

Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"

Comuni di Torriglia e Montebruno

dal km 31+500 (Costafontana) al km 35+600 (Montebruno)

2° stralcio funzionale

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri
Ordine Ing. di Roma n. A34610

Geol. Serena Majetta
Ordine Geologi del Lazio n. 928

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Giancarlo Luongo

PROTOCOLLO	DATA
------------	------

ELABORATI GENERALI RELAZIONE GENERALE

CODICE PROGETTO			NOME FILE				REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENCR01_A						
DPGE03	D	1701	CODICE ELAB.	T00	EG00	GEN	RE01	A	-
D									
C									
B									
A	EMISSIONE		MAR 2019	F. MORLANDO	G.D.MALGERI	V.MARZI			
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO			

1.	PREMESSA	2
2.	PRECEDENTI STEP PROGETTUALI	3
3.	TRACCIATO STRADALE	4
3.1	Descrizione del tracciato	4
3.2	Intersezioni stradali	6
3.3	Sezione trasversale.....	7
3.4	Pavimentazione stradale.....	8
3.5	Piazzole di sosta	9
3.6	Dispositivi di ritenuta.....	9
3.7	Viabilità locale.....	10
4.	GEOLOGIA	11
5.	GEOMORFOLOGIA.....	14
6.	IDROGEOLOGIA	16
7.	INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	16
8.	GEOTECNICA	21
9.	SISMICA.....	22
10.	IDROLOGIA – IDRAULICA	25
10.1	Idrologia.....	25
10.2	Idraulica	26
10.3	Drenaggio di piattaforma	28
11.	OPERE D'ARTE MAGGIORI.....	29
11.1	Viadotti.....	29
11.2	Galleria artificiale.....	34
12.	OPERE D'ARTE MINORI.....	36
12.0	Paratie.....	36
12.1	Muri.....	37
12.2	Tombini.....	39
12.3	Opere provvisionali.....	42
13.	IMPIANTI	43
14.	CANTIERIZZAZIONE	43
15.	PIANO GESTIONE MATERIE	44
16.	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO	48
17.	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	50
18.	ESPROPRI.....	56
19.	INTERFERENZE	57
20.	CRONOPROGRAMMA.....	59
21.	QUADRO ECONOMICO	60

1. PREMESSA

La presente relazione generale è relativa al Progetto Definitivo dell'intervento di variante alla S.S. n. 45 di "Val di Trebbia" dal Km 32+445 al Km 32+629 e dal Km 33+090.50 al Km 34+819.41 in località Costafontana del Comune di Torriglia in Provincia di Genova.

La strada sulla quale è previsto l'intervento presenta le caratteristiche funzionali di una strada extraurbana secondaria di tipo C2 ex DM 05/11/2001 e costituisce il principale collegamento tra le province di Genova e di Piacenza.

La soluzione adottata consiste essenzialmente in un adeguamento in sede e come tale esula dall'applicazione rigorosa del DM 5/11/01 in base alle modifiche introdotte dal DM 22/04/04.

Nello specifico, la progressiva iniziale del tratto di statale interessato dal presente progetto (km 32+445 della S.S. 45), in prosecuzione del 1° Stralcio recentemente appaltato dalla competente struttura di ANAS S.p.A., si colloca a circa 4 km dal Comune di Torriglia e si estende fino al km 34+800 circa della S.S. 45, ad una distanza di circa 2,5 km dal Comune di Montebruno. Nel dettaglio, il tracciato in progetto è suddiviso in due tratte distinte intervallate da circa 500 m (Figura 1):

- una prima tratta, a completamento del 1° Stralcio, dal Km 32+445 al Km 32+619 della S.S. 45;
- una seconda tratta che si estende dal Km 33+090,50 al Km 34+819, 41 della statale.

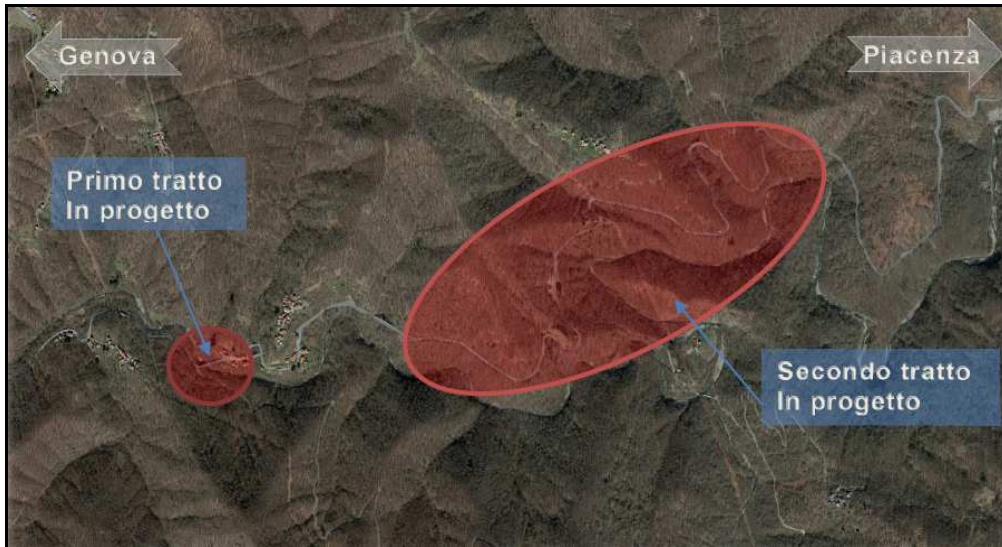


Figura 1: Inquadramento territoriale della tratta oggetto di intervento

2. PRECEDENTI STEP PROGETTUALI

La S.S.45 è stata oggetto di recenti ammodernamenti per gli stralci precedenti dell'intero intervento, collocati a Nord ed a Sud del presente, presi come riferimento per la progettazione definitiva.

Le scelte progettuali e di tracciato ricalcano quanto previsto nel Progetto Preliminare approvato nell'anno 2013. In fase di progettazione definitiva, si sono apportate minime modifiche al fine di migliorare l'andamento plano-altimetrico del tracciato stradale, per garantire il rispetto dei criteri normativi ed ottenere una miglior razionalizzazione degli accessi presenti (Figura 2).

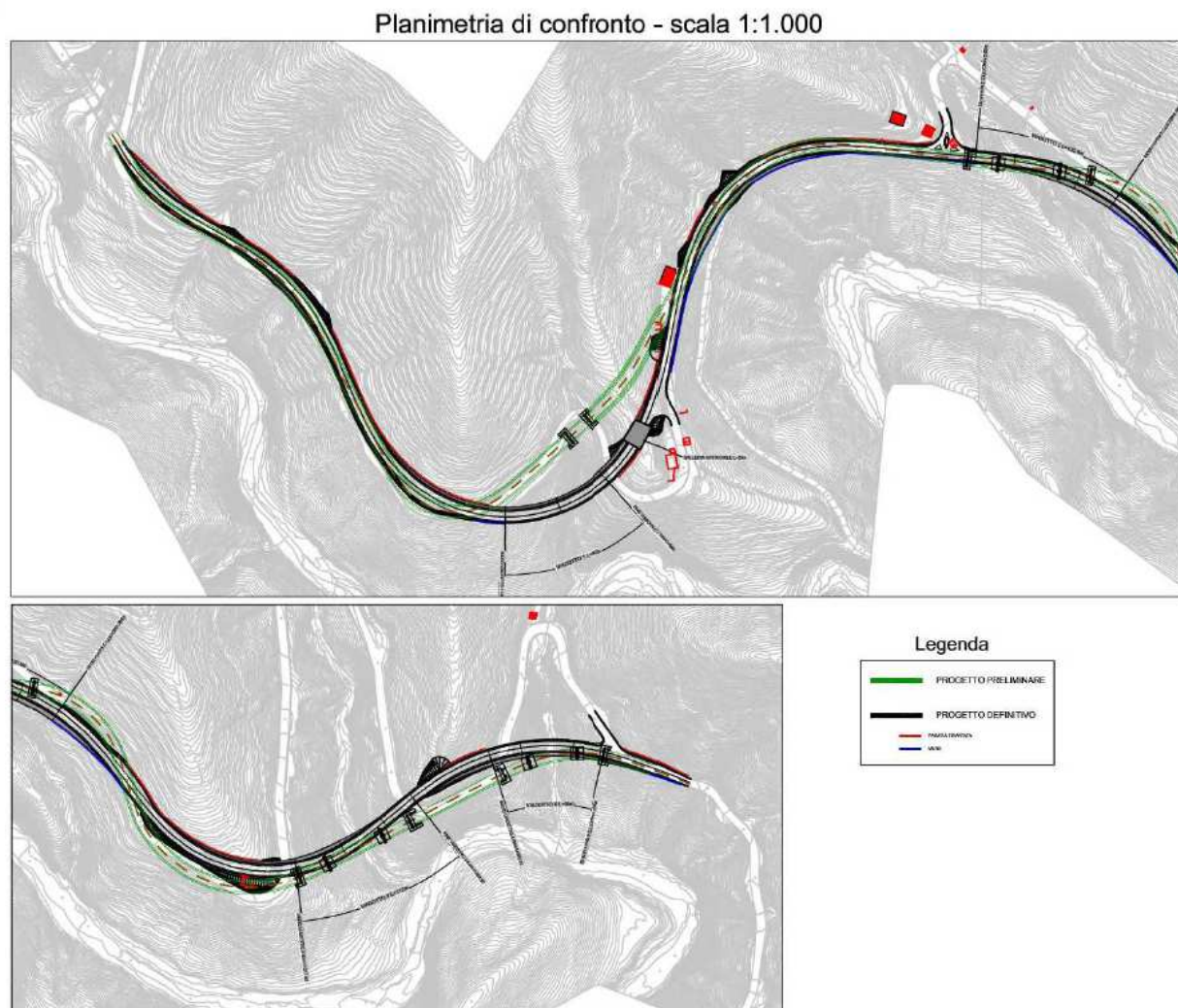


Figura 2: Confronto tra il progetto preliminare (in verde) ed il progetto definitivo

3. TRACCIATO STRADALE

3.1 Descrizione del tracciato

La tratta della S.S.45 oggetto dell'intervento attraversa una zona montana poco popolata della provincia di Genova, nei pressi dei comuni di Torrighia e Montebruno, in cui si attesta una viabilità piuttosto tortuosa con presenza di tornanti e di pendenza elevata.

La variante in oggetto ha una lunghezza complessiva di circa 2 km suddivisi in un primo tratto di circa 174 m, di cui 70 m in viadotto (Ponte sul Trebbia), e di un secondo tratto di 1729 m, di cui 418 m in viadotto e 25 m in galleria artificiale. In particolare, in quest'ultimo tratto si annoverano le seguenti opere d'arte maggiori:

- Viadotto 1 (L= 90 m)
- Viadotto 2 (L= 120,50 m)
- Viadotto 3 (L= 112 m)
- Viadotto 4 (L= 95 m)
- Galleria artificiale (L= 25 m)

La geometrizzazione plano-altimetrica della linea d'asse è stata effettuata con riferimento ai criteri del DM 5/11/01.

Il profilo longitudinale del primo tratto è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici considerando una velocità V_{pMAX} 60 Km/h, velocità utilizzata per la realizzazione del tratto di variante precedente a questo intervento.

Il profilo longitudinale del secondo tratto è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, considerando, una velocità V_{pMAX} 70 Km/h.

Le caratteristiche principali sono:

- pendenza massima per il primo tratto 1.29%
- raggio concavo max. per il primo tratto 2500m
- pendenza massima per il secondo tratto 7.00%
- raggio concavo max. per il secondo tratto 1820m
- raggio convesso max. per il secondo tratto 5000m

Il tracciato del primo tratto ha origine al km 32+445, in continuità con il lotto precedente oggetto di recente ammodernamento; l'asse presenta una curva in sinistra di raggio pari a 118,20 m per poi ricollegarsi con la viabilità esistente appena dopo la fine dell'attuale ponte sul Fiume Trebbia. È prevista la realizzazione di un nuovo viadotto sull'omonimo fiume (Ponte sul Trebbia), previsto da prg. 0+040 a prg.0+110, mantenendo comunque in esercizio il ponte esistente, come viabilità secondaria. Il tratto denominato "1" termina alla prg. 0+173.94 (km 32+619 circa), in corrispondenza degli insediamenti antropici presenti a ridosso della sede stradale attuale, che rappresentano un vincolo a qualsiasi tipo di intervento. Prima e dopo l'opera di scavalco sono previsti accessi a raso della viabilità secondaria per garantire il collegamento con una frazione comunale e i fondi privati; si segnala che si sono garantiti i triangoli di visibilità per effettuare tutte le manovre in sicurezza.

L'intervento di progetto riprende circa 500m dopo al km 33+090 in cui ha inizio il "tratto 2": il tracciato ha origine a valle di un viadotto esistente e si sviluppa per circa 1,7 km. In questo primo tratto è prevista la scarifica del pavimentato esistente e la conseguente realizzazione del nuovo manto stradale, senza sostanziali modifiche di tracciato, a meno della realizzazione di opere di sostegno, quali muri di sottoscarpa e

paratie di controripa. L'asse di tracciamento ha origine con una curva sinistrorsa di raggio 140 m seguita da una serie di flessi planimetrici, costituiti da una curva destrorsa di raggio pari a 160 m, una curva in sinistra di raggio di 122 m ed una curva destrorsa di raggio 118,2 m; tali elementi sono opportunamente raccordati da clotoidi di parametro conforme ai dettami della normativa. In località Costafontana l'asse prevede una rettifica della curva esistente (ampliamento dell'attuale raggio di curvatura, pari a circa 50 m, non compatibile con una strada di categoria C) che rende necessaria la realizzazione del "Viadotto 1" (da prg.0+455 a prg. 0+545) e dell'unica "Galleria artificiale" (tra le prg. 0+575 e 0+600). È prevista inoltre un'intersezione a "T" necessaria ai fini della ricucitura della viabilità locale esistente, necessariamente collocata a tergo del muro di sottoscarpa dell'asse principale.

Proseguendo lungo il tracciato si registra un breve tratto in rettilineo (sviluppo pari a 71 m) nel quale è stato possibile prevedere un'altra intersezione a "T" sul sedime dell'attuale infrastruttura, di collegamento con gli insediamenti antropici presenti lato monte. Successivamente, considerato il tortuoso andamento del percorso attuale, l'intervento di progetto si colloca in variante al sedime esistente, il cui tracciamento prevede un doppio flesso planimetrico, caratterizzato da una prima curva in destra di raggio 173 m, una curva in sinistra di raggio pari a 118,2 m prima di ricollegarsi al sedime della statale esistente con una curva in destra di raggio 170 m. Lungo questo tratto si rende necessaria la realizzazione del "Viadotto 2", previsto da prg. 1+013 a prg. 1+133.50, seguito dal "Viadotto 3" da prg. 1+377.92 a prg. 1+489.92 ed infine dal "Viadotto 4" da prg. 1+561.52 a prg. 1+656.52. La fine dell'intervento si registra al km 34+819.41, poco dopo l'ultima intersezione a raso, realizzata per garantire la ricucitura della viabilità locale (in località Donderi) per la quale viene mantenuta in esercizio un tratto di statale esistente. Negli ultimi 30 m è prevista la rastremazione della sezione stradale al pavimentato attuale che sancisce anche il termine della paratia di controripa lato monte.

3.2 Intersezioni stradali

Il progetto prevede l'inserimento di 4 intersezioni a raso per la ricucitura della viabilità interferita e per garantire il collegamento della variante con centri abitati,

Gli interventi sono i seguenti:

- Intersezione n. 1 (Km 32+453): Intersezione a raso regolata da Stop per garantire il collegamento con la località Fricciallo;

- Intersezione n. 2 (Km 33+890); realizzazione di un'intersezione a raso regolata da Stop che dalla sede dell'attuale S.S. 45 si innesta sulla nuova variante per permettere il collegamento con località Santa Brilla in quanto l'attuale innesto verrà eliminato e la viabilità podereale attuale verrà deviata verso questo nuovo innesto;
- Intersezione n. 3 (Km 34+080); intersezione a raso regolata da Stop per garantire l'immissione di veicoli da un'aria privata alla strada di uso pubblico e viceversa provenienti o diretti on località Costazza. Questa intersezione verrà realizzata collegando un tratto dell'attuale S.S. 45 alla nuova variante nella zona in cui poi è prevista la viabilità attuale per il collegamento con la località sopra citata;
- Intersezione n. 4 (Km 34+750) intersezione a raso regolata da Stop realizzata sulla sede attuale della S.S. 45 per permettere la riconnessione con la viabilità esistente per località Donderi.

3.3 Sezione trasversale

La sezione tipo adottata, in conformità alla categoria C2 del DM 5/11/2001, presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,50 m (Figura 3); in dettaglio la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchine in sinistra e destra da 1,25 m;
- n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,50 m;
- arginello di larghezza totale pari a 1,50 m.
- in trincea, cunetta di larghezza totale pari a 1,00m
- banca a tergo cunetta 0,50m.

Le prescrizioni normative per tale tipologia di strada sono le seguenti:

Tabella 1: Prescrizioni normative per strade di categoria C2

Velocità massima di progetto	Vpmax	100,00 km/h
Velocità minima di progetto	Vpmin	60,00 km/h
Pendenza longitudinale massima	ilong	7,00%
Pendenza trasversale massima	itrasv	7,00%
Coefficiente di aderenza limite trasversale	ftmax	0,17
Raggio minimo	Rmin	118 m

Da un'analisi dei profili di velocità della soluzione di progetto (cfr. Relazione tecnica stradale) è emerso che, nonostante la rettifica del tracciato, la complessa morfologia del territorio non consente, in nessun punto dell'infrastruttura, il raggiungimento di

una Vp max pari a 100 km/h. Inoltre, sono richiesti importanti allargamenti della piattaforma pavimentata al fine di sanare i deficit di visibilità che caratterizzano il tracciato in diversi punti (dell'ordine anche di 5,00 m).

