PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

COMMISSARIO DELEGATO

(ORDINANZA C.D. P.C. n. 558 del 15 novembre 2018)

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

ATTIVITA'

OPERE DI CONTRASTO DELL'EROSIONE MARINA A SALVAGUARDIA DELLA DURABILITÀ DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO E MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO FINALIZZATO ALLA RIAPERTURA DELLA STRADA PEDONALE DENOMINATA "VIA DELL'AMORE" NEL COMUNE DI RIOMAGGIORE (SP)





GRUPPO DI PROGETTAZIONE - R.T.P.

CAPOGRUPPO MANDATARIA

Prometeoengineering.it SRL
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alessandro Focaracci

MANDANTI

Geoeco Progetti
Direttore Tecnico
Prof. Geol. Eros Aiello

Geologia Verticale
Procuratore
Dott. Geol. Luigi Perasso

Ambiente S.p.A.
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Andrea Lucioni

MC Engineering S.r.L
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Matteo Ceravolo

Acquatecno S.r.L
Amministratore Unico
Dott. Ing. Renato Marconi

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Prometeoengineering.it SRL
Dott. Ing. Alessandro Focaracci

PROGETTAZIONE

Prometeoengineering.it SRL
Dott. Ing. Alessandro Focaracci

SOGGETTO ATTUATORE — Dott. Ing. Luca Berrutil

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO — Dott. Ing. Daniela Zucca

TITOLO

RELAZIONE GENERALE

ELABORATO: 2

DATA: 09/11/2021

SCALA:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
3	09/11/2021	Revisione			
2	14/10/2021	Revisione			
1	10/09/2021	Revisione			
0	02/08/2021	Emissione			

CODICE ELABORATO: ESEC20210 0GENRE02R03

NOME FILE:

Indice

1. PREMESSA 2

1.1. Evoluzione dei dissesti 4

1.2. Interventi di protezione costiera 6

2. QUADRO DI RIFERIMENTO DELLA PROGETTAZIONE 7

2.1. Stato dei luoghi 7

2.2. Aspetti geologico-geotecnici 9

2.3. Aspetti meteomarini 12

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CONTRASTO DELL'EROSIONE MARINA 13

3.1. Area di intervento 13

3.1. Sottomurazione e riempimento della cavità al disotto del masso in aggetto 13

3.2. Scogliera radente 13

4. RISCONTRO E RECEPIMENTO DELLE PRESCRIZIONI IMPARTITE DAGLI ENTI NEL CORSO DEL PROCESSO ISTRUTTORIO DELLA PROGETTAZIONE 15

4.1. Risposta punto a) della nota dell'Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre - Ricolonizzazione nell'area delle specie di *Spongia sp* e di *Symphodus* 18

5. MODALITA' DI ESECUZIONE DELL'OPERA - CANTIERIZZAZIONE 22

6. MANUTENZIONE DELLA SCOGLIERA 23

7. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI 24

8. FINANZIAMENTO DELL'INTERVENTO 25

9. CONCLUSIONI 26

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione generale del Progetto Esecutivo degli interventi di protezione della falesia nell'ambito delle *Opere di contrasto dell'erosione marina a salvaguardia della durabilita' degli interventi di ripristino e mitigazione del rischio idrogeologico finalizzati alla riapertura della strada pedonale denominata "Via dell'Amore"*.

Tale incarico di progettazione è stato commissionato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese tra: PROMETEOENGINEERING S.r.l. (mandataria) e: GEO-ECO Progetti, AMBIENTE S.p.a., MC ENGINEERING S.r.l., GEOLOGIA VERTICALE e ACQUATECNO S.r.l. dal Commissario Delegato per fronteggiare l'emergenza derivante dagli eventi calamitosi del 29 e 30 ottobre 218 (Ordin. C.D.P.C. n. 558 del 15 novembre 2018).

La genesi di una parte dei fenomeni di dissesto evidenziati nel Progetto Esecutivo *Interventi di ripristino e mitigazione del rischio idrogeologico finalizzati alla riapertura della strada pedonale denominata "Via dell'Amore" nel comune di Riomaggiore (SP),* intervento del Commissario straordinario per la mitigazione del dissesto idrogeologico, é stata difatti individuata nell'azione di smantellamento della falesia causata dal moto ondoso incidente al piede.

Le condizioni della falesia al di sotto del camminamento risultano particolarmente importanti per la stabilità di tutta l'area in quanto sono quelle maggiormente soggette all'azione dinamica del mare che incessantemente ne determina un rimodellamento.

Tali risultanze rendono quindi necessario proteggere un tratto specifico della falesia costiera mediante delle opere esterne.

In particolare il tratto di falesia oggetto del presente progetto esecutivo è sottostante una porzione della strada pedonale Via dell'Amore, sita al lato occidentale del Promontorio di Punta Mesco nella Riviera Ligure di Levante. Allo stato attuale delle condizioni geomeccaniche non si registrano instabilità in atto. Con riferimento alla suddivisione in ambiti di intervento operata nel progetto di mitigazione del dissesto idrogeologico, si è reso comunque necessario prevede una protezione specifica agli ambiti denominati "E" e "F", sotto il camminamento, dove dal punto di vista geologico si ha la presenza delle argilliti del Canetolo di medio-basse caratteristiche di resistenza e deformabilità.

Nel tratto in argomento l'azione del mare ha asportato i depositi calcarei esponendo le formazioni di argilliti, che sono ancora più suscettibili agli effetti erosivi delle mareggiate.

Per questa zona devono quindi essere predisposti ulteriori interventi lato mare poiché gli scavernamenti oggi presenti, dovuti all'impatto delle onde, potrebbero, in assenza di ulteriori

provvedimenti, evolvere sia in numero che in dimensioni a seguito di mareggiate che si manifesteranno in futuro ed oggi non prevedibilied instaurare instabilità globali non gestibili con gli usuali metodi della geomeccanica e di consolidamento in parete.

In particolare gli interventi in progetto sono costituiti da:

- Realizzazione della sottomurazione e riempimento della cavità al disotto del masso in aggetto nel settore denominato EG
- Realizzazione di una scogliera radente di protezione della falesia e dell'intervento di sottomurazione eseguito, a prosecuzione verso Manarola della scogliera realizzata da RFI alla base della galleria ferroviaria Batternara, fino ad arrivare circa al disotto dell'ex punto di ristoro, per un'estensione complessiva pari a circa 175 m.



„

La presente relazione generale si articola nelle seguenti parti principali:

- definizione del quadro di riferimento della progettazione, costituito da una sintetica descrizione dello stato dei luoghi, degli aspetti geologico-geotecnici e meteomarini;
- descrizione delle soluzioni progettuali adottate, ossia degli interventi di ripristino e delle migliorie introdotte rispetto alla situazione;
- descrizione del progetto delle opere.

Per le valutazioni economiche e la determinazione del costo dell'intervento i riferimenti sono costituiti dal prezziario della Regione Liguria 2021 e dall'Ordinanza del Presidente della Regione n.48/2020 per i costi Covid-19 dei cantieri temporanei e mobili di opere pubbliche.

