Firmato digitalmente da:

PAOLO NOCE

FSO



Comune di Sori

Cimitero di Sori

interventi di consolidamento idrogeologico della falesia del cimitero di Sori

progetto preliminare ambientale per la verifica di assoggettabilità alla V.I.A.

R1.

relazione tecnica generale

settembre 2023

progettazione

capogruppo
ing. paolo noce

architettura
una2 architetti associati, genova
+
idraulica
ing. paolo noce
+
geologia
dott. geol. andrea robbiano
+
biologia
dott. biol. marzia riminucci
+
archeologia
dott. archeol valentina brodasca

rilievi

Ing. Alessandro Scannapieco

credits

Comune di Sori

interventi di consolidamento idrogeologico della falesia del cimitero di Sori

settembre 2023

progettazione

capogruppo
idraulica
Ing. Paolo Noce
Via Antonio Cecchi 9/15B – 16129 Genova (GE)
329.9273739 – ing.paolonoce@gmail.com

architettura
una2 architetti associati,
vico delle mele 6/3
16123 genova
t +39 010 254 32 10
f +39 010 254 31 38
info@una2.net
Arch. Paola Arbocò
348.8506190 –
paola@una2.net

geologia
Dott. geol. Andrea Robbiano
Via Nino Bixio 22D/4 – 16043 Chiavari (GE)
347.1483058 – geotecam@libero.it

biologia
Dott. biol. Marzia Riminucci
Via D. Oliva 37A/13B – 16153 Genova (GE)
393.2701975 – pettinaririminucci@gmail.com

archeologia
Dott. archeol. Valentina Brodasca
Via Borgo degli Incrociati 3/7 – 16137 Genova (GE)
349.3101063 – vbrodasca@gmail.com

rilievi
Ing. Alessandro Scannapieco
Via Camillo Sbarbaro 10/1 – 16038 S. Margherita L. (GE)
338.2217202 – info@flyview.it

INDICE

1 PREMESSA. 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO. 1

3 ATTIVITA' DI STUDIO PREGRESSE. 4

4 INTERVENTI REALIZZATI NEL PRIMO LOTTO (2006). 6

5 INTERVENTI PREVISTI NEL SECONDO LOTTO 6

5.1. SVILUPPO DELLA FASE PROGETTUALE E VALUTAZIONI IN MERITO 7

Il contesto locale. 7

Genesi delle scelte progettuali 10

5.2. SETTORE 2 11

Criticità riscontrate. 11

Verifiche, sfalcio vegetazione e disgaggi. 12

Monitoraggi della falesia e delle strutture. 13

Barriera frangiflutti alla base. 13

5.3. SETTORE 3 14

Criticità rilevate. 14

Monitoraggio in atto. 16

La scelta progettuale. 17

Commenti alla soluzione prevista. 20

Tagli selettivi, disgaggi e protezioni con reti 21

Struttura di imbasamento al piede 21

Esecuzione dei pilastri contrafforti. 22

Costruzione della corona superiore 22

Elementi architettonici interferenti 23

5.4. SETTORE 4 24

Criticità osservate. 24

Interventi previsti 26

6 CONCLUSIONI 26

1 PREMESSA.

La presente relazione tecnica accompagna il progetto preliminare relativo all'INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO IDROGEOLOGICO DELLA FALESIA DEL CIMITERO DI SORI, sviluppato in particolare al fine di attivare il procedimento di verifica di assoggettabilità alla V.I.A.

Il promontorio su cui sorge il Cimitero comunale di Sori, al confine occidentale del territorio comunale, si protende in mare in direzione sud con un importante falesia di roccia calcarea di altezza pari a circa 30 metri, che – molto esposta all'azione degli agenti atmosferici e all'azione del moto ondoso – presenta significativi elementi di criticità.

Per tale motivo l'Amministrazione Comunale di Sori ha da tempo posto particolare attenzione al sito, eseguendo diversi interventi di difesa al piede (scogliere emerse e barriere soffolte dissipative), opere di consolidamento in quota (palificazioni), regimazione delle acque superficiali, manutenzioni del verde, protezioni dei fronti con reti metalliche e monitoraggi delle strutture.

Si sono incaricati nel tempo diversi tecnici che hanno effettuato rilievi e effettuato osservazioni del fronte roccioso, fornendo, quasi unanimemente, pareri su uno stato di rischio significativo, soprattutto di alcuni settori.

L'Amministrazione Comunale ha quindi recentemente riunito un gruppo di professionisti, specializzati in diverse discipline e con esperienza pregressa sul sito in oggetto, chiedendo loro di sviluppare un progetto preliminare finalizzato alla messa in sicurezza della falesia con attenzione a tutti i fattori critici, sia agli aspetti di stabilità del fronte roccioso, sia a quelli di difesa dall'azione del moto ondoso, nel rispetto della qualità ambientale e paesaggistica del sito.

Scopo del lavoro è quello di presentare un progetto unitario che permetta di avviare la procedura di verifica di assoggettabilità alla V.I.A.: l'intervento infatti si colloca in ambito marittimo, in gran parte in fascia demaniale, in zona tutelata dal punto di vista paesaggistico con emergenze naturalistiche, ambientali, storiche e architettoniche di notevole interesse.

La presente relazione tecnica illustra lo stato di fatto del sito, evidenziandone le maggiori criticità e rimandando ai vari contributi specialistici per gli approfondimenti di ogni settore; vengono inoltre riportate in maniera sintetica le attività di studio pregresse e gli interventi realizzati nel recente passato sull'ambito in oggetto; si riporta la sintesi delle indagini eseguite nel corso dell'approfondito esame del comparto, eseguito dal gruppo di progettazione, composto da professionisti con competenze su geologia, geotecnica, architettura, ingegneria marittima, biologia marina, archeologia.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.

Il promontorio roccioso su cui sorge il Cimitero Comunale di Sori si protende in mare al limite occidentale della spiaggia centrale del paese. Esso costituisce quindi un punto di relativo aggetto rispetto alla linea di costa, che si offre alle azioni dinamiche ed erosive del moto ondoso, delle correnti e degli agenti atmosferici.

Dal punto di vista geografico l'area è cartografata nella Carta Tecnica Regionale nell'Elemento n. 231023 - Sori.

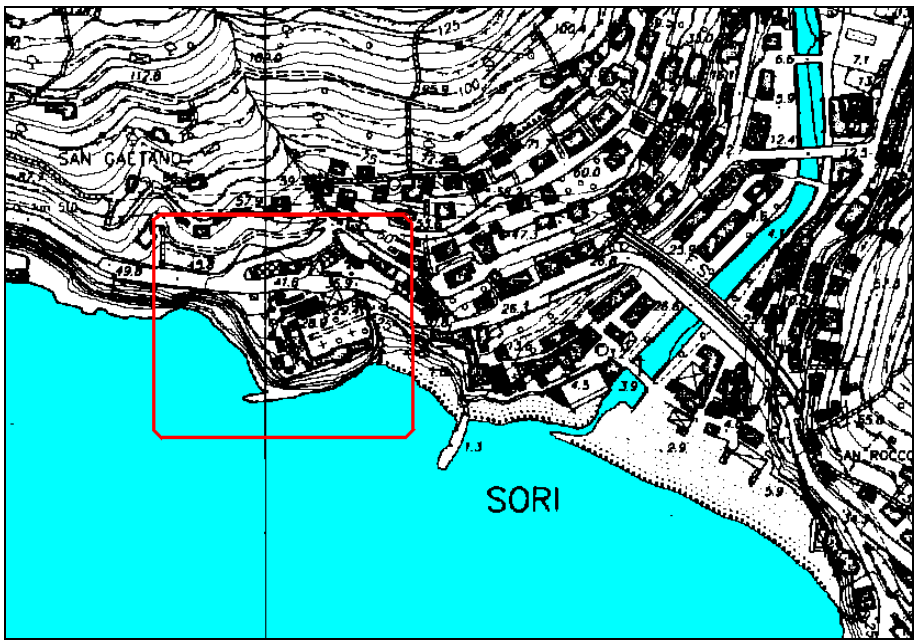


FIGURA n. 1 - *Localizzazione geografica del paraggio.*

Nella figura seguente si rileva in maniera evidente la morfologia della falesia rocciosa di natura calcarea su cui sorge il complesso del Cimitero.



FIGURA n. 2 – *Foto aerea del tratto di costa interessato dall'intervento.*

L'area si trova in adiacenza al Demanio Marittimo e l'intero sviluppo della falesia rocciosa su cui sorge il Cimitero comunale ricade all'interno della Dividente demaniale e come tale è complessivamente area pubblica. Il sedime su cui è sorto il Cimitero è area di proprietà comunale (Fg. 25 Mapp. D-E), anche se alcune cappelle private hanno concessioni perenni.



FIGURA n. 3 – *Ortofoto del Cimitero con sovrapposizione dei confini catastali e della dividente demaniale.*

Il sito è vincolato dal punto di vista paesaggistico (D.M. del 28.01.1949 n. 29, che comprende la fascia costiera nei Comuni Bogliasco, Pieve Ligure e Sori e che sancisce il "notevole interesse pubblico della fascia costiera del Comune di Sori"), da quello architettonico (il complesso cimiteriale ha un vincolo puntuale ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 42/2004) e presenta notevoli qualità ambientali (in prossimità della rocca del cimitero, a breve distanza, è segnalato un SIC marino (IT1332575 Fondali Nervi-Sori).

