e realizzazione di un nuovo pennello, di lunghezza complessiva (per la parte emersa) pari a circa 20 m, con quota sommitale pari a + 1.0 m s.l.m.m, in corrispondenza del limite a levante della spiaggia;
- D: ripascimento della spiaggia del Borgo, con un avanzamento della linea di riva media di circa 8 m.

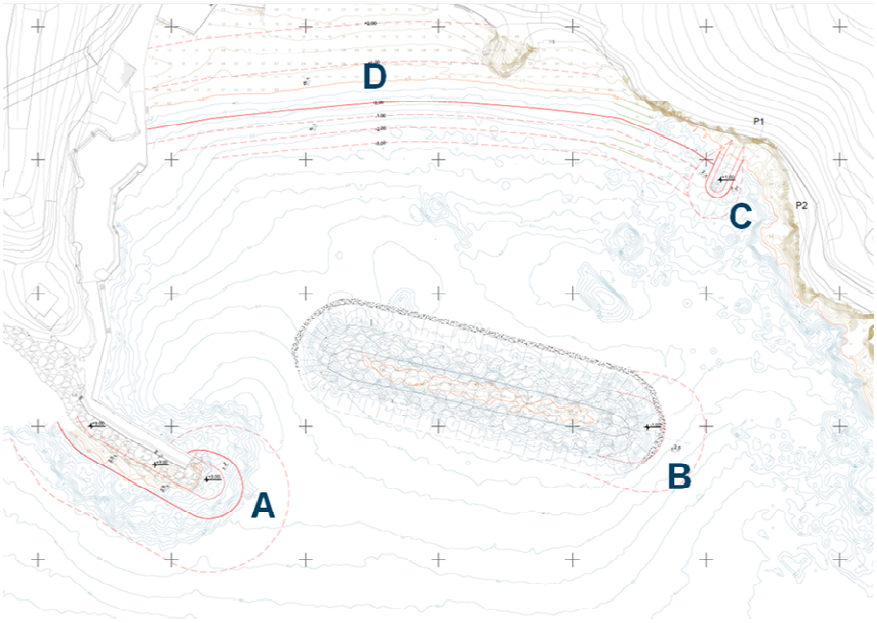


Figura 6.27: Principali interventi previsti

Il modello dello stato di progetto è stato implementato sul medesimo dominio di calcolo selezionato per le simulazioni di stato attuale. Le variazioni hanno riguardato la forma e le quote topo-batimetriche degli elementi geometrici sopra descritti.

La modellazione numerica per la configurazione di progetto è stata effettuata simulando gli eventi già selezionati, con associato tempo di ritorno pari ad 1 anno, identificati come

rappresentativi delle dinamiche del sito in esame, con contestuale livello del mare pari a 0.45 m.

Le simulazioni condotte hanno permesso di ottenere, per ciascun evento, i risultati delle principali grandezze di moto ondoso ed idrodinamiche in tutti i punti del dominio di calcolo, evidenziando gli elementi positivi e le criticità dell'ipotesi progettuale, anche in confronto con le risultanze della configurazione di stato attuale.

6.7.1 Risultati del modello integrato onda-corrente per le onde con Tr=1 anno – configurazione di progetto

Le mappe di distribuzione dell'altezza d'onda significativa, nella configurazione progettuale proposta, evidenziano un incremento della porzione di spiaggia protetta rispetto alla configurazione di stato attuale. Come atteso, sia l'allungamento della scogliera a protezione del Molo, sia il prolungamento della scogliera sommersa, garantiscono una maggior schermatura al litorale retrostante.

La penetrazione del moto ondoso nei due "corridoi", a ponente tra molo e scogliera e a levante tra scogliera e falesia, risulta significativamente ridotta. Tale effetto è più evidente per le onde da Libeccio, le più intense e frequenti, che essendo più ruotate, risultano quasi perpendicolari alle opere di difesa costiera.

Anche il nuovo pennello in massi radicato al limite orientale della spiaggia risulta un ostacolo alla propagazione del moto ondoso e favorisce l'attenuazione di quelle onde che, per direzione di provenienza o effetto di riflessione, arrivano da Sud.

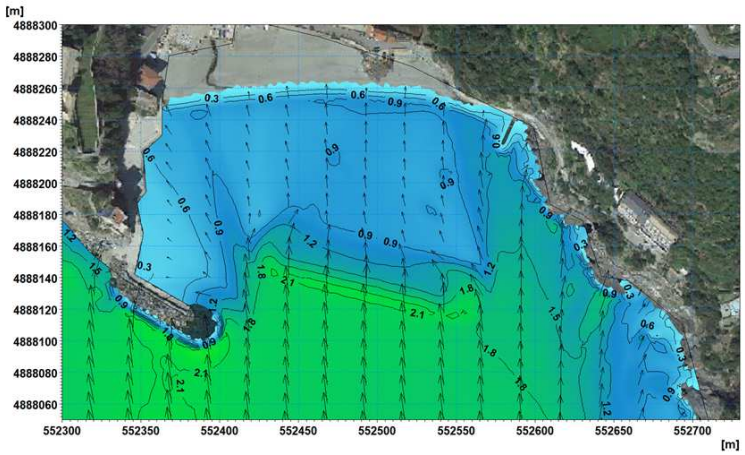


Figura 6.28: Configurazione di progetto: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

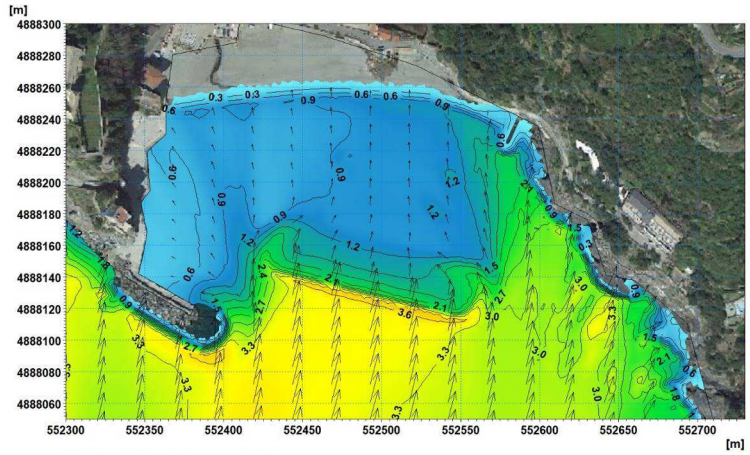


Figura 6.29: Configurazione di progetto: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

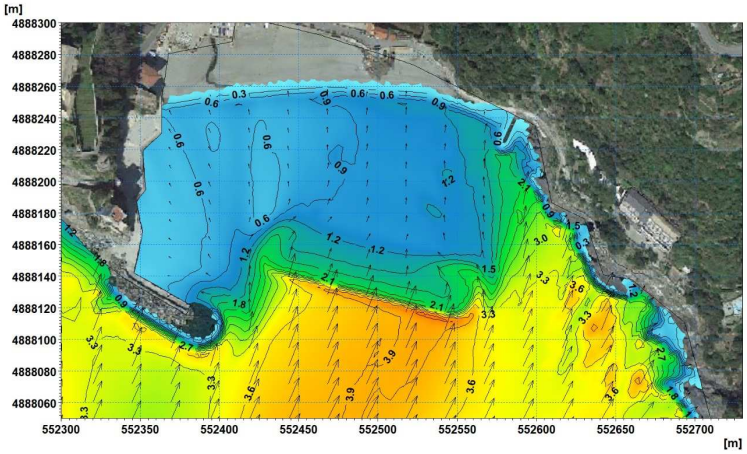


Figura 6.30: Configurazione di progetto: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.7.2 Risultati del modello idrodinamico – configurazione di progetto

Confrontando le mappe di intensità di corrente risultanti dalle simulazioni di stato attuale e di progetto si evidenzia una circolazione locale con caratteristiche molto simili:

- la presenza di locali accelerazioni a levante in corrispondenza delle rocce affioranti;
- un aumento del gradiente delle velocità in corrispondenza della testata del molo e delle estremità della scogliera sommersa;
- un flusso secondario di corrente che lambisce la spiaggia, con direzione sempre da levante a ponente, che poi tende ad invorticarsi nella porzione di mare tra opera di difesa sommersa e la spiaggia.

Quest'ultimo, per tutti gli scenari di mareggiata riprodotti, è caratterizzato da un incremento del gradiente delle velocità della corrente a circa 30m a levante rispetto all'ubicazione prevista per il nuovo pennello in massi, ovvero in corrispondenza della posizione dell'opera trasversale attualmente esistente.

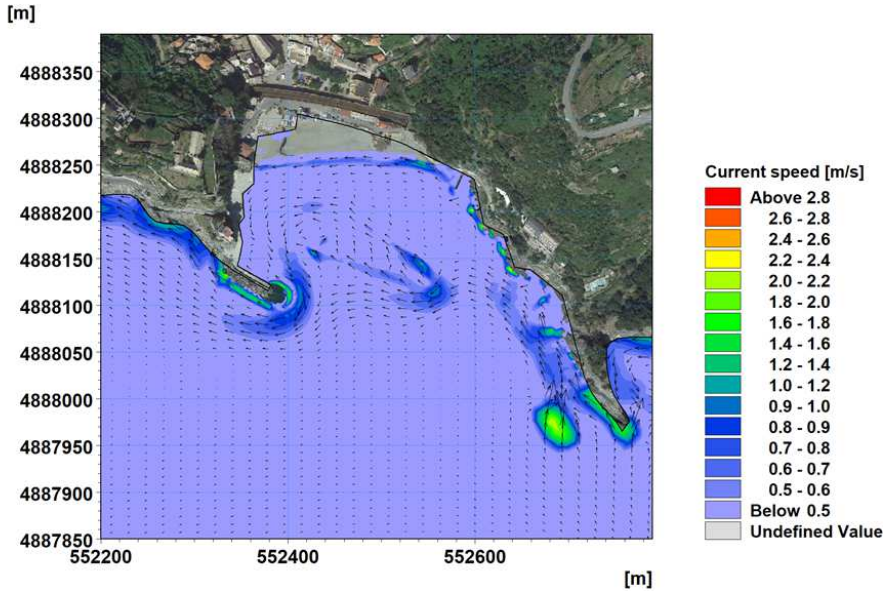


Figura 6.31: Configurazione di progetto: mappa dell'intensità di corrente sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

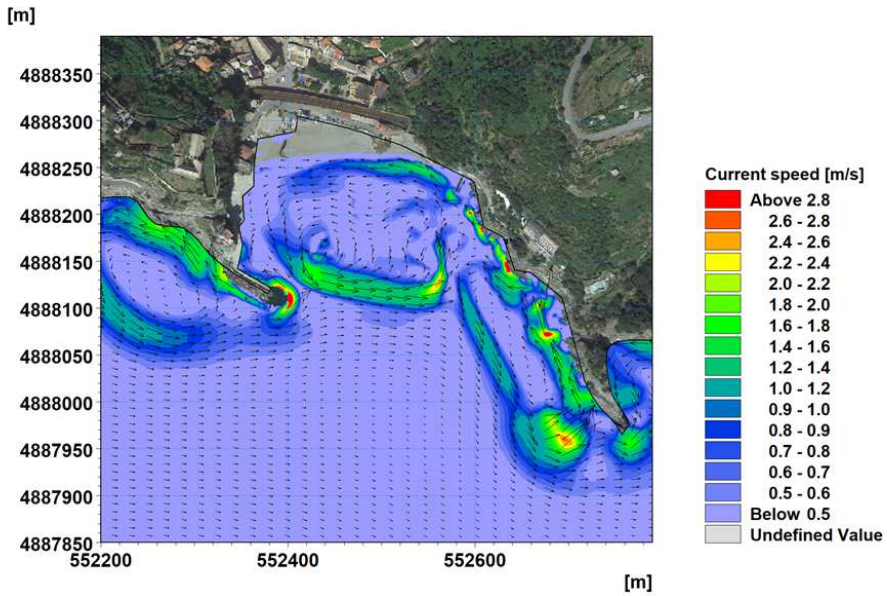


Figura 6.32: Configurazione di progetto: mappa dell'intensità di corrente sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