1.1. Evoluzione dei dissesti

I fenomeni franosi che hanno interessato il versante sotteso dalla Via dell'Amore si sono manifestati negli ultimi vent'anni con cadenza circa annuale. Nell'intervallo intercorso tra l'approvazione del PFTE avvenuta (settembre 2019) e l'inizio delle attività di progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione del dissesto idrogeologico (gennaio 2020) è stata riscntrata un'ulteriore evoluzione dei dissesti nel tratto in argomento, evidenziatasi in particolare sia nello scalzamento della falesia al piede del masso in aggetto dovuto all'esposizione dei depositi calcarei all'ezione erosiva delle mareggiate, sia nel crollo di una porzione di versante in corrispondenza della fondazione della galleria paramassi esistente che ha imposto un differente approccio progettuale in sede di Progetto Esecutivo rispetto a quello inizialmente previsto in sede di Progetto di Fattibilità.

Durante le attività progettuali dell'intervento di mitigazione del dissesto idrogeologico è risultato chiaro un aspetto fondamentale legato alla definizione degli interventi ed in generale agli aspetti legati alla riapertura del camminamento, e cioè che tutta l'area in esame è in continua evoluzione dal punto di vista geomorfologico e geomeccanico.

A contribuire alla continua evoluzione dello stato dei luoghi sono in primo luogo gli agenti metereologici e marini, rappresentati rispettivamente dalle abbondanti piogge e dall'azione delle mareggiate che frequentemente si abbattono sulle coste della Liguria. A titolo esemplificativo si ricorda la mareggiata del 29 e 30 ottobre 2018 in cui la regione fu devastata da un evento costituito da onde di 10 metri e vento a 180 km/h. Questo rappresenta solo uno degli esempi più recenti ma se ne possono annoverare diversi altri.



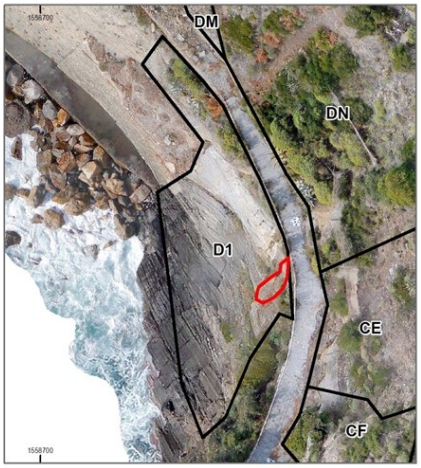
Effetti della mareggiata sul porto di Rapallo



Effetti della mareggiata a Portofino

Gli eventi meteo marini in aggiunta alle specifiche condizioni geologiche determinano continui cambiamenti sia al di sopra del camminamento sia al di sotto dello stesso, come evidenziato nelle sguenti figure.

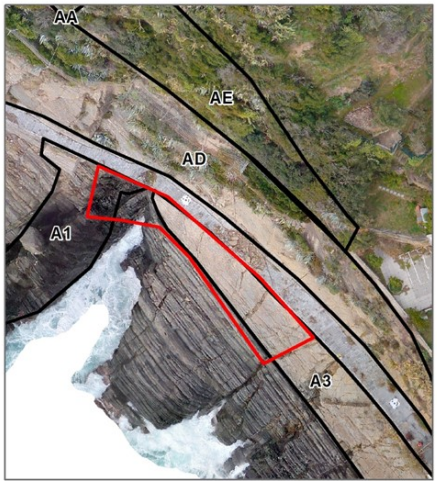
Evoluzione del fenomeno di dissesto interessante il sottovia nell'ambito D1 e nuove evidenze



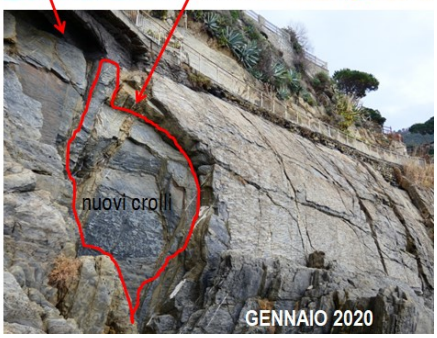




Evoluzione del fenomeno di dissesto interessante il sottovia con ulteriore scavernamento del sottovia nell'ambito A3 e fenomeni di crollo che richiedono interventi integrativi nell'ambito A3







1.2. Interventi di protezione costiera

Particolarmente importante per la stabilità di tutta l'area, sono le condizioni della falesia al di sotto del camminamento in quanto sono quelle maggiormente soggette all'azione dinamica del mare che incessantemente ne determina un rimodellamento.

La scelta progettuale di prolungare la scogliera verso Manarola risulta necessaria in quanto gli scavernamenti oggi presenti, dovuti all'impatto delle onde, potrebbero, in assenza di ulteriori provvedimenti, evolvere sia in numero che in dimensioni a seguito di mareggiate che si manifesteranno in futuro ed oggi non prevedibili, instaurando instabilità globali non gestibili con gli usuali metodi della geomeccanica e di consolidamento in parete.

Nella parte di versante sottostante la Via dell'Amore, possibili dissesti possono quindi risultare tali da compromettere la stabilità del tracciato stesso; a ciò si aggiunge il pericolo di caduta di singoli blocchi verso mare che genererebbe al contempo una perdita parziale del paessaggio che oggi è possibile ammirare.

Si ritiene quindi che l'opera progettata possa contribuire ad accrescere l'aspetto naturalistico dell'area facendo in modo che la messa e sicurezza e la conservazione del bene naturale inficino la perdita di identità e di immagine dello stesso.

Ad integrazione di quanto sopra, si evidenziano i seguenti due aspetti fondamentali alla base delle scelte progettuali afferenti il tratto in oggetto:

- Uniformità delle caratteristiche geologiche della falesia;
- Uniformità di esposizione della falesia alle mareggiate.

Tali aspetti, unitamente ai soppraluoghi condotti, non rendono possibile l'individuazione di tratti di falesia si quali associare un grado di confidenza maggiore, e quindi la realizzazione di un'intervento limitato solo ad alcune porzioni della tratta individuata.

In ragione di quanto sopra esposto, si ritiene quindi necessario il prolugamento della scogliera di protezione della falesia verso Manarola al fine di garantire la stabilità e la sicurezza del percorso pedonale nel tempo.

In tal modo sarà possibile minimizzare il rischio che l'azione erosiva delle mareggiate, che allo stato attuale interessa la zona del masso in aggetto, possa nel breve periodo interessare ulteriori porzioni della falesia rendendo nuovamente inagibile il percorso pedonale della Via dell'Amore nonstante i significativi investimenti propedeutici alla riapertura dello stesso.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO DELLA PROGETTAZIONE

2.1. Stato dei luoghi

La zona nella quale è prevista la realizzazione degli interventi in progetto è posta al piede della falesia, come individuato nell'elaborato grafico *ESEC202100GENEG01R00.*

I fondali sono di natura prevalentemente rocciosa e vanno dalla profondità 0 a -9 m s.l.m.m.

La Via dell'Amore è una strada comunale pedonale situata nel territorio del Comune di Riomaggiore (SP), congiungente i borghi di Riomaggiore e di Manarola, avente sviluppo complessivo di 810 metri a mezza costa a picco sul mare, con un'altezza media di 25-30 metri rispetto al livello medio marino.

