

AUTOSTRADA (A1) : MILANO-NAPOLI

TRATTO: FIRENZE SUD - INCISA VALDARNO

STABILIZZAZIONE VERSANTE IN LOCALITA' FORNACE DI TROGHI (AREA PISCINALE)

PROGETTO DEFINITIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

Relazione Generale

VERIFICA a cura di: IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Enrica Bontempi Ord. Ingg. Roma n. 39356 Engineer Coordinator	RIESAME a cura di: IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Enrica Bontempi Ord. Ingg. Roma n. 39356	VALIDAZIONE INTERNA a cura di: IL DIRETTORE TECNICO Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma n. 1154 T.A. Execution
---	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
T1157	0000	PD	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0005	00	SCALA -

	ENGINEERING COORDINATOR: Ing. Enrica Bontempi Ord. Ingg. Roma n. 39356	REVISIONE		
	SUPPORTO SPECIALISTICO:	n.	Descrizione	Data
		0	Prima Emissione	Luglio 2024

CODIFICA ASPI	Codice Commessa	Fase	Origine	Disciplina	W B S	Tip.	Progressivo	Classe	Status	Rev.
	0G099-PD-TECN-GEN-00000-REL-000001							1	APD	00

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Luca Giacomini	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle infrastrutture e dei trasporti
---	---

Sommario

1	INTRODUZIONE	5
1.1	FENOMENO FRANOSO IN CORSO.....	7
1.2	CRITICITÀ DELLA SOLUZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	8
1.3	INTERVENTI IN VARIANTE AL PROGETTO ESECUTIVO	9
1.3.1	<i>Galleria Artificiale</i>	<i>9</i>
1.3.2	<i>Sistema di drenaggio</i>	<i>10</i>
1.3.3	<i>Rimodellamento morfologico</i>	<i>12</i>
1.4	INTERVENTI DI FASE 1 – IN FASE DI REALIZZAZIONE	12
2	ASPETTI GEOLOGICI.....	15
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
2.2	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	16
2.3	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI	24
2.3.1	<i>Sorgenti e punti d'acqua</i>	<i>28</i>
2.3.2	<i>Valutazione dell'impatto delle opere previste in Perizia di Variante</i>	<i>30</i>
3	ASPETTI GEOTECNICI	32
3.1	ANALISI ESEGUITE	32
3.2	PIANO DI MONITORAGGIO.....	33
3.2.1	<i>Monitoraggio geotecnico.....</i>	<i>34</i>
3.2.2	<i>Monitoraggio topografico</i>	<i>35</i>
4	ASPETTI STRUTTURALI.....	37
5	ASPETTI IDRAULICI	40
5.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO	40
5.2	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE.....	43
5.2.1	<i>Requisiti prestazionali.....</i>	<i>43</i>
5.2.2	<i>Schema di drenaggio</i>	<i>43</i>
5.3	METODOLOGIA PROGETTUALE.....	45
5.3.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta</i>	<i>45</i>
5.3.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento</i>	<i>46</i>
5.4	ELEMENTI DI RACCOLTA.....	46
5.4.1	<i>Caditoie grigliate.....</i>	<i>46</i>
5.5	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO.....	47
5.5.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP</i>	<i>47</i>
5.5.2	<i>Tombini circolari</i>	<i>48</i>
5.5.3	<i>Fossi di guardia e canalette rettangolari</i>	<i>48</i>
5.6	PRESIDI IDRAULICI	48
5.6.1	<i>Sedimentatori-disoleatori.....</i>	<i>48</i>
5.7	RECUPERO DELLE AREE IMPERMEABILIZZATE	49
6	ASPETTI ACUSTICI.....	51
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	51
6.2	STUDIO ACUSTICO	52
6.3	FASE DI ESERCIZIO	52
6.4	FASE DI CANTIERE	53
7	IL PROGETTO PAESAGGISTICO	54

8	CENSIMENTO VEGETAZIONALE E OPERE A VERDE	61
8.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	61
8.2	RESTITUZIONE DEI DATI RILEVATI	61
8.2.1	<i>Creazione della tabella riepilogativa</i>	<i>61</i>
8.2.2	<i>Elaborazione dei dati</i>	<i>62</i>
8.3	RISULTATI DEL CENSIMENTO E PIANTE INTERFERITE	62
8.4	AUTORIZZAZIONI IN CASO DI ABBATTIMENTO	66
8.5	COMPENSAZIONE IN CASO DI ABBATTIMENTO	66
9	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE	68
9.1	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO.....	70
9.2	BILANCIO DEI MATERIALI	73
9.3	DISPOSIZIONE GENERALI PER LA GESTIONE A RIFIUTO DEI MATERIALI DI RISULTA	75
10	CANTIERIZZAZIONE	79
10.1	APPROCCIO GENERALE DELLA CANTIERIZZAZIONE	79
10.2	MICROFASI DI REALIZZAZIONE.....	79
11	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	82

Indice delle figure

FIGURA 1 INQUADRAMENTO SU CARTOGRAFICA.....	5
FIGURA 2 PROGETTO SU ORTOFOTO	6
FIGURA 3 CONTESTO IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO	6
FIGURA 4 INSERIMENTO PLANIMETRICO	7
FIGURA 5 PARATIA PREVISTA NEL PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO ALLA 3° CORSIA	8
FIGURA 6 SEZIONE TRASVERSALE TIPO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE.....	10
FIGURA 7 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE PROFONDE A TERGO DELLA GALLERIA.....	10
FIGURA 8 ACCESSO PER LA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E DEL VERDE SU MAPPA ESTRATTA DA GOOGLE MAPS	11
FIGURA 9 PROGETTO VIABILITÀ DI ACCESSO PER LA MANUTENZIONE	11
FIGURA 10 FOTOINSERIMENTO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE SUL VERSANTE	12
FIGURA 11 FASE 1 PLANIMETRIA AREA INTERVENTO (1 DI 2)	13
FIGURA 12 FASE 1 PLANIMETRIA AREA INTERVENTO (2 DI 2)	14
FIGURA 13 FASE 1 SEZIONE TIPO DI INTERVENTO	14
FIGURA 14 SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA L1 (DA EST A OVEST).....	19
FIGURA 15 SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA L2 (DA EST A OVEST).....	20
FIGURA 16 SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA L3 (DA SUD A NORD).....	20
FIGURA 17 SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA L4 (DA SUD A NORD).....	21
FIGURA 18 TAGLIO DI VERSANTE ALLA BASE DEI RILIEVI IN LOCALITÀ PISCINALE, SOTTO LA PARATIA DI MONTE, IN POSIZIONE (CIRCA) ANTISTANTE I SONDAGGI MC51_N2 E TI501 (UBICATI DIETRO LA PARATIA AD UNA DISTANZA DI CIRCA 20 M). ASPETTO IN PARETE DELLA FORMAZIONE A3 (FOTO	22
FIGURA 19 DETTAGLIO DEL MATERIALE RINVENUTO IN UN TRATTO DI SCARPATA (FOTO 07/2023).....	23
FIGURA 20 ACCUMULO DI BLOCCHI ARENACEI RINVENUTI DURANTE I VARI SCAVI (SCARPATA TRA L'AUTOSTRADA A1 ESISTENTE ED IL TRATTO IN ALLARGAMENTO) (FOTO 07/2023).....	23
FIGURA 21 DATI DEL MONITORAGGIO PIEZOMETRICO (QUOTE LIVELLO PIEZOMETRICO IN M SLM)	25
FIGURA 22 POZZO DI PROPRIETÀ FOCARDI, MISURE FREATIMETRICHE UBICAZIONE (CERCHIO BLU)	27
FIGURA 23 POZZO IN PROPRIETÀ FOCARDI.....	27
FIGURA 24 ISOPIEZOMETRICHE (IN M. SLM) DEL VERSANTE OVEST DELLA A1, LOC. PISCINALE.....	28
FIGURA 25 POZZI E SORGENTI PRESENTI NEL VERSANTE OVEST A1, LOC. PISCINALE	29
FIGURA 26 OPERE DI DRENAGGIO DELLA FALDA FREATICA E POSIZIONE DI POZZI E SORGENTI NEL VERSANTE OVEST A1, LOC. PISCINALE	31
FIGURA 27 SEZIONE TRASVERSALE CONCIO TIPO GALLERIA ARTIFICIALE DOPPIA FILA DI PALI	38
FIGURA 28 PIANTA CONCIO TIPO GALLERIA ARTIFICIALE DOPPIA FILA DI PALI.....	38
FIGURA 29 SEZIONE TRASVERSALE CONCIO TIPO GALLERIA ARTIFICIALE SINGOLA FILA DI PALI.....	39
FIGURA 30 PIANTA CONCIO TIPO GALLERIA ARTIFICIALE DOPPIA FILA DI PALI.....	39
FIGURA 31 CICLO IDROLOGICO DALLA PRECIPITAZIONE AL DEFLUSSO NEL RICETTORE FINALE.....	44
FIGURA 32 SISTEMAZIONI IDRAULICHE DI PROGETTO	50
FIGURA 33 'AMBITO DI RINATURALIZZAZIONE DELLA GALLERIA ARTIFICIALE (PERIMETRO AZZURRO)	54
FIGURA 34 PROFILO IN ASSE GALLERIA CARREGGIATA SUD, IN TRATTEGGIO LO SPESSORE DEL RICOPRIMENTO	54
FIGURA 35 PROSPETTO NUOVA CARREGGIATA SUD: MURO DI SOSTEGNO MOLTO RIDOTTO IN ALTEZZA	55
FIGURA 36 PROSPETTO NUOVA CARREGGIATA SUD DEL PROGETTO AUTORIZZATO: MURO DI SOSTEGNO ALTO 7 M	55
FIGURA 37 PROFILO IN ASSE GALLERIA ALL'IMBOCCO NORD: DETTAGLIO	55
FIGURA 38 PROFILO IN ASSE GALLERIA ALL'IMBOCCO SUD.....	56
FIGURA 39 SEZIONE TIPO CORRENTE LUNGO LA GALLERIA	56
FIGURA 40 PROFILO IN ASSE NUOVO IMBOCCO NORD GALLERIA ARTIFICIALE: IN TRATTEGGIO ROSSO IL TRATTO DI CIRCA 70 M DI LUNGHEZZA CON RIALZO DEL MURO H 7 M AUTORIZZATO (IN GIALLO) NEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA ...	57
FIGURA 41 PROFILO IN ASSE NUOVO IMBOCCO SUD GALLERIA ARTIFICIALE: IN TRATTEGGIO ROSSO IL TRATTO CON RIALZO DEL MURO H 7 M AUTORIZZATO (IN GIALLO) NEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA	57
FIGURA 42 VIABILITÀ DI ACCESSO PER LA MANUTENZIONE: DETTAGLIO PAVIMENTAZIONE IMPERBEABILE BITUMINOSA	58

FIGURA 43 VIABILITÀ DI ACCESSO PER LA MANUTENZIONE: DETTAGLIO PAVIMENTAZIONE IN MISTO GRANULARE NON LEGATO PERMEABILE.....	58
FIGURA 44 PLANIMETRIA DI SISTEMAZIONE DEFINITIVA: IN OCRA LA PAVIMENTAZIONE PERMEABILE CON PENDENZE PIÙ DOLCI IN MISTO GRANULARE; IN GRIGIO LA PAVIMENTAZIONE IMPERMEABILE A FINITURA BITUMINOSA COL PIAZZALE DI MANOVRA PER L'ACCESSO AL POZZO 2.....	59
FIGURA 45 STRALCIO DELLA SISTEMAZIONE DEFINITIVA DEL POZZO 2; IL PIAZZALE SARÀ IN RILEVATO RISPETTO AL VERSANTE DI IMBOCCO; IL TRATTO DI VIABILITÀ ASFALTATO CON PENDENZA AL 17% CIRCA SARÀ IN SCAVO. LA CAMPITURA AD ESAGONI BLU RAPPRESENTA LA SISTEMAZIONE ARBUSTIVA	60
FIGURA 46 – STRALCIO SU FOTOAEREA DELLE PIANTE CENSITE	63
FIGURA 47 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	82

1 INTRODUZIONE

L'intervento si inquadra nell'ambito delle lavorazioni per l'ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A1 Firenze Sud – Incisa in corso da metà 2022 circa, nell'ambito del lotto 2B. In particolare, l'intervento si colloca nel tratto collinare posto più a Sud della nuova galleria San Donato (km 311 circa), nell'ambito della nuova carreggiata in progetto.

