COMUNE DI MONEGLIA
Corso Libero Longhi, 25, 16030 Moneglia (GE)

INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA E RIQUALIFICAZIONE DEL LITORALE IN LOC. LA SECCA A SEGUITO DEI DANNI DELLA MAREGGIATA DEL 29-30 OTTOBRE 2018 E DI CUI ALLA O.C.D.P.C. n. 558/2018

STUDIO DI FATTIBILITÀ

R01 - RELAZIONE TECNICA GENERALE

Moneglia, giugno 2020

STUDIOELB INGEGNERI ASSOCIATI
Corso Torino 17/6 sc. A - 16129 GENOVA GE - Tel. 010.5740568 - Fax 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. IVA: 01933110999

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. UBICAZIONE DELL'AREA 4

3. PROPRIETÀ DELL'AREA 6

4. DESCRIZIONE DELL'AREA 8

4.1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 10

5. INQUADRAMENTO NORMATIVO E PIANIFICATORIO 15

6. VINCOLI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI 15

6.1 BENI CULTURALI, ARCHEOLOGICI E PAESAGGISTICI 15
6.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO 16

7. SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA E HABITAT MARINI E COSTIERI 16

7.1 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA 16
7.2 HABITAT MARINI E COSTIERI 17
7.3 PARCHI E AREE MARINE PROTETTE 18

8. APPROFONDIMENTI DI CARATTERE MARITTIMO 19

9. APPROFONDIMENTI GEOLOGICI 30

10. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A PROGETTO 33

10.1 OBIETTIVI 33
10.2 DESCRIZIONE DELLE IPOTESI PROGETTUALI 33
10.2.1 Ipotesi 1 34
10.2.2 Ipotesi 2 36
10.2.3 Ipotesi 3 41
10.3 CONSIDERAZIONI SULLA DIFFERENTI IPOTESI E SCELTA PROGETTUALE 45
10.4 SCELTA PROGETTUALE E LOTTI FUNZIONALI 47
10.4.1 Lotti funzionali 49

11. DIMENSIONAMENTO DEI MASSI PER LA SCOGLIERA E PER I PENNELLI 53

12. CENNI SULLA TRACIMABILITA' IN CORRISPONDENZA DELLA SCOGLIERA 56

13. TEMPISTICHE 60

14. COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI PROGRAMMATICI 61

15. INSERIMENTO PAESAGGISTICO 62

16. ASPETTI DEMANIALI 63

17. ASPETTI AMBIENTALI 63

18. MONITORAGGIO E MANUTENZIONE 64

19. VALUTAZIONI SUL POTENZIALE ARCHEOLOGICO 65

20. PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA.....66

20.1 RISCHI CONCRETI RELATIVI ALLE LAVORAZIONI SVOLTE.....69
20.2 RISCHI CONCRETI RELATIVI ALL'INTERAZIONE FRA IL CANTIERE E LE AREE CIRCOSTANTI.....70
20.3 COSTI DELLA SICUREZZA.....70

1. PREMESSA

La mareggiata del 29 e 30 ottobre 2018 ha investito la fascia costiera ligure con venti di burrasca e mare molto intensi, inusuali per durata e ampiezza delle aree coinvolte.

I valori di altezza significativa registrati dalla boa di capo Mele (unica rimasta nell'arco ligure) sono giunti fino a circa 6,40 metri, i valori di altezza massima fino a circa 10,30 metri e il periodo di picco fino a 12 secondi. Oltre il 50% degli anemometri della rete ARPAL ha registrato raffiche ben superiori ai 100 km/h, con diversi valori a fondo scala. Il livello idrometrico (livello del medio mare) misurato alla stazione di Genova della rete mareografica ISPRA ha raggiunto livelli di oltre 70 cm.

Anche il litorale del comune di Moneglia è stato duramente colpito dall'azione violenta del mare e si sono dovuti contare numerosi danni su tutta la fascia costiera e una progressiva accelerazione dei processi erosivi registratisi in particolare sulla spiaggia in Loc. La Secca.

All'uopo l'Amministrazione ha richiesto finanziamenti finalizzati sia al ripristino dei danni sia all'aumento della resilienza del sistema litoraneo.

A seguito delle richieste di finanziamento formulate, la struttura commissariale con DCD558 n.8/2020 ha messo a disposizione per l'annualità 2020 risorse per complessivi Euro 460.000,00 da impiegare per un "*intervento organico di difesa e riqualificazione del litorale mediante ristrutturazione del pennello davanti all'ex edificio Arcobaleno, e costruzione di due nuovi pennelli, ripascimento strutturale delle celle litorali compartimentate dai pennelli*" nella loc. La Secca.

Alla conferma di tali fondi il Comune ha potuto dare l'avvio agli studi di dettaglio e alla progettazione degli interventi necessari alla difesa e riqualificazione costiera in tale località affidando agli scriventi la redazione dello studio di fattibilità, della progettazione definitiva e della progettazione esecutiva di un primo lotto di interventi.

Gli interventi di difesa costiera come quello in esame prevedono infatti approfondimenti di dettaglio e una progettazione unitaria riferita all'intera cella litorale, che, in base ai rilievi e ai risultati della modellistica numerica sullo stato attuale, hanno evidenziato già dalle prime fasi la necessità di eseguire interventi più costosi di quanto inizialmente previsto dall'Amministrazione Comunale con riferimento ai documenti in proprio possesso e a dover quindi prevedere una realizzazione per lotti funzionali legati al reperimento dei fondi stessi, come già comunicato dall'Amministrazione agli Uffici Regionali.

La presente Relazione tecnica generale, che fa parte del progetto di fattibilità tecnico economica, descrive lo stato dei luoghi, le criticità presenti, illustra le ipotesi progettuali studiate e descrive la soluzione progettuale prescelta con relative tempistiche e lotti funzionali.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

La spiaggia in Loc. "La Secca" è ubicata nella parte di ponente del litorale di Moneglia tra il campeggio Smeraldo e il promontorio di Sant'Erasmo (o Sant'Elmo).

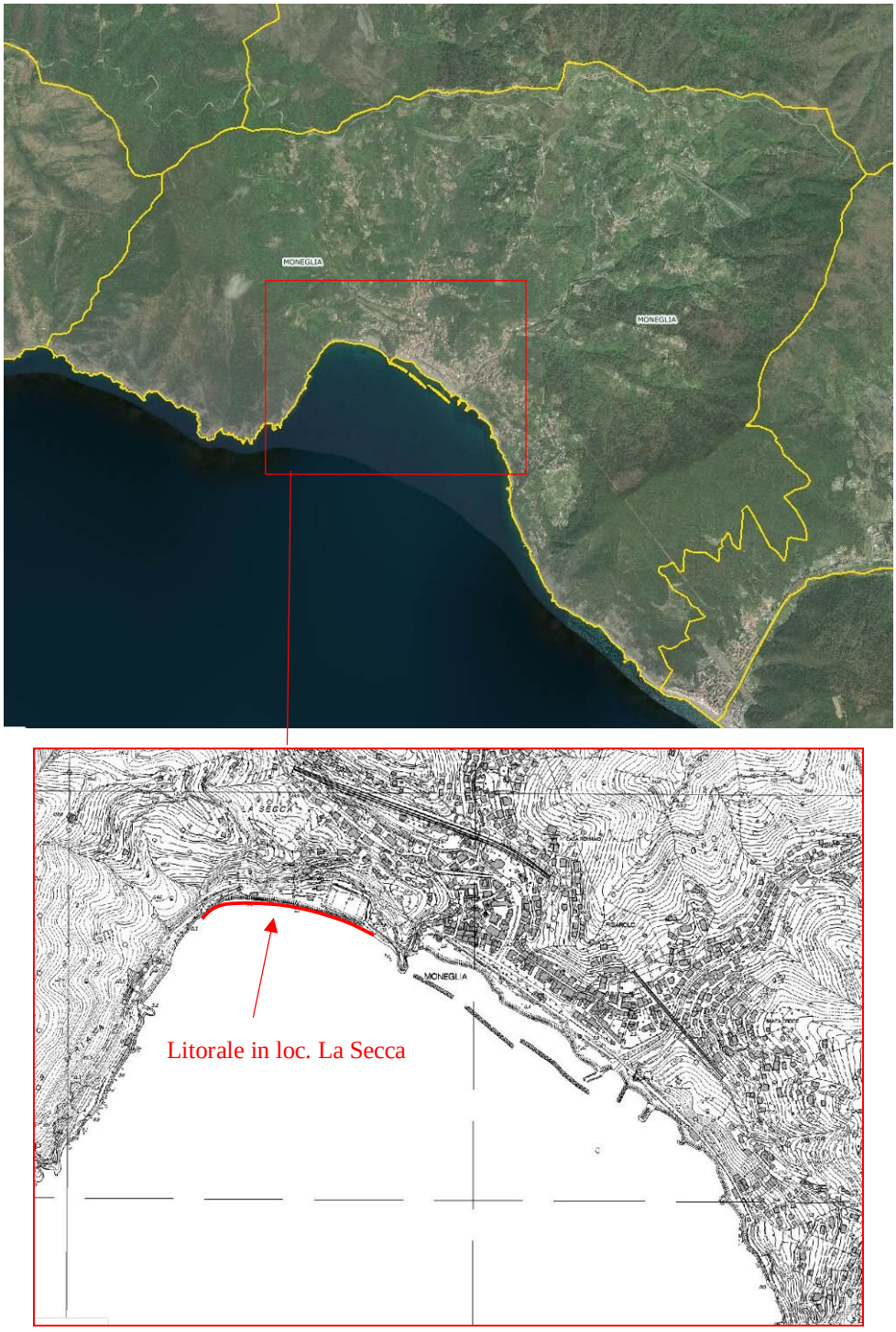


Figura 2.1 - Inquadramento dell'area e stralcio C.T.R Regione Liguria 1:10.000



Foto 2.1 - Foto prospettica Regione Liguria -2015

Tale tratto di litorale ricade nell'ambito dell'unità fisiografica da Punta Baffe a Punta Rospo e nel paraggio costiero da Punta Moneglia a Punta Rospo; costituisce un'unica cella litorale di lunghezza pari a 375 m.



Figura 2.2 - Stralcio "Carta Ripascimenti - Criteri di progettazione - D.G.R. 1446/09"(da cartografia Regione Liguria)

Celle litorali

Risultato della Selezione	
Identificativo	516
Codice ISTAT Comune	010037
Nome Comune	MONEGLIA
Codice Cella	UF_25020101
Nome Cella	
Lunghezza (m)	375
Codice Unità Fisiografica	UF_25
Codice Paraggio	02
Codice Spiaggia	01

Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali

3. PROPRIETÀ DELL'AREA

Come mostrato dalla figura sotto riportata, estratta dal Sistema Informativo del Demanio, il litorale oggetto del presente studio ricade in area demaniale marittima.

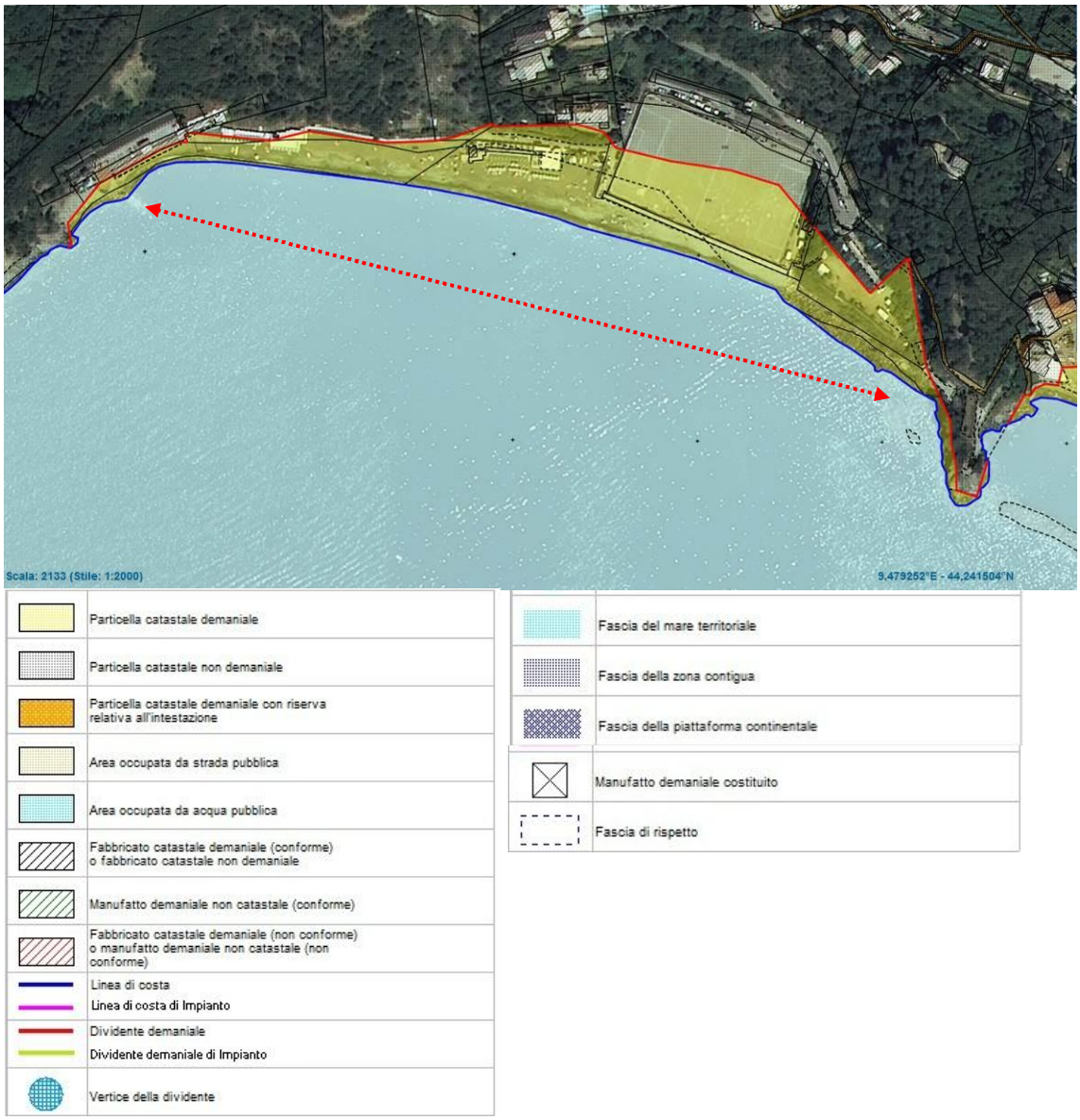


Figura 3.1 – Stralcio carta Sistema Informativo del demanio

Tale area risulta in parte libera in parte in concessione demaniale, come mostrato nella figura seguente tratta dal PUD del Comune di Moneglia – Variante PC. 21/2012.

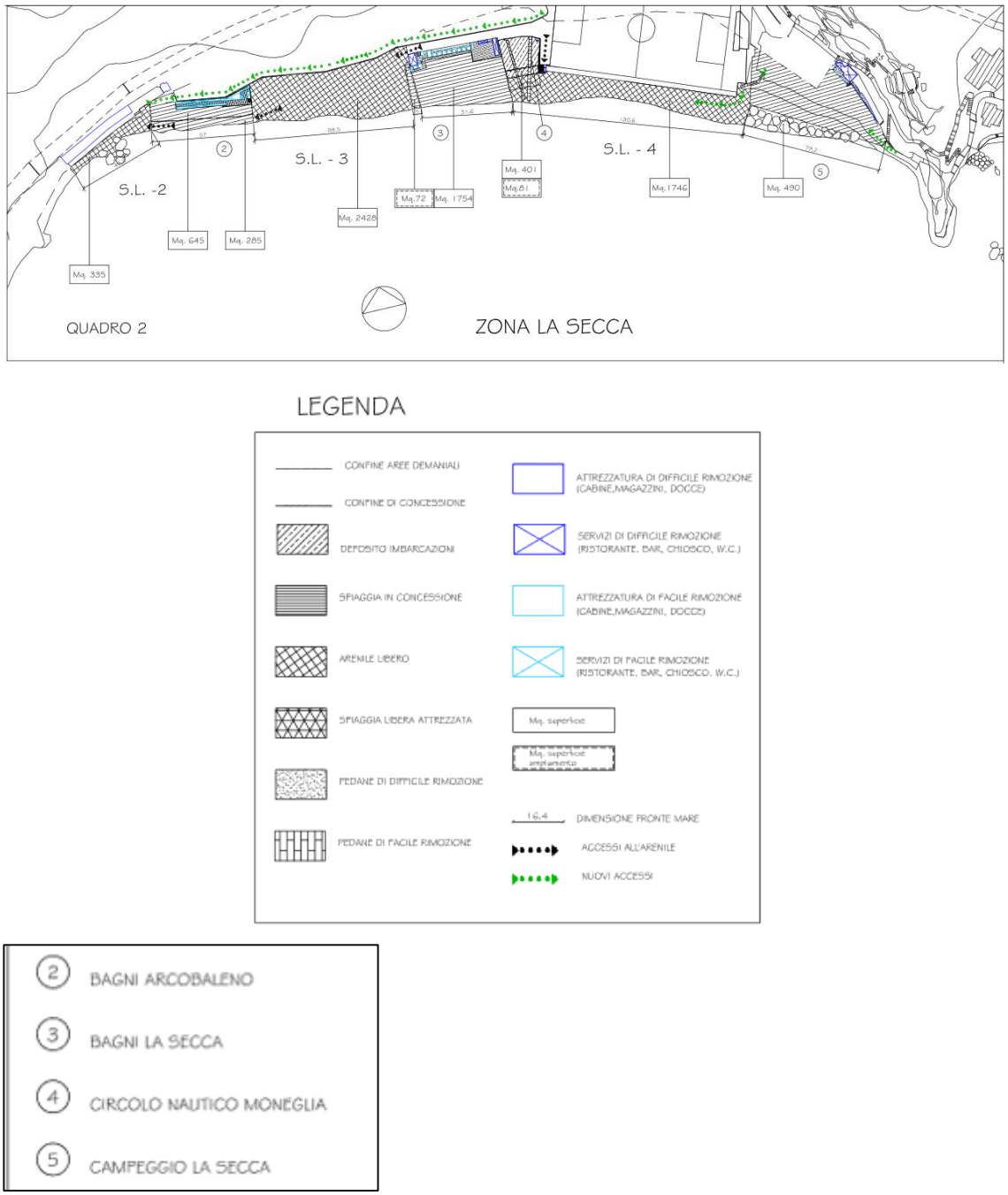


Figura 3.2 – Stralcio Variante al PUD del comune di Moneglia (P.C. 21/12)

4. DESCRIZIONE DELL'AREA

La spiaggia della "Secca" è situata nella parte di ponente del paraggio costiero di Moneglia compreso tra punta Moneglia e Punta Rospo.

Si estende in direzione NW-SE per circa 375 m tra il tratto di costa alta che va da Punta Moneglia all'edificio dell'Arcobaleno a ponente e il promontorio roccioso di Sant'Erasmo (o Sant'Elmo) a levante, che la separa dalla spiaggia centrale protetta dalle barriere parallele emerse realizzate in massi naturali negli anni '50.

Il litorale della Secca è interessato dalla presenza di stabilimenti balneari e strutture fisse e dal campo da calcio protetto da una scogliera radente quasi verticale, oggetto negli ultimi anni a diversi fenomeni di cedimento localizzati in occasione delle mareggiate più intense.

Nella cella litoranea in esame non sono presenti bacini idrografici rilevanti dal punto di vista del trasporto solido (come descritto nel seguito sono presenti solo alcuni rivi a levante del pennello antistante l'edificio dell'Arcobaleno).

Il Torrente Bisagno, che può essere considerato non trascurabile dal punto di vista del trasporto solido sfocia a levante delle scogliere centrali e non si può considerare una fonte di alimentazione della spiaggia della Secca.

Come descritto anche nel PTAMC Ambito 16, dalle notizie deducibili dalla cartografia del Vinzoni, alla fine del '700 la spiaggia della Secca non era esistente; si è formata successivamente, probabilmente in conseguenza della costruzione della linea ferroviaria avvenuta intorno al 1870 e dei conseguenti versamenti del materiale di scavo delle gallerie.

Ulteriori discariche di materiali furono poi quelle dovute alla costruzione del raddoppio ferroviario nel 1932-1933 e, all'inizio degli anni '70, quelle dovute alla costruzione dell'autostrada Sestri Levante – Livorno. L'effetto positivo di queste discariche, peraltro non quantificabile in termini volumetrici, si è via via esaurito nel tempo.

Dallo studio della linea di riva eseguito dalla Regione Liguria emerge come il trend di erosione e deposizione sia strettamente correlato all'esaurimento dei versamenti del materiale sciolto effettuati nel tempo.

Nella zona della Secca tra il 1944 e il 1973 compare il campo di calcio realizzato sul materiale di discarica, mentre la spiaggia avanza solo di pochi metri.

Nella fotografia riportata di seguito, estratta dalle foto prospettiche storiche della costa (stralcio fotogramma 2076), si vede lo stato dell'area negli anni 50-60.



Foto 4.1 – Stralcio foto prospettica storiche della costa della regione Liguria

Tra il 1973 e il 1993 la linea di riva rimane sostanzialmente stabile.

Tra il 1993 e il 2003 emerge un forte arretramento nell'area ovest.

Tra il 2003 e il 2013 la spiaggia si presenta in forte regressione nonostante l'allungamento del Headland posto a fine spiaggia.

Tale tendenza è anche suffragata dal confronto, eseguito dalla Regione nell'ambito del Piano di tutela della fascia costiera, tra i rilievi batimetrici storici dell'Istituto Idrografico della Marina (1885) ed i rilievi batimetrici della Regione al 2011.

Allo stato attuale il litorale della Secca, non più alimentato da cospicui versamenti artificiali, ma solo da saltuari interventi di ripascimento stagionale, è interessato da un processo erosivo piuttosto marcato reso ancora più evidente in seguito alla mareggiata dell'ottobre 2018 che ha pesantemente colpito anche il litorale di Moneglia.

La spiaggia tra l'edificio Arcobaleno e il campo sportivo mostra un'ampiezza modesta (da circa 10 m fino a circa 25 m nelle parti più profonde) e un progressivo abbassamento del piano spiaggia con conseguente risalita dell'onda su tutto l'arenile anche in occasione di eventi con limitati periodi di ritorno.

In corrispondenza del campo sportivo la spiaggia, che negli anni 80 era presente e molto frequentata, ora è ridotta ad una sottile orlatura ghiaiosa di pochi metri e la scogliera radente

ormai lambita dall'ondazione è stata negli ultimi anni oggetto di cedimenti localizzati sui quali il Comune è dovuto intervenire più volte, anche con finanziamenti regionali.

Per quanto riguarda la parte sommersa, al largo dell'isobata dei -5 metri l'andamento del fondale sembra uniforme alla restante parte del paraggio, mentre la batimetria a costa che risulta dal rilievo di dettaglio eseguito da Drafinsub Survey s.r.l. nell'aprile 2020 mostra andamento disomogeneo con presenza di zone a maggiori profondità localizzate in corrispondenza delle opere maggiormente riflettenti.

In particolare il rilievo ha mostrato la presenza di una fossa circolare di circa 45 m di diametro davanti al campo sportivo con profondità al centro di circa 1-1,5 m maggiore che ai lati, che condiziona in modo significativo la distribuzione dell'altezza d'onda e la circolazione locale comportando un comportamento irregolare dell'onda tra la porzione centrale della spiaggia e la zona antistante il campo sportivo.

4.1 Documentazione fotografica

Si riportano di seguito alcune fotografia della zona nella situazione attuale.