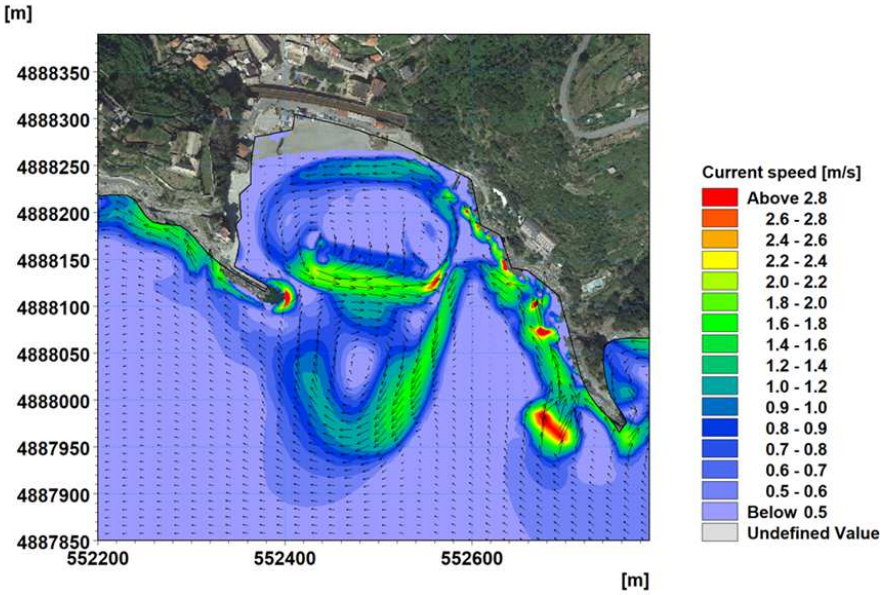


Figura 6.33: Configurazione di progetto: mappa dell'intensità di corrente sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

Sulla base dei risultati modellistici, sia di distribuzione dell'onda che di intensità di corrente, si riscontrano significativi benefici soprattutto in termini di difesa della costa, la cui protezione aumenta con il previsto ampliamento delle opere***. L'unica potenziale criticità riscontrata dalla riproduzione delle onde rappresentative risulta essere l'aumento di gradiente delle velocità 30 m a ponente rispetto al nuovo pennello in massi.***

6.8 Ottimizzazione della configurazione di progetto

In considerazione dell'obiettivo dell'Amministrazione Comunale di ampliare sia la larghezza che la lunghezza della spiaggia con un significativo ripascimento strutturale, sulla base dei risultati delle simulazioni della configurazione di progetto si è evidenziata l'opportunità di non salpare il pennello trasversale attualmente presente ma di mantenerne la funzionalità.

Come ben rappresentato nelle mappe di intensità della corrente dello stato di progetto, il flusso proveniente da Levante viene infatti deviato dalla presenza del nuovo pennello, ma, per la locale morfologia della baia, esso tende ad incurvarsi ed accelerare verso Ponente in corrispondenza dell'attuale opera trasversale in massi, il cui mantenimento permetterebbe un ulteriore "puntello" utile al maggiore confinamento del ripascimento, prolungando così la durata dell'intervento anche nella sua porzione orientale.

Il mantenimento del piccolo pennello in massi, come evidenziano i risultati modellistici, ostacola l'incremento locale delle velocità che favorirebbe la migrazione del sedimento verso Ovest, comportando una locale, ma non trascurabile, erosione della nuova linea di riva.

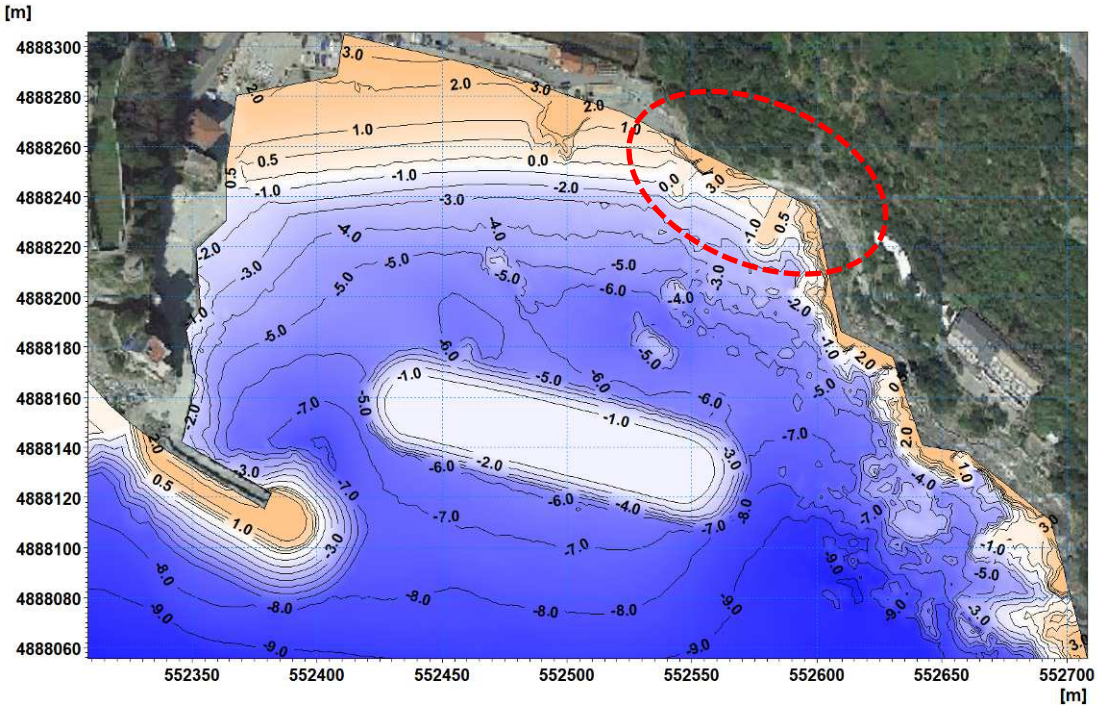


Figura 6.34: Dettaglio della batimetria nella configurazione progettuale ottimizzata proposta

A seguire si riportano le immagini della distribuzione dell'altezza d'onda per la configurazione progettuale "ottimizzata", che confermano i benefici degli interventi previsti.

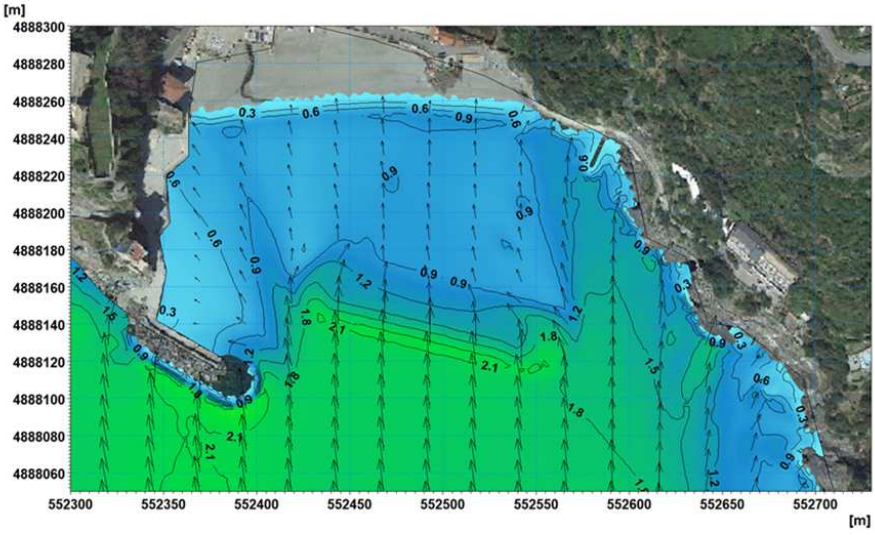


Figura 6.35: Configurazione di progetto ottimizzata: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

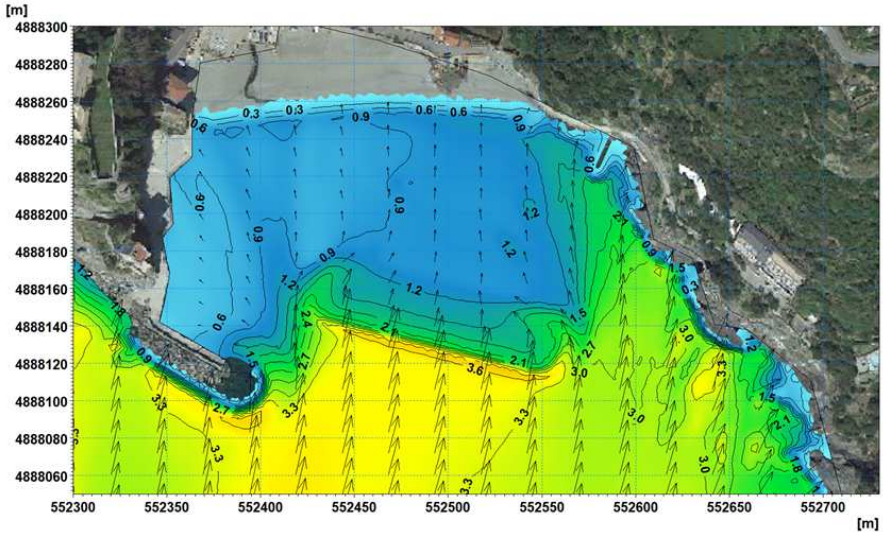


Figura 6.36: Configurazione di progetto ottimizzata: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

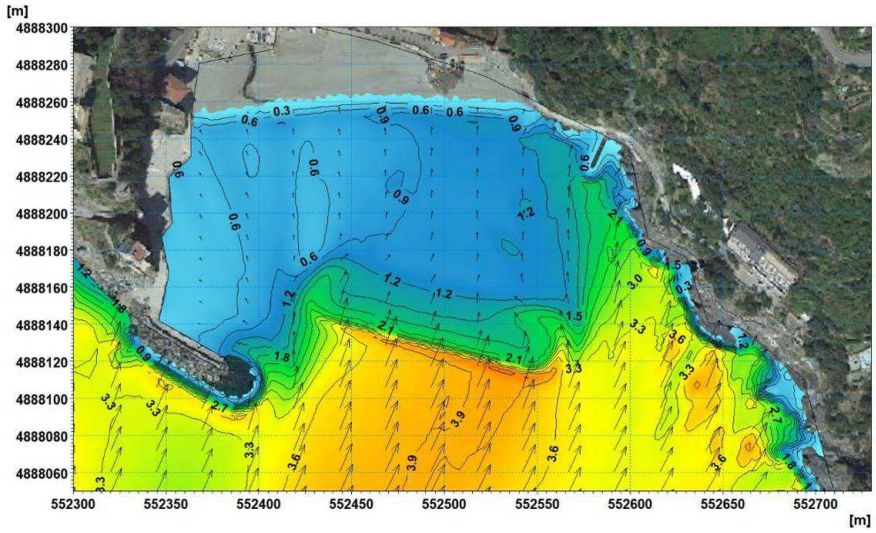


Figura 6.37:Configurazione di progetto ottimizzata: distribuzione dell'altezza d'onda sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

Il beneficio del mantenimento di entrambe le strutture trasversali risulta evidente nel confronto delle mappe di distribuzione dell'intensità di corrente tra configurazione di progetto e configurazione ottimizzata (con il mantenimento del pennello esistente in massi), con un effetto localizzato sulla circolazione, ma in un'area che presentava una potenziale criticità per le dinamiche di trasporto litoraneo locale.

