Titolo:

INTERVENTO DI RIPRISTINO E ADEGUAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DELLA CONCESSIONE DELLA LEGA NAVALE ITALIANA DI GENOVA QUINTO AL MARE

Oggetto:

Relazione tecnico-illustrativa

Il Committente:

Lega Navale Italiana – Sez. Genova Quinto

Il Tecnico:

Ing. Alessandro Izoard

Arch. Geom. Daniel Spada

Livello di progetto:

Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica

Firme:



Alessandro
Izoard
02.07.2026
21:18:56
GMT+02:00

Rev:	Emissioni / Revisioni	Data
0	PRIMA EMISSIONE	12/02/2026
1	RICHIESTA INTEGRAZIONI REG. LIGURIA	20/04/2026
2	RICHIESTA INTEGRAZIONI FASE PUBBLICA	02/07/2026

INDICE

1 PREMESSA 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 3

3 ANALISI DELLE CRITICITÀ RISCONTRATE 6

4 INTERVENTI A PROGETTO 7

4.1 RIPRISTINO DELLE SOTTOMURAZIONI DELLA PIATTAFORMA DI RIMESSAGGIO 7

4.2 OPERE DI PROTEZIONE A MARE 7

4.2.1 Soluzione A – Scogliera soffolta 7

4.2.2 Soluzione B – Prolungamento verso levante della scogliera emersa 11

5 VINCOLISTICA PRESENTE NELL'AREA 14

6 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DELL'AREA 20

6.1 IMPATTI SULLA SPIAGGIA A LEVANTE 21

6.2 IMPATTI SUL DEFLUSSO DELLE ACQUE DEL RIO BAGNARA E SUL TRASPORTO SOLIDO 22

7 CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA 22

8 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE 24

9 CANTIERIZZAZIONE DELLE OPERE 25

10 RAFFRONTO DELLE SOLUZIONI PROPOSTE 26

11 SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE 31

11.1 METODOLOGIA 31

11.2 INDIVIDUAZIONE, CALCOLO E MISURAZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE 34

Allegati:

ALLEGATO A: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante degli elaborati del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica relativo all'*"Intervento di ripristino e adeguamento delle opere di difesa a mare della concessione della Lega Navale Italiana di Genova Quinto al Mare"* e costituisce la Relazione tecnico-illustrativa con la descrizione delle opere a mare facenti parte del progetto di cui sopra.

L'obiettivo degli interventi è quello di implementare le opere di difesa a mare esistenti a protezione dell'area in concessione demaniale alla Lega Navale Italiana – Sez. di Genova Quinto al Mare.

In particolare, le mareggiate di forte intensità degli ultimi anni hanno disarticolato alcune parti delle scogliere poste a difesa della struttura su cui sono poste in rimessa le imbarcazioni e si sono verificati al piede della stessa struttura sgrottamenti ed erosioni alle sottomurazioni.
Altresì la Lega stessa lamenta il cospicuo trasporto solido che avviene a seguito delle mareggiate nell'area retrostante il rimessaggio a causa del sormonto della struttura da parte del mare.

Nell'ortofoto di seguito riportata è presente un inquadramento dell'area di interesse, con cerchiato in rosso il rimessaggio che si intende proteggere con le nuove opere.



Figura 1.1 – Inquadramento su ortofoto dell'area di intervento con cerchiato in rosso il rimessaggio da proteggere

All’interno del presente elaborato, dopo un inquadramento territoriale delle aree oggetto di intervento, viene effettuata un’analisi delle criticità riscontrate. In seguito, si descrivono due differenti soluzioni, l’una alternativa all’altra, atte alla risoluzione delle problematiche di cui sopra.
La prima, denominata “Soluzione A”, prevede l’affiancamento al grosso scoglio antistante l’area di una scogliera soffolta per aumentare gli effetti del frangimento dell’onda e diminuirne l’impatto, la seconda, denominata “Soluzione B”, prevede l’ampliamento della scogliera emersa esistente verso levante.
Le due soluzioni vengono anche analizzate da un punto di vista economico, rimandando nel dettaglio agli elaborati economici.
Viene altresì effettuato un richiamo alla vincolistica presente nell’area, rimandando per i dettagli alla relazione di screening ed alle relazioni di dettaglio facenti parte degli elaborati del progetto.

Le due differenti soluzioni vengono infine raffrontate tra loro attribuendo a ciascuna un punteggio al fine di scegliere quella che si ritiene la migliore tra le due.

In Allegato A è presente la documentazione fotografica per l’attestazione dello stato di fatto.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di rimessaggio delle imbarcazioni della Lega Navale Italiana a Genova Quinto al Mare è posizionata sul lungomare antistante Via Quinto, tra il promontorio roccioso su cui sorge la chiesa di S. Erasmo a est e la struttura del depuratore di Quinto a ovest.
Detto soggetto è titolare della concessione demaniale marittima n. 144, regolarmente registrata al Comune di Genova e risalente all' "Atto 30/2007".
La concessione interessa, in particolare, una piazzola sopraelevata su cui sono poste in rimessa le imbarcazioni della Lega, lo scalo di alaggio delle stesse sul lato di ponente e una sottile lingua di spiaggia a levante, in cui sfocia il rio Bagnara, facente parte del Reticolo Idrografico Regionale.
Davanti alla zona di rimessaggio è presente un bauletto in calcestruzzo a protezione di una condotta di scarico di emergenza di una stazione di sollevamento fognaria che si protende in mare per circa 30 metri sino a raggiungere una piazzola a ridosso di uno scoglio semisommerso.
Nella Figura 2.1 è indicata la posizione della concessione e riportata la linea della Dividente demaniale.



Figura 2.1 – Inquadramento su CTR dell'area con indicata l'area d'intervento e la linea della dividente demaniale

Alla protezione dell'area concorrono una scogliera emersa costituita prevalentemente da massi di III categoria che si estende prevalentemente a ponente attraverso un pennello semi-perpendicolare alla costa; a levante la scogliera si estende per un tratto più breve parallelamente alla costa. È inoltre presente uno scoglio semisommerso che contribuisce notevolmente al frangimento delle onde con una larghezza nella direzione perpendicolare alla costa di circa 30 m.
Il tratto di scogliera esistente a parziale protezione dell'area si trova al di fuori dell'area in concessione alla Lega Navale.

Nell’area dinanzi la piattaforma di rimessaggio, che presenta un’altezza di circa 1.70 m, è presente una secca composta da massi di piccole dimensioni (circa I categoria), in parte salpati dalle forti mareggiate, che non costituiscono una protezione adeguata oltre certe altezze d’onda.

Le opere di difesa esistenti sono mappate dal D.D.G. 7056/2025 che istituisce un livello informativo ufficiale sul territorio (le aree di spiaggia) per l’uso nei processi di pianificazione e gestione del rischio.



Figura 2.2 – Mappatura aree di spiaggia secondo D.D.G. 7056/25

All’interno dell’Allegato A si riportano le fotografie che attestano lo stato di fatto dell’area.

Nel seguito si riporta un inquadramento 3D dell’area con indicazione di quanto sopra descritto.



Figura 2.3 – Vista 3D dell'area

3 ANALISI DELLE CRITICITÀ RISCONTRATE

Lo scrivente è stato incaricato dalla Lega Navale – Sez. Genova Quinto al Mare per risolvere alcune criticità che si hanno nell'area di concessione demaniale.
Nel seguito vengono elencate le problematiche riscontrate, che trovano in parte evidenza all'interno della documentazione fotografica in Allegato A.

Fenomeni di erosione al piede della piattaforma di rimessaggio
La piattaforma in calcestruzzo su cui sono poste in rimessa le imbarcazioni della Lega è sopraelevata di circa 1,70 m rispetto al mare. Nella parte prossima alla radice della struttura che protegge il canale di scarico il fondale è pressoché nullo e, in condizioni di bassa marea, emerge a pelo d'acqua; nella parte verso levante, invece, il fondale è stato eroso e le ultime mareggiate hanno usurato la struttura sino a creare uno sgrottamento; lo spigolo sud-est è quindi parzialmente aggettante.
Qualche anno fa si sono fatti interventi di parziale riparazione ma il fenomeno è in evoluzione e occorre porvi rimedio in maniera più incisiva.
Davanti al rimessaggio barche, un gruppo di massi emerge parzialmente dall'acqua ma non risultano sufficienti alla protezione del rimessaggio.

Fenomeni di trasporto solido sulla piattaforma di rimessaggio
Durante le mareggiate più intense le onde che colpiscono le sottomurazioni del rimessaggio risalgono la spiaggia ed il muro est del rimessaggio trasportando materiale solido e legname nell'area del rimessaggio, provocando danni parziali e costringendo ogni volta gli addetti della Lega alla rimozione manuale dei detriti all'occorrenza di tali eventi.

In generale si è osservato come, in caso di mareggiate, il punto più esposto e maggiormente critico sia proprio il vertice sud-est della piattaforma di rimessa barche: le onde raggiungono la struttura muraria e, oltre a eroderne la base, superano il muro e danneggiano i natanti.

Si ritiene quindi che gli interventi non debbano solo essere atti al ripristino delle sottomurazioni e alla risistemazione dei massi salpati ma che debbano avere l'obiettivo di protezione dell'area al fine di evitare o, quantomeno attenuare, gli effetti delle mareggiate.

4 INTERVENTI A PROGETTO

Nell'ambito della presente progettazione si prevedono due differenti tipologie di intervento. La prima tipologia ha l'obiettivo di riparare i danni evidenziati e prevede il ripristino delle sottomurazioni del rimessaggio, la seconda tipologia di intervento ha l'obiettivo di evitare in futuro i fenomeni sopra descritti andando ad ampliare le opere a mare esistenti.

4.1 RIPRISTINO DELLE SOTTOMURAZIONI DELLA PIATTAFORMA DI RIMESSAGGIO

La prima tipologia riguarda interventi di tipo riparatore per il ripristino delle sottomurazioni soggette a scavernamento della piattaforma di rimessaggio delle barche a levante.
L'intervento potrà essere eseguito da terra, con impiego di mano d'opera specializzata e con impiego di normali attrezzature tipiche di un cantiere edile.
Operando in condizioni di mare calmo e di bassa marea, si dovranno inserire elementi lapidei (scapolame di cava e massotti) per riempire per quanto possibile i vuoti alla base della struttura muraria, provvedendo poi a sistemare pannelli da casseforme, opportunamente ancorati e puntellati, per gettare – dall'alto – calcestruzzo opportunamente selezionato, per intasare i vuoti e ridare consistenza al muro. È necessario che il calcestruzzo possegga una coesione elevata e, conseguentemente, una eccellente resistenza al dilavamento , per non disperdere il legante e non intorbidire le acque. Una volta che il getto avrà fatto presa si potranno disarmare le pareti.

4.2 OPERE DI PROTEZIONE A MARE

Al fine di evitare, o quantomeno attenuare, gli effetti delle mareggiate sopra descritti si prevede la costruzione di un'opera a mare che smorzi l'impatto delle onde.
A tale livello di progettazione, al fine di proporre agli Enti deputati all'autorizzazione differenti opzioni, si analizzano due differenti soluzioni, l'una alternativa all'altra. La prima, denominata "Soluzione A", prevede il prolungamento di un grosso scoglio antistante l'area mediante una scogliera soffolta per aumentare gli effetti del frangimento dell'onda e diminuirne l'impatto, la seconda, denominata "Soluzione B", prevede l'ampliamento della scogliera emersa esistente verso levante.
Dopo una descrizione di entrambe le soluzioni ed un raffronto tra le due, viene a ciascuna di esse attribuito un punteggio e viene scelta la soluzione che si ritiene più appropriata alle esigenze di protezione.
Per il dimensionamento idraulico delle opere si rimanda alla Relazione idraulica, facente parte degli elaborati di progetto.

4.2.1 Soluzione A – Scogliera soffolta

Le scogliere sommerse, o soffolte, sono opere di idraulica marittima che hanno l'obiettivo di aumentare gli effetti del frangimento dell'onda smorzandone l'altezza e quindi l'intensità.
L'efficacia di una scogliera soffolta si esplica attraverso una combinazione di fenomeni fisici:

- dissipazione per frangimento indotto, che si verifica in corrispondenza della ridotta profondità sopra la cresta;
- perdita di energia per turbolenza e filtrazione all'interno della struttura permeabile in massi;
- rifrazione e diffusione dell'onda, dovute alla variazione batimetrica e alla geometria dell'opera.

Nel caso in esame, l'onda incidente risulta già in regime frangente o prossimo alla saturazione prima di raggiungere la soffolta; tuttavia, la presenza della scogliera consente una ulteriore riduzione dell'altezza d'onda trasmessa, con conseguente attenuazione del moto ondoso nelle aree retrostanti.

Dinanzi alla scogliera emersa esistente è presente un grosso scoglio semisommerso con una dimensione perpendicolare alla linea di costa di circa 30 m. Dalle evidenze dei luoghi si nota che la presenza dello scoglio risulta fondamentale per il frangimento delle onde provenienti dai settori prossimi al mezzogiorno. La scogliera sommersa assume il compito del prolungamento verso levante dello scoglio con l'obiettivo di prolungare il fronte di frangimento circa fino al settore direttamente incidente sulla piattaforma di rimessaggio.