Foto 4.2 – Vista dal drone della spiaggia della Secca nel maggio 2020 (da levante a ponente)



Foto 4.3 – Vista dal drone della zona di ponente della spiaggia della Secca nel maggio 2020 (da ponente a levante). In primo piano il pennello davanti all'edificio dell'Arcobaleno.



Foto 4.4 – Vista dal drone della spiaggia della Secca nel maggio 2020 in corrispondenza dei bagni Arcobaleno, di cui in conseguenza della mareggiata dell'ottobre 2018 è rimasta solo parte dei pilastri



Foto 4.5 – Vista dal drone della spiaggia della Secca in corrispondenza della spiaggia libera centrale nel maggio 2020



Foto 4.6 – Vista dal drone della spiaggia della Secca nel maggio 2020 in corrispondenza dei Bagni La Secca



Foto 4.7 – Vista dal drone della spiaggia della Secca nel maggio 2020 in corrispondenza del deposito imbarcazioni in aderenza al campo sportivo

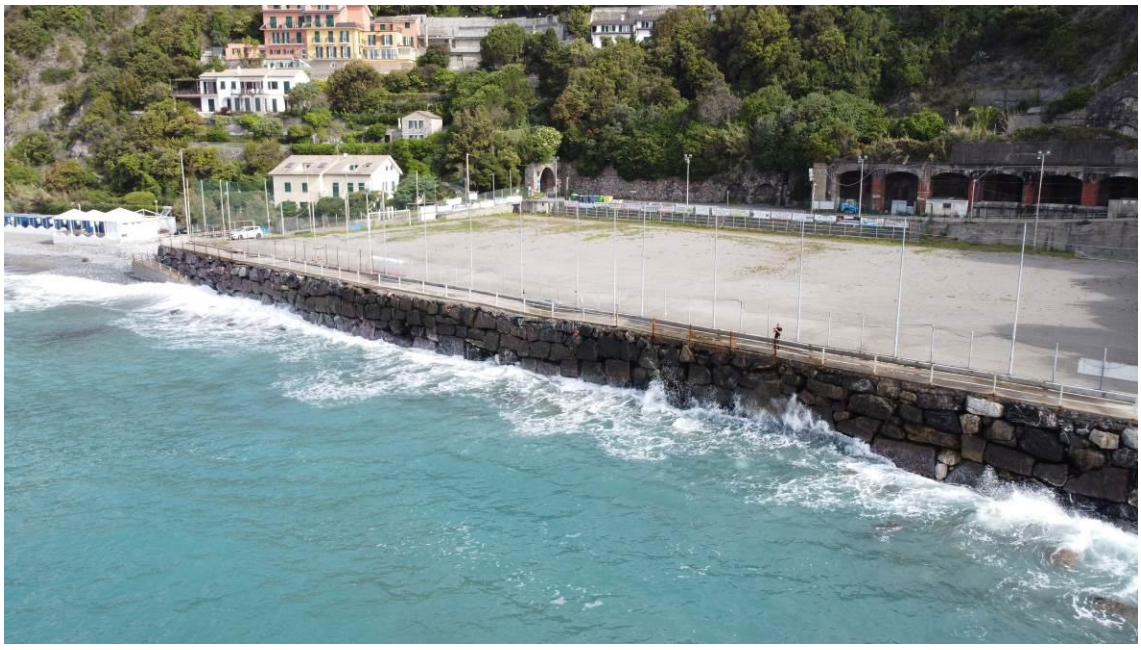


Foto 4.8 – Vista dal drone del campo sportivo nel maggio 2020 (da levante a ponente)

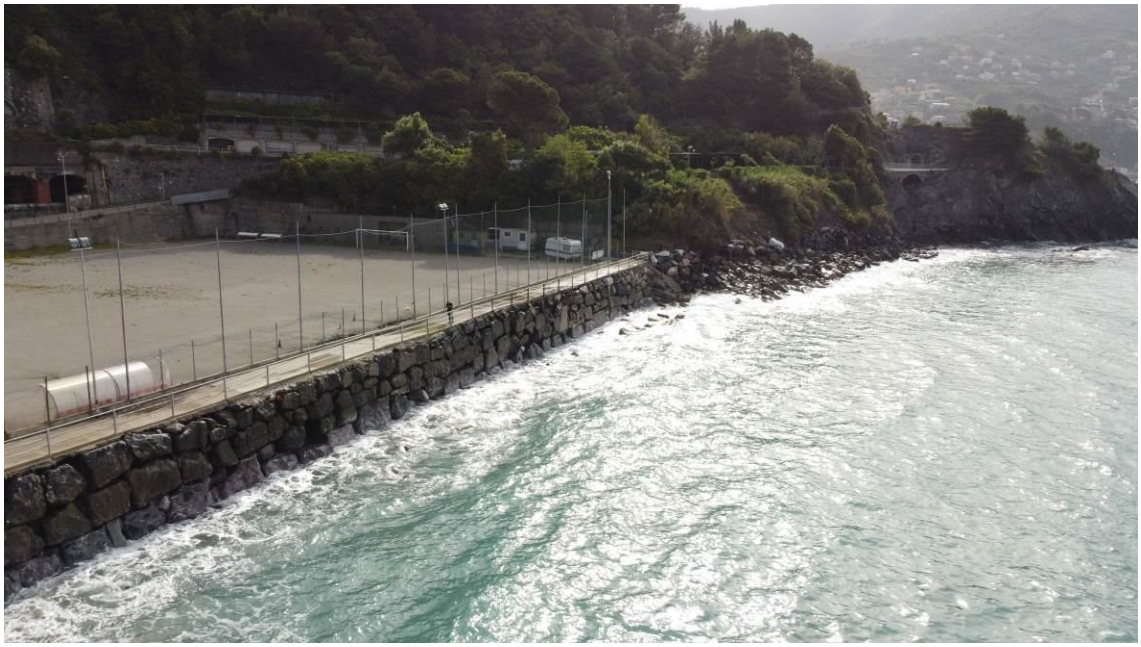


Foto 4.9 – Vista dal drone del campo sportivo nel maggio 2020 (da ponente a levante)

5. INQUADRAMENTO NORMATIVO E PIANIFICATORIO

Per i dettagli e gli stralci cartografici relativi all'inquadramento normativo e pianificatorio si rimanda all'elaborato "R02 – Relazione sulla disciplina territoriale ed urbanistica" e "R05 - Studio di compatibilità ambientale" allegati al presente studio di fattibilità.

Per l'inserimento delle diverse ipotesi proposte e della soluzione prescelta nel quadro normativo e pianificatorio si rimanda ai paragrafi 10.2 relativo alla descrizione delle diverse ipotesi progettuali e al capitolo 14 relativo alla compatibilità con gli strumenti programmatici dell'ipotesi prescelta.

6. VINCOLI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI

6.1 Beni culturali, archeologici e paesaggistici

Come meglio descritto nell'elaborato "R02 – Relazione sulla disciplina territoriale ed urbanistica" nel quale sono riportati i relativi stralci cartografici e le schede di vincolo tratte dal sito ambiente in Liguria, il litorale in loc. La Secca ricade n zona vincolata sia ai sensi dell'art. 142 sia ai sensi dell'art. 136 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni Culturali e del Paesaggio.

In particolare:

- nella parte a ponente dei Bagni La Secca è presente il vincolo bellezza di insieme 070219 "Tratto di fascia costiera della riviera loc. Vallegrande di interesse naturalistico per la sequenza di preminenze rocciose sul mare ammantate dalla più estesa pineta della Provincia nel Comune di Moneglia" istituito con decreto del 04/04/1963.
- nella parte a levante dei Bagni La Secca è presente vincolo bellezza di insieme 070218 " Zona del promontorio di Sant'Erasmo altura verde da cui si gode la visuale dello abitato di Moneglia del paesaggio collinare ricco di vegetazione mediterranea e del mare" istituito con decreto del 13/02/1959.
- tutta l'area è interessata dal vincolo bellezza di insieme 070270 "Complesso paesistico di Vallegrande – Monte Telegrafo nella riviera di levante nei comuni di Sestri Levante Moneglia Deiva Marina" istituito con decreto del 24/04/1985 e dal vincolo bellezza di insieme 070220 "La rimanente zona del comune di Moneglia non sottoposta al vincolo dai decreti precedenti (codvin 070218 e 070219) per lo interesse naturalistico in particolare della conca della Città di Moneglia" istituito con decreto del 30/12/1977.

Nella zona soprastante il promontorio di Sant'Erasmo, non interessata dagli interventi ed in posizione sopraelevata rispetto al litorale, sono poi presenti le bellezze singole 070216 "Seminativo a pascolo di proprietà del Sig. Caveri Attilio costituisce complesso di rara bellezza

naturale con dorsale ammantato di flora di tipo mediterraneo nel Comune di Moneglia Map 9 10 13 14 16 17 141 foglio 19" istituito con decreto del 11/11/1949 e 078049 "Terreno seminativo a pascolo di proprietà del Sig. Caveri Attilio fu Angelo Map 40 e 41 foglio 19 nel Comune di Moneglia" istituito con decreto del 11/11/1949 e il vincolo architettonico 07/00110663 "Fortezza di Monleone" istituito nel 1937.

6.2 Vincolo idrogeologico

Come mostrato nello stralcio riportato di seguito, la fascia costiera in loc. La Secca ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico.



Figura 5.1 - Stralcio cartografia vincolo idrogeologico comune di Moneglia

7. SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA E HABITAT MARINI E COSTIERI

7.1 Siti di Importanza Comunitaria

Come si nota dalla figura seguente, le aree interessate dagli interventi non ricadono in alcun SIC né a terra né a mare.

Il SIC/ZSC Terrestre IT1333307 PUNTA BAFFE - PUNTA MONEGLIA - VAL PETRONIO si affaccia sulla costa ad oltre 350 m da limite di ponente dell'intervento.

Il SIC/ZSC marino IT133336 FONDALI PUNTA DI MONEGLIA si estende sui fondali ad oltre 350 m da limite di ponente dell'intervento.



Figura 7.1- Stralcio Carta dei SIC Terrestri e Marini Liguri tratta dal sito della Regione Liguria

7.2 Habitat marini e costieri

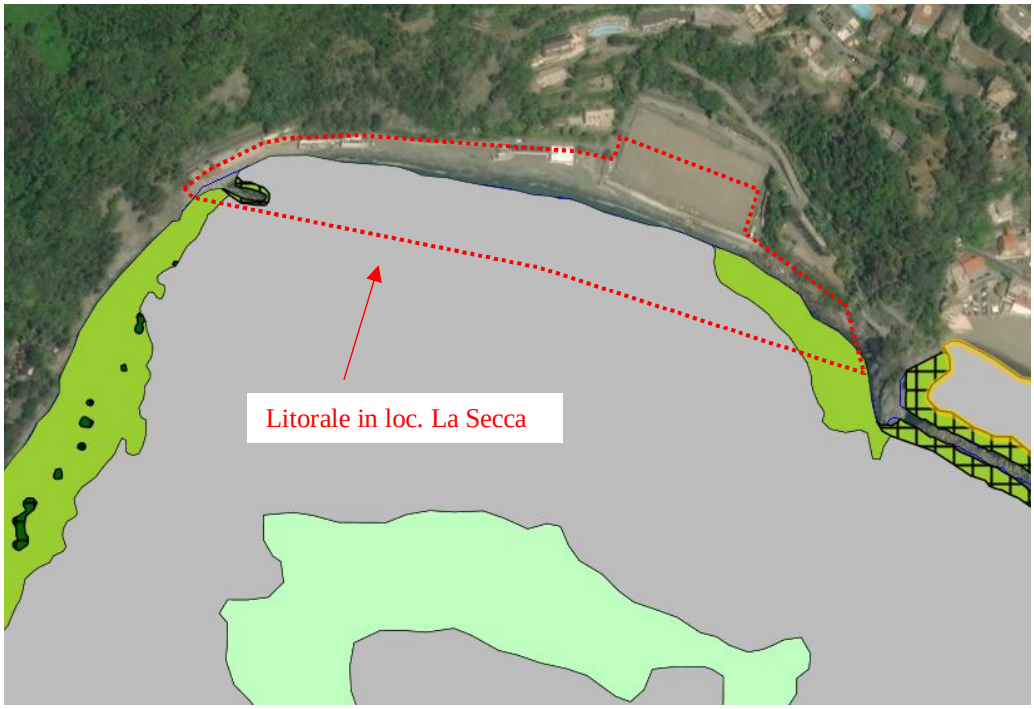
Come mostrato nell'Atlante degli habitat marini della Liguria (aggiornato al 2020), di cui si riporta uno stralcio della zona in esame, l'area sulla quale sono previste le opere a progetto è interessata direttamente solo dall'insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali di substrato duro, da alghe fotofile su substrato prevalentemente artificiale in aderenza al pennello di ponente e da sabbie litorali.

Più al largo, ad oltre 200 m da costa, è presente il prato di cymodocea nodosa.

Le prime macchie di posidonia oceanica tra e su roccia si incontrano circa 60 m oltre il pennello dell'Arcobaleno e la prateria, prevalentemente su matte, a 450 m dal pennello.

In corrispondenza di Punta Moneglia sono presenti i popolamenti del coralligeno, ma ad oltre 1,20 km dall'intervento.

Nel PTAMC ambito 16, descritto in dettaglio negli elaborati "R02 – Relazione sulla disciplina territoriale ed urbanistica" e "R05 - Studio di compatibilità ambientale", non vengono evidenziate criticità sui popolamenti e gli habitat marini in conseguenza di un intervento di ripascimento.



S = sabbia
POS-ROC = posidonia su roccia
POS = posidonieto
P = bacino portuale
MOS = posidonieto a chiazze
MMP = matte morta di posidonia oceanica
GR = grotta
F = fango
DI = detritico infangato
CYM-POS = prato di Cymodocea con cespugli sparsi di posidonia
CYM-MMP = prato di Cymodocea su matte morta di posidonia
CYM-DENSA = prato denso di Cymodocea nodosa
CYM e CAU = prato di cymodocea con presenza di caulerpe
CYM = prato di Cymodocea nodosa
CRAC = presenza di Caulerpa racemosa
CAU = presenza di Caulerpa taxifolia
C = coralligeno
ASI = alghe sciafile infralitorali
ASC = alghe sciafile circalitorali
AF-BR = alghe fotofile su beach-rock
AF = alghe fotofile
AFA = alghe fotofile su substrato prevalentemente artificiale
SGC = sedimenti grossolani
SGC-C = sedimenti grossolani con formazioni e/o elementi di coralligeno
DC = detritici costieri
ZNI = zona non indagata
CYL = caulerpa cylindracea
RL = roccia del largo
C-F = popolamenti del coralligeno sparsi su fanghi costieri

Figura 7.2- Stralcio Atlante degli habitat marini della Liguria - 2020

Il PTAMC non evidenza nell'area presenza di vegetazione psammofila. Indica, in caso di ipotesi gestionali di deciso consolidamento dell'arenile, di contemplare a livello progettuale la possibilità di una riqualificazione dell'area anche sotto tale aspetto. Per le valutazioni in merito conseguenti la proposta progettuale si rimanda al successivo paragrafo 17 relativo all'inserimento ambientale dell' ipotesi prescelta.

7.3 Parchi e aree marine protette

Nell'area in esame non sono presenti parchi o aree protette, oltre ai SIC/ZPS sopra riportati.

8. APPROFONDIMENTI DI CARATTERE MARITTIMO

A supporto della progettazione degli interventi sono stati eseguiti da DHI s.r.l., società specializzata in modellistica numerica nel "mondo delle acque", le attività di studio e modellazione numerica a carattere marittimo.

Di tale attività si riporta interamente la relazione tecnica di dettaglio nell'elaborato "R03 – Attività di studio e modellazione numerica di difesa costiera (a cura di DHI s.r.l.) " allegata al presente studio di fattibilità.

Di seguito se ne riporta una sintesi mirata in particolare alla descrizione delle attività eseguite da DHI s.r.l. e delle risultanze relative.

Prima di tutto è stato eseguito l'inquadramento del sito e l'analisi statica degli eventi estremi; è stata poi condotta la propagazione della serie statistica da largo a costa e analizzate le dinamiche costiere nello stato attuale con modello integrato onda-corrente, modello d'onda e modello idrodinamico ed è stata fatta una prima analisi con ricostruzione storica del trasporto litoraneo; sono state poi analizzate le diverse soluzioni di intervento ipotizzate e ottimizzata la soluzione prescelta verificandone il comportamento nella realizzazione per lotti funzionali.

Nella seconda fase della progettazione sarà condotta una ulteriore verifica della soluzione prescelta che permetterà la simulazione dell'effetto dell'intervento sul trasporto sedimentario con l'evoluzione della linea di riva nel medio-lungo periodo, sia della soluzione completa che in rispondenza ai vari stralci funzionali.

Per la caratterizzazione meteomarina al largo del sito oggetto di studio DHI ha fatto riferimento al database di ricostruzione storica di vento e moto ondoso Mediterranean Wind Wave Model (MWM) prodotto da DHI in collaborazione con HyMOLab (Hydrodynamics and Met-Ocean Laboratory), struttura del Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università di Trieste, che deriva dall'implementazione di una catena modellistica e che è stato validato con confronti con anemometri, boe, nonché con le stime di intensità del vento e altezza d'onda da satellite.

Il punto identificato per l'estrazione delle serie temporali orarie di vento e onda per i 41 anni di riferimento (1979-2019) è il punto posizionato circa 5 km al largo della Secca sulle seguenti coordinate.

Punto	Lon [°E]	Lat [°N]
MWM	9.456	44.197

Il posizionamento di tale punto è indicato sulla figura che segue:

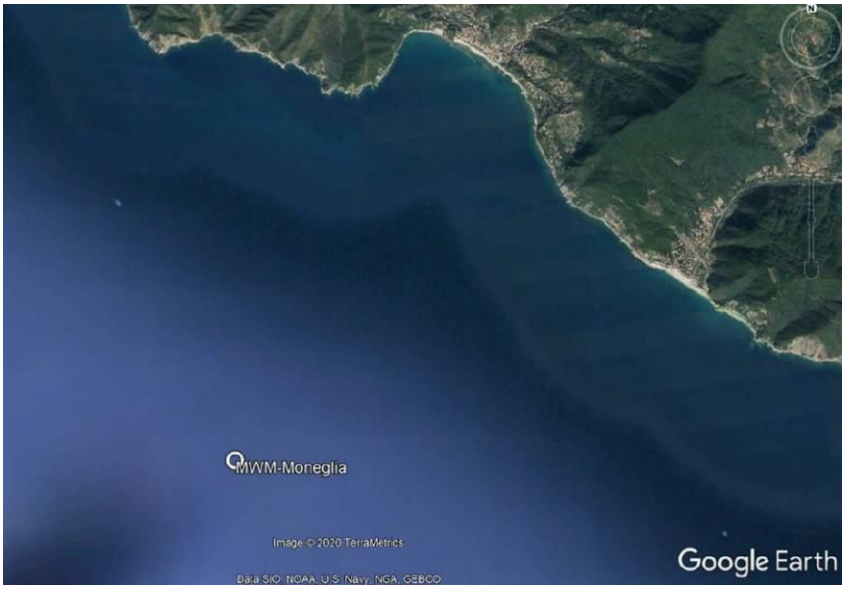


Figura 8.1 - Ubicazione del punto di estrazione da MWM per la caratterizzazione del moto ondoso al largo tratta dal report di DHI s.r.l.

Nel periodo dei 41 anni considerati si raggiungono valori massimi di velocità del vento fino a 24 m/s circa. I venti presentano due settori direzionali caratterizzati dalla maggiore frequenza di provenienza che fanno riferimento al primo e secondo quadrante, ovvero da Nord Est e da Sud Est. La frequenza dei venti dal terzo quadrante (settore di Sud Ovest) e dal quarto quadrante (settore di Nord Ovest) risulta invece piuttosto ridotta. In termini di intensità, gli eventi caratterizzati dalle velocità maggiori (superiori a 22-24 m/s) sono anch'essi associati alle direzioni di provenienza più frequenti (settore Nord Est), in particolare con direzioni di provenienza comprese tra 40°- 60°N. La condizione di calma, associata ad intensità del vento inferiore a 2 m/s, si verifica per circa il 24% del tempo, ovvero per 3 mesi all'anno in media.

Nel periodo dei 41 anni considerati si raggiungono valori massimi di altezza significativa Hs sino a oltre 8 m. Il valore più alto presente nella serie risulta associato alla mareggiata del 28 Dicembre 1999 (Hs al picco pari a circa 8,2 m), seguito da quella del 16 Dicembre 2011 (Hs al picco pari a circa 7,8 m). La recente mareggiata del 29-30 Ottobre 2018, che ha colpito pesantemente l'intero litorale ligure, presenta nel punto MWM selezionato immediatamente al largo di Moneglia un valore di altezza significativa al picco pari a circa 6,6 m.

Le mareggiate più frequenti e più intense per il paraggio provengono dal settore di Libeccio, con particolare riferimento alle direzioni di provenienza comprese tra 210°N e 230°N, che racchiudono complessivamente circa il 30% delle onde presenti nel database, corrispondenti a quasi 4 mesi / anno in media.

Anche il settore di Scirocco (con particolare riferimento alle direzioni di provenienza comprese tra 160°N e 170°N) è caratterizzato da una frequenza non trascurabile (circa il 10% delle onde, corrispondenti a circa 1 mese / anno in media).

La condizione di calma, associata ad una altezza d'onda significativa inferiore a 0,25 m, si verifica per circa il 20% del tempo (corrispondenti a circa 2,5 mesi / anno in media).

I quattro settori di 30° significativi per l'area di studio in esame sono in dettaglio:

• Settore A: eventi caratterizzati da una direzione media di provenienza compresa tra 135°N e 165°N (MWD media di riferimento: 150°N);

• Settore B: eventi caratterizzati da una direzione media di provenienza compresa tra 165°N e 195°N (MWD media di riferimento: 180°N);

• Settore C: eventi caratterizzati da una direzione media di provenienza compresa tra 195°N e 225°N (MWD media di riferimento: 210°N);

• Settore D: eventi caratterizzati da una direzione media di provenienza compresa tra 225°N e 255°N (MWD media di riferimento: 240°N).

I valori risultanti dalla statistica degli estremi per l'altezza d'onda significativa Hs, per i vari settori direzionali considerati, sono i seguenti:

Hs [m]				
Tempo di ritorno [anni]	**MWD 150°N**	**MWD 180°N**	**MWD 210°N**	**MWD 240°N**
1	2.2	2.9	5.2	5.4
5	2.8	4.1	6.2	6.6
10	2.9	4.6	6.6	7.0
25	3.2	5.4	7.2	7.7
50	3.3	6.0	7.5	8.0
100	3.5	6.6	7.9	8.4

I venti estremi risultanti dall'analisi, utilizzati quale ulteriore forzante locale nel modello di propagazione delle onde estreme dal largo a cost,a sono i seguenti:

Settore direzionale	**TR 5 anni**	**TR 10 anni**	**TR 50 anni**
	WS [m/s]	**WS [m/s]**	**WS [m/s]**
90-270°N	16.6	17.4	19.5

L'analisi statistica dei dati di livello del mare effettuata da DHI si basa sulla serie di livello idrometrico registrata dal mareografo di Genova, posto all'interno del bacino portuale, pertanto 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.