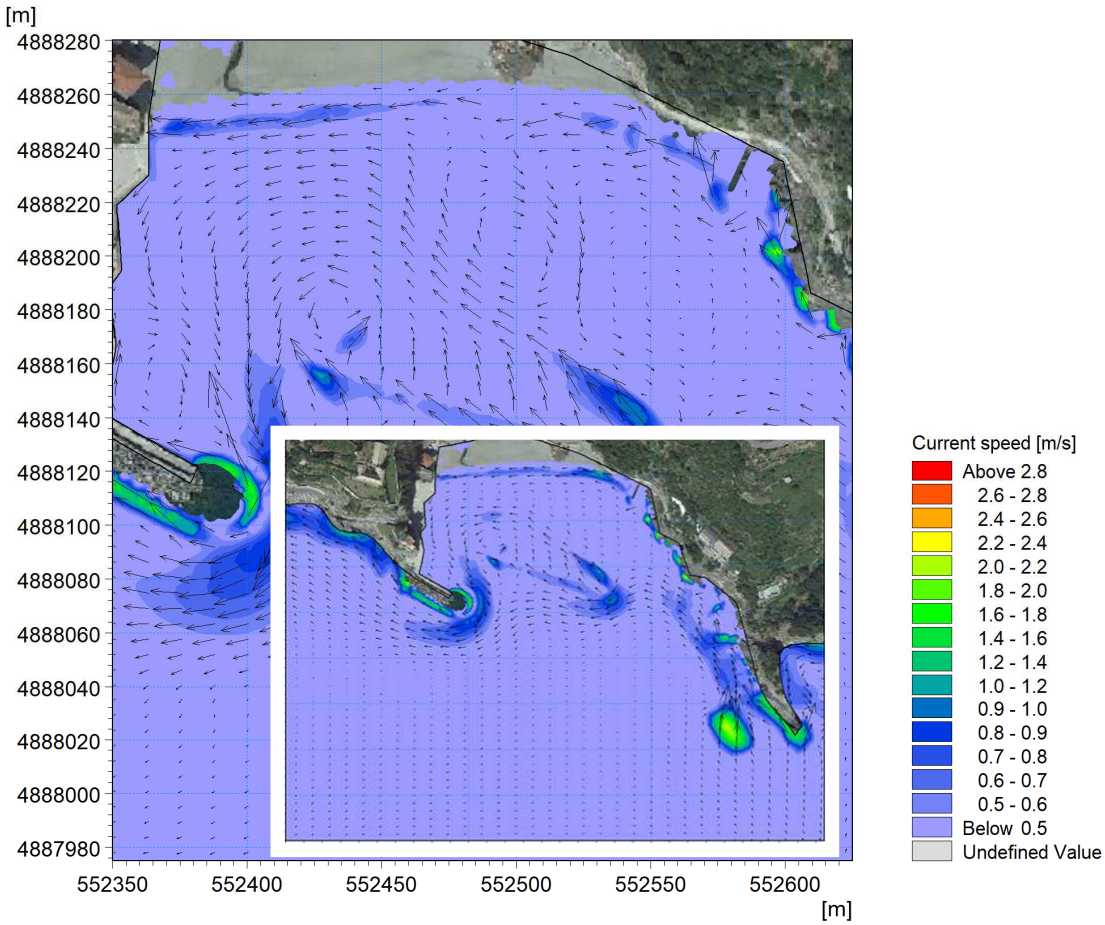


Figura 6.38: Confronto tra la mappa dell'intensità di corrente della configurazione di progetto (in basso) e quella ottimizzata (in alto) sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione A con Hs=2.2 m, Tp=7.6 s, caratterizzata da MWD=170°N

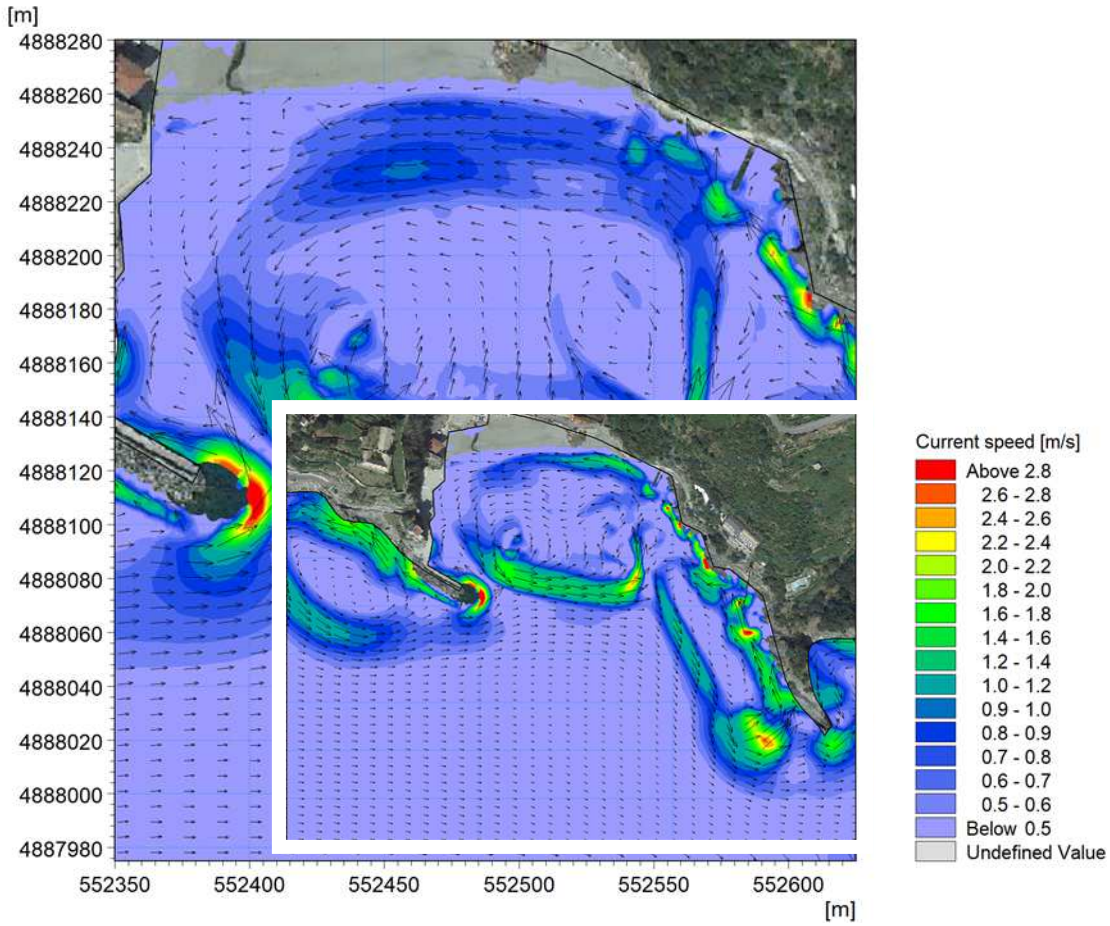


Figura 6.39: Confronto tra la mappa dell'intensità di corrente della configurazione di progetto (in basso) e quella ottimizzata (in alto) sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione B con Hs=3.5 m, Tp=8.6 s, caratterizzata da MWD=200°N

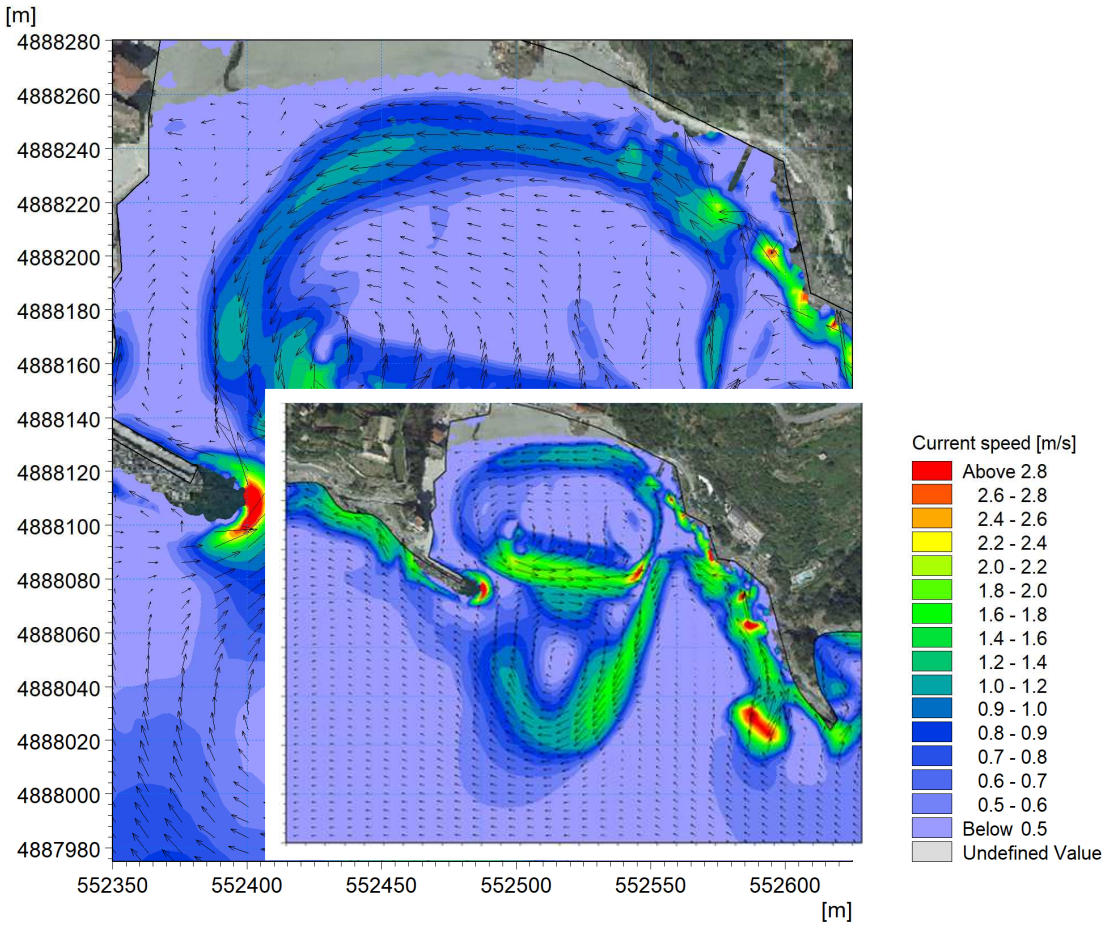


Figura 6.40: Confronto tra la mappa dell'intensità di corrente della configurazione di progetto (in basso) e quella ottimizzata (in alto) sulla spiaggia del litorale di Monterosso al Mare per la condizione C con Hs=4.9 m, Tp=9.0 s, caratterizzata da MWD=230°N

6.9 Variazione della risultante energetica sulla spiaggia a seguito dell'intervento in progetto

Al fine di evidenziare le variazioni dell'energia ondosa e della direzione dell'energia incidente localmente sulla spiaggia del Borgo tra la configurazione di stato attuale e quella di progetto ottimizzata, si è proceduto ad estrarre e processare i parametri caratteristici dell'onda sottocosta per le due configurazioni.