Le carte del Piano di Bacino Ambito 14 hanno segnalato l'area come soggetta a suscettività al dissesto elevata (Pg3) e rischio geomorfologico molto elevato (Rg4).



FIGURA n. 4 – *Carta del rischio geomorfologico, estratta dal Piano di Bacino Ambito 14.*

La zona di interesse è costituita da un antico terrazzo di spianamento marino, rappresentante la propaggine sud-orientale di un corpo geomorfologico complesso, denominato *D.G.P.V. di San Gaetano*, delimitato a sud e a ovest da una falesia rocciosa di altezza pluridecametrica e verso oriente da un corso d'acqua denominato Rio Bossoleto o del Camposanto. Procedendo ulteriormente verso levante, alla base della passeggiata denominata *Marinai d'Italia*, si individua una spiaggia di estensione molto ristretta, separata dalla spiaggia principale di Sori da un piccolo molo, soggetta ad intensa azione erosiva da parte del moto ondoso che ne ha determinato la quasi totale scomparsa.

Questo settore di territorio risulta condizionato dalla sovraimposta azione antropica con un intenso rimaneggiamento dovuto, in particolare, alla realizzazione della ex-SS1 *Aurelia*, della linea ferroviaria Genova-Pisa (che in questa porzione di territorio scorre in galleria), del cimitero del capoluogo e di numerosi edifici sparsi all'intorno, con le loro aree verdi pertinenziali, presenti lungo le diffuse vie di comunicazione pedonali e carrabili, oltre che la sistemazione a terrazzamenti presidiati da muri in pietra a secco, che hanno profondamente modificato l'originale assetto geomorfologico-vegetazionale del comparto.

Il tratto di costa alta compreso tra il margine orientale del cimitero e la località *Castello Cirla* verso ovest è caratterizzato da importanti situazioni di instabilità diffusa e da una serie di indicatori geomorfologici che confermano l'elevata suscettività al dissesto del comparto. Infatti, l'intero versante è storicamente interessato da frane, verificatesi almeno sei volte negli ultimi 100 anni. L'A.N.A.S. ha già realizzato una serie di opere di contenimento dirette prevalentemente alla protezione della strada e del transito veicolare, mediante la costruzione di contrafforti in c.a. di notevole larghezza e altezza a levante e con un consolidamento murario in c.a. di grandi dimensioni nella porzione di ponente.

Per tutti questi motivi e in ragione dell'elevato valore storico, architettonico, ambientale e paesaggistico del sito si è posta particolare attenzione nella elaborazione di un progetto che si pone l'obiettivo di salvaguardare l'intero comparto, che presenta oggettive vulnerabilità.

3 ATTIVITA' DI STUDIO PREGRESSE.

Il Comune di Sori, già nel **luglio 1986**, commissionò un incarico allo studio associato geoSARC di Genova ([1]) per l'analisi dello stato della falesia del Cimitero con particolare riguardo alle criticità osservate.

Nell'**ottobre 2005** lo scrivente, insieme allo studio geoSARC, furono incaricati di procedere alla redazione del progetto definitivo ed esecutivo e delle successive fasi direzionali attuative di alcuni interventi relativi alla messa in sicurezza della falesia del Cimitero, individuato come un primo lotto funzionale.

Nell'ambito di quell'incarico si ebbe modo di mettere a confronto i dati rilevati nell'estate del 1986 con quelli di 20 anni dopo: i risultanti evidenziarono uno stato di criticità notevolmente evoluto in senso peggiorativo e indussero l'Amministrazione Comunale a mettere in atto interventi concreti per mitigare il rischio geomorfologico e idrogeologico. Nel 2005 infatti il Comune potè contare su un finanziamento della Regione Liguria finalizzato alla difesa della costa, a cui aggiunse un proprio contributo, che permise di eseguire interventi di un primo lotto nel 2006.

[1] Rel. geoSARC CD 197/1 del 07/86.

Nel **luglio 2009** si presentò al Comune di Sori un piano di interventi per la riqualificazione del fronte mare di Sori: tra gli interventi proposti uno riguardava la messa in sicurezza della rocca del Cimitero, con interventi concentrati soprattutto sulla difesa a mare.

Nel **novembre 2018**, a seguito delle eccezionali mareggiate che si abbatterono sull'arco ligure (29-30 ottobre 2018) la Protezione Civile regionale conferì altri sostegni finanziari ai Comune costieri: Sori impiegò il contributo per eseguire una scogliera sommersa in massi naturali, posizionata tra la punta del promontorio del Cimitero e il moletto a levante; tale opera fu eseguita nel 2020 su progetto della soc. ITEC Engineering di Genova.

Nel **febbraio 2022** infine lo scrivente presentò al Comune di Sori un Piano di fattibilità tecnico economica nel quale si fornì un quadro completo delle maggiori criticità della falesia del Cimitero, suddividendo il comparto in 4 settori:

settore 1, che riguarda la parete rivolta a sud nella sua parte più orientale, a sua volta suddiviso in due sottozone, una superiore e una inferiore;

settore 2, che si sviluppa sulla medesima parete meridionale, nella sua parte più occidentale;

settore 3, costituito dal capo roccioso del promontorio, che unisce la parete sud con la parete sud-ovest;

settore 4, che riguarda la parete rivolta a ponente (sud-ovest).

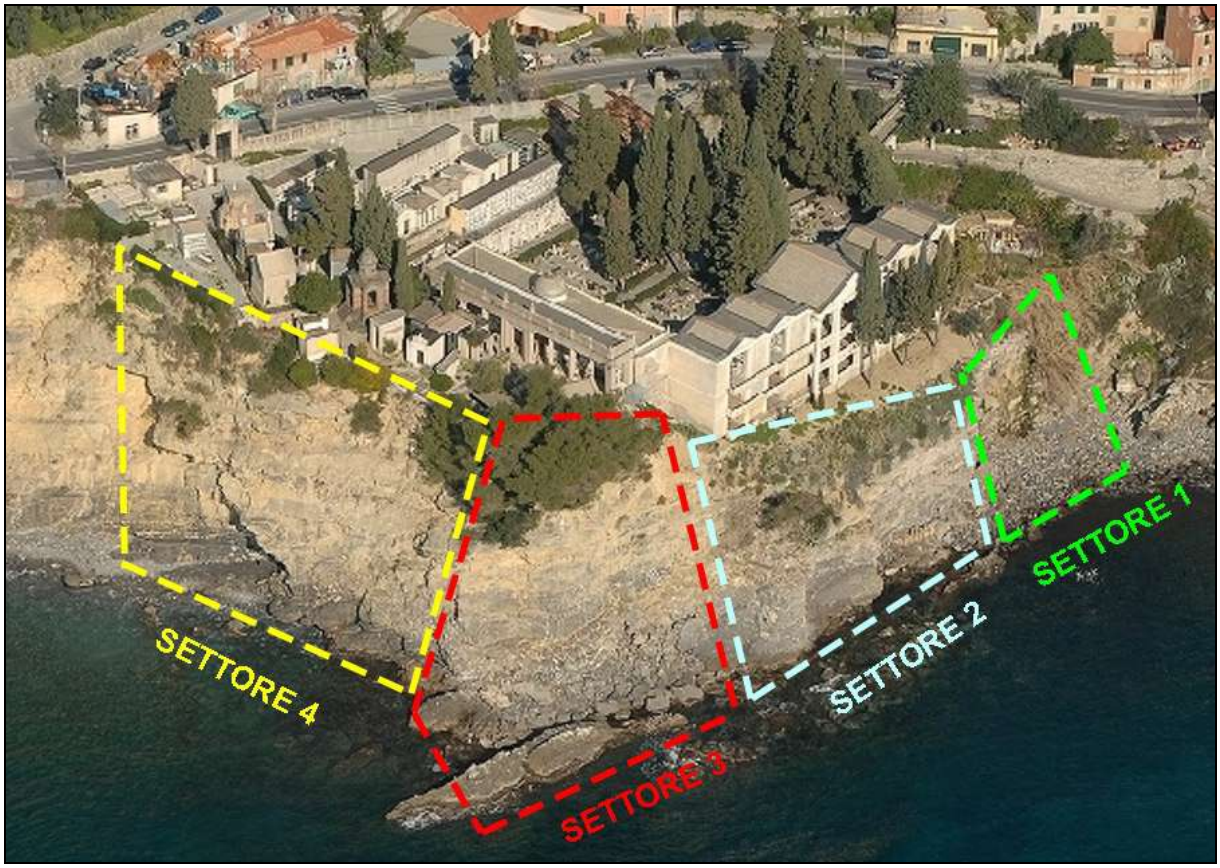


FIGURA n. 5 – *Settori di indagine individuati sula falesia del Cimitero.*

Dalle analisi effettuate risultò evidente che il settore fosse il settore 3, corrispondente alla parte più avanzata del promontorio, con notevoli problemi di stabilità dei fronti rocciosi, rilevanti fratture e fessurazioni nell'ammasso lapideo, aggetti e strapiombi, che rendono necessari e urgenti interventi di consolidamento; oltre a ciò sono presenti significativi fenomeni di sgrottamento al piede della falesia, che possono mette in crisi le porzioni rocciose sovrastanti.