La statistica dei livelli per assegnato tempo di ritorno è stata impostata sui 100 valori più elevati registrati dal mareografo nel periodo di dati a disposizione, ed ha fornito i valori riportati di seguito:

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

La serie quarantennale dei dati al largo è stata poi propagata sino alla spiaggia della Secca, con apposita modellistica numerica che tiene conto sei seguenti fenomeni: generazione dell'onda ad opera del vento, interazione non lineare onda-onda, dissipazione dovuta al cosiddetto "white capping", dissipazione dovuta all'attrito con il fondo, dissipazione dovuta al frangimento, rifrazione e shoaling dovuti alle variazioni del fondale, interazione onde-correnti, diffrazione e riflessione.

Le simulazioni hanno 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 di moto ondoso in qualsiasi punto sottocosta.

I risultati del modello d'onda mostrano una distribuzione delle altezze d'onda piuttosto regolare con l'andamento dei fondali: le pendenze elevate determinano infatti ben poche dissipazioni dell' energia ondosa con l'avvicinarsi alla costa.

La spiaggia della Secca risulta parzialmente schermata dalle onde provenienti da Libeccio, mentre è esposta alle onde da Scirocco, che tuttavia risultano meno intense in termini di altezza d'onda significativa. In particolare, dai risultati delle simulazioni modellistiche svolte, emerge che le onde provenienti dal settore di Libeccio presentano una differente distribuzione in corrispondenza della spiaggia della Secca a seconda della direzione di propagazione: con onde da MWD=240°N, più oblique, nella zona più a ponente del litorale si osservano le maggiori

riduzioni di altezza d'onda, mentre con MWD=210°N l'effetto schermante di Punta Moneglia è ridotto.

Noti i valori di altezza d'onda estremi al largo per le varie direzioni, si è proceduto con la propagazione verso costa delle onde estreme dai tre diversi settori di 30° più significativi (MWD=240°N, MWD=210°N e MWD=180°N), per verificare quale fosse, in prossimità dell'area di interesse sottocosta, quello più critico per la spiaggia della Secca inserendo cautelativamente come ulteriori forzanti e condizioni locali anche i valori di vento e il livello del mare associati al medesimo tempo di ritorno dell'altezza d'onda riprodotta.

Sono stati simulati i valori di altezza d'onda significativa risultanti dall'analisi statistica per tempo di ritorno pari a 50 anni mentre il periodo di picco Tp da associare all'onda è stato definito sulla base della correlazione Hs-Tp del campione di dati specifico di ciascun settore direzionale.

Le simulazioni hanno evidenziato come le onde provenienti da Scirocco, anche se significativamente più basse al largo, siano assimilabili alle onde da Libeccio in termini di altezze d'onda significativa in prossimità della spiaggia della Secca.

L'estrazione delle caratteristiche d'onda in diversi punti sottocosta per le varie onde simulate ed il successivo confronto tra i valori ottenuti hanno permesso di individuare nell'evento cinquantennale caratterizzato al largo da Hs=7,5 m e direzione di provenienza 210°N l'onda dimensionante per la progettazione degli interventi in corrispondenza della spiaggia della Secca.

Nello specifico, i valori estratti dalla simulazione dell'onda estrema con tempo di ritorno 50 anni forniti per il dimensionamento delle opere davanti alla scogliera sono risultati:

• Hs=2,8 m nel punto di coordinate (538614,4m E, 4898599,9m N) e profondità pari a 4,3 m;

• Hs=2,4 m nel punto di coordinate (538636,9m E, 4898652,4m N) e profondità pari a 2,5 m.

Al fine di identificare le principali dinamiche locali del sito di studio il modello d'onda per la trasposizione da largo a riva è stato integrato con il modulo idrodinamico.

Il modello di dettaglio integrato onda-corrente è stato utilizzato per l'identificazione e l'analisi delle principali dinamiche sottocosta in prossimità della spiaggia della Secca, sia per lo stato attuale che per le alternative progettuali via via prese in considerazione, per la serie di condizioni d'onda rappresentative riportate di seguito:

Condizione	Frequenza [h/anno]	Hs [m]	Tp [s]	MWD [°]
A	3	2.7	8.1	165
B	24	1.9	7.4	165
C	240	1.0	6.2	165
D	3	3.7	9.3	195
E	24	2.5	8.4	195
F	240	1.2	6.9	195
G	3	4.0	10.4	225
H	24	3.1	9.7	225
I	240	2.0	8.5	225

Alle condizioni d'onda sopra riportate 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.

Le simulazioni hanno 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) per l'intero Golfo di Moneglia.

Dalle simulazioni con il modello d'onda è emerso che la fossa circolare presente davanti al campo sportivo condiziona in modo significativo la distribuzione dell'altezza d'onda e la circolazione locale comportando un comportamento irregolare dell'onda tra la porzione centrale della spiaggia e la zona antistante il campo sportivo. Qualsiasi sia la direzione media di propagazione dell'onda si osservano infatti nei risultati delle simulazioni modellistiche altezze d'onda significativamente maggiori in prossimità della scogliera a protezione del terrapieno del campo sportivo rispetto ai valori nella restante parte del litorale.

Dall'analisi dei risultati si evince che le condizioni d'onda con direzione media di propagazione da 165°N raggiungono il litorale in esame senza riduzioni significative sino al frangimento. La direzione di incidenza inibisce, di fatto, la rifrazione. Dalle mappe di distribuzione dell'altezza d'onda si evidenzia che La Secca è l'area più esposta nel Golfo di Moneglia a questo tipo di eventi; infatti la porzione di costa a levante è parzialmente schermata dalla morfologia locale del litorale, mentre la zona centrale è protetta dalle tre scogliere longitudinali che si sviluppano per oltre 500 m a difesa delle spiagge del centro cittadino.

Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la mappa di distribuzione dell'altezza d'onda corrispondenti alle condizioni A, D e G, con provenienza dai tre diversi settori identificati. Per i dettaglio delle mappe si rimanda al report di dettaglio.

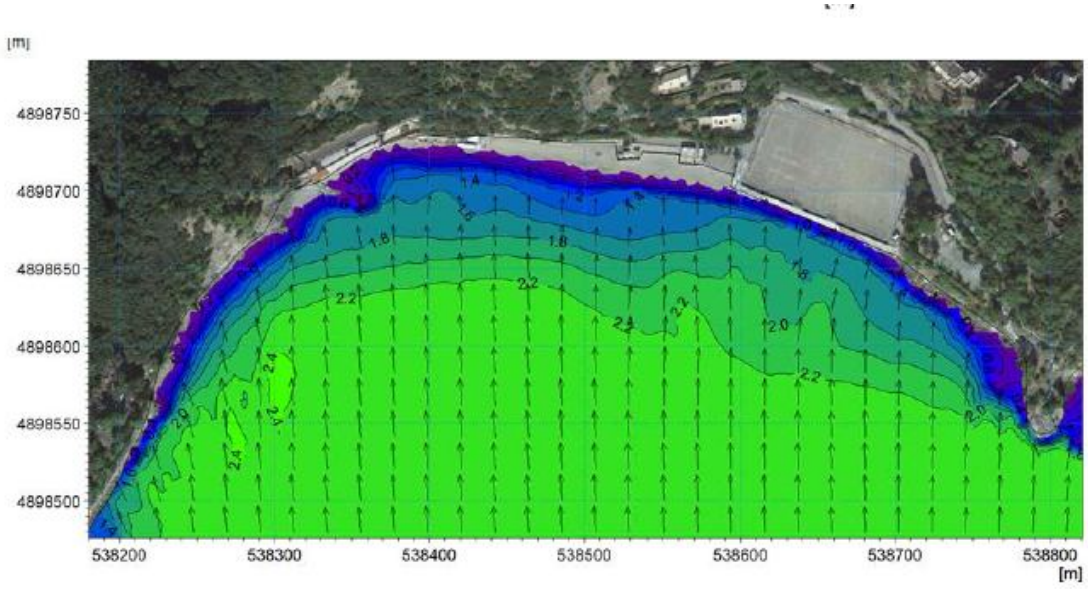


Figura 8.2 – Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 2.7 m Tp=8.1 s e MWD=165° N tratta dal report di DHI s.r.l

Anche per le condizioni d'onda provenienti da Mezzogiorno si riscontrano riduzioni limitate nei valori di altezza d'onda nella propagazione dell'onda da largo verso riva sino al frangimento.

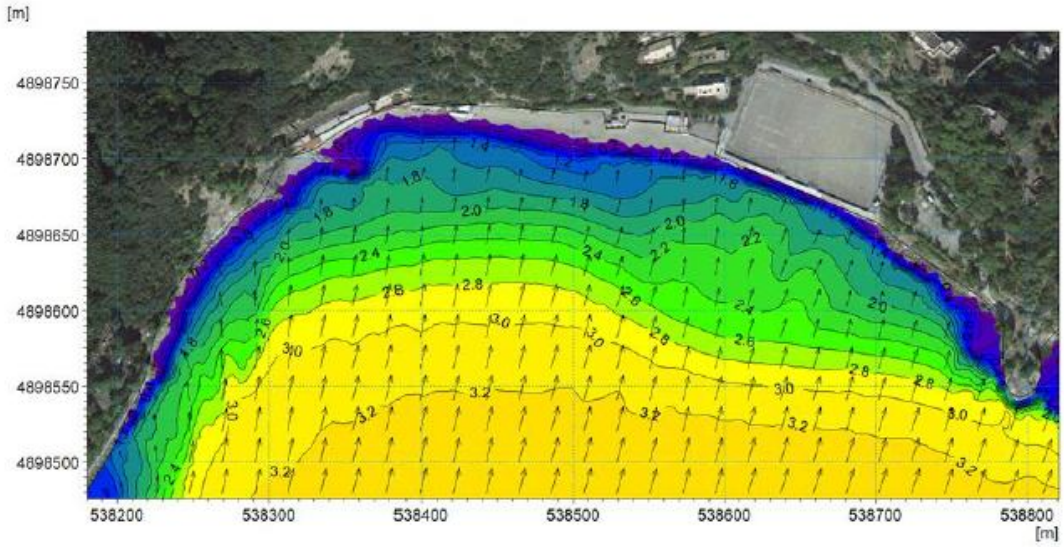


Figura 8.3 – Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

Per il settore di Libeccio, da cui provengono il maggior numero di eventi, per la spiaggia della Secca si osserva un significativo effetto schermante di punta Moneglia che, come già evidenziato analizzando i risultati del modello di più larga scala, a seconda della direzione media di propagazione, influenza più o meno marcatamente l'entità dell'altezza d'onda in arrivo nella spiaggia oggetto di studio.

Per eventi caratterizzati da MWD=225°N, direzione media del settore 210°N-240°N, si osserva un sensibile effetto di riduzione delle mareggiate nella porzione di spiaggia della Secca da levante sino all'altezza del campo sportivo. Per direzioni più oblique, ad es. MWD=240°N, la schermatura determinata da Punta Moneglia si estende sino al promontorio di Sant'Erasmo.

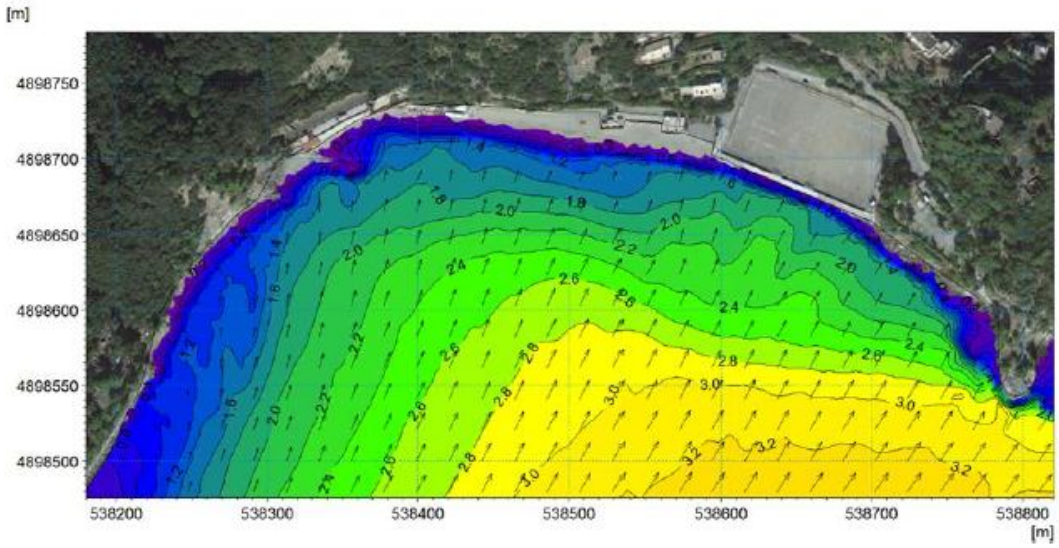


Figura 8.4 – Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione G con Hs= 4.0 m Tp=10.4 s e MWD=225° N tratta dal report di DHI s.r.l

Per quanto riguarda le correnti, generate per effetto dei gradienti dei radiation stress indotti dalle onde sul fondo (massimi in corrispondenza del frangimento), a seconda dell'intensità e direzione del moto ondoso, sono localizzate in una fascia più o meno prossima alla costa con direzione prevalente influenzata dall'angolo formato tra il fronte d'onda e le isobate.

Come già evidenziato per le mappe di distribuzione dell'altezza d'onda, anche nella circolazione i risultati modellistici degli scenari provenienti dai settori caratterizzati da MWD=165°N e MWD=195°N presentano caratteristiche molto simili: si osserva un flusso di corrente principale che lambisce la costa con direzione da levante verso ponente, con locali accelerazioni in prossimità del promontorio di Sant'Erasmo e del fondale roccioso presente immediatamente a levante del campo sportivo. Oltre il pennello esistente all'estremità occidentale della spiaggia della Secca (davanti all'Arcobaleno) si riscontra invece un flusso che segue l'andamento della costa da Punta Moneglia e che, caratterizzato da direzione SSO-NNE, tende poi a combinarsi con il flusso opposto, in una posizione via via differente a seconda della direzione media di propagazione dell'onda incidente simulata, generando una corrente di ritorno (rip) verso il largo.

Questa dinamica è più evidente con le onde più alte e meno frequenti (3h/anno), per cui per il settore con MWD=165°N e per il settore con MWD=195°N, la fascia attiva, interessata da correnti con intensità localmente anche superiore a 1.3 - 1.5 m/s, è di circa 50 m. Per queste

condizioni d'onda si evidenzia anche una divisione in più rami della corrente proveniente da levante: oltre al ramo prossimo alla linea di riva, più intenso, si osserva un secondo ramo, che si separa in prossimità della brusca variazione batimetrica indotta dalla fossa circolare antistante il campo sportivo, per deviare verso Sud-Ovest e congiungersi al rip in uscita. Anche la corrente proveniente da ponente si separa in più rami in corrispondenza del pennello in massi, la cui presenza sembra favorire la generazione di una sorta di ampio vortice di senso orario che si sviluppa sino all'altezza del camping Smeraldo.

Si riportano di seguito le mappe di distribuzione dell'intensità di corrente sul litorale della Secca relative alle condizioni A, D e G provenienti dai tre settori di provenienza.

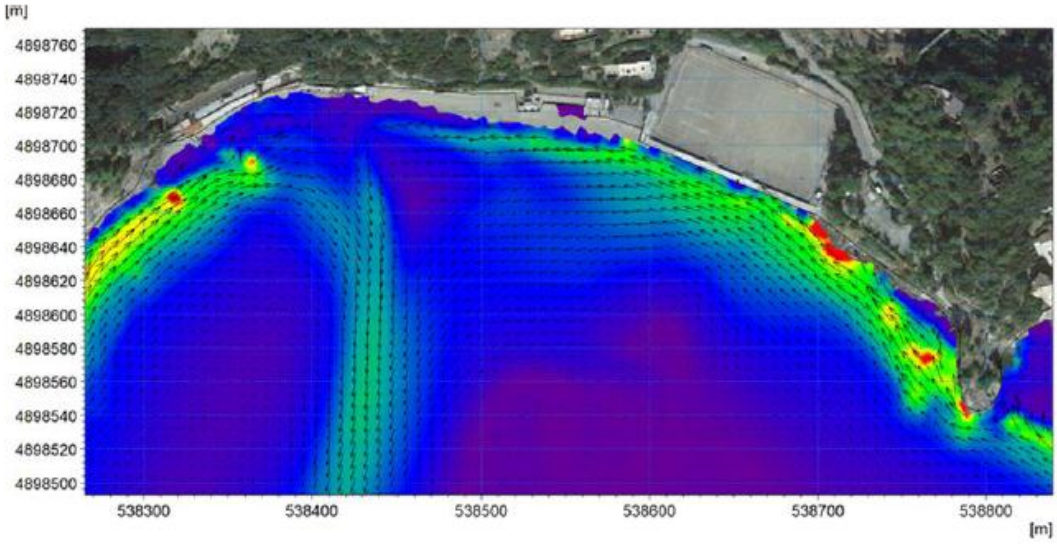


Figura 8.5 – mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 2.7 m Tp=8.1 s e MWD=165° N tratta dal report di DHI s.r.l.

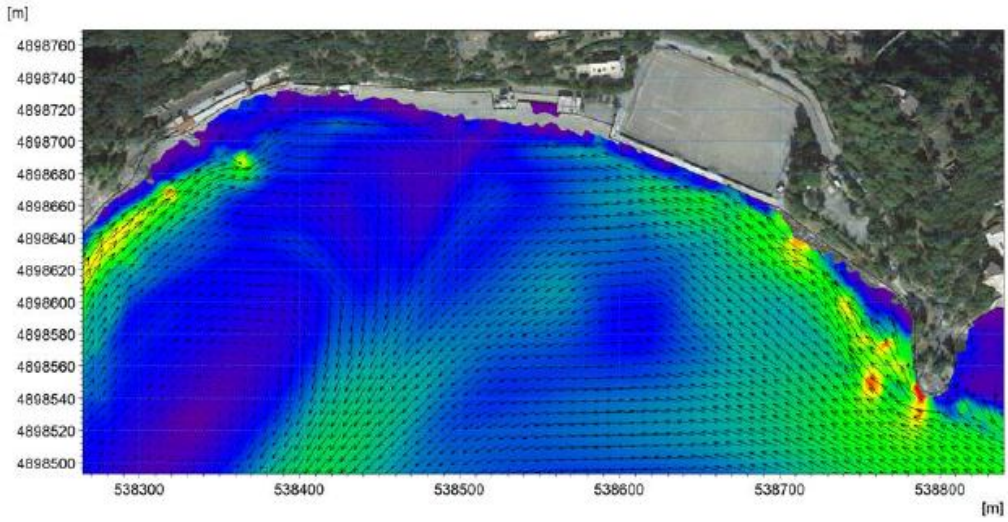


Figura 8.6 – Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

Per le condizioni d'onda caratterizzate da MWD=225°N, che rappresentano il settore regnante e dominante, la corrente ha una direzione prevalente da ponente a levante. Non è facilmente individuabile un flusso principale ma si possono osservare diversi invorticamenti locali della corrente, con locali accelerazioni in prossimità della spiaggia, del promontorio di Sant'Erasmo e, in particolare, della fossa antistante il campo sportivo.

La fascia interessata dalle velocità più elevate è pari a 20-30 m, con valori massimi d'intensità di corrente fino a 1.1 m/s-1.3 m/s in corrispondenza della spiaggia e 1.4 m/s-1.6 m/s nella zona compresa tra il campo sportivo e il promontorio di Sant'Erasmo. Più estesa risulta invece l'area interessata dall'aumento dell'intensità in prossimità della depressione del fondale, circa 80x40 m, che favorisce l'aumento dell'approfondimento della stessa.

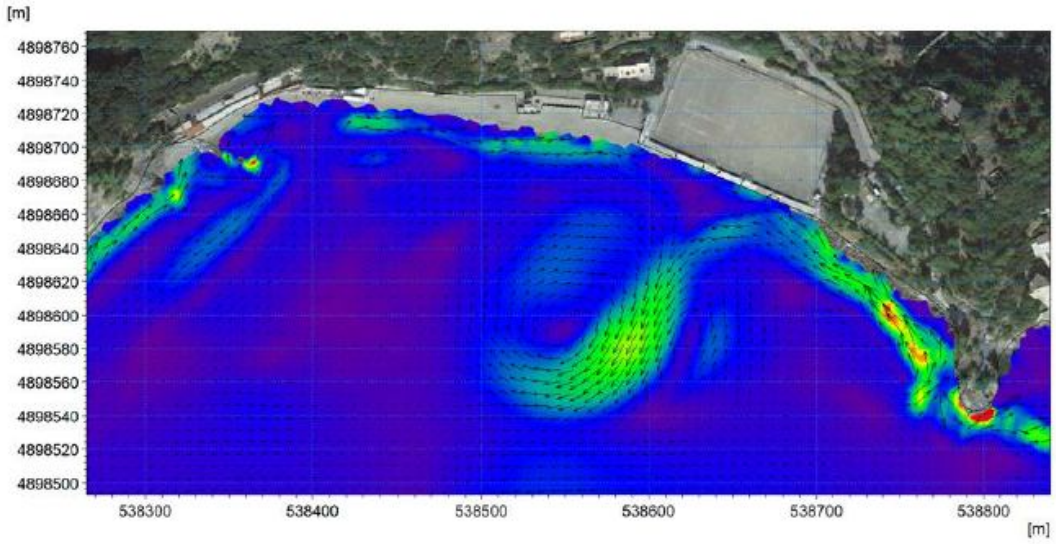


Figura 8.7 – Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione G con Hs= 4.0 m Tp=10.4 s e MWD=225° N tratta dal report di DHI s.r.l

Per la quantificazione del trasporto sedimentario locale in corrispondenza della spiaggia della Secca è stato impiegato il modello numerico LITDRIFT, che permette di simulare la distribuzione delle altezze d'onda, del set-up e del set-down, delle correnti longshore e del trasporto di sedimenti non coesivi lungo profili trasversali alla costa.

Nel caso in esame è stato identificato un profilo della spiaggia rappresentativo (anche se, sulla base dei rilievi a disposizione e delle simulazioni di moto ondoso e circolazione svolte ed illustrate nei capitoli precedenti, è emersa una batimetria del sito in esame non regolare e una dinamica complessa, con generazione di vortici e rami di corrente secondari, che condiziona la quantificazione del trasporto al variare del profilo di riferimento selezionato) in corrispondenza del limite di ponente del campo sportivo e sono state applicate le condizioni d'onda ricavate dal modello di propagazione del moto ondoso, per l'intera finestra temporale di 41 anni a disposizione, dal 1979 al 2019 al fine di:

• stimare il trasporto litoraneo in termini di direzioni del trasporto prevalente;

• quantificare i volumi di sedimento mediamente movimentati;

• individuare, se esistente, un trend di trasporto nei 41 anni di dati a disposizione;

• individuare la profondità di chiusura del sistema, ossia la profondità oltre la quale il trasporto di sedimenti si può considerare trascurabile.

Dall'analisi della rosa del moto ondoso si evince che il settore di provenienza delle onde è quello compreso tra 150°N e 220°N (secondo e terzo quadrante) e che sia le massime altezze d'onda che le frequenze di provenienza delle onde maggiori, si registrano per le direzioni comprese tra i 190°- 210°N (terzo quadrante). La frequenza delle condizioni di calma, corrispondenti al verificarsi di altezze d'onda significativa inferiori a 0.25 m, risulta pari al 38% corrispondente ad un periodo di circa 139 giorni all'anno, ovvero 4 mesi e mezzo in media.

I dati granulometrici in termini di d_{50} e di grading (definito come la radice quadrata del rapporto d_{84}/ d_{50}) nel modello sono stati impostati sulla base delle analisi granulometriche dei campioni prelevati nell'ambito del presente studio di fattibilità (con riferimento al Rapporto di Prova n°20039-001 del15/04/2020 emesso da Rina Consulting per RESGEO).