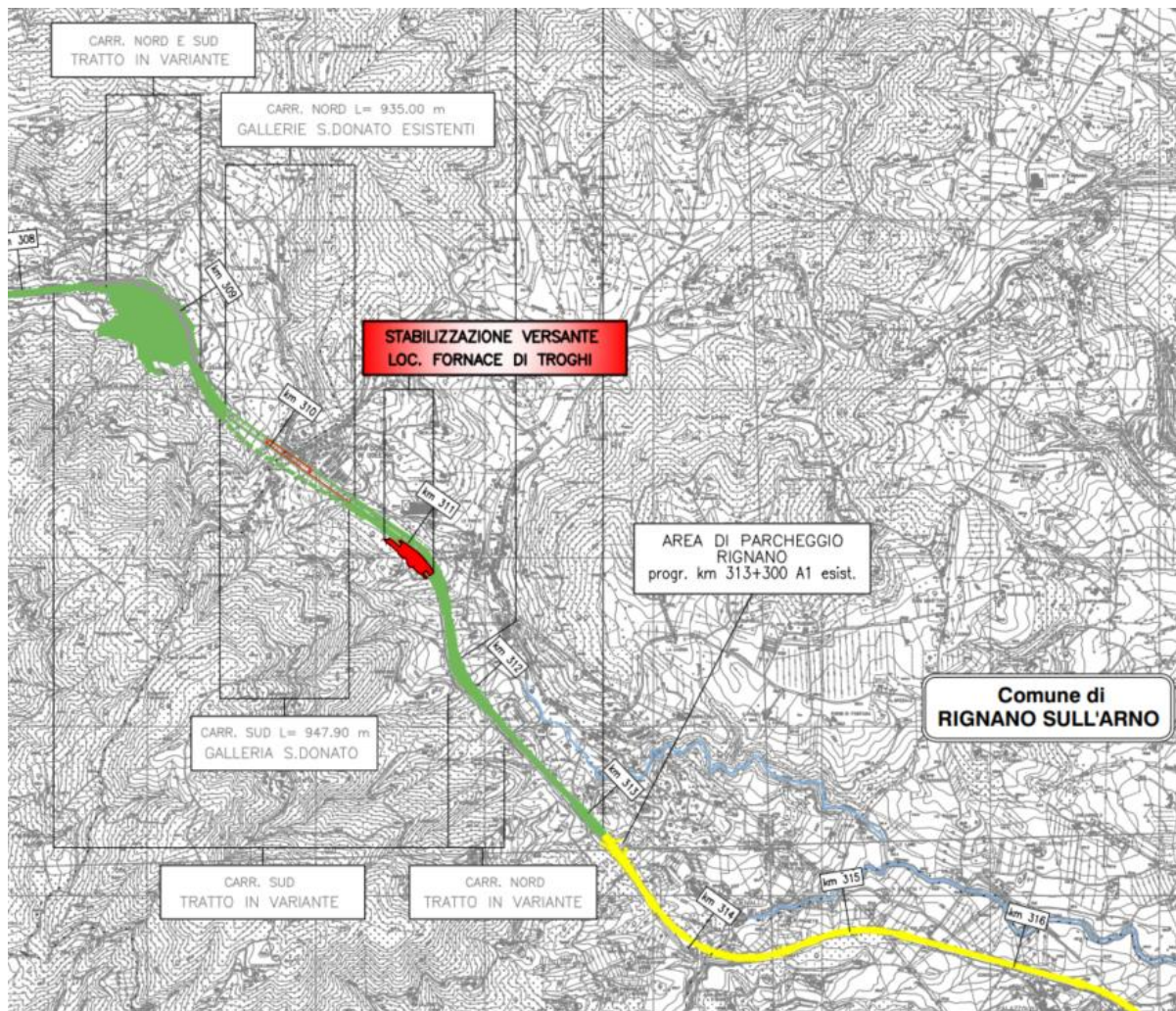


Figura 1 Inquadramento su cartografica

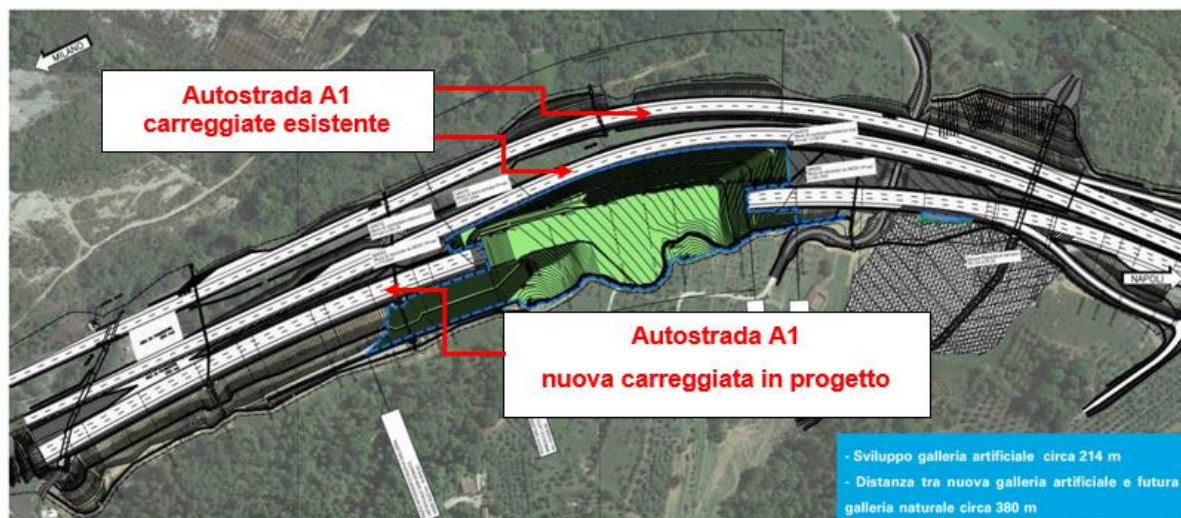


Figura 2 Progetto su ortofoto

La località interessata dall'intervento è denominata "Fornace di Troghi" (area Piscinale), nel comune di Rignano sull'Arno (FI), compresa tra gli abitati di S. Donato in Collina a Nord-Ovest e Troghi a Sud-Est.

A metà del versante interessato dal progetto, è presente un complesso abitativo isolato, costituito da una struttura bifamiliare a due piani in muratura e un più piccolo fabbricato antistante ad uso magazzino. I terreni circostanti sono adibiti a colture.



Figura 3 Contesto in cui si inserisce il progetto

Le opere, di seguito descritte, si rendono necessarie a fronte delle evidenze del monitoraggio geotecnico-inclinometrico che segnalano la presenza di un movimento franoso di un tratto di versante di circa cento metri di lunghezza, posto a monte di una paratia multi-tirantata di controripa in fase di realizzazione.

Il progetto è stato sviluppato con lo scopo di mitigare gli effetti del fenomeno franoso e comprende:

- una galleria artificiale (e nuova piazzola di servizio alla pk 10+476 necessaria per ospitare lo shelter per l'alimentazione degli impianti di galleria: impianti d'illuminazione, estrazione, condizionamento, sistemi per la rivelazione dell'incendio e l'antintrusione.)
- un sistema di drenaggio profondo a monte della stessa
- il rimodellamento morfologico dell'intera area.



Figura 4 Inserimento planimetrico

1.1 FENOMENO FRANOSO IN CORSO

A partire dal mese di marzo 2023, alcune verticali inclinometriche hanno registrato un significativo aumento della velocità di spostamento (per maggiori dettagli si veda la Relazione Geotecnica, codice T1157-0000-PD-DG-GTA-00000-00000-R-GTA-0001). Le evidenze del monitoraggio inclinometrico hanno permesso di individuare una superficie di deformazione ad una profondità ben maggiore rispetto alle possibili condizioni di instabilità prevedibili in sede di progettazione ($\approx 25-28m$ da piano campagna). Le ultime letture del monitoraggio (marzo/aprile 2024) hanno evidenziato un aumento di velocità di deformazione in corrispondenza delle verticali già soggette a spostamenti e l'interessamento di nuove

verticali precedentemente non coinvolte dai cinatismi in atto. Appare opportuno evidenziare come il peggioramento del quadro deformativo del versante sia associato ad un innalzamento della piezometrica registrato nelle verticali piezometriche installate nell'area.

Le fasce deformative sono state individuate in corrispondenza del contatto con il sub-strato e le coltri più superficiali a circa 25÷30m da piano campagna.