Il Comune di Sori pertanto presentò una richiesta di finanziamento al Ministero per poter sviluppare un progetto di livello più avanzato, specificatamente su questo settore. In attesa di sviluppare tale impegnativo progetto si ritenne opportuno acquisire una autorizzazione ambientale sull'intero ambito, presentando un progetto preliminare alla Regione Liguria e sottoponendo tale iniziativa alla verifica di assoggettabilità alla V.I.A.

Il presente elaborato correda appunto tale richiesta.

4 INTERVENTI REALIZZATI NEL PRIMO LOTTO (2006).

Il primo lotto è stato progettato nella primavera del 2006, approvato in Conferenza dei Servizi con Decreto Dirigenziale Regionale n. 3853 in data 14.12.2006 e successivamente affidato ed eseguito con certificato di ultimazione e di corretta esecuzione datato 28 settembre 2008.

Le opere eseguite nel primo lotto riguardavano il settore 1 sopra citato, con riferimento ad alcune criticità ritenute prioritarie e urgenti, valutate sulla base della disponibilità finanziaria della Amministrazione locale e del rischio per la pubblica incolumità e per le strutture del complesso cimiteriale.

Preme sottolineare che la scelta di operare con il primo lotto funzionale sul settore 1 è stata presentata, discussa e concordata con gli Amministratori locali.

Le linee di intervento privilegiate in questa prima fase erano pertanto:

a) la riorganizzazione e disciplina dei deflussi idrici superficiali e sub-superficiali al fine di ridurre i fenomeni di infiltrazione in profondità delle acque di provenienza meteorica e i processi di dilavamento ed erosione superficiale verso e sulla parete della falesia;

b) il consolidamento e il sostegno strutturale degli strati rocciosi più aggettanti della falesia, in evidente stato di instabilità precaria, che costituiscono un grave pericolo per la salvaguardia del complesso monumentale.

Per realizzare il primo scopo (a) si è realizzata una rete di drenaggio superficiale e sub-corticale che garantisse la raccolta delle acque sui piazzali e sulle aree pavimentate del Cimitero: si sono realizzate nuove cunette, canali grigliati, trincee drenanti e condotte di raccolta convogliate interamente nel vicino rio del Camposanto; in questo modo si è molto ridotta la filtrazione idrica proveniente da afflussi meteorici nell'ammasso roccioso sottostante.

Il secondo punto (b) è stato concretizzato mediante la costruzione di sostegni strutturali dal basso (contrafforti e scogliere) e palificazioni di cucitura dall'alto del fronte roccioso. Sono stati inoltre eseguiti disgaggi di parti pericolanti e messa in opera di reti antierosione sui cigli più esposti, oltre a potature e tagli selettivi di piante aggettanti.

5 INTERVENTI PREVISTI NEL SECONDO LOTTO

Nel primo lotto si era lavorato soprattutto sul settore 1, che riguarda la parte più orientale del prospetto sud: si ritiene che il progetto realizzato abbia raggiunto un buon grado di sistemazione definitiva, costituendo di per sé un lotto funzionale.

Si aggiunga che nel 2020 è stata realizzata un'importante opera di difesa a mare, nello specchio acqueo antistante il promontorio del Cimitero, che ha permesso di garantire un'ulteriore efficace protezione della falesia, costituendo un elemento di forte dissipazione del moto ondoso incidente.

Nel secondo lotto si intende operare, come già visto, sui settori 2-3-4. Di seguito vengono descritti gli interventi progettati in relazione alle criticità riscontrate, per le quali si rimanda anche alle relazioni specialistiche: in particolare la relazione sui rilievi topografici (R2), la relazione geologica (R3) e la relazione idraulica marittima (R4).

5.1. SVILUPPO DELLA FASE PROGETTUALE E VALUTAZIONI IN MERITO

Si ritiene utile esporre, pur in maniera sintetica, la genesi del progetto preliminare che viene presentato, evidenziandone i vari passaggi e lo sviluppo dello stesso, sino alla definizione di una scelta e di una soluzione che ha comportato un impegnativo lavoro di equipe del gruppo di professionisti incaricati, che si è sempre confrontato con l'Amministrazione committente e gli Enti locali.

Il contesto locale.

Il territorio oggetto di studio è affacciato sul mare del Golfo Paradiso, lungo la via Aurelia fra Recco a levante e Pieve Ligure a ponente.

La costa si presenta prevalentemente rocciosa, tranne che di fronte all'abitato, ove si apre un ampio arenile di sabbia e ghiaia. Il promontorio roccioso su cui sorge il Cimitero Comunale si protende in mare al limite occidentale della spiaggia centrale del paese. Esso costituisce quindi un punto di aggetto rispetto alla linea di costa, offrendosi in tal modo alle azioni dinamiche ed erosive del moto ondoso, delle correnti e degli agenti atmosferici.



FIGURA n. 6 – *Una mareggiata di rilevante intensità si abbatte sul litorale di Sori.*

L'analisi ha preso avvio dallo studio del costruito immediatamente a ridosso della falesia e dal mare traguardando la costa.

L'antico borgo di Sori si apre sul mare verso ponente arroccandosi sulla falesia: dalle foto di archivio risulta evidente come i fabbricati e i manufatti si sporgessero lungo costa in un continuo tra le rocce, a rivendicare l'affaccio privilegiato sul mare.



FIGURA n. 7 – *Foto storiche del tratto di costa a ponente, sotto la Chiesa di Sant'Erasmo.*

Negli anni, la necessità di rendere fruibile anche la porzione di territorio a ponente, quella che oggi porta al Cimitero del paese, ha determinato un ridisegno del piede di quel borgo così affascinante.

La realizzazione della passeggiata ha permesso infatti di usufruire di un settore fino ad allora irraggiungibile, tramite la costruzione di una struttura importante dal punto di vista volumetrico che ne ha cambiato la fisionomia; oggi si può affermare che l'intervento abbia modificato l'ambiente, allo scopo di adattarlo alle esigenze antropiche. Nell'immaginario quotidiano, invece, il borgo antico è quello che si vede oggi, con la passeggiata, la piscina, la piazzetta con la fontana.



FIGURA n. 8 – *Il tratto di litorale di ponente come si presenta oggi.*

Entrando nel dettaglio degli elementi architettonici che caratterizzano la passeggiata sopra descritta, risultano ben evidenti elementi ad arco sotto l'impalcato della passeggiata che alleggeriscono il muro di contenimento: tale immagine si ritrova anche percorrendo da mare la costa in altri punti. In particolare nelle opere di difesa a mare, alcuni esempi che si riportano sotto, evidenziano come elementi architettonici plasmati sulla roccia permettano di usufruire di porzioni e spazi altrimenti irraggiungibili.




FIGURA n. 9 – *Manufatti lungo la costa, realizzati a sostegno di strutture, con opere aderenti alleggerite da archi.*

La necessità di protezione della falesia, unita alla necessità di acquisire spazi, ha portato alla realizzazione di manufatti che, malgrado l'imponenza, nel tempo si adattano al contesto, diventano elementi caratterizzanti, di contemplazione o di godimento del paesaggio, fino a trasformarsi in gioco di sovrapposizioni, come nell'immagine sotto riportata.



FIGURA n. 10 – *Esempio di struttura di consolidamento in aderenza alla falesia.*

A queste suggestioni si affianca il tema delle opere di difesa a mare costruite nel dopoguerra: sono sistemi di dimensioni ragguardevoli e in cemento armato, necessari a sostenere porzioni di falesia in situazioni di criticità rilevante. Questi elementi, fortemente impattanti, sia per dimensione sia per geometria e tipologia costruttiva, si stagliano prepotentemente sul paesaggio, preso atto che l'antropizzazione sviluppata nei passati decenni sia ineluttabile e per questo ritenuta accettabile e compatibile con il contesto.

Di seguito si riportano le strutture di sostegno della S.S. 1 Aurelia, realizzate nel territorio di Pieve Ligure a brevissima distanza dal sito di intervento.





FIGURA n. 11 – *Strutture di consolidamento della falesia per messa in sicurezza della infrastruttura stradale.*

In questa fase, tenuto conto del fatto che la falesia dove sorge il cimitero di Sori è fortemente instabile, si ritiene che le opere di difesa e consolidamento siano assolutamente necessarie e urgenti, fatta salva la necessità di intervenire lungo la skyline della costa, minimizzando gli impatti ambientali e paesaggistici che ne derivano.

Genesi delle scelte progettuali

All'analisi sul costruito si è contrapposta una suggestione che pare ardita, che appartiene al regno animale quindi al mondo naturale: il polpo.

Il polpo è un mollusco cefalopode della stessa famiglia di seppie e calamari, (dal greco polýs, "molto", e pòus, "piede", quindi "dai molti piedi"), presenta un mantello muscoloso e a forma rotonda, generalmente di colore grigio. Una sua caratteristica peculiare, a proposito della tonalità,

è che, in natura, può assumere il colore del luogo in cui si trova, si mimetizza con i fondali marini bassi e rocciosi dove vive.



FIGURA n. 12 – *Il polpo che aderisce allo scoglio e, per analogia, lo schizzo embrionale del progetto.*

Tali caratteristiche hanno stimolato il disegno del contrafforte, che a questo punto si ammette come l'elemento caratterizzante il progetto: infatti, dallo studio delle problematiche della falesia si è arrivati a definire un elemento che sorregga e avvolga tutta quella porzione di costa in dissesto.