I risultati ottenuti dalla simulazione del periodo di 41 anni hanno mostrato che il trasporto sedimentario potenziale (in caso di effettiva disponibilità di materiale da movimentare) longitudinale avviene entro i primi 4-5 metri circa di profondità. Un'ulteriore considerazione sui risultati modellistici ottenuti è relativa alla localizzazione del picco del trasporto lungo il profilo trasversale, che si colloca ad una profondità pari a circa 1 m.

Le elaborazioni sul profilo P1 hanno evidenziano che la direzione principale nella movimentazione dei sedimenti è nettamente diretta da ponente verso levante, con un valore medio di trasporto potenziale netto annuo, stimato pari a 11.800 mc, molto prossimo al valore di trasporto lordo, pari a circa 13.000 mc.

Tali valori sono stati definiti sulla base della media dei risultati ottenuti per i 41 anni simulati, con variazioni comprese tra 7.000 mc minimi e 22.000 mc massimi, come evidenziato dall'andamento del trasporto sedimentario potenziale lordo e netto dal 1979 al 2019, che tuttavia non mostra riscontrabile alcun trend evolutivo evidente, al netto della normale (e marcata, nel Mediterraneo) variabilità inter-annuale dei fenomeni meteomarini.

I modelli di propagazione dell'onda e idrodinamico sono stati poi applicati alle differenti ipotesi progettuali previste sulla base dei risultati emersi dalle simulazioni numeriche nello stato attuale e sopra riportati, identificando la soluzione migliore per gli obiettivi prefissati.

Le simulazioni modellistiche hanno inoltre permesso l'ottimizzazione dell'ipotesi prescelta rispetto all'orientazione iniziale del ripascimento e hanno anche evidenziato gli effetti degli interventi nei lotti funzionali identificati.

La descrizione dettagliata dei risultati relativi alle diverse ipotesi progettuali, all'ottimizzazione dell'ipotesi prescelta e degli effetti degli interventi nei lotti funzionali identificati si riporta al successivi capitoli 10.2 dove vengono descritte le singole ipotesi progettuali e 10.4 dove vengono descritte l'ipotesi prescelta e i lotti funzionali previsti.

9. APPROFONDIMENTI GEOLOGICI

A corredo del presente studio di fattibilità il Comune di Moneglia ha affidato allo Studio associato Resgeo l'incarico di redigere apposita relazione geologica, che si riporta integralmente come elaborato "R04 – relazione geologica (a cura di "Resgeo studio associato)" facente parte dello studio.

In tale relazione, a cui si rimanda per i dettagli, è riportato un breve inquadramento normativo, sono descritti i caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici del litorale e la natura dei materiali presenti in loco, sono riportate le condizioni di dinamicità costiera, desunte anche da rilevamenti e indagini eseguite dai geologi nell'area e in aree limitrofe, viene valutato l'inquadramento sismico, vengono descritte le caratteristiche sedimentologiche emerse dall'apposita campagna eseguita in supporto alla modellistica numerica e, alla luce di detti elementi si conclude, che gli interventi progettati sono fattibili e ben inseribili nel contesto previsto, in assenza di situazioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche potenzialmente passibili di evoluzioni controproducenti a seguito dei lavori.

L'abitato del centro di Moneglia è impostato quasi completamente su un'ampia pianura litoranea costituita da sedimenti di spiaggia intercalati alle alluvioni riferibili al torrente Bisagno(ad Est) ed al torrente San Lorenzo (ad Ovest); lo spessore medio dei depositi è stimato almeno decametrico.

Sotto il profilo geolitologico i versanti retrostanti la parte a mare del Comune di Moneglia sono caratterizzati da Ovest verso Est dalla transizione tra la Formazione delle Argille a palombini, i soprastanti Scisti della Val Lavagna nella facies zonata e le Arenarie di Monte Gottero.

Sotto il profilo geologico il comparto di interesse è costituito dalla Formazione degli Scisti zonati salvo riscontrare in prossimità della loc. La Secca la presenza delle Argille a palombini o pseudopalombini.

A levante della zona della Secca si osservano scarpate rocciose in detrizione i cui cinematismi sono fortemente accelerati dall'azione del moto ondoso., nella zona della Secca sono evidenti le modificazioni morfologiche apportate dalla realizzazione del campo sportivo. Lateralmente al suddetto rilevato, si riscontra un pianoro sopraelevato circa 20m s.l.m. sul quale è insediato un campeggio. La zona è fortemente fortemente rimaneggiata, con riporti confinati a valle da una

ripida scarpata presidiata al piede da scogliera. Successivamente in direzione Moneglia, riprende la falesia che disegna un pronunciato promontorio roccioso.

La relazione evidenzia una discreta dinamicità costiera interessante questo tratto di litorale, ascrivibile sia al trasporto dei corsi d'acqua che ai cinematismi cui sono soggette le falesie, cui peraltro non corrisponde una significativa rielaborazione e ridistribuzione dei materiali lungo il litorale.

Relativamente ai materiali litologici che costituiscono le scogliere, considerata la loro natura, pur riconoscendo una discreta variabilità, si riconoscono materiali trasportati dalla Val Graveglia e ascrivibili: ai Calcari a Calpionella, alle Argille a palombini, ai Diaspri e alle Oficalciti (prevalenti) sia rosse che verdi. Sul pennello all'estremità occidentale dell'area di interesse oltre alle litologie menzionate si riconoscono anche blocchi arenacei e basaltici.

Al fine di analizzare le caratteristiche dei sedimenti di spiaggia presenti nell'area d'indagine sono state eseguite 10 analisi granulometriche con determinazione dei parametrici statistici e dei parametri organolettici nei punti indicati nella figura seguente.

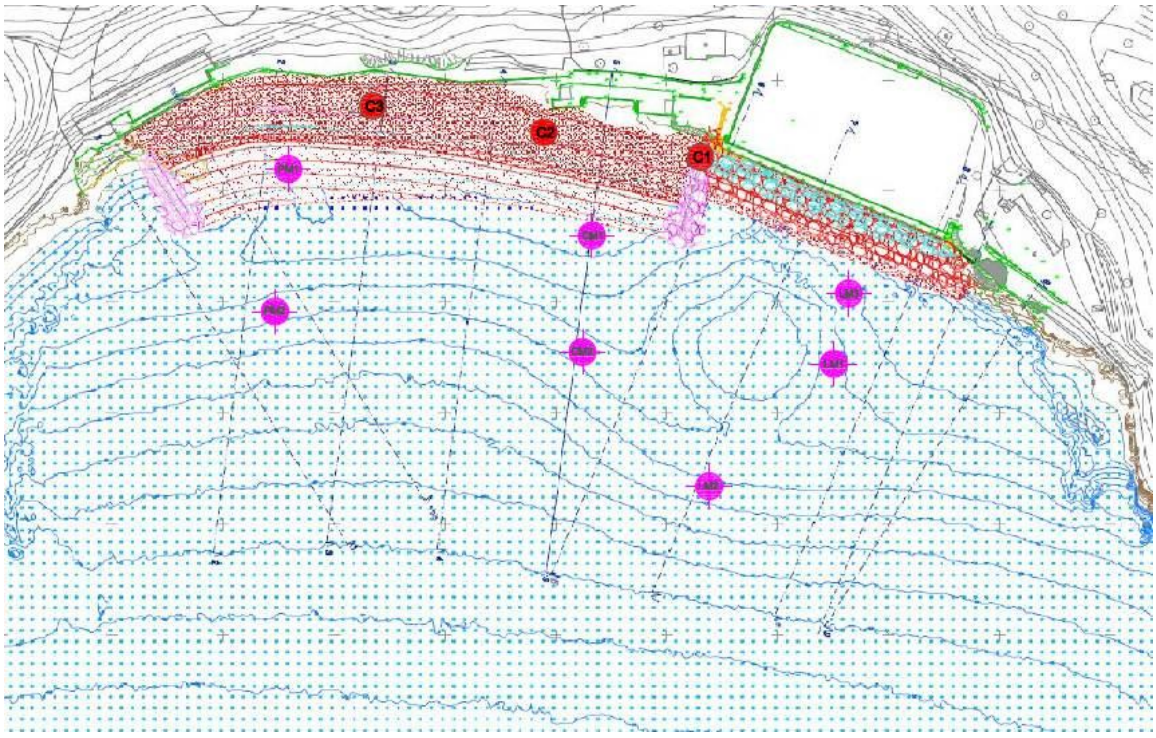


Figura 9.1 – Planimetria con indicazione del posizionamento dei campioni tratta dalla relazione geologica

Come mostrato nelle tabelle esposte di seguito, risulta evidente il grado di omogeneità dei campioni con punto di prelievo a mare, a composizione pressoché esclusivamente sabbiosa, rispetto a quelli prelevati a terra caratterizzati da una composizione più grossolana, costituita da ciottoli (con percentuale compresa tra 19.81 e 56.63) e ghiaia (con percentuale compresa tra 12.66 e 77.18). In particolare la frazione ciottolosa e quella sabbiosa diminuiscono in direzione Ponente mentre per la frazione ghiaiosa, al contrario, si verifica una diminuzione in direzione

Levante. La pelite si attesta su percentuali trascurabili (<1.21%). I rapporti di prova sono riportati in allegato alla "R04 – relazione geologica".

Campione	LM 1	LM 2	LM 3	PM1	PM2	CM1	CM2	C1T	C2T	C3T
Ciottoli	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.63	47.73	19.81
Ghiaia (%)	0.00	0.08	0.00	0.03	0.16	0.04	0.00	12.66	29.12	77.78
Sabbia (%)	99.04	98.94	99.33	98.76	98.70	99.23	98.91	30.69	23.12	2.37
Pelite(%)	0.96	0.98	0.67	1.21	1.14	0.73	1.09	0.02	0.03	0.04
Descrizione	sabbia fine	sabbia fine	sabbia fine	sabbia fine	sabbia fine	sabbia fine	sabbia fine	ciottoli sabbiosi con ghiaia	ciottoli con ghiaia e sabbia	ghiaia con ciottoli
Diametro medio ϕ	1.92	1.72	1.82	1.85	1.92	1.62	1.75	-3.23	-3.02	-2.77
Diametro medio mm	0.27	0.30	0.28	0.28	0.27	0.33	0.30	20.45	18.28	7.17
Classazione	0.75	0.81	0.63	0.70	0.72	0.70	0.71	2.61	2.68	1.25
Dispersione	0.75	0.78	0.69	0.72	0.74	0.64	0.69	3.04	3.06	1.38
Skewness	-0.22	-0.02	0.14	0.01	-0.09	0.13	0.10	0.60	0.43	-0.20

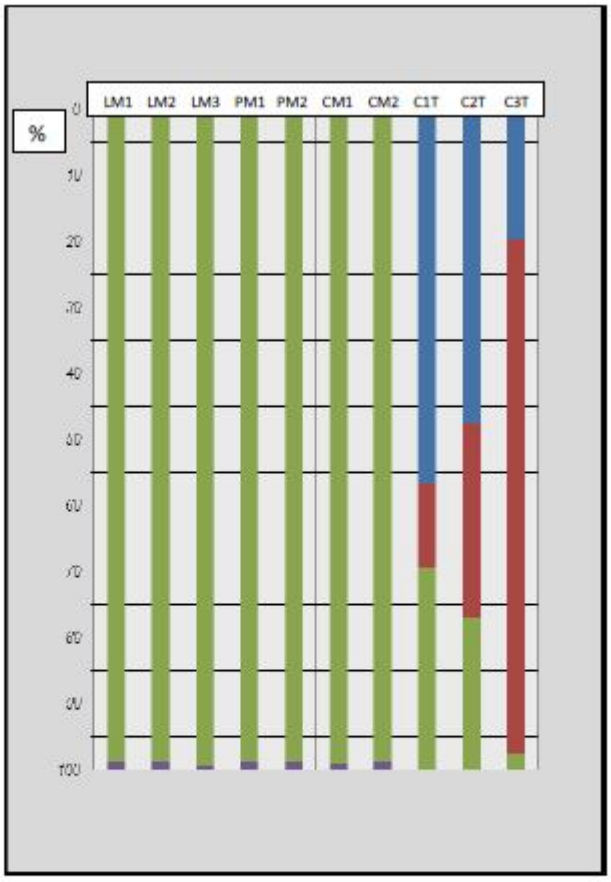


FIG.1

CIOTTOLI
GHIAIA
SABBIA
PELITE

Tabella 1 – Tabelle con indicazione delle caratteristiche granulometriche dei campioni tratte dalla relazione geologica

10. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A PROGETTO

10.1 Obiettivi

Come già anticipato, l'Amministrazione Comunale di Moneglia ha inserito tra i propri obiettivi pianificatori la difesa costiera del litorale in zona "La Secca" già una decina di anni fa quando aveva inserito tra gli interventi previsti nella Progetto urbanistico operativo del Fronte Mare la scheda operativa che prevedeva la sistemazione delle attuali spiagge mediante un intervento organico di difesa e riqualificazione consistente in un intervento di ripascimento strutturale con materiale di idonea pezzatura da sviluppare sia qualitativamente sia quantitativamente sulla base di rilievi campionamenti e studi di dettaglio.

Lo scopo allora come oggi era quello di incrementare lo sviluppo delle spiagge e migliorare la fruizione turistico balneare, ma soprattutto quello di difendere e aumentare la resilienza del litorale, che come descritto in dettaglio precedentemente è oggetto di un fenomeno erosivo sempre più marcato e progressivo accentuato anche in conseguenza dell'intenso evento del 2018.

All'uopo l'amministrazione Comunale, sulla base delle informazioni in proprio possesso, ha richiesto alla Struttura Commissariale apposito finanziamento, concesso con DCD558 n.8/2020 per complessivi Euro 460.000,00 ed ha avviato gli studi di approfondimento e la progettazione degli interventi.

In relazione anche di quanto emerso dal PTAMC Ambito 16 -17-18 nel frattempo pubblicato, è stata valutata la fattibilità di diverse ipotesi progettuali, preliminarmente condivise con alcuni funzionari degli uffici regionali e con l'Amministrazione Comunale per valutarne la rispondenza sotto i profili, tecnici, economici e di pianificazione politico/amministrativa.

Sulle base delle risultanze dello Studio di fattibilità al quale la presente relazione è allegata, fondate sull'analisi dei rilievi di stato attuale e sulla conseguente modellazione numerica di propagazione di onda e correnti nello stato attuale, è emersa quindi una previsione di spesa assai maggiore di quella prevista, per cui l'Amministrazione Comunale ha già richiesto alla Regione la messa a disposizione di ulteriori fondi per la realizzazione di un intervento complessivo calibrato sulle mutate condizioni dei luoghi e sugli approfondimenti realizzati (che non era possibile condurre prima per mancanza di fondi).

10.2 Descrizione delle ipotesi progettuali

Le ipotesi progettuali valutate sono state sostanzialmente le seguenti:

Ipotesi 1: costruzione di una "secca" davanti al campo sportivo e contestuale ripascimento strutturale con materiale di idonea granulometria

Ipotesi 2: ripascimento strutturale con materiale idoneo compartimentato da pennelli trasversali in massi naturali nel tratto tra l'Arcobaleno e il campo sportivo e realizzazione di una scogliera di difesa in massi naturali in aderenza al campo sportivo

Ipotesi 3: arretramento di circa 26 m del campo sportivo e ripascimento strutturale con materiale di idonea granulometria

Di tali ipotesi sono stati valutati la compatibilità pianificatoria ed ambientale, il costo, le modalità realizzative, la possibilità di essere realizzate per lotti funzionali e la risposta marittima dell'opera sia in termini di propagazione dell'onda sia di circolazione in rapporto alle esigenze programmatiche dell'Amministrazione Comunale.

10.2.1 Ipotesi 1

La prima ipotesi valutata è stata la realizzazione in corrispondenza dell'approfondimento delle batimetriche presente davanti al campo sportivo di una " secca" in massi naturali a difesa della zona del campo e di un contestuale ripascimento strutturale di tutta la cella litoranea.

Come mostrato negli elaborati grafici "D03.1– Planimetria di progetto - Ipotesi 1 (secca + ripascimento) e "D04.1 – Sezioni del litorale – Ipotesi 1 (secca + ripascimento)" la quota di sommità di tale secca è stata ipotizzata sul livello medio mare con un'impronta su tale livello pari a 50-60 m di lunghezza e 10 m di larghezza, scarpata verso mare pari a 1 su 3 e scarpata verso terra pari a 1 su 2 e distanza media da costa pari a circa 50 m.

Contestualmente, l'ipotesi progettuale prevede l'allungamento con rotazione verso ponente del pennello esistente davanti all'edificio dell'Arcobaleno e il ripascimento strutturale dell'arenile con materiale di cava selezionato e di idonea pezzatura con avanzamento medio della linea di riva di circa 15 m, sia nella zona di ponente sia davanti al campo sportivo.

Tale soluzione progettuale prevede un profilo di spiaggia con pendenza di circa 8 % sul livello del medio mare e pendenza della parte emersa pari a circa 4% e consente l'ampliamento della fascia di spiaggia nella parte di ponente di almeno 30 m e nella parte in corrispondenza del campo sportivo, riparata dalla secca, di almeno 15 m.

Questa prima ipotesi prevede l'impiego di circa 10.000 t di massi naturali di III e IV categoria, di circa 4.000 t di pietrame di cava e di circa 23.000 mc di pietrisco di cava selezionato, di diametro medio 10÷80 mm per la piattaforma di appoggio e di diametro medio 3÷30 per il ricoprimento superficiale nella zona di ponente.

Il costo dei lavori previsto è pari a circa 1.720.000 euro e l'importo della perizia complessiva risulta pari a 2.260.000 Euro circa.

La secca sarebbe realizzabile da mare mentre il ripascimento, a causa delle ridotte profondità, dovrebbe essere eseguito da terra, così come le lavorazioni sul pennello di ponente.

Dal punto di vista meteomarino i modelli numerici hanno evidenziato che l'ipotesi 1 presenta il vantaggio di proteggere la zona del campo sportivo dall'attacco frontale del moto ondoso, con una significativa riduzione dell'altezza d'onda incidente, ma la circolazione che si genera a tergo della struttura appare potenzialmente più intensa e critica rispetto allo stato attuale, almeno per le mareggiate da SSE e SSO, con insorgenza di rip current, dannose per la stabilità della spiaggia. La soluzione appare invece vantaggiosa in caso di mareggiate da Libeccio.

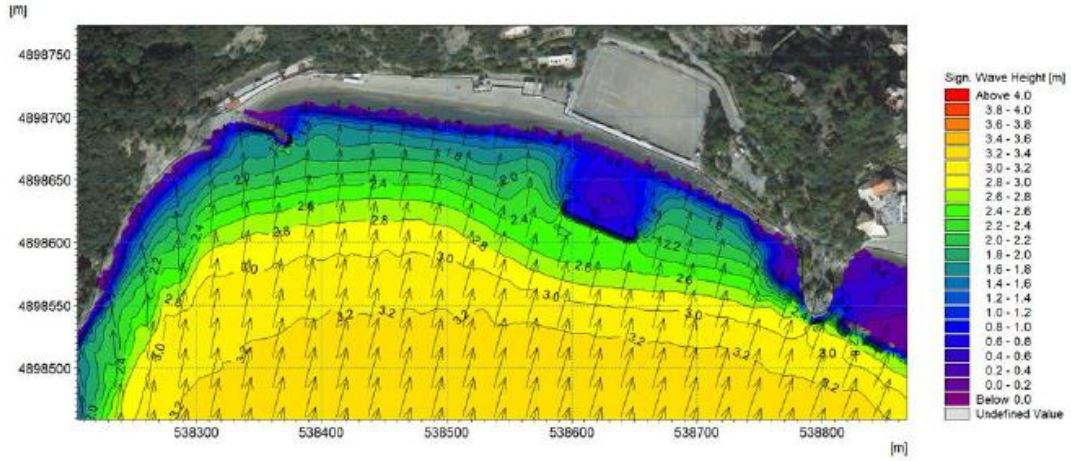


Figura 10.1 – Ipotesi 1 - Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

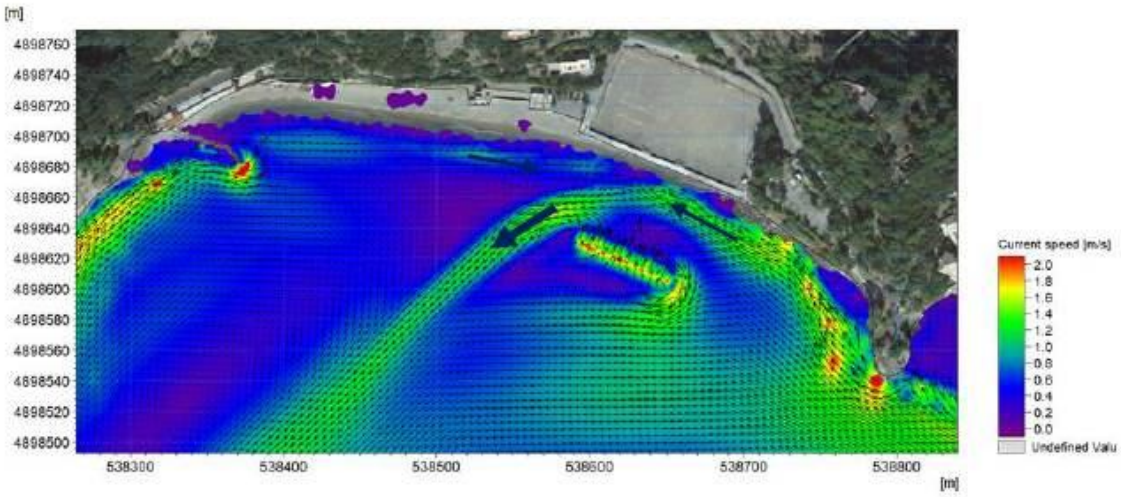


Figura 10.2– Ipotesi 1 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l.

Questa tipologia di opera di difesa appare più funzionale per litorali uniformi e rettilinei, dove l'inserimento di una discontinuità come quella della secca distaccata in massi genera una differente idrodinamica favorendo, oltre ad una adeguata schermatura alla spiaggia, anche il deposito di materiale a tergo della struttura. Nel caso specifico, la prossimità del promontorio di Sant'Erasmo e del fondale roccioso irregolare antistante, induce un complesso regime di correnti che viene reso ancora più critico dalla presenza della nuova struttura.

Dal punto di vista pianificatorio e vincolistico si ritiene che l'ipotesi 1 non si ponga in contrasto con gli strumenti urbanistici e pianificatori vigenti, né con i vincoli che caratterizzano l'area. Costituisce approfondimento dell'indicazione programmatica presente nel P.U.O. e misura di attuazione del PTAMC Ambito 16 di ripascimento strutturale con opere di contenimento laterale importanti. Non risulta in contrasto né con la previsione della passeggiata, né con l'intervento di riqualificazione funzionale dell'area della Secca (int. 4T) previsti nel P.U.O. per l'area retrostante.

Non altera l'equilibrio tra l'insediamento e l'ambito naturale in termini di qualità e tipicità e si inserisce nel progetto più ampio del P.U.O. come azione di riqualificazione funzionale e difesa del litorale.

10.2.2 Ipotesi 2

La seconda ipotesi valutata è stato l'ampliamento e potenziamento della difesa costiera già presente davanti al campo sportivo, che allo stato attuale risulta praticamente verticale e direttamente soggetta all'azione del mare con ricorrenti cedimenti localizzati, mediante la realizzazione di una scogliera aderente e la realizzazione di un contestuale ripascimento strutturale della sola porzione della cella litoranea dal campo sportivo verso ponente compartimentata da due pennelli trasversali ai lati .