1.2 CRITICITÀ DELLA SOLUZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il precedente progetto esecutivo di ampliamento alla terza corsia prevedeva nella stessa area la realizzazione di un muro di controripa costituito da una paratia di pali di grande diametro tirantata su più livelli come da sezione tipo riportata nel seguito:

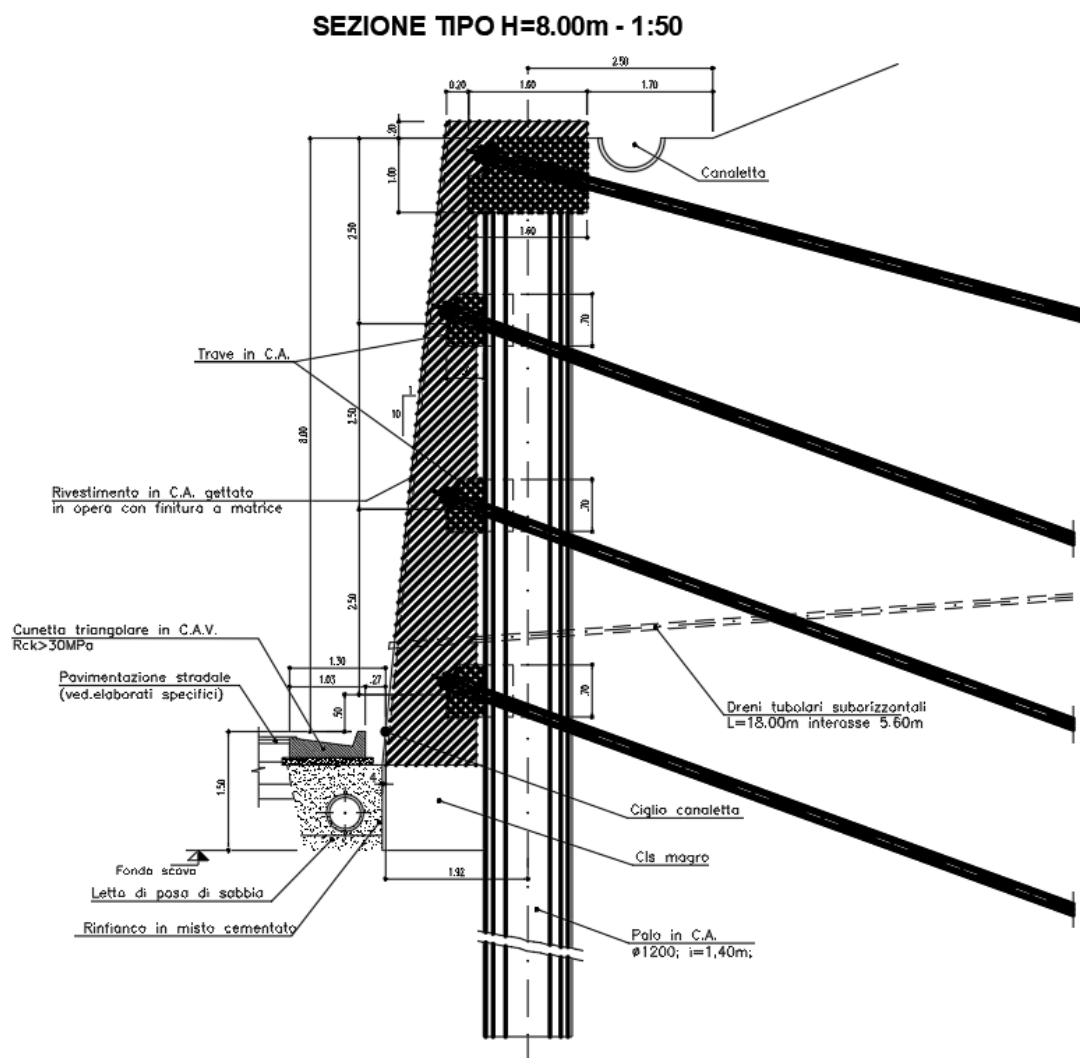


Figura 5 Paratia prevista nel Progetto Esecutivo di ampliamento alla 3°corsia

A seguito della revisione dell'area di dissesto, è emerso che la soluzione di progetto esecutivo non è in grado di contrastare le spinte instabilizzanti generate dal cinematismo gravitativo rilevato dalle verticali inclinometriche, in quanto:

i pali risultano di lunghezza inadeguata per "immorsare" la struttura nelle porzioni di pendio non coinvolte nel dissesto franoso; gli ancoraggi attualmente previsti presentano tratti di bulbo completamente immersi nella porzione di pendio sopra la superficie di scivolamento e per tanto risultano, nella configurazione di progetto completamente inadeguati per contrastare le spinte riconducibili alle masse di terreno in movimento.

Inoltre, preme sottolineare che:

- il fronte di spinta del cinematismo risulta, praticamente pari, se non superiore, all'intera altezza dell'opera.
- Il terreno a valle risulta interessato dal fenomeno franoso e quindi non è in grado di offrire adeguate reazioni alle spinte.

1.3 INTERVENTI IN VARIANTE AL PROGETTO ESECUTIVO

Alla luce delle considerazioni riportate al paragrafo precedente si è scelto di perseguire una soluzione progettuale che garantisca un'adeguata marginalità di sicurezza in riferimento all'analisi dei dissesti in atto, sia nella configurazione finale sia nelle fasi di prosecuzione dei lavori. L'opera finale in progetto prevede la realizzazione di una galleria artificiale e un rimodellamento dell'area in modo da garantire le adeguate marginalità di sicurezza sul versante oggetto degli attuali movimenti. La galleria artificiale sarà realizzata con il metodo 'Milano' sfruttando per il piedritto di monte i pali già realizzati e, per quello di valle, si prevede di realizzare una doppia paratia di pali con diametro 2000mm interasse 240/480cm di lunghezza 35m. L'intervento è integrato prevedendo un adeguato rimodellamento morfologico e un sistema di drenaggio profondo costituito da pali in ghiaia drenanti e pozzi di raccolta delle acque. Il progetto, nella sua configurazione finale, è attualmente in fase di definizione e sarà finalizzato alla luce delle ulteriori evidenze del monitoraggio inclinometrico.

1.3.1 Galleria Artificiale

La progettazione è stata indirizzata verso una soluzione che prevede la realizzazione di una galleria artificiale di lunghezza pari a 214 m, eseguita con il metodo "Milano" sfruttando come piedritto di monte i pali già realizzati e, per quello di valle, una nuova paratia di pali con diametro 2000 mm interasse 240 cm lunghezza 35m e integrata con una seconda fila di pali del medesimo diametro ed interasse 480 cm. Per la copertura è prevista la realizzazione di un solettone in c.a. di spessore in mezzera variabile tra i 200 e i 245 cm.

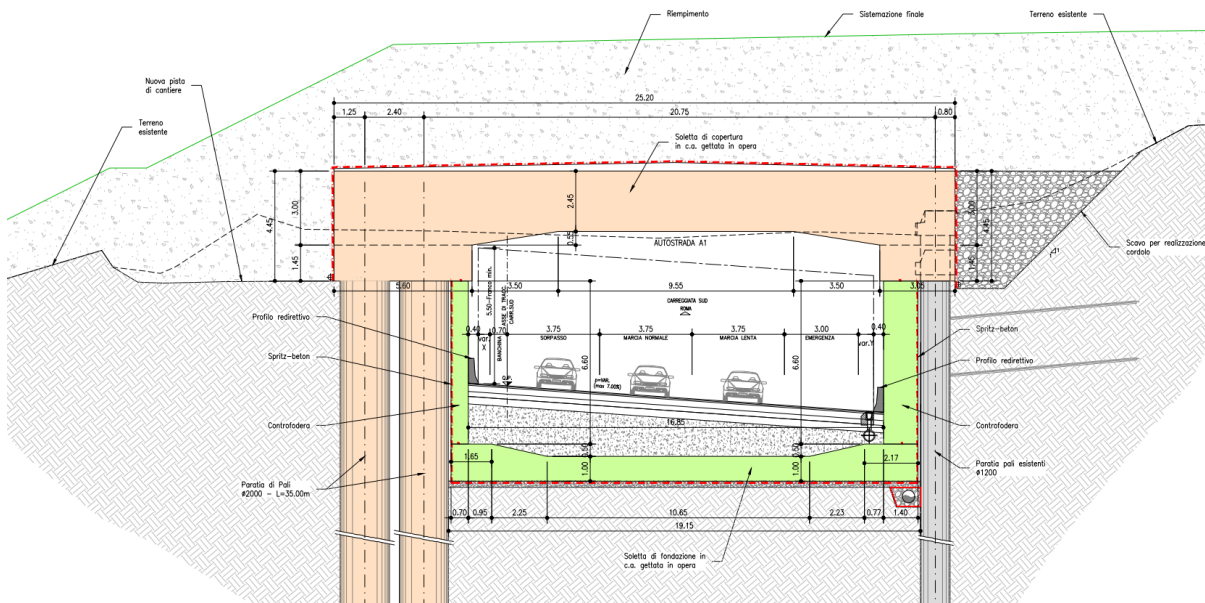


Figura 6 Sezione trasversale tipo della galleria artificiale

1.3.2 Sistema di drenaggio

Al fine di ridurre la pressione dell'acqua sulle pareti della galleria artificiale, si è previsto un sistema di drenaggio delle acque di falda a monte della galleria stessa. Tale sistema è composto da una paratia di pali drenanti in ghiaia della lunghezza di 90+90 m intervallati da due pozzi profondi di diametro pari circa ad 8 m.

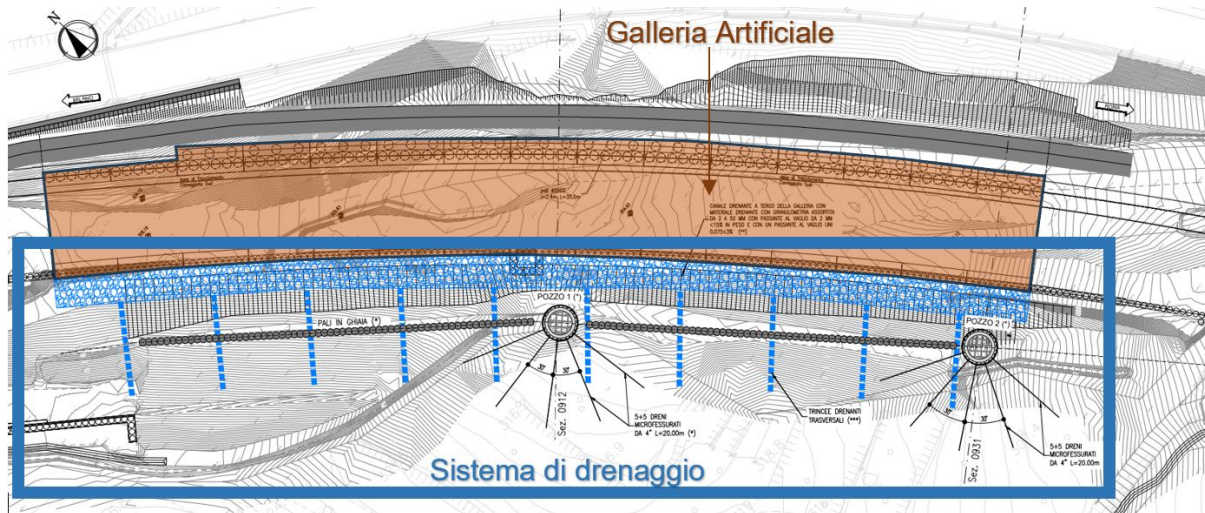


Figura 7 Sistema di drenaggio delle acque profonde a tergo della galleria

Si è studiato inoltre un sistema di accesso per la manutenzione dei pozzi sfruttando la strada esistente denominata "Località Fornace dei Troghi", in parte già adeguata nell'ambito delle lavorazioni del lotto 2.