Nelle immagini nel seguito si riporta in planimetria e sezione un estratto della scogliera soffolta, riportati anche negli elaborati grafici facenti parte del presente progetto cui si rimanda per maggiori dettagli.

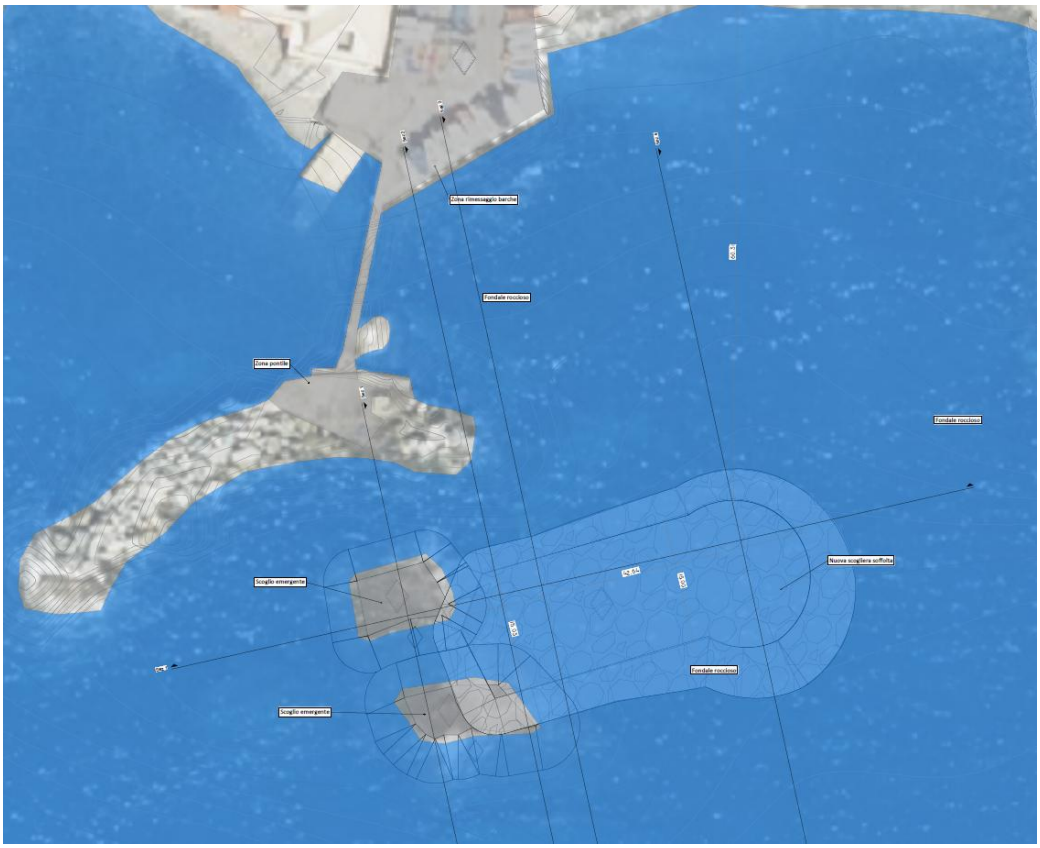


Figura 4.1 – Planimetria scogliera sommersa

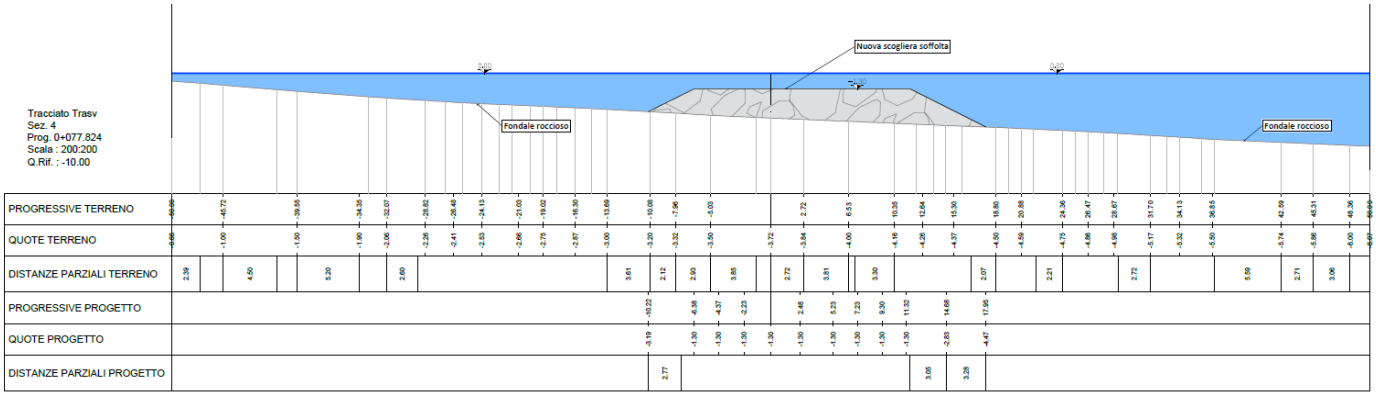


Figura 4.2 – Sezione scogliera sommersa

Dai calcoli effettuati all'interno della Relazione idraulica si ricava una dimensione del masso mediano corrispondente ad un masso di III categoria.
La dimensione della scogliera nella direzione parallela alla costa è pari a 43 m.

Sempre all'interno della Relazione idraulica sono presenti diverse ipotesi dove, in funzione della sommergenza e della larghezza della testa, viene analizzata l'efficacia dell'intervento. Per differenti valori di sommergenza che vanno da -2 m slm a 0 m s.l.m., nei grafici seguenti si vede come varia l'altezza d'onda ridotta al variare della larghezza della testa della scogliera.
Si tenga presente che, data la batimetria e la dimensione dei massi richiesta dal dimensionamento della mantellata (circa 1.5 m di diametro equivalente per il masso mediano), l'altezza della soffolta non potrà risultare inferiore a circa 3 m.
Altresì, per la variazione della larghezza, si consideri come massima larghezza la medesima del grosso scoglio sommerso dinanzi la scogliera esistente, che presenta una massima estensione di circa 30 m.

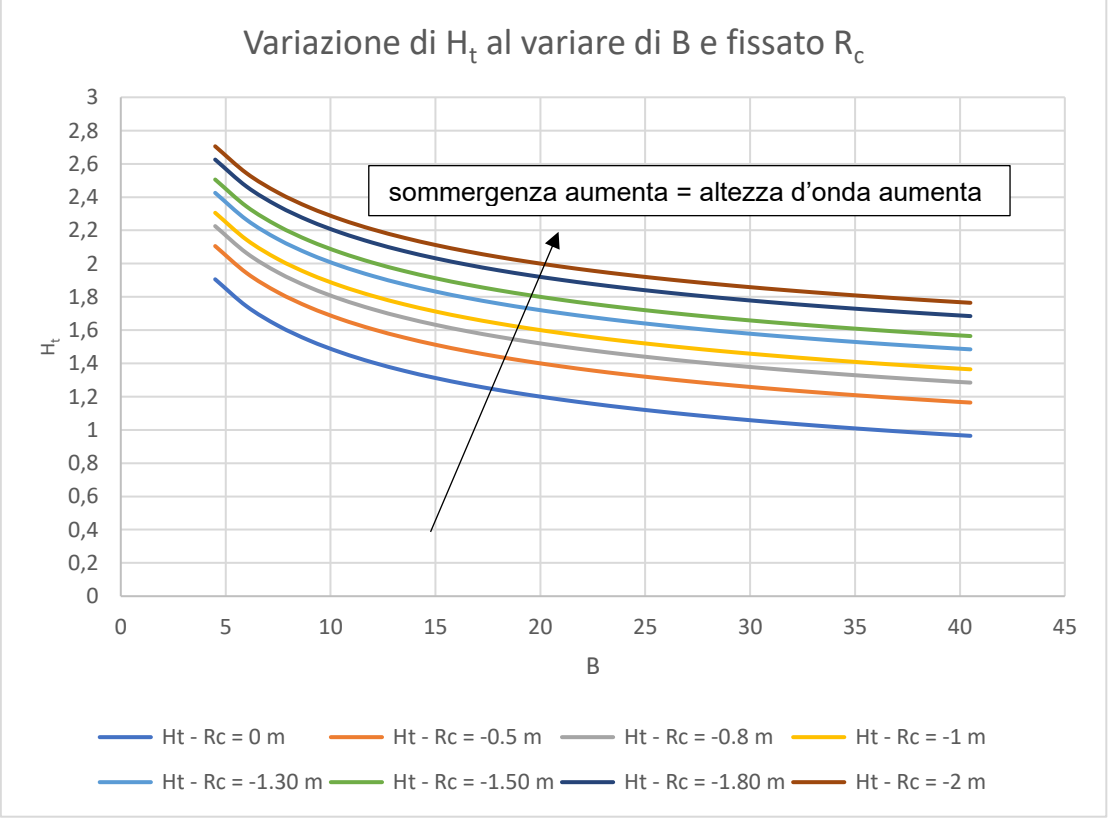


Figura 4.3 – Variazione dell'altezza d'onda trasmessa in funzione della larghezza e fissata la sommergenza (H_t=altezza d'onda trasmessa, B=larghezza testa soffolta, R_c=sommergenza testa soffolta)

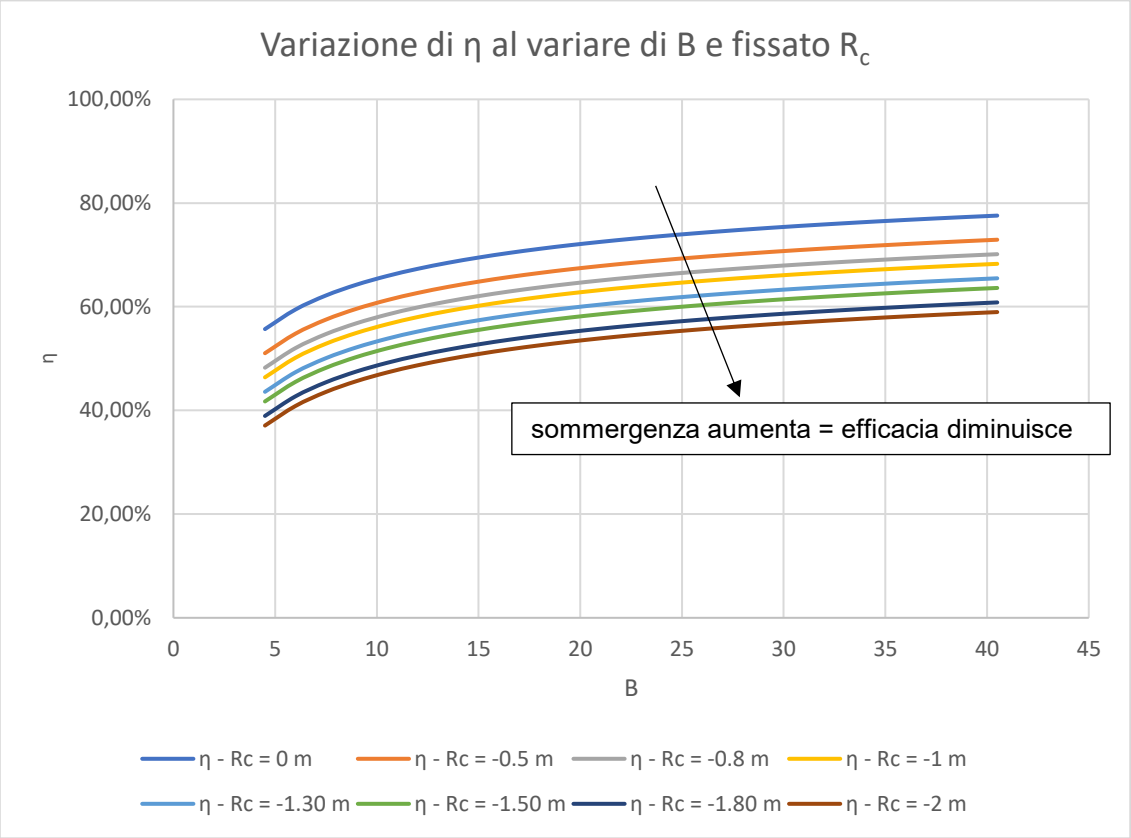


Figura 4.4 – Variazione dell'efficacia dell'opera in funzione della larghezza e fissata la sommergenza (η=efficacia dell'opera, B=larghezza testa soffolta, R_c=sommergenza testa soffolta)

Dai grafici sopra riportati si nota come all'aumento della profondità della testa (R_c) della soffolta l'intervento si vanifica, diminuendo l'efficacia.
Altresì all'aumento della larghezza della testa (B) l'efficacia (η) aumenta ma l'andamento è di tipo asintotico e l'efficacia non aumenta considerevolmente dopo determinati valori.

Analizzando, ad esempio, il grafico dell'altezza d'onda (H_t), si può vedere come variando la larghezza in testa da 15 m a 40 m, con un considerevole aumento di spesa, il guadagno in termini di altezza d'onda sia di soli 30 cm, per nulla apprezzabile rispetto alla spesa impegnata.