Come mostrato negli elaborati grafici "D03.2– Planimetria di progetto - Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) – ottimizzazione orientamento spiaggia" e "D04.2 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) – Ottimizzazione orientamento spiaggia" la scogliera in massi naturali è prevista con berma sommitale di 2,50 m a quota del campo ossia circa 4,60 m s.l.m.m., scarpata con pendenza pari a circa 1 su 2 fino alla quota di 1, 5 m s.l.m.m., berma orizzontale pari a 5 m e scarpata fino al fondale con pendenza pari a 1 su 2,5.

Tale scogliera permette oltre che la difesa del campo sportivo una migliore dissipazione dell'energia ondosa che ora incide direttamente sulla scogliera verticale, scalzandola.

Contestualmente l'ipotesi progettuale prevede il ripascimento strutturale con materiale di cava selezionato e di idonea pezzatura con avanzamento medio della linea di riva di circa 15 m compartimentato da due pennelli trasversali in scogliera, uno a ponente frutto della rotazione e dell'allungamento del pennello attualmente esistente davanti all'edificio dell'Arcobaleno e uno a levante da realizzare ex novo in aderenza al limite di ponente della scogliera del campo sportivo, che limitano l'azione erosiva delle correnti litoranee.

Tale soluzione progettuale prevede poi un profilo di spiaggia, analogo a quello della soluzione 1, con pendenza di circa 8 % sul livello del medio mare e pendenza della parte emersa pari a circa 4% e consente l'ampliamento nella configurazione ottimizzata, della fascia di spiaggia di circa 25-40 m.

Questa seconda ipotesi prevede l'impiego di circa 15.500 t di massi naturali di III e IV categoria, di circa 3.500 t di pietrame di cava e di circa 13.000 mc di pietrisco di cava selezionato di diametro medio 10÷80 mm per la piattaforma di appoggio e di diametro medio 3÷30 per il ricoprimento superficiale nella zona di ponente.

Il costo dei lavori previsto, analogamente alla soluzione 1, è pari a circa 1.720.000 euro e l'importo della perizia complessiva risulta pari a 2.260.000 Euro circa.

La scogliera è realizzabile solo parzialmente da mare a causa delle ridotte profondità ai lati della stessa, con preferenza all'approvvigionamento da mare e alla posa da terra. Il ripascimento a causa delle ridotte profondità, è previsto da terra, così come la realizzazione dei pennelli.

Dal punto di vista meteomarino i modelli numerici hanno evidenziato che la soluzione 2 sembra mitigare in modo significativo i gradienti di corrente lungo la spiaggia della Secca, che hanno responsabilità nei fenomeni erosivi in atto, offrendo un'ottima protezione alla cella centrale compresa tra i due pennelli e diminuendo le velocità di corrente in prossimità del campo sportivo. La scogliera aderente, concepita principalmente come opera di difesa, offre una adeguata protezione al terrapieno anche agli eventi più critici.

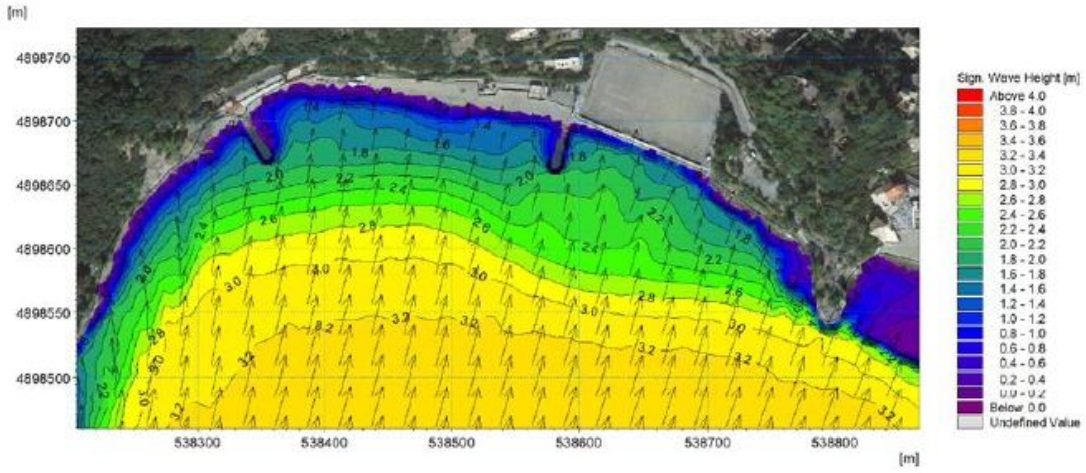


Figura 10.3 – Ipotesi 2 - Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

In prossimità della cella centrale, nel caso di intensi eventi da Libeccio, nella prima configurazione ipotizzata, che prevedeva una orientazione della linea di riva leggermente differente, si osservavano alcune accelerazioni dell'intensità del flusso di corrente. La configurazione a progetto, con ottimizzazione dell'orientazione del ripascimento secondo le indicazioni di DHI, produce l'effetto desiderato di attenuazione delle velocità delle correnti nel tratto di spiaggia compresa tra i due pennelli, con particolare riferimento agli eventi da Libeccio.

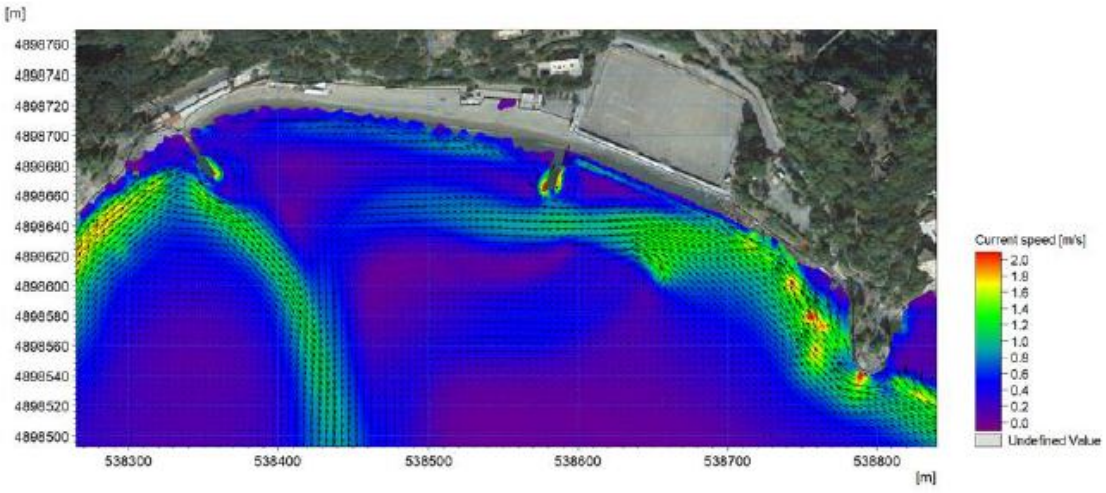


Figura 10.4 – Soluzione progettuale 2 ottimizzata - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 2.7 m Tp=8.1 s e MWD=165° N tratta dal report di DHI s.r.l.

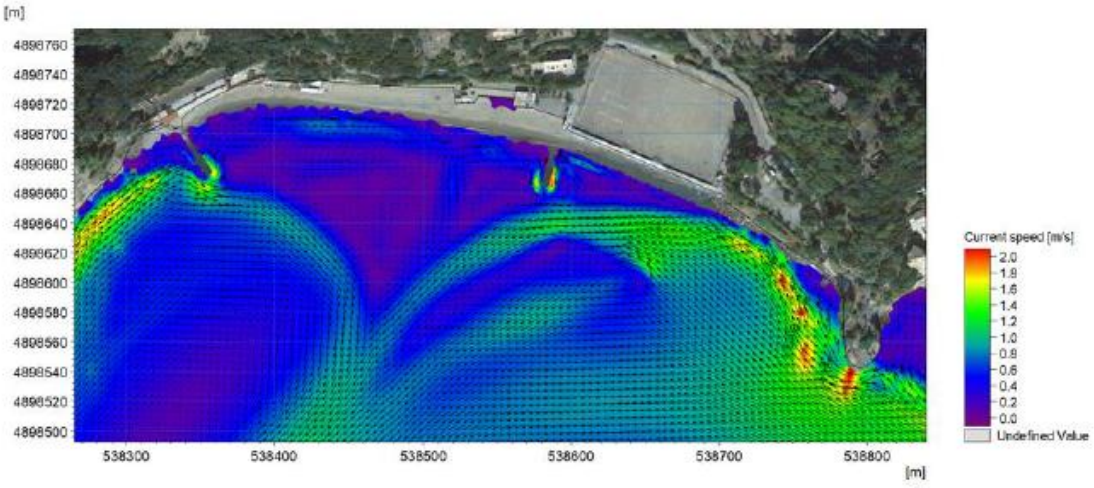


Figura 10.5 – Soluzione progettuale 2 ottimizzata - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

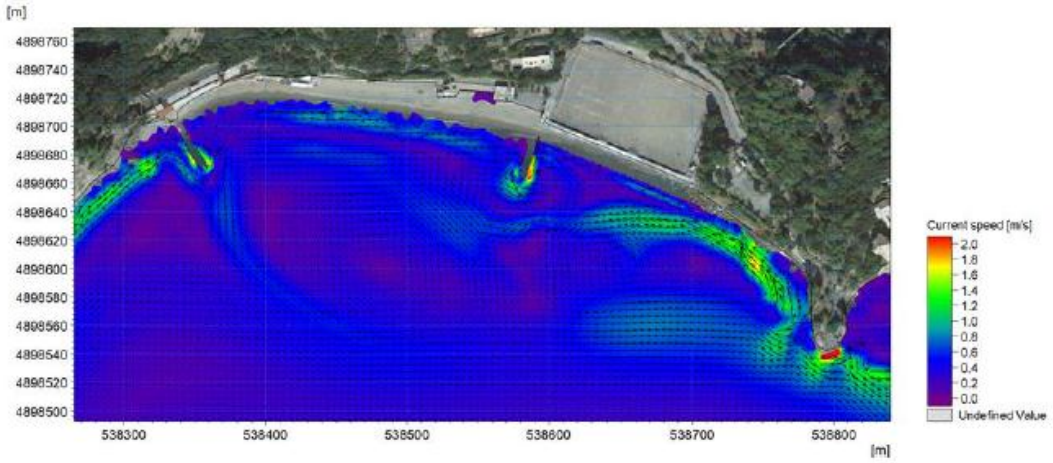


Figura 10.6 – Soluzione progettuale 2 ottimizzata - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 4.0 m Tp=10.4 s e MWD=225° N tratta dal report di DHI s.r.l.

Nell'ambito dello studio della presente soluzione è stata anche ipotizzata la realizzazione di un sistema di scogliera aderente e scogliera sommersa al quale poter appoggiare un eventuale ripascimento da valutare in seguito agli esiti del monitoraggio.

Tale soluzione, come mostrato nei relativi elaborati grafici "D03.2A– Planimetria di progetto - Ipotesi 2A (scogliera emersa e sommersa+ pennelli + ripascimento) e "D04.2 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2A (scogliera emersa e sommersa+ pennelli + ripascimento), prevede una scogliera aderente con berma sommitale di 2,50 m a quota 4, 60 m s.l.m. con pendenza 1 su 1,5 e una scogliera sommersa con sommità compresa tra – 1 m e -0,50 m e scarpate 1 su 2, radicata

al pennello di levante e estesa per tutto il fronte del campo sportivo, con la funzione di smorzare l'energia ondosa incidente direttamente sul campo sportivo.

Questa seconda ipotesi prevede l'impiego di circa 14.500 t di massi naturali di III e IV categoria, di circa 3.000 t di pietrame di cava e di circa 13.000 mc di pietrisco di cava selezionato di diametro medio 10÷80 mm per la piattaforma di appoggio e di diametro medio 3÷30 per il ricoprimento superficiale nella zona di ponente.

Il costo dei lavori previsto, leggermente inferiore a quello della soluzione 2, è pari a circa 1.600.000 euro e l'importo della perizia complessiva risulta pari a 2.100.000 Euro circa.

La scogliera sommersa è realizzabile da mare, la scogliera emersa a causa delle ridotte profondità da terra. Il ripascimento a causa delle ridotte profondità è previsto da terra così come la realizzazione dei pennelli.

Dal punto di vista meteomarino i modelli numerici hanno evidenziato che se la realizzazione della scogliera soffolta genera una significativa attenuazione dell'energia dell'onda in prossimità del campo sportivo, i risultati in termini di dinamica locale risultano purtroppo critici.

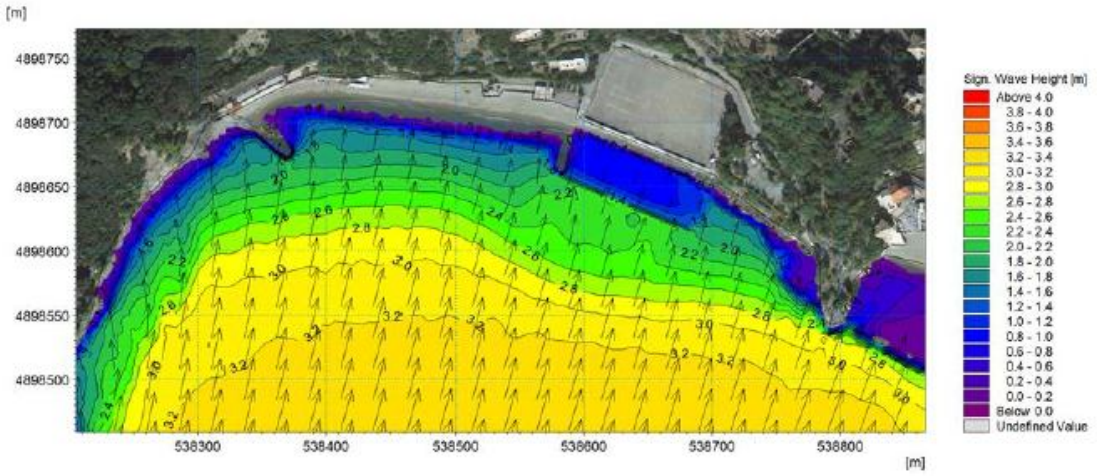


Figura 10.7 – Ipotesi 2A - Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

Per qualsiasi direzione di provenienza del moto ondoso, il frangimento dell'onda sulla scogliera soffolta e la conseguente tracimazione della massa d'acqua nel bacino compreso tra la scogliera ed il campo sportivo determina la generazione di una forte corrente in uscita verso il promontorio di Sant'Erasmo, caratterizzata da velocità anche superiori a 2 m/s.

La corrente prodotta presenta criticità sia per l'eventuale tendenza all'erosione dell'eventuale sedimento presente all'interno della cella antistante la scogliera, sia per la sicurezza della balneazione all'interno del bacino "protetto".

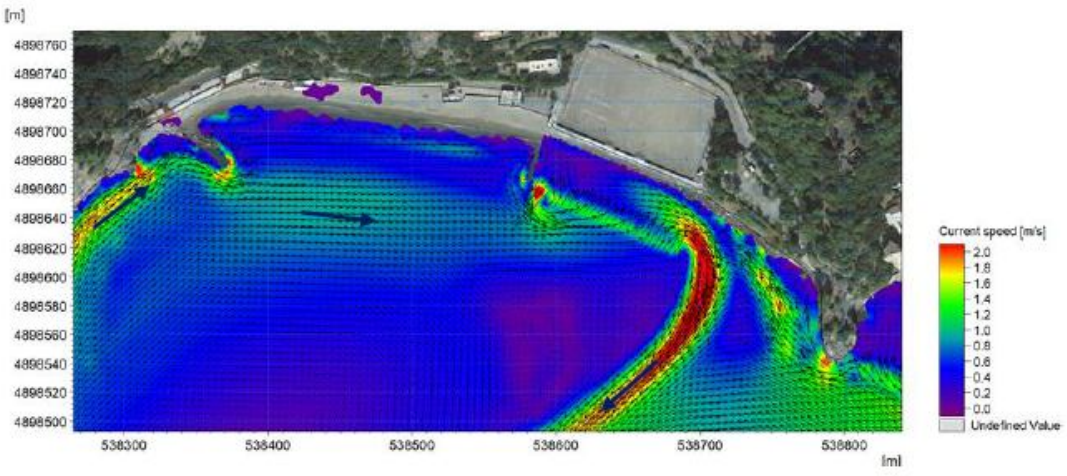


Figura 10.8 – Ipotesi 2A - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

Dal punto di vista pianificatorio e vincolistico si ritiene che sia l'ipotesi 2 e l'ipotesi 2A non si pongano in contrasto con gli strumenti urbanistici e pianificatori vigenti, né con i vincoli che caratterizzano l'area, costituendo approfondimento dell'indicazione programmatica presente nel P.U.O. e misura di attuazione del PTAMC Ambito 16 di ripascimento strutturale con opere di contenimento laterale importanti.

Non risultano in contrasto né con la previsione della passeggiata, né con l'intervento di riqualificazione funzionale dell'area della Secca (int. 4T) previsti nel P.U.O. per l'area retrostante.

Il potenziamento e miglioramento del litorale e della difesa del campo non altera l'equilibrio tra l'insediamento e l'ambito naturale in termini di qualità e tipicità e si inserisce nel progetto più ampio del P.U.O. come azione di riqualificazione funzionale e difesa del litorale.

10.2.3 Ipotesi 3

La terza ipotesi valutata è stato l'arretramento del campo sportivo e la realizzazione di un contestuale ripascimento strutturale di tutta la cella litoranea con l'inserimento di pennelli di compartimentazione dei sedimenti nella cella.

Come mostrato negli elaborati grafici "D03.3– Planimetria di progetto – Ipotesi 3 (arretramento campo + pennelli + ripascimento)" e "D04.3 – Sezioni del litorale – Ipotesi 3 (arretramento campo + pennelli + ripascimento)" tale ipotesi prevede l'arretramento di circa 25-26 del rilevato del campo sportivo in ipotetica linea di continuità con le strutture retrostanti il resto della cella e praticamente in corrispondenza dello spigolo più avanzato della dividente demaniale che taglia il rilevato del campo sportivo quasi a metà.

A difesa della restante parte del rilevato è stata ipotizzata comunque una scogliera emersa in massi naturali con berma sommitale di 2,50 m a quota del campo ossia circa 4,60 m s.l.m.m. e scarpata con pendenza pari a circa 1 su 1,5 a scendere sulla spiaggia.

E' previsto inoltre il ripascimento strutturale con materiale di cava selezionato e di idonea pezzatura con avanzamento medio della linea di riva di circa 15 m compartimentato da due pennelli trasversali in scogliera, uno a ponente frutto della rotazione e dell'allungamento del pennello attualmente esistente davanti all'edificio dell'Arcobaleno e uno in posizione più centrale da realizzare ex novo di poco a ponente dei bagni La Secca.

Il profilo di spiaggia, analogo a quello della soluzione 1, con pendenza di circa 8 % sul livello del medio mare e pendenza della parte emersa pari a circa 4% e consente l'ampliamento della fascia di spiaggia in tutta la cella di almeno 25-30 m.

Questa terza ipotesi prevede l'impiego di circa 10.500 t di massi naturali di I, III e IV categoria (di cui circa 1600 t provenienti da riutilizzo dei massi presenti in loco), di circa 1.700 t di pietrame di cava e di circa 24.000 mc di materiale da ripascimento.

Il costo dei lavori di riqualificazione costiera previsto è pari a circa 1.650.000 euro e l'importo della perizia complessiva risulta pari a 2.200.000 Euro circa. Nella stima di tale costo è stato ipotizzato il riutilizzo di almeno 6.500 mc di materiali presenti nel rilevato ed è stato stimato a corpo un onere per le demolizioni, gli scavi e lo smontaggio dell'opera esistente comprese le opere provvisionali e i conferimenti a discarica, che risulta molto rilevante.

Non sono stati ipotizzati costi per la realizzazione delle nuove opere di sistemazione superficiale dell'area restante, che comunque strettamente dipendono dalla volontà dell'Amministrazione e risulterebbero differenti dagli indirizzi pianificatori di livello comunale dell'area.

Dal punto di vista meteomarino i modelli numerici hanno evidenziato nella configurazione di ipotesi 3 un graduale abbattimento di Hs nell'avvicinamento a riva, più graduale nella cella di ponente compresa tra i due pennelli, meno regolare, a causa della peculiare batimetria del sito, nella zona antistante il campo sportivo. Per quanto riguarda la circolazione per provenienza da Scirocco, si osserva un'intensificazione della corrente nella porzione di mare antistante il campo sportivo, nella porzione di spiaggia sommersa interessata dal ripascimento (dalla fossa alla riva), in direzione da levante a ponente, con ulteriore aumento delle velocità in corrispondenza del pennello centrale. Per provenienza da 195°N, si osservano due flussi di correnti di verso opposto che, distaccati dalla riva per la presenza dei pennelli, generano un rip in posizione centrale rispetto al sito in esame con aumenti localizzati dell'intensità di corrente in zona antistante il campo sportivo. Per provenienza da libeccio l'idrodinamica locale risulta più articolata delle precedenti, con la formazione di molteplici vortici, soprattutto nella zona a levante dei pennelli. Complessivamente la soluzione 3, a fronte della rinuncia

dell'Amministrazione a parte del campo sportivo, non sembra presentare un regime di corrente tale da garantire la stabilità del ripascimento.

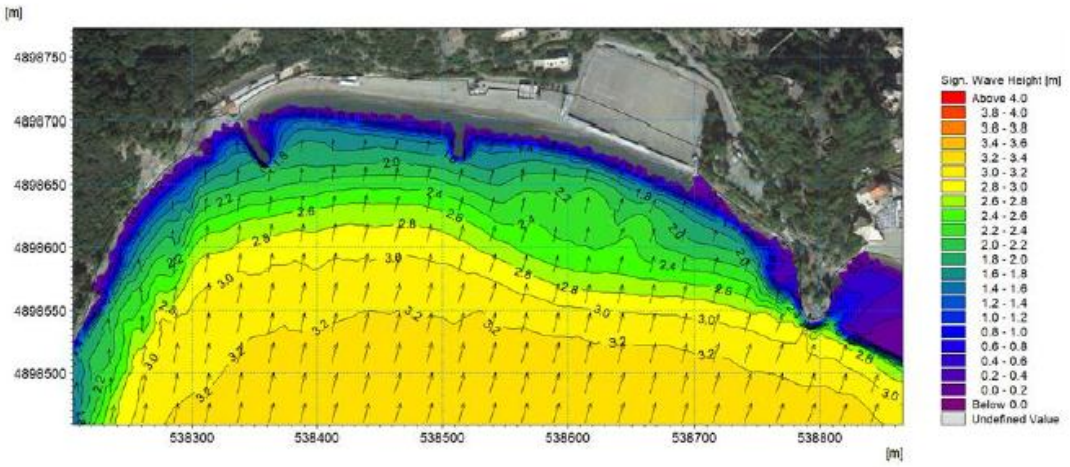


Figura 10.9 – Ipotesi 3 - Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

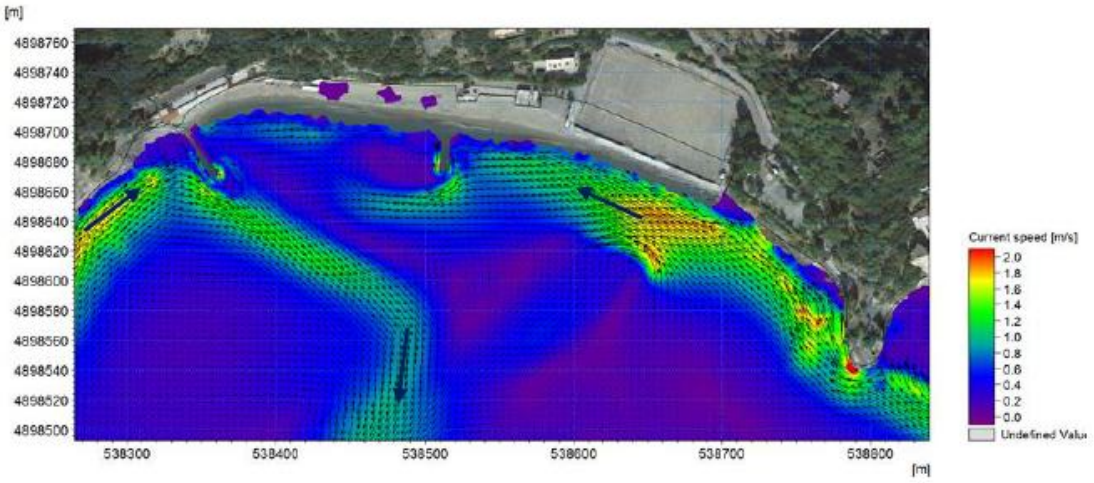


Figura 10.10 – Ipotesi 3 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 2.7 m Tp=8.1 s e MWD=165° N tratta dal report di DHI s.r.l.