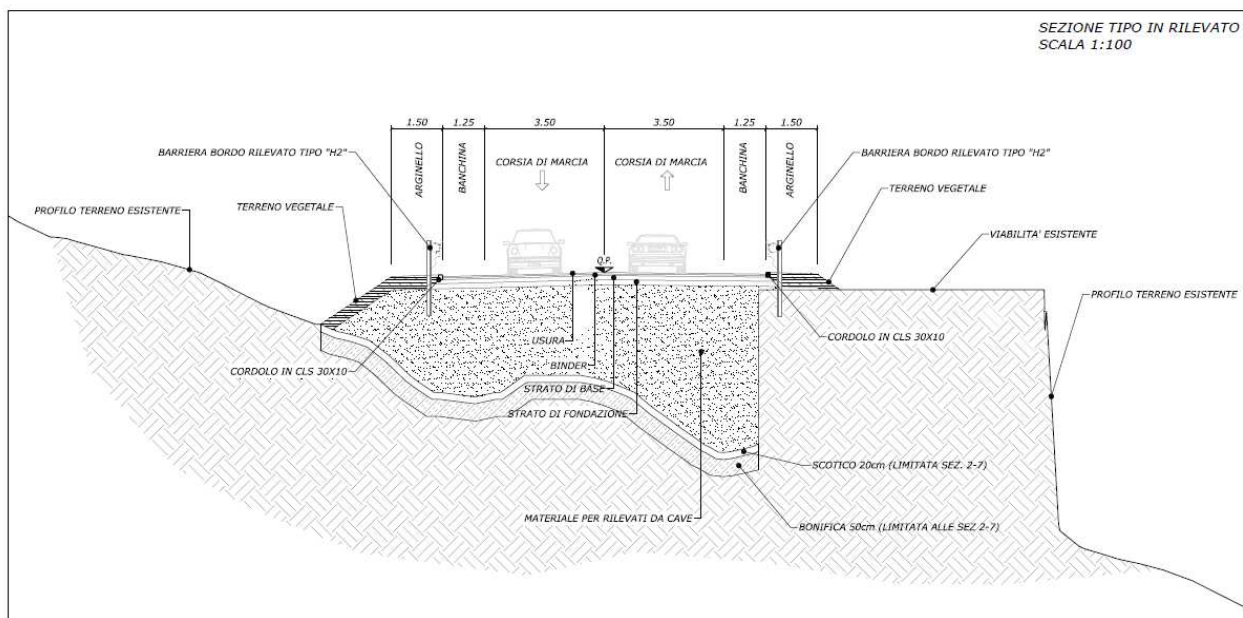


Figura 3: Sezione stradale di tipo C2 prevista per il lotto in oggetto

3.4 Pavimentazione stradale

Per la verifica di dimensionamento della pavimentazione si è effettuata una verifica speditiva in riferimento alla procedura della "AASHTO INTERIM GUIDE", confrontando lo "Structural Number" agente dai dati di traffico con quello resistente di progetto. Sulla base di quanto sopra riportato, per l'asse principale si è utilizzata una pavimentazione di tipo flessibile, che presenta uno spessore totale di 36 cm e risulta così composta:

- 4 cm di usura chiusa "tipo A" (con bitume modificato tipo "hard");
- 5 cm binder in conglomerato bituminoso (con bitume modificato tipo "hard");
- 12 cm base in conglomerato bituminoso modificato;
- 15 cm fondazione in misto granulare stabilizzato.

Tra gli strati legati a bitume sarà interposta una mano di attacco impermeabilizzante, mentre per i tratti su opera d'arte la pavimentazione sarà composta dai soli strati di usura e binder, poggiati direttamente sulla soletta mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.

3.5 Piazzole di sosta

In riferimento al par. 4.3.6 del DM 05/11/2001 (Piazzole di sosta), data la modesta lunghezza dell'intervento si sono rese necessarie n.2 piazzole, una in destra ed una in sinistra, rispettivamente alla prg. 0+380 e prg. 1+211 del secondo tratto in progetto, dimensionate così come da limiti normativi (Figura 4).

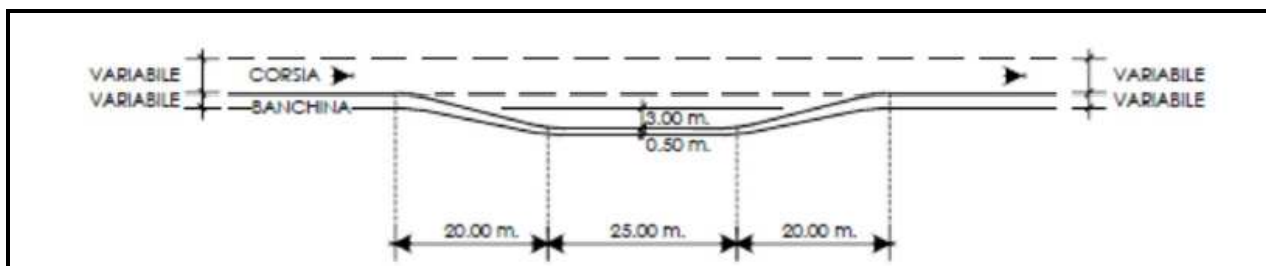


Figura 4: Schema piazzola di sosta

3.6 Dispositivi di ritenuta

Per quanto concerne la scelta dei dispositivi di ritenuta si è fatto riferimento ai "Rapporti trimestrali del Traffico" (anno 2016) a cura di "ANAS S.p.A. - Direzione centrale Ricerca e Nuove Tecnologie - Sezione Traffico e Sicurezza Stradale" rilevati in corrispondenza della tratta esatta della statale esistente nei pressi del Comune di Torriglia (Figura 5) dai quali si può facilmente dedurre un TGM di circa 3.500 veicoli/giorno con una percentuale di mezzi pesanti del 2% circa.

La tipologia dei dispositivi da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal DM 18 febbraio 1992, n.223 e s.m.i. facendo riferimento all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare.

Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso DM 21 giugno 2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

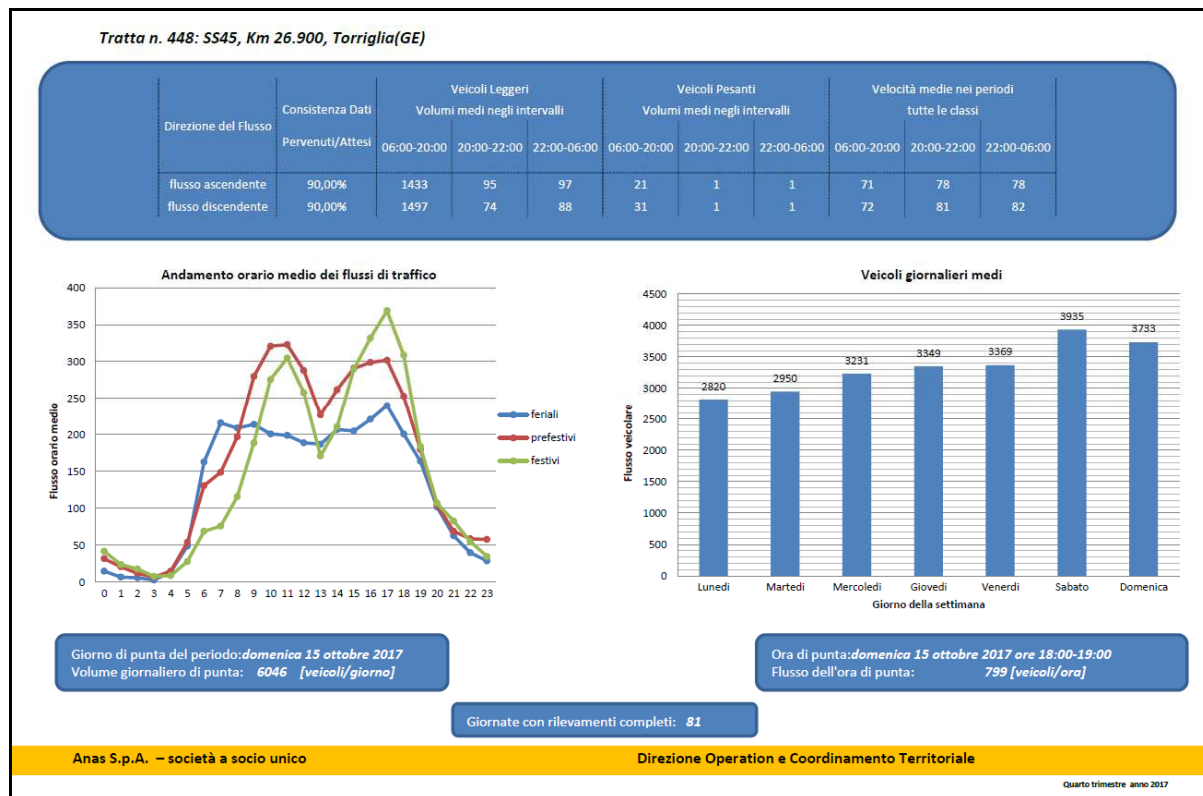


Figura 5: Dati di traffico da Rapporti trimestrali ANAS

Considerati i dati di traffico si è potuto riferirsi ad un tipo di traffico "I" del DM 21/06/04 che prevede le classi minime di tali dispositivi quali "N2" per il bordo laterale ed "H2" per bordo ponte; ciò tuttavia a favore di sicurezza, in previsione di un incremento dei volumi di traffico rispetto agli attuali e per conformità di classe tra i dispositivi impiegati su rilevato e quelli sulle molteplici opere d'arte, si è ritenuto opportuno prevedere, in conformità con la nuova viabilità in gestione ANAS le classi di seguito riportate:

- "H2" bordo laterale tipo ANAS
- "H2" bordo ponte tipo ANAS

Tali dispositivi saranno dotati di "DSM" Dispositivo Salva Motociclisti. Saranno previsti inoltre idonei tratti di transizione per garantire il pieno rispetto della lunghezza operativa dell'elemento così come l'installazione di reti di protezione antilancio.

3.7 Viabilità locale

In riferimento al par. 3.5 del DM 05/11/2001 le viabilità locali si sono intese come strade a destinazione particolare e pertanto esulano dai criteri dello stesso DM rappresentando una "ricucitura" della rete viaria esistente; nella more degli interventi

previsti sarà realizzata la ricucitura per qualche centinaio di metri della viabilità di collegamento con "Pian della Chiesa" ed altre viabilità di accesso per le quali si sono mantenute le dimensioni del sedime esistente.

4. GEOLOGIA

L'inquadramento geologico riportato nel presente paragrafo è stato tratto dalle Note Illustrative del Foglio n°214 "Bargagli" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 realizzato nell'ambito del Progetto CARG.

Analizzando le unità tettoniche dell'Appennino settentrionale, si osserva che l'area in esame, inclusa entro le Unità liguri, ricade esclusivamente entro l'Unità tettonica del Portello, più precisamente essa è totalmente ricompresa entro la sola Formazione di Ronco (Figura 6, Figura 7, Figura 8).

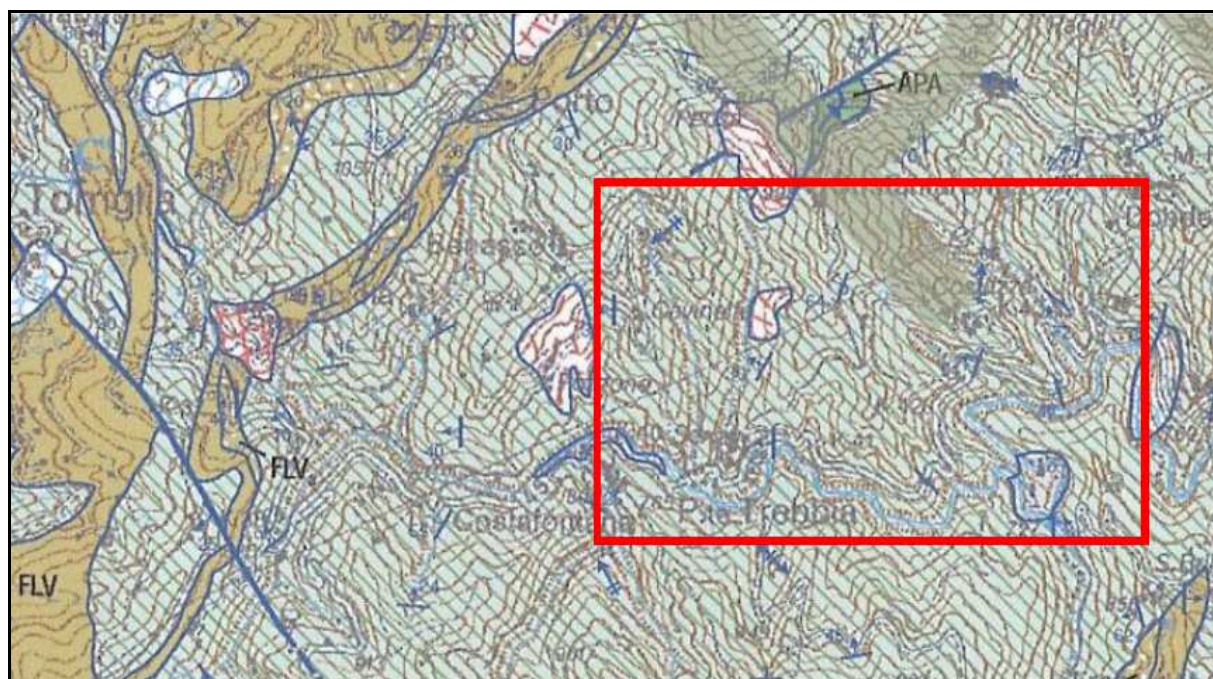


Figura 6: Stralcio della Carta Geologica in scala 1:50000 prodotta dal Progetto CARG, Foglio n°214 "Bargagli" (l'area in esame è indicata con il riquadro di colore rosso. Immagine non in scala)

La Formazione di Ronco, inserita entro l'Unità Tettonica Portello, è costituita da torbiditi calcareo-pelitiche di potenza massima stimata in circa 500 m. Secondo quanto riportato nelle Note Illustrative del Foglio n°214 "Bargagli" la formazione di Ronco (abbreviata in ROC) è costituita da strati torbiditici sottili e medi, caratterizzati da alternanze di areniti fini, siltiti marnose ed argilliti generalmente in facies D

secondo il lavoro di Mutti & Ricci Lucchi (1975). Il rapporto arenaria/pelite dei depositi della Formazione di Ronco è mediamente uguale a 1.

La continuità laterale della Formazione di Ronco appare abbastanza buona se analizzata alla macroscale, sebbene alla mesoscale sia estremamente difficile seguire gli strati per distanze superiori ad alcune decine di metri.

In seguito ad un'analisi petrografica dei livelli arenitici è stata identificata un'importante presenza di frammenti di rocce carbonatiche micritiche, tale da permettere una classificazione come areniti a composizione mista.

In generale gli studi del Foglio "Bargagli" hanno permesso di attribuire alla Formazione di Ronco un ambiente deposizionale di piana bacinale e/o frangia di conoide in ragione dell'assenza di torbiditi grossolane e la presenza di grandi volumi deposizionali coinvolti. Sulla base delle analisi micropaleontologiche condotte è stato possibile attribuire alla Formazione di Ronco un'età non più vecchia del Campaniano Inferiore.

Presso l'area in esame non è stata rilevata la presenza di alcuna struttura di faglia significativa, né di superfici di sovrascorrimento.

UNITÀ STRATIGRAFICHE QUATERNARIE
NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA

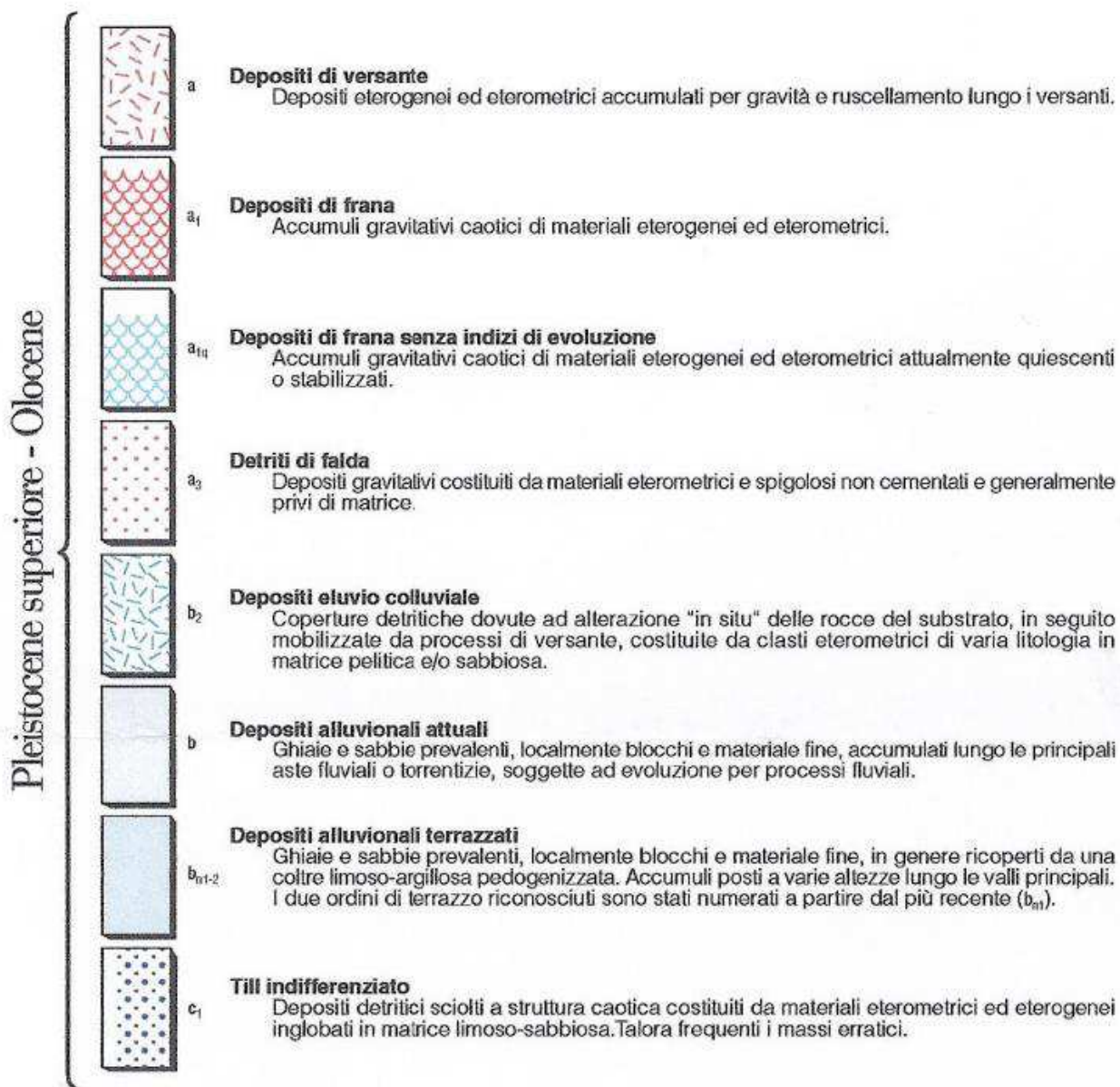


Figura 7: Legenda dello stralcio di Figura 6. Parte A, depositi quaternari

UNITÀ TETTONICA PORTELLO

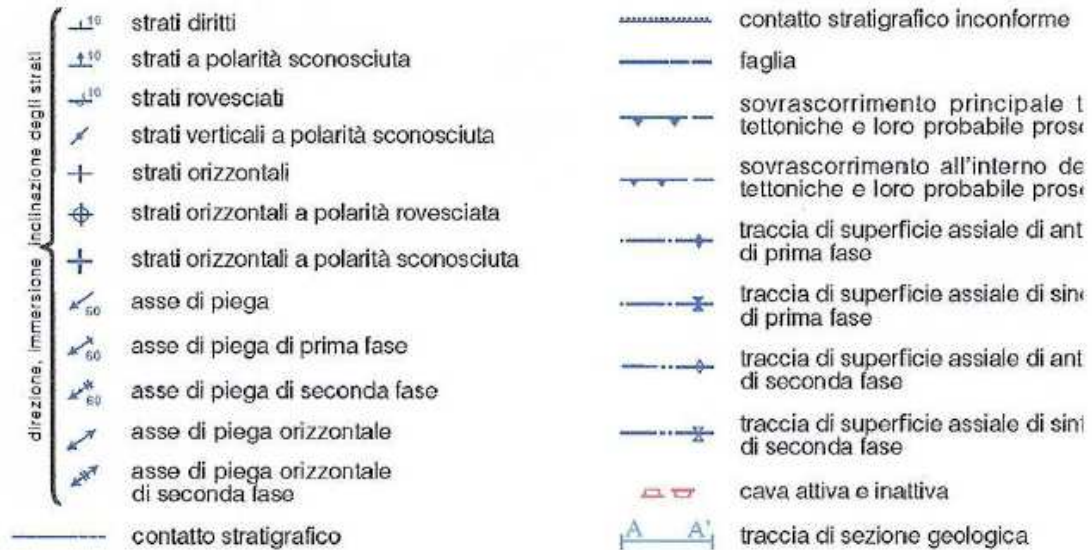


Figura 8: Legenda dello stralcio di Figura 6. Parte B, Unità tettoniche liguri ed elementi strutturali

5. GEOMORFOLOGIA

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un'aspra orografia, con rilievi montuosi di altezza massima compresa tra 900-1000 m s.l.m., profondamenti incisi dal Fiume Trebbia e dai suoi affluenti entrambi inseriti nel bacino idrografico del Fiume Po.