Si tratta di una struttura di consolidamento in c.a., di forma discontinua e con sviluppo ad arco, costituita da pilastri in elevazione e una corona sommitale di placcaggio, complessivamente piuttosto simile agli altri manufatti costruiti in passato lungo questo tratto di costa rocciosa, caratterizzato da importanti fenomeni di instabilità. L'immagine del polpo aiuta ad attualizzare e forse contestualizzare questo contrafforte: un elemento che si ritiene appartenere al paesaggio, sia nelle forme espresse come elementi puntuali e mimetizzati nella costa sia nei poderosi contrafforti di natura ingegneristica del dopoguerra.

L'elemento proposto, come meglio esplicitato negli elaborati di progetto preliminare, asseconda con le dimensioni in pianta e in alzato le caratteristiche funzionali dell'oggetto, ma propone un disegno organico che evoca i tentacoli del polpo che abbracciano la roccia, mimetizzandosi.

In conclusione si può provare ad immaginare che il contrafforte, ineluttabile viste le condizioni della falesia, (assieme a tutti gli interventi puntuali illustrati nelle relazioni specialistiche), possa adattarsi al contesto, e, come le opere sopra descritte, diventi elemento del paesaggio e in futuro un eventuale elemento di raccordo tra la passeggiata e il Cimitero diventando potenzialmente un punto di belvedere o un luogo contemplativo.

L'intervento antropico non può essere demonizzato e combattuto, ma deve essere analizzato, contestualizzato e radicato nell'ambiente che lo accoglie, secondo quel processo complesso che costituisce il disegno architettonico e la progettazione in generale.

5.2. SETTORE 2

<u>Criticità riscontrate.</u>

Su tale settore sono risultati evidenti recenti e continui crolli di prismi rocciosi e l'apertura di fratture di dimensioni anche pluri-centimetriche nelle bancate, accentuate dal progressivo crollo di elementi nella parte basale e dall'azione esercitata degli apparati radicali delle alberature presenti in sommità. Alla base della falesia si sono osservate diversi fenomeni di erosione localizzata con

formazione di sgrottamenti e cavità nella fascia del solco di battente (circa 1,0-1,5 m dal livello di medio mare).



FIGURA n. 13 – *Settore 2 della falesia (prospetto sud-est).*



FIGURA n. 14 –*Particolare della parte inferire della falesia nel settore 2, interessata da evidenti erosioni.*

Verifiche, sfalcio vegetazione e disgaggi.

Occorrerà quindi anzitutto effettuare una attenta verifica delle parti di roccia instabili sull'intero prospetto, provvedendo al disgaggio dei blocchi disarticolati e/o alla cucitura tramite chiodature delle fratturazioni. E' inoltre necessario verificare ed eventualmente riparare o estendere le reti metalliche di contenimento presenti nella fascia sommitale, poste in opera con lo scopo di trattenere la caduta di elementi lapidei di dimensioni decimetriche.

Monitoraggi della falesia e delle strutture

Su una porzione di tale settore sono stati posti recentemente strumenti di monitoraggio in parete (fessurimetri), con lettura in remoto. E' opportuno verificare l'andamento di tali letture anche in funzione dei cicli di temperatura. Un fessurimetro, in particolare, è stato posto sulla parete rocciosa in prossimità dell'estremo sud-est; sulla struttura del fabbricato monumentale sono stati posti in opera alcuni clinometri. Il sistema è alimentato da pannelli fotovoltaici.



FIGURA n. 15 – *Fessurimetro F1, posizionato in modo da misurare la distanza tra le teste dei due chiodi o delle due piastre nel settore sud-orientale della falesia del Cimitero.*

Barriera frangiflutti alla base.

Alla base della falesia, in proseguimento di quanto già iniziato nel primo lotto, è prevista la costruzione di una scogliera frangiflutti radente, che sfrutti in parte gli scogli semi-sommersi e emergenti e protegga dall'azione dinamica dei marosi.

Prima della realizzazione della berma frangiflutti, come spiegato nella relazione idraulica marittima (doc. R4), occorre sistemare alcuni sgrottamenti e anfratti, che si sono creati alla base della scogliera, intasandoli con massi e getti di calcestruzzo.

La scogliera su questo fronte è molto esposta ai mari di libeccio e mezzogiorno e necessita di una struttura composta da massi ciclopici di IV categoria, disposti su doppio strato con scarpa inclinata di circa 34° su fronte esterno. I massi dovranno essere di forma irregolare e saranno posizionati con una buona percentuale di vuoti, per garantire una ottimale dissipazione del fronte d'onda.

La berma frangiflutti si estenderà per circa 90-100 metri lungo tutto il piede della falesia. Avrà forma trapezia con sommità a circa +3,00 m s.l.m. e larghezza in testa variabile tra 3 e 5 metri.

La realizzazione di tale opera avverrà con mezzi marittimi (pontoni), che provvederanno dapprima alla movimentazione e al salpamento dei massi esistenti e all'intasamento degli sgrottamenti più profondi e successivamente al trasporto dei massi ciclopici e al loro posizionamento tramite gru con grappo.

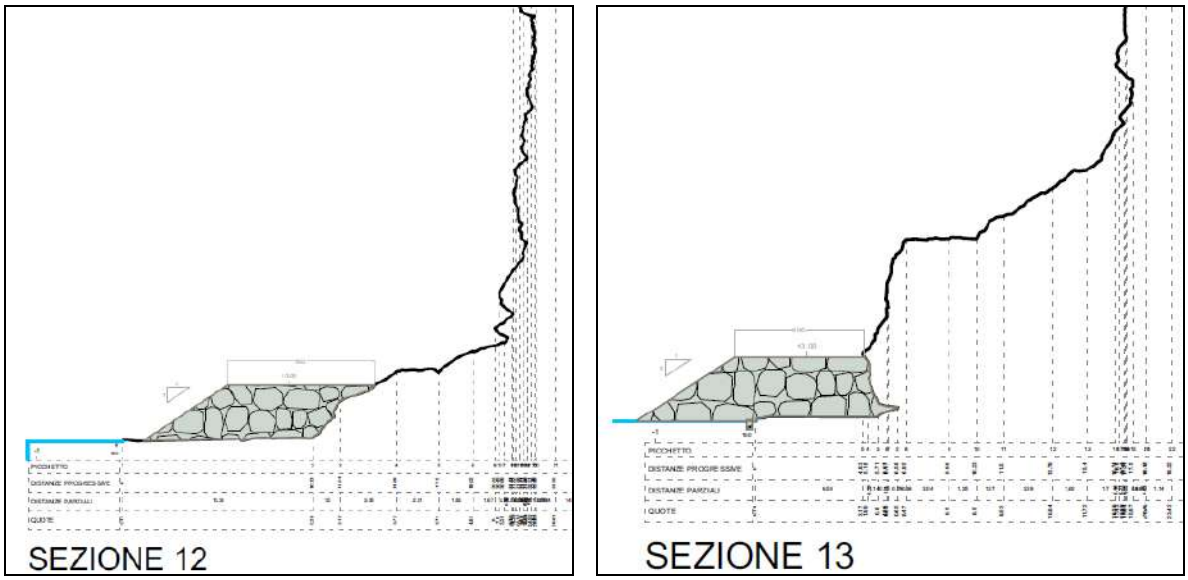


FIGURA n. 16 – *Sezioni di progetto della berma in massi nel tratto di falesia rivolto a SSE*

5.3. SETTORE 3

Criticità rilevate.

Si tratta di una zona con problematiche analoghe a quelle del resto della falesia, ma la situazione è resa qui particolarmente critica per la forte esposizione all'azione del mare. Si è rilevato uno stato fessurativo molto significativo, soprattutto nella parte superiore e diversi piani di rottura nella parte inferiore; inoltre la conformazione della punta rocciosa presenza forti aggetti e strapiombi.

Esiste una cappella privata posta sulla sommità, che grava sulla rocca in un punto in cui la roccia è fortemente fratturata e degradata, interessata da percolazioni idriche e in parte aggettante; un altro manufatto di origine bellica (base di appoggio di una mitragliatrice) è posizionato poco distante e proteso nel vuoto (vedi foto).

Un ulteriore problema è dato dalla presenza di alberature con folte chiome fortemente esposte e inclinate verso l'esterno, con conseguente aumento di peso e sollecitazione alla base.



