Firmato digitalmente da:
Capannelli Gererado
Firmato il 2025/01/23 16:54
Seriale Certificato: 3207156
Valido dal 18/01/2024 al 18/01/2027
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.
DIREZIONE STAZIONI-INGEGNERIA E INVESTIMENTI STAZIONI

PROGETTAZIONE:

FERRETTI PROGETTAZIONI SRL Piazza della Vittoria 12/22 - 16121 - Genova -
Tel. 010.9910827 Capitale sociale € 60.000,00 i.v. - cod. fisc. e partita i.v.a. 02466240997
-REA GE - 488370 ferretti.progettazioni@pec.it - email: info@ferrettiprogettazioni.it
NO/ APPALTATORE

SOGGETTO TECNICO:

RFI - DIREZIONE OPERATIVA INFRASTRUTTURE TERRITORIALE DI GENOVA
S.O. INGEGNERIA

# PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA

LINEA: GENOVA - LA SPEZIA

"Interventi di ripristino delle pile 2 e 3 e consolidamento della scarpata alla base della pila 4 del Viadotto Mulinetti al km 18+556 della linea Genova - La Spezia" -
Lotto 2: Consolidamento della scarpata alla base della Pila 4 con ripristino delle relative opere di protezione dall'erosione marina

**RELAZIONE PAESAGGISTICA**

SCALA :

Foglio | | di | |

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROGR.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZ. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

| Revis. | Descrizione | Progettista | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Prima Emissione | Ing. B. Bellio | Gennaio 2025 | Ing. C. Macrì | Gennaio 2025 | Ing.G.Capannelli | Gennaio 2025 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. GERARDO CAPANNELLI N°8573A

File: P067-24-P-RE-PAE-001-A

# INDICE

**1 PREMESSA ..... 3**
**2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE ..... 4**
2.1 RILIEVI TOPOGRAFICI ..... 8
**3 VINCOLO PAESAGGISTICO ..... 9**
**4 INTERVENTI A PROGETTO ..... 10**
**5 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ANTE OPERAM E POST OPERAM 12**

# 1 PREMESSA

La presente relazione fa parte dei documenti relativi alla richiesta di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di difesa del Viadotto Mulinetti dall'azione del mare e si inserisce in un più ampio progetto che prevede anche il ripristino delle pile 2 e 3 ed il consolidamento della scarpata alla base della pila 4 del viadotto al Km 18 + 556 della linea Genova – La Spezia per il quale è già stata presentata idonea richiesta di autorizzazione (n° pratica 371/24).

I lavori a progetto sono quindi suddivisi in due lotti distinti e consecutivi: il primo prevede interventi strutturali sul manufatto ferroviario mentre il secondo consiste nella realizzazione delle opere a mare.

La scelta di dare precedenza alle opere a terra è dettata dalla necessità di mettere innanzitutto in sicurezza la struttura stessa intervenendo direttamente sul manufatto, successivamente si prevede di realizzare le opere a mare con lo scopo mitigare l'impatto delle onde sul viadotto.

Negli ultimi anni si è assistito ad un progressivo aumento del numero di mareggiate che si verificano con maggiore frequenza e con maggiore intensità provocando danni sempre più ingenti alle opere poste lungo la costa.

Con riferimento a quanto sopra, e con un'ottica orientata a lungo termine, risulta di fondamentale importanza proteggere l'opera d'arte dall'azione del mare riducendo la probabilità che l'onda possa interessare le pile del viadotto.

L'intervento è tantopiù necessario alla luce della natura e della tipologia del viadotto con particolare riferimento all'importanza dello stesso sia da un punto di vista trasportistico (unica linea di collegamento costiero) sia da un punto di vista architettonico-monumentale (l'opera ha più di 70 anni e risulta quindi vincolata).

La presente relazione riguarda esclusivamente le opere a mare e riporta una breve descrizione dello stato attuale dei luoghi e del progetto proposto analizzando i vincoli che insistono sull'area di lavoro.

L'intervento non risulta essere compreso tra quelli elencati nell'Allegato A (interventi liberi) e nell'Allegato B (procedura semplificata) del D.P.R. n.31/2017, l'impatto paesaggistico dell'opera viene quindi valutato mediante documentazione ordinaria.