Il territorio del Comune di Riomaggiore (SP), così come altri delle Cinque Terre, è stretto tra il Mar Ligure e la ripida catena montuosa che si distacca dall'Appennino presso il monte Zatta e scende in direzione sud-est, facendo da spartiacque tra la Val di Vara e la zona costiera.

Di seguito è riportata la suddivisione in settori operata nel progetto di mitigazione del dissesto idrogeologico a cui si farà riferimento nel presente progetto delle opere di contrasto dell'eorsione marina.

I settori di interesse per il presente progetto sono in particolare quelli denominati "E" e "F", nella parte sottostante il camminamento pedonale.

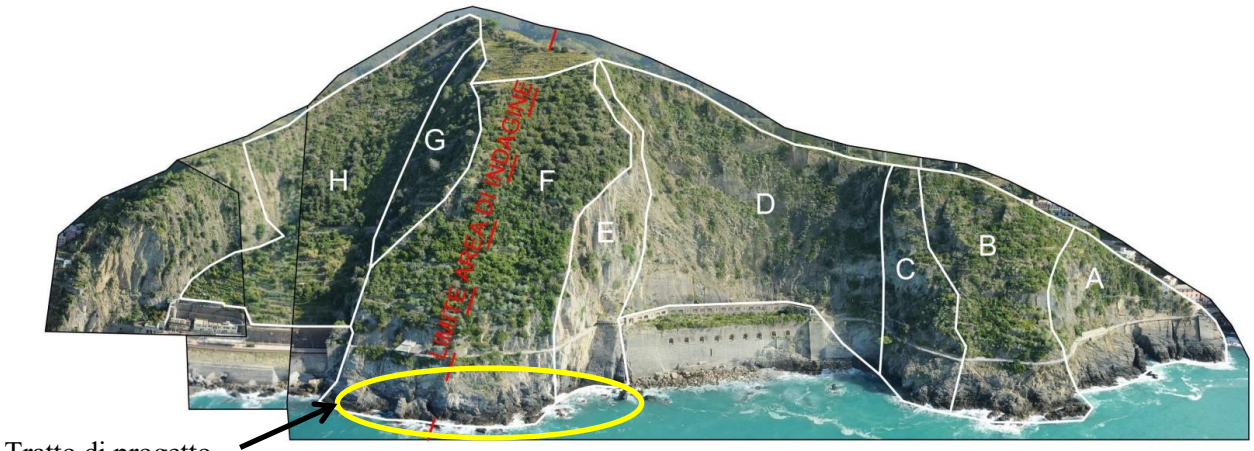


Fig. 1 - Suddivisione generale dei versanti in Settori

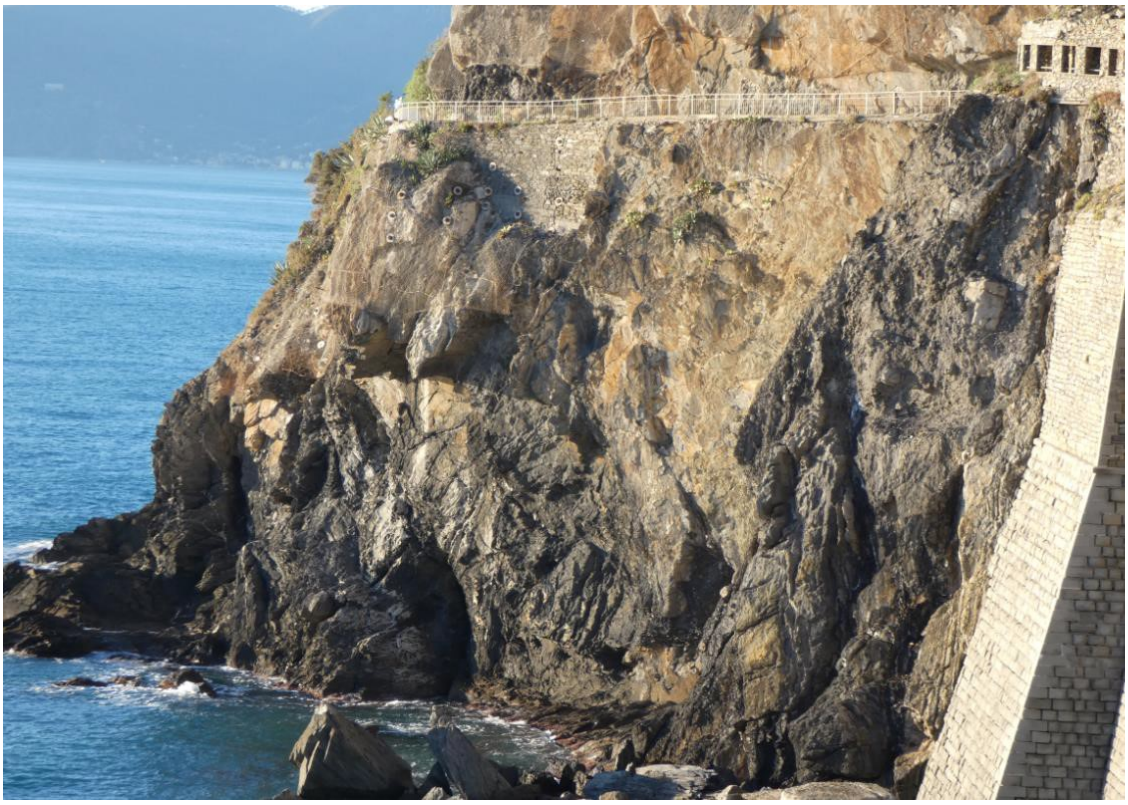


Fig. 2 - Vista della falesia con i blocchi rocciosi in aggetto sotto la Via dell'Amore

2.2. Aspetti geologico-geotecnici

Di seguito sono riassunti i principali aspetti geologici locali di riferimento.

La fascia costiera delle Cinque Terre presenta caratteri paesaggistici di rilevante pregio la cui origine è riconducibile, oltre all'opera dell'uomo, che per secoli ha modellato ad uso agricolo i versanti con i tipici terrazzamenti, anche al contesto geologico di questi luoghi. Infatti, in gran parte di questo territorio, la diffusa presenza di formazioni litoidi, combinata all'azione della tettonica, hanno generato una morfologia ad elevata energia di rilievo che connota, con una valenza ambientale unica, il frastagliato tratto di costa che si estende tra Monterosso e Portovenere.

Qui gli allineamenti montuosi, che si sviluppano parallelamente alla linea costiera sino a conformare il promontorio occidentale del golfo di La Spezia, formano una costa alta che degrada a mare con ripidi pendii, dirupi e falesie. Questa dorsale è incisa trasversalmente da brevi bacini idrografici al cui sbocco in mare sono ubicati i principali borghi marinari che storicamente caratterizzano quest'area classificata dall'UNESCO come Patrimonio dell'Umanità.