I risultati della propagazione del moto ondoso da largo verso costa nella configurazione di stato attuale ed in quella di progetto sono stati estratti in 8 punti prossimi alla riva; in particolare, sono state estratte la serie di altezza d'onda significativa, di periodo di picco e medio e di direzione media di provenienza. Si è quindi proceduto processando i dati estratti sia in termini di andamento dell'energia associata al moto ondoso, sia in termini di direzione di provenienza media annua, pesata sull'energia, comunemente detta "direzione della risultante energetica". Quest'ultima, se variata anche di pochi gradi, può comportare la tendenza del litorale a ruotare, essendo la linea di riva disposta perpendicolarmente a tale direzione.



Figura 6.41: Ubicazione dei punti di estrazione del clima ondoso sottocosta per la definizione dell'energia risultante

Mettendo a confronto i valori sintetici delle due configurazioni (attuale e progetto) è stato così possibile evidenziare l'abbattimento dell'energia ondosa conseguente alla realizzazione degli interventi proposti (sulla base delle stime di E_R) e la tendenza del litorale a ruotare (sulla base delle variazioni, anche minime, dell'angolo di MWD_R).

Comparando i valori ottenuti emerge una diffusa riduzione dell'energia risultante, più significativa per i 3 punti di estrazione a ponente A-B-C, dove i vari interventi in progetto comportano un abbattimento mediamente del 50-55% di E_R. Tale abbattimento si riduce invece a circa il 7-12% per i punti più a levante.

Anche nel confronto tra i valori di direzione dell'energia ondosa risultante emerge una maggiore variazione nei punti A-B-C a levante, con oltre 10° di differenza tra valori relativi alla configurazione attuale e quella di progetto; mentre limitate a 1-2° risultano le differenze nella restante parte della spiaggia. Riassumendo tali indicazioni è stato possibile delineare per la configurazione progettuale, l'orientazione locale della linea di riva in equilibrio con l'energia risultate in ognuno dei punti estratti su lungo periodo. Si precisa che la spezzata non è indicativa della posizione della linea di riva nello spazio, bensì della sua orientazione locale.

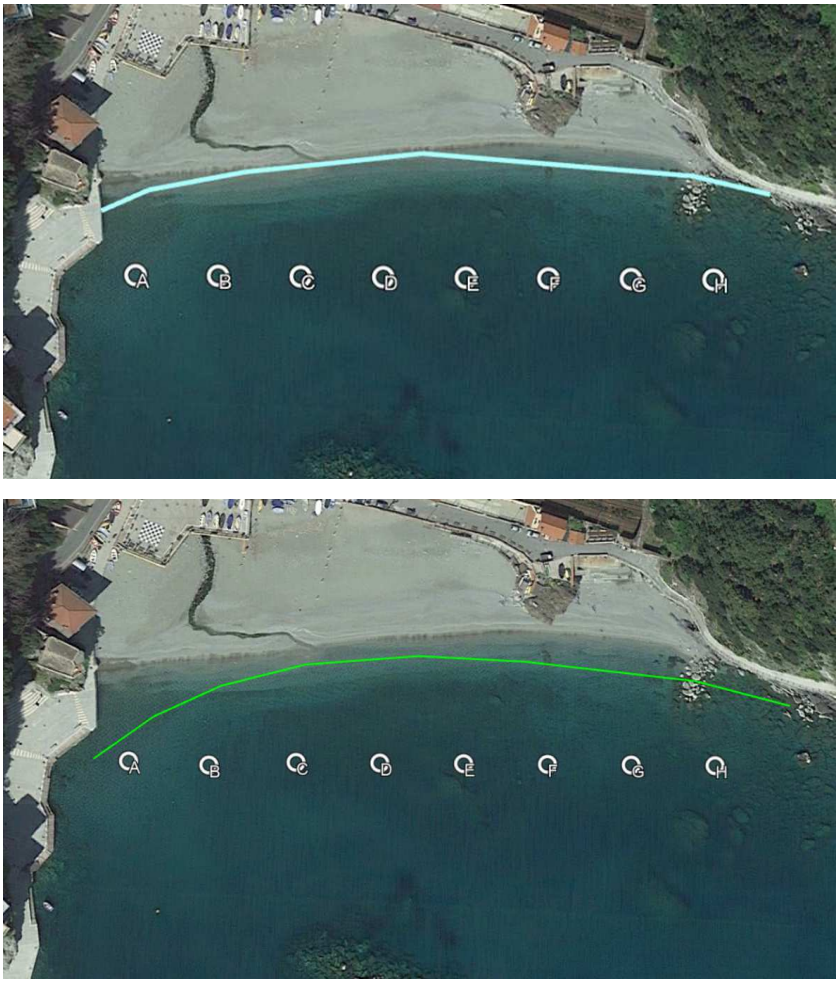


Figura 6.42: Orientazione della linea di riva sulla base dell'energia risultante nei punti di estrazione selezionati per lo stato attuale (sopra) e lo stato di progetto (sotto).

6.10 Conclusioni

Le onde rappresentative sono state simulate in dettaglio con un sistema modellistico integrato bidimensionale onda-corrente, con l'utilizzo del codice di calcolo MIKE 21 SW-HD, che ha permesso di ricostruire l'andamento del moto ondoso e della circolazione nella zona di interesse sia nello stato attuale, sia in relazione all'ipotesi progettuale di schema di intervento.

Le simulazioni hanno evidenziato un significativo abbattimento dell'energia del moto ondoso garantita dagli interventi previsti, in particolare nella porzione di ponente del litorale. I risultati di propagazione del moto ondoso mostrano un maggior effetto schermante garantito dall'allungamento sia della scogliera del Molo dei Pescatori che della scogliera sommersa.

Dai risultati del modello idrodinamico è però emersa una possibile criticità in corrispondenza dell'ubicazione dell'attuale pennello in massi, di cui era previsto il salpamento. Sulla base delle risultanze modellistiche si è pertanto proposto il mantenimento dell'opera trasversale, in quanto ubicata in un punto di flesso del flusso della corrente che, se non adeguatamente protetto, potrebbe innescare un aumento del gradiente delle velocità, in particolare per gli eventi più frequenti, con possibile erosione localizzata ed innesco di un trasporto del sedimento verso Ponente.

7. SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE

7.1 Caratteristiche e criticità dell'area

Le criticità principali dell'area sono la marcata erosione nel margine orientale della spiaggia e la parziale difesa operata dal molo esistente, specie per le ondazioni da Sud e da scirocco, che penetrano all'interno della banchina.

Il primo intervento in corso di esecuzione prevede l'allargamento e abbassamento della scogliera parallela alla spiaggia e ha come primario obiettivo la componente paesaggistica: in prosecuzione e completamento di tale intervento, è necessario migliorare l'azione di protezione attuata da questa scogliera, tenendo in considerazione i varchi presenti a levante e ponente della stessa.

7.2 Obiettivi del progetto

In conseguenza alle sopra elencate criticità, gli obiettivi di progetto, già evidenziati nel capitolo riguardante gli studi meteomarini eseguiti, consistono nel migliorare la resilienza dell'intero paraggio, mediante ottimizzazione delle opere esistenti e consolidamento delle stesse, in modo che possano garantire condizioni adeguate di resistenza e di protezione dalle mareggiate intense.

Come riportato nel capitolo dello studio meteomarino, a partire da differenti schemi alternativi di intervento, si è proceduto alla successiva identificazione dello schema migliore dal punto di vista tecnico e che al contempo rispondesse alle esigenze del territorio. La configurazione prescelta è stata poi oggetto di successivi affinamenti e di verifica finale.

8. SCELTA FINALE DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE - DESCRIZIONE DELLE OPERE

Alla luce delle analisi sopra riportate, gli interventi a progetto sono i seguenti (v. stralcio grafico sotto riportato e dettagli nel documento ***SA.D06.00***):

- **A**: rifiorimento, consolidamento e prolungamento di circa 10 m della parte emersa della scogliera in massi a protezione del Molo dei Pescatori, con conseguente prolungamento della parte sommersa.
- **B**: prolungamento di circa 10 m, lato levante, della scogliera sommersa in massi, parallela alla linea di riva.
- **C**: realizzazione di un nuovo pennello di lunghezza complessiva emersa pari a circa 20 m, con quota sommitale pari a +1.00 m s.l.m.m., posizionato in corrispondenza del limite a levante della spiaggia, nella configurazione di progetto comprensiva del ripascimento.
- **D**: ripascimento della spiaggia del Borgo con materiale selezionato di cava di pezzatura ghiaiosa D 2÷40 mm, con previsto avanzamento della linea di riva di circa 8 m.
- Parziale inglobamento nel ripascimento dell'attuale pennello presente a levante, a conterminazione dell'attuale spiaggia.

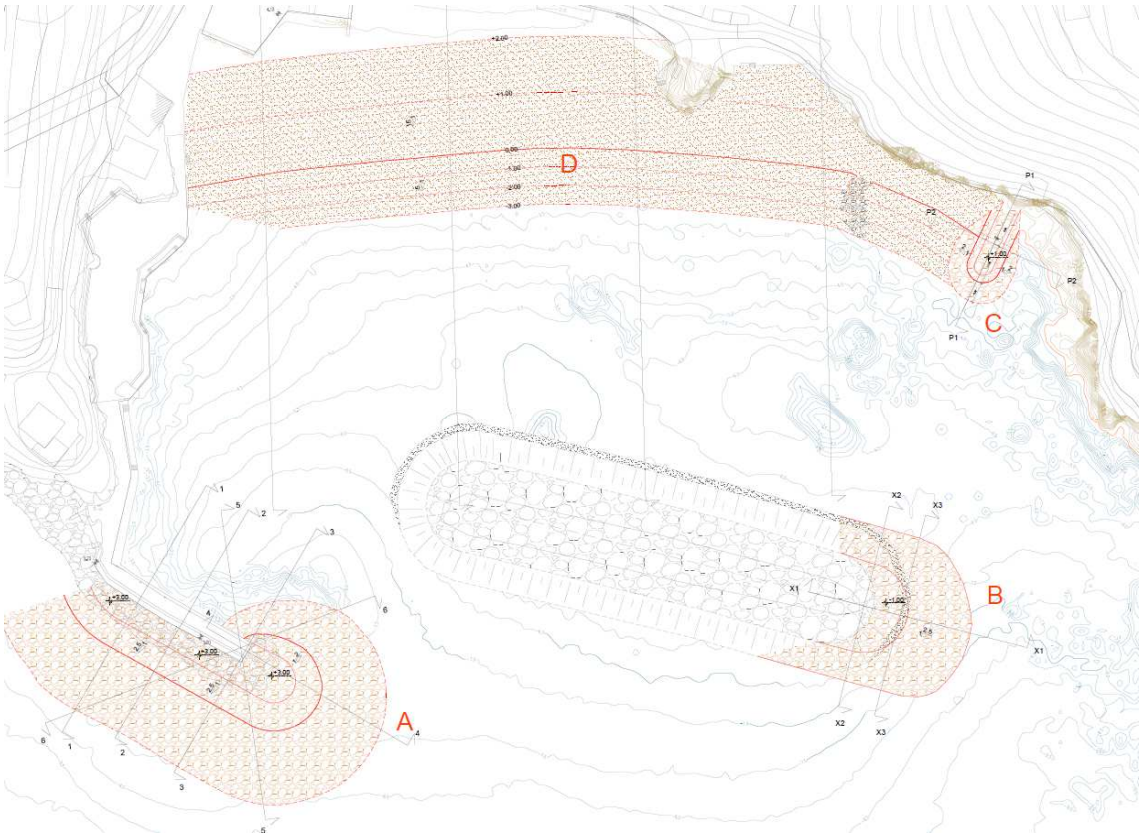


Figura 5.2: stralcio della configurazione di progetto con identificazione degli interventi