L'assetto morfologico dell'area è quindi fortemente influenzato dall'erosione fluviale operata dai corsi d'acqua presenti; tali corsi d'acqua presentano una tipica sezione

valliva a "V", caratterizzata dalla presenza di versanti molto acclivi nella parte prossima all'alveo, ed una graduale riduzione di pendenza associata ad una morfologia dolce ed ondulata spostandosi verso le quote maggiori.

La sezione appena descritta presenta inoltre una sostanziale simmetria tra i due versanti, in quanto le litologie attraversate dal Fiume Trebbia (torbiditi calcareo-pelitiche) sono caratterizzate da elevata resistenza ai processi di degradazione dei versanti, che permettono di mantenere profili aspri e dirupati e nelle quali i processi di sovrainposizione hanno generato anche dei meandri incassati.

In relazione al maggior processo morfogenetico attivo nell'area in esame, rappresentato dai processi di erosione fluviale, le Note Illustrative del Foglio n°214 "Bargagli", evidenziano la presenza di un solo ordine di terrazzi fluviali.

Per quanto concerne invece la presenza di processi gravitativi nell'area in esame, gli Autori delle Note Illustrative segnalano una minor presenza di fenomeni franosi rispetto ad altri settori di Appennino. A livello generale è stata segnalata una maggiore densità di fenomeni franosi entro le formazioni pelitiche, mentre risulta sensibilmente minore entro le formazioni flyschoidi ed arenacee. Le frane di maggior dimensione sono tuttavia segnalate entro le rocce costituite da alternanze litoidi, quali i flysch.

A livello locale l'analisi della banca dati del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) aggiornata al 2016, ha evidenziato che nell'area oggetto del presente studio non sono presenti fenomeni franosi di dimensione significativa.

In aggiunta a tale banca dati è stato inoltre consultato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Po, nel quale è presente il censimento dei fenomeni franosi situati nel relativo bacino (del quale il Fiume Trebbia ne è interamente parte). Secondo quanto riportato nel PAI è stata quindi rilevata la presenza di n°2 frane attive non perimetrare; tali dissesti sono stati riportati in Carta Geomorfologica (cod. el. T00GE00GEOCG06A-10A) e sono ubicati presso dorsali di versante situate in corrispondenza delle Pr. 0+850 e poco oltre la Pr. 1+728 entrambe riferite alla seconda tratta del 2° Stralcio. Analizzando in dettaglio l'ubicazione dei due dissesti si può notare che il primo (Pr. 0+850) non interessa il versante sede della S.S.45, mentre il secondo (ubicato oltre il Pr. 1+728) non interessa il tratto di S.S. 45 incluso nel 2° Stralcio, in quanto l'eventuale corpo di frana o blocco litoide mobilizzato verrebbe raccolto nell'impiuvio che attraversa la sede stradale delle S.S.45 circa 15m oltre l'area in esame. In aggiunta a tali considerazioni si segnala inoltre che, sebbene di tali dissesti il PAI non riporti alcuna descrizione, la dicitura "puntuale" indicativa di dimensioni non cartografabili e l'assenza di evidenze nelle altre fonti bibliografiche

consultate (banca dati IFFI, Foglio CARG n° 214 "Bargagli" e relative Note Illustrative) indicano una situazione di dissesto molto localizzata e di difficile individuazione, in quanto caratterizzata probabilmente da volumi estremamente ridotti.
caratterizzata probabilmente

Per quanto concerne l'inquadramento idrogeologico dell'area in esame, gli Autori segnalano la presenza di litotipi caratterizzati da scarsa permeabilità; in particolare la Formazione di Ronco (ROC), diffusa in tutta l'area in esame, è caratterizzata da una scarsa permeabilità in relazione alla presenza di un'importante frazione pelitica.

La scarsa permeabilità dei litotipi influenza quindi la scarsa presenza di sorgenti rilevate nel foglio n°214 "Bargagli" (caratterizzate peraltro da limitata portata) e della scarsa estensione degli acquiferi.

Analizzando in dettaglio l'area in esame non si rileva la presenza di alcuna emergenza idrica significativa.

6. IDROGEOLOGIA

Per quanto concerne l'inquadramento idrogeologico dell'area in esame, si segnalano la presenza di litotipi caratterizzati da scarsa permeabilità; in particolare la Formazione di Ronco (ROC), diffusa in tutta l'area in esame, è caratterizzata da una scarsa permeabilità in relazione alla presenza di un'importante frazione pelitica.

La scarsa permeabilità dei litotipi influenza quindi la scarsa presenza di sorgenti rilevate nel foglio n°214 "Bargagli" (caratterizzate peraltro da limitata portata) e della scarsa estensione degli acquiferi.

Analizzando in dettaglio l'area in esame (vedi Figura 7 e Figura 8), non si rileva la presenza di alcuna emergenza idrica significativa.

7. INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Per la redazione del presente Progetto Definitivo è stata progettata e realizzata, nei mesi di marzo-giugno 2014, una campagna di indagine geognostica completa anche di prove geofisiche e determinazioni di laboratorio, volta a coadiuvare la definizione del modello geologico di riferimento dell'area interessata dal progetto stesso.

L'obiettivo è stato, quindi, quello di definire la successione stratigrafica dei terreni che insistono nel territorio esaminato, con una valutazione delle loro caratteristiche fisiche, di resistenza e di deformabilità.

Analizzando la successione stratigrafica descritta nell'area in esame (per la cui trattazione si rimanda alla specifica relazione geologica (cod. el. T00GE00GEORE01A) risulta evidente che le opere presenti (viadotti, galleria artificiale, paratie e muri di sostegno) interesseranno diffusamente il substrato roccioso costituito dalle torbiditi della Formazione di Ronco (ROC). Al fine di valutare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso, legato alle caratteristiche di resistenza e deformabilità dello stesso, sono stati eseguiti dei rilievi geomeccanici secondo gli standard proposti dall'ISRM nel 1978. In particolare in fase di Progetto Preliminare sono stati realizzati n°5 rilievi geomeccanici coadiuvati da n° 11 punti di misura speditivi (Tabella 2), mentre nella presente fase progettuale (Progetto Definitivo) è stato realizzato un ulteriore rilievo geomeccanico, denominato S(1), ad integrazione dei precedenti. I rilievi geomeccanici eseguiti in sede di Progetto Preliminare sono stati acquisiti in modo oggettivo, mentre il rilievo integrativo eseguito in sede di Progetto Definitivo è stato acquisito in modo soggettivo, così come specificamente previsto dagli standard ISRM.

Per l'ubicazione planimetrica dei punti di misura e delle stazioni geomeccaniche realizzate in sede di progettazione definitiva o di progettazione preliminare si rimanda alla Carta Geologica (cod. el. T00GE00GEOCG01A- 5A).

Tabella 2: Progetto Preliminare – rilievi geomeccanici e punti di misura speditivi

SIGLA	TIPOLOGIA	TIPOLOGIA DISCONTINUITA'			
		Stratificazione	Frattura K1	Frattura K2	Frattura K3
P(I)	Punto di misura	300°/25°	-	-	-
S(L)	Stazione geomeccanica	306°/30°	143°/72°	66°/77°	-
S(M)	Stazione geomeccanica	347°/22°	208°/79°	335°/73°	-
P(N)	Punto di misura	300°/30°	130°/70°	40°/50°	-
S(O)	Stazione geomeccanica	320°/25°	120°/60°	360°/80°	-
P(P)	Punto di misura	320°/20°	140°/58°	200°/85°	-
P(Q)	Punto di misura	310°/50°	150°/65°	200°/80°	-
S(R)	Stazione geomeccanica	318°/15°	133°/52°	26°/75°	-
P(S)	Punto di misura	240°/40°	118°/45°	245°/65°	-
P(T)	Punto di misura	285°/30°	50°/70°	118°/70°	-
P(U)	Punto di misura	40°/35°	220°/85°	135°/68°	-
P(V)	Punto di misura	305°/35°	40°/65°	125°/70°	-
S(Z)	Stazione geomeccanica	263°/40°	41°/49°	126°/69°	-
P(AA)	Punto di misura	307°/35°	40°/85°	135°/75°	-
P(AB)	Punto di misura	350°/35°	210°/80°	120°/70°	-
P(AC)	Punto di misura	228°/20°	255°/79°	115°/83°	205°/83°
P(AD)	Punto di misura	350°/38°	185°/77°	120°/55°	-

La campagna di indagini geognostiche realizzata in fase di progettazione definitiva è stata articolata in indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo), indagini indirette (indagini di sismica a rifrazione con elaborazione tomografica), prove in situ (Down Hole, SPT, prove dilatometriche e di permeabilità tipo Lugeon) e prove di laboratorio. Si riporta di seguito la tabella di sintesi (Tabella 3) dei sondaggi eseguiti :

Tabella 3: Sintesi dei sondaggi eseguiti

Sondaggio	Località/Progetto	Coordinate Gauss-Boaga	Quota (m slm)	Perf.	Profondità sondaggio	Installazioni
S1_DH	Costafontana (GE)/ Viadotto Costafontana	4928528.656 N 1515210.027 E	777,28	verticale	35,00 m	Tubo in pvc ϕ 82 mm a 35,00 m per prova Down-Hole
S2_pz	Costafontana (GE)/ Galleria Costafontana	4928509.206 N 1515280.343 E	813.41	verticale	45,00 m	Piezometro Casagrande a 45,00 m
S3 h	Costafontana (GE)/ Galleria Costafontana	4928509.778 N 1515373.886 E	776.88	Orizz.	35,00 m	Nessuna
S4 pz	Ponte Trebbia (GE)/ Viadotto Ponte Trebbia	4928456.633 N 1515598.144 E	769.17	verticale	30,00 m	Piezometro Casagrande a 30,00 m
S5_DH	Costamaglio (GE)/Viadotto Costamaglio	4928490.604 N 1516542.122 N	791.96	verticale	30,00 m	Tubo in pvc ϕ 82 mm a 30,00 m per prova Down-Hole
S6 h	Costamaglio (GE)/Galleria Costamaglio	4928624.182 N 1516561.487 E	788.26	Orizz.	8,60 m*	*Sondaggio interrotto
S7_DH	Costazza (GE)/ Viadotto Costazza	4928874.836 N 1516857.112 E	766.33	verticale	35,00 m	Tubo in pvc ϕ 82 mm a 35,00 m per prova Down-Hole
S8_DH	SS45/Viadotto Montebruno	4929076.349 N 1517238.979 e	748.803	verticale	35,00 m	Tubo in pvc ϕ 82 mm a 35,00 m per prova Down-Hole

La Tabella 4 riporta l'elenco dei sondaggi geognostici eseguiti entro l'area studiata con l'indicazione della profondità di indagine raggiunta da ognuno di essi, l'attrezzatura installata, le prove eseguite in foro ed il numero di campioni raccolti.

Tabella 4: Sondaggi geognostici eseguiti entro l'area in esame. DH= Down Hole; SPT=prova Standard Penetration Test; DIL= prova dilatometrica in foro; LU= prova di permeabilità Lugeon; RIM= campioni rimaneggiati

Sigla	Profondità (m)	Quota (m s.l.m.)	Orientazione	Attrezzatura	Prove in foro	Campioni
S4_pz	30	769	Verticale	Piezometro Casagrande a 30m	1 SPT e 1 LU	10 RIM
S5_DH	30	792	Verticale	Tubo in PVC per DH	2 DIL	9 RIM
S6 h	9,7	788	Orizzontale	-	-	-
S7_DH	35	766	Verticale	Tubo in PVC per DH	2 SPT e 1 LU	10 RIM
S8_DH	35	749	Verticale	Tubo in PVC per DH	1 SPT	11 RIM

In Tabella 5 sono state invece riassunte le indagini geofisiche eseguite, costituite da stendimenti di sismica a rifrazione con elaborazione tomografica dei dati, alle quali vanno aggiunte le prove tipo Down Hole.

Tabella 5: Indagini sismiche realizzate con elaborazione tomografica e registrazione delle onde Vp e Vs

Sigla	Lunghezza (m)	Numero geofoni	Distanza intergeofonica (m)	Note
LS 01	69	24	3	Somma di due spezzoni Tr1+Tr2
LS 02a	55	12	5	-
LS 02b	55	12	5	-
LS 03a	55	12	5	-
LS 03b	55	12	5	-

In via riepilogativa, le indagini geologiche e geotecniche realizzate nell'area di intervento sono:

- N. 8 sondaggi a carotaggio continuo con una profondità massima di 45 m, di cui due orizzontali, con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per laboratorio getecnico ed ambientale
- Installazione di N. 2 tubi piezometrici (S2 e S4)
- Allestimento di N. 4 fori per prove sismiche Down-Hole DH (S1 S5 S7 S8)
- N. 7 Basi sismiche a rifrazione

- Prove in situ (4 prove penetrometriche dinamiche SPT, 2 prove di permeabilità Lugeon, 2 prove dilatometriche in foro)
- Prove di laboratorio (N. 5 prove di taglio diretto, N. 8 prove di resistenza alla compressione uniassiale)

8. GEOTECNICA

Nella fascia areale interessata dal tratto carrabile in progetto, la SS 45 costeggia il fianco di un versante, delimitato inferiormente dal fiume Trebbia, e ricade nei comuni di Torriglia e Montebruno (Ge). Tale area si colloca nel settore più meridionale delle Alpi occidentali, le cosiddette Alpi Liguri, dove le unità affioranti sono riconducibili ai seguenti domini: Brianzonese, parte del continente europeo; Pre-Pemontese, associato al margine continentale; Ligure-Piemontese, corrispondente al dominio oceanico.

Nel tratto indagato, la valle del Trebbia propone un andamento circa est-ovest e, più a valle, ovest/sud-ovest – est/nord-est. Essa appare fortemente incisa, con opposti versanti orografici acclivi che raggiungono in sommità quote fino a 1100 m slm; la loro morfologia è controllata soprattutto dalla distribuzione delle litologie e dall'assetto strutturale.

In riferimento alle litologie, i versanti più acclivi e le valli più profondamente incise si incontrano nelle aree di affioramento del flysch del Monte Antola, che offre una discreta resistenza all'erosione. I versanti meglio modellati si incontrano nei flysch marnosi e siltosi a stratificazione sottile (flysch di Ronco), facilmente degradabili e normalmente ricoperti dalle coltri eluviali più spesse. I versanti meno acclivi, ma spesso anche più denudati, si incontrano nelle argilliti, che costituiscono il litotipo più degradabile. Della formazione del Ronco, nel tratto interessato dall'attuale progetto, è presente il membro a carattere marnoso, costituito da livelli torbiditici, formati dalla coppia marna-calcare arenaceo e da giunti argillitici. Tale litotipo si presenta nella porzione superiore, caratterizzato da una fascia alterata di spessore medio di circa tre metri, ed è ulteriormente sovrastato da una coltre di copertura eluvio-colluviale, che ricopre più o meno uniformemente il substrato calcareo-marnoso con uno spessore limitato, solo a luoghi stimabile in 3-5 m.

In tutto il settore tirrenico della Liguria di levante colpisce il contrasto esistente fra la vivacità e l'articolazione delle forme erosive del versante ligure e la modesta attività erosiva del contiguo versante padano, nella porzione prossima allo spartiacque.

Riguardo l'idrogeologia del sottosuolo, i depositi sciolti che costituiscono le coperture

colluviali e di frana sono permeabili per porosità in misura variabile in funzione della quantità di matrice argillosa presente e, se di dimensioni adeguate, possono costituire degli ottimi serbatoi. I depositi alluvionali ghiaioso-ciottolosi dell'alveo principale e delle aree terrazzate, anche se ricchi di matrice, sono dotati di buona permeabilità per porosità; la loro modesta estensione non li rende tuttavia significativi come acquiferi. Il substrato roccioso (Formazione di Ronco) per sua natura viene classificato in letteratura come orizzonte da semipermeabile per fratturazione a impermeabile, in quest'ultimo caso risulta scarsa in relazione alla stratificazione sottile ed a una elevata quantità di peliti siltoso argillose presenti nei giunti.

9. SISMICA

L'inquadramento sismico dell'area in esame è avvenuto consultando gli archivi messi a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (nel prosieguo INGV) e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (nel prosieguo ISPRA).

Considerando la regione che ospita l'area di progetto, secondo l'Inventario delle Sorgenti Sismogenetiche in Italia dell'INGV (Database of Individual Seismogenic Sources - DISS), versione aggiornata al giugno 2015, si possono individuare tre sorgenti sismogenetiche:

- Lunigiana;
- Promontorio di Imperia;
- Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga.

Tutte site nell'intorno di 60 km in linea d'aria dall'area del tracciato. L'area contenente la regione di progetto, per un raggio di 5 km non risulta interessata dalla presenza di alcuna faglia attiva e capace.

Per quanto riguarda i fenomeni registrati nel territorio di Torriglia, il Database Macrosismico Italiano (DBMI15) dell'INGV, riporta fenomeni con intensità macrosismica compresa tra un minimo di 2 ed un massimo di 6, tutti successivi all'anno 1000. I due terremoti di magnitudo maggiore sono stati gli eventi del 07.09.1920 (epicentro Garfagnana, Mw 6,53) e del 23.02.1887 (epicentro Liguria occidentale, Mw 6,27).