Figura 8 accesso per la manutenzione del sistema di drenaggio e del verde su mappa estratta da Google Maps

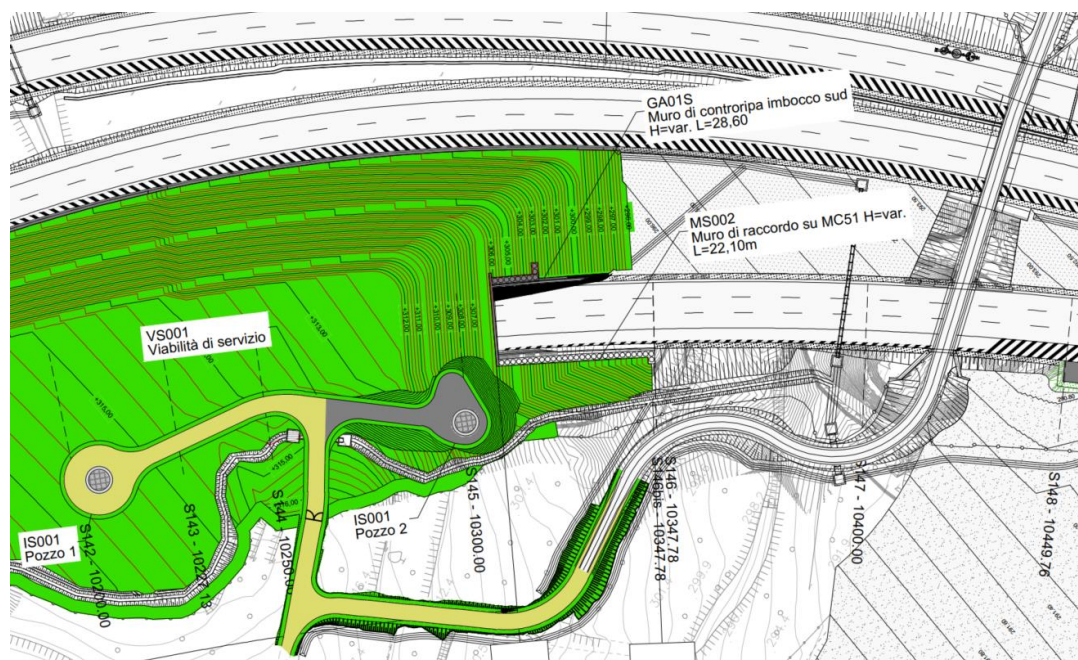


Figura 9 Progetto viabilità di accesso per la manutenzione

1.3.3 Rimodellamento morfologico

A completamento dell'intervento, sarà effettuato un rimodellamento morfologico dell'area al fine di "appesantire" il piede del versante interessato dai movimenti gravitativi ed interventi di drenaggio profondo sul versante (pali in sabbia/ghiaia).

Di seguito si riporta un fotoinserimento dell'opera finita.



Figura 10 fotoinserimento della galleria artificiale sul versante

1.4 INTERVENTI DI FASE 1 – IN FASE DI REALIZZAZIONE

Alla luce delle evidenze del monitoraggio geotecnico riscontrate nel mese di marzo/aprile 2024 (estensione areale del dissesto gravitativo), nell'immediato e nelle more del completamento degli interventi complessivi previsti, si è ritenuto opportuno anticipare la realizzazione della prima fila di pali di valle di diametro 2000 mm ed interasse 240 cm con la finalità di mitigare e contenere gli effetti del fenomeno in atto. I lavori sono iniziati a fine maggio 2024.

L'avvio delle attività agli Enti, in pendenza delle autorizzazioni, è stato notificato come segue:

- Nota ASPI prot. n. 9081 del 08.05.2024 inviata al Comune di Rignano
- Nota ASPI prot. n. 10055 del 23.05.2024 inviata al Concedente
- Nota ASPI prot. n. 10294 del 24.05.2024 inviata al MASE

Gli interventi di fase 1 riguardano la realizzazione di una nuova palificata di valle (pali $D=2000$ mm, interasse 2,40 m, lunghezza 35 m) adiacente ai pali di monte già realizzati ($D=1200$ mm). Saranno poi realizzati nuovi pali a monte per dare continuità alla palificata già eseguita ed a valle per consentire il contenimento del terreno necessario per gli scavi previsti nelle successive fasi esecutive dell'intervento completo.

Le principali attività previste in prima fase sono:

- realizzazione viabilità di cantiere;
- esecuzione nuovi pali D=2000 mm interasse 240 cm lunghezza 35 m (lato valle) e di tutte le attività propedeutiche (scavo per realizzazione piano di lavoro, opere provvisorie, ecc.);
- esecuzione nuovi pali D=1200 mm interasse 140 cm lunghezza 24 m (lato valle) necessari per le future attività di realizzazione della galleria artificiale.
- esecuzione nuovi pali D=1200 mm interasse 140 cm lunghezza 24 m (lato monte) per dare continuità alla paratia esistente.

Le lavorazioni previste in questa fase sono tali da essere il meno possibili impattanti nei confronti della stabilità del versante, ovvero si è contenuto il più possibile i volumi di scavo/riporti.

Questo è stato possibile:

- mantenendo le attuali piste il più possibile in aderenza all'attuale piano campagna e alle piste di cantiere già esistenti;
- eseguendo i pali dal piano campagna attuale prevedendo scavo con tratti a vuoto;
- regolamentando opportunamente le acque superficiali nell'area interessata dalle lavorazioni.

Di seguito si riportano le planimetrie dell'area di intervento di prima fase ed alcune sezioni.

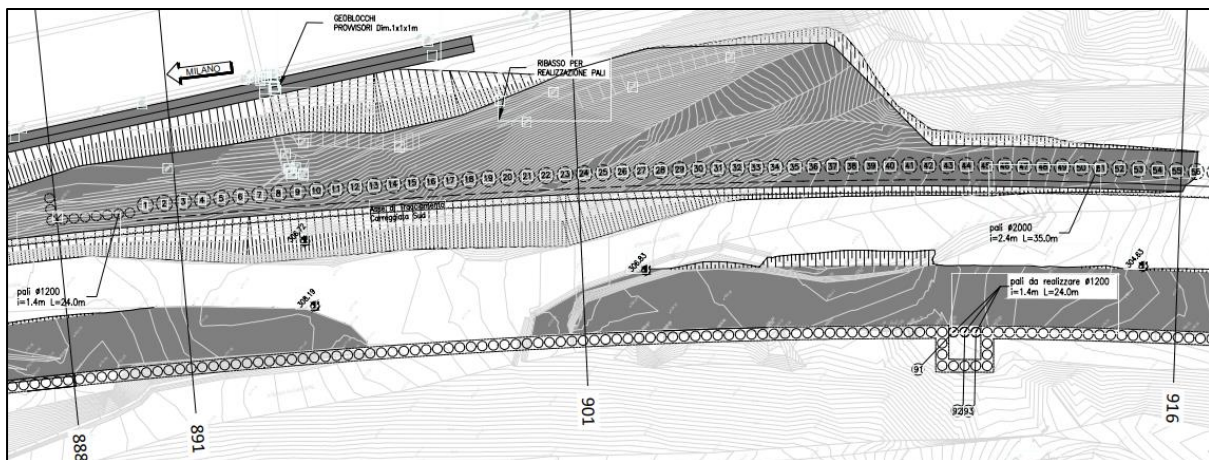


Figura 11 FASE 1 Planimetria area intervento (1 di 2)

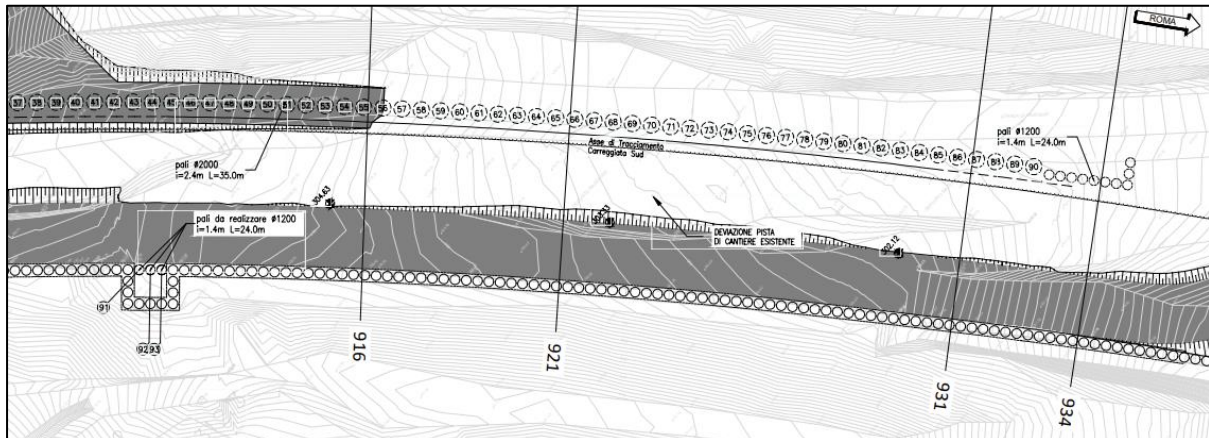


Figura 12 FASE 1 Planimetria area intervento (2 di 2)

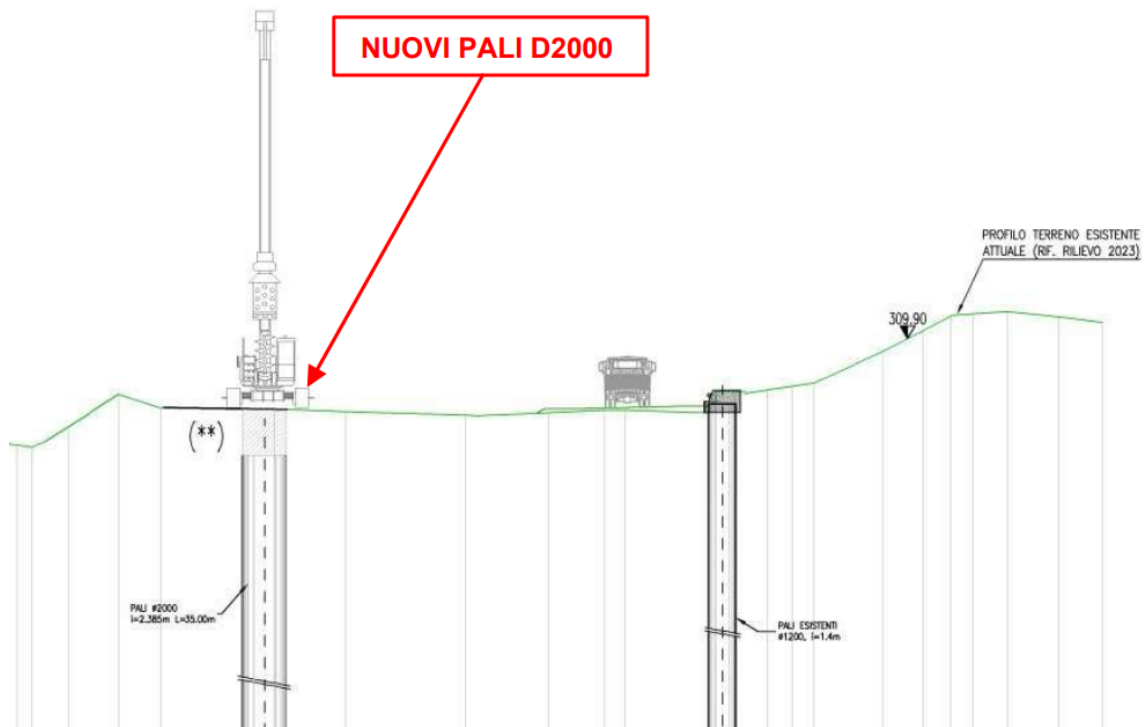


Figura 13 FASE 1 sezione tipo di intervento

2 ASPETTI GEOLOGICI

Dal punto di vista geologico, l'intera area è stata oggetto di un approfondito studio. Si è partiti dalla raccolta della documentazione allo stato dell'arte, ovvero tutta la documentazione di natura geologica, geomorfologica e sismica pubblicata e di riferimento per lo studio specialistico, nonché la documentazione pregressa di progetto relativa all'intera tratta di ampliamento autostradale, per poi approfondire la conoscenza delle aree attraverso un'ampia campagna di indagini integrative e di monitoraggio continuo. I dettagli sono minuziosamente descritti e approfonditi nella relazione T1157-0000-PD-DG-GEO-0000-0000-R-GEO-0001.