FIGURA n. 17 – *Il settore 3 della falesia: il vertice sud-ovest del promontorio del Cimitero, in prossimità del quale sono presenti porzioni di roccia in forte aggetto con soprastanti costruzioni a rischio di stabilità.*

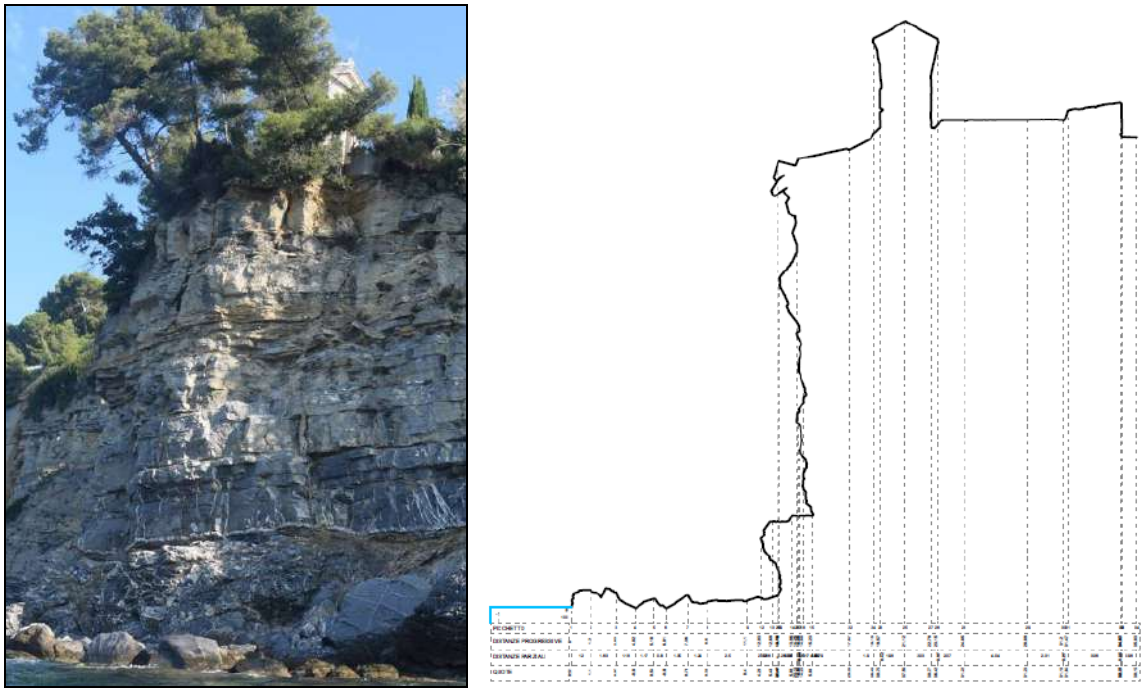


FIGURA n. 18 – *Vista del fronte roccioso su cui sorgono la cappella e il manufatto bellico e sezione rilevata.*



FIGURA n. 19 – *Particolare della parte superiore del fronte, fortemente lesionata e interessata da percolazioni; sulla destra il residuo bellico in posizione aggettante.*

Monitoraggio in atto.

Sul settore 3 sono in atto alcuni sistemi di monitoraggio - per adesso minimali – per registrare eventuali dissesti ed evoluzioni dello stato critico riscontrato: sono stati installati due fessurimetri sulla falesia, in corrispondenza delle fratture nella parte più alta della roccia. Un clinometro è stato posizionato direttamente sull'edificio della cappella funeraria.

Come nel caso del settore 2, anche questi strumenti andranno attentamente verificati e i risultati controllati, soprattutto nell'alternanza di stagione estiva e autunno-invernale.

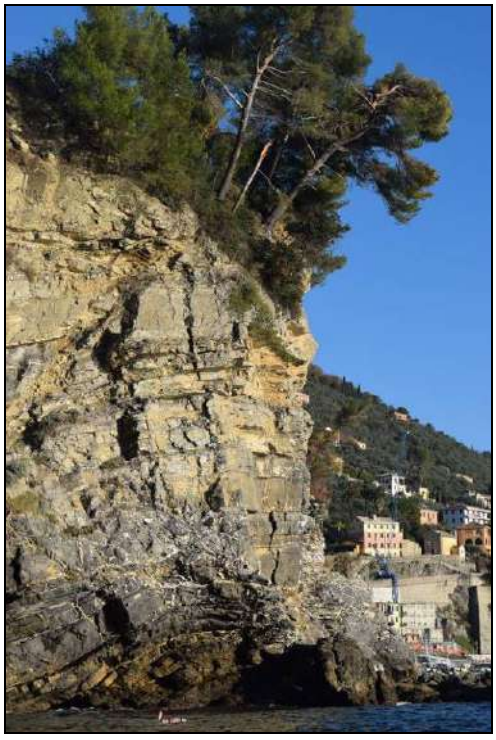


FIGURA n. 20 – *Profilo del settore 3 visto da sud-est: si notino le evidenti fessure nella parte superiore e gli sgrottamenti alla base.*



FIGURA n. 21 – *Fessurimetri F2 e F3 sulla parte alta della falesia nel settore 3, rispettivamente sul lato sud-est e sud-ovest.*

La scelta progettuale.

La scelta progettuale in questo caso è fortemente indirizzata e vincolata: occorre procedere ad un'importante opera di consolidamento, che possa garantire stabilità al fronte roccioso e sicurezza ai fabbricati soprastanti. Le masse in gioco sono molto significative e le caratteristiche delle fessure in termini di pervasività ed estensione non consentono di prevedere semplicemente sistemi di ancoraggio tramite chiodature o rivestimento con reti metalliche.

È necessario attuare una rilevante struttura di placcaggio e sostegno della porzione di roccia ammalorata, che al tempo stesso fornisca supporto geotecnico, contenga e contrasti l'evolversi dello stato fessurativo e consenta il drenaggio delle percolazioni idriche, soprattutto nella parte superiore.

Nel piano di fattibilità tecnico economica, presentato al Comune di Sori nel febbraio 2022 (che riprendeva a sua volta un progetto preliminare del 2015), era già stata ipotizzata una struttura di sostegno, costituita da un contrafforte ad arco rampante che si appoggiava ad una base impostata sulla scogliera semiemersa, costituita da scogli solidarizzati con malta; tale struttura si sarebbe elevata a supportare l'aggetto di roccia con ancoraggi e tiranti.

La soluzione è schematicamente riportata in uno schizzo nella figura seguente.

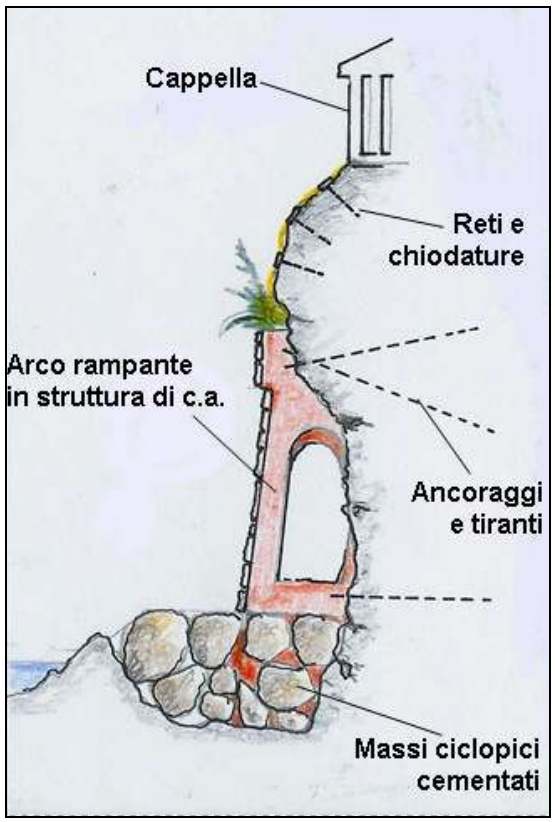


FIGURA n. 22 – *Schema grafico del contrafforte ad arco rampante previsto nel Piano di fattibilità tecnico economica presentato a febbraio 2022.*

La soluzione progettuale individuata dal presente progetto riprende modalità e forme analoghe ad altre opere esistenti in siti adiacenti e limitrofi, create per risolvere situazioni similari dove sono presenti fenomeni di dissesto di fronti rocciosi in prossimità del mare.

Infatti, poche decine di metri a ponente sono presenti importanti strutture di sostegno della falesia rocciosa su cui scorre la S.S. 1 Aurelia. Tali opere, realizzate negli anni '60 del secolo scorso, sono in cemento armato e aderiscono alla roccia con una forma ad archi multipli di notevole altezza.

Anche a levante del promontorio del Cimitero sono presenti altre strutture con archi, come nel caso del settore sottostante la chiesa di Sant'Erasmo.



FIGURA n. 23 – *Tipologie costruttive di sostegno della falesia rocciosa con archi multipli in struttura di c.a.*

L'opera prevista pertanto riprende tale tipologia costruttiva, proponendo una struttura che ricorda un polpo aggrappato solidamente alla roccia, con cinque pilastri appoggiati alla base su un basamento in c.a., che si uniscono in sommità con un'unica corona che abbraccia la porzione di roccia più ammalorata e critica.

I pilastri aderiranno alla roccia e avranno ancoraggi di supporto e immorsamento.

La corona superiore sarà anch'essa realizzata aderente alla roccia; nella parte più alta resterà lievemente distaccata per consentire la raccolta di acque di percolazione.