Un focus più specifico è stato eseguito per la sismicità recente, dal 1985 ad oggi, consultando il database aggiornato in tempo reale del Centro Nazionale Terremoti

dell'INGV: nel raggio di 50 km dal centro abitato di Torriglia, non si riscontrano terremoti di magnitudo $> 4,5$ Mw; i più significativi sono avvenuti presso Rezzoaglio in data 05.03.2012 e 20.10.2011, entrambi di Magnitudo Mw 4,0.

Osservando la Mappa di Pericolosità Sismica (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2005, n. 3519, All. 1b) dell'area geografica che ospita il tracciato stradale, si rileva che l'area in oggetto è a medio-bassa pericolosità (Figura 9). Considerando indicativamente la località Ponte Trebbia, si è ricavata la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornita dal ministero e sono stati individuati i nodi del reticolo di riferimento (v. capitolo 3 relazione T00GE00GETRE02A)

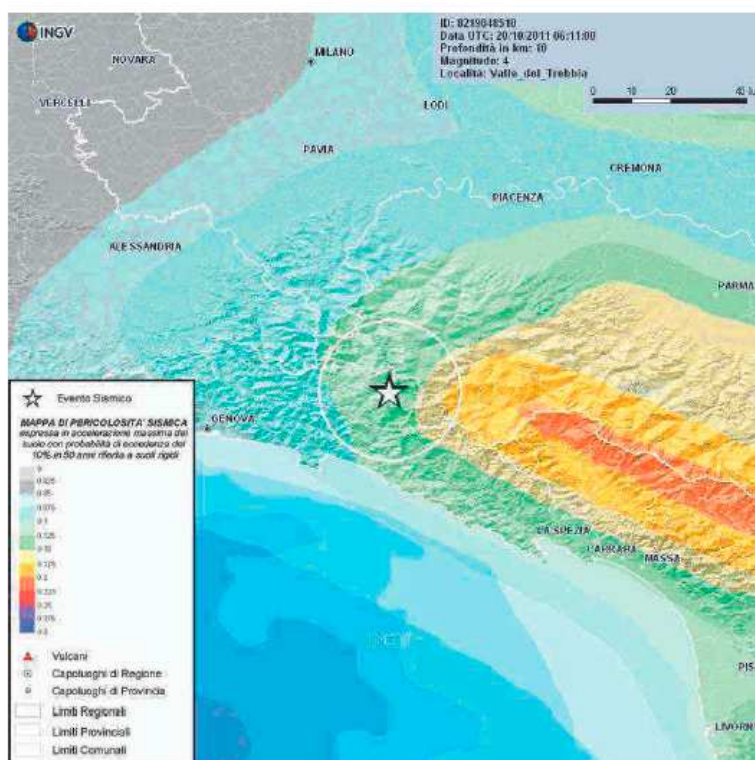


Figura 9: Carta della pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

Con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 2003 si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/06. L'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco ag su terreno a comportamento rigido, derivante da studi

predefiniti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06.

Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro ag secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'OPCM del 28 aprile 2006, n. 3519. L'Allegato 1b di tale ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

In Figura 10 è riportata la mappa delle aree in esame, con l'indicazione dei punti del reticolo di riferimento, relativi all'accelerazione su suolo rigido attesa con tempo di ritorno di 950 anni.

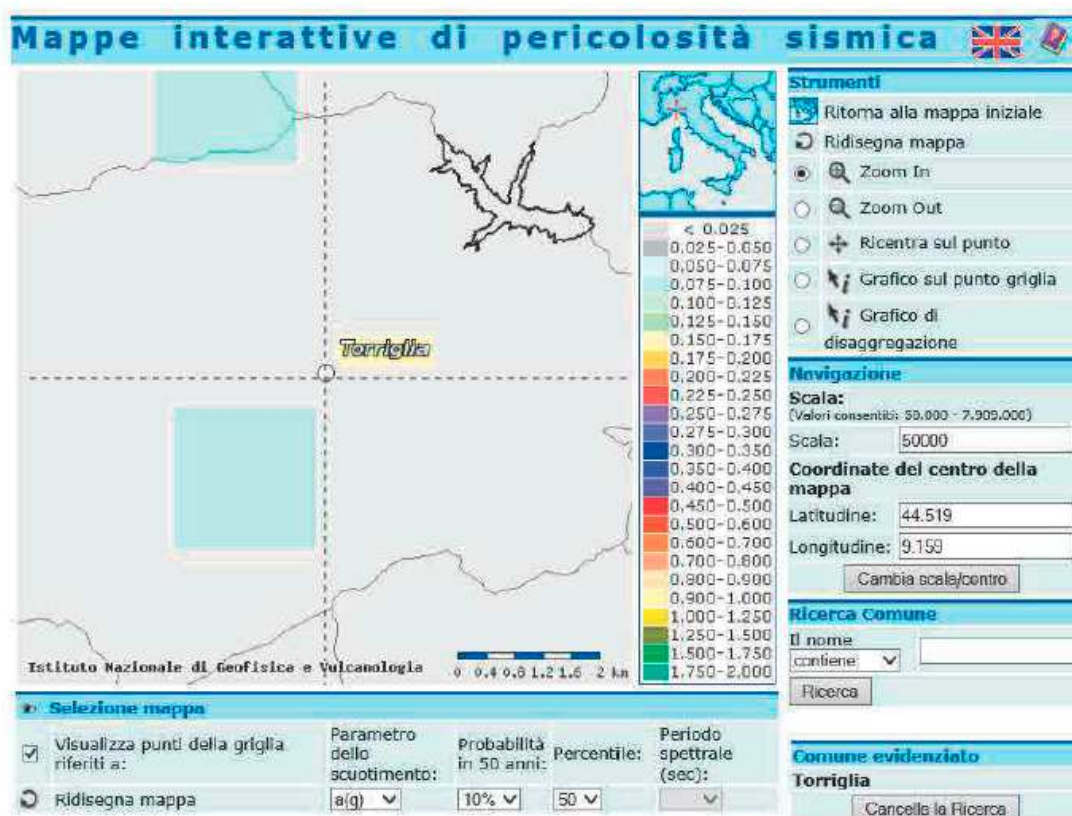


Figura 10: Mappa dei valori di pericolosità sismica nell'area del tracciato (INGV 2006)

Per quanto concerne invece la classificazione sismica del territorio, in seguito al DGR 216/17 i Comuni dell'alta Val Trebbia (Torriglia, Montebruno e Rovegno) interessati dall'opera in progetto sono stati inseriti in classe sismica 3 con $PGA = 0,15g$, ovvero sismicità medio-bassa con possibilità di forti terremoti, ma rari.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione pianificativa e di controllo dello stesso.

Gli studi di microzonazione sismica (MS), che definiscono le aree soggette ad amplificazioni dello scuotimento sismico o deformazioni permanenti del suolo in caso di terremoto, rappresentano uno strumento importante per la prevenzione del rischio sismico.

Per la classificazione dei terreni oggetto di intervento, per la definizione delle V_{s30} , sono state eseguite 3 prove down - hole in foro effettuate durante la campagna geognostica del 2014. Dai risultati di tali prove (Tabella 6) si ottengono i seguenti valori delle velocità delle onde S nei primi 30 m di profondità:

Tabella 6: Campagna geognostica del 2014 - risultati prove Down-Hole

SONDAGGIO	V_{s30} [m ² /sec]
S5_DH	609
S7_DH	638
S8_DH	660

10. IDROLOGIA – IDRAULICA

10.1 Idrologia

Il corso d'acqua principale intersecato dall'opera in progetto è il fiume Trebbia che ha origine alle pendici Sud-Est del Monte Prelà, a quota 1135 m s.l.m.

La porzione di bacino sottesa dalla sezione di interesse per il presente studio è di circa 10 km², ed è caratterizzata da un ambiente poco antropizzato e con versanti abbastanza acclivi.

Si segnalano anche altre interferenze col reticolo idrografico minore. Le caratteristiche dei bacini sottesi dal tracciato stradale in oggetto sono elencati in Tabella 7.

Tabella 7: Tabella riassuntiva delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini imbriferi interferiti

BACINO	AREA [km ²]	L [m]	H max [m]	H min [m]	DH [m]	i media
A1 Bacino del trebbia	9.65	4646	1360	756	604	0.13
B3 Donderi	0.76	1526	1070	717	353	0.23
B4 Montebruno	0.356	751	887	720	167	0.22
B2 Costazza	0.214	716	945	745	200	0.28
B1 Costamaglio	0.053	321	893	786	107	0.33
C1 attraversamento	0.016	141	864	787	77	0.55
C2 attraversamento	0.03	108	842	788	54	0.50
C3 attraversamento	0.03	119	849	792	57	0.48

Per quanto concerne la definizione delle portate di piena, le procedure utilizzate per la determinazione delle portate di piena sono di tipo indiretto, eseguite, cioè, mediante l'adozione di valori di precipitazione estrema dedotti dall'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche e l'impiego di modelli afflussi-deflussi.

Per l'analisi delle precipitazioni sono stati confrontati i risultati delle analisi statistiche effettuate con lo Studio di Regionalizzazione delle piogge intense effettuato nell'ambito del PAI della AdB Po.

La pioggia netta è stata stimata secondo il metodo del SCS-CN, previa definizione delle caratteristiche di infiltrabilità del terreno dedotte dalle tipologie di uso del suolo. Si è scelto di utilizzare il valore di CN pari a 73 corrispondente ad una condizione di bosco misto e SCS classe D. Tale valore del "Curve Number", riferito a condizioni di saturazione intermedie (AMC II) è stato applicato per ciascun bacino e sottobacino, tranne nel caso della definizione della portata del Trebbia dove si è utilizzato un AMC III.

10.2 Idraulica

Il tracciato stradale attraversa il fiume Trebbia, tra la progressiva km 0+040 e la progressiva 0+110 del nuovo asse, con un viadotto a due campate da 45 m. Sono inoltre presenti interferenze con reticolo minore, risolte in viadotto (V1 - V2- V3- V4).

Le verifiche idrauliche sono state condotte al fine di determinare le caratteristiche del deflusso in condizioni di piena nel tronco d'alveo intercettato dall'infrastruttura in progetto e quindi avere quante più informazioni possibili circa le interazioni con l'opera di attraversamento.

Le simulazioni sono state eseguite in riferimento delle portate di piena associate ai tempi di ritorno considerati nei seguenti scenari:

- in condizioni di alveo indisturbato (ante operam);
- in seguito alla realizzazione dell'opera di attraversamento (post operam).

La ricostruzione del profilo di piena è stata eseguita in moto permanente con l'ausilio del software di calcolo Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), sviluppato dall'U.S. Army Corp of Engineers.

Il programma permette la ricostruzione dei tiranti idrici di un corso d'acqua mediante l'integrazione numerica con il metodo dello "standard step" dell'equazione differenziale del moto permanente.

Il modello di calcolo è basato sulle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente (le grandezze idrauliche non variano con il tempo);
- la geometria dell'alveo è caratterizzata generalmente da variazioni graduali di sezione dove è applicabile l'equazione del moto; nei tronchi dove si realizzano variazioni brusche di sezione viene adottata l'equazione dinamica in forma globale;
- il moto è monodimensionale, cioè si trascurano le componenti della velocità nelle direzioni ortogonali a quella di avanzamento della corrente; ne discende che: il carico energetico totale è lo stesso per tutti i punti di una sezione trasversale, la velocità ha una sola componente nella direzione della corrente e la superficie dell'acqua è orizzontale per tutta la sezione trasversale;

Per le simulazioni di moto permanente è stato costruito il modello Hec-Ras, sulla base delle sezioni d'alveo disponibili, estratte dalla cartografia fotogrammetrica 1:2000 e da appositi rilievi celerimetrici.

Relativamente alle verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti B1, B2, B3 e B4, le analisi in moto permanente non rilevano situazioni critiche: le pile dei viadotti

V1, V2, V3, V4 non sono interessate dalla piena, e il livello idrico si mantiene alcune decine di metri al di sotto dell'intradosso dell'impalcato.

L'attraversamento in progetto sul Trebbia risulta verificato con un franco idraulico considerevole che raggiunge i 7.97 m per il TR200 .

In relazione ai fenomeni erosivi innescati in corrispondenza delle pile si è stimata una profondità di escavazione che risulta compatibile con la fondazione in quanto lo scavo non raggiunge la quota di estradosso dei plinti.

Per il ripristino della continuità delle interferenze, caratterizzate da impluvi di modesta importanza, si prevede la realizzazione di tombini scatolari.

Tali opere sono costituite da:

- 1) Opera di imbocco in c.a gettata in opera di dimensioni interne in pianta pari a 2.0x2.0m;
- 2) Un collettore di attraversamento della sede stradale in c.a prefabbricato, di dimensioni trasversali nette pari a 1.5x1.5m.

Dai risultati dei calcoli effettuati si riscontra che in tutti gli attraversamenti la portata di progetto transita con un grado di riempimento superiore al 70%

10.3 Drenaggio di piattaforma

Per quanto concerne lo smaltimento delle acque di piattaforma si è adottato un sistema di tipo "aperto", dimensionato per i tempi di ritorno di 25 anni. In base al tipo di tratta la soluzione scelta per il drenaggio è differente:

- Le acque di piattaforma in rilevato sono allontanate dalla banchina mediante embrici posizionati ad opportuno interasse.
- Nei tratti al piede delle trincee è prevista la realizzazione di cunette alla francese in cls di larghezza di fondo pari a 1.00 m, più una eventuale collettore sottostante.
- All'interno della galleria si dispone un sistema di collettamento delle acque costituito da collettori in PEAD di diametro pari a DN 400 mm.
- Sull'impalcato dei viadotti si dispongono collettori in PVC di DN 300mm atti a raccogliere le acque meteoriche, tali collettori presentano delle bocche d'ingresso per l'acqua disposte ad interasse di 15m.

11. OPERE D'ARTE MAGGIORI

11.1 Viadotti

Nella progetto della variante SS45 "Val di Trebbia" sono presenti cinque viadotti di nuova realizzazione (Tabella 8).

Tabella 8: Elenco dei viadotti dell'intervento

Id. opera	Pk iniziale (km)	Pk finale (km)
VI01	0+455.00	0+545.00
VI02	1+013.00	1+133.50
VI03	1+377.92	1+489.92
VI04	1+561.52	1+656.52
VI05 (Ponte sul Trebbia)	0+040.00	0+110.00

Il viadotto VI01 (Figura 11) è realizzato con un impalcato a struttura mista acciaio-clc con schema statico di trave continua a 2 campate aventi luce rispettivamente di 45.00 m e 45.00 m (in asse tracciamento) per uno sviluppo complessivo di 90.00 m. L'andamento planimetrico del viadotto è curvilineo e l'impalcato ha una larghezza variabile tra 13.80 m e 14.40 m. La pila centrale è fondata su un plinto di spessore pari a 1.2 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 30 medio-pali ($\Phi 400$). Le spalle A e B sono fondate anch'esse su fondazioni profonde. Il numero dei pali di fondazione delle spalle è 35 e 32 rispettivamente per la spalla A e la spalla B. Il diametro è pari a quello dei pali del plinto ovvero pari a 400 mm.

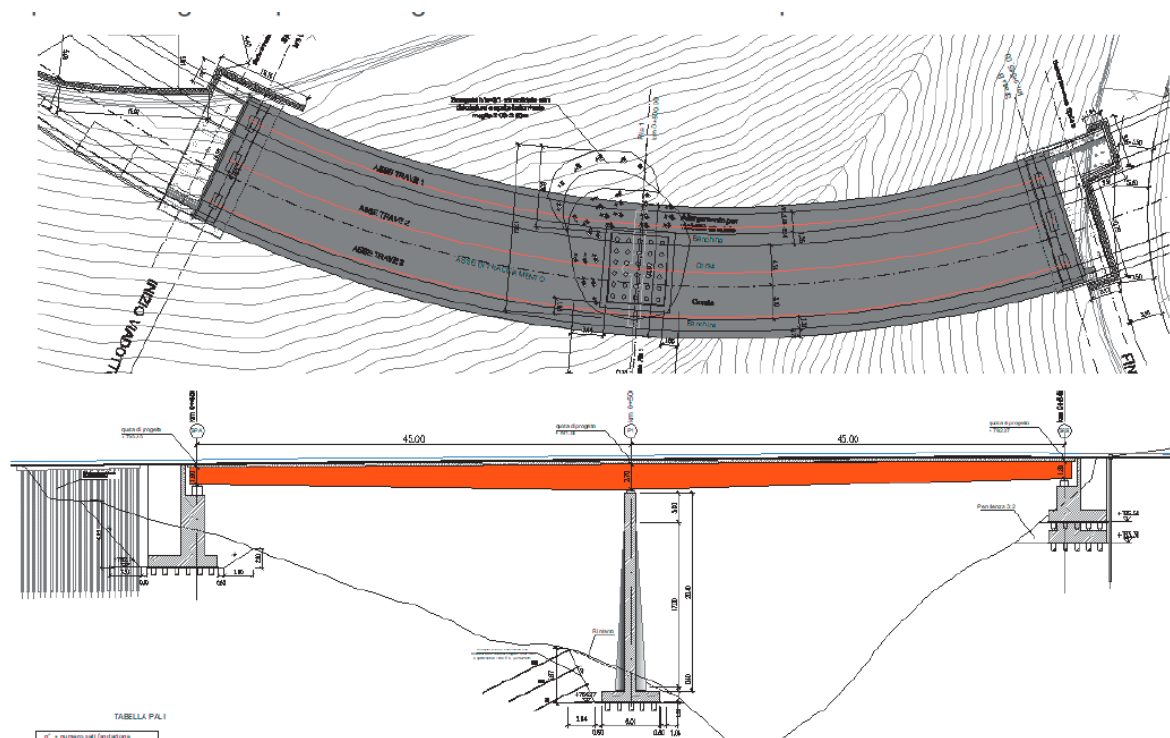


Figura 11: Viadotto VI01 – Planimetria e prospetto

Il viadotto VI02 (Figura 12) è realizzato con un impalcato a struttura mista acciaio-clc con schema statico di trave continua a 3 campate aventi luce rispettivamente di 32.00 m, 53.50 m e 35.00m (in asse tracciamento) per uno sviluppo complessivo di 120.50m. L'andamento planimetrico del viadotto è curvilineo e l'impalcato ha una larghezza variabile tra 11.00 e 15.65 m.

La pila 1, di altezza 18.00 m dallo spiccato della fondazione, è fondata su un plinto 6.00x7.20 m di spessore pari a 1.2 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 30 medio-pali ($\Phi 400$). La pila 2, di altezza 23.35 m dallo spiccato della fondazione, è fondata su un plinto 4.80x6.00 m di spessore pari a 1 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 20 medio-pali ($\Phi 400$).