Di seguito si riportano le risultanze dello studio, sia per quanto riguarda sia l'assetto geologico e geomorfologico, che per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici.

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

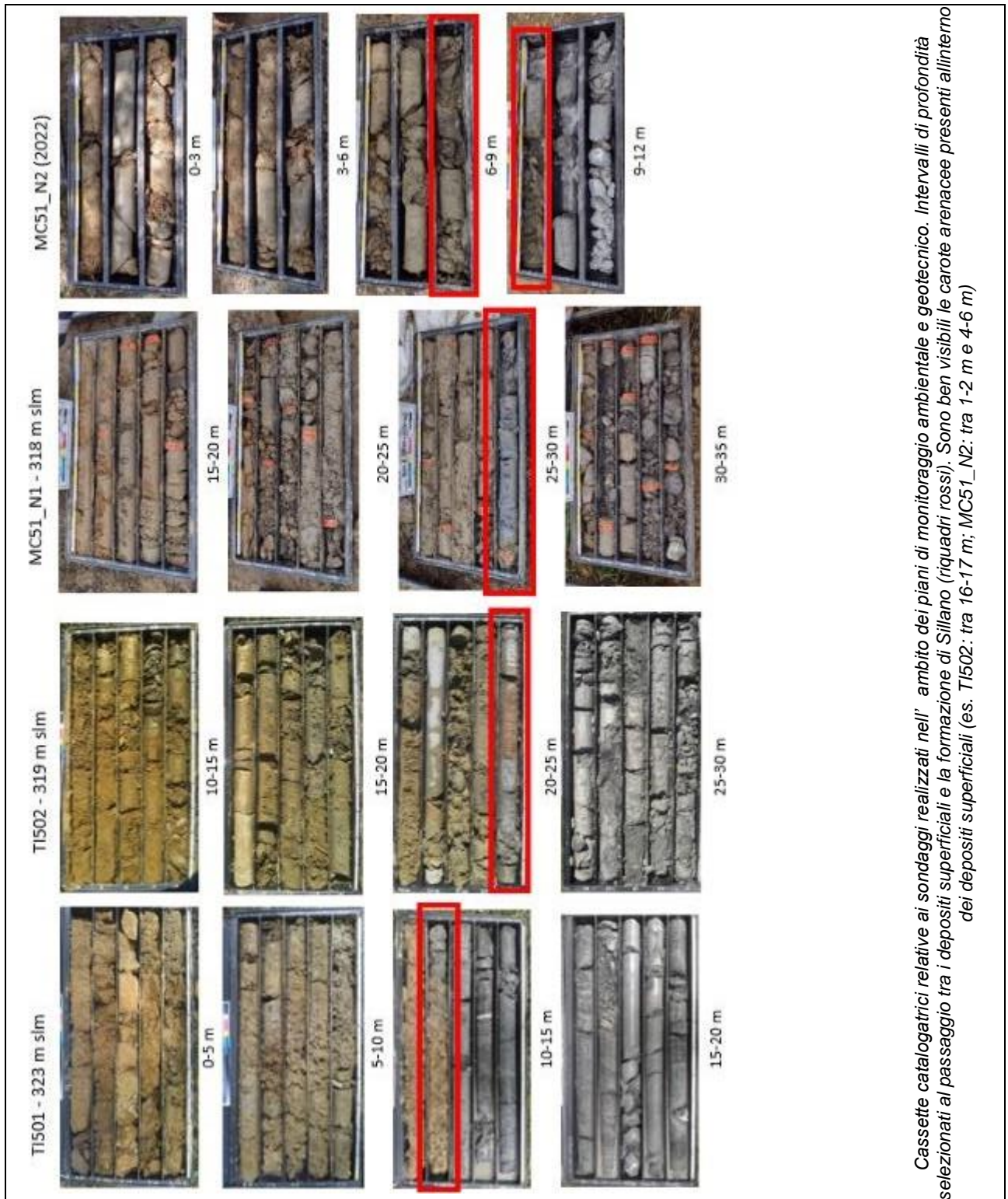
Lo studio è stato realizzato nel rispetto e in ottemperanza alla normativa vigente, ed elencata di seguito.

- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2008). NTC 2008: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2018). NTC 2018: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2019). Circolare n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- Presidenza della Repubblica (2001). DPR 380/2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2003). Ordinanza OPCM 3274/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2006). Ordinanza OPCM 3519/2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Regione Toscana (2000): Legge regionale n. 39/2000. Legge forestale della Toscana
- Regione Toscana (2003). Regolamento Forestale D.P.G.R. 48/R/2003.
- Regione Toscana (2014). Legge regionale n. 65/2014. Il governo del territorio.
- Regione Toscana (2014). Del. GRT n. 421 del 26/05/2014: classificazione sismica dei Comuni della Regione Toscana.
- Regione Toscana (2018). Legge Regione Toscana n. 41/2018 - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 e smii;





















- Regione Toscana (2022). Regolamento regionale DPGR 1/R/2022. Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale n.65/2014. Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”.

2.2 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I recenti sondaggi nell'area Piscinale, effettuati dopo la consegna del progetto di ampliamento, mostrano una successione litologica omogenea che differisce dalle cartografie geologiche ufficiali. I nuovi sondaggi rilevano depositi sciolti di sabbia, limo e ghiaia fino a profondità variabili tra 9-10 m e 24-29 m, con abbondanti clasti e blocchi arenacei. Sotto questi strati, tutti i sondaggi intercettano la formazione argillitica del Sillano (SIL). Le figure successive illustrano queste osservazioni.



Cassette catalogatrici relative ai sondaggi realizzati nell' ambito dei piani di monitoraggio ambientale e geotecnico. Intervalli di profondità selezionati al passaggio tra i depositi superficiali e la formazione di Sillano (riquadri rossi). Sono ben visibili le carote arenacee presenti all'interno dei depositi superficiali (es. TI502: tra 16-17 m; MC51_N2: tra 1-2 m e 4-6 m)

SC5 - 313 m slm				
SC4 305 m slm				
SC3 - 323 m slm				
SC2 - 327 m slm				
SC1 - 337 m slm				

Cassette catalogatrici relative ai sondaggi integrativi (2023). Intervalli di profondità selezionati al passaggio tra i depositi superficiali e la formazione di Sillano (riquadri rossi). Sono ben visibili le carote arenacee presenti all' interno dei depositi superficiali (es. SC2 tra 13–13.5 m; SC3: tra 15-16,5 m; SC4: tra 12-14 m e 15-16 m.);

Le stese geofisiche di superficie (realizzate prima dei sondaggi integrativi) identificano le interfacce di rigidezza che possono ritenersi rappresentative del passaggio dai depositi superficiali suddetti (pur caratterizzate localmente da diversi gradi di compattezza) e il substrato argillitico sottostante.

Tale interfaccia è stata ipotizzata dalle isolinee di velocità di 2500 m/s in onde P, e 650 m/s in onde S; valori sensibilmente inferiori si registrano lungo le porzioni maggiormente tettonizzate e alterate.

La ricostruzione bidimensionale di tale interfaccia mostra, risalendo lungo il versante (stese L1 e L2), che i depositi di superficie mantengono uno spessore considerevole per quasi tutta la lunghezza degli stendimenti, assottigliandosi sensibilmente nella sola porzione sommitale.

Nella medesima area sommitale delle sezioni geofisiche, si individua, in profondità, un ulteriore aumento di rigidezza lungo le isolinee (in onde P) comprese tra 3000 -3500 m/s, immergenti verso Est di circa 35°. Tale interfaccia può interpretarsi nel contatto tra Sillano e la sottostante formazione arenacea di Monte Falterona (FA3).

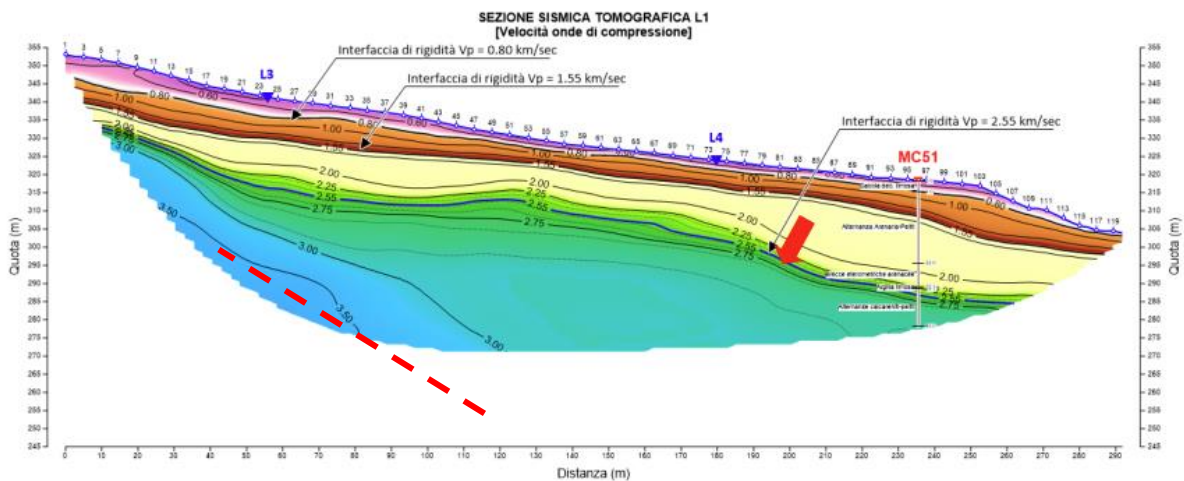


Figura 14 sezione sismica tomografica L1 (da EST a OVEST)

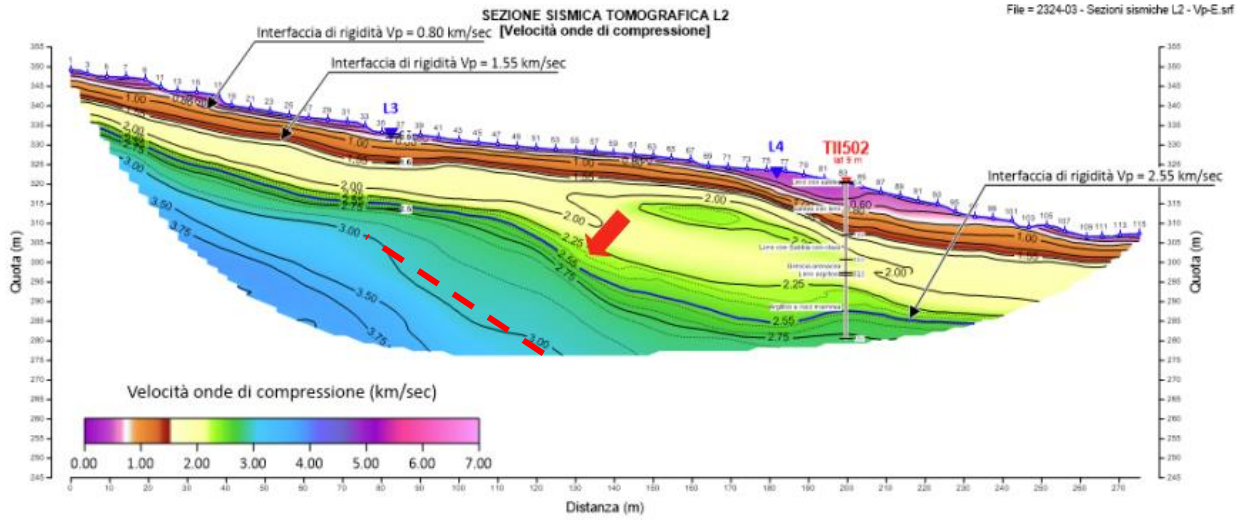


Figura 15 sezione sismica tomografica L2 (da EST a OVEST)

Lungo le stese L3 e L4, parallele all'autostrada si vede come nella parte medio alta del versante (L3) lo spessore delle coltri sovrastante il Sillano sia ancora considerevole e omogeneo.