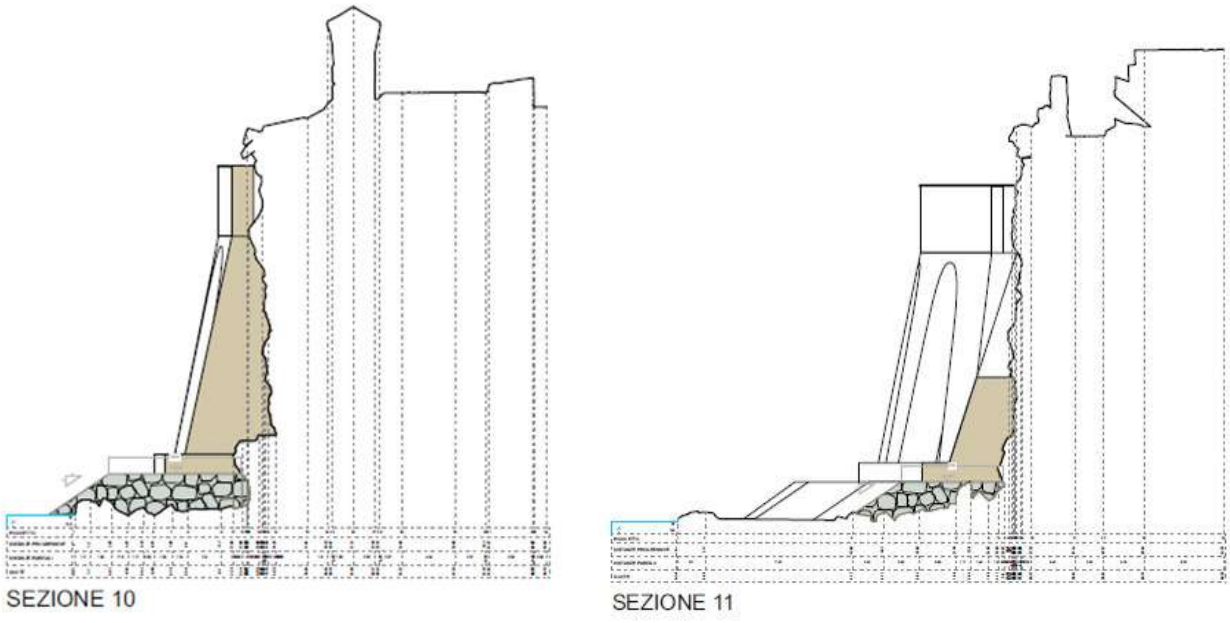


FIGURA n. 24 – *La struttura di sostegno della falesia nel settore 3, vista sulle sezioni di rilievo.*

Nelle figure seguenti si riportano alcuni fotoinserimenti dell'opera in progetto, messa a confronto con altre strutture simili poste a breve distanza. Tali elaborati grafici, insieme ad altri, sono contenuti nel fascicolo T1 allegato al progetto.

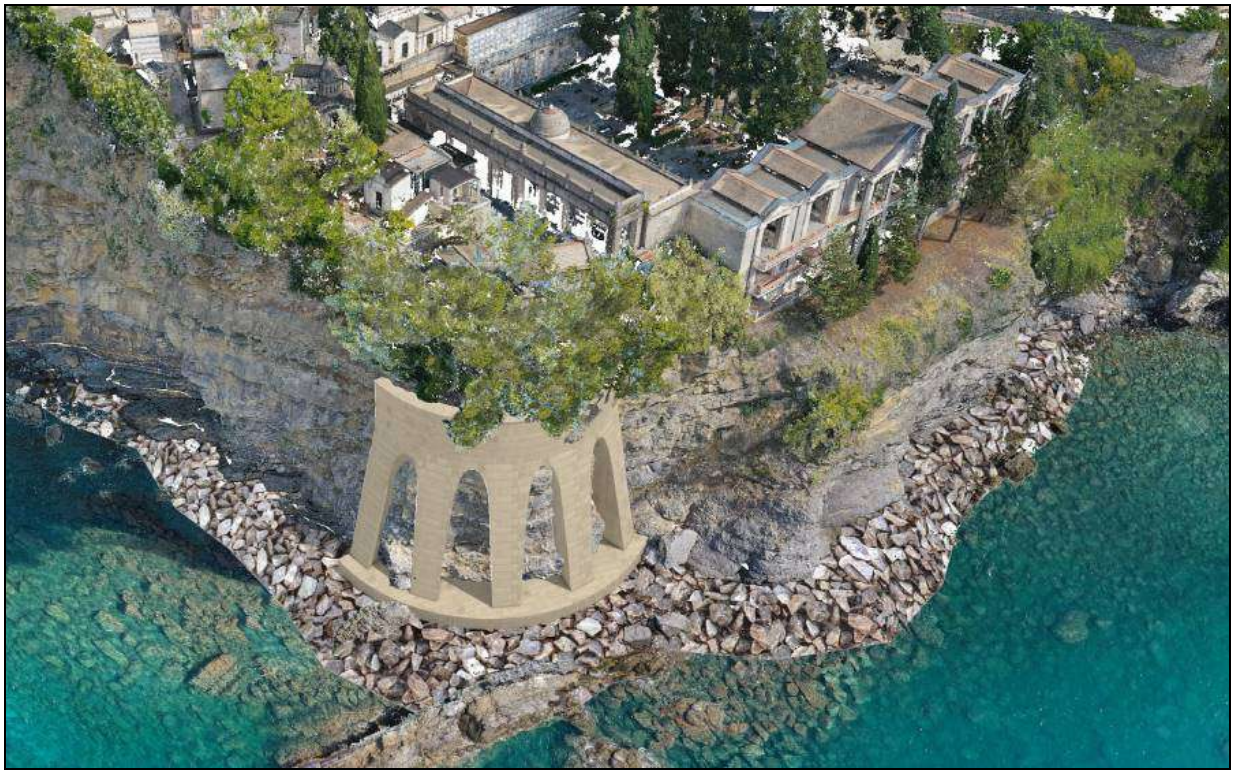


FIGURA n. 25 – *La struttura di sostegno in una vista tridimensionale da sud.*



FIGURA n. 26 – *Fotoinserimento della struttura in una panoramica da ovest; in primo piano le strutture esistenti a sostegno della strada S.S. 1 Aurelia.*

Commenti alla soluzione prevista.

La soluzione progettata, architettonicamente ardita e strutturalmente molto impegnativa, costituisce senza dubbio un elemento di evidente impatto paesaggistico, anche se la tipologia costruttiva si inserisce in un contesto di costa alta già parzialmente modificato da interventi antropici, volti alla difesa e alla protezione degli insediamenti, alcuni dei quali del tutto simili a quello previsto in questa sede.

Tale soluzione è stata preliminarmente sottoposta alle Amministrazioni locali (Comune di Sori e Regione Liguria), sottolineando la necessità di un intervento significativo per contrastare una predisposizione al dissesto in stato avanzato.

Considerate le masse in gioco, le spinte notevoli e i volumi di roccia potenzialmente coinvolti da fenomeni di dissesto, in rapporto sia ai rischi per la pubblica incolumità sia ai danni ambientali derivanti da crolli imponenti, non è assolutamente possibile ipotizzare soluzioni contenitive o di semplice trattenuta del fronte, quali reti metalliche, chiodature o soluzioni puntuali.

L'alternativa ad un intervento efficace, purtroppo, è la cosiddetta "opzione zero", ovvero la non scelta, l'abbandono al destino naturale della falesia, che è ovviamente quello di crollare e progredire in maniera retrogressiva, in tempi più o meno lunghi. La tendenza evolutiva dei fenomeni geomorfologici in stato di attività provocherebbe il coinvolgimento di porzioni di varia estensione dell'area cimiteriale sino a potenziali interferenze con la viabilità pubblica.

L'esperienza recente (crollo del Cimitero di Camogli il 22 febbraio 2021) ha insegnato che è difficile prevedere il verificarsi di tali fenomeni che sono legati a diversi fattori difficilmente indagabili, quali gli agenti atmosferici, le infiltrazioni idriche, le mareggiate, i pesi delle sovrastrutture, l'azione della vegetazione arborea, ecc.

Al fine di proporre una serie di interventi di minore imponenza rispetto a quelli effettivamente necessari, nell'ambito delle fasi di progettazione, è stata valutata la possibilità di rimuovere la cappella privata posta in sommità alla prominenza rocciosa, eventualmente spostandola in altro luogo, riprofilando il ciglio della parete, al fine di ridurre in maniera considerevole i pesi gravanti e eliminare la parte di roccia più degradata e fessurata e per questo giudicata instabile.

Tale opzione ha incontrato tuttavia molte difficoltà, in primis la netta opposizione dei proprietari della cappella che hanno espresso il loro dissenso con una diffida; anche il Comune di Sori, in quanto proprietario del Cimitero, ha ritenuto poco opportuna tale scelta e anzi ha provveduto a far rimuovere i feretri dalla cappella (13.03.2023) per ragioni di sicurezza.

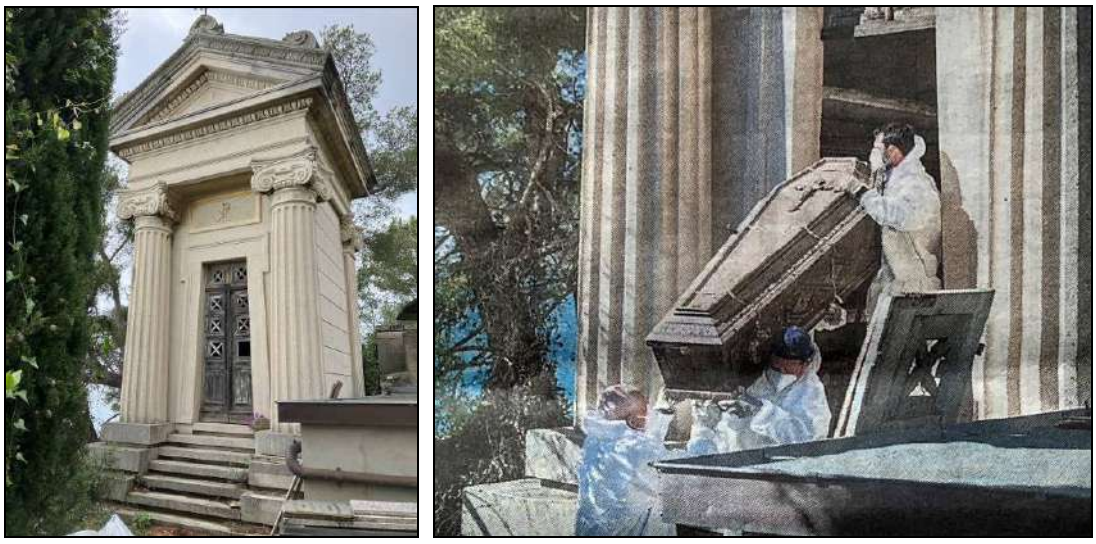


FIGURA n. 27 – *La cappella gentilizia e la rimozione dei feretri avvenuta a marzo 2023.*

Tagli selettivi, disgaggi e protezioni con reti

Oltre alla realizzazione dell'opera di contrasto e supporto del fronte roccioso descritta nei paragrafi precedenti saranno necessari – e anzi propedeutici alle opere strutturali per garantirne la sicurezza soprattutto in fase di cantierizzazione - interventi di taglio della vegetazione arbustiva e di potatura o rimozione di alberature ritenute instabili; tale intervento sarà soprattutto necessario sulla parte sommitale del settore, in prossimità della cappella, dove si sono osservate piante adulte di leccio (Quercus ilex) fortemente inclinate verso l'esterno e con chiome abbondanti, che hanno un notevole peso e offrono una resistenza significativa al vento con elevate tensioni all'apparato radicale.