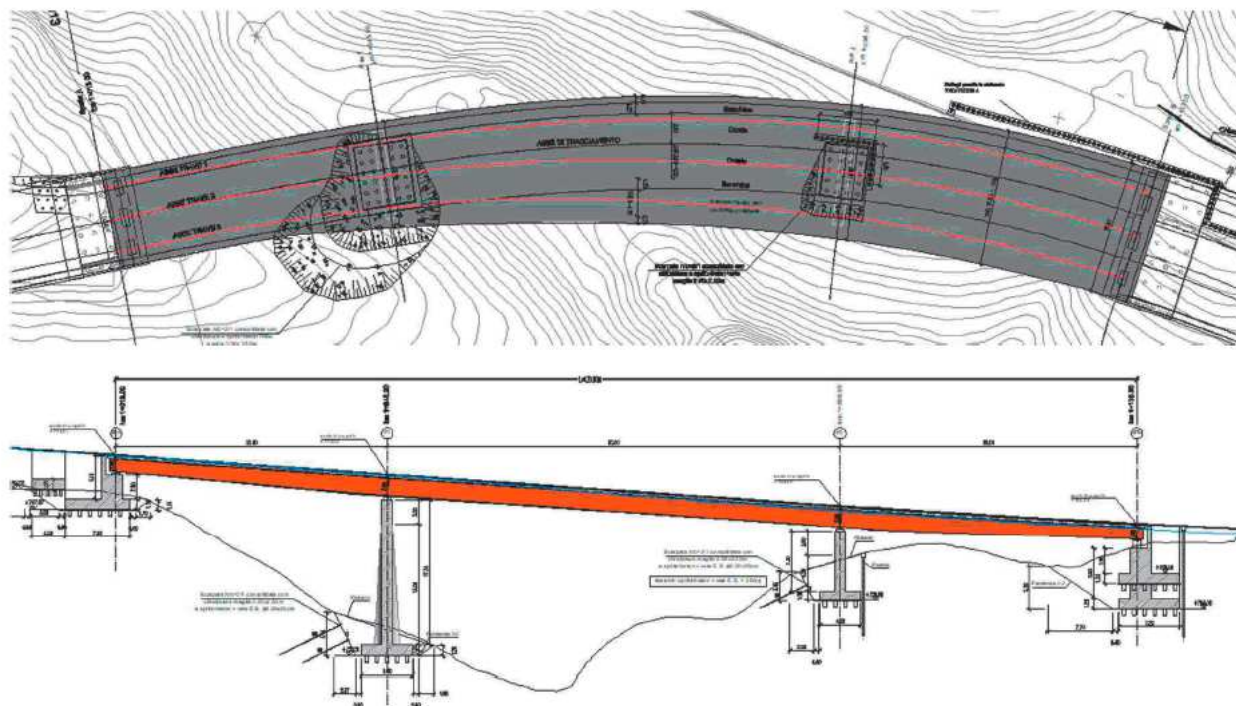


Figura 12: Viadotto VI02 – Planimetria e prospetto

Il viadotto VI03 (Figura 13) è realizzato con un impalcato a struttura mista acciaio-clc con schema statico di trave continua a 3 campate aventi luce rispettivamente di 31.00 m, 50.00 m e 31.00m (in asse tracciamento) per uno sviluppo complessivo di 112.00 m.

L'impalcato ha una larghezza variabile tra 11.00 e 14.98.

La pila 1, di altezza 25.15 m dallo spiccato della fondazione, è fondata su un plinto 4.80x6.00 m di spessore pari a 1 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 20 medio-pali (Φ 400).

La pila 2, di altezza 23.35 m dallo spiccato della fondazione, è fondata su un plinto 6.00x7.20 m di spessore pari a 1.2 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 30 medio-pali (Φ 400).

Le spalle A e B sono fondate anch'esse su fondazioni profonde. Il numero dei pali di fondazione delle spalle è 32 e 30 rispettivamente per la spalla A e la spalla B. Il diametro è pari a quello dei palli del plinto ovvero 400 mm.

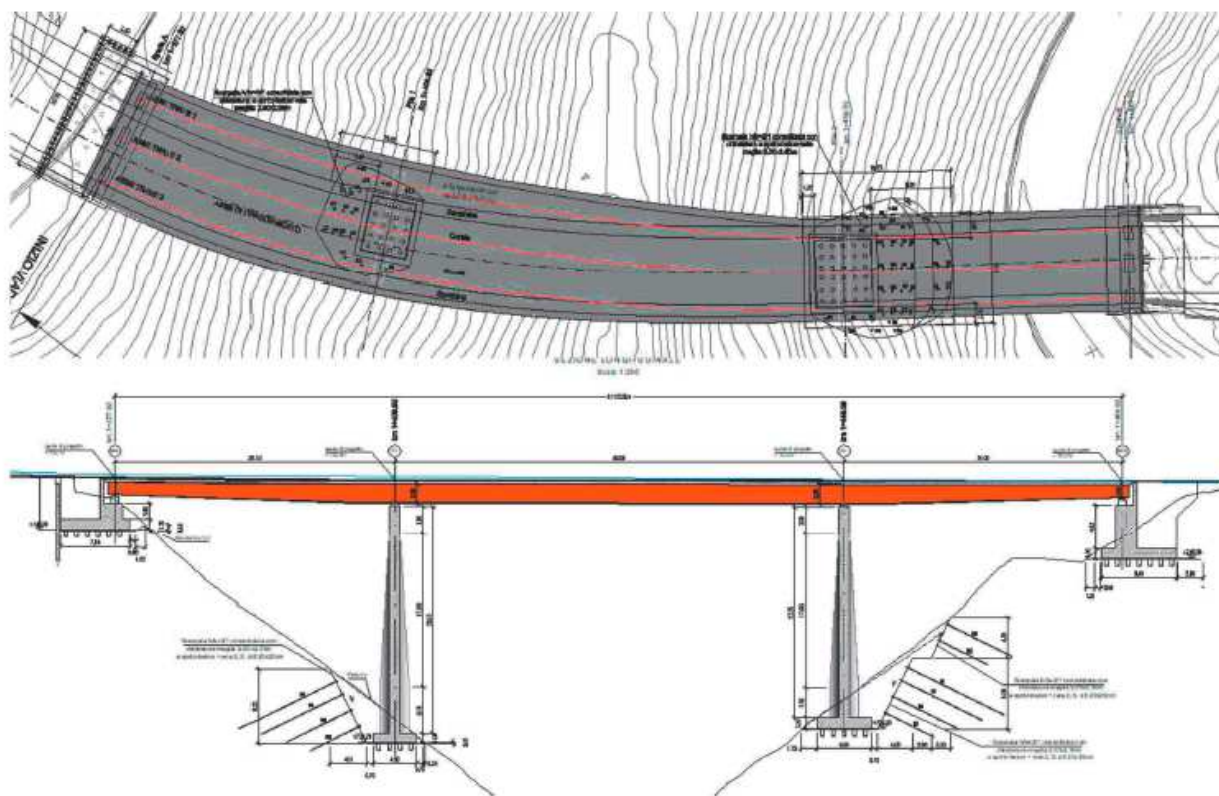


Figura 13: Viadotto VI03 - Planimetria e prospetto

Il viadotto VI04 (Figura 14) è realizzato con un impalcato a struttura mista acciaio-clt con schema statico di trave continua a 3 campate aventi luce rispettivamente di 26.00 m, 43.00 m e 26.00 m (in asse tracciamento) per uno sviluppo complessivo di 95.00 m. L'impalcato ha una larghezza variabile tra 13.19 e 14.40 m.

La pila 1, di altezza 18.70 m dallo spiccatto della fondazione, è fondata su un plinto 6.00x7.20 m di spessore pari a 1.2 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 30 medio-pali (Φ 400).

La pila 2, di altezza 25.80 m dallo spiccatto della fondazione, è fondata su un plinto 4.80x6.00 m di spessore pari a 1 m. Il plinto distribuisce le sollecitazioni su una palificata di 20 medio-pali (Φ 400).

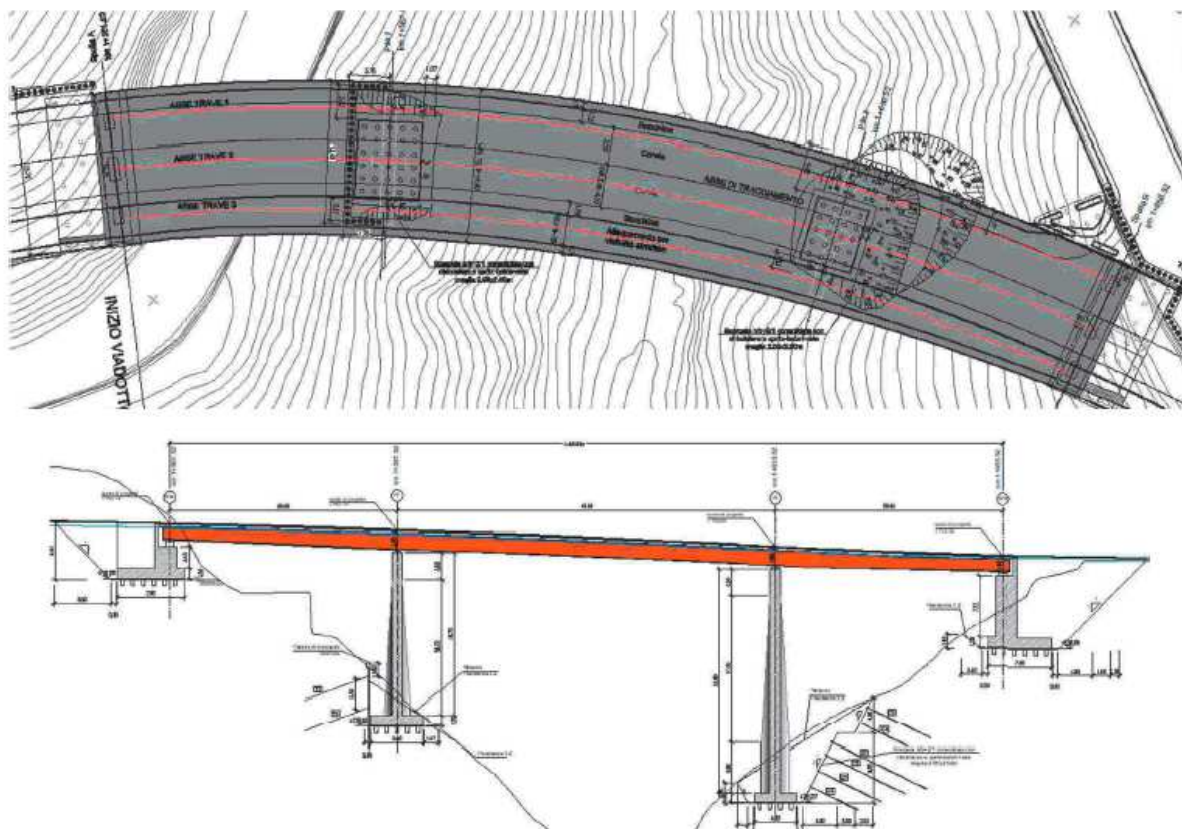


Figura 14: Viadotto VI04 - Planimetria e prospetto

Il viadotto VI05 (Ponte sul Trebbia, Figura 15) è realizzato con un impalcato a struttura mista acciaio-clt con schema statico di trave continua a 2 campate aventi luce rispettivamente di 40.00 m e 30.00 m (in asse tracciamento) per uno sviluppo complessivo di 70.00 m. L'andamento planimetrico del viadotto è curvilineo.

L'impalcato ha una larghezza variabile tra 11.24 m e 11.74 m, con una piattaforma stradale tipo C2 (1.25 m + 3.74/4.24 m + 3.50 m+1.25 m) e due cordoli esterni di larghezza pari a 0.75m.

La pila, di altezza complessiva pari a 12.36 m, è a sezione costante riconducibile ad un rettangolo di larghezza 3.6 m e altezza 1.2 m, con spigoli accordati con un raggio di curvatura pari a 0.6 m. La pila poggia su un plinto con pianta rettangolare di dimensioni 4.80 m x 8.40 m, di altezza pari a 2.0 m, a sua volta fondato su 28 pali $\Phi 400$ disposti a interasse 1.20 m x 1.20 m.

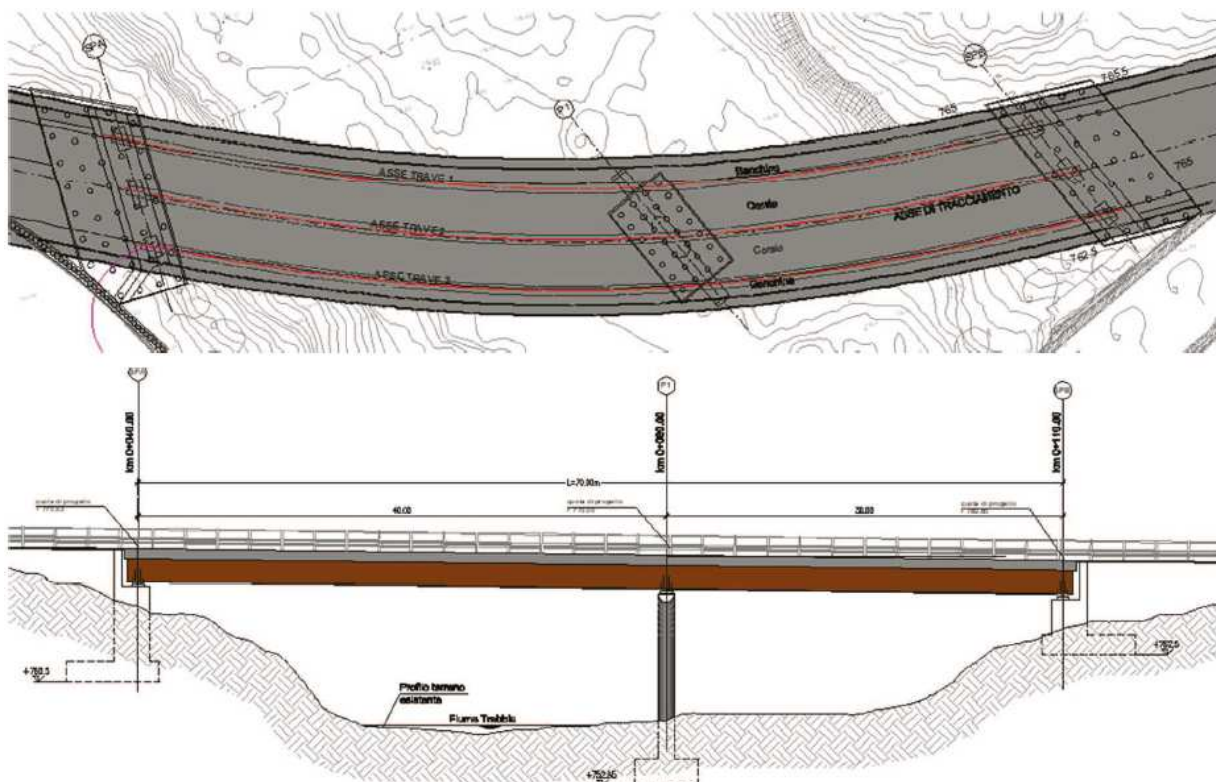


Figura 15: Viadotto VI05 (Ponte sul Trebbia) – Planimetria e prospetto

11.2 Galleria artificiale

La galleria (Figura 16) si sviluppa per una lunghezza di 25 m, dalla pk 0.575.00 alla pk 0+600.00; le dimensioni interne sono variabili, adatte a contenere la piattaforma stradale di tipo C2: larghezza 15.35-16.40 m, altezza 6.59-6.80 m. Viene garantito un franco stradale minimo di 5.50 m. Le pareti laterali hanno spessore 1.60 m, la soletta superiore 1.50 m e la soletta inferiore 1.60 m.

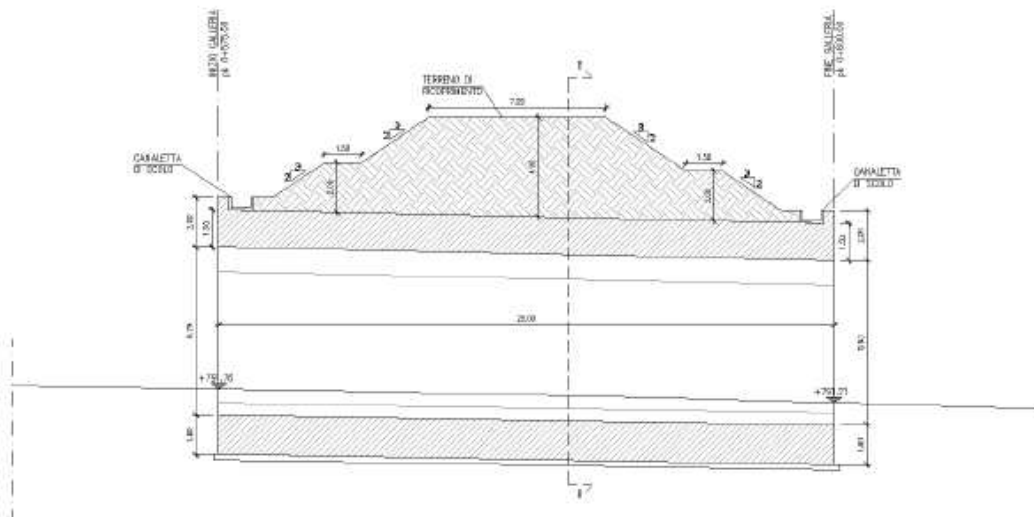
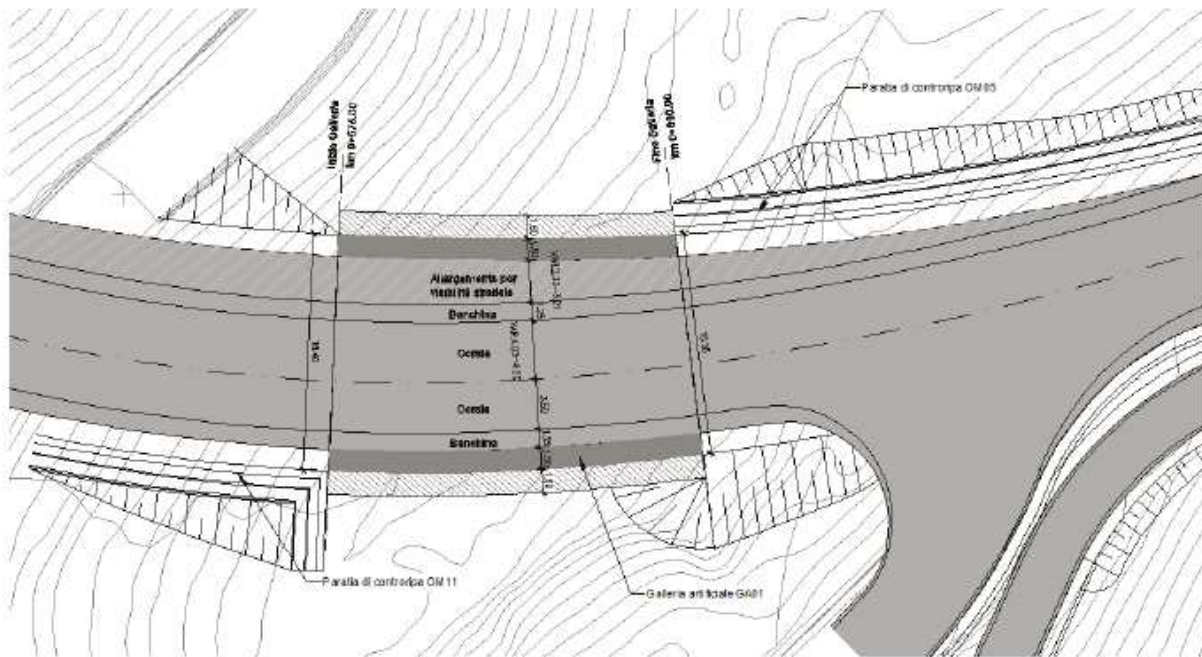


Figura 16: Galleria artificiale – Planimetria e sezione longitudinale

12. OPERE D'ARTE MINORI

12.0 Paratie

Le opere di sostegno delle terre previste si rendono necessarie nei tratti stradali a mezzacosta, per contenere l'entità degli scavi di sbancamento e trattenere le decompressioni del versante in seguito allo scavo effettuato per l'alloggiamento della sede viaria (Tabella 9).