## 2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

L'area interessata dalle opere a progetto è ubicata a Mulinetti, una frazione del Comune di Recco. Rispetto al capoluogo ligure, la frazione di trova a levante, al confine con la limitrofa Sori.



*Figura 1 - Vista aerea dell'area in esame*

La spiaggia di Mulinetti è situata alla foce del rio Sonego, un rivo in parte tombinato che attraversa il territorio in un alveo particolarmente inciso.

L'arenile si trova in un'insenatura naturale caratterizzata dalla presenza di rocce a picco sia ad est che ad ovest e da un lembo di spiaggia costituita da ghiaia di lunghezza pari a circa 25 m e profondità pari a circa 20 m.

La parte sommersa è caratterizzata da un fondale roccioso sub – pianeggiante, in alcuni tratti ricoperto da sedimenti molto grossolani, che si estende dalla battigia fino a ad una distanza di oltre 100 m con profondità inferiori al metro nel primo tratto, e di circa 2 – 3 m nel settore più esterno. Tali rocce condizionano naturalmente le correnti marine, determinando un progressivo ritirarsi della spiaggia.

Come mostrato nella vista aerea soprastante, le rocce affioranti sono posizionate in direzione perpendicolare alla spiaggia e non sono in alcun modo funzionali alla protezione dell'arenile dall'azione delle onde in caso di vento soprattutto di libeccio.



*Figura 2 - Immagine dello specchio d'acqua antistante il viadotto ferroviario*

La parte superiore della spiaggia è attraversata longitudinalmente dal viadotto ferroviario e, proseguendo verso monte, è presente anche il ponte della Strada Statale 1; l'area compresa tra i due manufatti è occupata da un cantiere navale.

Il manufatto ferroviario in esame è costituito da cinque campate della tipologia ad arco in muratura a tutto sesto, aventi luce netta pari a 12 m e freccia 6 m.

Le volte sono realizzate in muratura di mattoni; in seguito agli ultimi interventi di manutenzione l'intradosso si presenta rivestito in calcestruzzo proiettato.

La quota di imposta degli archi è a circa 15 m rispetto al livello del mare. I muri di timpano sono realizzati in muratura di blocchi di pietra.

Le pile hanno sezione variabile con l'altezza, rastremate fino a una sezione alla quota di imposta degli archi di circa 2,60x8,60 m.

Le pile centrali sono poste all'interno dell'area costiera e fondate direttamente sulla spiaggia con fondazione a sezione rettangolare pari a circa 3,60 x 9,00 m e risultano pertanto esposte all'azione erosiva del mare.

Nell'archivio della DOIT di Genova è stato possibile reperire un elaborato riguardante un intervento di manutenzione straordinaria alla Pila 4, che è stata oggetto di consolidamento della fondazione mediante cerchiaggio alla base con micropali.