Si ritiene che una larghezza ragionevole possa essere pari a 15 m se si mantiene una sommergenza che non vada oltre 1.30 m; in tal caso si ha un'efficacia di intervento che va dal 50% nel peggiore di casi al 70% nel migliore.

Nella tabella alla pagina seguente, per completezza, si riportano alcuni valori di H_t (altezza d'onda trasmessa) e di η (efficacia dell'intervento) al variare della larghezza in testa B e della sommergenza R_c.
Si tenga presente che nel tenere in considerazione il valore di sommergenza va tenuto conto dell'innalzamento del livello medio mare che incide negativamente sull'efficacia della

soffolta ed è stato stimato, per il periodo di ritorno di interesse, pari a 70 cm, cui vanno sommati i futuri 30 cm di aumento previsti a causa dei cambiamenti climatici.

R_c [m slm]	B [m]	H_t [m]	η
0	10	1,49	65%
	15	1,31	69%
	20	1,20	72%
-0,5	10	1,69	61%
	15	1,51	65%
	20	1,40	67%
-0,8	10	1,81	58%
	15	1,63	62%
	20	1,52	65%
-1	10	1,89	56%
	15	1,71	60%
	20	1,60	63%
-1,3	10	2,01	53%
	15	1,83	57%
	20	1,72	60%
-1,5	10	2,09	51%
	15	1,91	56%
	20	1,80	58%
-1,8	10	2,21	49%
	15	2,03	53%
	20	1,92	55%

Tabella 4.1 – Alcuni valori significativi di altezza d'onda trasmessa ed efficacia al variare della larghezza di testa e della sommergenza (R_c=sommergenza testa soffolta, B=larghezza testa soffolta, H_t=altezza d'onda trasmessa, η=efficacia dell'opera)

L'intervento mediante la creazione di una scogliera soffolta presenta diversi vantaggi tra cui il basso impatto paesaggistico ma per risultare efficace necessita di rispettare alcuni vincoli geometrici di larghezza e sommergenza senza i quali l'intervento rischia di essere vano.

4.2.2 Soluzione B – Prolungamento verso levante della scogliera emersa

Le scogliere emerse con massi naturali costituiscono una barriera più diretta nei confronti dell'impatto del mare e, se correttamente dimensionate, non solo riducono l'impatto dell'onda ma lo annullano, interrompendo il percorso dell'onda verso riva.

Come si evince dalle Figure 1.1 e 2.2, dinanzi all'area della concessione demaniale esiste una scogliera, in parte a protezione della condotta di scarico di emergenza della stazione di sollevamento di Bagnara, composta da massi prevalentemente di III categoria. La scogliera presenta una prominenza evidente e quasi perpendicolare alla costa lungo la direzione di ponente, mentre a levante si estende per pochi metri, lasciando quindi libero il settore di traversia direzionato verso il rimessaggio che si trova pertanto parzialmente non coperto dalla suddetta scogliera.

Una soluzione progettuale possibile consiste nel prolungare verso levante la scogliera emersa fino alla copertura del settore di traversia che insiste sull'area di rimessaggio delle imbarcazioni.
Dai calcoli effettuati all'interno della Relazione idraulica si ricava una dimensione del masso mediano corrispondente ad un masso di III categoria.
La dimensione della scogliera nella direzione parallela alla costa è pari a circa 30 m.

Nelle immagini nel seguito si riporta in planimetria e sezione un estratto del prolungamento della scogliera emersa, riportati anche negli elaborati grafici facenti parte del presente progetto cui si rimanda per maggiori dettagli.

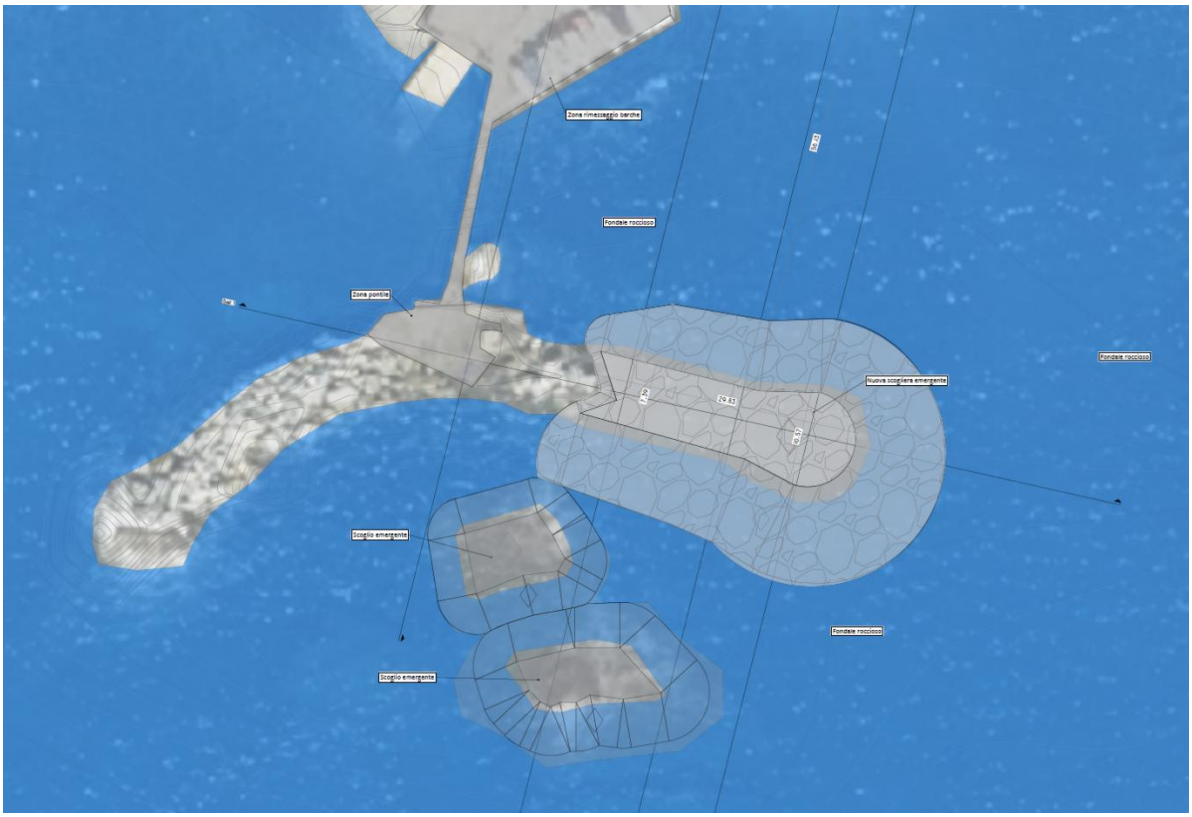


Figura 4.5 – Planimetria scogliera emersa

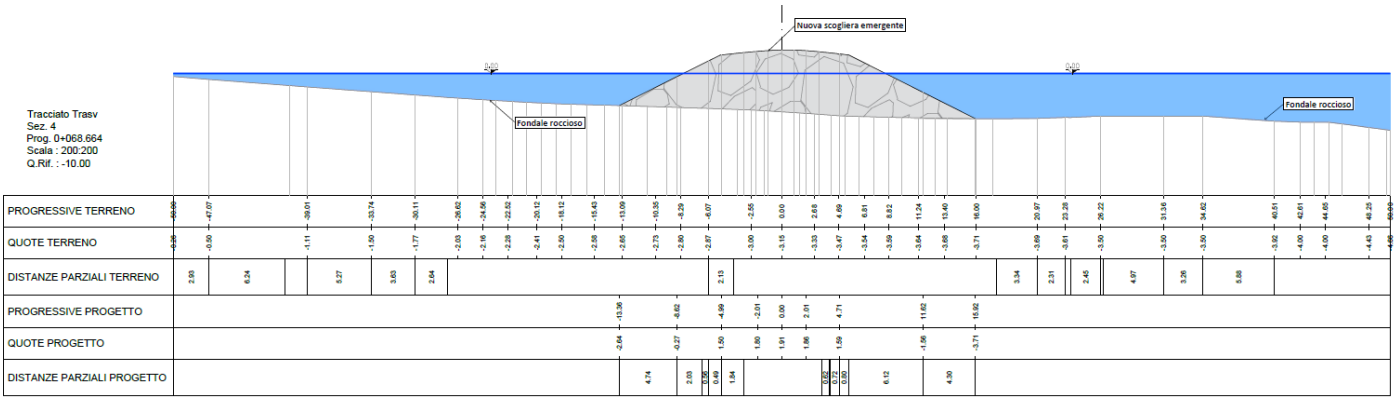


Figura 4.6 – Sezione scogliera emersa

La presente soluzione è da intendersi come un'integrazione delle opere a mare già esistenti a protezione della Concessione demaniale della Lega Navale Italiana, presentando però dei benefici anche per la limitrofa spiaggia pubblica.

Questa opzione progettuale, rispetto alla soluzione della scogliera sommersa, presenta il beneficio di costituire una barriera emersa, e quindi più consistente, nella riduzione degli effetti delle onde. Di contro, risulta, da un punto di vista paesaggistico, più impattante.

Nel seguito verrà effettuato un raffronto tra le due opere sotto differenti punti di vista quali quello dell'efficacia in termini di protezione costiera, in termini di impatto ambientale e paesaggistico ed in termini economici.

5 VINCOLISTICA PRESENTE NELL'AREA

All'interno del presente capitolo viene effettuata un'analisi della vincolistica presente nell'area.
Si fa presente che fanno parte del presente progetto:

- Relazione di screening ambientale, per l'analisi dell'impatto ambientale delle opere previste e la verifica di assoggettabilità a VIA
- Relazione Paesaggistica
- Relazione Archeologica

Agli elaborati di cui sopra si rimanda per maggiori dettagli della vincolistica presente.

Vincoli Ambientali

L'area di interesse ricade al di fuori di SIC / ZSC, aree Natura 2000 o aree facenti parte di Parchi naturali.

La ZSC marina più prossima all'intervento è la IT1332576 "Fondali Boccadasse – Nervi" che si trova a più di 100 m dall'area in oggetto.

Parimenti, da cartografia riportata sul Geoportale della Regione Liguria, non si riscontra nell'area oggetto di intervento la presenza di Posidonia Oceanica.
Tuttavia, nell'ambito delle indagini preliminari effettuate ad opera di Geoscape, si rileva la presenza di chiazze di Posidonia Oceanica nelle aree prospicenti alle zone di interesse.

Tale aspetto è approfondito all'interno della Relazione di Screening, facente parte degli elaborati del progetto.



Figura 5.1 – Z.S.C. Marina fondali Nervi - Boccadasse



Zone a Conservazione Speciale (Z.S.C.)

Risultato della Selezione	
Codice Sito	IT1332576
Denominazione Sito	FONDALI BOCCADASSE - NERVI
Data Provvedimento Istitutivo Sito	2006-07-19
Tipo ZSC	marino
Regione Biogeografica di Appartenenza	Mediterranea
Ente Gestore	REGIONE LIGURIA

Figura 5.2 – Identificazione della Z.S.C. Marina

Si fa presente che, nonostante l'area di intervento ricada interamente al di fuori della ZSC è comunque stato compilato il Format di primo livello di Valutazione di Incidenza.

Vincoli Paesaggistici

L'area è interessata da Vincolo di Tutela Paesaggistico secondo quanto previsto dal D.lgs. 42/2004 art. 142, c.1, lett. a) in quanto area costiera ("*i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare*").
Inoltre, dalla cartografia del Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, si evince che l'area fa parte di quelle di notevole interesse pubblico (Bellezza d'Insieme) secondo quanto previsto dal D.lgs. 42/2004 artt. 137 e 156.

Le due soluzioni alternative presentano un impatto visivo differente:

- la scogliera sommersa (soluzione A), ha un impatto visivo nullo in quanto sommerso, e pertanto ai fini autorizzativi non è di grande rilievo;
- di contro, il prolungamento della scogliera emersa, nonostante vada semplicemente ad integrare un'opera già esistente, presenta un impatto visivo differente e merita un'analisi differente e più approfondita.