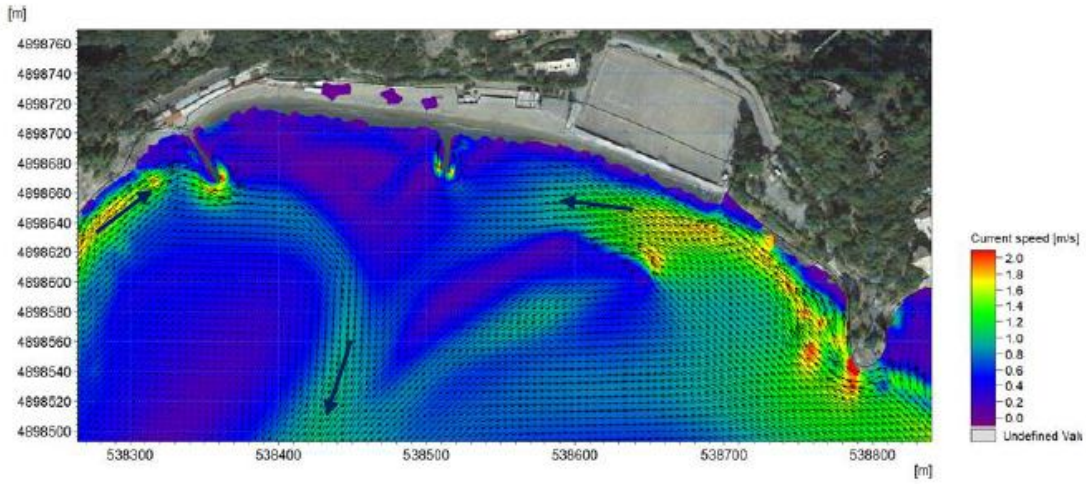


Figura 10.11 – Ipotesi 3 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

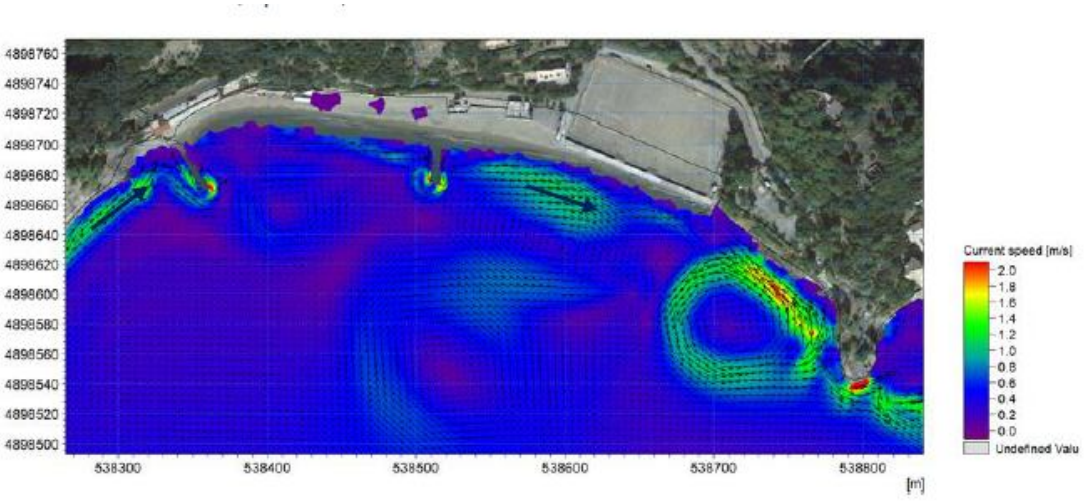


Figura 10.12 – Ipotesi 3 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 4.0 m Tp=10.4 s e MWD=225° N tratta dal report di DHI s.r.l

Dal punto di vista pianificatorio e vincolistico si ritiene che l'ipotesi 3 risulti in linea con la previsione del PTAMC di arretramento degli elementi a rischio più esposti, nella fattispecie il campo sportivo. Non altera inoltre l'equilibrio tra l'insediamento e l'ambito naturale in termini di qualità e tipicità. Tuttavia pur rappresentando approfondimento dell'indicazione programmatica presente nel P.U.O. e risultando coerente con la previsione della passeggiata, non risulta conforme alla previsione di riqualificazione funzionale dell'area della Secca (int. 4T) previsto nel P.U.O. di cui costituirebbe variante.

10.3 Considerazioni sulla differenti ipotesi e scelta progettuale

Come sopra riportato le diverse configurazioni sono state analizzate sotto diversi aspetti:

- costo
- modalità realizzative e utilizzo delle risorse
- effetti sulla propagazione dell'onda e sulla circolazione dell'onda
- compatibilità urbanistica e pianificatoria
- sostenibilità dal punto di vista politico/sociale
- effetti sull'ambiente circostante

Tutte le ipotesi progettuali non si discostano molto l'una dall'altra in termini di costi complessivi.

La situazione attuale dell'arenile necessita infatti di un intervento di ripascimento cospicuo in grado di allontanare l'azione dell'onda dalle strutture presenti sull'arenile corredato da opere di compartimentazione o difesa dall'azione diretta del moto ondoso.

Anche l'arretramento del campo sportivo, che allontanando l'elemento a rischio dall'azione diretta del mare necessiterebbe di interventi meno importanti, almeno nella parte antistante lo stesso, necessita di un notevole esborso per le opere di demolizione ed arretramento, nonché di opere provvisionali, senza contare gli ulteriori fondi necessari per procedere ad una differente sistemazione superficiale dell'area (non considerati nel calcolo di cui al paragrafo precedente).

Per quanto riguarda le modalità realizzative, come sopra esposto, date le basse profondità presenti nell'area antistante il litorale, tutte le ipotesi prevedono lavorazioni da terra che possono essere alleggerite dalla realizzazione di opere da mare, nel caso della secca di cui all'ipotesi 1 e della scogliera soffolta di cui all'ipotesi 2A o di parte della scogliera di cui all'ipotesi 2. Necessariamente per tutte le ipotesi progettuali è previsto un aumento di traffico, anche se limitato verso il Comune e nessun intervento si discosta significativamente dall'altro sotto questo punto di vista.

Per quanto riguarda la disponibilità delle risorse si ritiene che i quantitativi di materiale lapideo, in blocchi o sciolto, per la realizzazione di tutti gli interventi siano reperibili, anche in relazione ad altri interventi previsti nell'area dalle cave presenti nella zona o anche in altre regioni, senza molta differenza tra un'ipotesi e l'altra; ciò anche in relazione al fatto che anche il materiale da ripascimento è materiale di cava, non essendo presente nell'area fisiografica di riferimento una foce fluviale da cui prelevare.

Per quanto riguarda gli effetti sulla propagazione dell'onda e sulla circolazione dell'onda la risposta dei differenti interventi ha mostrato alcune criticità legate alla stabilità del ripascimento davanti al campo sportivo.

L'ipotesi progettuale risultata più efficace in termini marittimi per la stabilizzazione di una spiaggia a fruizione turistica e per la contestuale protezione del campo sportivo è risultata la soluzione n. 2; tale soluzione sembra, infatti, mitigare in modo significativo i gradienti di corrente lungo la spiaggia della Secca, che hanno responsabilità nei fenomeni erosivi in atto, offrendo un'ottima protezione alla cella centrale compresa tra i due pennelli e diminuendo le velocità di corrente in prossimità del campo sportivo. La scogliera aderente a quella già esistente, concepita principalmente come opera di difesa, offre una adeguata protezione al terrapieno anche agli eventi più critici.

Dal punto di vista degli effetti sull'ambiente circostante non si evidenziano particolari ricadute legate ad un'ipotesi progettuale piuttosto che ad un'altra.

Dal punto di vista pianificatorio si ritiene che tutte le soluzioni essendo attuazione dell'intervento di riqualificazione e difesa costiera previsto nel P.U.O. e nel PTAMC non costituiscano variazioni sostanziali alla pianificazione esistente, salvo l'ipotesi di arretramento del campo che si pone in variante alla previsione del P.U.O. sull'intervento 4T.

Dal punto di vista politico/amministrativo mentre le prime due ipotesi risultano per l'Amministrazione percorribili e da valutare in relazione alle risultanze tecniche emerse, la terza ipotesi di arretramento del campo sportivo non risulta al momento percorribile. Gli indirizzi a lungo termine rimangono quelli del P.U.O. (la formazione di superfici di parcheggio, sistemazioni ludico-ricreative e per pubblici esercizi) mentre quelli a breve termine rimangono di avere disponibilità dell'area per l'utilizzo corrente a spazio sportivo/ parcheggio.

Dal punto di vista della finanziabilità dell'opera occorre premettere che, al momento, il finanziamento erogato è pari a complessivi 460.000 Euro con promessa di finanziamento di ulteriori 500.000 Euro nel breve periodo e richiesta dell'amministrazione Comunale di finanziamento di ulteriori 1.150.000÷1.300.000 Euro sempre nel breve periodo per procedere al completamento dell'intero intervento l'intervento.

La realizzabilità per lotti come sopra, risulta difficilmente applicabile all'ipotesi 1 nell'ambito della quale la secca e il ripascimento retrostante dovrebbero essere realizzati contestualmente e nell'ambito della quale un frazionamento potrebbe acuire le problematiche di instabilità già emerse per la soluzione completa.

Analogamente per l'ipotesi 3 occorrerebbe procedere dapprima allo spostamento del campo sportivo e solo in un secondo tempo al riequilibrio della cella.

Per la soluzione 2 invece è possibile eseguire una realizzazione per lotti.

Alla luce di quanto sopra esposto la soluzione da prescegliere a livello tecnico economico e politico/amministrativo risulta la soluzione 2 con scogliera su più livelli a difesa del campo sportivo e ripascimento compartimentato da pennelli laterali con linea di riva ottimizzata.

10.4 Scelta progettuale e lotti funzionali

Come sopra esposto e come mostrato negli elaborati grafici "D03.2– Planimetria di progetto - Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) – ottimizzazione orientamento spiaggia" e "D04.2 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) – Ottimizzazione orientamento spiaggia" l'ipotesi progettuale prescelta è costituita dal miglioramento della funzionalità della scogliera davanti al campo sportivo mediante realizzazione di una scogliera antistante su più livelli e ripascimento strutturale della restante parte della cella con avanzamento della linea di riva medio di circa 15 m compartimentato da pennelli laterali in massi naturali.

La scogliera, di cui si riporta di seguito una sezione tipologica presenta berma sommitale di 2,50 m a quota 4,60 m s.l.m. (quota del campo sportivo) scarpata con pendenza pari a circa 1 su 2, berma intermedia di 5 m a quota 1, 5 m s.l.m., scarpata fino all'imbasamento in pietrame pari a 1 su 2,5.

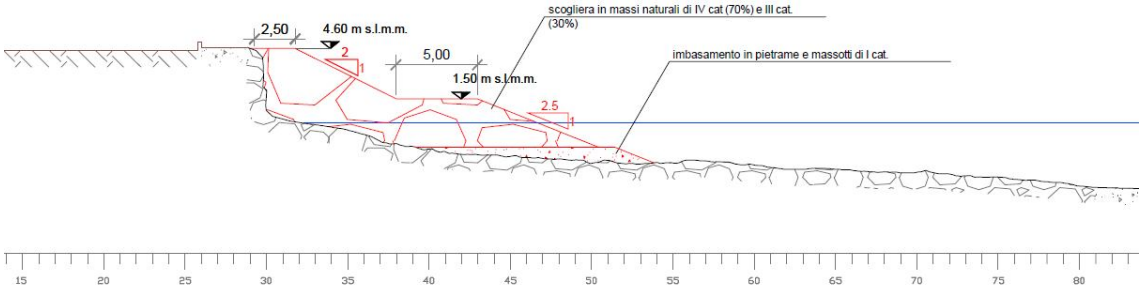


Figura 10.13 - Sezione tipologia della scogliera di difesa del campo sportivo

E' prevista in massi naturali di III (30%) e IV categoria (70%) (si riporta al successivo paragrafo 11 il dimensionamento dei massi).

L'impronta della stessa fuori acqua è pari a 17,50 m circa e l'impronta complessiva pari a 23-25 m.

Il ripascimento strutturale è compartimentato da due pennelli in massi naturali anche essi di III e IV categoria con quota sommitale a 1,20 m s.l.m. di larghezza pari a 5 m e scarpate laterali e frontali 1 su 2.

La lunghezza complessiva del nuovo pennello di levante, in aderenza al lato occidentale del campo sportivo è pari a 50 m (lunghezza emersa pari a circa 45 m).

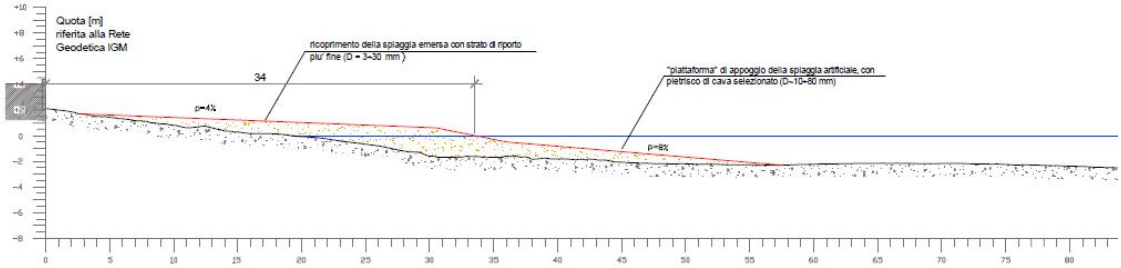
La lunghezza complessiva del pennello davanti all'Arcobaleno che verrà ruotato ad allungato è pari a circa 55 m dall'edificio (lunghezza emersa circa 50 m).

Il profilo di ripascimento previsto, come per analoghi interventi eseguiti in passato su litorali di tipologia analoga, è a doppia pendenza con pendenza della spiaggia sommersa pari all'8% circa e pendenza della spiaggia emersa pari al 4% circa, con piattaforma di appoggio della spiaggia artificiale in pietrisco di cava con D= 10-80 mmm e ricoprimento superficiale del tratto emerso con materiale di cava più fine con diametro medio 3-30 mm.

Il materiale, prima del versamento, sarà caratterizzato ai sensi dei "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" (di cui alla DGR 1209 del 20/12/2016 ed alla DGR 95 del 08/02/2017). Ricadendo Moneglia in un tratto di costa sensibile la percentuale di pelite massima nel materiale da utilizzare dovrà essere pari al 5%.

Essendo l'orientazione del ripascimento ottimizzata come da indicazione di DHI per minimizzare i gradienti di velocità, l'avanzamento di progetto della spiaggia non è costante su tutte le sezioni, ma mediamente risulta pari a 15 m circa.

L'ampliamento della fascia di spiaggia rispetto alle strutture fisse retrostanti varia da 26 m in corrispondenza della zona di ponente, che tuttavia risulta protetta dal pennello, a circa 38 m nella zona di levante.



Per la realizzazione di tale intervento sono previsti anche locali spianamenti del materiale già presente sulla spiaggia, salpamenti degli scogli esistenti nell'area del vecchio pennello e la realizzazione di una pista ai piedi della scogliera del campo sportivo propedeutica alla realizzazione della stessa nei tratti non raggiungibili dal mezzo marittimo.

Si ipotizza infatti la realizzazione e l'approvvigionamento da mare di solo una quota parte della stessa (per un totale di provvista e posa in opera del 40% circa).

Per la realizzazione della pista di cantiere verrà utilizzato pietrame scelto di cava di caratteristiche idonee. Come il materiale da ripascimento dovrà essere caratterizzato ai sensi dei "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" e avere una percentuale di pelite massima pari al 5%.

10.4.1 Lotti funzionali

Per la realizzazione dell'intervento come descritto al paragrafo precedente sono previsti 3 lotti funzionali:

Lotto 1: tale lotto porta a capienza l'intero finanziamento ottenuto con DCD558 n.8/2020

Come mostrato negli elaborati grafici relativi "D05– Planimetria di progetto - Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali" e "D06 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali", tale lotto funzionale prevede la realizzazione dei due pennelli di compartimentazione del ripascimento e la stesa di un ridotto quantitativo di materiale da ripascimento (1.300 mc).

Prevede l'impegno di 460.000 Euro di cui 312.234,95 Euro per lavori e oneri di sicurezza e 147.765,05 Euro per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Dovrà essere eseguito non appena ottenute le relative autorizzazioni come da istruzioni del finanziamento.

Lotto 2: tale lotto è stato tarato su un ulteriore finanziamento con i fondi residui ex DCD558 n.8/2020 come da intese tra i Rappresentanti Regionali e l'Amministrazione

Come mostrato negli elaborati grafici relativi "D05– Planimetria di progetto - Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali" e "D06 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali", tale lotto funzionale prevede lo sversamento di circa metà del materiale da ripascimento previsto (circa 6.100 mc) e un primo primo versamento di materiale lapideo ai piedi del campo sportivo propedeutico alla realizzazione della scogliera (2.600 t, oltre 500 t di pietrame).

Tale lotto consente un allungamento della linea di riva medio di circa 8 m con raggiungimento dell'ampiezza di spiaggia compreso tra 20 e 30 m circa.

Prevede l'impegno di 500.000 Euro di cui 399.802,81 Euro per lavori e oneri di sicurezza e 100.197,19 Euro per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Lotto 3: tale lotto è l'ultimo lotto previsto a chiusura dell'intervento, di cui il Comune di Moneglia ha già chiesto disponibilità finanziaria senza determinazione esatta dei costi.

Come mostrato negli elaborati grafici relativi "D05– Planimetria di progetto - Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali" e "D06 – Sezioni del litorale – Ipotesi 2 (scogliera + pennelli + ripascimento) - Lotti funzionali", tale lotto funzionale prevede lo sversamento dell'ulteriore materiale da ripascimento previsto (circa 5.600 mc) e la realizzazione della scogliera nella configurazione di progetto (circa 9.600 t, oltre 3.200 t di pietrame).

Prevede l'impegno di 1.300.000 Euro di cui 1.007.662,66 Euro per lavori e oneri di sicurezza e 292.337,34 Euro per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Per verificare il comportamento dell'intervento eseguito per lotti funzionali è stata verificata su modello la configurazione intermedia di realizzazione delle opere corrispondente agli interventi previsti nel Lotto 1 ovvero a valle della realizzazione dei due pennelli in massi e di una iniziale sistemazione della linea di riva con un piccolo ripascimento.

Rispetto ai risultati della soluzione progettuale nella sua completezza, DHI ha osservato che le onde penetrano maggiormente sulla cella di spiaggia compresa tra le due nuove opere di difesa a causa della pendenza del litorale non ancora ottimizzata e della posizione ancora arretrata della linea di riva rispetto a quella finale prevista.

Come già evidenziato nelle simulazioni della soluzione 2 "completa ed ottimizzata" le onde si propagano meno regolarmente nell'area antistante il campo sportivo, condizionati dalle singolarità della locale batimetria già descritte.

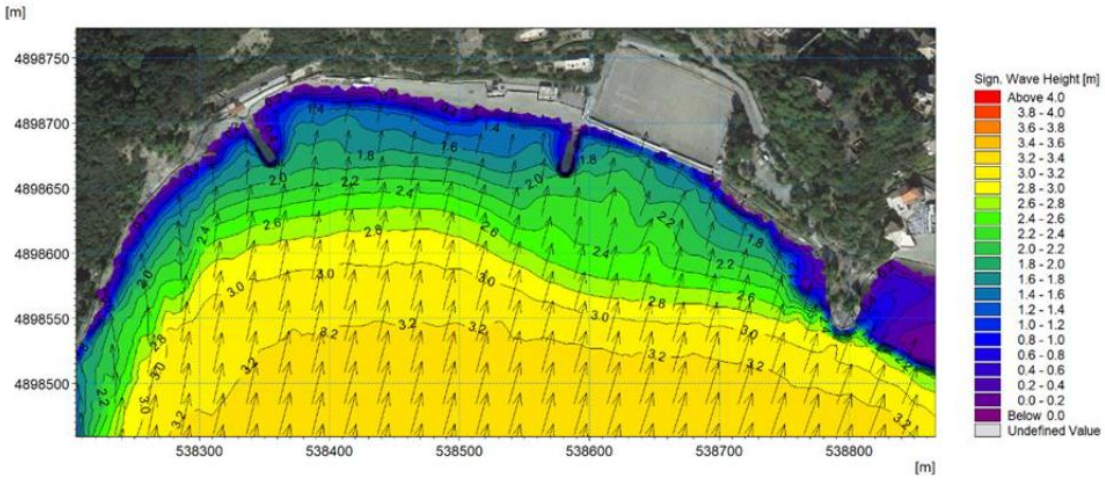


Figura 10.14 – Soluzione progettuale n. 2 ottimizzata- completamento lotto 1 - Distribuzione altezza d'onda sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

Nell'analisi della circolazione si osserva che per tutte le condizioni simulate la cella di spiaggia compresa tra i pennelli risulta adeguatamente protetta dalle correnti litoranee più intense. Si

osserva la possibile formazione di piccoli vortici locali caratterizzati comunque da velocità di corrente limitate.

Per gli eventi da Scirocco e da Mezzogiorno si osserva un flusso intenso provenire da levante, con valori fino a 1.2-1.3 m/s nel tratto di mare compreso tra il campo sportivo e la fossa. La presenza del pennello al limite di ponente del campo comporta il distacco del ramo più intenso di questa corrente che, lambendo la testata del pennello, si congiunge con la corrente in arrivo dalla direzione opposta. L'andamento delle correnti risulta in ogni caso del tutto analogo a quello riscontrato con le simulazioni dell'intervento completo ottimizzato.

Anche la zona del campo sportivo, in conseguenza alla modifica della circolazione locale, risulta meno esposta, con il progressivo distacco dalla linea di riva del flusso principale, proveniente dal centro del Golfo e diretto da levante a ponente.

Complessivamente, le simulazioni degli interventi compresi nel primo Lotto evidenziano l'efficacia dell'inserimento delle due opere di difesa a protezione della spiaggia della Secca da fenomeni erosivi conseguenti all'azione delle correnti longshore.