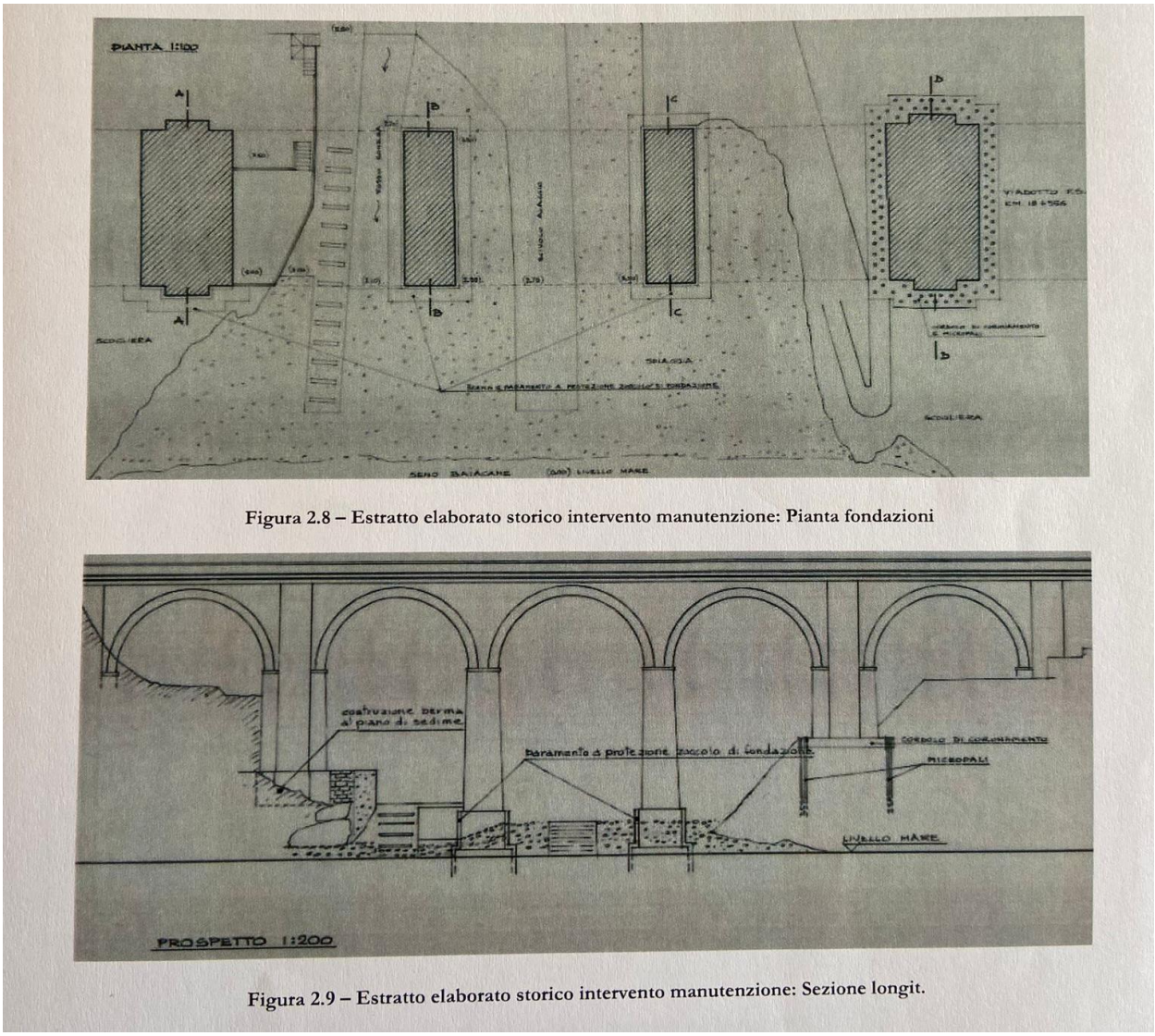



Figura 2.8 – Estratto elaborato storico intervento manutenzione: Pianta fondazioni

Figura 2.9 – Estratto elaborato storico intervento manutenzione: Sezione longit.

*Figura 3 - Tavole storiche reperite nell'archivio DOIT Genova*

Nel 2004, a seguito di una campagna di monitoraggio dello stato fessurativo rilevato sull'opera, sono stati eseguiti ulteriori interventi di manutenzione straordinaria sul viadotto.

Tra gli interventi principali si annoverano il cerchiaggio delle pile mediante fibre di carbonio di altezza pari a circa 20 cm (800 gr/mq) disposte in corrispondenza dei corsi orizzontali di pietra, al fine di contrastare l'ulteriore apertura delle lesioni verticali lungo le pile ed il consolidamento delle fondazioni delle pile centrali mediante cerchiaggio con micropali.



*Figura 4 - Spiaggia di Mulinetti vista dal mare*

Si evidenzia tuttavia come, attualmente, gli interventi eseguiti nel 2004 necessitino già di manutenzione a causa principalmente delle numerose mareggiate avvenute negli ultimi anni. Da queste considerazioni risulta ancora più evidente la necessità di eseguire opere a mare per ridurre la possibilità che le onde impattino sul manufatto.

Tale scelta è legata anche alla natura e tipologia del viadotto con particolare riferimento all'importanza dello stesso sia da un punto trasportistico (unica linea di collegamento costiero) che architettonico-monumentale (l'opera ha più di 70 anni e è quindi soggetto a vincolo).

L'immagine soprastante mostra la spiaggia di Mulinetti nel suo complesso, caratterizzata dalla presenza di un versante in roccia a ponente, da una scarpata in terreno e roccia a levante e dal viadotto ferroviario che l'attraversa longitudinalmente.