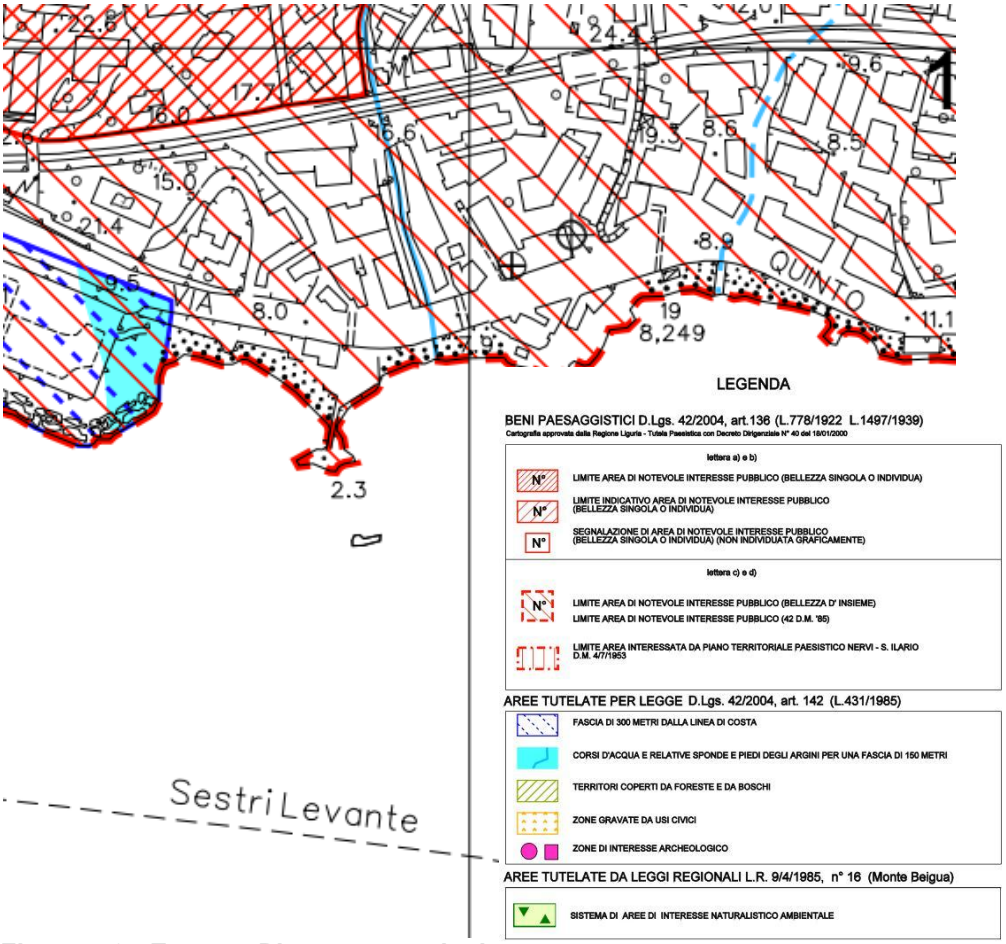


Figura 5.3 - Estratto Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Paesaggistica, facente parte dei documenti di progetto.

Vincoli Idraulici e geomorfologici

L'area, trovandosi sul mare non presenta problematiche da un punto di vista idraulico e geomorfologico.

Da segnalare la foce del Rio Bagnara, facente parte del Reticolo Idrografico Regionale (DGR 1280/2023), a meno di 100 m dall'opera.

Né le opere previste né la loro cantierizzazione prevedono interferenze con esso.



Figura 5.4 – Mappa reticolo idrografico regionale con indicato il Rio Bagnara

Reticolo idrografico

Risultato della Selezione	
Identificativo	19261
Denominazione	R. BAGNARA
Ordine Strahler	3
Superficie indicativa specifica[mq]	274.225
Superficie indicativa del bacino sotteso [mq]	1.540.634
Idraulicamente Studiato	1D - Studio idraulico monodimensionale

Figura 5.5 – Classificazione del Rio Bagnara

Pericolosità da alluvione costiera

Dal PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale si evince che l'area ricade in zona P3 – probabilità di inondazione costiera elevata.

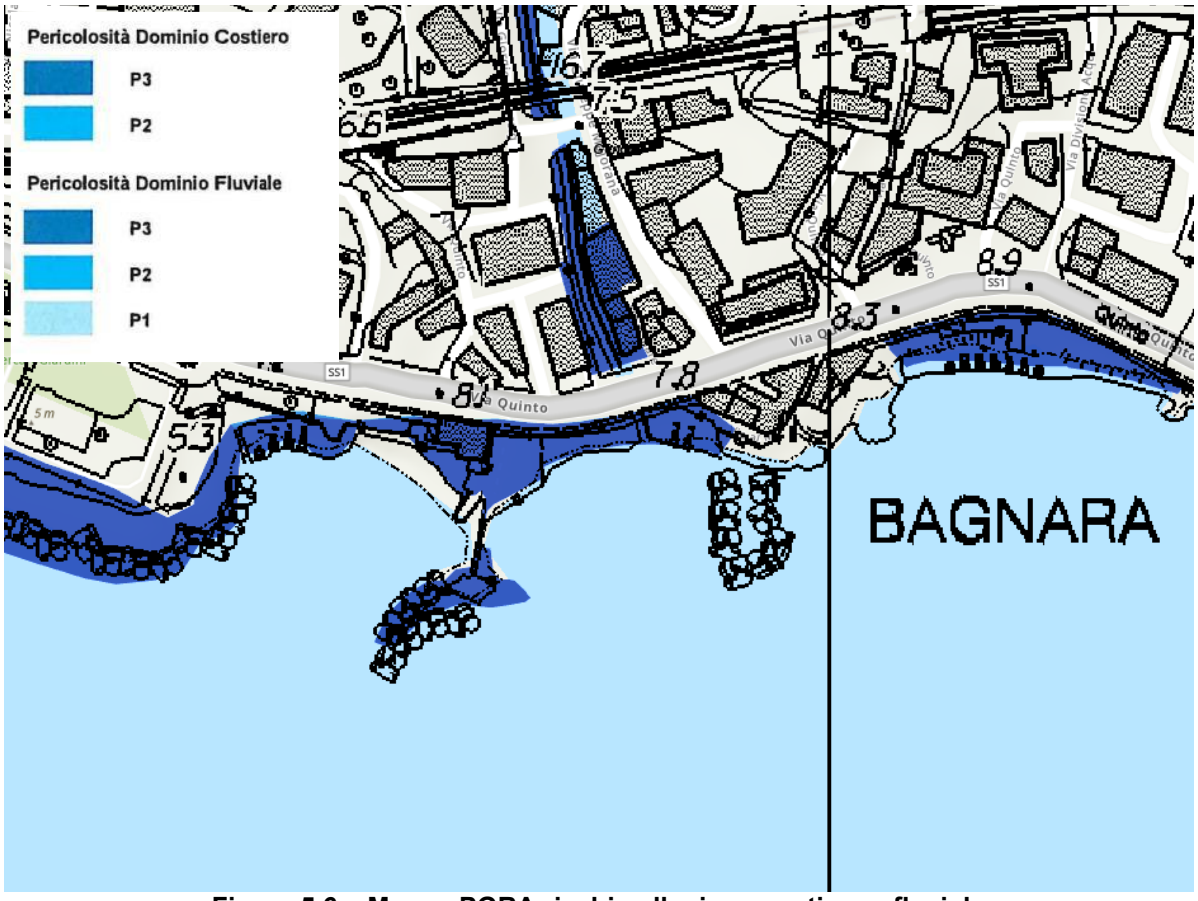


Figura 5.6 – Mappa PGRA rischio alluvione costiera e fluviale

In tal caso l'opera in oggetto va a ridurre i rischi connessi a tale problematica.

Per quanto attiene il R.R. 1/2025, Regolamento di attuazione del PGRA, non si segnala la presenza di ambiti nelle aree di interesse

PUC Comune di Genova

Da quanto si evince dal PUC l'area di interesse è classificata come segue.
"Ambito Complesso per la valorizzazione del litorale - LITORALE QUARTO - QUINTO - Arco costiero di riqualificazione".

L'intervento proposto risulta conforme al vigente PUC del Comune di Genova, ricadendo nell'Ambito ACO-L – Ambito Complesso per la Valorizzazione del Litorale, all'interno del quale sono ammesse infrastrutture di interesse locale a servizio della nautica da diporto.
Le opere a mare, insistenti su area demaniale marittima, sono disciplinate dalla normativa di settore e risultano coerenti con le finalità di difesa della costa e di miglioramento della fruizione del litorale.

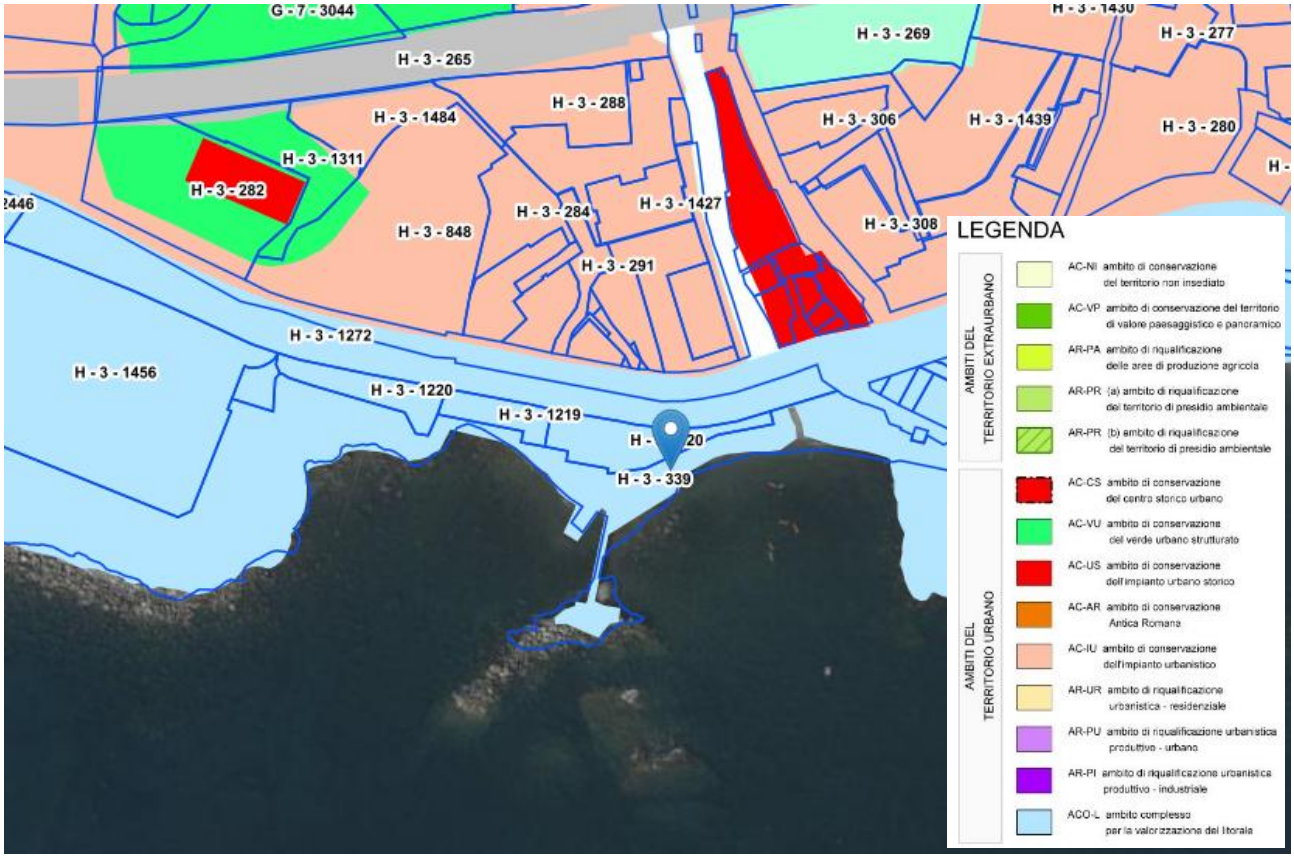


Figura 5.7 – Estratto PUC Comune di Genova

Vincolo Archeologico

Per tale tematica si rimanda alla Relazione Archeologica a cura della Dott.ssa Valentina Brodasca, facente parte dei documenti di progetto.

Sottoservizi presenti nell'area

Nell'area oggetto di intervento non si riscontra la presenza di sottoservizi.

Unica nota è la vicinanza alle condotte a mare di scarico del depuratore di Genova Quinto, in gestione ad IRETI SpA.

Le opere previste distano comunque a circa 100 m dalla condotta.
Durante le lavorazioni dovrà essere prestata particolare attenzione ad evitare qualsiasi interferenza con esse.
Si sottolinea che non si prevede la posa di massi in prossimità delle condotte stesse.



Figura 5.8 – Localizzazione condotte di scarico depuratore di Genova Quinto

6 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DELL'AREA

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame si colloca lungo un tratto di costa a debole articolazione, caratterizzato da un fronte marino prevalentemente rettilineo e da una retrostante urbanizzazione continua che ha determinato la sostanziale obliterazione delle forme naturali originarie.
Il settore costiero risulta fortemente condizionato dall'azione antropica, con:

- opere di difesa a mare in massi naturali;
- scarpate artificiali e riporti;
- assenza di sistemi dunali o spiagge naturali strutturate.

Per quanto riguarda il fondale marino, le indagini condotte hanno evidenziato una differenziazione litologica e granulometrica in funzione della distanza dalla costa:

- nelle porzioni più prossime alla linea di riva e alle opere esistenti, il fondale risulta influenzato dalla presenza di massi e materiali grossolani;
- procedendo verso il largo, il fondale assume caratteristiche più regolari, con prevalenza di sedimenti sciolti.