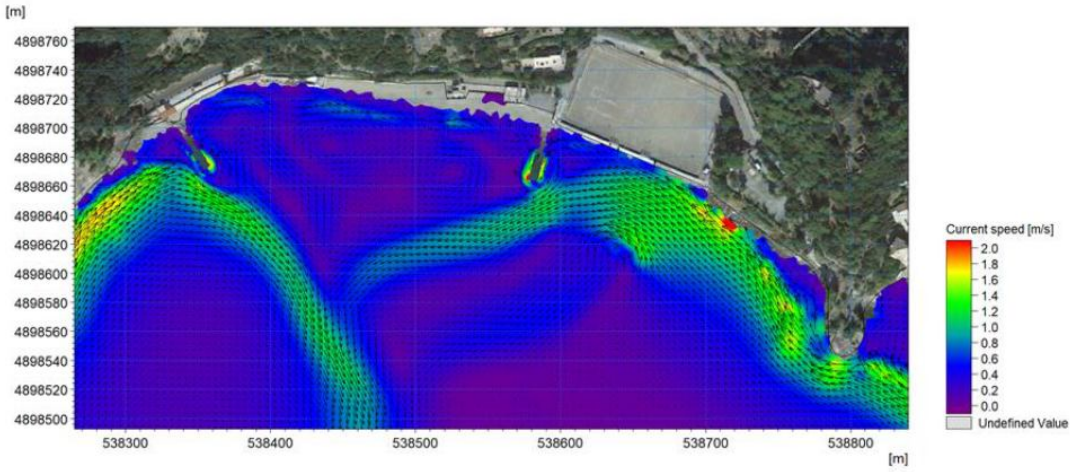


Figura 10.15 – Soluzione progettuale n. 2 ottimizzata- completamento lotto 1 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione A con Hs= 2.7 m Tp=8.1 s e MWD=165° N tratta dal report di DHI s.r.l.

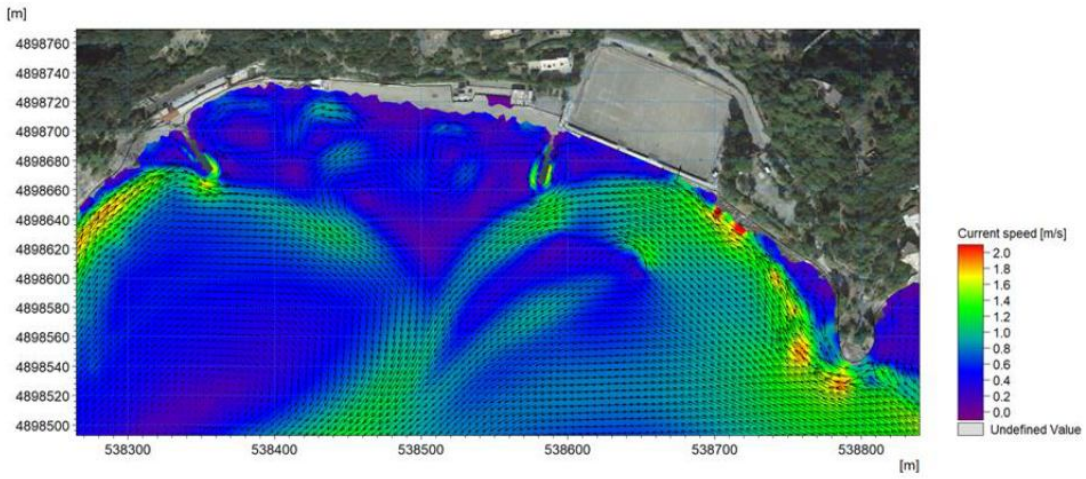


Figura 10.16- Soluzione progettuale n. 2 ottimizzata- completamento lotto 1 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 3.7 m Tp=9.3 s e MWD=195° N tratta dal report di DHI s.r.l

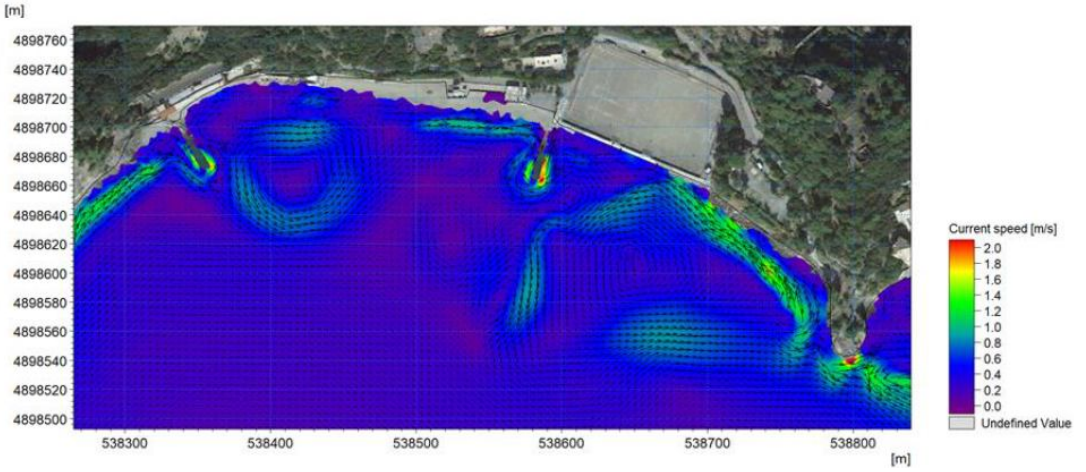


Figura 10.17 - Soluzione progettuale n. 2 ottimizzata- completamento lotto 1 - Mappa distribuzione intensità corrente sulla spiaggia della Secca per la condizione D con Hs= 4.0 m Tp=10.4 s e MWD=225° N tratta dal report di DHI s.r.l

In considerazione dei risultati ottenuti con la configurazione Lotto 1 e del confronto degli stessi con le simulazioni dell'intervento completo ottimizzato, si ritiene che il Lotto 2 degli interventi, con il parziale ripascimento della cella di spiaggia e la realizzazione di una prima parte di scogliera, risulterà ulteriormente efficace nella mitigazione dei fenomeni erosivi lungo la spiaggia della Secca. In particolare, la maggiore ampiezza della spiaggia garantita dal ripascimento ridurrà la frequenza degli eventi nei quali l'onda, risalendo fino alle strutture poste sull'arenile o immediatamente a tergo, per effetto di riflessione possa movimentare il sedimento verso il largo per effetto del trasporto cross-shore.

11. DIMENSIONAMENTO DEI MASSI PER LA SCOGLIERA E PER I PENNELLI

Per la verifica della stabilità dei massi della mantellata dell'opera di difesa in scogliera e dei pennelli si sono utilizzate le 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

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 = coefficiente di permeabilità della struttura

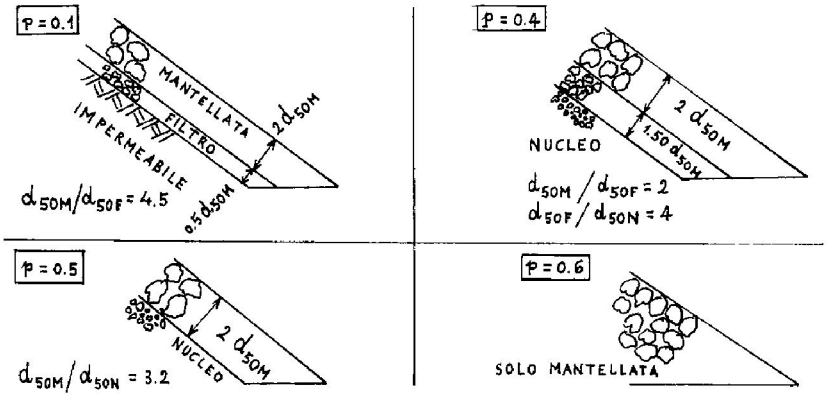


Figura 8.29 – *Rappresentazioni per il calcolo dei valori del parametro p* indicatore della permeabilità della struttura; i pedici M, F, N, indicano, rispettivamente, la mantellata, lo strato intermedio e il nucleo*

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

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

Sono imbasate rispettivamente: la scogliera ad una profondità media pari a circa 2-2,5 m e le testate dei pennelli pari a 2,5 m - 3 m

E' stata assunta, quindi, come onda di progetto l'onda corrispondente allo stato di mare più gravoso per il paraggio con T= 50 anni (evento cinquantennale caratterizzato al largo da Hs=7,5 m e direzione di provenienza 210°N) fornita dallo studio meteomarino di DHI s.r.l. di cui al paragrafo 8 estratta sulla profondità di circa 4,3 m nell'area antistante il campo sportivo (punto di coordinate 538614,4m E, 4898599,9m N). Tale onda presenta le seguenti caratteristiche:

Hs=2,8 m con periodo di picco associato Tp=12 s

Si è, inoltre, assunta come pendenza della mantellata la pendenza del tratto più ripido ossia 1 su 2 e cautelativamente come permeabilità della mantellata 0,4.

La verifica è stata effettuata per condizioni di danneggiamento incipiente ossia con S=2

Si riporta di seguito la relativa tabella 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		$\rho / \rho 0$ - 1
p*=	0.40		permeabilità (tra 0,1 e 0,6)
cotg (α) =	2.00		pendenza mantellata (1 su ...)
tg (α) =	0.50		1 / pendenza della mantellata
h =	4.30	m	profondità al piede
H_s =	2.80	m	H onda significativa
g =	9.81	m/s^2	accelerazione gravità
T_p =	12.00	s	periodo di picco
T_s=	12.00	s	periodo significativo
T_m =	10.43	s	periodo medio
$L_{0\,m}$	169.78	m	lunghezza d'onda al largo riferita al Tm
ξ m =	**3.893**		parametro di Iribarren
ξ mc =	3.768		parametro di Iribarren critico
S =	2.00		livello di danneggiamento
N =	5 000.00		numero onde presenti nella mareggiata (da 1000 a 5000)
Pers =	14.49	ore	durata della mareggiata
R_c=	4.60	m	altezza della mantellata sul l.m.m.

FORMULA DI VAN DER MEER

- Calcolo del parametro Ns

ξ m≤2,5—>	Hs/(D*Dn50)=	**--**		-
2,5≤ ξ m ≤3,5—>	Hs/(D*Dn50)=	--		-
ξ m≥3,5—>	Hs/(D*Dn50)=	**1.34**		frangimento tipo surging
	Ns = Hs/(D*Dn50)=	***1.34***		
	D_{n50}	**1.31**	**m**	**diametro nominale medio**
	W_{50}	**5 945**	**kg**	**peso medio del singolo masso di progetto**

Considerando che, nella buona pratica, vengono utilizzati massi di pezzatura compresa tra 0,75 e 1,25 volte il peso del masso di progetto (ossia massi di pezzatura compresa tra 5 t e 8 t circa) si assume l'utilizzo di massi di IV categoria (tra 7 e 10 t) per il 70% e di massi di III categoria per il 30% 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, ossia intorno al livello del medio mare.

12. CENNI SULLA TRACIMABILITA' IN CORRISPONDENZA DELLA SCOGLIERA

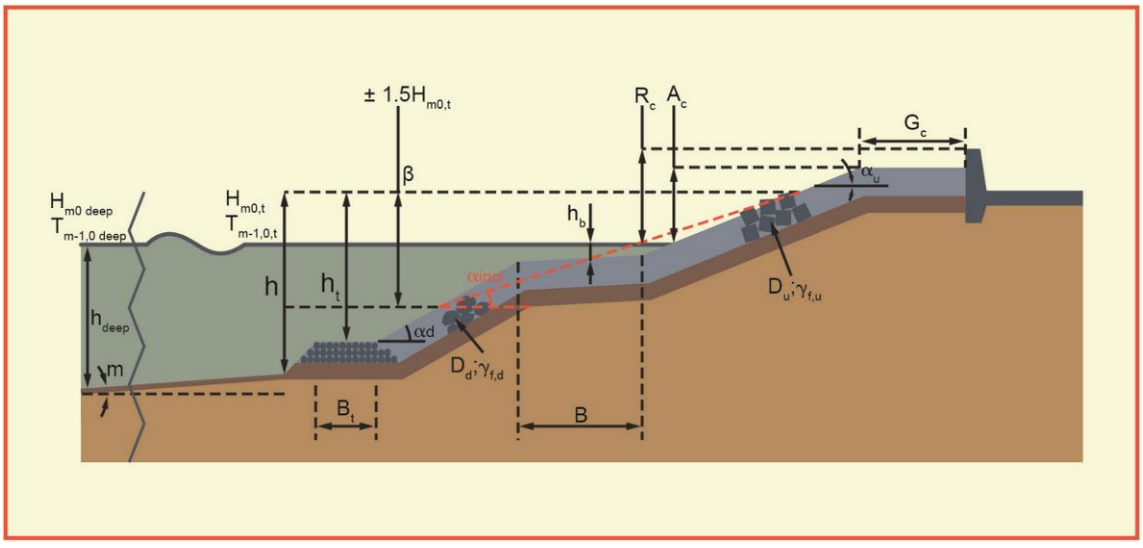
Oltre alle verifiche effettuate con i modelli numerici relativi alla propagazione dell'onda e alla circolazione e alla valutazione della stabilità della scogliera aderente prevista, è stata effettuata anche una valutazione teorica della tracimabilità della configurazione individuata mediante l'applicazione del software web fornito da:

EurOtop ANN and EurOtop-database all'indirizzo www.unibo.it/overtopping-neuralnetwork/

Tale software si base su una rete neurale artificiale, denominata EurOtop ANN, per prevedere la portata di overtopping media per tutti i tipi di geometrie della struttura, dato da un numero di parametri idraulici e geometrici come input. Si basa sul grande database EurOtop, esteso dal database CLASH, che contiene oltre 13.000 test sul superamento delle onde.

E' stata sviluppata dall'Università di Bologna in collaborazione con i coautori dell'Overtopping Manual ed è lo strumento adottato ufficialmente da EurOtop (2016) e il suo utilizzo è particolarmente raccomandato per strutture con geometria complicata che non rientrano nelle categorie di strutture di tipo a diga relativamente semplici.

I dati di input richiesti dal software sono i seguenti:



e sono definiti nella sotto riportata tabella:

#	Input Parameter	Units	Definition of the parameter
1	Name	[-]	Label/ID of the test
2	m	[-]	Cotangent of the foreshore slope
3	h	[m]	Water depth at the toe of the structure
4	$H_{m0,t}$	[m]	Significant wave height at the toe of the structure
5	$T_{m-1,0,t}$	[s]	Spectral wave period at the toe of the structure
6	β	[°]	Wave obliquity
7	h_t	[m]	Toe submergence
8	B_t	[m]	Toe width
9	h_b	[m]	Berm submergence
10	B	[m]	Horizontal berm width
11	$cota_d$	[-]	Cotangent of the angle that the part of the structure below the berm makes with a horizontal
12	$cota_u$	[-]	Cotangent of the angle that the part of the structure above the berm makes with a horizontal
13	Yfd	[-]	Roughness factor for $cota_d$
14	Yfu	[-]	Roughness factor for $cota_u$
15	D_d	[m]	Size of the structure elements along $cota_d$
16	D_u	[m]	Size of the structure elements along $cota_u$
17	A_c	[m]	Armour crest height with respect to swl
18	R_c	[m]	Crest height with respect to swl
19	G_c	[m]	Crest width
20	Kr_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of q (0 or 1)
21	Kt_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of Kr (0 or 1)
22	q_Flag	-	Logical flag to obtain the prediction of Kt (0 or 1)

Come pendenza del fondale davanti al rilevato è stato assunto un angolo pari a circa 6° (con cotangente pari a 10).

E' stata assunta, quindi, come onda di riferimento l'onda corrispondente allo stato di mare più gravoso per il paraggio con T= 50 anni (evento cinquantennale caratterizzato al largo da Hs=7,5 m e direzione di provenienza 210°N) fornita dallo studio meteomarino di DHI s.r.l. di cui al paragrafo 8 estratta alla base dell'unghia della scogliera sulla profondità di circa 2,5 m nell'area antistante il campo sportivo (punto di coordinate 538636.9m E, 4898652.4m N). Tale onda presenta le seguenti caratteristiche:

Hs=2,4 m con periodo di picco associato Tp=12 s

Sulla base di esperienze analoghe il valore di sopraelevazione è stato cautelativamente utilizzato pari a 1 m. Tale sopraelevazione è stata considerata nelle simulazioni aumentando i battenti d'acqua di riferimento.

E' stata utilizzata la scabrezza tipica del doppio strato di massi naturali ossia pari a 0,55 e dimensione media del masso emersa dalle verifiche di cui al paragrafo precedente per l'intera scogliera (pari a 1,3 m).

Si riportano di seguito gli input e gli output del software web, relativo al caso senza sopraelevazione e al caso con sopraelevazione come sopra individuata, che tuttavia vanno oltre la gamma di addestramento dello strumento NN; ciò può influire sulle previsioni della portata di overtopping , che deve essere ritenuta, non quantitativa in senso stretto, ma indicativa del fenomeno.

Configurazione di progetto senza sopraelevazione

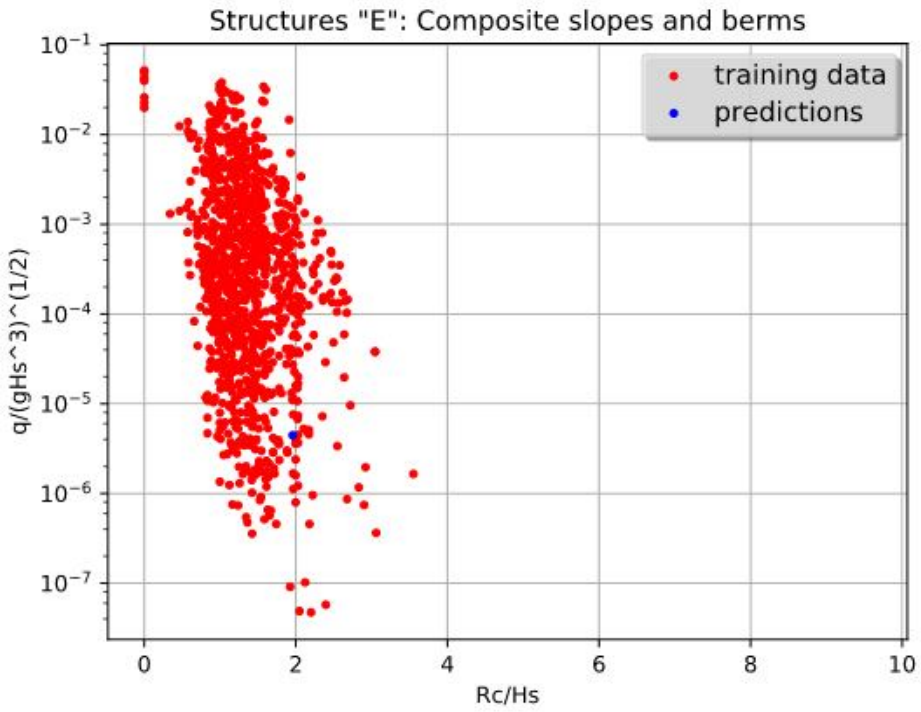
Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Ipotesi 2 T=50 m ss	10.0	3.5	2.4	12.0	0.0	1.5	1.0	-1.5	5.0	2.5	2.0	0.55	0.55	1.3	1.3	4.6	4.7	2.5	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Ipotesi 2 T=50 m ss	5.19e-05	2.83e-04	1.72e-06	1.34e-03	0.7813

$q_{average}$ = 5.19*10^-5 m^3 / s per m = 0.05 l/s per m



Configurazione di progetto con sopraelevazione

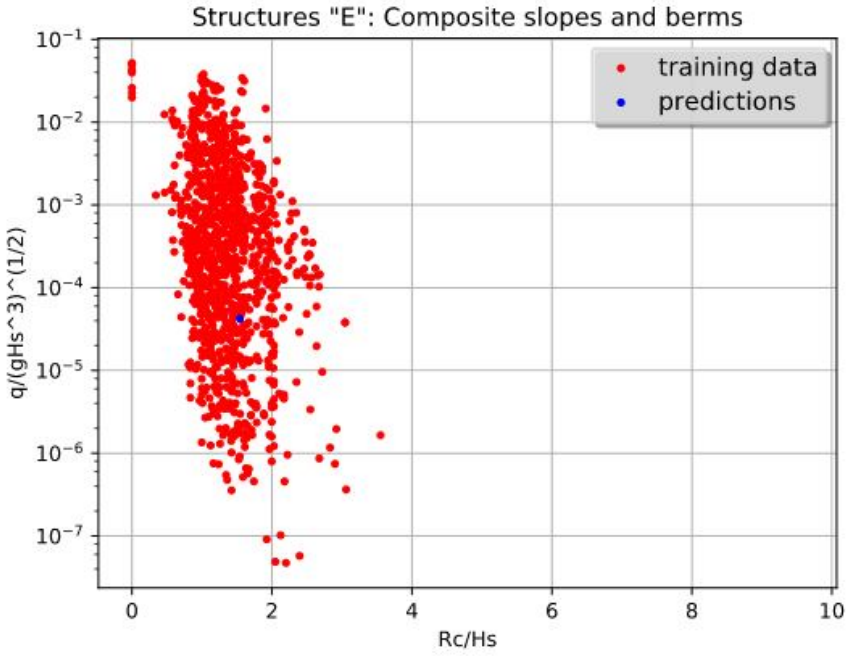
Input

mname	m	h	Hm0t	Tmm10t	Beta	ht	Bt	hb	B	cotad	cotau	Yfd	Yfu	Dd	Du	Ac	Rc	Gc	Kr_Flag	Kt_Flag	q_Flag
Ipotesi 2 T=50 m	10.0	3.5	2.4	12.0	0.0	2.5	1.0	-0.5	5.0	2.5	2.0	0.55	0.55	1.3	1.3	3.6	3.7	2.5	0.0	0.0	1.0

Output

Test-ID	Average	Prototype	5.0%	95.0%	E
Ipotesi 2 T=50 m	4.90e-04	6.25e-04	2.79e-05	9.16e-03	0.2293

$q_{average}$ = 4.90*10^-4 m^3 / s per m = 0.49 l/s per m



Dato che la situazione attuale è praticamente corrispondente ad una parete verticale non si ritiene significativo il confronto della configurazione di progetto con lo stato attuale.

13. TEMPISTICHE

La realizzazione del progetto prevede l'esecuzione di lavori marittimi, da eseguirsi in parte via terra e in parte via mare con passaggio di mezzi sulla viabilità esistente.

L'esecuzione del progetto è prevista per lotti funzionali, come sopra descritti.

Lotto funzionale n. 1

Il primo lotto funzionale, già finanziato, verrà cantierato non appena ottenute le autorizzazioni necessarie.

Esso prevede la realizzazione dei pennelli in scogliera mediante versamento di circa 5.000 t di massi e pietrame di cava e il versamento di una quota relativamente limitata di materiale da ripascimento (1.300 mc), oltre a salpamenti e sistemazioni di materiali già presenti in loco.

Le lavorazioni, in conseguenza delle limitate profondità nella fascia più prossima a costa sono previste da terra.

Per l'esecuzione di tale lotto funzionale sono previsti circa 60 giorni, condizioni meteomarine permettendo.

Per lo stoccaggio temporaneo dei materiali da mettere in opera sui pennelli può essere utilizzata, previa richiesta all'Amministrazione, l'area del campo sportivo.

Lotto funzionale n. 2

Il lotto funzionale n. 2, verrà avviato non appena ottenuto il finanziamento già richiesto dall'Amministrazione e di cui la stessa ha avuto rassicurazioni di risconto dai rappresentanti regionali.

Esso prevede il versamento di circa 3.100 t di materiale lapideo nell'area davanti alla scogliera esistente in aderenza al campo sportivo, propedeutica alla realizzazione della scogliera e il versamento di circa metà del ripascimento previsto dall'intervento completo ossia circa 6.100 mcdi materiale misto di cava.