Entrambe le pile fondate su spiaggia non sono in alcun modo protette dall'azione erosiva del mare.

Il rio Sonego sfocia sotto la campata di ponente, tra la pila del viadotto e lo scalo; nel tratto di monte il rivo risulta essere tombinato in uno scatolare in calcestruzzo.

## 2.1 RILIEVI TOPOGRAFICI

I dati geometrici della zona a terra sono stati desunti dal rilievo eseguito nel mese di febbraio 2024 dalla Ferretti Progettazioni S.r.l. che ha riguardato la spiaggia di Mulinetti ed il viadotto ferroviario.

In particolare, il rilievo ha compreso, oltre all'attraversamento ferroviario e la spiaggia, anche la scogliera a levante e la scarpata in terra lato ponente.

Il rilievo è stato eseguito mediante GPS/GNSS Trimble R10 e laser scanner con stazione totale integrata Trimble SX10 che garantisce sia misurazioni da stazione totale ad alta precisione che capacità di scansione ad alta velocità; inoltre, lo strumento garantisce alte prestazioni anche di imaging grazie all'utilizzo di tre fotocamere calibrate su telescopio; ogni fotocamera ha una risoluzione per ogni sensore pari a 5 MP (2592x1944 px).

Per quanto riguarda la restituzione dell'elaborato, i dati sono stati rielaborati mediante appositi software dedicati che hanno permesso la restituzione di un modello 3D rappresentato come nuvola di punti.

È stata inoltre effettuata una dettagliata campagna di indagine batimetrica, finalizzata al rilievo di dettaglio dei fondali dell'insenatura ed antistanti ad essa, con l'ausilio di una motobarca attrezzata con ecoscandaglio, drone batimetrico e strumentazione GPS di precisione.

Il rilievo della parte sommersa ha riguardato un'area di estensione pari a circa 5'500 $m^2$, fino a raggiungere una profondità di -15 m s.l.m.

Per quanto riguarda la spiaggia, la società Geoscape ha condotto le analisi granulometriche necessarie per individuare i parametri sedimentologici propedeutici all'implementazione del modello numerico.

Nello specifico sono stati prelevati 12 campioni in corrispondenza del tratto di costa prospicente la spiaggia, sia nella parte emersa sia nella parte sommersa.

In ultimo, è stato effettuato un sopralluogo della parte sommersa con realizzazione di video che testimoniano la presenza di fondale roccioso e di un'area antistante al litorale a quota più bassa rispetto alla zona circostante.

Si rimanda alle relazioni allegate per tutti i necessari approfondimenti.

## 3 VINCOLO PAESAGGISTICO

L'area è vincolata dal punto di vista paesaggistico quale "*Bellezze d'insieme*", in particolare, l'oggetto del vincolo è identificato dal D.M. del 28/01/1949: come "FASCIA COSTIERA SITA NEL COMUNE DI RECCO COMPRESA TRA LA VIA MILITE IGNOTO DELLO STESSO COMUNE E IL CONFINE DEL COMUNE DI SORI".
Il sito di intervento ricade inoltre all'interno della fascia costiera dei 300 m ed è pertanto vincolato ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera a.
L'intervento a progetto risulta quindi compatibile con la normativa vigente previo rilascio dell'autorizzazione paesaggistica.