A fronte di tale altissima qualità paesaggistica, questo tratto costiero risulta purtroppo aggredito da numerosi focolai di dissesto idrogeologico che trovano origine negli stessi elementi che hanno concorso alla sua valorizzazione e che interagiscono negativamente tra di loro. Infatti, la conformazione morfologica e l'assetto geologico dei luoghi, predispongono i versanti all'azione demolitrice del mare con l'attivazione di importanti fenomenologie gravitative, che vanno dai crolli agli scorrimenti sia di tipo planare che complesso. Inoltre, il progressivo degrado delle opere di terrazzamento, con la conseguente perdita della loro vitale funzione di regimazione idrica, favorisce l'innesco di scorrimenti e colate detritiche in concomitanza di rilevanti eventi meteorici, che purtroppo si manifestano con sempre maggiore frequenza.

Un settore costiero ove i fenomeni gravitativi assumono manifestazioni parossistiche è il tratto di versante che guarda il mare e che si estende tra gli abitati di Manarola e Riomaggiore. I due paesi sono collegati da una viabilità pedonale lunga circa 800 m, nota come *Via dell'Amore,* che corre a mezza costa, parallelamente alla riva, ad un'altezza di 25–30 m s.l.m..

Ad una quota inferiore a quella del tracciato pedonale, talora in condizioni di sovrapposizione planimetrica, si sviluppa, in galleria, la linea ferroviaria Genova - Roma (Galleria Batternara).



Fig. 3 - Vista prospettica da immagine satellitare della costa tra l'abitato di Manarola e quello di Riomaggiore (rid. da Google Earth -Acquisizione del 31/12/2016)

La dinamica gravitativa che si esplica in ampie porzioni di questo tratto di versante, che si eleva dal livello del mare sino alla quota massima di 230 m s.l.m. di Costa Corniolo, determina una continua minaccia al sistema infrastrutturale ferroviario, ed una diretta aggressione al percorso della Via dell'Amore, che costituisce un elemento di richiamo turistico a valenza internazionale, ad oggi interdetta alla fruizione pubblica per i correlati rischi per l'incolumità delle persone.
Questa problematica è esplicitata nel Piano di Assetto Idrogeologico, redatto nel 2013 dall'Autorità di Bacino Regionale Ambito 19 – Cinque Terre, ove lungo tutto il versante di interesse, è rilevata una Suscettività al Dissesto Molto Alta (P4).

Geologia

Il percorso della *Via dell'Amore* si snoda lungo un settore della costa ligure indicato come promontorio occidentale del Golfo di La Spezia che dal punto di vista geologico rappresenta la zona di cerniera di un'importante struttura tettonica a scala regionale, seguibile per almeno 40 km da Carrodano, sulla terraferma, verso sudest fino a largo di Viareggio (Bartole et al., 1991), nota come piega di La Spezia.

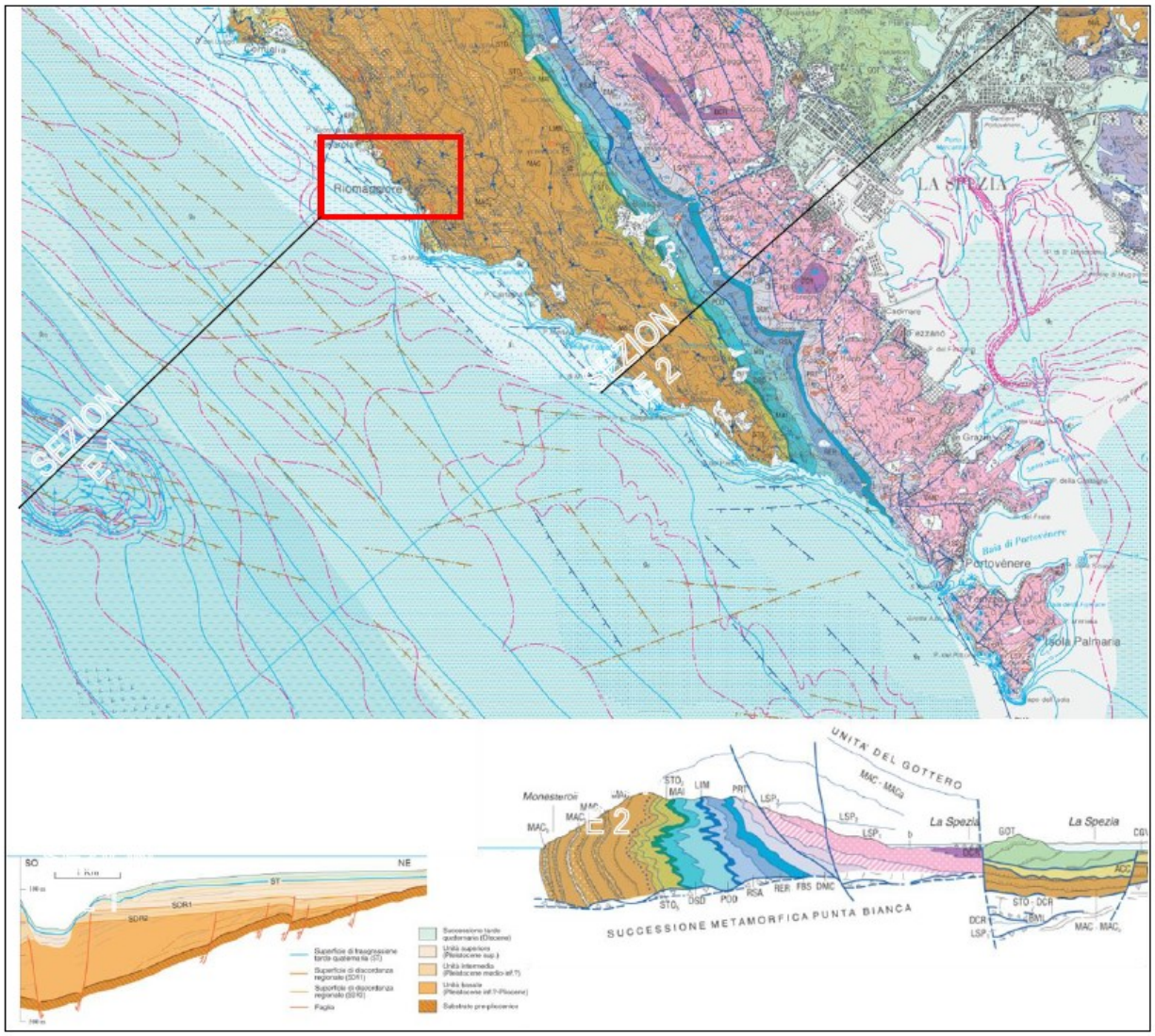


Fig. 4 - Geologia del promontorio occidentale del Golfo di La Spezia tra Isola Palmaria e Corniglia (da Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000, Foglio 248 – La Spezia, ISPRA).

Il riquadro rosso indica la zona di specifico interesse. In questa zona, dal punto di vista geologico, si ha la presenza delle argilliti del Canetolo di medio-basse caratteristiche di resistenza e deformabilità. L'azione del mare ha asportato i depositi calcarei esponendo le formazioni di argilliti, che sono ancora più suscettibili agli effetti erosivi delle mareggiate.