8.1 Materiali, quantitativi per le opere a progetto

La stima dei quantitativi di materiale necessari per le opere a progetto è la seguente:

MASSI NATURALI III e IV CATEGORIA:

- A: consolidamento Molo dei Pescatori: circa 12.000 t;
- B: prolungamento della scogliera sommersa in massi: circa 4.650 t ;
- C: nuovo pennello sul limite a levante della spiaggia: 715 t;

MATERIALE SELEZIONATO DI CAVA DI PEZZATURA GHIAIOSA D 2÷40 MM

- D: ripascimento della spiaggia del Borgo: circa 6.800 mc (circa 9.700 t)

9. INTERFERENZE CON I PRINCIPALI ELEMENTI TECNICI ED AMBIENTALI PRESENTI

9.1 Interferenze strutturali e funzionali

Non sono presenti interferenze strutturali e funzionali con opere esistenti: gli interventi hanno l'obiettivo di rinforzare le opere esistenti, in particolare il molo e la scogliera parallela alla costa.

Le opere a progetto non interferiscono con le concessioni demaniali esistenti, ubicate sulla spiaggia, oggetto di interventi di ripascimento.

9.2 Interferenza degli interventi con il regolare deflusso delle acque superficiali e subsuperficiali

Nel margine di ponente della spiaggia oggetto di intervento è presente la foce del torrente Pastanelli: le quote della spiaggia a seguito del ripascimento non saranno modificate, il torrente in condizioni di piena asporta regolarmente il materiale presente in prossimità della foce, che viene successivamente rimodellato dall'azione congiunta del corso d'acqua e , in maniera preponderante, del mare.

Gli intervento consentono una riduzione dell'azione del moto ondoso nell'area alla foce del Pastanelli, il regime correntometrico non subisce variazioni significative nell'area di foce: ciò potrà comportare lievi miglioramenti nelle capacità di deflusso a mare delle correnti di piena, che comunque non vengono influenzate in maniera significativa dalle condizioni meteomarine.

9.3 Influenza sulla sensibilità ambientale del sito e criteri operativi

9.3.1 Aspetti ambientali generali

Alla luce degli aspetti generali di sensibilità ambientale e delle finalità dell'intervento, si ritiene che esso non generi impatti rilevanti sulle matrici ambientali sensibili dell'area, con particolare riguardo alla qualità delle acque.

Durante la realizzazione degli interventi sarà posta ogni cura per minimizzare gli eventuali impatti anche temporanei, in relazione alle difficoltà oggettive di lavorazione, trasporto e posa degli scogli.

I materiali da utilizzare dovranno essere privi di frazioni pelitiche per evitare fenomeni di intorbidimento delle acque.

La pista di cantiere per l'esecuzione del ripascimento sarà realizzata con materiali di cava scelti e con percentuali di pelite inferiori al 5%, come previsto per i tratti di costa sensibile nei "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" di cui alla D.G.R. 1209/2016 e n. 95/2017.

9.3.2 Fanerogame marine / SIC

Nella relazione bionaturalistica sono state analizzate in dettaglio le caratteristiche delle fanerogame presenti: nell'immagine sotto riportata è stata inserita la planimetria di progetto per poter individuare eventuali sovrapposizioni delle opere di difesa della spiaggia previste e le aree individuate dallo studio. Gli interventi non interessano né il SIC, né le aree con presenza di posidonia individuate nella relazione bionaturalistica.

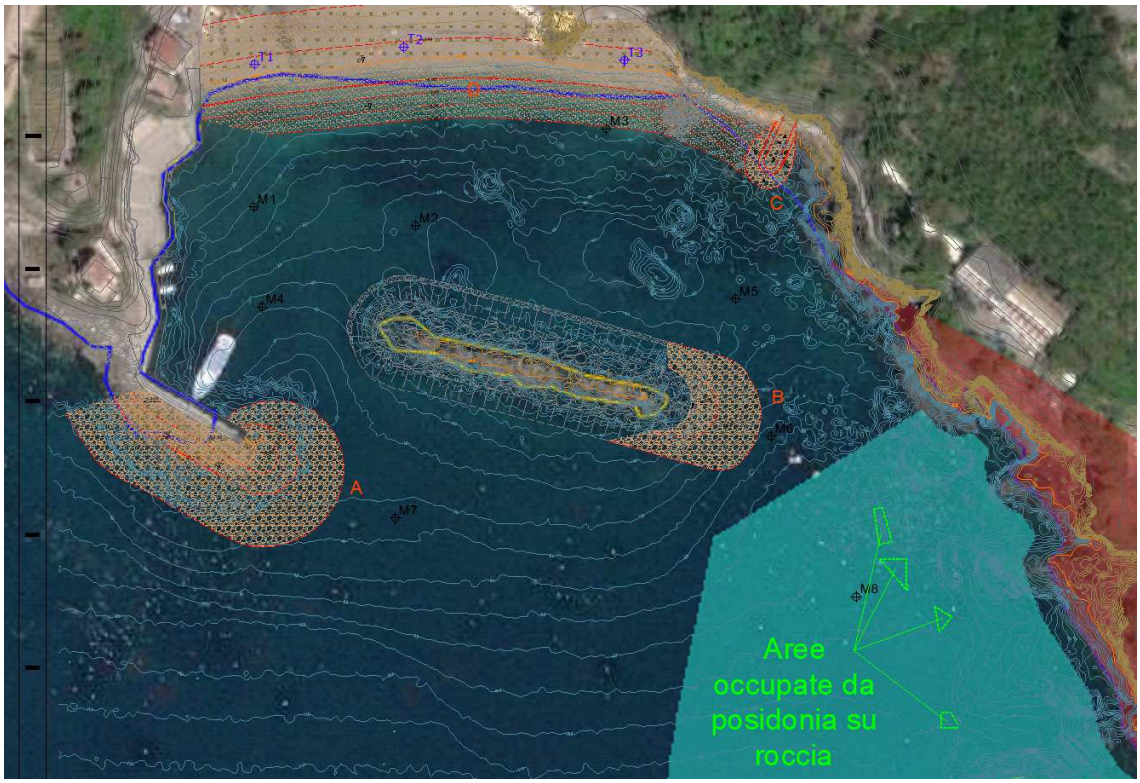


Figura 9.1: aree con presenza di posidonia sovrapposte con le opere a progetto

Viste le caratteristiche del sito e delle fanerogame presenti, nella relazione bionaturalistica è segnalato l'impatto molto ridotto delle opere sulle fanerogame esistenti e sulla conservazione degli elementi del SIC.

Oltre agli accorgimenti relativi alle caratteristiche dei materiali di ripascimento (pelite < 5%), a livello operativo verranno individuati tutti gli accorgimenti per evitare ogni interferenza durante dei lavori, con individuazione di specifiche aree di collocazione dei corpi morti di ormeggio dove non è stata individuata la presenza di posidonia oceanica viva.

10. DIMENSIONAMENTO OPERE A MARE

Per la verifica della stabilità dei massi della mantellata delle **opere in scogliera emerse** (allungamento Molo dei Pescatori, pennello al limite di levante della spiaggia) si sono utilizzate le note formule di Van der Meer, ricavate portando in conto l'azione di onde irregolari; esse consentono di tenere in conto anche della permeabilità del complesso mantellata - strati filtro-nucleo, della durata della mareggiata e del periodo dell'onda.

Formule di Van Der Meer – Opere emerse

Per onda frangente tipo plunging ($\xi_m < 2.5$):

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n50}} = 6.2 P^{0.18} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5}$$

Per onda frangente tipo surging ($\xi_m > 3.5$):

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n50}} = 1.0 P^{-0.13} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha}\ \xi_m^P$$

in cui:

H_s = altezza d'onda significativa al piede della scogliera

ξ_m = parametro di surf o numero di Iribarren per il periodo medio $\xi_m = \dfrac{\tan \alpha}{\sqrt{\dfrac{2\pi H_S}{g T_m^2}}}$

$T_z \approx T_m$ = periodo d'onda medio (s)

α = pendenza della mantellata (°)

$\Delta = (\gamma_m/\gamma_w - 1)$ = massa relativa del masso

γ_w = peso specifico dell'acqua marina (1023 Kg/m³)

γ_m= peso specifico del masso (2650 Kg/ m³)

D_{n50}= diametro nominale del masso, $D_{n50} = (W_{50}/\gamma m)^{1/3}$ (m)

W_{50}= valore del peso corrispondente al 50% nella curva di distribuzione (kg)

P=p* = coefficiente di permeabilità della struttura

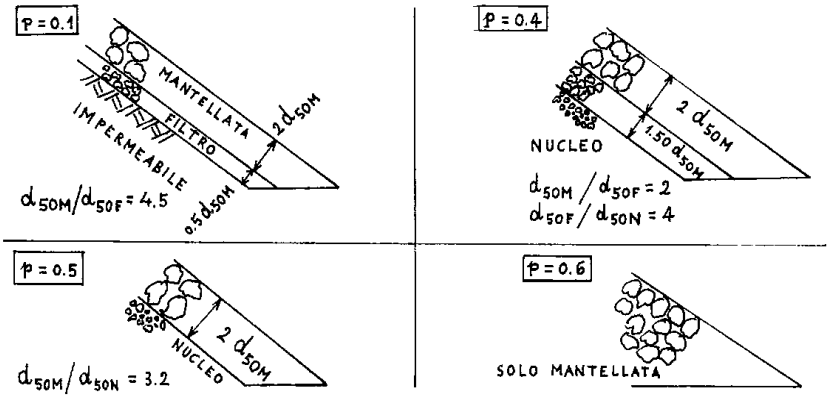


Figura 8.29 – *Rappresentazioni per il calcolo dei valori del parametro p* indicatore della permeabilità della struttura; i pedici M, F, N, indicano, rispettivamente, la mantellata, lo strato intermedio e il nucleo*

S = livello di danneggiamento ammesso, $S = A/(D_{n50})^2$ (crf. tabella seguente)

A = area erosa nella sezione

N = numero di onde (tipicamente tra 1000 e 5000).

ξ_{mc} = numero di Iribarren critico - è calcolato come

$$\xi_{mc} = \left[6.2\,P^{0.31}\sqrt{\tan\alpha}\right]^{\frac{1}{P+0.5}}$$

Mentre per pendenze lievi (cotα >3) è pari a:

$$\xi_{mc} = \left[3.58\,P^{0.31}\right]^{\frac{1}{P+0.5}}$$

Nella tabella seguente sono riportati i valori dell'indice di danneggiamento S, definito come rapporto tra l'area interessata dal dislocamento e il quadrato del diametro nominale del masso, in funzione della pendenza.