Lungo L4, più prossima all'infrastruttura, si ha un evidente assottigliamento dei depositi di superficie procedendo verso sud. In profondità si può ipotizzare il contatto tettonico, molto inclinato, tra le argilliti del Sillano e la formazione arenacea FAL3 (tenendo anche conto delle informazioni stratigrafiche del sond. SC5).

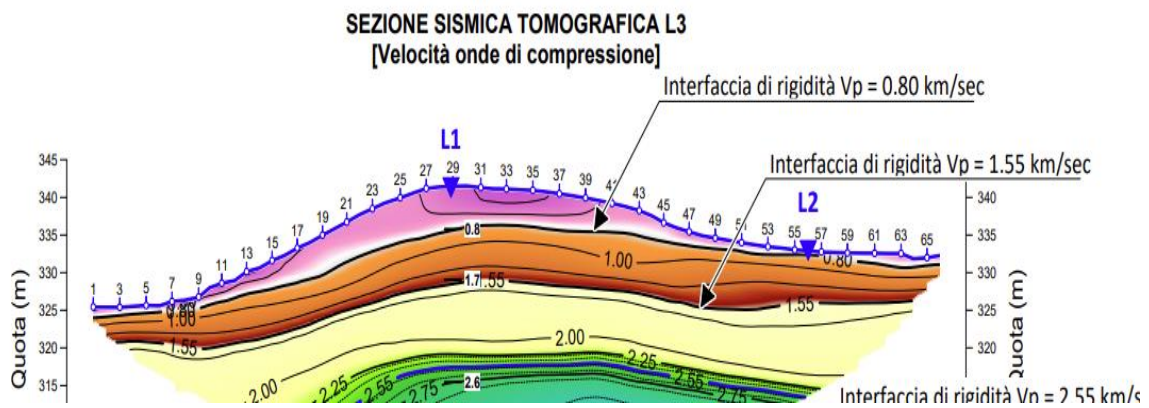


Figura 16 sezione sismica tomografica L3 (da sud a nord)

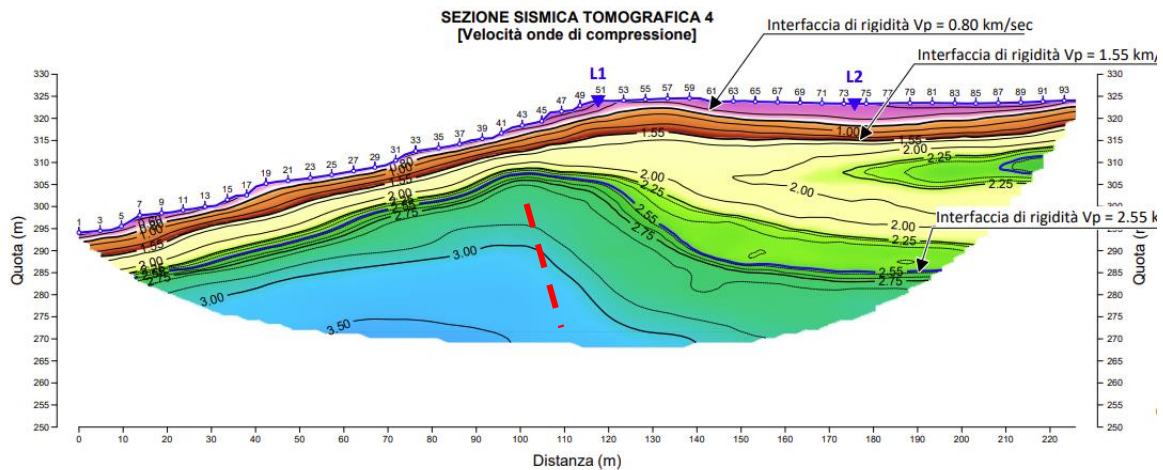


Figura 17 sezione sismica tomografica L4 (da sud a nord)

L'interpretazione congiunta dei dati sismici e stratigrafici di nuova esecuzione porta alla seguente ricostruzione geologica dell'area di studio:

Dal punto di vista tettonico, il fianco meridionale del sovrascorrimento esistente tra le unità Liguri del Sillano e le sottostanti arenarie di Falterona risulta sensibilmente traslato verso Sud rispetto alla cartografia geologica pubblicata (CARG e Regione Toscana) e alla medesima documentazione di progetto già presentata.

L'intero versante del Piscinale, che secondo le suddette cartografie si svilupperebbe in buona parte nella formazione arenacea, giace invece su un substrato argillitico sepolto, individuato dalle verticali di sondaggio integrative, ben noto anche per la predisposizione ai dissesti gravitativi lungo varie tratte autostradali appenniniche.

Dal punto di vista stratigrafico l'intero versante risulta ricoperto da spessi depositi di materiali sciolti costituiti da sabbie limose con ghiaia e blocchi di arenaria di dimensioni fino a plurimetriche che potrebbero essere interpretate come un detrito, o potrebbero attribuirsi a una facies simile ai *Ciottolami di Loro Ciuffenna (UFFd)*, riconosciuta nelle cartografie ufficiali (CARG) sul lato orientale del semigraben, appartenente alla Successione del Bacino del Valdarno Superiore (già trattata nel cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**; si veda anche **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Tale unità, identificata con **a3*** nella cartografia geologica allegata, viene così descritta:

Depositi di conoide detritico/alluvionale ad elementi arenacei, in matrice sabbiosa limosa, nocciola rossastra, con locali livelli maggiormente limosi. All'interno della formazione si riconoscono locali strutture di gradazione. I clasti ghiaiosi sono da poco a mediamente evoluti.

All'interno dei depositi si individuano, a varie profondità, blocchi arenacei più voluminosi, di dimensione metrica, provenienti dallo smantellamento dalla formazione di Falterona affiorante sui versanti retrostanti. L'età presunta è Pleistocene medio.

Il deposito si estende verso valle fino ad essere ricoperta lateralmente, in prossimità dell'infrastruttura autostradale, con le altre unità del bacino Valdarno (UFFe, UFFd), che hanno colmato la parte bassa del bacino stesso.

Il deposito è identificabile, oltre che in sondaggio, anche nei tagli di versante eseguiti nell'ambito delle lavorazioni di ampliamento autostradale.

Risalta, in particolare, la colorazione rossastra dei depositi, spiccatamente granulari e grossolani, e la dimensione di alcuni blocchi arenacei intercettati nel corso degli scavi.

A tale proposito va sottolineato che proprio la dimensione ciclopica, inattesa, dei massi arenacei, aveva portato all'errata individuazione di un presunto affioramento a margine dell'abitazione Focardi, documentato nella cartografia geologica redatta nel corso del progetto di ampliamento a terza corsia, confermando l'interpretazione, anch'essa errata, ma già documentata dalle cartografie ufficiali, circa la presenza di un substrato pressoché superficiale riconducibile alle arenarie di Falterona.



Figura 18 Taglio di versante alla base dei rilievi in località Piscinale, sotto la paratia di monte, in posizione (circa) antistante i sondaggi MC51_N2 e T1501 (ubicati dietro la paratia ad una distanza di circa 20 m). Aspetto in parete della formazione a3 (foto)



Figura 19 Dettaglio del materiale rinvenuto in un tratto di scarpata (foto 07/2023)



Figura 20 Accumulo di blocchi arenacei rinvenuti durante i vari scavi (scarpata tra l'autostrada A1 esistente ed il tratto in allargamento) (foto 07/2023).

In profondità, sotto i depositi detritici si ha il passaggio, ben documentato nei sondaggi, con la formazione di Sillano, in facies argillitico-marnosa localmente calcarea.

Le argilliti si presentano abbastanza integre, scagliose, a tratti brecciate. Come risulta dai sondaggi la porzione superficiale al contatto con i sovrastanti depositi di bacino si presenta solo localmente alterata e disgregata.

Si rammenta che, in prossimità di contatto stratigrafico esistente tra i depositi di superficie e le argilliti (a profondità di circa 25 m da p.c. per l'inclinometro TI502, a 28-29 m da p.c. per MC51-N11, e a 9,75 m da p.c. per MC51_n2) gli strumenti di monitoraggio hanno evidenziato un contenuto ma netto spostamento verso valle dei depositi detritici superficiali. Tale movimento, che ha assunto valori significativi contestualmente allo sbancamento e risagomatura delle scarpate antropiche, era comunque già presente in misura molto più contenuta negli anni precedenti, coerentemente con quanto già evidenziato dalle misurazioni interferometriche satellitari in superficie. Inoltre, lo stesso meccanismo deformativo si sta cominciando ad osservare anche in corrispondenza delle verticali di più recente installazione.

Si può quindi supporre che la resistenza a taglio offerta lungo l'interfaccia depositi superficiali – Sillano si sia progressivamente ridotta nel tempo giungendo a valori comparabili alla resistenza residua.

In tale contesto, la realizzazione degli scavi ha prodotto una variazione significativa degli equilibri nel versante, andando a riattivare le superfici di scorrimento già precedentemente impostate tra le due formazioni.

Nelle sezioni geologiche allegate alla cartografia geologica-geomorfologica sono quindi stati ricostruiti i contatti verso monte tra il substrato e i depositi di superficie, considerando plausibile l'ipotesi secondo cui questi ultimi possano scorrere verso valle come massa unitaria lungo la superficie di contatto con il substrato; le analisi di stabilità di back analysis effettuate nella documentazione geotecnica possono dare riscontro più coerente circa i possibili movimenti in atto e le masse interessate.

2.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI

I depositi cartografati sul versante dell'area di Piscinale (sigla a3*) sono sostanzialmente composte da termini granulari. A livello di unità idrogeologica, prendendo a riferimento la documentazione di progetto consegnata per l'ampliamento dell'intera tratta, tali depositi sono riconducibili in parte all'Unità detritico di versante (unità III) composta da depositi di frana attiva, inattiva, paleofrana e detrito di versante ed in parte rientrano nella Unità che comprende i restanti depositi sabbiosi pleistocenici del Bacino del Valdarno Superiore (unità V).