Le analisi granulometriche confermano tale assetto:

- il campione T2.1 evidenzia una composizione mista con sabbia (≈76%) e ghiaia (≈23%), indicativa di un ambiente energetico medio-alto, compatibile con la prossimità alle opere di difesa e con rimaneggiamenti indotti dal moto ondoso;
- i campioni T1.1 e T1.2 mostrano invece una netta prevalenza di sabbie fini e medio-fini (≈98%), con percentuali molto ridotte di ghiaia e limo, riconducibili a settori più distali e a condizioni di deposizione più stabili.

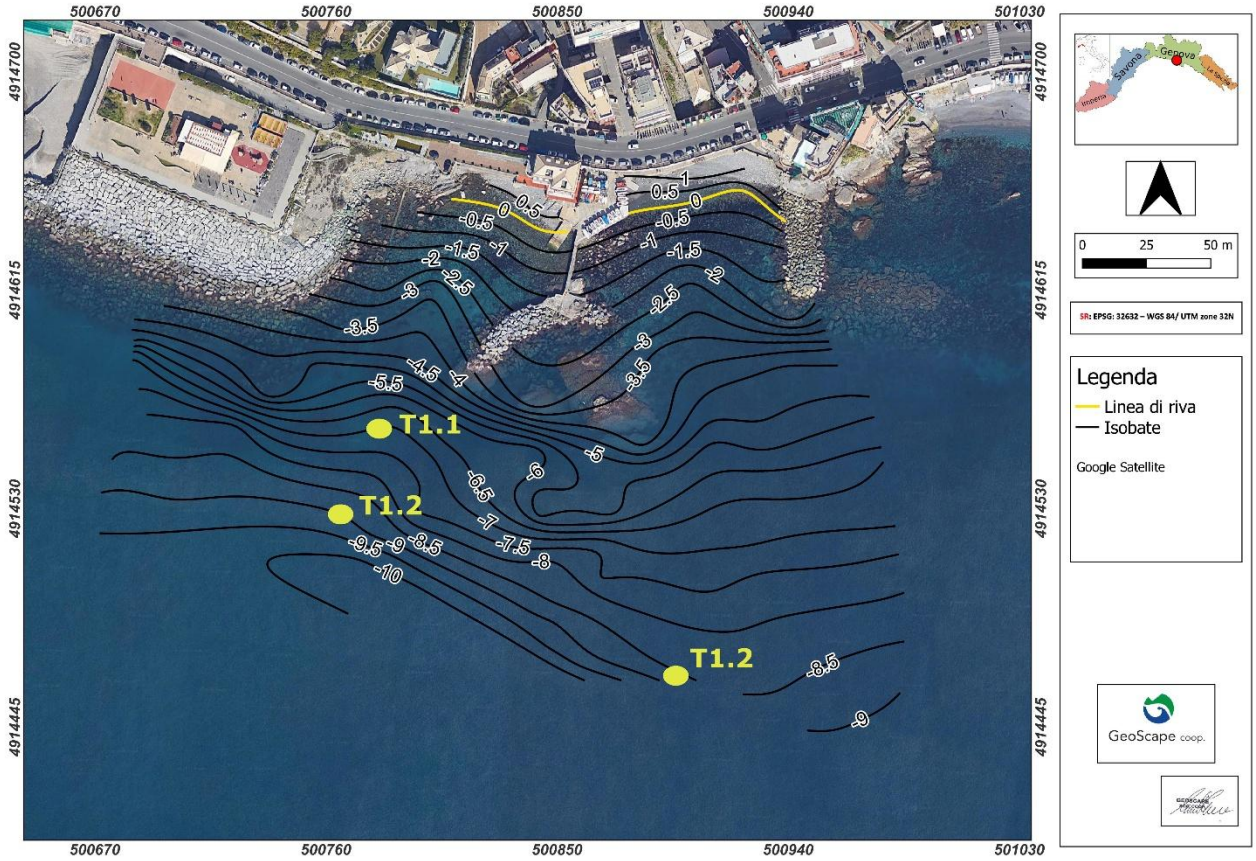


Figura 6.1 – Ubicazione punti di sondaggio

6.1 IMPATTI SULLA SPIAGGIA A LEVANTE

Sotto il profilo della dinamica costiera e del possibile impatto sull'assetto della spiaggia posta a levante, si evidenzia che, sulla base delle indagini disponibili e della conoscenza del tratto costiero in esame, i principali fenomeni di trasporto solido litoraneo lungo la costa genovese risultano prevalentemente orientati in direzione ponente–levante. In tale contesto, gli apporti litoidi provenienti da levante risultano limitati e non rappresentano un fattore significativo per l'alimentazione della spiaggia in esame.

Analizzando il settore a ponente dell'area di intervento, si osserva come questo sia caratterizzato da un contesto fortemente antropizzato e prevalentemente roccioso, con scarsa presenza di bacini di accumulo di sedimenti di piccola e media pezzatura in grado di alimentare il trasporto solido lungo costa. Anche da tale settore, che rappresenta quello maggiormente influente in base alle dinamiche costiere locali, non si rilevano apporti significativi verso la baia retrostante l'area di intervento.

L'unico potenziale contributo sedimentario è riconducibile al Rio Bagnara; tuttavia, si evidenzia che la configurazione dell'opera in progetto non determina una completa occlusione della baia, consentendo il libero deflusso verso mare dei sedimenti eventualmente trasportati, evitando pertanto condizioni favorevoli a fenomeni di accumulo o interrimento.

Si osserva inoltre che la spiaggia in esame non è stata oggetto, negli ultimi decenni, di interventi di ripascimento artificiale, evidenziando una condizione di sostanziale equilibrio morfodinamico. In tale quadro, l'intervento in progetto, per le caratteristiche dimensionali e localizzative, non è ritenuto tale da determinare alterazioni significative del bilancio sedimentario locale, pur potendo comportare variazioni limitate e di scala locale del campo ondoso e dei processi di trasporto.

Tali aspetti saranno oggetto di verifica nell'ambito del piano di monitoraggio morfo-sedimentologico previsto e descritto nel seguito.

6.2 IMPATTI SUL DEFLUSSO DELLE ACQUE DEL RIO BAGNARA E SUL TRASPORTO SOLIDO

L'area di intervento è ubicata in prossimità della foce del Rio Bagnara, unico corso d'acqua presente nel tratto costiero interessato dalle opere. Al fine di valutare le possibili interferenze tra l'intervento e il deflusso delle acque o il trasporto solido proveniente dal bacino idrografico, è stata effettuata un'analisi qualitativa dell'assetto morfologico e delle dinamiche costiere locali.

Il prolungamento della scogliera emersa previsto dal progetto si sviluppa parallelamente alla linea di costa quale naturale prosecuzione dell'opera esistente e non determina l'occlusione della baia né dello sbocco a mare del Rio Bagnara, la scogliera infatti occupa meno della metà dell'ingresso nella baia. Altresì la testata della nuova scogliera risulta infatti sufficientemente distanziata dalla direttrice di deflusso del corso d'acqua, consentendo il regolare recapito delle portate di piena verso il mare.
Si rammenta inoltre che la scogliera è comunque un'opera porosa e pertanto, seppur il ricircolo inevitabilmente diminuisca, non risulta comunque azzerato.

Analogamente, non si prevedono alterazioni significative del trasporto solido proveniente dal bacino del Rio Bagnara. I sedimenti eventualmente mobilizzati durante gli eventi di piena potranno continuare a disperdersi nello specchio acqueo antistante senza incontrare ostacoli tali da determinarne l'accumulo in prossimità della foce.

7 CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA

L'area oggetto di intervento è stata oggetto di specifiche indagini subacquee finalizzate alla caratterizzazione delle biocenosi marine, con particolare riferimento alla presenza di Posidonia oceanica, habitat prioritario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE. Le attività di rilievo, condotte mediante immersioni lungo transetti perpendicolari alla linea di costa (T1 e T2), hanno consentito di definire la distribuzione della fanerogama marina e lo stato degli habitat bentonici presenti nell'area di studio.

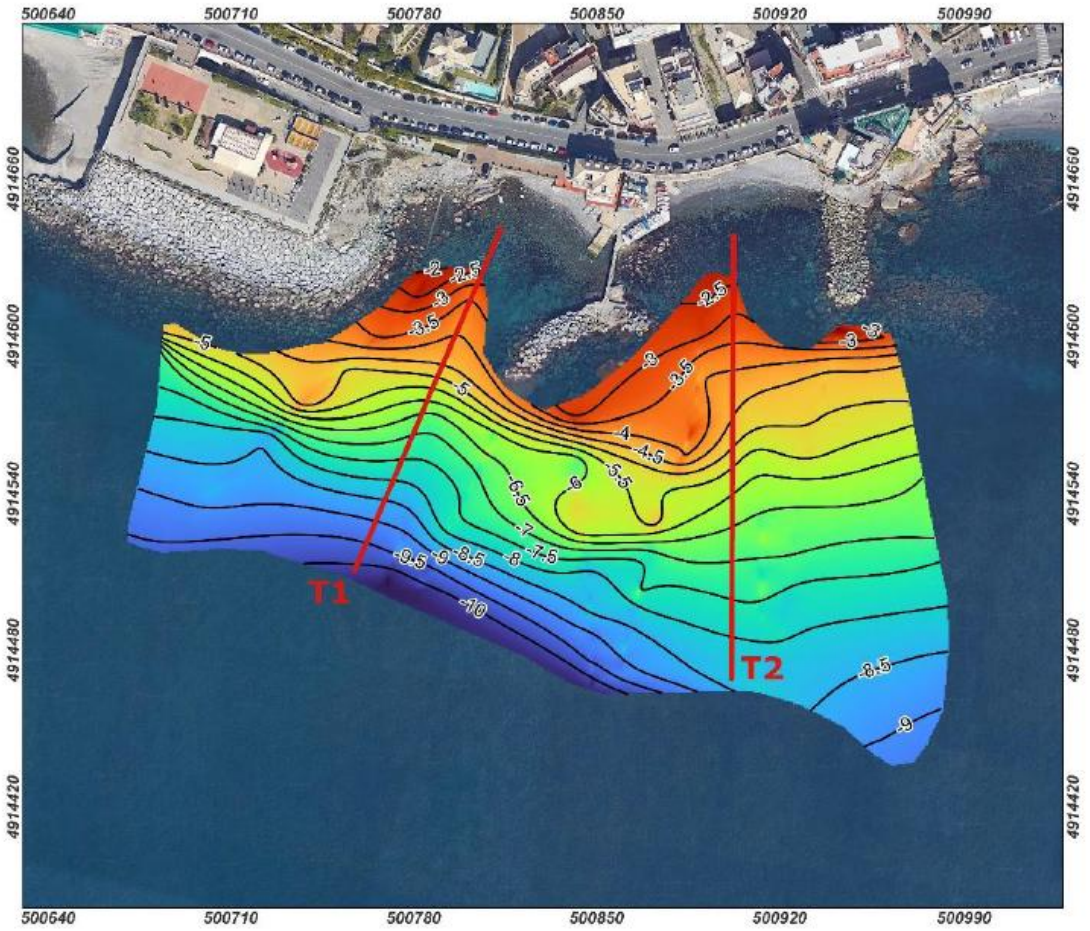


Figura 7.1 – Ubicazione primi due transetti di rilievo effettuati nel 2025

Le indagini hanno evidenziato una distribuzione non uniforme della *Posidonia oceanica*. In particolare, nel settore occidentale dell'area (transetto T1), in prossimità del depuratore, è stata osservata esclusivamente una formazione isolata di dimensioni ridotte, inserita in un contesto privo di praterie strutturate. Nel settore corrispondente alla spiaggia della Lega Navale (transetto T2), la presenza della fanerogama risulta più significativa, con comparsa di chiazze isolate a partire da circa 5 m di profondità che tendono progressivamente ad aumentare verso il largo, fino a configurare una prateria discontinua tra circa 6,5 m e 10 m di profondità. Tale prateria è caratterizzata da una distribuzione non continua, con presenza di radure e interruzioni, e presenta un limite inferiore individuato intorno ai 10–10,3 m di profondità.

L'assetto osservato evidenzia una condizione di frammentazione della prateria, verosimilmente riconducibile a pressioni antropiche pregresse, nonché la presenza di nuclei isolati che possono essere interpretati come fenomeni di ricolonizzazione recente, in linea con quanto osservato lungo altri tratti della costa ligure.

Le verifiche integrative condotte successivamente hanno ulteriormente affinato il quadro conoscitivo, evidenziando che nell'area direttamente interessata dalle opere il fondale risulta privo di biocenosi di rilievo, mentre le prime formazioni di *Posidonia oceanica* si collocano a una distanza di circa 20 m dall'area di intervento.