Pendenza	Livello di danno S		
	Danno iniziale	Danno intermedio	Danno totale
1:1.5	2	3-5	8
1:2	2	4-6	8
1:3	2	6-9	12
1:4	3	8-12	17
1:6	3	8-12	17

Tabella 5 - Livelli di danno per mantellate in doppio strato in funzione della pendenza

Per moli a cresta bassa sul livello del mare, la stabilità dei massi lapidei della mantellata e della cresta può essere verificata con le formule di cui sopra applicando al valore al primo membro

un fattore correttivo f_i che misura la riduzione della dimensione del masso in relazione al basso livello della cresta.

Tale valore è calcolabile con la seguente formula:

$$f_i = \frac{1}{\left[1.25 - 4.8\left(\frac{R_c}{H_s}\right)\left(\frac{S_m}{2\pi}\right)^{0.5}\right]}$$

che vale per 0<(Rc/Hs)<1 dove:

Rc = l'altezza della cresta fuori acqua.

S_m = ripidità d'onda media $S_m = \frac{H_S}{L_{0m}} = \frac{2\pi H_S}{gT_m^2}$

Per la verifica della stabilità dei massi della mantellata della **scogliera sommersa** è invece stata utilizzata l'apposita formulazione di Van Deer Meer per le barriere sommerse.

Formula di Van Der Meer – Barriere sommerse

La metodologia proposta da Van der Meer propone l'impiego di un numero di stabilità Ns* funzione della profondità h al piede dell'opera, della quota hc del coronamento della struttura rispetto al fondo e del grado di danneggiamento ammissibile S:

$$\frac{h_c'}{h} = (2.1 + 0.1\ S)\ \exp(-0.14\ N_s^*)$$

Con:

$$N_s^* = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} s_p^{-1/3}$$

H_s = altezza d'onda significativa al piede della scogliera

h= profondità al piede (m)

h' = altezza dell'opera dal fondale (m)

$\Delta = (\gamma_m/\gamma_w - 1)$ = massa relativa del masso

γ_w = peso specifico dell'acqua marina (1023 Kg/m³)

γ_m= peso specifico del masso (2650 Kg/ m³)

D_{n50}= diametro nominale del masso, $D_{n50} = (W_{50}/\gamma m)^{1/3}$ (m)

S = livello di danneggiamento ammesso

S_p = ripidità d'onda di picco = Hs/L_{0p}

L'individuazione del tempo di ritorno per l'onda di progetto, utilizzata per il dimensionamento della mantellata della scogliera in entrambe le formulazioni è stato eseguito secondo i criteri suggeriti nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime", approvate dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto del 23 Settembre 1994 n. 156.

Le opere oggetto della verifica sono opere di difesa costiera di interesse locale non rigide e con previsioni di manutenibilità.

Si è assunta quindi come durata di vita minima Tv per l'opera a progetto la vita minima per un'infrastruttura ad uso generale con livello di sicurezza richiesto pari a 1 (come indicato per le difese costiere), ossia 25 anni.

Come massima probabilità di danneggiamento dell'opera è stata assunta la probabilità di danneggiamento incipiente come consigliato per strutture flessibili (le opere in esame non sono soggette a collasso strutturale immediato) con limitato rischio per la vita umana e ripercussione economica bassa (il rapporto tra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti per la perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5), ossia Pf bassa pari a 0,50.

La combinazione del tempo di vita dell'opera e della probabilità di danneggiamento determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto Trp secondo la relazione:

$Trp = Tv / [- \ln(1-Pf)]$

Ne consegue che il tempo di ritorno in caso di ripercussione economica bassa risulta pari a 36 anni; cautelativamente per i calcoli progetto si assume tempo di ritorno pari a 50 anni.

Per il Molo dei Pescatori e la scogliera sommersa è stata assunta come onda di progetto l'onda corrispondente allo stato di mare più gravoso per il paraggio con T= 50 anni, con provenienza dal settore B (MWD=200°N), propagata al piede del molo - sulla profondità media di 8 m circa come determinata nell'ambito della modellazione numerica eseguita da DHI che presenta le seguenti caratteristiche:

H_s = 5,44 m T_p= 10,8 s

Per il pennello a levante della spiaggia, imbasato su una profondità di circa 4 m è stata assunta l'onda maggiore compatibile con il fondale. Cautelativamente è stato utilizzato il periodo corrispondente all'evento estremo con TR50anni proveniente dal settore C (MWD=230°N) come determinato nell'ambito della modellazione numerica eseguita da DHI.

Le caratteristiche di tale onda sono le seguenti:

H_s = 3,70 m T_p= 11 s

Come innalzamento del livello del medio mare, da utilizzare per il calcolo dell'onda frangente e per l'altezza della cresta delle strutture sul livello del mare, è stato assunto cautelativamente il valore corrispondente allo storm surge di input del modello DHI, che risulta per TR= 50 anni pari a 71 cm.

Come pendenza della mantellata è stata assunta la pendenza delle scarpate esterne e di testata delle differenti opere:

- molo dei Pescatori e scogliera sommersa pari a 1 su 2,5;
- pennello di levante della spiaggia 1 su 2

Come permeabilità della mantellata, per le opere emerse è stato assunto il valore di 0,5.

La verifica è stata effettuata, per il pennello e la scogliera per condizioni di danneggiamento incipiente ossia con S=2; per il molo è stata eseguita per condizioni di danneggiamento tra incipiente e intermedio ossia con S= 3

Si riportano di seguito le relative tabelle di calcolo.

Dati

$\rho 0$ =	1.023,00	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	2.650,00	kg/mc	densità scogli
Δ =	1,59		ρ / $\rho 0$ - 1
P=p*=	0,50		permeabilità (tra 0,1 e 0,6)
cotg (α) =	2,50		pendenza mantellata (1 su ...)
tg (α) =	0,40		1 / pendenza della mantellata
h =	8,00	m	profondità al piede
H_s =	5,44	m	H onda significativa
g =	9,81	m/s^2	accelerazione gravità
T_p =	10,80	s	periodo di picco
T_s=	10,80	s	periodo significativo
T_m =	9,39	s	periodo medio
$L_{0\,m}$	137,61	m	lunghezza d'onda al largo riferita al Tm
ξ m =	**2,012**		parametro di Iribarren
ξ mc =	3,163		parametro di Iribarren critico
S =	3,00		livello di danneggiamento
N =	5.000,00		numero onde presenti nella mareggiata (da 1000 a 5000)
Pers =	13,04	ore	durata della mareggiata
R_c=	3,00	m	altezza della mantellata sul l.m.m.
s=	0,71	m	storm surge modello
$R_{c\ corretto}$ =	2,29	m	altezza della mantellata sul l.m.m. + sopraelevazione

FORMULA DI VAN DER MEER

- Calcolo del parametro Ns

ξ m $\leq$2,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	**2,05**	frangimento tipo plunging
2,5$\leq \xi$ m $\leq$ 3,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	--	-
ξ m $\geq$3,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	**--**	-
	Ns = Hs/(Δ*Dn50)=	***2,05***	

- Coefficiente di riduzione per moli a cresta bassa

R_c / Hs =	0,42	<1	*fi applicabile*
fattore di controllo fi =	0,0334	< 0.052	
f_i	**0,92**	coeff. di riduzione moli a cresta bassa	

- Determinazione finale del parametro Ns, del diametro e peso del masso di progetto

Ns/fi = Hs/(Δ*Dn50)/fi= ***2,23***

D_{n50}	**1,53**	**m**	**diametro nominale medio**
W_{50}	**9.500**	**kg**	**peso medio del singolo masso di progetto**

Allungamento molo dei Pescatori - Verifica stabilità massi mantellata – formula van Der Meer – S= 3

Dati

$\rho 0$ =	1.023,00	kg/mc	densità acqua di mare
ρ =	2.650,00	kg/mc	densità scogli
Δ =	1,59		$\rho / \rho 0$ - 1
P=p*=	0,50		permeabilità (tra 0,1 e 0,6)
cotg (α) =	2,00		pendenza mantellata (1 su ...)
tg (α) =	0,50		1 / pendenza della mantellata
h =	4,00	m	profondità al piede
H_s =	3,70	m	H onda significativa
g =	9,81	m/s^2	accelerazione gravità
T_p =	11,00	s	periodo di picco
T_s=	11,00	s	periodo significativo
T_m =	9,57	s	periodo medio
$L_{0\,m}$	142,93	m	lunghezza d'onda al largo riferita al Tm
ξ m =	**3,108**		parametro di Iribarren
ξ mc =	3,536		parametro di Iribarren critico
S =	2,00		livello di danneggiamento
N =	5.000,00		numero onde presenti nella mareggiata (da 1000 a 5000)
Pers =	13,29	ore	durata della mareggiata
R_c=	1,00	m	altezza della mantellata sul l.m.m.
s=	0,71	m	storm surge modello
$R_{c\ corretto}$ =	0,29	m	altezza della mantellata sul l.m.m. + sopraelevazione

FORMULA DI VAN DER MEER

- Calcolo del parametro Ns

ξ m $\leq$2,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	--	-
2,5$\leq \xi$ m $\leq$ 3,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	1,34	frangimento intermedio plunging/surging
ξ m $\geq$3,5--->	Hs/(Δ*Dn50)=	--	-
	Ns = Hs/(Δ*Dn50)=	***1,34***	

- Coefficiente di riduzione per moli a cresta bassa

R_c / Hs =	0,08	<1	*fi applicabile*
fattore di controllo fi =	0,0050	< 0.052	
f_i	**0,82**		coeff. di riduzione moli a cresta bassa

- Determinazione finale del parametro Ns, del diametro e peso del masso di progetto

Ns/fi = Hs/(Δ*Dn50)/fi= ***1,64***

D_{n50}	**1,42**	**m**	**diametro nominale medio**
W_{50}	**7.577**	**kg**	**peso medio del singolo masso di progetto**

Pennello a levante della spiaggia - Verifica stabilità massi mantellata – formula van Der Meer – S= 2

Dati			
profondità al piede	***h***	8,00	m
sommergenza della cresta	***Δh***	1,71	m
altezza della cresta	***h'***	6,29	m
direzione di provenienza onda	***°N***	200,00	°
densità dei massi	***ρ***	2,65	t / mc
densità dell'acqua	***ρ_w***	1,023	t / mc
periodo significativo	***T_s***	10,80	s
altezza d'onda di progetto	***H_s***	5,44	m
	Δ	1,590	
lunghezza d'onda a largo	***L_{0p}***	182,11	m
ripidità dell'onda	***s_{0p}***	0,03	
altezza relativa della cresta	***h/h'***	0,79	
livello di danno atteso	***S***	2,00	*danno incipiente*
FORMULA DI VAN DER MEER			
numero di stabilità spettrale	***Ns****	7,67	
diametro nominale medio	***D_{n50}***	1,44	m
peso medio del singolo masso di progetto	***W_{50}***	**7,88**	t

Scogliera sommersa - Verifica stabilità massi mantellata – Formula van Der Meer Barriere sommerse S=2

Tutte le verifiche saranno meglio dettagliate nelle successive fasi della progettazione.