2.3. Aspetti meteomarini

Il paraggio di mare interessato dalla scogliera radente è caratterizzato da un clima meteomarino compiutamente descritto nella relazione di Studio Meteomarino, elaborato ESEC202101STRERE02R00, nella quale vengono individuate le caratteristiche del moto ondoso al largo, la propagazione dal largo verso riva, le caratteristiche dell'onda di progetto nei pressi dell'opera di difesa, i dimensionamenti dell'opera stessa ed a cui si rimanda per approfondimenti.

Il dato principale è che la forzante ondosa di progetto con la quale è stata dimensionata la scogliera radente è caratterizzata dai seguenti valori:

Hs = 6,3 m

Tp = 10,8 s

Tm = 8,0 s

Ove Hs è l'altezza significativa d'onda sull'opera relativa ad un tempo di ritorno Tr = 21,6 anni, Tp è il periodo di picco ondoso relativo all'Hs sopra riportata e Tm è il periodo medio ondoso relativo all'Hs sopra riportata.

Direzione di provenienza degli eventi ondosi dominanti: Libeccio (SO)

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CONTRASTO DELL'EROSIONE MARINA

3.1. Area di intervento

L'area di intervento interessa una superficie pari a circa 3.340 m^2 per un'estensione longitudinale pari a circa 175 m (circa 200 m tenendo conto delle estremità di testata).

3.1. Sottomurazione e riempimento della cavità al disotto del masso in aggetto

Il progetto prevede la realizzazione della sottomurazione del masse in aggetto mediante il riempimento della cavità al disotto del masso stesso con calcestruzzo di elevata qualità. Per generare e favorire un effetto collaborante tra il calestruzzo gettato e la roccia a tergo si prevede altresì l'esecuzione di chiodature in acciaio, dotate di doppia protezione alla corrosione, di lunghezza pari a 25 m.

3.2. Scogliera radente

Il progetto prevede la realizzazione di una scogliera radente a protezione della falesia mediante un'opera a gettata lunga circa 175 m secondo le previsioni contenute negli allegati elaborati grafici (planimetrie e sezioni).

Tale opera a gettata, interamente in massi naturali, è caratterizzata come segue:

- strato filtro/nucleo in massi naturali da 1-3 t (singolo strato di spessore complessivo pari a 0,90 m)
- mantellata in massi naturali da 10-12 t (doppio strato di spessore complessivo pari a 3,20 m) con pendenza dei paramenti pari a 1 su 2,5 e coronamento minimo largo 4,95 m posto a quota +1,70 m s.l.m.m.

La scogliera in progetto è il risultato di una perfetta sintesi tra le esigenze di stabilità della falesia e dell'intervento di sottomurazione e la tutela del paesaggio.

La scolgliera ha difatti andamento sinuoso, articolato in altezza ed in pianta a contornare il piede della predetta falesia naturale. Al fine di minimizzare l'impatto paesaggistico derivante dalla realizzazione dell'opera, soprattutto per gli utenti che percoreranno la Via dell'Amore, la scogliera è stata inoltre progettata in modo da ridurre l'estensione lato mare dell'opera, adottando una tipologia di massi che consente di contenere l'altezza della scogliera e ottimizzando e contendendo il suo sviluppo in funzione della morfologia del fondale.

La scogliera in progetto è stata in particolare dimensionata in ragione dell'obiettivo di utilizzare solo massi naturali di grandezza compatibile con la produzione di cave accessibili onde ridurre al minimo l'impatto paesaggistico dell'opera e conservare l'aspetto originario della falesia.

L'impiego dei massi naturali ha costituito criterio fondante del progetto per le seguenti ragioni:

- la salvaguardia del paesaggio, posto che qualunque masso artificiale, anche solo per la forma, denuncia chiaramente la sua natura;
- il cantiere di costruzione, sia dal punto logistico e di impegno di suolo sia dei tempi di esecuzione dell'opera. Come noto, infatti, la fabbricazione dei massi artificiali che precede la loro posa in opera comporta la disponibilità di superfici facilmente accessibili oltre che del tempo necessario per la formazione degli elementi e la maturazione del calcestruzzo di cui sono formati. Questi tempi tendono ad aumentare quanto meno estesa è la superfice da dedicare alla lavorazione. A questo vanno aggiunti gli impatti correlati sulle componenti aria e rumore procurati dalle emissioni dei mezzi di approvvigionamento, sulla componente suolo per l'impegno di aree, che, ovviamente, ricadono sul sito di produzione;
- il contenimento dei costi di costruzione dell'opera.

Avendo assunto questo criterio, considerato che il tratto di fondale oggetto di intervento è esposto ed eventi meteomarini di forte intensità e, dunque, ad onde di altezza notevole, è stato necessario ricorrere a massi naturali di grandi dimensioni (10 – 12 t), i più grandi disponibili sul mercato. Tale variazione rispetto ai massi naturali da 7 a 12 t adottati nelle versioni progettuali precedenti, ha permesso l'adozione di una quota di coronamento della scogliera (pari a +1,70 m s.l.m.m.) maggiore di quella adottata in precedenza (pari a +0,80 m s.l.m.m.). Tale innalzamento ha permesso quindi di ridurre l'altezza d'onda trasmessa a tergo della scogliera che, da Htr = 2,81 m della versione progettuale precedente (-55%), si riduce a Htr = 2,54 m (-60%). Le sollecitazioni sulla retrostante falesia nella presente versione progettuale aggiornata sono di conseguenza ridotte rispetto a quelle del progetto precedente.

Per approfondimenti si rimanda alla Relazione di Calcolo delle opere marittime, elaborato ESEC202101STRERE01 .

4. RISCONTRO E RECEPIMENTO DELLE PRESCRIZIONI IMPARTITE DAGLI ENTI NEL CORSO DEL PROCESSO ISTRUTTORIO DELLA PROGETTAZIONE

La tabella che segue riporta le prescrizioni impartite dagli Enti nel corso del processo istruttorio della progettazione e indica le relative modalità di recepimento, comprensive, quando necessario, del rimando alla documentazione di progetto modificata/integrata.

	PRESCRIZIONE	RECEPIMENTO
	MITE, Direzione Generale per il Mare e le Coste, Direttore Generale, Nulla osta 0100930 del 21/09/2021	
1	Richiamo generale alla **normativa vincolistica e specifica dell'area marina protetta**.	Il recepimento di questa prescrizione ha comportato la revisione del Capitolato Speciale di Appalto con l'inserimento dell'art. 86.
2	Utilizzo tecniche e metodologie per l'eventuale **ancoraggio dei mezzi impiegati**, che consentano la massima tutela dei fondali, evitando eventuali danneggiamenti o impatti indiretti	Tale prescrizione è stata recepita nell'art. 86 Capitolato Speciale di Appalto appositamente modificato che rappresenta l'obbligo per l'Appaltatore, prima dell'avvio dei lavori, di esplicitare tecniche e metodologie per l'eventuale ancoraggio dei mezzi impiegati.
3	Utilizzo, durante tutte le operazioni, di tecniche atte al **contenimento della torbidità delle acque** che potrebbe derivare dalla sospensione dei sedimenti prodotta dalle operazioni previste dal progetto	Le lavorazioni saranno effettuate delimitando lo specchio acqueo interessato con dispositivi di protezione con panne galleggianti, così come indicato nell'art. 86 Capitolato Speciale di Appalto appositamente modificato.
4	Deve essere eseguito un **monitoraggio dell'evoluzione della situazione ambientale** attraverso attività di controllo degli impatti ambientali significativi, da svolgere ante opera, in corso d'opera e post opera, ai fini di individuare tempestivamente eventuali impatti negativi e porre in essere tutte le misure correttive necessarie	L'evoluzione della situazione ambientale sarà monitorata relativamente alle componenti "biodiversità" e "torbidità delle acque marino costiere". In questa ottica, l'Impresa appaltatrice dei lavori, dovrà predisporre il relativo piano di monitoraggio da condividere con ARPA Liguria, con l'Ente Parco delle Cinque Terre e con il Settore Ecosistema costiero e acque della Regione. Per quanto concerne le bioncenosi in particolare, assumendo il rilievo eseguito in corso di progettazione esecutiva come ante – operam, per il corso d'opera e il post-operam sarà opportuno assumere la stessa metodologia di lavoro. Il post operam dovrà essere realizzato a distanza