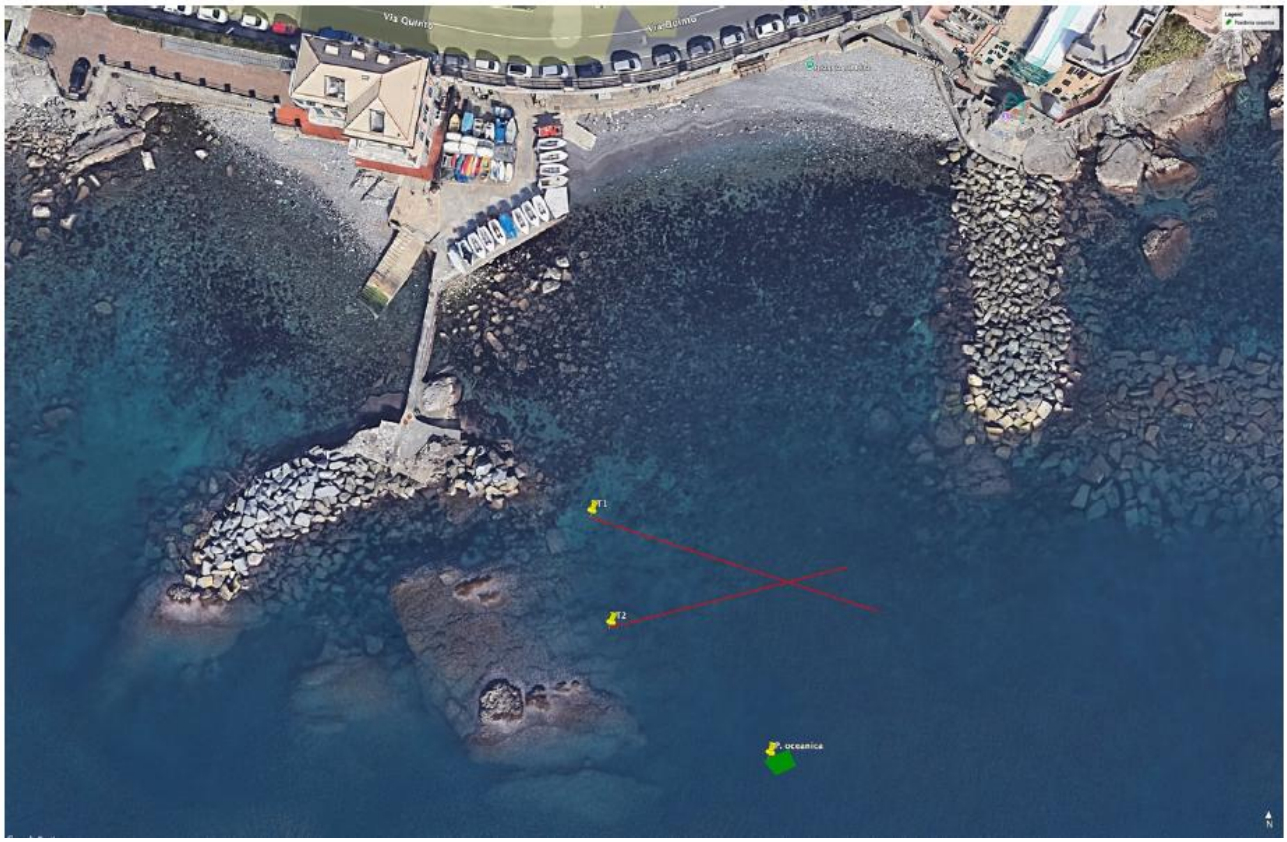


Figura 7.2 – Ubicazione secondi due transetti di rilievo effettuati ad integrazione del primo rilievo nel 2026 con indicazione della prima chiazza di posidonia oceanica partendo dalla costa

Nel complesso, la *Posidonia oceanica* risulta quindi presente nell'area di studio ma con distribuzione discontinua e localizzata nei settori più esterni rispetto alla zona direttamente interessata dalle opere. L'area di intervento non interferisce direttamente con praterie strutturate, pur permanendo la necessità di considerare le formazioni presenti nelle aree limitrofe quale elemento ambientale di attenzione.

8 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di verificare nel tempo gli effetti delle opere in progetto sulla dinamica costiera e sugli habitat marini, è stato predisposto uno specifico Piano di Monitoraggio Ambientale, allegato al presente progetto.
Il monitoraggio sarà articolato nelle seguenti componenti:

- Monitoraggio morfo-sedimentologico, mediante rilievi batimetrici e analisi granulometriche, finalizzati alla valutazione di eventuali variazioni della morfologia dei fondali e della dinamica del trasporto solido;
- Monitoraggio delle biocenosi costiere, con particolare riferimento alla presenza e allo stato di conservazione di Posidonia oceanica, mediante rilievi subacquei lungo transetti già indagati in fase ante-opera;

Le attività di monitoraggio saranno condotte secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. 1793/2005, garantendo la confrontabilità con i dati acquisiti ante-opera.

Le campagne di rilievo saranno effettuate:

- entro 12 mesi dalla realizzazione dell'opera (post-opera);
- successivamente a 3 e 5 anni dalla conclusione dei lavori.

I risultati del monitoraggio saranno restituiti mediante elaborati grafici georeferenziati e relazioni tecniche, al fine di verificare eventuali variazioni dell'assetto morfo-sedimentologico e dello stato degli habitat marini.

9 CANTIERIZZAZIONE DELLE OPERE

La maggior parte delle opere previste a progetto verranno svolte da mare attraverso l'utilizzo di pontone per la posa dei massi naturali di III categoria, sia che si prosegua con la soluzione della scogliera sommersa o che si opti per il prolungamento della scogliera emersa.

Non si prevede il dragaggio di fondali per la sistemazione dei massi ma al più il salpamento di alcuni massi presenti per un corretto riposizionamento.
Le opere, quindi, non contribuiranno all'intorbidimento delle acque in maniera significativa.
Altresì, se confermata la presenza di chiazze di Posidonia Oceanica non mappata dalla cartografia in uso, tale aspetto risulterà il principale vincolo al tipo di opera eseguita ed alle modalità di esecuzione al fine di minimizzare gli impatti e le ricadute negative.

Al fine di tutelare le suddette chiazze, prima dell'avvio delle lavorazioni sarà delimitata l'area interessata dall'habitat mediante boe galleggianti opportunamente posizionate.
Le boe saranno installate mediante corpi morti collocati in aree preventivamente individuate come prive di habitat di interesse comunitario, evitando qualsiasi interferenza diretta con la prateria di Posidonia oceanica.
La delimitazione consentirà di individuare con immediatezza l'area da preservare durante tutte le fasi di cantiere e costituirà riferimento operativo per il posizionamento del mezzo marittimo impiegato nella posa dei massi, evitando l'ancoraggio e qualsiasi lavorazione all'interno della fascia interessata dalla presenza della fanerogama marina.
La posizione definitiva delle boe, dei relativi corpi morti e delle modalità di ancoraggio sarà definita nella successiva fase di progettazione esecutiva e di organizzazione del cantiere, sulla base delle caratteristiche del mezzo operativo e degli esiti del rilievo di dettaglio dell'area di intervento.

Le lavorazioni andranno effettuate durante la stagione non balneare.

Le modalità di esecuzione, le eventuali misure compensative e tutti i necessari accorgimenti verranno considerati nelle successive fasi progettuali a seguito dei pareri ottenuti nell'ambito della presente fase progettuale pre-autorizzativa.

L'unica opera eseguita da terra è il ripristino della sottomurazione dell'area di rimessaggio delle imbarcazioni.
L'intervento, di minor entità rispetto ai lavori marittimi, avverrà previa casseratura e getto di calcestruzzo di adeguate caratteristiche tali da resistere al contatto con l'ambiente marino.
Andrà prestata particolare attenzione durante le fasi di getto a non disperdere la malta cementizia nel mare.
Altresì le lavorazioni andranno effettuate in condizioni di assenza di onda.
La durata dei lavori è stimata dai 2 ai 4 mesi.

Si precisa che a terra, nell'area di intervento non vi sarà passaggio di mezzi pesanti legati alle opere in oggetto poiché i punti d scarico e carico dei massi avverranno in area portuale,

già adibita e predisposta per tale tipo di operazioni. Non vi sarà quindi alcun impatto sulla viabilità nelle aree limitrofe alle aree di intervento.

Parimenti, il tipo di lavorazioni previste non comporteranno l'emissione di polveri e quindi non risulteranno problematiche di tale tipologia per le aree limitrofe abitate.

Al fine di limitare la dispersione di materiale fine eventualmente generato durante le operazioni di movimentazione e posa dei massi naturali, qualora le condizioni operative lo rendessero necessario, il cantiere sarà dotato di panne galleggianti antitorbidità poste a delimitazione dell'area di intervento.
Le panne saranno costituite da elementi modulari galleggianti, dotati di una cortina impermeabile flessibile opportunamente zavorrata, idonea a contenere la propagazione della torbidità nello specchio acqueo circostante senza ostacolare il naturale moto ondoso superficiale.
L'estensione delle panne sarà definita in funzione delle caratteristiche del cantiere, delle modalità operative adottate dall'impresa esecutrice e delle condizioni meteomarine presenti durante l'esecuzione delle lavorazioni. In linea generale esse saranno posizionate sul lato esterno dell'area operativa, racchiudendo il fronte di lavoro interessato dalla posa dei massi e garantendo la protezione delle aree marine circostanti.
Le panne saranno installate prima dell'avvio delle lavorazioni che possano determinare fenomeni di intorbidimento e mantenute in opera per tutta la durata delle stesse, provvedendo alla loro rimozione soltanto al termine delle attività, previa verifica dell'assenza di significativi fenomeni di torbidità residua.
Le modalità di installazione, il sistema di ancoraggio e l'esatta configurazione planimetrica saranno definiti nella successiva fase di progettazione esecutiva e di organizzazione del cantiere, privilegiando soluzioni che evitino qualsiasi interferenza con la formazione di Posidonia oceanica presente nelle vicinanze dell'area di intervento.

Ulteriori aspetti circa la cantierizzazione e l'esecuzione delle opere andranno approfonditi nelle successive fasi progettuali.

10 RAFFRONTO DELLE SOLUZIONI PROPOSTE

In conclusione, si effettua una valutazione ed un raffronto tra le soluzioni proposte sotto quattro punti di vista:

- Tecnico ed idraulico
- Vincolistico
- Esecutivo
- Economico

Aspetti tecnici ed idraulici

Scogliera soffolta
La scogliera soffolta, se di dimensioni adeguate, aumenta gli effetti del frangimento delle onde. È ideale per la difesa di opere tipo quelle in oggetto dove non si richiede un annullamento degli effetti dell'onda ma un loro attenuamento.
Le dimensioni della testa devono essere sufficienti affinchè l'onda percepisca la presenza di un ostacolo e si ottengano gli effetti desiderati di riduzione dell'impatto; parimenti la sommergenza non deve essere eccessiva (non superare la profondità di -1.50 m).

Questi aspetti sono ben visibili dai grafici del Paragrafo 4.2.1.

Per tale motivo le soffolte possono rappresentare un potenziale pericolo per bagnanti e piccoli diportisti se non adeguatamente segnalate.

Nel caso in esame, grazie alla presenza di una grossa secca dovuta al grosso scoglio antistante la scogliera esistente, la situazione non varierebbe di molto rispetto allo stato attuale, considerando che l'area ad est della scogliera esistente è già nota come un'area a bassissimo fondale, con la presenza di massi di I e II categoria che impediscono la balneazione ed il diporto.

Un altro effetto da tenere in considerazione è rappresentato dalla possibilità che l'onda, se di grande entità, una volta franta sulla soffolta, si rigeneri a valle di questa, magari grazie al contributo di onde trasversali provenienti in tal caso dal settore di Scirocco, vanificando in parte l'intervento della soffolta.
Questi effetti si possono avere anche nel caso in cui la distanza della soffolta dalla linea di battigia sia troppo grande.
Tali fenomeni sono ben valutabili da modelli numerici ed ancor più fisici.

Nell'esecuzione della scogliera andrà prestata particolare attenzione ad "allungare" sufficientemente la soffolta ad est così da coprire in parte anche il settore di traversia di Scirocco ed evitare possibili rigenerazioni.

Prolungamento della scogliera emersa
Il prolungamento della scogliera emersa esistente verso est risulta, in termini di riduzione degli effetti delle onde, più efficace poiché ha l'obiettivo non solo di ridurre gli effetti delle onde ma di annullarli.

In tal caso i possibili effetti di rigenerazione dell'onda non sono rilevanti.
Di contro, se non prolungata sufficientemente verso levante, può esservi la possibilità che alcune onde provenienti da est penetrino nella baia.

Un altro aspetto concerne il ricircolo nella baia, anche in considerazione della presenza della foce del Rio Bagnara. Infatti, nonostante entrambe le opere abbiano una forte porosità, nel caso di scogliera emersa si avrebbe inevitabilmente un ricircolo inferiore di acqua nella baia.

Alla luce di quanto affermato, la soluzione presenta un grande vantaggio in termini di riduzione dell'impatto delle onde a patto che si valuti un'estensione adeguata e si tenga in considerazione il possibile minor ricircolo nella baia in condizioni di calma.
Altresì, come si avrà modo di valutare nel seguito, l'impatto dell'opera risulta essere maggiore.

Aspetti vincolistici

Scogliera soffolta
Sotto un profilo dei vincoli, la scogliera soffolta rappresenta una soluzione meno di impatto sotto diversi aspetti:

- Da un punto di vista paesaggistico non presenta alcun impatto, se non un eventuale punto di segnalazione da valutarsi eventualmente nelle successive fasi progettuali;

- Da un punto di vista ambientale, come discusso in precedenza, la presenza di una lama d'acqua costante sopra l'opera consente un maggiore ricircolo delle acque nella baia.