Tabella 9: Elenco delle paratie

Id. opera	Pk iniziale	H iniziale (m)	Pk finale	H finale (m)	L (m)	H max (m)	Altezza scavo max (m)
OM02	0+010	7	0+090	10	83.80	9.50	13.50
OM03	0+125	10	0+185	10	62.40	13	8.80
OM04	0+230	10	0+430	10	218.80	13	8.80
OM05	0+600	7	0+668	7	74.90	10	7
OM06	0+730	7	0+810	10	84.30	10	6.20
OM07	0+840	10	0+970	7	143.65	10	6.20
OM08	1+200	7	1+350	10	160	13	8.80
OM09	1+508	10	1+560	10	56.60	13	7.30
OM10	1+675	7	1+725	7	61.70	7	4.40
OM11	0+555	7	0+575	10	19.50	10	6.80

Le opere presentano tutte la medesima tipologia costruttiva, costituita da pali di medio diametro $\Phi 400$, passo 0.60 m, armati con profilo tubolare in acciaio, di diametro $\Phi 273$ mm, spessore 10 mm. In funzione delle altezze di sbalzo, vi sono al più tre ordini di tiranti inclinati 20° sull'orizzontale, a 3 trefoli.

Per adempiere le prescrizioni della Regione di Liguria, la paratia è rivestita in fase definitiva di pietra locale a spacco.

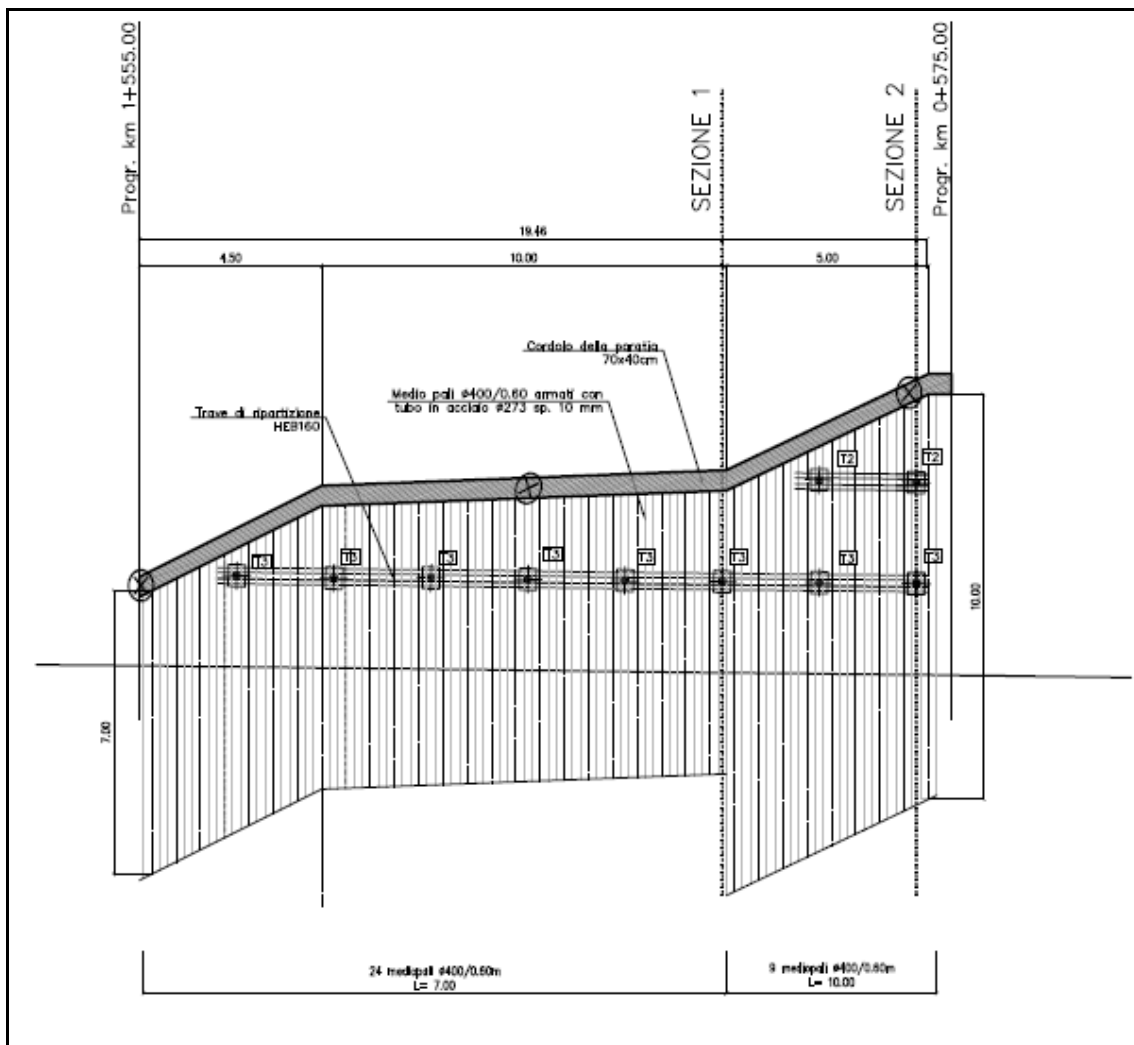


Figura 17: Prospetto tipo paratia

12.1 Muri

L'opera di sostegno è un'opera di sottoscarpa, in un tratto stradale a mezzacosta, in cui la SS45 costeggia il fianco di un versante, delimitato inferiormente dal fiume Trebbia. È stata scelta una fondazione su micropali F240 mm armati con tubolare in acciaio.

Tabella 10: Elenco dei muri di sostegno

Id. opera	Pk iniziale (km)	Pk finale (km)
OM01	0+017	0+031
OM12	0+084	0+124
OM13	0+173	0+204
OM14	0+420	0+450
OM15	0+646	0+795
OM16	0+810	1+009
OM17	1+140	1+220
OM18	1+496	1+554
OM19	1+666	1+723
OM20	0+020	0+055
OM21	0+060	0+139
OM22	0+143	0+192
OM23	0+170	0+225

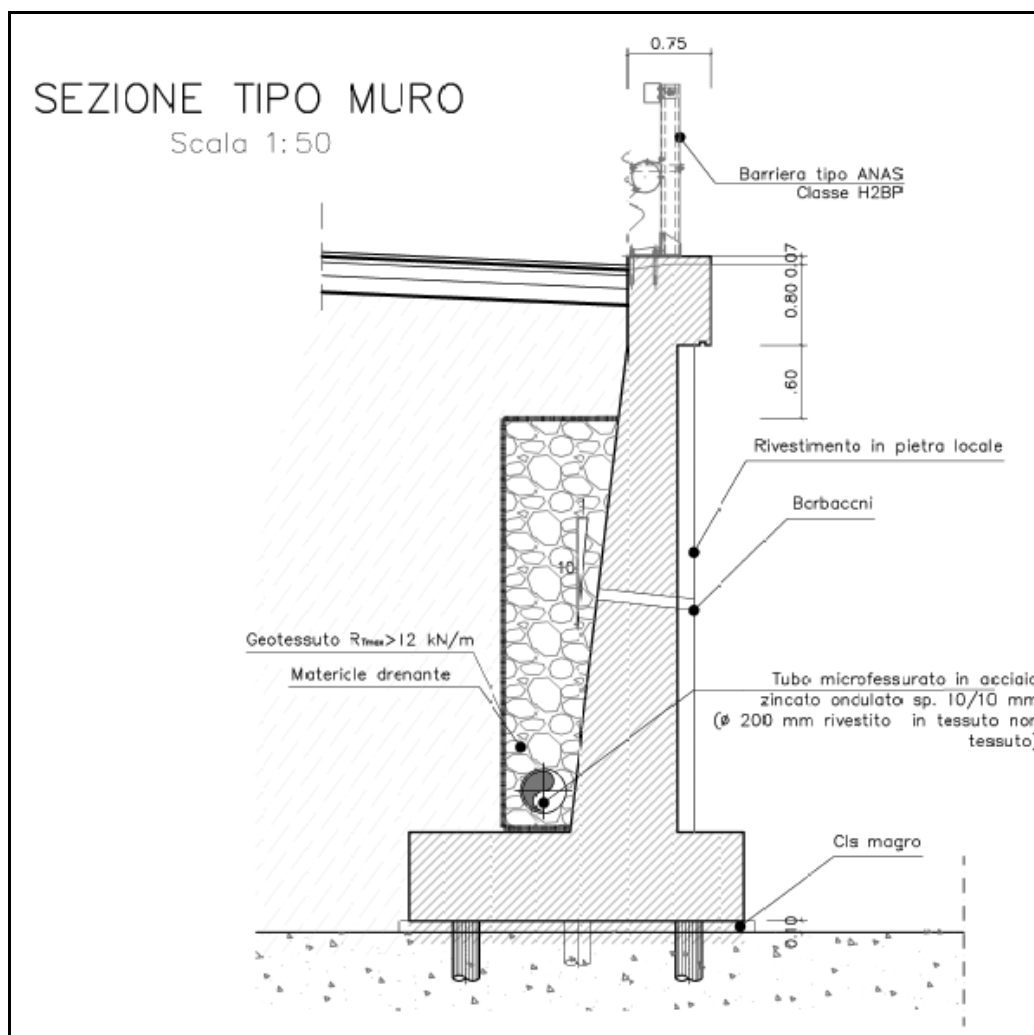


Figura 18: Sezione tipo muro di sostegno

12.2 Tombini

Le opere di attraversamento atte a derivare le portate provenienti dai sottobacini C1, C2 e C3, sono costituite da tombini scatolari di dimensioni trasversali pari a 1.5 x 1.5 m. Le portate caratterizzanti il dato di progetto, sono riferite ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Lungo il tracciato sono stati inseriti ulteriori 4 attraversamenti, mantenendo la medesima sezione già utilizzata per i tre tombini principali, per uniformità di tipologie costruttive, per ripristinare piccoli attraversamenti esistenti a servizio di zone d'interbacino e permettere lo scarico delle acque di piattaforma e versante (OP_03-07).

Tabella 11: Elenco dei tombini idraulici

Id. opera	Pk	Q	B (m)	H (m)
C1	0+110	0.44	1.5	1.5
C2	0+190	0.83	1.5	1.5
C3	0+820	0.82	1.5	1.5
OP03	0+270	-	1.5	1.5
OP04	0+790	-	1.5	1.5
OP06	0+880	-	1.5	1.5
OP07	1+710	-	1.5	1.5

Il progetto prevede la realizzazione di strutture realizzate dalle seguenti parti:

- Pozzetto di imbocco al tombino, in c.a., gettato in opera, situato all'estremità di monte: dimensioni in pianta 1.70m x 1.86m, oppure 1.70m x 1.90m, altezza variabile in funzione del posizionamento.
- Tombino scatolare, con conci prefabbricati in c.a.: dimensioni nette interne 1.50m x 1.50m, pendenza 0.5%.
- Eventuale pozzetto di sbocco, in c.a., gettato in opera, situato all'estremità di valle: dimensioni in pianta 1.70m x 1.90m, altezza variabile.
- Elemento in c.a. gettato in opera, che attraversa il muro di sottoscampa e permette la fuoriuscita dell'acqua,

La tenuta in corrispondenza dell'unione con gli elementi prefabbricati è realizzata mediante giunti waterstop idroespansivi.

Le strutture hanno diverse lunghezze di sviluppo e altezza di ricoprimento in relazione al punto di ubicazione.

Per la vasca di accumulo lato monte si distinguono due casistiche, a cui corrispondono altezze e spessori delle pareti differenti.

Tabella 12: Tombini - Casistiche costruttive delle vasche di accumulo

	Paratia a tergo del pozzetto	Spinta della terra	H max [m]	Spessore parete verticale [m]
Caso A	Si	No	7.90	0.30
Caso B	No	Si	5.50	0.40

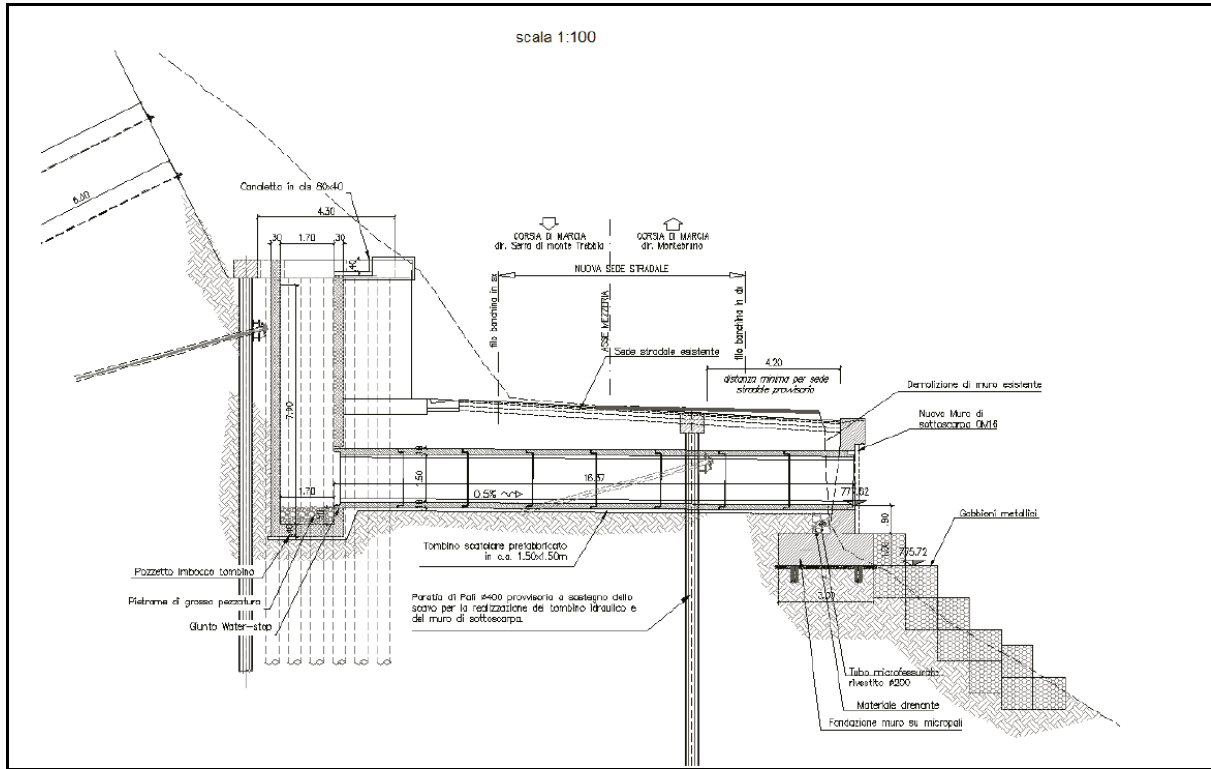


Figura 19: Tipologico tombino tipo A

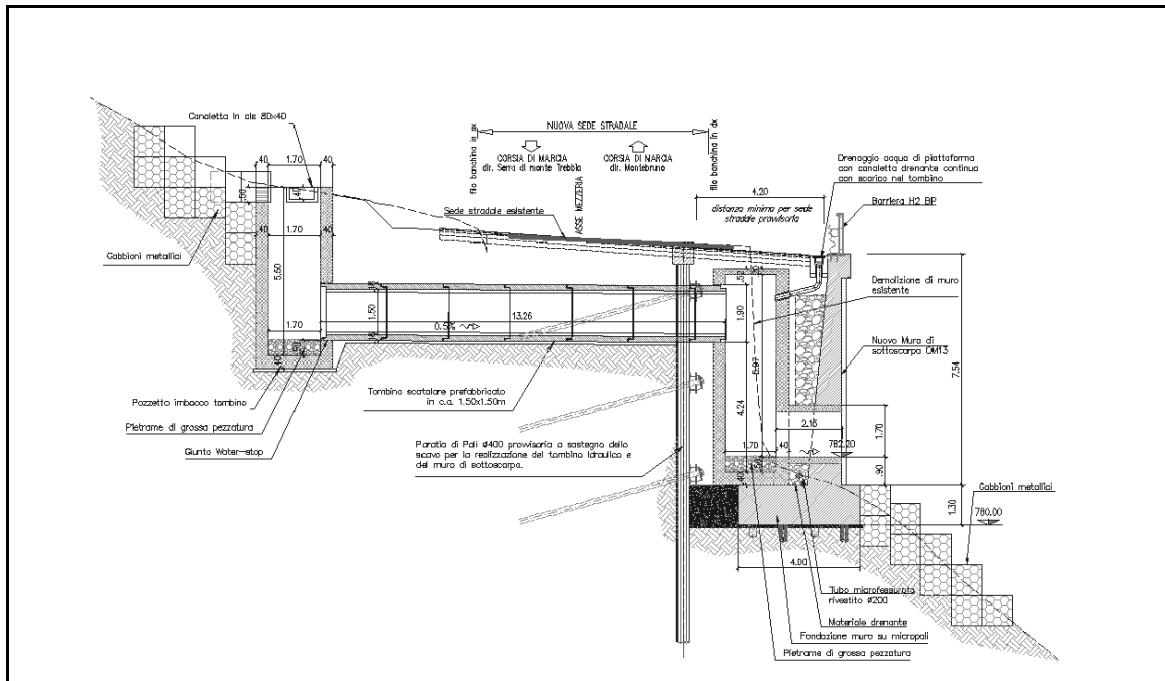


Figura 20: Tipologico tombino tipo B

12.3 Opere provvisionali

Le opere di provvisionali del progetto definitivo sono necessarie alla realizzazione dei tombini e dei percorsi di cantiere per l'accesso ai viadotti.