	PRESCRIZIONE	RECEPIMENTO
		di 1 e 3 anni dalla conclusione dei lavori. Detto monitoraggio in corso d'opera è a carico dell'impresa. Il monitoraggio post operam sarà garantito in base ad accordi che il Soggetto attuatore o il Commissario perfezioneranno prima del termine dei lavori, non essendo finanziabile con le risorse destinate al ripristino post emergenza dell'O.C.D.P.C. 558/2018. Per il recepimento di tale prescrizione si rimanda all'art. 86 del Capitolato Speciale di Appalto.
	PARCO NAZIONALE DELLE CINQUE TERRE Area Marina Protetta delle Cinque Terre, Parere prot. n, 0010433 del 02/11/2021	
5	a)Considerando gli elaborati prodotti, si evidenza la necessità, in fase autorizzativa, di **specificare meglio la prevista ricolonizzazione** nell'area delle specie di *Spongia sp* e di *Symphodus*, in quanto non appare sufficentemente evidenziata la modalità e le tempistiche della citata previsione di riconolizzazione delle specie minacciate dall'opera e della loro entità rilevata in sito.	Si rimanda al paragrafo §4.1
6	b)Per quanto attiene la fase di cantiere, come già evidenziato negli elaborati, la posa in opera del materiale lapideo comporterà occupazione di fondale associata all'azione di disturbo provocata dall'incremento della torbidità delle acque marine costiere, pertanto, si rappresenta la necessità di **dettagliare tutte le fasi operative**, includendo altresì un **monitoraggio in situ** che dovrà essere svolto alla presenza del personale dell'AMP al fine di scongiurare impatti diretti ed indiretti.	Per la risposta a tale prescrizione si rimanda a quanto già scritto ai punti 3 e 4 che precedono, aggiungendo che l'Impresa appaltatrice dei lavori sarà tenuta a dettagliare tutte le fasi operative (cronoprogramma dei lavori). Per il recepimento di tale prescrizione si rimanda all'art. 86 del Capitolato Speciale di Appalto appositamente inserito.
7	c)Per quanto attiene l'intervento del motopontone, non pare sia sufficientemente evidenziata la **modalità di ancoraggio dell'unità navale** (tempistiche e luoghi), onde evitare la generazione di ulteriori conseguenze sull'ambiente naturale (ad esempio incremento della torbidità ed alterazione dell'habitat).	Per la risposta a tale prescrizione si rimanda a quanto scritto al precedente punto 2 della tabella.
8	Deve essere realizzato un monitoraggio bionaturalistico del tratto di fondale interessato dalla realizzazione della scogliera radente a protezione della falesia che fornisca informazioni di dettaglio sulle biocenosi marine presenti. Tale monitoraggio dovrà essere realizzato sia in corso d'opera sia a distanza di 1 e 3 anni dalla conclusione dell'intervento e secondo modalità tali	Per la risposta a tale prescrizione si rimanda a quanto già scritto al punto 4 della tabella..

	PRESCRIZIONE	RECEPIMENTO
	da permettere il confronto con il rilievo bionaturalistico effettuato in fase progettuale	
	TUTELA DEL PAESAGGIO	
	Fase di cantiere/realizzazione	
9	Sia prevista una particolare ed appropriata cura nella **scelta dei litotipi da utilizzare o riutilizzare per la realizzazione delle scogliere**, che dovranno avere caratteristiche idonee come i calcari, le arenarie e le marne calcaree, che rientrano nelle unità tettoniche di riferimento caratterizzanti la zona stessa, evitando nel modo più assoluto l'utilizzo di tipi litologici che si differenziano per colorazione e struttura quali il marmo bianco di Carrara ecc.; eventuali massi di diversa natura potranno essere utilizzati nel nucleo delle scogliere purché siano similari per colorazione.	Il recepimento di tale prescrizione è riportato nell'art. 86 del Capitolato Speciale di Appalto.
10	Per quanto attiene alla **messa in opera della specifica scogliera** sia prevista il più possibile disomogeneità nella disposizione dei massi per mantenere un'analogia con l'articolazione della falesia esistente; inoltre è da intendersi in modo positivo sotto il profilo paesaggistico l'eventualità di mantenere, laddove in corso d'opera non si dovesse più ritenere strettamente necessaria la realizzazione di un tratto di scogliera, la naturalità e l'immagine della costa rocciosa e frastagliata di eccelsa bellezza che caratterizza l'ambito in questione	Come indicato nell'art. 86 del Capitolato Speciale di Appalto, l'Impresa dovrà porre in opera i massi costituenti la scogliera alla rinfusa.
11	Per quanto attiene alla messa in opera della specifica scogliera è prevista una flessibilità di tipo planimetrica più o meno 100 (cento) cm ed una flessibilità di tipo altimetrica di più o meno 50 (cinquanta) cm	Tale prescrizione non si ritiene ottemperabile ai fini della sicurezza e della stabilità dell'opera
12	Il muro di sottomurazione sia rivestito con lo stesso tipo di pietrame locale e posto in opera a corsi orizzontali in analogia al limitrofo muro di sostegno della ferrovia, con esclusione assoluta dei pannelli prefabbricati o del sistema c.d. alla palladiana	Il rivestimento del muro è stato previsto in pietra locale, a corsi orizzontali.
	RELAZIONE ISTRUTTORIA n. S829 del 27 ottobre 2021	
	Fase a regime	
13	Deve essere realizzato un **monitoraggio bionaturalistico** del tratto di fondale interessato dalla realizzazione della scogliera radente a protezione della falesia che fornisca informazioni di dettaglio sulle biocenosi marine presenti. Tale monitoraggio dovrà essere realizzato sia in corso d'opera sia a distanza di 1 e 3 anni dalla conclusione dell'intervento e secondo modalità tali	Per la risposta a tale prescrizione si rimanda a quanto già riportato al punto 4 della tabella.