Un aspetto da considerare, alla luce delle analisi fatte, è rappresentato dalla presenza di chiazze di Posidonia Oceanica.
Sulla base dei rilievi effettuati ed integrati l'impronta di entrambe le opere risulta al di fuori delle aree interessate da Posidonia (circa 20 m dall'impronta della soffolta).
A fronte di ciò, trovandosi la scogliera soffolta leggermente più al largo rispetto ad un'eventuale scogliera emersa, le possibili interferenze durante le fasi di cantiere potrebbero risultare più probabili.

Prolungamento della scogliera emersa
Il profilo vincolistico è quello potenzialmente più penalizzante per tale soluzione.

Il maggior impatto visivo e la possibilità di un minore ricircolo nella baia rappresentano infatti le principali problematiche annesse a tale soluzione.

Sotto il primo aspetto, si fa comunque presente che l'opera risulterebbe un prolungamento ed un adeguamento della scogliera esistente, in parte salpata con gli anni, e pertanto non apporterebbe eccessive modifiche all'area.

Sotto un profilo ambientale inoltre, come menzionato sopra, la sua posizione rispetto alla linea di costa probabilmente diminuisce la probabilità di interferire con chiazze di Posidonia Oceanica anche in fase di cantierizzazione delle opere.

Nel seguito si riportano tre immagini, che rappresentano lo stato attuale dell'area, la soluzione con la scogliera soffolta e la soluzione con la scogliera emersa.



Figura 10.1 – Ortofoto stato attuale

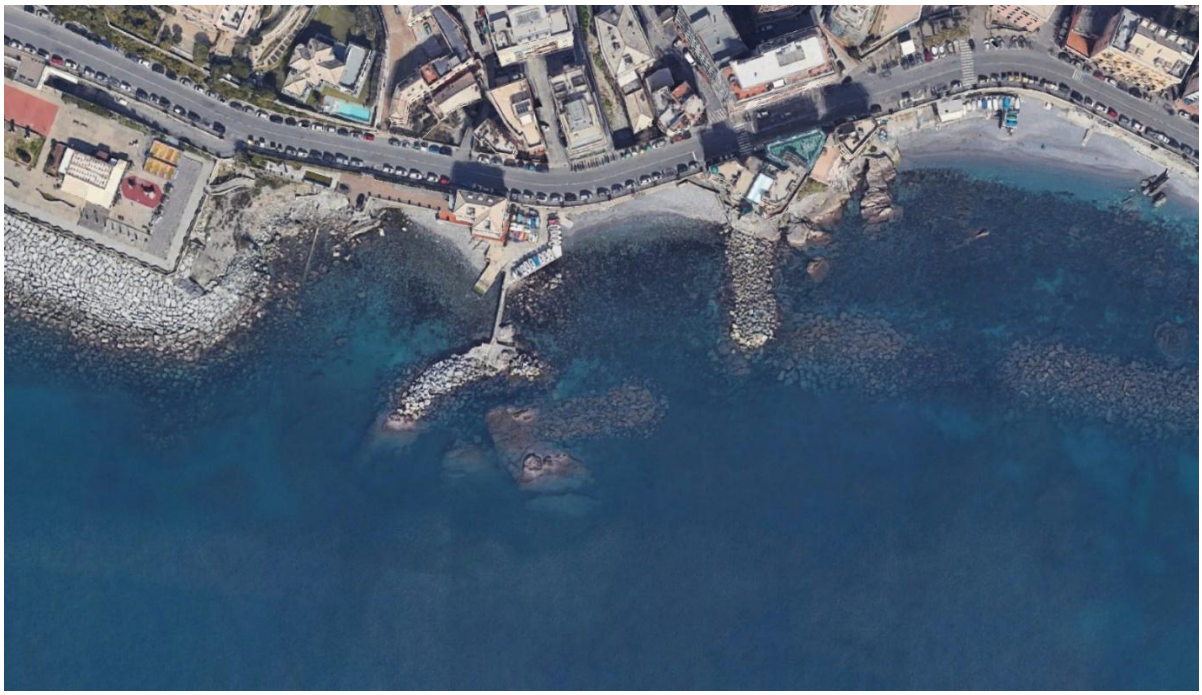


Figura 10.2 – Fotoinserimento scogliera soffolta



Figura 10.3 – Fotoinserimento scogliera emersa

Aspetti esecutivi

Raffronto Scogliera soffolta e Prolungamento della scogliera emersa
Da un punto di vista dell'esecuzione delle opere le modalità sono per lo più equipollenti.

La posa dei massi naturali avverrà infatti in entrambi i casi da mare mediante utilizzo di pontone e gru.

Trattandosi di fondale roccioso si ritiene che non siano necessari dragaggi per la posa dei massi né che vi sarà un eccessivo aumento della torbidità dell'acqua.

L'eventuale sistemazione dei fondali per la posa del nucleo della struttura, composto da massi di I categoria avverrà eventualmente mediante salpamento di alcuni massi e loro riposizionamento.

Andrà prestata particolare attenzione alla presenza delle segnalate praterie di Posidonia e, prima delle lavorazioni, andrà effettuato un dettagliato rilievo al fine di evitare che la posa delle opere interferisca con le praterie.

Alla luce di ciò la posa della scogliera sommersa, proprio per il fatto che non risulta visibile potrebbe risultare di più facile esecuzione, ma, di contro, andrà prestata particolare attenzione al rispetto delle quote di progetto al fine di evitare che alcuni massi risultino troppo superficiali.

Aspetti economici

Raffronto Scogliera soffolta e Prolungamento della scogliera emersa
Sotto tale aspetto si rimanda all'elaborato di Stima Economica, facente parte del presente progetto.

In generale, il costo delle due opere è stato valutato completamente raffrontabile, non evidenziando particolari differenze di costo tra un'opera e l'altra.

La prescrizione, nel caso si persegua la soluzione A, è quella di mantenere dimensioni adeguate tali che l'opera sia sufficientemente grande da ottenere gli effetti desiderati sul frangimento delle onde.
Come evidenziato nei grafici ai capitoli precedenti, una larghezza in testa di 15 m risulta adeguata per avere una riduzione dell'onda accettabile, oltre tale valore l'effetto positivo diviene asintotico e non più apprezzabile a fronte di un costo maggiore.

Due fattori cui occorrerà prestare attenzione sono la posizione di dettaglio delle chiazze di posidonia rilevate ed u adeguata estensione della scogliera verso levante per proteggere adeguatamente tuta la piattaforma di rimessaggio.

Una quotaparte minima di costo sarà destinata in entrambe le soluzioni al ripristino dei fondali esistenti, con un lieve maggior costo nel caso si proceda con la soluzione della scogliera emersa.

Altresì un costo di lieve entità rispetto alle opere marittime andrà considerato per il ripristino delle sottomurazioni.

I costi della sicurezza sono stati stimati in tale fase progettuale tra il 4% ed il 5% dell'importo totale lavori.

11 SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

La scelta della soluzione progettuale è figlia delle considerazioni effettuate all'interno del raffronto effettuato nel precedente capitolo e viene qui esplicitata mediante un'analisi Multi Criteri delle due alternative proposte.

L'obiettivo dell'Analisi Multi Criteri (AMC) riportata di seguito, è rappresentato dalla scelta di una delle alternative sviluppate, descritte e analizzate nella presente relazione.

Sulla base di criteri comuni si intende individuare la soluzione che rappresenta il miglior compromesso tra la rispondenza a criteri di tipo tecnico, economico, funzionale ed ambientale.

L'AMC è uno strumento in grado di tenere conto contemporaneamente di aspetti differenti che caratterizzano un dato progetto, sia in termini qualitativi che quantitativi, con lo scopo di favorire il processo decisionale.

L'analisi si sviluppa secondo il seguente schema di flusso:

Metodologia utilizzata;
- individuazione delle alternative;
- individuazione dei criteri di valutazione;
- calcolo e misurazione dei criteri di valutazione;
- conclusioni.

11.1 METODOLOGIA

Le tecniche di analisi multicriteri sono metodologie atte a supportare un processo decisionale, il cui scopo è quello di operare una scelta tra più soluzioni alternative.

L'"Analisi Multi Criteri" consiste in una serie di elaborazioni concettuali e di calcoli che permettono di analizzare e confrontare nel loro insieme le "performance" di alternative decisionali rispetto a criteri di valutazione di natura diversa (sia qualitativi che quantitativi) fra loro non direttamente comparabili.

Con l'AMC si sposta la ricerca dalla soluzione "ottimale" (concetto riferibile al criterio unico, tipico dell'analisi costi benefici) a quella di soluzione "giustificata" ossia quella che, nell'ambito di un insieme di azioni e alternative decisionali, risulta maggiormente prossima a un certo numero di standard esplicitamente definiti.

La novità di questa tecnica rispetto a quelle tradizionali è la rinuncia al paradigma dell'ottimalità a favore invece della ricerca di un compromesso ottimale in cui non si ricerca un risultato unico, ma sono individuati quegli elementi necessari a chiarire le priorità su cui basare le scelte.

L'AMC è quindi definibile anche come una struttura formale, nella quale i risultati di diversi approcci, (ad es. tecnici, economici, sociali, ambientali) possono essere integrati e utilizzati come strumento di supporto per scegliere, fra diverse alternative, la soluzione che meglio si adatta agli obiettivi dell'analisi.

Tutte le AMC vengono svolte individuando ed inserendo in un modello decisionale i seguenti elementi fondamentali:

1. un obiettivo o un insieme di obiettivi che rappresentano lo scopo generale da raggiungere con la decisione da attuare;
2. un decisore o un gruppo di decisori, coinvolti nel processo di scelta;
3. un insieme di alternative decisionali che rappresentano gli oggetti della valutazione e della scelta;
4. un insieme di criteri di valutazione e relativi attributi o indicatori sulla base dei quali i decisori valutano le alternative;
5. la priorità fra i criteri individuati. Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso che è espressione dell'importanza di quest'ultimo rispetto agli altri. La somma dei pesi di tutti i criteri costituisce il 100% dei pesi stessi. I pesi sono funzione delle priorità percepite da parte del decisore e possono quindi variare in funzione di esso;
6. un insieme di punteggi che esprimono il valore dell'alternativa i-esima rispetto al criterio i-esimo e che costituiscono gli elementi di una matrice detta matrice di valutazione.

Sulla base delle performance delle alternative rispetto ai criteri considerati, i diversi valori ottenuti vengono ricondotti, mediante valutazioni o formule matematiche, a indici confrontabili.

In talune metodiche l'aggregazione ponderata di questi ultimi consente di ottenere, infine, un ordinamento di preferenza.

Metodiche più complesse si fondano viceversa sui confronti a coppie fra le alternative in relazione ai criteri giungendo, mediante diversi metodi elaborativi, a fornire ordinamenti di preferenza corredati da altre informazioni a supporto della decisione.

Il caso in esame è riferito alla tipologia di analisi multi-attributo, in cui le alternative sono già state selezionate, a fini di confronto. L'analisi multi-attributi o multicriteri comprende un insieme di metodi per la valutazione e la scelta tra diverse alternative progettuali, nei quali si cerca di tenere in considerazione in modo esplicito la molteplicità delle dimensioni del problema decisionale.

Gli step dell'AMC adottata sono i seguenti:

<u>Individuazione dei criteri di valutazione</u>
Vengono individuati i macrocriteri, i criteri e gli eventuali sottocriteri secondo i quali le alternative di progetto verranno valutate. Le categorie a cui appartengono i criteri consentono un'analisi del progetto a tutto tondo. I criteri fanno parte di categorie differenti e devono essere definiti sotto tutti i punti di vista:

- la definizione vera e propria del criterio;
- la modalità di misura e l'unità di misura adottata per la sua valutazione;
- eventuale metodologia di pesatura/ponderazione del criterio nella valutazione complessiva.

Misurazione dei criteri di valutazione

I criteri vengono quantificati per ogni alternativa in base alle valutazioni effettuate. I criteri, misurati ciascuno secondo il proprio metodo e le proprie unità di misura, devono poi essere normalizzati al fine di poterli confrontare direttamente. Questo avviene tramite tabelle in cui la quantificazione del criterio viene trasformata in una scala di punteggi stabilita e uguale per tutti i criteri, in modo che criteri quantificati con metodi e unità di misura diversi, possano essere raffrontati. La scala di punteggi adottata è la seguente:

Livello prestazione	**Valore numerico assegnato**
pessima	1
scarsa	2
media	3
discreto	4
ottima	5

Tabella 11.1 - Punteggi di valutazione

Valutazione delle alternative

Ad ogni criterio/sotto-criterio viene assegnato un peso con l'obiettivo di dare maggior rilevanza ad alcuni criteri che oggettivamente vanno fatti prevalere nella scelta. Una volta convertite le valutazioni di ognuno in valore numerico, come descritto nella tabella soprastante, viene applicato il peso e fatta una media dei valori per ottenere un unico valore per macro-criterio.

Conclusioni

Alla luce dei risultati emersi nelle valutazioni, vengono tratte le conclusioni di merito.