Per la realizzazione dei tombini è necessario sostenere lo scavo a tergo atto alla realizzazione del manufatto lato monte. La soluzione scelta prevede una paratia di micropali di diametro 40 cm e interasse 60 cm, multitirantata.

Trattasi di opere di chiodatura di controripa, e muri di sostegno, fondati su micropali, in sottoscarpa. In particolare, per le opere di chiodatura, presenti in tutti i percorsi di cantiere, è previsto uno scavo con riprofilatura del versante secondo un angolo di 27° circa sulla verticale (H/B=2/1), consolidato attraverso spritz-beton armato con rete elettrosaldata e chiodatura passiva disposta con maglia regolare 2.0 x 2.5m. L'intervento sarà realizzato attraverso barre tipo Dywidag DN 25 mm, immerse in malta per micropali Classe 25/30, posta in opera con il metodo di iniezione globale unica (IGU). L'inclinazione dei chiodi risulta sempre pari 27° circa sull'orizzontale e la loro lunghezza pari a 12.0m, 10.0m, 8.0m, 6.0m, rispettivamente per il primo, secondo, terzo e quarto ordine partendo dalla cima della riprofilatura.

I muri di sottoscarpa, presenti in tutti i percorsi di cantiere, eccetto il percorso da km 32+445 a 32+619, presentano dimensioni geometriche riportate in Tabella 13.

Tabella 13: Elenco muri di sottoscarpa provvisionali

<i>Tav.</i>	<i>Lunghezza del muro</i>	<i>Altezza min Paramento del muro</i>	<i>Altezza max Paramento del muro</i>	<i>Altezza della piastra di fondazione</i>	<i>Larghezza della piastra di fondazione</i>	<i>Lunghezza Micropali di Fondazione</i>
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
T00OM25GETDI01A	20.00	2.35	2.35	0.70	2.00	8.0
T00OM26GETDI01A	13.00	6.19	9.82	1.30	5.00	11.0 e 8.0
T00OM27GETDI01A	25.00	0.88	2.40	0.70	2.00	8.0
T00OM28GETDI01A	18.90	1.80	3.60	0.70	2.00	8.0
T00OM29GETDI01A	30.00	2.50	4.00	0.70	2.00	8.0

Si tratta di muri in cemento armato ordinario a mensola, eseguiti in Cls Classe 28/35, sottofondati su micropali. La sezione della carpenteria, per altezza di paramento $h < 4.00$ m prevede un paramento verticale su entrambi i lati interno ed esterno del muro; mentre per altezze di paramento superiori, ed in particolare per l'unico caso del muro OM26, si ripropone la sezione con la pendenza del paramento interno del muro del 10%, al fine di agevolare la costipazione del terreno di riempimento.

13. IMPIANTI

Il presente intervento non prevede la realizzazione di impianti tecnologici vista:

- l'assenza di intersezioni stradali a raso;
- la presenza di un'unica galleria, della tipologia artificiale, classificabile, in accordo alla Norma UNI 11095, come "galleria corta", in quanto di lunghezza pari a 25 m e quindi minore dei 125 m individuati dalla citata Norma come limite superiore per le "gallerie corte".

In relazione a quest'ultimo aspetto, si segnala che la Norma UNI 11095 non prevede l'utilizzo di impianti di illuminazione laddove, per gallerie di lunghezza compresa 25 m e 75 m, la luce naturale penetri liberamente al suo interno.

14. CANTIERIZZAZIONE

Per l'individuazione delle aree da adibire a Cantiere Base, a Cantieri Operativi e aree di stoccaggio, si è eseguita un'attenta analisi dell'area a causa della particolare condizione geomorfologica del territorio, caratterizzato da versanti di elevata pendenza. Il criterio prioritario adottato per la scelta dei siti di cantiere è stato quello di preservare il più possibile il versante e le aree boscate.

Per la realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto, si prevede di realizzare:

- n. 1 Cantiere Base
- n. 4 Cantieri Operativi (in corrispondenza dei viadotti)
- n. 1 Aree di Stoccaggio
- n. 11 Aree di Lavorazione

Tabella 14: Elenco aree di cantiere

	TIPOLOGIA	N.	PROG.	LOCALIZZAZIONE
CB	CANTIERE BASE	1		
AS	AREA STOCCAGGIO	1		
CO	CANTIERE OPERATIVO	5	1	Localizzato tra il km 0+040 al km 0+110 - Viadotto 1
			2	Localizzato tra il km 0+455 al km 0+545 - Viadotto 2
			3	Localizzato tra il km 1+013 al km 1+133,5 - Viadotto 3
			4	Localizzato tra il km 1+377,92 al km 1+489,92 - Viadotto 4
			5	Localizzato tra il km 1+561,52 al km 1+656,52 - Viadotto 5
AL	AREA DI LAVORAZIONE	11	1	viabilità in progetto dal km 0+000 al km 0+173,94
			2	viabilità in progetto dal km 0+000 al km 0+445
			3	viabilità in progetto dal km 0+0+445 al km 0+545
			4	viabilità in progetto dal km 0+545 al km 0+740
			5	viabilità in progetto dal km 0+740 al km 1+013
			6	viabilità in progetto dal km 1+013 al km 1+133
			7	viabilità in progetto dal km 1+133 al km 1+377,92
			8	viabilità in progetto dal km 1+377,92 al km 1+489,92
			9	viabilità in progetto dal km 1+489 al km 1+561
			10	viabilità in progetto dal km 1+561 al km 1+656
			11	viabilità in progetto dal km 1+656 al km 1+728

Il Cantiere Base CB avrà funzione logistico/operativa, e sarà l'area di cantiere di maggiore estensione. Il Cantiere Base contiene i baraccamenti per le funzioni logistiche (sale ristorazione, spogliatoi, infermeria, ecc), operative (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, laboratorio, officina, ecc) e le aree di stoccaggio (attrezzature, mezzi e materiali). Le 5 Aree di Cantiere Operativo CO1, CO2, CO3, CO4 e CO5 sono state localizzate in corrispondenza dei viadotti in progetto. Nella definizione di tali aree si è cercato di limitare la superficie al fine di permettere le lavorazioni da effettuarsi sui piloni dei viadotti. L'Area di Stoccaggio AS verrà realizzata su un'area residuale delle lavorazioni effettuate per un intervento, ad oggi in fase di realizzazione, relativo al progetto 1° stralcio che interessa la SS 45. A termine dei lavori tutte le aree interessate dalla cantierizzazione, dalle vie di accesso ai cantieri e le aree di stoccaggio verranno dismessi e verrà ripristinato lo stato ante-operam.

15. PIANO GESTIONE MATERIE

Per la realizzazione dell'opera si prevede di produrre un volume complessivo di circa 193.100,00 m³ in banco; considerando un fattore di rigonfiamento di 1,3-1,4 a seconda delle litologie previste, il volume complessivo di terreno potenzialmente

disponibile equivale a circa 256.000,00 m³ di terreno. La ripartizione di questi volumi di terreno smosso è la seguente:

- 218.770,80 m³ provenienti dalle differenti operazioni di scavo;
- 24.771,23 m³ dalla realizzazione di mediopali, micropali e tiranti;
- 12.417,17 m³ da demolizioni varie.

Nella Tabella seguente viene riportata in dettaglio la produzione di materiali di scavo (indicata come "Disponibilità").

- Relativamente al fabbisogno di materiali da costruzione, complessivamente si stimano 39.558,34 m³ di materiali per le lavorazioni da progetto e così suddivisi:
- 227,61 m³ di terreno vegetale per il rivestimento delle scarpate;
- 31.662,98 m³ di materiale per la formazione di rilevati;
- 23,62 m³ di materiale arido anticapillare;
- 3.188,16 m³ di materiale misto granulare stabilizzato per la realizzazione della pavimentazione stradale;
- 1.560,62 m³ di materiale per la realizzazione di fondazione stradale in misto cementato;
- 2.599,35 m³ di materiale per drenaggi a tergo delle murature con pietrame;
- 296 m³ di materiale per il riempimento di gabbionature.

Dall'analisi dei dati sopra riportati, si ritiene possibile riutilizzare complessivamente 34.489,07 m³ di volume di materiale smosso per la formazione di rilevati e drenaggi e per il riempimento ed i rimodellamenti.

L'approvvigionamento di inerti da cava riguarderà obbligatoriamente i materiali necessari al riempimento delle gabbionate e la realizzazione del sottofondo stradale (anticapillari e sottofondo/pavimentazione stradale) per una quantità stimata di circa 5.069,27 m³ in banco.

I materiali provenienti dalla realizzazione di mediopali, micropali, tiranti e dalle demolizioni, per un volume complessivo di circa 37.200,00 m³, non sono stati considerati idonei al riutilizzo e saranno pertanto gestiti come rifiuti ai sensi della normativa vigente.

Complessivamente si stima quindi la produzione di un volume smosso totale non inferiore a 221.470,13 m³ da allocare presso discariche per inerti autorizzati e/o impianti di recupero per inerti.

A questa quantità va aggiunto un volume smosso di materiale di circa 12.417,17 m³ derivante dalla demolizione della sovrastruttura stradale e delle opere esistenti; tale

quantitativo dovrà essere conferito in apposite discariche per inerti autorizzati e/o impianti di recupero per inerti.

Il riepilogo del bilancio tra disponibilità, fabbisogni e potenziale recupero dei materiali è riportata nelle seguenti tabelle.

Tuttavia, a seguito di un'analisi della cantierizzazione prevista e del quadro economico per la realizzazione dei lavori, è stata assunta la decisione di non procedere al riutilizzo dei materiali prodotti dalle operazioni di scavo. Nel dettaglio, tale scelta è stata dettata dalle seguenti condizioni:

- Assenza di aree di deposito temporaneo presso le quali allocare il materiale scavato in attesa delle lavorazioni di normale pratica industriale (frantumazione e vagliatura) propedeutiche al successivo riutilizzo;
- Assenza di un'area presso la quale provvedere all'installazione di impianti di frantumazione e vagliatura;
- Elevato costo d'installazione e futura gestione di impianti di frantumazione e vagliatura in rapporto alla modesta quantità di materiale da recuperare.

Sulla base di tali considerazioni si prevede, quindi, di smaltire come rifiuto 250.759,2 m³ di materiale smosso, corrispondente a circa 227.962,9 m³ di materiale ricompattato. Tale quantitativo si ricava dalla somma totale dei materiali scavati (smossi) pari a 255.959,2 m³ decurtati dei 5200 m³ di materiale smosso (corrispondente a 4000 m³ di materiale in banco) scavato per la realizzazione delle piste di cantiere e che verrà reimpiegati in toto per la chiusura di tali piste.

Tabella 15. Volumi di materiale prodotto durante gli scavi e aliquota potenzialmente recuperabile in funzione del possibile riutilizzo

Lavorazioni		Volumi prodotti (m ³)			Utilizzi e relativi volumi disponibili (Riferito a materiale smosso)		
		In banco	Fattore di rigonfiamento	Smosso	A) Rilevati e drenaggi	B) Riempimenti e rimodellamenti	C) Non idonei al riutilizzo
DISPONIBILITÀ	Scavo di sbancamento in materiale di qualsiasi natura	110.411,44	1,3	143.534,87	(0%) - 0 m ³	(100%) - 143.534,87 m ³	(0%) - 0 m ³
	Scavo di sbancamento in roccia dura da mina	47.319,13	1,4	66.246,78	(70%) - 46.372,75 m ³	(30%) - 19.874,03 m ³	(0%) - 0 m ³
	Scavo di fondazione a sezione obbligata in materie di qualsiasi natura	4.731,14	1,3	6.150,48	(0%) - 0 m ³	(100%) - 6.150,48 m ³	(0%) - 0 m ³
	Scavo di fondazione a sezione obbligata in roccia dura da mina	2.027,62	1,4	2.838,67	(70%) - 1.987,07 m ³	(30%) - 851,6 m ³	(0%) - 0 m ³
	Realizzazione di mediopali, micropali e tiranti	19.054,79	1,3	24.771,23	(0%) - 0 m ³	(0%) - 0 m ³	(100%) - 24.771,23 m ³
	Demolizioni varie	9.551,67	1,3	12.417,17	(0%) - 0 m ³	(0%) - 0 m ³	(100%) - 12.417,17 m ³
TOTALI					48.359,82 m³	170.410,98 m³	37.188,40 m³

Tabella 16. Potenziale saldo del bilancio terre relativo alla differenza tra disponibilità e fabbisogni dei materiali da costruzione in presenza di recupero del materiale scavato

		Volumi disponibili (m ³) (riferito a materiale smosso)			Fattore di compattazione nel sito di conferimento	Volume da smaltire nei siti di conferimento (m ³) (Riferito a materiale compattato)
		A) Rilevati e drenaggi	B) Riempimenti e rimodellamenti	C) Rifiuto		
SALDO	Materiale disponibile	48.359,82	170.410,98	37.188,4		
	Materiale richiesto	34.261,46	227,61	0		
	Materiale da smaltire	14.098,36	170.183,37	37.188,40		
TOTALE (m³)					1,1	201.336,48
		221.470,13				

16. INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO

Nel presente paragrafo sono sintetizzate le principali specie vegetali e tipologie di opere a verde adottate ai fini della mitigazione dell'impatto ambientale delle opere in progetto, con l'indicazione delle aree d'intervento in cui se ne prevede l'adozione.

Boschetto

In corrispondenza delle aree di cantiere e stoccaggio materiali, al fine di ripristinare l'ambiente boschivo in seguito al loro smantellamento, si prevede la piantumazione di specie arboreo-arbustive al fine di ricreare un frammento di bosco mesofilo tipico. Il sesto d'impianto, così come definito a progetto, consente di ottenere, a maturazione, una struttura del bosco naturaliforme.

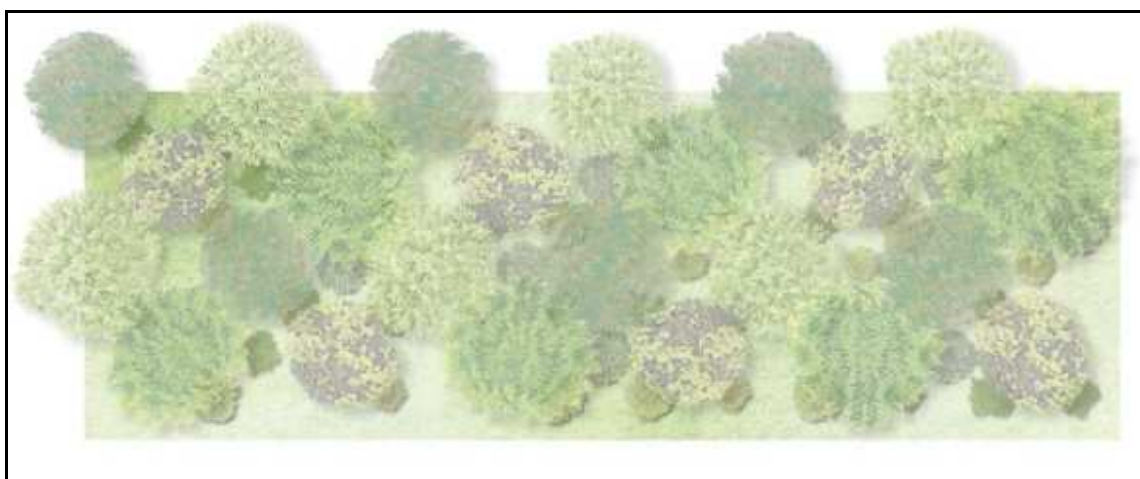


Figura 21. Esempificazione di intervento mitigativo mediante piantumazione di specie arboreo-arbustive

Arbusteto

L'impianto esclusivo di essenze arbustive sarà rivolto alle aree di cantiere sottostanti i viadotti e in corrispondenza della superficie sovrastante la galleria artificiale. Tale scelta è legata alla necessità di mettere a dimora specie autoctone in grado di ripristinare il più possibile l'habitat boschivo tradizionale senza però compromettere la sicurezza dell'infrastruttura e allo stesso tempo garantire il corretto sviluppo delle specie messe a dimora. Le specie scelte, ed elencate negli specifici elaborati progettuali, sono da ritenersi adatte nello sviluppo in altezza, rispetto allo spazio disponibile al di sotto del viadotto e, nel contempo, saranno in grado di svilupparsi

anche in relazione allo strato di terreno che rimarrà a disposizione, per l'apparato radicale, tra la galleria artificiale e il soprasuolo.

Palificata viva a parete singola

Tra gli interventi di riconnessione del paesaggio con l'opera infrastrutturale è stata prevista la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica come la palificata viva a parete singola con lo scopo di ridefinire le scarpate di versante e, conseguentemente, ricreare ambienti di interesse ecologico per i tratti della S.S.45 che rimarranno abbandonata e interclusi a seguito dello sviluppo del nuovo tracciato. Le specie vegetali scelte per la piantumazione saranno di talee appartenenti a specie arbustive e/o arboree autoctone dotate di elevata capacità vegetativa.

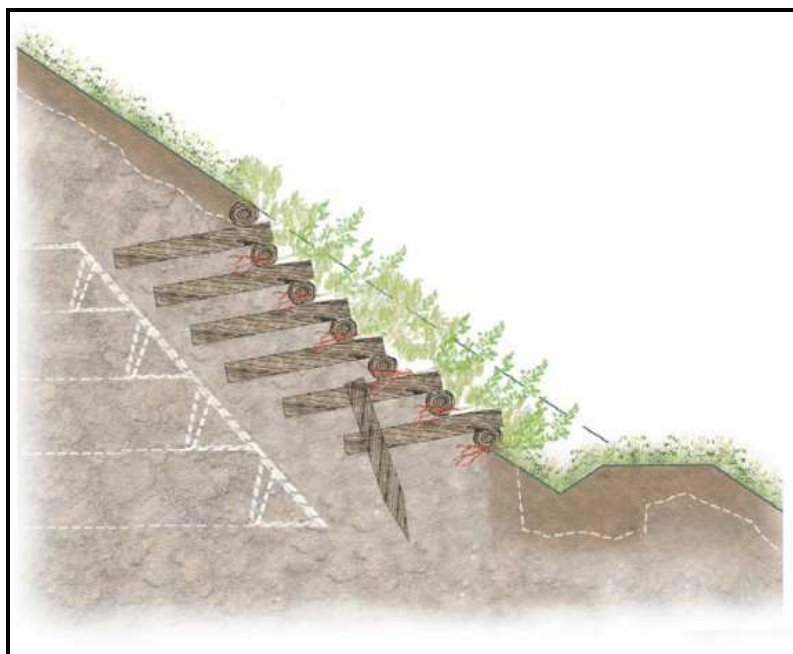


Figura 22. Esempificazione di installazione di palificata viva a parete singola

Idrosemina

L'idrosemina con rivestimento vegetativo in biostuoia è la tecnica di intervento prevista per il rinverdimento delle scarpate. Tale intervento consiste nella copertura di scarpate soggette ad erosione, mediante la stesura di una biostuoia biodegradabile, fissata al terreno mediante picchetti, che vengono legati a monte ed a valle con una fune di acciaio. Nel caso di versanti molto ripidi e particolarmente friabili, tutti i picchetti possono venire collegati mediante fune d'acciaio, allo scopo di migliorare l'aderenza al substrato. In particolare, questa tipologia di idrosemina vede il

rivestimento di superficie realizzato mediante spargimento meccanico, a mezzo di idroseminatrice a pressione. Generalmente, tale rivestimento va abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore. La semina sarà di un miscuglio di erbe da prato perenni, da eseguire con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

17. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel seguito si descrivono, in estrema sintesi, le componenti ambientali di cui il presente progetto ne prevede il monitoraggio, sia in fase ante-operam, sia post-operam sia in fase di esecuzione dei lavori.