	PRESCRIZIONE	RECEPIMENTO
	da permettere il confronto con il rilievo bionaturalistico effettuato in fase progettuale; gli esiti di detti monitoraggi dovranno essere tempestivamente trasmessi al Settore Ecosistema costiero e acque della Regione	
14	Devono essere utilizzate tecniche e metodologie per l'eventuale **ancoraggio dei mezzi impiegati**, che consentano la massima tutela dei fondali, evitando eventuali danneggiamenti o impatti indiretti	Per il recepimento di tale prescrizione si rimanda a quanto già scritto al punto 2 della tabella..
15	Devono essere utilizzate, durante tutte le operazioni, **tecniche atte al contenimento della torbidità delle acque** che potrebbe derivare dalla sospensione dei sedimenti prodotta dalle operazioni previste dal progetto	Per il recepimento di tale prescrizione si rimanda a quanto già scritto al punto 3 della tabella..

4.1. Risposta punto a) della nota dell'Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre - Ricolonizzazione nell'area delle specie di *Spongia sp* e di *Symphodus*

In riferimento alle osservazioni espresse dall'Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre (Prot. 0010433 del 2.11.2021) ed in particolare relativamente al punto "a" si fa presente quanto segue.

La relazione di incidenza relativa all'ambiente marino è stata redatta sulla base di informazioni reperibili dal formulario standard N2000 relativo alla ZSC IT1344270 – Fondali Punta Mesco – Rio Maggiore. Al fine di completare la conoscenza dei luoghi, in data 02 e 03/09/2021, presso l'area di intervento prevista dal progetto oggetto di valutazione, sono stati condotti dei rilevamenti visivi qualitativi in immersione subacquea con Autorespiratori ad Aria (ARA) da parte di due biologi operatori scientifici subacquei. Non sono quindi state realizzate indagini quantitative tali per cui si possa dare una stima dell'entità delle popolazioni di Spongia spp. o Symphodus spp.

Durante le indagini qualitative è stato però possibile escludere la presenza di alcuni habitat segnalati per la ZSC ma non rinvenuti presso l'area di intervento, inoltre è stato possibile escludere la presenza della maggior parte delle specie di interesse naturalistico indicate nel Formulario N2000 ad eccezione del porifero Spongia sp. cfr officinalis (la determinazione della specie andrebbe confermata con analisi di laboratorio) e di alcune specie di pesci del genere Symphodus comuni nell'habitat esplorato alle profondità più superficiali.

Riguardo le tempistiche per la prevista ricolonizzazione dei luoghi nella fase post operam (di esercizio) è possibile fare solo delle stime, sebbene supportate da evidenze scientifiche piuttosto solide.

L'habitat 1170 interessato dall'opera è dominato da un popolamento algale fotofilo piuttosto comune presso tutta la costa ligure ed in particolare presso l'area di intervento ed in quelle immediatamente limitrofe. Non appena l'opera sarà realizzata, sulle superfici dei massi che andranno a costituire la scogliera comincerà la ricolonizzazione da parte delle specie pioniere che avvieranno una successione ecologica che, in assenza di ulteriori e diversi disturbi, porteranno alla formazione di un popolamento analogo a quello rilevato nello stato ante operam nell'arco di pochi anni. Studi sul fouling indicano, infatti, che la colonizzazione di nuovi substrati artificiali richiede 1-1,5 anni in acque marine temperate o temperate-calde e solo dopo questo lasso di tempo l'aggregato o comunità sessile si stabilizza in termini di biomassa e di composizione specifica (ISPRA, 2012). La colonizzazione da parte di macroalghe e di animali sessili delle pareti di strutture artificiali di recente installazione è stato ampiamente studiato in siti marini di un po' tutto il mondo, evidenziando come le prime specie pioniere siano sostituite da altre per giungere ad aggregati floristici e faunistici che sono discretamente simili a quelli presenti su substrati duri naturali (ISPRA, 2012). Per la colonizzazione da parte di specie sessili occorre che le strutture artificiali siano collocate sotto corrente rispetto a popolamenti sessili naturali ed a distanze non oltre i 500-1.000 metri (Airoldi et al., 2005), o anche meno se le strutture sono installate a qualche decina di metri di profondità (Svane e Petersen, 2001). Nel caso in oggetto, quindi, la ricolonizzazione sarà favorita dalla ridotta estensione dell'opera che potrà facilmente raccogliere uova, spore, larve o stoloni provenienti dalle aree limitrofe.

Gli studi sui fenomeni di ricolonizzazione dei Poriferi sembrano indicare la tendenza al ripristino delle condizioni iniziali pur con differenze nella densità e dimensioni degli esemplari (Manconi e Pronzato, 1995). Altri studi testimoniano un incremento della biodiversità dei Poriferi nonostante il cambiamento climatico e le pesanti pressioni di origine antropica a cui sono sottoposte le aree costiere (Costa et al., 2019 e riferimenti bibliografici riportati).

Spongia officinalis è considerata in grado di fronteggiare eventi di mortalità massiva dovuta a fenomeni epidemici, occorsi talvolta in passato, grazie alla elevata capacità rigenerativa dei singoli esemplari (Gaino et al., 1992) tale capacità può essere considerata efficace anche, e forse a maggior ragione, per il recupero delle popolazioni sottoposte ad altri tipi di pressioni come nel caso in discussione per il quale si ipotizza un disturbo di tipo meccanico molto localizzato. Inoltre, un importante ruolo nel ripristino della popolazione di S. officinalis nell'area di intervento (così come quelle di tutte le altre specie), lo potrà giocare l'apporto larvale proveniente dalle aree limitrofe. Per completezza di informazione, sembra opportuno segnalare il caso dello Stagnone di Marsala (TP), oltretutto area lagunare quasi totalmente isolata da apporti larvali provenienti dall'esterno, dove a

seguito della totale scomparsa della specie è stata osservata una completa ricolonizzazione di S. officinalis nell'arco di 5 anni (Rizzello et al., 1997).

Le specie del genere Symphodus, così come gli altri pesci saranno in grado di allontanarsi dall'area di cantiere non appena disturbati per poi riavvicinarsi immediatamente dopo la conclusione dei lavori. Sebbene ci si possa aspettare un periodo di assestamento delle popolazioni di pesci che seguiranno anche l'evoluzione dello stato del benthos soprattutto in relazione alla disponibilità di cibo, si può prevedere la ricolonizzazione dell'area nell'immediato e comunque sicuramente nell'arco del primo anno post operam. La ricolonizzazione sarà favorita anche dalla vicinanza ed il conseguente contributo delle popolazioni presenti nelle immediate vicinanze del sito di intervento. Infatti, la posa di strutture sommerse artificiali è una pratica ampiamente utilizzata proprio per il ripopolamento ittico (ISPRA, 2012) e l'iniziale colonizzazione di strutture artificiali di nuova installazione avviene, in effetti, ad opera di individui provenienti dai popolamenti ittici di circostanti siti rocciosi, cosicché la distanza e la posizione da essi rispetto alle correnti prevalenti influenzano la velocità del processo ed i successivi scambi di individui tra distinti popolamenti ittici (Hueckel e Buckley, 1989; D'Anna et al., 1995; Relini et al., 2007). Per alcune piccole strutture artificiali mediterranee collocate entro o nei pressi di praterie di Posidonia oceanica (L.) Delile la colonizzazione ittica è risultata essere opera di Teleostei tipici di quell'ambiente (es. Labridae, Charbonnel, 1990; Palandri et al., 2006).