Questi depositi hanno uno spessore di circa 35-40m e ricoprono la sottostante formazione di Sillano (SIL), sostanzialmente un acquiclude, mentre nel settore meridionale sono sovrapposti alle Arenarie di Monte Falterona (FAL).

La permeabilità dei terreni risulta variabile da media a bassa, secondo quanto evidenziato dalle prove di permeabilità eseguite nel corso delle recenti perforazioni.

Sondaggio	N. prova e tipo (a carico variab. / cost.)	Profondità m da p.c.	Trasmittività (m/s)
SC1	LF1 – c. costante.	14,5	2,6 E ¹⁰⁻⁵
SC2 *	LF1 – c. variabile	15 – 16	5,0 E ¹⁰⁻⁶
SC3 *	LF1 – c. variabile	13 - 14	1,5 E ¹⁰⁻⁵
SC4	LF1 – c. costante.	12,5	1,8 E ¹⁰⁻⁴
SC5 *	LF1 – c. variabile	14,5	6,7 E ¹⁰⁻⁶

* prova rielaborata

Nell'area di studio sono presenti n.10 piezometri, a varie profondità, installati tra il 2016 e il 2023, distribuiti secondo quanto già riportato nel capitolo 3 (v. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) della relazione T1157-0000-PD-DG-00000-00000-R-GEO-0001.

Tali strumenti, soggetti a monitoraggio periodico (v. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** della relazione di cui sopra), mostrano soggiacenze variabili (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** della relazione di cui sopra), in relazione alla loro posizione.

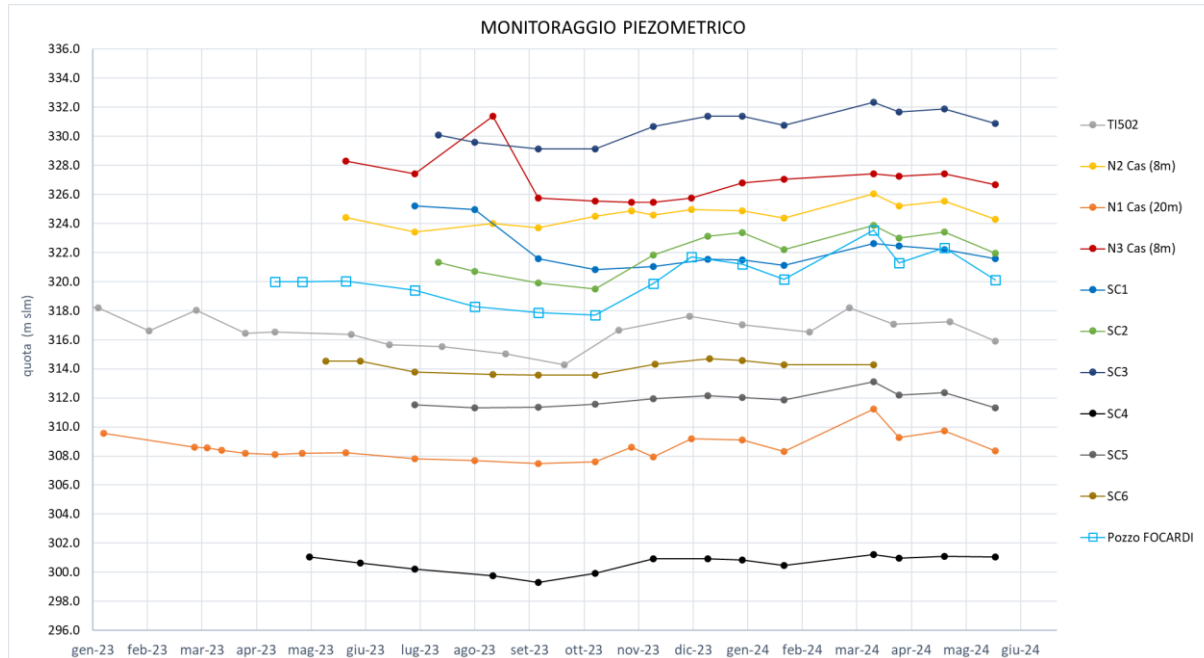


Figura 21 Dati del monitoraggio piezometrico (quote livello piezometrico in m s.l.m)

A commento del grafico sopra riportato si può evidenziare come i livelli piezometrici mostrino valori massimi nel periodo invernale-primaverile e minimi coincidenti con la fine del periodo estivo, a conferma della risposta quasi immediata alla ricarica per precipitazione diretta.

Si segnala inoltre la presenza di un pozzo, profondo circa 10 m, ubicato in prossimità dell'abitazione Focardi e utilizzato a fini irrigui. La falda misurata nel pozzo negli ultimi 8 mesi mostra una soggiacenza compresa tra il p.c. e – 6 m da p.c. Secondo quanto riferito dalla proprietà il pozzo non è mai risultato asciutto, ed è soggetto a una ricarica molto rapida. I dati delle misure mensili sono riportati nella tabella seguente. Si noti, in particolare, che il minimo di soggiacenza corrisponde alla misura di fine marzo 2024, allorquando si sono apprezzati i primi movimenti sulle verticali SC1 ÷ SC5, di più recente installazione.

Pozzo proprietà FOCARDI	
Quota 324 m slm	
Prof. 10m ca.	
DATA	Soggiacenza (m da p.c.)
04/05/2023	-4.00
19/05/2023	-4.00
12/06/2023	-3.95
20/07/2023	-4.60
22/08/2023	-5.70
26/09/2023	-6.15
27/10/2023	-6,28
28/11/2023	-4,15
19/12/2023	-2,31
16/01/2024	-2,78
08/02/2024	-3,84
28/03/2024	-0.46
11/04/2024	-2.72
19/05/2024	-4.00
04/06/2024	-4.00



Figura 22 Pozzo di proprietà Focardi, misure freatiche ubicazione (cerchio blu)



Figura 23 Pozzo in proprietà Focardi.

Dai dati del monitoraggio piezometrico è stata estratta una serie temporale riferibile ad una situazione di massima per l'interpolazione della geometria della falda freatica, che viene riportata nella **Errore**. **L'origine riferimento non è stata trovata..**

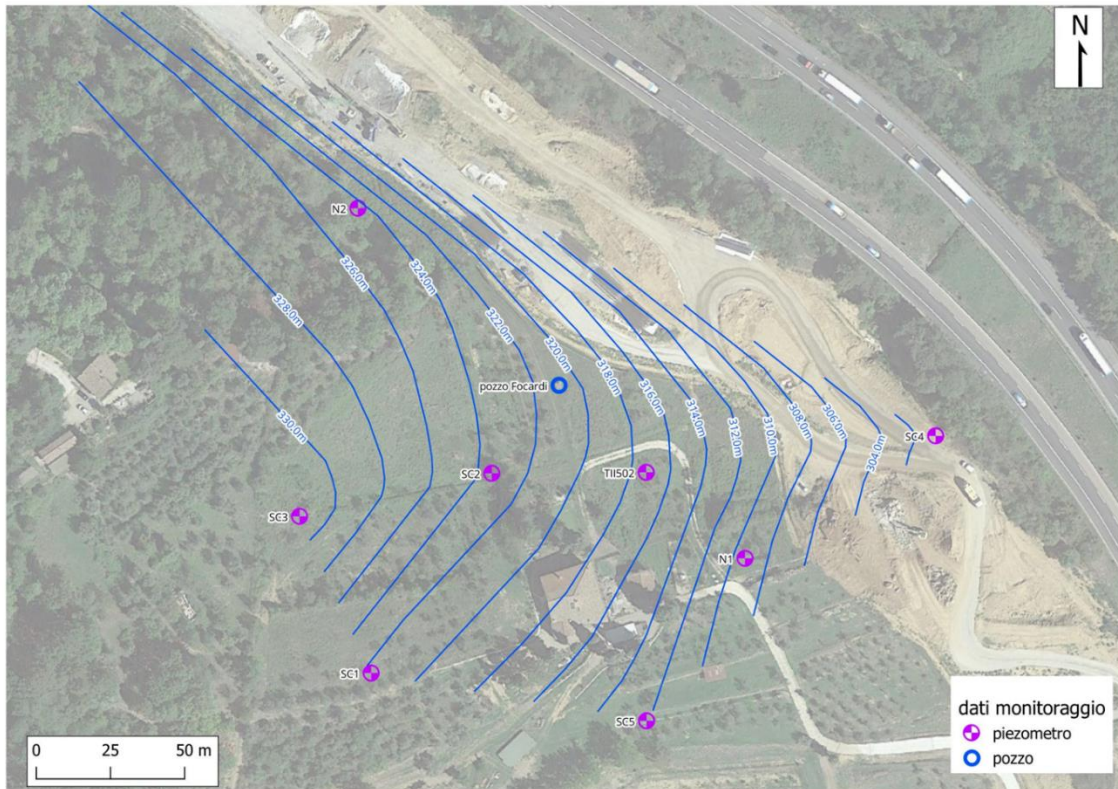


Figura 24 Isopezometriche (in m. s.l.m) del versante ovest della A1, Loc. Piscinale

A commento della ricostruzione piezometrica si evidenzia che la geometria della falda freatica contenuta nei depositi di versante mostra una direzione di drenaggio circa parallelo all'asse autostradale, che nel tratto oggetto della variante si sviluppa in trincea.

L'assetto geologico comporta dunque che i depositi costituenti il versante siano sede di un corpo acquifero freatico, di limitata estensione, caratterizzato da un grado di saturazione elevato, permeabilità medio-bassa e soggetto a variazioni contenute in alcuni m, direttamente correlabili con le precipitazioni, il che implica differenti condizioni stagionali di stabilità della coltre detritica alluvionale.

È indubbio che la presenza di una falda molto superficiale nei depositi detritici possa rappresentare un elemento di criticità per la stabilità delle coltri, laddove si instauri una perturbazione esterna degli equilibri geometrici esistenti.

2.3.1 Sorgenti e punti d'acqua

Con riferimento alla zona del progetto è stata verificata la presenza di pozzi e sorgenti con i dati presenti nel database BDSRI (Banca Dati Sottosuolo e Risorse Idriche, Re. Toscana, Consorzio LAMMA).

La figura seguente riporta, sulla base della Carta Geologica e Geomorfológica fornita in allegato, la posizione di pozzi e sorgenti sul versante sovrastante l'area di progetto. Nella figura è indicato il codice identificativo regionale fatta eccezione per una sorgente, identificata durante i rilievi in campo e non inserita nel database regionale.