Anche il disgaggio delle parti maggiormente instabili della parete rocciosa dovrà essere effettuato gradualmente dall'alto verso il basso, per fasce successive a partire dal coronamento.

Una volta disgaggiata la parete si potrà procedere ad eseguire chiodature ed eventuali pannelli in fune d'acciaio ad alta resistenza per il contenimento dei blocchi di maggiori dimensioni, ove risulti non possibile, o comunque non opportuna, la loro rimozione.

Nelle fasce dove le attività precedenti sono state completate, si potrà realizzare un rafforzamento corticale con posa in opera di reti in aderenza a doppia torsione, atte ad evitare la caduta di blocchi lapidei di piccole dimensioni, armate con un reticolo di contenimento in fune metallica, oppure sovrapposte ad una rete metallica. Le reti saranno mantenute aderenti al fronte roccioso mediante chiodature realizzate su una maglia relativamente ravvicinata.

Struttura di imbasamento al piede

Una volta messa in sicurezza la parete sovrastante, si dovrà realizzare il piede della struttura di sostegno. Alla base della falesia, nel punto di massima sporgenza a sud, è presente una bancata di roccia affiorante che si estende in direzione sud-ovest per alcuni metri.

Immediatamente a monte di tale conformazione rocciosa sono presenti alcuni massi evidentemente precipitati dalla falesia soprastante o mobilizzati dal moto ondoso. Tale zona è quella su cui dovrà realizzarsi la base di appoggio della struttura in c.a.

Si comincerà con la posa in opera di una cassaforma contenitiva sul fronte esterno che si innalzi sino a circa 4-5 m s.l.m. All'interno di tale spazio verranno posti in opera massi di I e II categoria sino a quota di almeno 1,50 m che verranno intasati di un getto di calcestruzzo avente caratteristiche tali da limitare la dispersione in mare, con valore di rapporto A/C più basso possibile e con un corretto assortimento granulometrico.

Una volta realizzata tale prima base di supporto si costruirà la base di appoggio dei pilastri in c.a. che potrà essere eventualmente immorsata al substrato e supportata da micropali.

La platea di fondazione si innalzerà sino a circa 4 m s.l.m.; da essa avranno origine i pilastri.

Al suo contorno, oltre la bancata di roccia, si disporranno massi di IV categoria con funzione frangiflutti.



***FIGURA n. 28** – La punta più meridionale del fronte roccioso su cui verrà impostata la base di appoggio della struttura di sostegno.*

Esecuzione dei pilastri contrafforti.

I pilastri saranno realizzati procedendo per innalzamento successivo utilizzando ponteggi fissati alla base e opportunamente ancorati alla parete di roccia; i ponteggi devono poter consentire l'accesso delle maestranze e delle attrezzature ai vari piani di lavoro in piena sicurezza.

La fornitura dei materiali avverrà tramite mezzo marittimo, anche se i lavori si svolgeranno a terra. Dal pontone verranno trasferite casseforme, centine, barre di acciaio, sonde per le perforazioni, strumentazioni varie e dal medesimo pontone potranno essere eseguiti i getti tramite betoniera con pompa.

Si procederà dal basso con fasi realizzative rampanti, sino a raggiungere la quota stabilita per la realizzazione della struttura di contenimento superiore (corona). I pilastri saranno predisposti per consentire la successiva perforazione dell'ammasso roccioso e l'installazione dei tiranti.

Al termine di ogni fase saranno installati i tiranti eseguendo le necessarie perforazioni e procedendo all'installazione dell'armatura, all'iniezione del foro con miscela cementizia, alla messa in tiro (ove prevista a progetto) e al bloccaggio della testata.

Contestualmente alla messa in tiro, le testate di alcuni tiranti saranno equipaggiate con celle di carico toroidali per il monitoraggio di lungo termine. I tiranti saranno di tipo permanente e saranno armati con barre in acciaio speciale tipo Dywidag, oppure con trefoli in acciaio armonico, debitamente protetti dalla corrosione.

Analogamente, al termine di ogni fase potranno essere eseguite sulla porzione del fronte roccioso ricompreso tra ogni coppia di pilastri, le canne drenanti e le chiodature integrative previste a progetto.

Costruzione della corona superiore

Per costruire la corona superiore, che avrà funzione di contenimento della parte dell'abbancamento roccioso più ammalorata e instabile, si realizzerà un ponteggio aereo in quota (+22 m s.l.m. circa).

I materiali e le attrezzature saranno trasportati via mare e scaricati sulla piattaforma di base e da questa sollevati tramite castelli di tiro con argani. I getti di calcestruzzo saranno effettuati da stazioni di betonaggio e pompe posizionate su pontone o chiatta.

Anche la corona superiore sarà dotata di dispositivi di ancoraggio e dovrà consentire un buon livello di drenaggio delle acque contenute nell'ammasso fratturato, al fine di prevenire l'insorgenza di indesiderate sovrappressioni idrauliche a tergo del manufatto.

Completata la corona, si presterà particolare attenzione al ripristino dell'area sommitale della falesia con predisposizione del sistema di drenaggio superficiale. Seguirà il consolidamento definitivo della cappelletta, con rimozione delle eventuali strutture di sostegno provvisionali.

Elementi architettonici interferenti

A brevissima distanza dalla cappella, sul suo lato nord, esiste un volume interrato nel quale sono presenti diversi loculi: tale volume è stato ricavato nel 2007 (su progetto dell'ing. Enrico Cambiaggio del 2004) sistemando e riordinando una fossa comune che era originariamente adibita ad ossario. La struttura si approfondisce per circa 6 metri dal piano campagna e ha una soletta intermedia che lascia una camera sottostante.

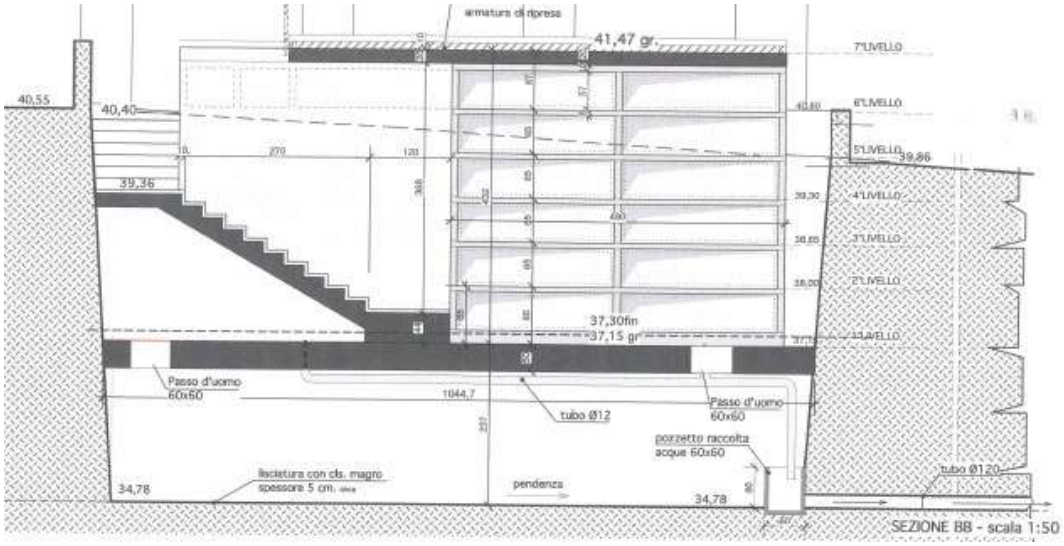


FIGURA n. 29 - *Disegno di progetto del vano loculi retrostante la cappella.*



FIGURA n. 30 - *Il vano loculi interrato alle spalle della cappella.*

Tale elemento dovrà essere considerato e attentamente valutato nel momento in cui, nel progetto esecutivo, si dovranno dimensionare le opere di supporto della cappella e/o di consolidamento del fronte roccioso.

Un altro elemento importante di cui si dovrà tenere conto è il piccolo manufatto bellico presente sul ciglio della falesia: è una struttura massiccia in calcestruzzo, probabilmente una base di appoggio per una mitragliatrice di vedetta. Un altro manufatto, di identica fattura e dimensione è posto in vicinanza della cappella, sul lato di sud-ovest.