Considerando che nella buona pratica vengono utilizzati massi di pezzatura compresa tra 0,75 e 1,25 volte il peso del masso di progetto, ipotizzando in condizioni di evento meteomarino con TR= 50 anni anche condizioni di danneggiamento appena superiori al danneggiamento iniziale (S=3), si assume per la mantellata di tutte le opere l'**utilizzo di massi di IV categoria di peso compreso tra 7 e 10 t**, avendo cura di posizionare i massi di maggiori dimensioni nelle aree esterne maggiormente esposte come le testate e nelle zone maggiormente sollecitate dal moto ondoso.

Per lo strato di base e la parte interna oltre che per gli intasamenti si prevede l'utilizzo di massi di III categoria (di peso compreso tra 3 e 7 t) in una percentuale pari al 30% circa.

11. UTILIZZO DELLE RISORSE NATURALI

11.1 Criteri di scelta del materiale da utilizzare – Disponibilità delle risorse

Per la realizzazione degli interventi previsti sono necessari i seguenti materiali:

MASSI NATURALI III e IV CATEGORIA:

- A: consolidamento Molo dei Pescatori: circa 12.000 t;
- B: prolungamento della scogliera sommersa in massi: circa 4.650 t ;
- C: nuovo pennello sul limite a levante della spiaggia: 715 t;

MATERIALE SELEZIONATO DI CAVA DI PEZZATURA GHIAIOSA D 2÷40 MM

- D: ripascimento della spiaggia del Borgo: circa 6.800 mc (circa 9.700 t).

Non sono disponibili da corsi d'acqua nell'immediata prossimità di Monterosso al Mare materiali idonei per il ripascimento, nelle quantità necessarie.

I materiali sono reperibili nelle cave dell'ambito dello spezzino e del levante genovese o, specie per i massi, nelle cave del Piemonte occidentale o della Lombardia.

I massi e il materiale da ripascimento avranno caratteristiche litologiche e cromatiche compatibili con i materiali esistenti nell'area.

11.1.1 Caratteristiche dei massi

I requisiti a cui devono corrispondere i materiali lapidei, oltre alla composizione compatibile con i materiali esistenti, sono rappresentati da un elevato peso specifico e da un buon grado di compattezza.

La ricerca dei materiali aventi tali requisiti dovrà essere effettuata in un intorno piuttosto ampio rispetto all'area in esame, anche in relazione al fatto che le forniture saranno eseguite via mare per non sovraccaricare la viabilità stradale.

Nella scelta della tipologia di materiale, si dovrà tenere conto delle problematiche legate al rischio "amianto", ossia alla presenza di fibre libere o liberabili, tenuto conto che le vallate limitrofe al sito di progetto sono ricche di rocce di tipo ofiolitico, per le quali è necessario effettuare, soprattutto per i materiali di tipo serpentinitico, controlli di carattere qualitativo e quantitativo sulle attività di cava.

La scelta delle cave di prestito dovrà essere attentamente valutata sulla base dei seguenti criteri:

- idoneità per composizione dei materiali delle cave indagate;
- cave in avanzata coltura, al fine di non generare alcun impatto indiretto;
- adeguata disponibilità anche in relazione alla possibile sovrapposizione con interventi di ripristino in seguito alla mareggiata in aree limitrofe;

- la vicinanza della cava al punto di imbarco per la parte di materiali che saranno forniti via mare in modo da ottimizzare le tempistiche e minimizzare gli impatti sulla viabilità e sull'ambiente circostante.

I materiali sono reperibili nelle cave dell'ambito dello spezzino e del levante genovese o, specie per i massi, nelle cave del Piemonte occidentale o della Lombardia.

E' possibile l'approvvigionamento anche da altre regioni, se eseguito con imbarcazioni che possano garantire carichi elevati e trasporti sostenibili sia in termini di costi, che in termini di tempistiche.

11.1.2 Materiale per ripascimento

I materiali per l'esecuzione del ripascimento verranno sottoposti a specifica autorizzazione nelle fasi preliminari dei lavori, una volta individuate le cave idonee: il ripascimento sarà realizzato con materiali di cava scelti e con percentuali di pelite inferiori al 5%, come previsto per i tratti di costa sensibile nei "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" di cui alla D.G.R. 1209/2016 e n. 95/2017.

11.2 Approvvigionamento idrico

Si ritiene di trascurabile rilevanza il problema dell'approvvigionamento idrico in relazione alla tipologia di intervento.

12. PRODUZIONE E SMALTIMENTO DI RIFIUTI

Gli interventi non comportano scavi e demolizioni. I normali rifiuti prodotti, connessi alle lavorazioni, saranno completamente smaltiti secondo le normative vigenti, senza lasciare rifiuti nell'area oggetto dell'intervento e nelle sue vicinanze.

13. VOLUMI DI TRAFFICO INDOTTI E CAPACITÀ DEL SISTEMA INFRASTRUTTURALE

Vista la collocazione dell'abitato di Monterosso al Mare e le difficoltà di accesso da parte dei mezzi pesanti, i trasporti via terra verranno organizzati in modo da non gravare in maniera eccessiva sulla viabilità; l'accesso alle aree da parte dei materiali e mezzi avverrà come segue:

- massi per la realizzazione delle scogliere e pennelli: fornitura e posa in opera via terra, con carico su mezzo marittimo nella colmata di Fegina; in alternativa, accesso diretto da mare;
- materiale ghiaioso per ripascimento: accesso via terra, con eventuale trasbordo su mezzi a due assi nella colmata di Fegina per attraversare il centro storico di Monterosso con mezzi adeguati, posa in opera sulla spiaggia mediante escavatore e pala meccanica

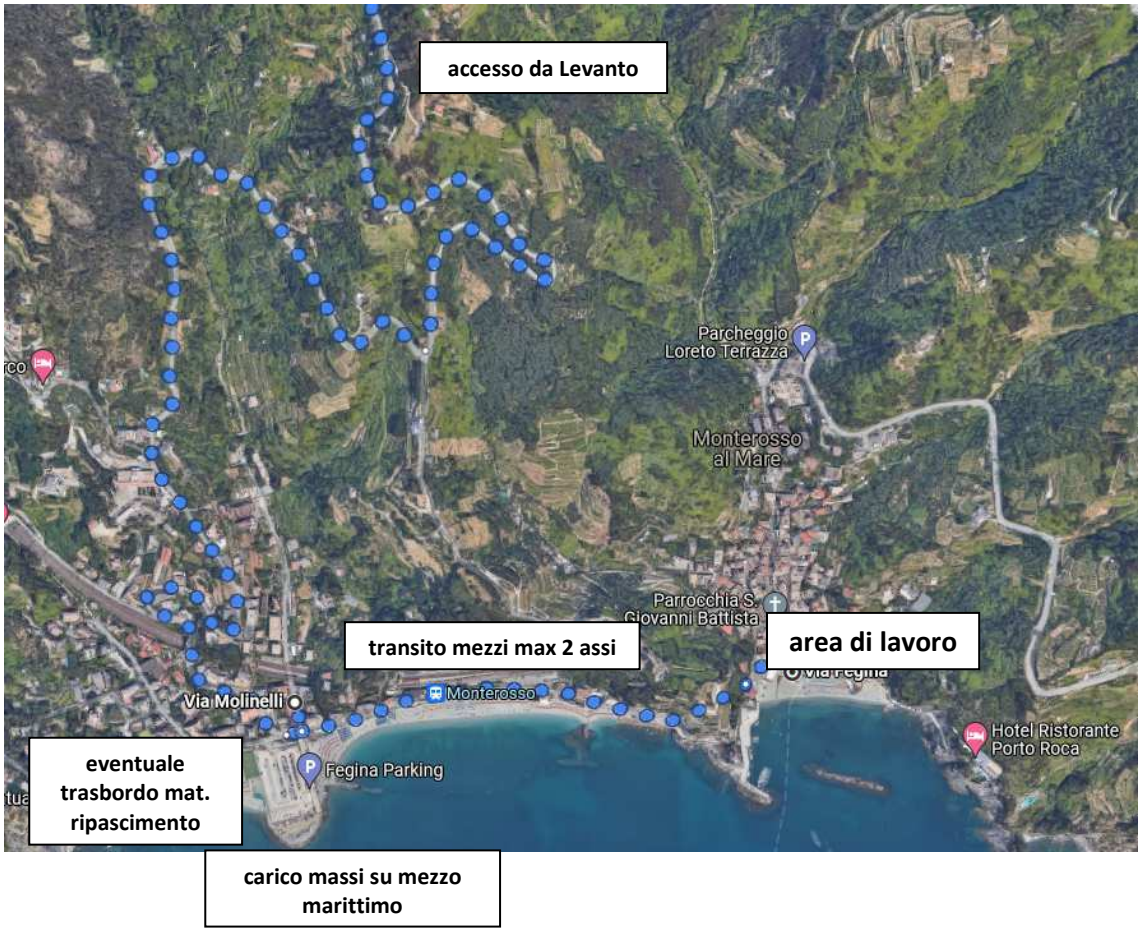


Figura 13.1 : viabilità accesso all'area di lavoro

L'incremento di traffico per il conferimento dei materiali è stimabile in un massimo di 10÷12 mezzi/giorno, che certamente non provocheranno alterazioni significative ai flussi di traffico stradale.

I percorsi verranno opportunamente segnalati e presidiati, al fine di minimizzare le interferenze con il traffico locale.

Il transito dei mezzi avverrà al di fuori della stagione di maggiore affluenza, pertanto il traffico indotto risulterà in ogni caso molto inferiore rispetto ai carichi sopportabili dalla rete viaria nei momenti di massimo flusso turistico.

14. INQUINAMENTO E DISTURBI AMBIENTALI

14.1 Valutazione degli inquinamenti indotti

Si riportano di seguito le tipologie di inquinamento potenziale legate alle lavorazioni previste.

14.2 Inquinamento del terreno nella zona di intervento

Tale tipologia di inquinamento non è tipica delle lavorazioni in esame, che interessano prettamente la porzione di costa a mare. Verrà comunque posta ogni cura nella scelta dei materiali da impiegarsi.

14.3 Inquinamento acustico

L'area costiera è classificata come "area di tipo misto" secondo quanto riportato nella cartografia comunale.

Ai sensi del DPCM 14/11/97 e s.m.i., in tale zona devono essere rispettati i seguenti valori limite, espressi in Leq (dB(A)), sia per il periodo diurno (06:00-22:00) che per il periodo notturno (22:00-06:00):

- emissione: 55 dB(A) nel periodo diurno e 45 dB(A) nel periodo notturno;
- immissione: 60 dB(A) nel periodo diurno e 50 dB(A) nel periodo notturno.

Le lavorazioni in esame non comportano variazioni delle emissioni sonore in fase di esercizio rispetto alla situazione attuale.

Il cantiere per la costruzione dovrà rispettare quanto previsto nel Regolamento Acustico Comunale per attività temporanee di cantieri.

Le attività previste sono costituite sinteticamente dalle seguenti tipologie di lavorazione: transito via terra, transito via mare, movimentazione via terra e movimentazione via mare con l'utilizzo massimo contemporaneo di 2 camion, 1 escavatore / pala meccanica e 1 pontone attrezzato con apposita benna.