Suolo e sottosuolo

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo, viene eseguito con lo scopo di garantire che le opere di progetto siano svolte nel pieno rispetto della situazione pedologica esistente e in modo da consentire l'integrale ripristino delle condizioni di ante opera. In particolare, nell'esecuzione dei lavori si individuano i seguenti rischi principali:

- danneggiamento degli orizzonti superficiali, dovuto ad operazioni di scotico non adeguate o a cattiva conservazione
- dello strato fertile, con conseguente potenziale diminuzione della fertilità e una variazione nelle caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli.
- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, sia a carico degli strati profondi che delle aree limitrofe;
- deterioramento delle caratteristiche fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità);
- fenomeni di erosione.

Rimandando alla specifica relazione per una dettagliata descrizione delle modalità di monitoraggio nel corso delle tre fasi sopracitate, nell'ambito del presente paragrafo ci si limiterà a riportare una tabella di sintesi dei punti di monitoraggio individuati, che, nel dettaglio, interessano il cantiere base, i cantieri operativi e le aree di stoccaggio le cui superfici sono soggette a maggiori interventi. In merito all'estensione temporale del monitoraggio, per il cantiere base si prevede un controllo per tutte e le tre le fasi, mentre per i cantieri operativi e per l'area di stoccaggio si prevede la realizzazione di monitoraggio nelle sole fasi di ante-operam e post-operam.

Tabella 17: elenco dei punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

Codice	Tipologia funzionale areale	P.K. SS 45 di riferimento	Tipo indagine	Note
SUO.01	Cantiere base	31+300	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.02	Stoccaggio	32+000	Profilo o trivellata	Ambito a monte dell'opera
SUO.03	Cantiere operativo	32+400	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.04	Cantiere operativo	33+000	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.05	Cantiere operativo	34+150,50	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.06	Cantiere operativo	34+490,50	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.07	Cantiere operativo	34+700	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera

Ambiente idrico

Il piano di monitoraggio relativo alla qualità delle acque superficiali è stato redatto coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, dal D.Lgs. 152/2006 e dal D.M. 260/2010 e contempla le seguenti attività ed elaborazioni:

- Valutazione stato qualitativo in situ;
- Livello di inquinamento dai macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMECO);
- Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI);
- Indice multimetrico di intercalibrazione (ICMI) per le diatomee.

Il corso d'acqua di maggiore importanza presente nell'area di indagine è il Fiume Trebbia intercettato dalle opere in progetto fra le progressive chilometriche 32+287,00 e 32+446,95. Sono state previste n.2 stazioni di monitoraggio, posizionate secondo i seguenti criteri (vedasi la seguente figura):

- a monte dell'attraversamento (codice stazione: ACQSUP_01) ovvero nel tratto più prossimo all'area di intervento non coinvolto dalle azioni di progetto, in modo tale da potere disporre di un punto con funzione di "bianco sperimentale";
- a valle dell'attraversamento (ACQSUP_02) in modo tale da potere verificare le eventuali modi-fiche dello stato di qualità delle acque in relazione all'intervento.

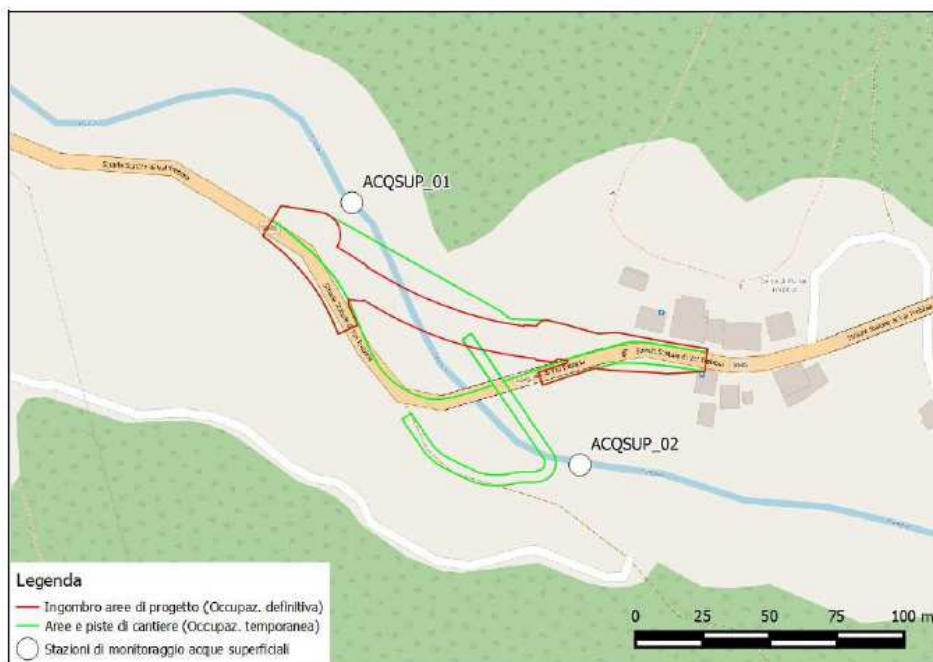


Figura 23: localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali

Nella seguente tabella si sintetizzano le frequenze del monitoraggio della componente idrica nel corso delle tre fasi.

Tabella 18: frequenze di monitoraggio della componente idrica

Indagine	Stazioni	n° repliche AO (6 mesi)	n° repliche CO (48 mesi)	n° repliche PO (12 mesi)	Periodo
Valutazione stato qualitativo in situ	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Livello di inquinamento dai macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMECO)	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI)	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Indice multimetrico di intercalibrazione (ICMI) per le diatomee	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali

Biodiversità

Il progetto di monitoraggio a corredo del presente Progetto Definitivo si propone quale strumento di conoscenza dello stato attuale delle formazioni vegetazionali e delle comunità faunistiche presenti nella zona circostante l'area di intervento, mediante la verifica degli attuali livelli di naturalità, diversità e di abbondanza

specificata, e si prefigge di essere strumento operativo di supporto, in termini di prevenzione e controllo delle cause di degrado della biodiversità vegetale e faunistica, nel rispetto delle vigenti disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali.

Il piano di monitoraggio, relativamente alla biodiversità, è articolato secondo le seguenti attività di monitoraggio ed elaborazioni:

- Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico;
- Monitoraggio degli anfibi;
- Censimento avifauna nidificante.

La seguente tabella sintetizza tipologia e localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle citate componenti.

Tabella 19: componente biodiversità – collocazione delle stazioni di monitoraggio

Codice	Indagine	Località	Comune
HAB_01	R.05.02.02 - Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	Torriglia- Montebruno
HAB_02	R.05.02.02 - Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	Torriglia- Montebruno
FAU_01.01	R.05.03.001.e - Monitoraggio degli anfibi	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.02	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.03	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.04	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_02.01	R.05.03.001.e - Monitoraggio degli anfibi	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.02	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.03	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.04	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno

Per quanto concerne le frequenze del monitoraggio, queste sono descritte per ogni tipo di indagine nella seguente tabella.

Tabella 20: componente biodiversità – frequenze di monitoraggio

Indagine	Stazioni	n° Repliche AO (6 Mes)	n° Repliche CO (48 Mes)	n° Repliche PO (12 Mes)	Periodo
Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	1	1	4 (1 replica/anno)	1	tra Maggio e Luglio
Monitoraggio degli anfibi	2	2	8 (2 repliche/anno)	2	tra Marzo e Giugno
Censimento avifauna nidificante	6	1	4 (1 repliche/anno)	1	Tra Aprile, e Luglio

Vegetazione

La procedura di monitoraggio, in tal caso, ha lo scopo di poter disporre di un inquadramento territoriale di facile lettura e di monitorare, in modo puntuale, la dinamica vegetazionale e gli eventuali cambiamenti nella struttura e nella composizione, soprattutto in quelle zone che nel corso d'opera saranno soggette alle interferenze dirette

Il monitoraggio ambientale prevede il controllo attraverso analisi geobotaniche sui ricettori di maggior criticità e sensibilità presenti lungo il tracciato, individuati nei corsi d'acqua e in quelli maggiormente interferiti dall'esecuzione dei lavori. Non essendo presenti particolari siti di interesse naturalistico o di tutela, sono quindi stabilite n. 4 stazioni di rilevazione consistenti in transetti sezionali collocati in corrispondenza di aree in cui l'opera infrastrutturale interferisce con degli scoli che defluiscono al fondovalle del Trebbia.

Le fasi di esecuzione del monitoraggio avranno la seguente articolazione:

- esecuzione di n. 1 campagna in ante-operam su ciascun transetto individuato all'interno delle 4 stazioni;
- n. 8 rilevazioni in totale nella fase di Corso d'Opera su ciascun transetto all'interno della stazione, in modo da valutare con frequenza semestrale la sopravvivenza delle biocenosi;
- esecuzione di n. 1 campagna post-operam su ciascun transetto individuato all'interno delle 4 stazioni.

Tabella 21: componente vegetazione – elenco stazioni di monitoraggio e frequenza

Vegetazione	VE_01	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 33+600 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_02	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 34+400 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_03	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 34+700 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_04	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 35+300 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2

Rumore

Per il tracciato di progetto, l'interazione con la componente rumore riguarda l'analisi degli impatti nei tratti che interferiscono maggiormente con l'ambiente circostante.

Si evidenzia che, nell'area interferita dalla realizzazione degli interventi previsti dal progetto, non si riscontra generalmente la presenza di recettori sensibili che potrebbero essere oggetto dei potenziali impatti generati dalle opere, sia in fase di costruzione che di esercizio.

Generalmente infatti, gli edifici presenti risultano in gran parte disabitati, con l'eccezione dell'agglomerato insediativo di Ponte Trebbia, adiacente all'intervento posto fra le chilometriche 32+287,00 e 32+446,95 e, quindi, allo stato attuale già sottoposto alla pressione esercitata dal passaggio veicolare sulla sede stradale esistente. Il Piano di Monitoraggio prevede dunque un'unica stazione di misura, da collocarsi in tale località, dove saranno eseguite le seguenti rilevazioni fonometriche.

Tabella 22: componente rumore – caratteristiche delle rilevazioni fonometriche

NUMERO DI STAZIONI RILIEVO	1 presso recettore più esposto
DURATA RILIEVO	24 h
FREQUENZA RILIEVO	1 Ante Opera; 16 Corso d'Opera; 1 Post Opera
MISURA ANTE OPERAM	da effettuare prima dell'inizio dei lavori
MISURA CORSO D'OPERA	da effettuare durante la fase di cantiere
MISURA POST OPERA	da effettuare a strada collaudata e aperta all'esercizio in condizioni di normale percorribilità

18. ESPROPRI

L'intervento in progetto interessa per quasi tutta la sua estensione terreni agricoli tenuti a bosco, prati ed incolti senza interessare aree di particolare pregio. Si è rilevata anche la presenza di zone edificate, corti di fabbricato, fabbricati agricoli e baracche. Al km 32+500 circa verranno interessate le corti dei fabbricati prospicienti all'attuale sede stradale. Sono previste le demolizioni di un fabbricato in pietra e di un fabbricato di proprietà Anas. I terreni generalmente si presentano liberi senza che alcuna opera di recinzione che delimita il loro perimetro.

Come descritto, le aree oggetto di esproprio sono prevalentemente a destinazione agricola e l'estensione delle stesse è pari a:

- Aree da espropriare in via definitiva pari a circa mq. 36.200,00;
- Aree da occupare in via temporanea preordinate all'esproprio pari a circa mq 36.200,00;

Le aree interessate dall'intervento sono distinte in:

- aree da espropriare che riguardano i mappali su cui verrà realizzata l'opera;
- aree oggetto di occupazione temporanea non preordinate all'esproprio che sono distinte in: aree di cantiere e relativa viabilità provvisoria e aree da destinarsi a depositi (che verranno individuate ed indennizzate alle ditte espropriate dall'Impresa aggiudicataria dei lavori);
- aree reliquate che riguardano superfici residue non più utilizzabili per sconfigurazioni dei fondi;
- aree oggetto di servitù definite da: aree da asservire per la realizzazione di strade di accesso ai fondi interclusi, aree da destinarsi a viabilità per via di fuga, aree di proprietà di Enti interferenti.

Occupazione Permanente

Per la definizione geometrica delle sezioni trasversali di ingombro delle aree si è operato secondo i seguenti criteri:

- In presenza di rilevato e viadotto la fascia di esproprio è pari a 3,00 m a destra e a sinistra della sede stradale, ove per sede stradale si intende il limite esterno del fosso di guardia e/o la proiezione a terra del viadotto in base alla sua altezza e alle istruzioni operative Anas (I.O.)

- Nei tratti in galleria artificiale, la fascia di esproprio è pari al massimo ingombro planimetrico del foro ampliato a destra e sinistra, all'imbocco e allo sbocco, di 10,00 m.

Occupazione Temporanea

L'occupazione temporanea viene valutata in base alle ubicazioni previste dei cantieri. In questa sede non si assumono valori di franco laterale per la realizzazione di piste di servizio, ma sono state considerate anche le viabilità di collegamento, aree per il deposito provvisorio materiali, movimentazione mezzi e quant'altro necessario alla realizzazione dell'opera, al solo fine di limitare le occupazioni.

Per quanto attiene al metodo di valutazione dei valori unitari per l'acquisizione delle aree, i via cautelativa si adotta la fattispecie dell'ipotesi di cessione bonaria dei beni, così come previsto dall'art. 45 del T.U. per tutti i proprietari interessati.

Per la valutazione delle indennità delle aree agricole coinvolte, si è tenuto conto della sentenza n. 181 del 10 giugno 2011 della Corte Costituzionale, con la quale sono stati dichiarati costituzionalmente illegittimi i commi 2 e 3 dell'art. 40 del TU Espropri.

Gli oneri di acquisizione complessivi ammontano a € 200.000,00.

19. INTERFERENZE

Le reti e gli impianti di pubblici servizi interferenti con l'opera, così come individuati dal sopralluogo e dalle informazioni fornite dai tecnici degli Enti gestori sono:

- ENEL Spa: Via Pacinotti 39/R -16100 Genova
- IREN Acque e Gas: Via S.S. Giacomo e Filippo, 7 - 16122 Genova
- WIND: Via Pacinotti 39 - 16122 Genova
- BT Italia Spa: Via Tucide, 56 - 20134 Milano
- INTERROUTE Spa: Via Padre E Bersanti, 4 - 56121 Pisa
- VODAFONE: Via Caboto, 15 - 20029 Mialno
- RETELIT Spa: Via Vida,19 - 20127 Milano

Il quadro economico dei costi presunti per la risoluzione delle interferenze è pari a € 265.000,00, dovuti agli interventi da realizzare per la risoluzione delle interferenze delle reti e degli impianti esistenti con l'opera in progetto.

20. CRONOPROGRAMMA

Come da diagramma di Gantt fornito nel seguito, la durata prevista dei lavori in oggetto ammonta a complessivi 1320 giorni naturali e consecutivi (44 mesi, poco più di tre anni e mezzo), inclusi i 180 giorni necessari per tutte le attività propedeutiche alla cantierizzazione (espropri, risoluzione delle interferenze, monitoraggio ambientale ante-operam, assistenza archeologica), nonché i 60 giorni previsti per l'andamento stagionale sfavorevole dei lavori.



Figura 24. Cronoprogramma dei lavori (diagramma di Gantt)

21. QUADRO ECONOMICO

Per la valutazione economica dell'intervento il computo metrico estimativo è stato redatto con i prezzi previsti dal Prezzario ANAS 2018 Aggiornamento - Nuove Costruzioni e Manutenzione Straordinaria - e introducendo, ove mancanti, appositi nuovi prezzi.

L'importo complessivo dell'intervento ammonta a € 42.478.134,45 così suddivisi:

- Totale Lavori: € 34.045.670,12
- S.a.D.: € 4.154.091,08
- O.I.: € 4.278.373,25

L'IVA, per memoria, è pari a € 7.926.149,85.

Nel seguito è riportato il quadro economico dell'intervento.

PROGETTO DEFINITIVO

A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Sommario i Lavori a Corpo e a Misura		€ 31 895 768,20	
a2	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 2 065 000,00	
a3	protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)		€ 84 901,92	
a4	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3	€ 34 045 670,12	€ 34 045 670,12
a5	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e al protocollo di legalità non soggetti a ribasso		€ 2 149 901,92	
a6	Importo lavori soggetto a ribasso	a4-a5	€ 31 895 768,20	
B)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
b1	Interferenze		€ 265 000,00	
b2	Rilievi, accertamenti ed indagini		€ 50 000,00	
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 100 000,00	
b4	Imprevisti	max 8%	€ 1 631 687,84	
b5	Acquisizione aree ed immobili, imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 200 000,00	
b6	Fondo art.113 c.2 D.Lgs. 50/2016	max 2%	€ 322 339,11	
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 51 009,07	
b8	Spese per i Commissari di cui all'art.205 c.5 e art. 209 c.16 D. Lgs 50/2016	0,10%	€ 65 000,00	
b9	Spese per Commissioni giudicatrici art 77 c.10 D.Lgs. 50/2016	0,10%	€ 33 960,77	
b10	Copertura assicurativa art.24 c.4 D.Lgs 50/2016	0,40%	€ 135 843,07	
b11	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 40 000,00	
b12	Contributo ANAC		€ 800,00	
b13	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	1,30%	€ 441 489,99	
b14	Spese per domanda di pronuncia di compatibilità ambientale		€ 24 434,36	
b15	Esame progetto CSLPP	0,05%	€ 16 980,38	
b16	Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7, b8, b9)		€ 5 998,79	
b17	Barriere di sicurezza ANAS		€ 228 930,11	
b18	Bonifica da residui bellici L.177/2012		€ 130 000,00	
b19	Monitoraggio ambientale (ante - corso - post)		€ 226 617,57	
b20	Prospezione e sorveglianza archeologica		€ 184 000,00	
b21	Totale Somme a Disposizione			€ 4 154 091,08
C)	Oneri d'investimento (a Corrispettivo come da CdP 2016/2020)	11,2%		€ 4 278 373,25
D)	Totale Importo Investimento	a4+b21+C		€ 42 478 134,45
	IVA per memoria	22%		€ 7 926 149,85