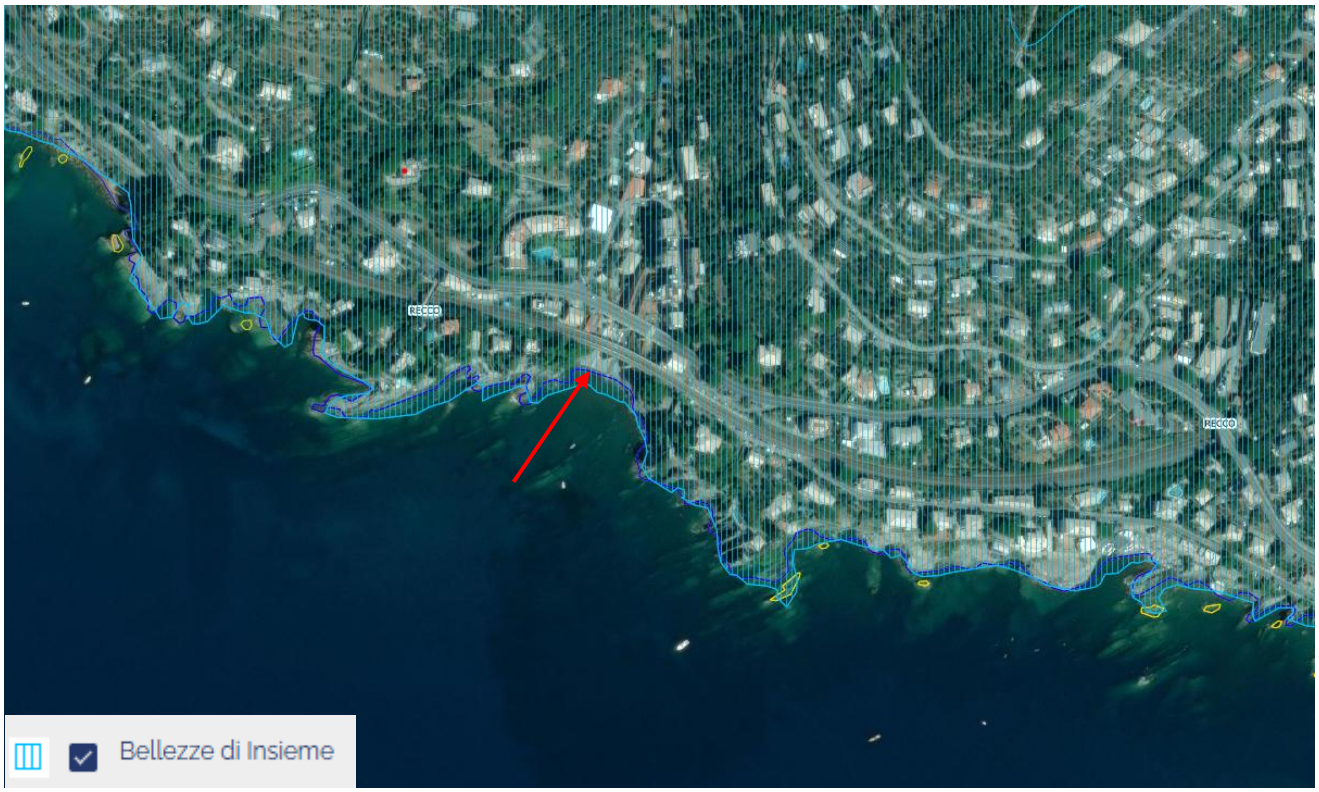



*Figura 5 - Vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici*

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla Relazione sui vincoli territoriali, urbanistici ed ambientali (GEN-002) allegata al presente progetto.

# 4 INTERVENTI A PROGETTO

La necessità di realizzare gli interventi a progetto è emersa durante la periodica attività di vigilanza alle opere d'arte svolta dal personale tecnico RFI che ha evidenziato l'esigenza di eseguire opere di protezione alle fondazioni del Viadotto Mulinetti dall'azione erosiva del mare.

Come riportato in precedenza, il presente progetto è diviso in due lotti, il primo riguarda le opere di manutenzione alla struttura, il secondo riguarda le opere a mare a protezione del viadotto.

La presente relazione riguarda esclusivamente il secondo lotto ed è stata progettata nell'ottica di ridurre il più possibile l'impatto visibile delle opere senza comprometterne la funzionalità.

Alla luce di quanto precedentemente esposto sono state valutate soluzioni progettuali differenti sia per tipo (barriera soffolta) sia per quanto riguarda l'ubicazione che tuttavia non sono state prese in considerazione in quanto eccessivamente impattanti.

L'ipotesi progettuale di seguito riportata risulta essere la migliore sia dal punto di vista funzionale che di inserimento paesaggistico e prevede l'esecuzione di un ripascimento della spiaggia, di un livellamento del fondale e dalla realizzazione di un pennello a martello.

Il ripascimento dell'arenile ha la finalità di produrre un avanzamento della linea di riva di almeno 30 m e di dissipare l'energia delle onde prima dell'impatto con le pile del viadotto.

Quest'ultimo avverrà in due fasi distinte, la prima prevede di posare della sabbia e ghiaia di granulometria pari a circa 30 mm direttamente in corrispondenza del viadotto, la seconda prevede di realizzare un riempimento in corrispondenza della linea di frangimento delle onde, in modo da avanzare la linea di riva verso mare.