Mentre quest'ultimo si trova interrato e semisepolto dagli arbusti ma resta a qualche metro da ciglio (e quindi in relativa sicurezza), il primo, come già visto, è in evidente rischio di crollo. Nella relazione di Verifica di Interesse Archeologico (doc. R6) allegata al progetto, tale manufatto è classificato come a "rischio potenziale medio".

E' pertanto intenzione della Amministrazione Comunale procedere ad una richiesta di VIC (Valutazione di Interesse Culturale) ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs 42/2004 alla Soprintendenza, finalizzata alla rimozione del manufatto.

5.4. SETTORE 4

Criticità osservate.

La parete su lato sud-ovest si sviluppa per circa 70 metri e ha una altezza variabile tra 25 e 35 metri.

La sua esposizione al moto ondoso è limitata rispetto a quella dei settori 2 e 3. Anche i fondali antistanti hanno profondità minori. Per tali motivi l'azione erosiva del moto ondoso su questo prospetto si evidenzia in misura meno rilevante.

Nella parte mediana sono presenti bancate di roccia calcarea di spessore metrico e plurimetrico con assetto da sub-orizzontale a debolmente inclinato verso nord, con direzione circa E-W, alternate a sequenze argillitiche di spessore decimetrico. La diversa e più facile erodibilità e propensione al crollo di queste ultime (sebbene in frammenti e piccoli blocchi) comporta cinematismi gravitativi di prismi più consistenti dalle bancate metriche per mancato sostegno, con conseguente progressivo arretramento della falesia. Il fenomeno è peraltro più evidente nella parte settentrionale della parete dove si riscontrano tracce di crolli recenti (in parte riscontrabili da elementi lapidei di grosse dimensioni e ancora a spigoli vivi presenti sui fondali sottostanti).

Anche tale ambito è stato attentamente rilevato e verificato nel corso di due campagne di monitoraggio morfometrico eseguite con tecnologia laser scanner con strumento geodetico Topcon GLS-2000; le basi di appoggio dei due rilievi sono stati i medesimi monumentati su capisaldi materializzati su chiodi topografici.

I rilievi sono stati eseguiti nelle seguenti date:

- Rilievo 3D laser scanner effettuato il 11/07/2022;
- Rilievo 3D laser scanner effettuato il 05/05/2023.

Dall'esame comparativo di tali rilievi, i cui dettagli sono illustrati nella relazione specialistica (doc. R2), è emerso come, in questo particolare ambito, si siano distaccati tre blocchi rocciosi aventi volume di qualche metro cubo: l'analisi differenziale è stata effettuata con il software

CloudCompare per mezzo della sovrapposizione delle due nuvole dense, frutto delle scansioni effettuate con il laser scanner, ed è stata documentata dall'ing. Alessandro Scannapieco in una sua nota del 17.05.2023.



FIGURA n. 31 - *Vista generale della falesa sul prospetto sud-ovest.*

I distacchi sono concentrati soprattutto nella porzione più settentrionale della falesia, dove l'orientazione della parete è nuovamente esposta al moto ondoso proveniente dalla direzione di 210°N.



FIGURA n. 32 – *Foto aerea con l'indicazione dei distacchi rilevati tra luglio 2022 e maggio 2023.*

Interventi previsti

Oltre ai citati fenomeni gravitativi in stato di evidente attività e la presenza di marcate sotto-escavazioni lungo un tratto significativo del piede della falesia, particolarmente vulnerabile è il settore prossimo alla sommità della parete rocciosa in corrispondenza di un'area non impegnata da strutture cimiteriali, ma adibita a deposito materiali e con presenza di tumuli a terra.

Su questo settore il Comune di Sori, appena pochi giorni dopo il crollo del Cimitero di Camogli, ha emesso una specifica Ordinanza interdittiva (Ordinanza n. 7 del 26.02.2021) con la quale si è intimato "*il divieto di accesso alle aree che, a seguito di quanto appreso dalla lettura della documentazione reperita citata in premessa e del sopralluogo effettuato congiuntamente all'Ufficio Tecnico in data odierna, risultano soggette e ampiamente esposte all'azione del moto maroso e che pertanto richiedono approfondimenti tecnici da parte di figure professionali specificatamente formate in materia geologica*".

Tale azione era peraltro già stata raccomandata nelle relazioni geologiche a firma dello studio geoSARC del giugno 2006.

Tra gli interventi strutturali, come già visto, si ritiene principalmente necessario realizzare, nella zona con il maggiore aggetto della parete, un sistema di opere di difesa al piede (sfruttando almeno in parte la cengia presente a circa 0,5-1,0 m s.l.m.) costituite da una berma frangiflutti aderente alla parete della medesima tipologia di quella prevista sul fronte sud-est.

L'alternativa di realizzare una spiaggia al piede, peraltro ipotizzata nel piano di fattibilità tecnico economica e in relazioni precedenti, non sembra una soluzione che garantisca la sicurezza: in primis per una questione di assetto del fronte roccioso che in questo tratto è pressoché verticale e senza dubbio costituisce una superficie riflettente che rende difficoltoso il mantenimento di una spiaggia – anche di materiale con pezzatura pluricentimetrica – per effetto della risacca.

La seconda ragione, forse ancora più importante, è che una spiaggia in quel tratto diventerebbe certamente e rapidamente un punto di frequentazione turistica per la balneazione, non compatibile con una parete parzialmente strapiombante alle spalle.

La berma in massi avrà sviluppo di circa 80 metri e sarà sagomata con forma trapezia, paramento verso mare con scarpa 2 su 3 e sommità a quota +2,50 m con larghezza variabile tra 3 e 5 metri.

Sarà formata con massi di III categoria sovrapposti in almeno due strati con mutuo incastro, trasportati in sito con mezzo marittimo e posti in opera tramite escavatore: i bassi fondali e la ridotta esposizione al moto ondoso rendono fattibile una pista provvisoria con materiale di cava.

6 CONCLUSIONI

Il progetto preliminare presentato prevede una serie di interventi di varia natura finalizzati alla salvaguardia della rocca su cui sorge il Cimitero di Sori. Da indagini eseguite sull'intero ambito è emerso quanto sia vulnerabile la falesia rocciosa e come, specialmente alcuni settori, presentino serie criticità e propensioni al dissesto.

Il Comune di Sori ha commissionato uno studio ad un gruppo multidisciplinare di professionisti allo scopo di individuare soluzioni a tali problematiche, che riguardino i diversi aspetti e sempre nel rispetto della qualità ambientale, paesaggistica e naturalistica del sito.

Sono pertanto stati indagati e analizzati vari campi, a partire da un attento e approfondito rilievo di tutto il comparto eseguito tramite laser scanner e restituito in 3D (doc. R2); tale importante esame ha permesso una serie di approfondimenti e verifiche sullo stato geomorfologico della

falesia, sullo stato fessurativo in atto, sulle condizioni geomeccaniche dell'ammasso roccioso (doc. R3).

Da tale lavoro di indagine sono emerse le maggiori criticità e su di esse è stato predisposto il progetto, con soluzioni di intervento su vari ambiti, con opere puntuali e diffuse.

La definizione grafica del progetto è rappresentata nel fascicolo degli elaborati grafici (T1), mentre le relazioni specialistiche, redatte per le varie discipline, descrivono, giustificano e dimensionano le opere in progetto.

Preme specificare che la presente progettazione – soprattutto relativa all'opera di consolidamento sul settore 3 - si attesta su un grado di definizione del tutto preliminare, con un dimensionamento delle strutture che dovrà essere attentamente approfondito e dettagliato nel corso di una progettazione più avanzata: infatti, solo con un'accurata indagine, che verrà eseguita nel corso del progetto definitivo-esecutivo, sarà possibile valutare appieno l'efficacia e definire in maggiore dettaglio la configurazione dell'opera, dalla quale dipenderà anche la soluzione architettonica definitiva.

Fanno corredo al progetto le indagini sull'ambiente marino, eseguite con immersioni nello specchio acqueo antistante (doc. R8) e la verifica preventiva di interesse archeologico (doc. R7), che ha parimenti ispezionato lo stato dei fondali. Da entrambe le verifiche non sono emersi elementi di rilievo o fattori ostativi alla esecuzione delle opere in progetto.

Intendendo presentare il progetto preliminare per una verifica di assoggettabilità alla V.I.A. si è anche predisposto uno studio preliminare ambientale (doc. R9), nel quale sono stati individuati i diversi vincoli presenti sul sito e valutati i possibili impatti.

In conclusione, tenendo conto di tutto quanto sopra esposto, si esprime un giudizio positivo sulla compatibilità dell'intervento con le norme degli strumenti di pianificazione del territorio vigenti alla scala di bacino e comunale e si ritiene che le interferenze ambientali prodotte dagli interventi a progetto possano essere considerate accettabili in rapporto ai benefici che si possono ottenere a seguito della realizzazione delle opere.
Si valuta infatti che la soluzione progettuale proposta in questa sede sia idonea al consolidamento della falesia, essendo finalizzata a ripristinare le condizioni di sicurezza dell'area cimiteriale e, contestualmente, a presidiare la base della scarpata rocciosa in un settore costiero particolarmente vulnerabile, dove gli interventi attuati in passato devono essere implementati per ottenere significativi risultati favorevoli in termini sia di protezione civile sia di difesa del suolo.