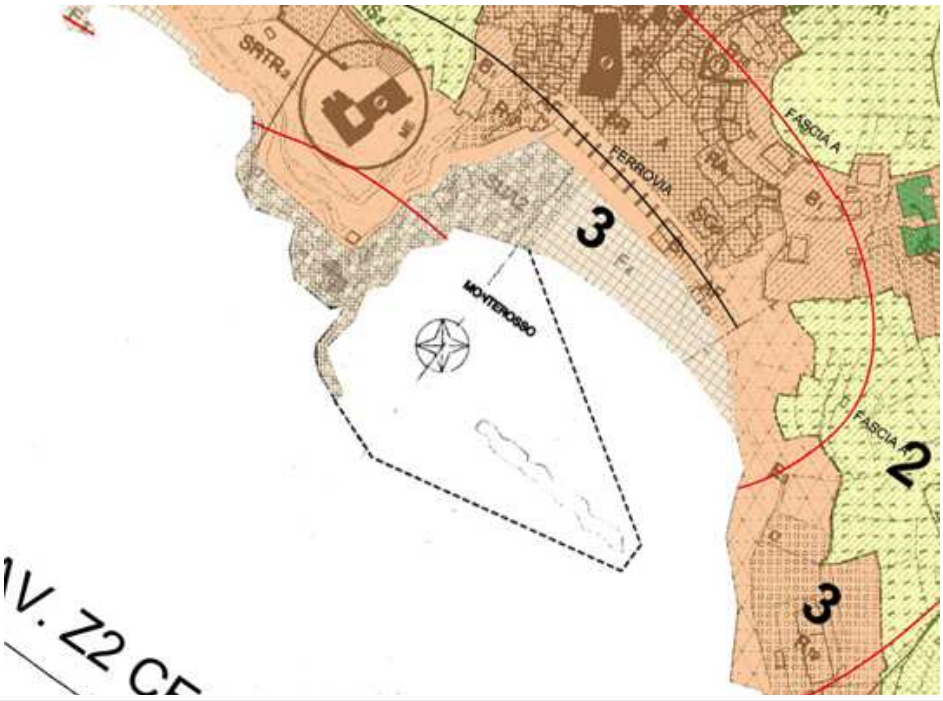
Per il calcolo dell'emissione sonora complessiva è stata considerata, in via cautelativa, la contemporanea operatività dei mezzi e macchinari d'opera sopra elencati.

L'emissione è stata valutata come somma energetica dei singoli contributi, desunti dai dati di letteratura disponibili (con potenza sonora del pontone assimilata a quella di un'autogru), secondo la formula:

$$L_{eq,tot} = 10 \times \log_{10}\left(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + \cdots + 10^{\frac{Ln}{10}}\right)$$

In cui L è la potenza sonora di ognuno dei mezzi d'opera.

L'emissione sonora complessiva (Leq) prevista è pari a circa 113dB(A).



RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE CLASSI ACUSTICHE

Classe 1 – Aree particolarmente protette – Colore VERDE
Classe 2 – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale – Colore GIALLO
Classe 3 – Aree di tipo misto – Colore ARANCIONE
Classe 4 – Aree di intensa attività umana – Colore ROSSO
Classe 5 – Aree prevalentemente industriali – Colore VIOLA
Classe 6 – Aree esclusivamente industriali – Colore BLU
Aree per attività temporanee quali manifestazioni concerti spettacoli – Retinatura

VALORI LIMITE DI EMISSIONE LeQ IN Db(a)

classi di destinazione d'uso	tempi di riferimento diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente Residenziali	50	40
III Aree di tipo misto	55	45

VALORI ASSOLUTI DI IMMISSIONE LeQ IN Db(a)

classi di destinazione d'uso	tempi di riferimento diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50

VALORI DI QUALITA' LeQ IN Db(a)

classi di destinazione d'uso	tempi di riferimento diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente Residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47

Figura 14.1: Stralcio cartografico della Zonizzazione Acustica del comune di Monterosso al Mare e relativi valori limite assoluti di emissione e immissione

Anche considerando le ipotesi cautelative effettuate, si ritiene che il fenomeno possa essere opportunamente mitigato mediante l'utilizzo di mezzi e macchinari conformi alle più recenti normative e sottoposti ad adeguata manutenzione e l'esecuzione delle lavorazioni al di fuori della stagione di massimo afflusso turistico.

In fase di cantierizzazione sarà comunque valutata la eventuale necessità di presentare apposita istanza di autorizzazione in deroga con relazione redatta da un tecnico competente in acustica.

14.4 Inquinamento atmosferico e da polveri

Il controllo della polverosità durante il passaggio di mezzi e lo scarico dei materiali sarà opportunamente regolamentato, se necessario anche con lavaggi localizzati. Inoltre il materiale da fornire sarà quanto più possibile privo di frazioni polverose.

Per quanto riguarda l'incremento del traffico direttamente indotto dai lavori, come anticipato al relativo paragrafo, sarà limitato al minimo indispensabile al di fuori dalla stagione di maggior afflusso turistico.

Per evitare sovraccarichi della viabilità locale sono previsti un massimo di 10÷12 viaggi al giorno con autocarro per un totale di circa 1.200 viaggi e 1 viaggio al giorno al massimo con pontone per un totale di 160 giorni. Distribuiti in un periodo lavorativo di circa 8 mesi.

Tali incrementi sono trascurabili, sia in rapporto all'obiettivo di difesa del territorio, sia anche in rapporto agli aumenti di traffico che si verificano durante la stagione balneare.

L'impatto potenziale sulla qualità dell'aria può essere dunque considerato trascurabile.

14.5 Inquinamento dell'acqua

Dal momento che in fase di lavorazione è previsto il versamento di materiale ghiaioso certificato e massi di grande pezzatura, oltre ad un'operatività dei mezzi d'opera limitata ai giorni di posa in opera dei materiali, l'inquinamento dell'acqua non avrà particolare rilevanza.

Potranno verificarsi locali situazioni di intorbidimento delle acque - dovute soprattutto al materiale di ripascimento e in subordine al materiale sciolto movimentato dai mezzi marittimi - che avranno carattere limitato nel tempo alle fasi operative dei mezzi ed estensione alla sola area di lavoro. Come già sopra indicato sarà cura di utilizzare materiali quanto più possibile privi di frazioni terrose.

15. GENERAZIONE DI CONFLITTI PER L'USO DELLE RISORSE CON ALTRI INTERVENTI LIMITROFI

Le quantità di massi che devono essere utilizzati per i lavori sono potenzialmente disponibili nelle cave in aree a distanza limitata dal sito di progetto, sebbene sia possibile l'utilizzo di materiale proveniente da cave a distanza maggiore.

Si ritiene che l'utilizzo delle risorse, sia che siano provenienti dalle cave locali o da cave a distanza maggiore debba essere attentamente valutato in sede di gara, in quanto - a causa dei danni ingenti causati dall'evento dell'ottobre 2018 a molte delle strutture costiere - è possibile

che si generino fenomeni puntuali di penuria di materiali. Tuttavia, preliminarmente, non si ipotizzano conflitti particolari con altri interventi in corso di progettazione e/o di realizzazione sull'utilizzo delle risorse naturali.

16. IMPATTO SUL PATRIMONIO NATURALE E STORICO

L'intervento nel suo complesso è finalizzato al miglioramento della protezione delle opere esistenti, in modo da aumentare la stabilità e la durabilità delle stesse. Come già descritto, le opere hanno caratteristiche di potenziamento delle opere di difesa a mare esistenti, mantenendone le caratteristiche principali, senza snaturare il contesto paesaggistico locale.

L'intervento a progetto non genera impatti significativi sulla fascia costiera, di notevole interesse paesistico, ma già influenzata dalla presenza di opere antropiche infrastrutturali (viadotti della linea ferroviaria) e connesse a alle difese costiere che già esistevano prima della mareggiata.

I materiali utilizzati saranno compatibili con l'utilizzo in ambiente marino e avranno caratteristiche cromatiche simili ai massi esistenti.

La tipologia dell'intervento non genera particolari ricadute sul sistema ecologico dell'area né dal punto di vista della flora e fauna terrestre, né dei fondali.

Saranno tuttavia adottate tutte le cautele necessarie a ridurre i fenomeni di torbidità e a minimizzare l'impatto sugli habitat e le specie protette.

Sono in corso di sviluppo le simulazioni fotografiche di inserimento degli interventi, che saranno allegate nella loro versione finale alla relazione paesaggistica del progetto definitivo.

16.1 Aspetti riguardanti il rischio archeologico

Le opere a progetto non prevedono alcun tipo di scavo al di sotto di aree non indagate e vengono realizzate nella zona antistante la spiaggia di Monterosso al Mare, già oggetto di molteplici interventi nel periodo recente.

E' stata eseguita da parte della Dott.ssa Valentina Brodasca specifica Valutazione Preliminare di Interesse Archeologico (v. documento ***SA.R05.00***), dalla quale si riportano alcuni elementi significativi:

- *il survey subacqueo ha evidenziato come gli scogli a protezione del molo e quelli della scogliera parallela alla costa siano stati spostati dalle mareggiare e sparpagliati sul fondo in un'area abbastanza ampia attorno alla sagoma dei manufatti stessi;*
- *sul fondale, prevalentemente sabbioso, è stato rinvenuto scarso materiale di età contemporanea;*
- *l'indagine subacquea non ha evidenziato alcun reperto di interesse storico-archeologico, né anomalie morfologiche o affioramenti dal fondale che possano indiziare la presenza di resti sepolti;*

- *anche il survey effettuato sulla spiaggia e nell'area in cui verrà spostato il moletto non ha evidenziato alcun reperto di interesse storico-archeologico, né anomalie morfologiche che possano indiziare la presenza di resti sepolti sotto la sabbia.*
- *si ritiene quindi che il grado di potenziale archeologico dell'area interessata dall'opera, ovvero il livello di probabilità che in essa sia conservata una stratificazione archeologica, possa essere considerato di livello basso.*

17. COMPATIBILITÀ CON IL QUADRO NORMATIVO PAESAGGISTICO - AMBIENTALE

Gli interventi previsti a progetto, sopra descritti in dettaglio, si configurano come interventi di aumento della resilienza dell'area costiera e come potenziamento delle opere a mare esistenti, a difesa del litorale e dell'abitato.

Con riferimento al quadro normativo di cui al paragrafo 3, tali interventi non si pongono in contrasto né con gli strumenti sovraordinati né con la pianificazione urbanistica a livello locale, anzi costituiscono attuazione e potenziamento delle funzioni di servizio previste.

18. MITIGAZIONE DELL'IMPATTO DEGLI INTERVENTI

Dal punto di vista tecnico per gli interventi sono state scelte soluzioni quanto più possibile compatibili con il contesto ambientale e paesaggistico, nell'intento di armonizzarli all'interno del contesto, mitigarne al massimo l'impatto e risultare, al tempo stesso, durabili ed appropriati per il contesto marino.

I materiali (massi, ghiaia per ripascimento) saranno scelti con caratteristiche litologiche e cromatiche simili a quelli e privi di impurità che possano creare torbidità persistenti.

19. STIMA DEI COSTI, TEMPI DI ATTUAZIONE

L'importo dei lavori previsti è pari a circa € 1.400.000,00, con importo complessivo di perizia pari a circa € 1.750.000,00.

L'intervento verrà approvato con le procedure previste dalla Ordinanza n. 558/2018, che prevede tempistiche ridotte per le fasi approvative; è possibile ipotizzare le seguenti tempistiche di attuazione:

- valutazione di assoggettabilità a screening: 45 giorni

- redazione progetto definitivo, approvazione del progetto: 45 giorni

- redazione progetto esecutivo, affidamento lavori: 15 giorni

- esecuzione dei lavori: 240 giorni (8 mesi)

- collaudi: 30 giorni.

Alcune fasi potranno essere compresse o accorpate, per poter rispettare tempistiche e prescrizioni dei finanziamenti disponibili.