In questo modo si anticiperà il frangimento delle onde verso il largo.

I quantitativi richiesti risultano pari a 125 – 130 $m^3$ per metro lineare.

Durante i sopralluoghi e dal rilievo batimetrico è emerso come il fondale, in gran parte roccioso, presenti un'area a quota inferiore di circa 1 m rispetto alla zona circostante.

Tale area ha una superficie complessiva pari a circa 630 $m^2$ ed è situata a circa 85 m di distanza dalla linea di costa.

Si prevede quindi di livellare il fondale con dei massi di diametro pari a circa 1.50 m (IV categoria).

Quest'ultimo intervento ha la finalità di anticipare ulteriormente il frangimento delle onde, di dissipare l'energia del moto ondoso, di limitare il flusso di ritorno e di limitare la dispersione trasversale di materiale.

Dalle simulazioni modellistiche del moto ondoso, è emerso come il tratto di costa in esame sia fortemente esposto alle mareggiate di libeccio che generano una corrente long-shore da ponente a levante e rip current con conseguente trasporto di materiale solido verso il largo.

Quest'ultimo fenomeno risulta amplificato dalla presenza di canaloni rocciosi sotto costa.

È stata quindi valutata l'ipotesi di inserimento di un pennello in massi ciclopici a levante della spiaggia con l'obiettivo di interrompere la corrente da levante a ponente ed attenuare i mari di scirocco provenienti da Sud Est.

Sono state valutate varie ipotesi per identificare la soluzione che meglio soddisfa le caratteristiche tecniche non solo sotto il profilo funzionale ma anche ambientale, di impatto visivo e di costo complessivo (esecuzione e manutenzione).

Per quanto riguarda la geometria e l'ubicazione del pennello di protezione sono state confrontate quattro soluzioni progettuali che vengono descritte nella relazione allegata al presente progetto.

Tra queste soluzioni quella che meglio soddisfa le caratteristiche richieste risulta essere la seconda ipotesi che comporta la realizzazione di un pennello in massi ciclopici con testata a martello con l'obiettivo di migliorare la resa in termini di protezione della costa.

La particolare conformazione geometrica del pennello, che presenta un'area più ampia in sommità, permette un ricircolo interno nell'area antistante alla spiaggia impedendo la dispersione di materiale.

Nel tratto iniziale, di lunghezza pari a circa 50 m, il pennello avrà altezza fuori acqua variabile da + 2.00 m s.l.m. a + 1.25 m s.l.m.
L'altezza fuori acqua decrescente da + 2.00 m s.l.m. a + 1.25 m s.l.m. permetterà una perfetta integrazione del manufatto nella baia in quanto presenta le stesse quote della spiaggia.
La larghezza in testa sarà costante e pari a 7 m e la pendenza della mantellata sarà pari a 2:1.

Nel tratto terminale, lungo circa 14 m, il manufatto sarà caratterizzato da un'altezza fuori acqua costante e pari a + 1.25 m s.l.m. e sezione circa ellittica, con raggio minore pari a 14 m e raggio maggiore pari a 18 m.

Per limitare l'impatto delle opere nel contesto in cui sono inserite e favorire la continuità paesaggistica si prevede di utilizzare massi con le medesime caratteristiche cromatiche e litologiche della falesia circostante (Calcari dell'Antola, colore grigio-verde).

Analogamente per il ripascimento si prevede di utilizzare ghiaia con le medesime caratteristiche cromatiche e litologiche dell'arenile esistente.

L'intervento è stato progettato cercando di limitare il più possibile l'alterazione dello skyline senza tuttavia comprometterne la funzionalità tecnica. Si è infatti trovato un compromesso tra la protezione del viadotto per mareggiate con tempi di ritorno elevati e l'altezza fuori terra dell'opera.

Risulta infatti evidente che un pennello con estradosso più alto garantisce una tutela maggiore del manufatto ferroviario.

Tuttavia, dato il contesto paesaggistico di pregio in cui è inserita l'opera, si è scelto di mantenere altezze fuori terra contenute e variabili tra+ 1.25 m s.l.m. e +2.00 m.s.l.m. che garantiscono la messa in sicurezza del viadotto senza impattare eccessivamente nell'ambiente circostante.