In termini generali, considerando la comunità di substrato roccioso nella sua interezza, la tempistica della ricolonizzazione attesa nel sito di intervento può essere desunta anche da quanto accaduto presso la vicina scogliera di protezione in massi artificiali realizzata al piede dell'opera muraria di sostegno della linea ferroviaria La Spezia – Genova, all'altezza della galleria Batternara, dove le indagini di campo eseguite nei giorni 02 e 03/09/2021, sebbene anche in questo caso esclusivamente di carattere qualitativo, non hanno rilevato differenze evidenti rispetto alle aree naturali limitrofe, compreso il sito di intervento.

Per concludere, sulla base di quanto esposto si può ritenere possibile la ricolonizzazione dell'area da parte delle specie minacciate nel medio termine, cioè compreso indicativamente tra 1 e 5 anni post operam, con la ricostituzione di popolamenti analoghi a quelli che inevitabilmente andranno perduti entro 10 anni.

Bibliografia

- Airoldi L., Abbiati M., Beck M.W., Hawkins S.J., Jonsson P.R., Martin D., Moschella P.S., Sundelof A., Thompson R.C., Aberg P. (2005) - An ecological perspectives on the

deployment and design of low-crested coastal defence structures and other coastal defence structures. Coastal Engineering 52: 1073-1087

- Charbonnel E. (1990) - Les peuplements ichthyologiques des récifs artifciels dans le department des Alpes-Maritimes (France). Bulletin Societé Zoologique France 115: 123-136
- Costa G., Bavestrello G., Micaroni V., Pansini M., Strano F., Bertolino M. (2019) - Sponge community variation along the Apulian coasts (Otranto Strait) over a pluridecennial time span. Does water warming drive a sponge diversity increasing in the Mediterranean Sea? Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 99, 1519–1534.
- https://doi.org/10.1017/ S0025315419000651
- D'Anna G., Badalamenti F., Cuttitta A., Pipitone C. (1995) - Fish assemblage analysis of a visual census survey on an artificial reef and on natural areas in the Gulf of Castellammare (NW Sicily). "Proceedings ECOSET '95", Japan International Marine Science and Technology Federation (1), pp. 221-226
- Gaino E., Pronzato R., Corriero G., Buffa P. (1992) – Mortality of commercial sponges: Incidence in two Mediterranean areas. Italian Journal of Zoology, 59:1, 79-85.
- DOI: 10.1080/11250009209386652
- Hueckel G. J., Buckley R.M. (1989) - Predicting fish species on artificial reefs using indicator biota from natural reefs. Bulletin of Marine Science, 44: 873- 880
- ISPRA (2012) – Le strutture sommerse per il ripopolamento ittico e la pesca ("Barriere Artificiali"). Quaderni – Ricerca Marina 3/2012. 114 pp.

5. MODALITA' DI ESECUZIONE DELL'OPERA - CANTIERIZZAZIONE

L'opera, sia per quanto attiene all'intervento di sottomurazione e riempimento della cavità che per quanto riguarda la posa di un opera di massi naturali, risulta di complessa esecuzione in quanto il piede della falesia interessata è irraggiungibile via terra.

La Via dell'Amore è infatti un percorso ciclopedonale molto fragile in alcun modo impiegabile al transito di carichi quali quelli dei camion adibiti al trasporto dei massi.

Per la realizzazione degli interventi sarà pertanto impiegato un pontone auto ad etero propulso, che caricherà il calcestruzzo ed i massi trasportati via camion in una limitrofa banchina portuale.

Il pontone munito di gru a traliccio da 120-150 ton trasferirà i massi fino alla scarpata in lavorazione dove verrà ancorato.

I massi naturali verranno poi posizionati con la gru medesima a formare la prevista scogliera di protezione.

Il lavoro dovrà pertanto tenere conto delle condizioni del mare in quanto non potrà essere eseguito con onde di H superiore ai 0.6-0,8 m s.l.m.m.

6. MANUTENZIONE DELLA SCOGLIERA

Nella presente fase di progettazione esecutiva è stato redatto un piano di manutenzione dell'opera progettata.

Le opere marittime sono normalmente realizzate con materiali e tecnologie semplici che in generale non comportano lavori di manutenzione particolari.

Costi di manutenzione di una certa importanza nascono ove siano presenti problemi ricorrenti di dragaggio o dove le opere di difesa dai flutti, incautamente sottodimensionate, necessitino nel breve periodo il rifiorimento delle scogliere, la ristrutturazione dei muri paraonde o simili.

Per i costi di manutenzione, è previsto un onere annuo pari a meno dell' 1% del costo di realizzazione per le opere marittime (presente caso).

7. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il cronoprogramma dei lavori di realizzazione della scogliera radente sottostante la Via dell'Amore nel Comune di Riomaggiore (SP), suddiviso per macro-fasi di attività omogenee è riportato nel sottostante diagramma di Gantt. Il tempo complessivo previsto per la realizzazione delle opere è pari a 7 mesi.

La data di inizio di tale cronoprogramma coincide con quella di consegna delle aree (a seguito dell'approvazione del progetto esecutivo), mentre la data di chiusura coincide con la consegna agli utenti della diga ripristinata e dichiarata agibile dall'Autorità Marittima preposta.

	TEMPO (MESI)						
Attività previste	1	2	3	4	5	6	7
a) Impianto cantiere							
b) Scogliera radente							
c) Sottomurazione masso							
c) Collaudi							

Cronoprogramma lavori

8. FINANZIAMENTO DELL'INTERVENTO

Il finanziamento dell'intervento in argomento, "Opere di contrasto dell'erosione marina a salvaguardia della durabilità degli interventi di ripristino e mitigazione del rischio idrogeologico finalizzato alla riapertura della strada pedonale denominata Via dell'Amore", di importo pari a € 3.000.000,00, è previsto nel Piano degli investimenti della Regione Liguria, approvato dal Commissario Delegato (o.C.D.P.C. n. 558/2018) con Decreto n. 7 del 29.01.2021, finalizzato alla mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico nonché all'aumento del livello di resilienza su opere idrauliche di terza categoria di competenza della Regione.

9. CONCLUSIONI

L'azione di smantellamento della falesia causata dal moto ondoso incidente al piede della stessa, determina una parte dei fenomeni di dissesto idrogeologico che interessano il percorso pedonale della Via dell'Amore.

A protezione del tratto di falesia in oggetto sono quindi stati individuati e progettato specifici interventi lato mare poiché gli scavernamenti oggi presenti, dovuti all'impatto delle onde, potrebbero, in assenza di ulteriori provvedimenti, evolvere sia in numero che in dimensioni a seguito di mareggiate che si manifesteranno in futuro ed oggi non prevedibili, che potrebbero instaurare instabilità globali non gestibili con gli usuali metodi della geomeccanica e di consolidamento in parete.

In particolare gli interventi in progetto sono costituiti da:

- Realizzazione della sottomurazione e riempimento della cavità al disotto di un masso in aggetto, sottostante il percorso pedonale;
- Realizzazione di una scogliera radente di protezione della falesia e dell'intervento di sottomurazione eseguito, a prosecuzione verso Manarola della scogliera realizzata da RFI alla base della galleria ferroviaria Batternara, fino ad arrivare circa al disotto dell'ex punto di ristoro.