Anche per questo lotto le lavorazioni, in conseguenza delle limitate profondità nella fascia più prossima a costa oltre al fatto che la fascia dinamica con maggiore movimentazione dei sedimenti piuttosto vicina a costa, sono previste da terra.

Per l'esecuzione di tale lotto funzionale sono previsti circa 90 giorni, condizioni meteomarine permettendo.

Per lo stoccaggio temporaneo dei materiali da mettere in opera sui pennelli può essere utilizzata, previa richiesta all'Amministrazione, l'area del campo sportivo.

Lotto funzionale n. 3

Il lotto funzionale n. 3, verrà avviato non appena reperiti i finanziamenti già richiesti dall'Amministrazione anche se senza definizione degli importi.

Esso prevede il versamento di circa 12.800 t di materiale lapideo per il completamento della scogliera nella configurazione completa e il versamento di circa 5.600 mc di materiale misto di cava a completamento del profilo di ripascimento previsto nell'intervento complessivo., oltre a risistemazioni localizzate.

Le lavorazioni per questo lotto sono previste sia da terra che da mare.

Il ripascimento date le profondità limitate e la fascia dinamica con maggiore movimentazione dei sedimenti piuttosto vicina a costa è previsto con versamento e stesa da terra.

La realizzazione della scogliera è prevista in parte da terra (60%) e in parte da mare (40%), nelle parti raggiungibili dal mezzo marittimo, che può accedere all'area solamente in corrispondenza della fossa antistante il campo sportivo.

Per l'esecuzione di tale lotto funzionale sono previsti circa 150 giorni, condizioni meteomarine permettendo.

Per lo stoccaggio temporaneo dei materiali da mettere in opera sui pennelli può essere utilizzata, previa richiesta all'Amministrazione, l'area del campo sportivo.

In questo caso è necessaria anche un'area di carico, al momento individuata nella colmata a mare alla radice del porto di Chiavari che sarà opportunamente delimitata e segnalata.

L'area di carico potrà eventualmente essere modificata e individuata altrove in fase di appalto.

Per le operazioni da effettuare con mezzo marittimo dovrà essere richiesta apposita ordinanza da parte dell'Autorità marittima ed essere messi in atto i segnalamenti o le disposizioni che la stessa vorrà impartire.

14. COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI PROGRAMMATICI

Alla luce di quanto sopra esposto, l'ipotesi prescelta configurandosi come approfondimento dell'intervento di difesa costiera, previsto già nella pianificazione comunale come indicazione programmatica da studiare in dettaglio e della previsione di PTAMC si ritiene sostanzialmente conforme e non in contrasto con la pianificazione vigente, né con il regime vincolistico vigente sull'area.

L'intervento, che modifica in maniera molto limitata la configurazione attuale della fascia costiera in esame ed in maniera poco percepibile, risulta necessario a risolvere le carenze

funzionali esistenti, limitare il processo erosivo in atto e ad aumentare la resilienza del litorale nell'area.

Nelle fasi successive della progettazione verrà valutata dall'Amministrazione l'eventuale intervento dei soggetti privati concessionari degli stabilimenti mediante opportuna convenzione prevista come possibilità nel P.U.O.

15. INSERIMENTO PAESAGGISTICO

L'obiettivo prioritario del progetto in esame è la difesa costiera della cella litorale e l'aumento della resilienza del sistema litorale.

Come mostrato in dettaglio negli elaborati di progetto e come descritto al relativo paragrafo gli interventi prevedono il potenziamento della scogliera esistente, la rotazione e allungamento del pennello esistente lato ponente, la realizzazione di un nuovo pennello e il ripascimento strutturale dell'arenile con avanzamento della linea di riva media di circa 15 m.

Le opere in progetto, finalizzate alla difesa costiera, da realizzare per lotti funzionali non hanno quindi un particolare impatto sull'area in esame e risultano integrate nel contesto dell'area, già caratterizzata da presenza di opere di difesa sia longitudinali che trasversali e non generano particolari impatti sulla percezione di insieme dei beni tutelati.

I punti di vista pubblici privilegiati a terra, presenti nell'area e costituiti dalla passeggiata/belvedere sul promontorio di Sant'Erasmo (o Sant'Elmo) o dal camminamento in aderenza al campo sportivo, sono posizionati in posizione sopraelevata rispetto alle opere a progetto.

Anche la vista dalle abitazioni o dalle strutture ricettive nell'intorno dell'area non viene limitata dalla presenza delle opere a progetto.

La visuale da mare non è soggetta ad alcun impatto rilevante non variando sostanzialmente il prospetto frontale da mare.

Inoltre, anche non interessando questo intervento la formazione di superfici di parcheggio, sistemazioni ludico-ricreative e per pubblici esercizi nell'area della Secca previste nel P.U.O. come intervento 4T, si pone in coerenza con la prescrizione fornita in sede di approvazione dello stesso per tale intervento, ossia una sistemazione su più livelli al fine di spezzarne il fronte. L'arretramento, previsto per tale intervento, per le motivazioni già sopra espresse al momento non risulta percorribile.

Al fine di uniformare le opere a progetto nell'insieme il più possibile, i massi di cava per il potenziamento della scogliera e la realizzazione dei pennelli dovranno avere colorazione, forma e tipologia analoga a quelli presenti nell'area, i materiali sciolti da ripascimento dovranno avere colorazione analoga a quella del materiale già presente sulla spiaggia.

16. ASPETTI DEMANIALI

Le opere a progetto non prevedono modifiche sostanziali dal punto di vista delle concessioni demaniali esistenti sull'area, salvo gli ampliamenti della spiaggia previsti e volti alla riqualificazione e difesa del litorale per ripristinare una larghezza di spiaggia in grado di dissipare l'onda almeno in condizioni di mareggiate ordinarie.

La scogliera ricade in un area ad uso libero, che allo stato attuale è spesso occupata dalla risalita dell'onda.

L'allungamento e rotazione del pennello di ponente ricade anch'essa in un'area a libera fruizione.

La realizzazione del pennello di levante in aderenza al campo sportivo ricade in area al momento libera da concessioni demaniali in essere, ma nella zona antistante il deposito imbarcazioni. Dovrà essere valutato di concerto con il concessionario (Circolo Nautico Moneglia) un diverso posizionamento degli scaletti di discesa a mare e se necessario una diversa distribuzione delle aree in concessione.

Nelle fasi successive della progettazione verrà valutata dall'Amministrazione l'eventuale intervento dei soggetti privati concessionari degli stabilimenti mediante opportuna convenzione prevista come possibilità nel P.U.O. secondo lo schema ad esso allegato.

17. ASPETTI AMBIENTALI

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali, legati alla conservazione degli habitat marini e terrestri, l'intervento non ricade all'interno di alcun SIC, né interessa direttamente alcuna prateria di fanerogame.

Il SIC/ZSC Terrestre IT1333307 PUNTA BAFFE - PUNTA MONEGLIA - VAL PETRONIO si affaccia sulla costa ad oltre 350 m da limite di ponente dell'intervento.

Il SIC/ZSC marino IT133336 FONDALI PUNTA DI MONEGLIA si estende sui fondali ad oltre 350 m da limite di ponente dell'intervento.

Essendo tuttavia presenti nell'area prospiciente anche se ad oltre 200 m da costa la Cymodocea nodosa alcune isolate macchie di posidonia Posidonia Oceanica tra e su roccia, anche se a circa

60 m oltre il pennello dell'Arcobaleno, saranno utilizzate tutte le cautele per minimizzare le eventuali dispersioni di materiali ed intorbidimenti.

In particolare:

- i massi dovranno essere privi di impurità e il pietrame opportunamente selezionato
- il materiale selezionato di cava utilizzato per il ripascimento avrà caratteristiche conformi ai "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili aggiornati con D.G.R.n.1209 del 20 gennaio 2016 e con D.G.R. n.95 del 8 febbraio 2017 con percentuale massima di pelite pari al 5%.
- il materiale misto di cava utilizzato per le piste di cantiere e gli imbasamenti dovrà avere anch'esso caratteristiche conformi a i suddetti "Criteri" e percentuale massima di pelite pari al 5%.

Il PTAMC ambito 16 per la previsione di intervento di difesa di questo tratto del litorale evidenzia la compatibilità sia nel caso di ripascimento con opere laterali importanti sia di arretramento del campo sportivo.

Per quanto riguarda la previsione di un progetto di ripristino e riqualificazione della flora psammofila prevista sul PTAMC, data l'estensione comunque non eccessiva della spiaggia, aperta ad ondazioni importanti, non se ne prevede l'attuabilità se non in seguito alle risultanze del monitoraggio del litorale.

In caso di monitoraggio favorevole potrebbe essere identificata un'opportuna fascia nella parte centrale a ridosso del camminamento esistente in fregio al muro retrostante la spiaggia dove provare a ricreare una sottile fascia con vegetazione psammofila, eventualmente con la collaborazione dei dipartimenti universitari competenti come avviato per la spiaggia del retroporto a Chiavari.

18. MONITORAGGIO E MANUTENZIONE

Come previsto anche nell'ambito delle norme attuative del P.U.O. della fascia costiera si prevede prima della realizzazione degli interventi e per i 3 anni successivi alla fine dei lavori di effettuare rilievi planoaltimatrici della spiaggia, nella cella litorale interessata dagli interventi (in particolare per la linea di riva possibilmente alla fine della stagione invernale prima degli interventi di risistemazione delle spiagge).

In detti rilievi dovranno essere individuati la posizione della linea di riva, profili morfologici della spiaggia rappresentativi della stessa (ad esempio a 50 m l'uno dall'altro), creste di berme ordinarie e di berme di tempesta, estensione della battigia, eventuali scalini.

Tutti i rilievi successivi rilievi dei profili di spiaggia e della linea di riva dovranno essere agganciati ad appositi capisaldi individuati all'inizio del primo rilievo in corrispondenza di strutture fisse e chiaramente individuabili.

Su ogni rilievo dovrà essere indicata la data di rilievo e il livello del medio mare.

In corrispondenza della realizzazione dei monitoraggi a terra sarà realizzata un'opportuna campagna di rilievo batimetrico da effettuarsi con tecnologia multibeam, che dovrà poter essere posizionato in continuità con il rilievo a terra.

Nell'ambito delle operazioni di monitoraggio dovranno essere effettuati opportuni prelevamenti di sedimenti.

I campioni prelevati, sia a terra che a mare, dovranno essere rappresentativi delle caratteristiche morfologiche della spiaggia emersa e sommersa; all'uopo i punti di campionamento dovranno essere scelti sulla base della caratteristiche morfologiche rilevate.

Le analisi granulometriche saranno effettuate secondo la normativa vigente e restituite secondo gli schemi di cui ai criteri regionali.

In occasione di mareggiate significative dovrà essere effettuata una valutazione dell'evoluzione della linea di riva mediante rilievo della stessa e confronto con i rilievi eseguiti precedentemente.

Sulla base degli esiti dei vari monitoraggi, in particolare dopo le mareggiate più intense, dovrà essere valutata la condizione generale dell'opera, in particolare le condizioni dei pennelli e soprattutto della scogliera, e effettuati gli interventi manutentivi necessari.

19. VALUTAZIONI SUL POTENZIALE ARCHEOLOGICO

Nell'ambito del P.U.O. della fascia costiera del comune di Moneglia, nel quale, come ampiamente descritto nel relativo paragrafo, l'intervento di difesa costiera in oggetto era inserito come previsione da studiare in dettaglio nelle successive fasi della progettazione (intervento 5Ma), è stata condotta come da accordi con gli uffici della Soprintendenza ai beni Archeologici della Liguria dal Dott. Archeologo Sergio Bargagliotti un'accurata ricerca bibliografica finalizzata alla verifica dell'interesse archeologico degli interventi del P.U.O., che si riporta integralmente in allegato al presente studio di fattibilità (ALLEGATO 3 al P.U.O. della fascia costiera: " Ricerca bibliografica finalizzata alla relazione di verifica dell'interesse archeologico").

Tale indagine preliminare non ha evidenziato problemi di incompatibilità archeologica degli interventi previsti nel P.U.O., ritenendo, attraverso l'analisi della bibliografia, la lettura della

geomorfologia della linea costiera e l'interpretazione degli elementi di toponomastica storica ancora esistenti, la presenza di stratigrafie di interesse archeologico molto poco probabile nella fascia litoranea immediatamente a ridosso della linea marina.

In tale area si osservano spiagge a ciottoli inframmezzate a scarpate rocciose, caratterizzate anche da falesie talvolta aggettanti, che mal si adattano all'idea di ripari o insediamenti nell'area oggetto dei lavori e che tutta la zona appare essere già stata fortemente rimaneggiata e non avere restituito alcuna evidenza di interesse archeologico sulla linea costiera.

20. PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

I cantieri dei differenti lotti, nel caso di presenza di più imprese come spesso accade, ricade nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., che dovrà essere quindi integralmente applicato e rispettato da tutte le imprese e lavoratori autonomi presenti in cantiere.

In sede di progettazione esecutiva di tutti i lotti dovrà essere nominato un coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, il quale dovrà provvedere a redigere il "Piano di sicurezza e coordinamento".

Prima di dare inizio ai lavori dei diversi lotti dovrà essere nominato un coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, il quale dovrà principalmente verificare l'applicazione delle disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C.), verificare l'idoneità dei Piani Operativi di Sicurezza (P.O.S.), organizzare la cooperazione ed il coordinamento tra le varie figure lavorative presenti in cantiere.

Il piano di sicurezza e coordinamento dovrà contenere l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi e le conseguenti procedure esecutive, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori.

Detto piano è il documento riepilogativo illustrante i mezzi di igiene e di prevenzione da predisporre fin da quando viene impostata l'organizzazione del cantiere ed in seguito da mettere in atto e far rispettare durante l'esecuzione dei seguenti lavori.

L'obiettivo del piano dovrà essere quello di predisporre un'organizzazione dei cantieri capace di assicurare le migliori condizioni di lavoro a tutela dell'integrità fisica dei lavoratori.

Nell'elaborazione del piano dovranno essere presi in esame l'organizzazione del lavoro, le tecniche di lavorazione da utilizzare per la realizzazione delle opere, le condizioni ambientali

nelle quali si dovrà svolgere l'attività lavorativa, i macchinari, le attrezzature, e dovranno essere considerati i materiali d'impiego.

Alla predisposizione del piano di sicurezza si dovrà pervenire attraverso:

- l'analisi dettagliata dei rischi che presentano le varie operazioni da eseguire;
- l'individuazione dei provvedimenti di sicurezza da adottare per eliminare i rischi esistenti;
- l'individuazione delle caratteristiche delle attività lavorative con la specificazione di quelle critiche;
- l'individuazione dei mezzi di protezione collettiva o individuale necessari per rimediare ai rischi esistenti nell'impossibilità di predisporre adeguate misure di sicurezza;
- l'individuazione di eventuali provvedimenti di igiene da adottare a tutela dell'integrità fisica dei lavoratori;
- la stima della durata delle lavorazioni.

Il piano di sicurezza potrà essere modificato o integrato in corso d'opera per migliorare ulteriormente, ove ciò fosse possibile, le condizioni di lavoro previste, o per esaminare ed eliminare eventuali nuovi rischi che dalle lavorazioni interferenti potrebbero derivare o perché durante la fase esecutiva si potranno presentare fattori non prevedibili al momento della stesura del piano.

In fase esecutiva, del piano dovranno essere edotti tutti coloro che partecipano alla vita del cantiere ed in particolare:

- per l'impresa: il datore di lavoro, i dirigenti ed i preposti, il rappresentante dei lavoratori ed i lavoratori in genere, i vari subappaltatori e collaboratori, i lavoratori autonomi, il medico competente;
- per l'Ente appaltante: il responsabile dei lavori, il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, il progettista ed il direttore dei lavori, compresi gli eventuali assistenti e collaboratori.

Vista la specificità degli interventi che dovranno essere realizzati nei diversi lotti funzionali si riporta di seguito una brevissima descrizione delle modalità esecutive di intervento per i differenti lotti, che dovrà essere meglio delineata in fase di progettazione definitiva e sviluppata in dettaglio nel piano di sicurezza e coordinamento nella fase esecutiva.

Lotto 1 e lotto 2: come precedentemente descritto sono previste solo lavorazioni da terra con approvvigionamento e movimentazione di materiale lapideo mediante escavatore e stesa di materiale di cava mediante pala meccanica.

Le lavorazioni sono da eseguire in loco. L'area di lavoro dovrà essere opportunamente delimitata e segnalata con apposita cartellonistica in modo da evitare l'ingresso dei non addetti ai lavori.

Dovrà essere posta ogni possibile attenzione durante le manovre dei mezzi di trasporto in particolare in corrispondenza dell'immissione e della svolta da e per la viabilità pubblica da segnalare con apposite segnalazioni da concordare con l'ufficio di polizia Municipale. Dovrà essere inoltre posta particolare attenzione alla fase di scarico e di movimentazione con particolare riguardo all'interferenza tra i diversi mezzi d'opera.

Previa richiesta all'amministrazione comunale potrà essere utilizzata come area di stoccaggio e di ricovero dei mezzi la zona del campo sportivo dove potranno essere montate anche le baracche di cantiere.

Essendo lavorazioni da eseguire in area interessata dall'azione del mare dovrà essere posta particolare attenzione alle previsioni meteo e meteomarine ed in caso di previsioni sfavorevoli dovranno essere messi in sicurezza macchinari, provviste e tutto quanto possibile.

Per alcune lavorazioni è necessaria la realizzazione di opportuna pista di cantiere in aree a mare da realizzarsi con opportuna attenzione.

Durante le limitate demolizioni occorrerà procedere per tratti utilizzando tutte le cautele del caso.

Lotto 3: oltre alle lavorazioni di cui ai Lotti 1 e 2 sono previste anche lavorazioni e approvvigionamenti di massi via mare.

Occorrerà quindi oltre ad allestire l'area di cantiere con relativi baraccamenti in loco allestire anche un'area di cantiere nella zona di carico preliminarmente individuata nella Colmata di Chiavari alla radice del molo del porto, che ultimamente è stata utilizzata per diversi interventi nel levante ligure. I tale area occorrerà prestare attenzione ai mezzi in manovra, alle immissioni da e nella viabilità ordinaria e all'interferenza tra mezzo marittimo in carico ed eventuali mezzi terrestri in loco.

Occorrerà prestare la massima attenzione anche alle possibili interferenze tra il mezzo marittimo e i mezzi terrestri in loco.

Per tutte le lavorazioni potenzialmente interferenti con la sicurezza della navigazione dovrà essere richiesta opportuna Ordinanza all'Autorità Marittima e seguite tutte le prescrizioni che la stessa vorrà impartire.

20.1 Rischi concreti relativi alle lavorazioni svolte

I rischi connessi alle lavorazioni da svolgersi ed alle loro eventuali interferenze possono essere preliminarmente individuati in:

- investimento da veicoli circolanti nel cantiere: le attività di cantiere verranno eseguite con l'utilizzo di mezzi d'opera, e pertanto ne consegue l'esistenza del rischio di investimento da parte di veicoli circolanti nel cantiere
- elettrocuzione: si dovranno prevedere eventuali misure di sicurezza per lavorazioni interessanti o prossime alle linee individuate e per altre che prevedono l'utilizzo di macchinari o utensili alimentati elettricamente;
- uso di sostanze chimiche: qualora nel corso delle lavorazioni si rendesse necessario l'utilizzo di sostanze chimiche, il Piano dovrà prevedere la preventiva comunicazione da parte dell'Impresa al CSE, unitamente alla consegna delle schede di sicurezza delle sostanze utilizzate, al fine di consentirgli la verifica di eventuali potenziali rischi derivanti dall'uso di tali sostanze o legati alla presenza di lavorazioni interferenti;
- caduta dall'alto per lavorazione: sono presenti lavorazioni che possano comportare rischi di caduta del personale da quota superiore a 2 m, sarà quindi necessario prevedere delle misure di sicurezza per tale rischio;
- lavori in mare;
- utilizzo di attrezzature e macchinari: molte delle lavorazioni previste necessitano per il loro svolgimento di vari macchinari ed attrezzature, sarà quindi necessario prevedere delle misure di sicurezza per tale rischio;
- polveri di lavorazione: le attività previste per il cantiere in oggetto presentano operazioni che possono comportare l'emissione di polveri (demolizioni, movimentazioni materiali, ecc.) sarà quindi necessario prevedere delle misure di sicurezza per minimizzare l'inalazione di polveri;
- fumi di lavorazione: si verifica la presenza di lavorazioni che comportano l'emissione di fumi (es. utilizzo di macchine con motori a scoppio, asfaltature, sigillature e bitumature, ecc.) sarà quindi necessario prevedere delle misure di sicurezza per minimizzare l'inalazione di sostanze tossiche o cancerogene;
- rumore di lavorazione: all'interno del cantiere, in particolare nel corso delle operazioni di scavo e demolizione, si svolgeranno attività che comporteranno emissioni sonore elevate sia di breve durata che di durate prolungate, nel piano dovrà essere previsto che l'impresa

effettui un'apposita valutazione del rischio rumore al fine di mettere in atto tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie;

- vibrazioni: sono presenti lavorazioni che, a causa dalle vibrazioni trasmesse al lavoratore da macchine o parti di esse, possono causare danni all'apparato scheletrico e muscolare, sarà quindi necessario prevedere delle misure di sicurezza per tale rischio.

20.2 Rischi concreti relativi all'interazione fra il cantiere e le aree circostanti

Considerata la natura dei lavori e dell'area di intervento, potranno esserci interazioni con le zone limitrofe al cantiere dovute all'accesso dei mezzi per l'approvvigionamento dei materiali o lo smaltimento. Il Piano di sicurezza dovrà prevedere appositi approfondimenti ed interventi di mitigazione, legati in particolare ai seguenti aspetti valutati in via preliminare:

- rischio di investimento da veicoli in accesso o in uscita dal cantiere: l'utilizzo di mezzi d'opera, pur prevedendosi idonee procedure atte a garantire la sicurezza del traffico veicolare fuori dal cantiere, potrebbe generare rischi di investimento da parte di veicoli leggeri e pesanti circolanti da e verso il cantiere;
- produzione di polveri nel corso delle attività legate allo stoccaggio e trasporto dei materiali di risulta al di fuori dell'area di cantiere o di demolizione o sbancamento;
- produzione di emissioni sonore o vibrazioni che potranno causare disturbo agli edifici limitrofi e che dovranno essere oggetto di accurata indagine preventiva.

20.3 Costi della sicurezza

Nell'elaborato allegato al presente studio "R07 – Computo metrico estimativo e quadro economico dell'ipotesi progettuale prescelta e dei lotti funzionali ipotizzati", sono riportati i costi di sicurezza preliminarmente determinati sia per oneri di fase legati alle specifiche lavorazioni da effettuare sia per oneri di sicurezza da interferenze ed apprestanti di cantiere. Essi risultano pari a:

Lotto 1: oneri di sicurezza di fase circa Euro 1.300 e oneri di sicurezza da interferenze e apprestamenti di cantiere circa Euro 4.300

Lotto 2: oneri di sicurezza di fase circa Euro 1.600 e oneri di sicurezza da interferenze e apprestamenti di cantiere circa Euro 5.400

Lotto 3: oneri di sicurezza di fase circa Euro 4.500 e oneri di sicurezza da interferenze e apprestamenti di cantiere circa Euro 7.900

Nella progettazione esecutiva gli oneri della sicurezza saranno definiti in dettaglio, contestualmente alla stesura dell'apposito Piano.