# 5 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ANTE OPERAM E POST OPERAM

Di seguito una rappresentazione dello stato attuale dell'area di intervento e del relativo contesto paesaggistico ed un fotoinserimento utile per contestualizzare il progetto.

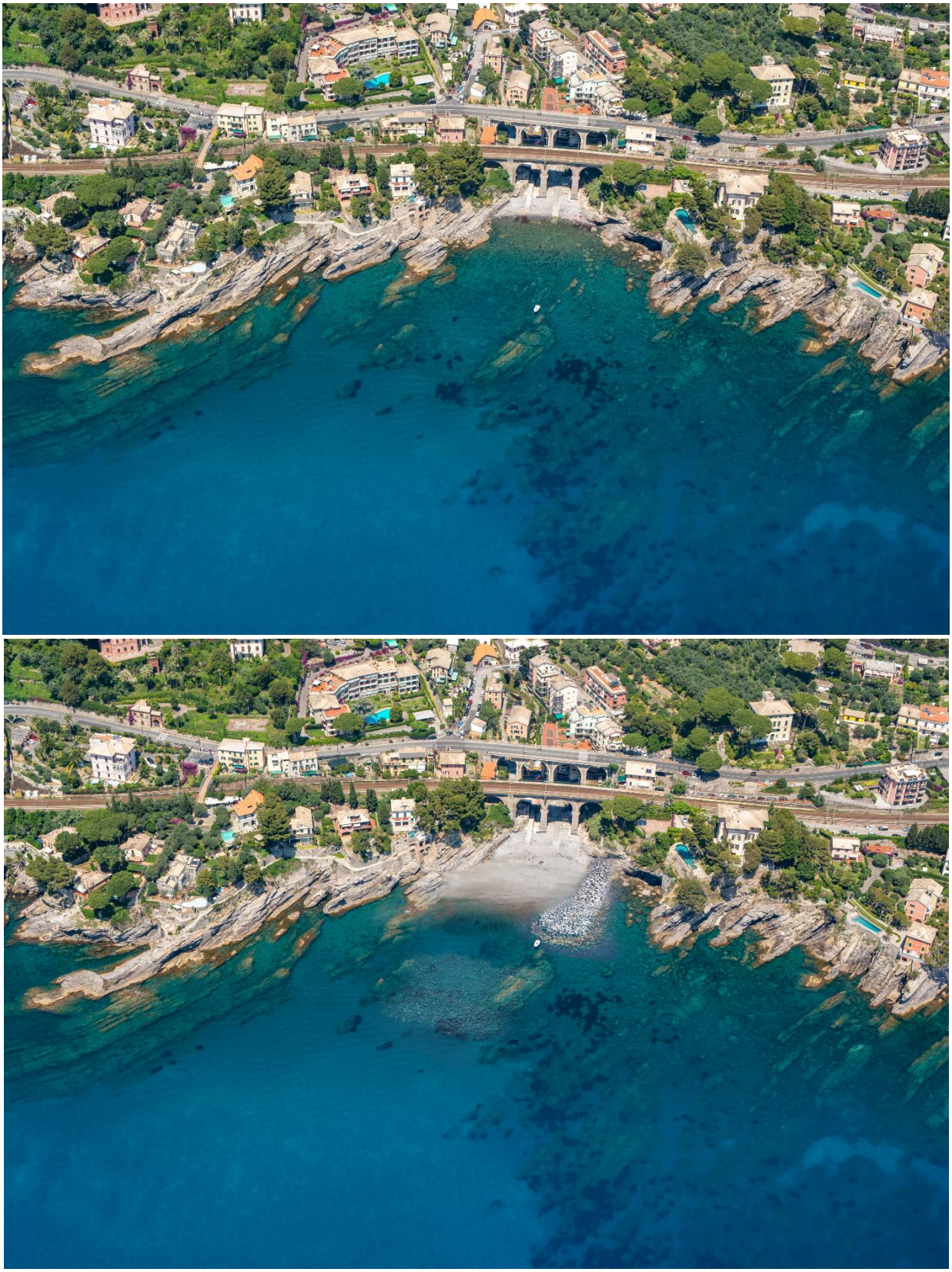


*Figura 6 - Confronto ante - operam e post - operam*