11.2 INDIVIDUAZIONE, CALCOLO E MISURAZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

Per lo sviluppo della AMC sono stati considerati complessivamente 8 criteri che esplicitano i principali punti di interesse e sensibilità relativi alla realizzazione di una tipologia di opera come quella in esame.

A ciascun criterio è stato assegnato un peso in funzione dell'effettivo grado di efficacia rispetto alle altre voci

Sulla base delle indicazioni per la misurazione del livello di conseguimento degli obiettivi previsti per ciascun criterio, è stato attribuito quindi un punteggio per ciascuno dei criteri utilizzabili per le alternative progettuali considerate. La somma dei singoli punteggi conseguiti ha permesso di individuare una classifica delle alternative.

I criteri individuati nel caso in esame sono:

Criterio	Descrizione	Peso
Efficacia di protezione costiera	Riguarda la capacità dell'opera di ridurre gli effetti del moto ondoso sull'area di rimessaggio (attenuazione dell'energia dell'onda, protezione delle sottomurazioni e riduzione dei fenomeni di trasporto solido) (punteggio crescente da minore a maggior efficacia)	100%
Affidabilità e robustezza dell'opera	Riguarda la stabilità strutturale dell'opera nel tempo, la resistenza agli eventi meteomarini e la necessità di manutenzione (punteggio crescente da minore a maggiore affidabilità)	100%
Tempi di realizzazione	Riguarda la durata dei lavori per la realizzazione dell'intervento (punteggio crescente da maggiore a minor tempo di realizzazione)	75%
Costi di realizzazione	Riguarda i costi necessari per la realizzazione dell'opera (punteggio crescente al diminuire dei costi di realizzazione)	75%
Vincoli	Applicabilità dell'intervento in base a vincoli urbanistici, territoriali ed ambientali (punteggio crescente al diminuire dei vincoli interessati)	75%
Interferenze ambientali	Riguarda le possibili interferenze con habitat marini, tra cui le eventuali interferenze con Posidonia Oceanica (punteggio crescente al diminuire delle interferenze)	75%
Interferenze con dinamiche morfo-sedimentologiche	Riguarda le possibili interferenze con le dinamiche di ricircolo dei sedimenti (punteggio crescente al diminuire delle interferenze)	50%
Impatto paesaggistico e percettivo	Riguarda la visibilità dell'opera e la sua integrazione nel contesto costiero (punteggio crescente al diminuire dell'impatto visivo e dell'impatto per i bagnanti)	50%
Complessità esecutiva e controllo delle lavorazioni	Riguarda la difficoltà realizzativa delle opere marittime (posa massi, controllo quote, lavorazioni subacquee) e il grado di incertezza esecutiva (punteggio crescente al diminuire delle interferenze e della relativa complessità)	25%

Tabella 11.2-Criteri di valutazione

In Tabella 11.3 sono riportati i risultati dell'analisi multicriteri sviluppata per le alternative sopra individuate ed in particolare:

- *Soluzione A*: realizzazione scogliera soffolta a levante prolungando la secca esistente dinanzi la scogliera emersa.
- *Soluzione B*: prolungamento a levante della scogliera emersa esistente.

Criterio	Peso	Soluzione A		Soluzione B	
		Valore	Punti	Valore	Punti
Efficacia di protezione costiera	100	3	3	5	5
Affidabilità e robustezza dell'opera	100	4	4	5	5
Tempi di realizzazione	75	4	3	3	2.25
Costi di realizzazione	75	4	3	4	3
Vincoli	75	4	3	3	2.25
Interferenze ambientali	75	3	2.25	4	3
Interferenza con dinamiche morfo-sedimentologiche	50	4	2	3	1.5
Impatto paesaggistico e percettivo	50	5	2.5	3	1.5
Complessità esecutiva e controllo delle lavorazioni	25	3	0.75	4	1
Totale:			**23.5**		**24.5**

Tabella 11.3 – Risultati analisi

In base a tale classificazione, la Soluzione B risulta complessivamente più favorevole rispetto alla Soluzione A; di seguito si riporta la descrizione dei punteggi attribuiti a ciascun parametro.

Efficacia di protezione costiera

La Soluzione B (scogliera emersa) garantisce un livello di protezione superiore rispetto alla Soluzione A, in quanto intercetta direttamente il moto ondoso riducendo in modo più efficace l'energia incidente sull'area retrostante. La Soluzione A, pur contribuendo alla dissipazione dell'energia ondosa, presenta un'efficacia inferiore essendo completamente sommersa e quindi meno performante nelle condizioni di mareggiata più intensa.

Affidabilità e robustezza dell'opera

La Soluzione B risulta più affidabile nel tempo, grazie alla maggiore stabilità della mantellata emersa e alla minore suscettibilità a fenomeni di rimodellamento del fondale. La Soluzione A, essendo completamente sommersa, è maggiormente soggetta a spostamenti dei massi e a fenomeni di assestamento non direttamente controllabili poiché non direttamente visibili. Parimenti la scogliera soffolta è fortemente dipendente dalle caratteristiche geometriche della cresta e quindi più soggetta a possibili difetti di esecuzione che ne vanifichino parzialmente l'efficacia.

Tempi di realizzazione

La Soluzione A presenta tempi di realizzazione complessivamente inferiori, in quanto, seppur caratterizzata da vincoli geometrici relativi alla sommergenza ed alla larghezza di cresta, essa è caratterizzata da una maggiore tolleranza esecutiva nella posa dei massi poiché richiede meno vincoli estetici. La Soluzione B richiede invece una maggiore precisione nella realizzazione sia in termini di inserimento paesaggistico, che in termini di connessione con la scogliera emersa esistente che andrà prolungata a levante, comportando tempi leggermente più lunghi.

Costi di realizzazione

Le due soluzioni risultano sostanzialmente equivalenti dal punto di vista economico, in quanto, a fronte di una maggiore semplicità esecutiva della soluzione soffolta, la soluzione emersa comporta lavorazioni più controllate ma non significativamente più onerose nel quadro complessivo dell'intervento.
Si rimanda l documento di stima economica per i valori numerici calcolati.

Vincoli

La Soluzione A presenta una maggiore compatibilità con i vincoli paesaggistici e ambientali, in quanto completamente sommersa e quindi priva di impatto visivo diretto. La Soluzione B, essendo emersa, introduce un elemento visibile che può risultare maggiormente impattante sotto il profilo paesaggistico e vincolistico.

Interferenze ambientali

Se da un punto di vista del ricircolo nella baia la Soluzione A può apparire migliore poiché vi è sempre la presenza di una lama d'acqua al di sopra della scogliera emersa, a fronte dei rilievi effettuati risulta tuttavia più penalizzante per quanto concerne le possibili interferenze con la Posidonia. Infatti, seppur nessuna delle due opere presenti sulla sua traccia chiazze di Posidonia, essendo la Soluzione A più al largo, durante l'esecuzione dei lavori aumenterebbe la probabilità di interferire con la Posidonia.

Interferenza con dinamiche morfo-sedimentologiche

La Soluzione A risulta meno invasiva nei confronti delle dinamiche di trasporto solido, consentendo una maggiore continuità dei processi naturali. La Soluzione B, intercettando direttamente il moto ondoso, può determinare modifiche più rilevanti del trasporto litoraneo e quindi un impatto maggiore sull'equilibrio morfodinamico locale. Si precisa comunque che, a fronte di quanto dichiarato nei paragrafi precedenti, il trasporto solido litoraneo è del tutto trascurabile e che quindi anche la Soluzione B non risulta impattante in tali termini.

Impatto paesaggistico e percettivo

La Soluzione A, essendo completamente sommersa, non altera la percezione visiva del paesaggio costiero. La Soluzione B introduce invece una nuova emergenza visibile che modifica la percezione del tratto di costa, con un impatto paesaggistico più rilevante. Di contro, da un punto di vista dei bagnanti e delle piccole imbarcazioni da diporto, la presenza della scogliera soffolta, se non opportunamente segnalata potrebbe rappresentare un potenziale pericolo.

Complessità esecutiva e controllo delle lavorazioni

La Soluzione B presenta una maggiore complessità esecutiva, richiedendo un controllo più accurato delle lavorazioni e delle geometrie dell'opera legate al fatto che occorre connettere adeguatamente l'opera alla scogliera emersa esistente. Anche nella Soluzione A risiede la

complessità dei vincoli dettati dalla sommergenza minima ma, trovandosi interamente al di sotto del livello del mare, presenta meno aspetti complessi e più tolleranze.

ALLEGATO A

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Area di intervento con evidenziata la piattaforma di rimessaggio, la scogliera emersa esistente e la secca dinanzi l'area dove si ipotizza la posa della scogliera soffolta



Foto 2 – Sottomurazioni piattaforma di rimessaggio con evidente scavernamento al piede dovuto all'erosione



Foto 3 – Piattaforma di rimessaggio vista da mare



Foto 4 – Spigolo di levante della piattaforma, il punto maggiormente esposto



Foto 5 – Lato est della piattaforma lungo il quale avviene la risalita dell'onda con deposito di materiale sulla piattaforma stessa



Foto 6 – Risalita di onde d lieve entità



Foto 7 – Onde frangenti nell’area



Foto 8 – Bauletto di protezione tubazione di scarico con, a sinistra, la scogliera emersa da prolungare verso levante nel caso si opti per la Soluzione B

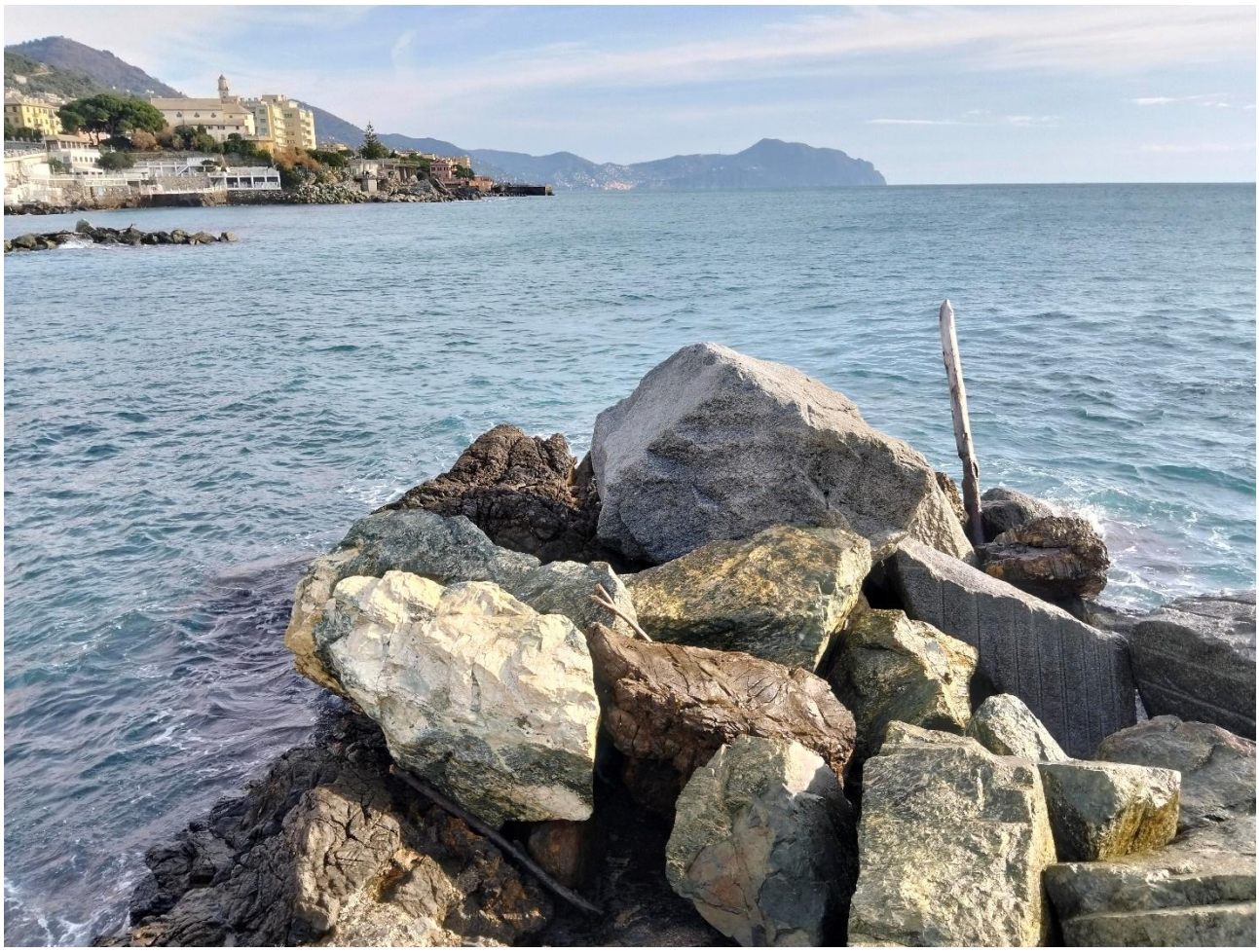


Foto 9 – Scogliera emersa eventualmente da prolungarsi



Foto 10 – Scoglio parzialmente emerso che eventualmente verrà prolungato con scogliera soffolta verso levante