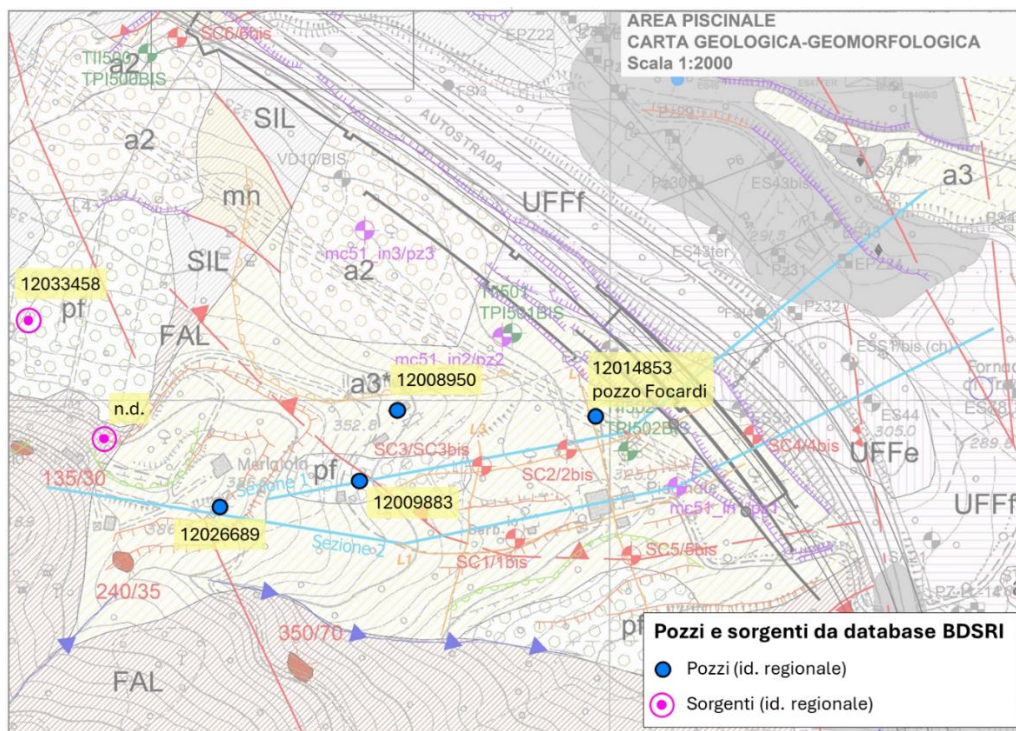


Figura 25 Pozzi e sorgenti presenti nel versante ovest A1, loc. Piscinale

I dati estraibili dal database BDSRI sono riportati nella tabella seguente integrate dalla distanza dalle opere di drenaggio del versante (qui considerata la cortina di pali in ghiaia collegati a due pozzi di drenaggio).

ID BDSRI	reg.	Località	Tipologia	Uso / attività	Profondità (m)	Distanza dal progetto (m)
12014853		proprietà Focardi	pozzo	domestico-irriguo	10	60
12008950		il Vallecchio	pozzo	attivo	15	220
12009883		Cascina Merlaiola	pozzo	inattivo	50	255
12026689		Cascina Merlaiola	pozzo	domestico	58	365
12033458		Pratello	sorgente	domestico	n.a.	520
n.d.		Cascina Merlaiola	sorgente	n.d.	n.a.	420

L'analisi dei punti d'acqua presenti sull'area di progetto evidenzia alcune peculiarità:

Sorgenti:

- hanno il bacino di alimentazione nella Formazione delle Arenarie di Monte Falterona, che a livello regionale è inserito nel Corpo Idrico Sotterraneo (CIS 99MM934) delle arenarie di avanfossa della Toscana nord-orientale, che comprende, oltre al Macigno della falda Toscana anche le unità silicoclastiche di avanfossa attribuite a diverse unità strutturali (Modino, Falterona, Cervarola, Marnoso-Arenacea);
- il meccanismo di emersione è probabilmente legato al tamponamento ad opera della Formazione di Sillano caratterizzata da minor permeabilità.

Pozzi:

- i pozzi di cascina Merlaiola (12026689 e 12009883) data la loro lunghezza (58 e 50m) attingono probabilmente dalla porzione superficiale del Falterona (non si dispone di dati dei filtri). I dati reperiti sul database indicano che almeno uno dei due pozzi è inattivo;
- i pozzi collocati nella porzione più bassa del versante (loc. Vallecchio e pozzo Focardi) sfruttano esclusivamente la falda freatica presente nei depositi di versante dell'area Piscinale (a3*) il cui spessore è stimabile in ca. 25-30m.

2.3.2 Valutazione dell'impatto delle opere previste in Perizia di Variante

Dall'analisi del quadro idrogeologico del versante interessato dal progetto di variante si segnala che le opere previste, con particolare riferimento al drenaggio del versante attraverso la cortina di pali in ghiaia collegati a due pozzi di drenaggio, potrebbero avere un impatto sul pozzo più prossimo alle opere (pozzo proprietà Focardi) e, con minori probabilità, un impatto parziale sul pozzo presente nella porzione più elevata del versante (loc il Vallecchio).



Figura 26 Opere di drenaggio della falda freatica e posizione di pozzi e sorgenti nel versante ovest A1, loc. Piscinale

La valutazione dell'entità dell'abbassamento causato dalle opere di drenaggio è qualitativamente stimabile in qualche metro sull'asse della cortina; tuttavia, è funzione dell'efficacia del sistema di drenaggio nel suo insieme per cui solo stimabile nella fase ante-operam.

È quindi ragionevole attendersi che il pozzo Focardi, profondo 10m, possa registrare un abbassamento del livello piezometrico con depauperamento o totale scomparsa del livello idrico.

Il pozzo presente presso località Vallecchio (cod. 12008950), data la maggior distanza dall'asse dell'intervento drenante, potrebbe risentire in misura minore o poco rilevante dell'effetto di drenaggio.

Per quanto riguarda i due pozzi prossimi a Cascina Merlaiola (12009883, inattivo e 12026689) profondi 50 e 58m e ad una distanza variabile da 255 a 365m, hanno scarse probabilità di essere impattati dalle opere di drenaggio, sia per la maggior distanza, sia perché sviluppati a maggior profondità nella Formazione di Falterona.

Non si prevedono invece, fenomeni di interferenza per le due sorgenti, dato che il loro naturale bacino di alimentazione è posto nelle porzioni altimetricamente più elevate.

3 ASPETTI GEOTECNICI

3.1 ANALISI ESEGUITE

Lo studio geotecnico completo redatto a seguito degli spostamenti rilevati dal monitoraggio inclinometrico sul versante è contenuto nella relazione T1157-0000-PD-DG-GTA-00000-00000-R-GTA-0001. Di seguito si riporta un riassunto dei risultati emersi.

Le ultime letture del monitoraggio (marzo/aprile 2024) hanno evidenziato un aumento di velocità di deformazione in corrispondenza delle verticali già soggette a spostamenti e l'interessamento di nuove verticali precedentemente non coinvolte dai cinematismi in atto. Appare opportuno evidenziare come il peggioramento del quadro deformativo del versante sia associato ad un innalzamento della piezometrica registrato nelle verticali piezometriche installate nell'area.

Sulla base della ricostruzione geologico-geomorfologica dell'area sono state eseguite analisi (LEM) su una sezione rappresentativa del modello geologico dell'area. Le analisi di stabilità a scala di versante sono state condotte con la finalità di studiare i fenomeni osservati (back-analyses) e permesso di valutare l'incremento di marginalità a seguito della soluzione prevista di prima fase.

Sono state condotte le seguenti analisi (LEM):

- **back analysis** – nella configurazione dell'attuale di stato di fatto (SdF), ovvero dell'attuale configurazione del versante a seguito delle lavorazioni fin qui eseguite (dicembre 2023), adottando valori di resistenza prossimi ai valori residui, ottenuti dalle prove di laboratorio si è verificato che le marginalità di sicurezza fossero prossime a valori unitari, ovvero prossimi a condizioni di equilibrio limite;
- **analisi in campo statico nella condizione di prima fase (PF)** – la configurazione di prima fase prevede la realizzazione dei pali di valle (D=2000mm) disposti, per ora, su una singola fila, che sarà parte, negli interventi successivi alla parete di valle della futura galleria artificiale (che prevede la realizzazione di ulteriori pali di integrazione e un solettone di copertura); la loro esecuzione, prevista nell'immediato ha la finalità di scongiurare/mitigare un'eventuale evoluzione del fenomeno in atto nell'ottica di incrementare le marginalità di sicurezza rispetto alle condizioni emerse dalle analisi retrospettive.
- **analisi in campo statico nella condizione di progetto (SdP)** – adottando i parametri di resistenza ottenuti dalle back-analyses, si sono valutati gli incrementi delle marginalità di sicurezza ad interventi completati, ovvero realizzazione della seconda fila di pali (D=2000mm), esecuzione dello schermo drenante, costituito da pali D=1500mm in ghiaie rimodellamento morfologico dell'area;
- **analisi in campo sismico – nella condizione di progetto (SdP)** - le analisi sono state condotte in accordo ad un approccio prestazionale, ovvero è stato adottato un'analisi di tipo

dinamico semplificato al fine di determinare le deformazioni permanenti attese a seguito di un evento sismico.

In accordo a quanto suggerito dalla normativa vigente, la valutazione della marginalità di sicurezza (FS) dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile (R_d) e la tensione di taglio agente (E_d) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici sia le azioni presi con il loro valore caratteristico. I parametri di resistenza dei terreni più superficiali interessati dai movimenti in atto sono stati dedotti mediante back-analyses dei fenomeni andando a ricercare i valori che meglio si approssimano alle condizioni di equilibrio limite (moto incipiente).

Le analisi svolte hanno evidenziato come l'intervento in prima fase (PF) garantisce, nell'immediato un aumento della marginalità di sicurezza per le superficie individuate in back-analyses al fine di ridurre la velocità di deformazione (mm/mese) del versante, ma non sufficientemente adeguato nel lungo termine. La marginalità di sicurezza adeguata è raggiunta con la configurazione finale (SdP) ovvero con l'ultimazione dei lavori della galleria artificiale e del rimodellamento del terreno finale che apporta un'ulteriore stabilità del movimento del versante.

3.2 PIANO DI MONITORAGGIO

L'intero versante è soggetto ad un piano di monitoraggio geotecnico e topografico continuo. Di seguito si riporta l'elenco della strumentazione installata.

Come richiesto a valle di un recente sopralluogo da parte dell'Autorità di Bacino, il piano di monitoraggio sarà integrato con nuove verticali inclinometriche da installarsi come di seguito descritto:

- n. 2 verticali geotecniche, a valle dell'autostrada esistente al margine interno dell'area P4, in asse alle sezioni 1 e 2 del modello geologico-geotecnico
- n. 1 verticale in località Merlatola in testa alle sezioni 1 e 2 sopra richiamate, a monte del dissesto attivo esternamente all'area P4
- Tutti gli inclinometri saranno realizzati in foro di sondaggio a carotaggio continuo, accompagnati da prove in situ e/o laboratorio.

La strumentazione verrà integrata con un misuratore di portata da prevedersi al recapito finale delle opere di drenaggio profonde.

Per la visualizzazione planimetrica dei punti di monitoraggio si rimanda all'elaborato grafico T1157-0000-PD-DG-PMG-00000-00000-R-MSG-0002-00.

3.2.1 Monitoraggio geotecnico

Sub sezioni	Tipo strumento	Identificativo	E rettilinee	N rettiline
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc1	1692438.83	4842889.45
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc2	1692479.69	4842960.18
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc3	1692412.35	4842946.91
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc4	1692627.32	4842971.69
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc5	1692530.86	4842876.11
MC51_integrativo	inclinometro	oa_mc51_in_sc6 (dismiss	1692179.07	4843236.14
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc1BIS	1692443.23	4842890.64
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc2BIS	1692478.52	4842965.6
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc3BIS	1692411.97	4842951.74
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc4BIS	1692631.04	4842966.8
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc5BIS	1692526.97	4842875.19
MC51_integrativo	piezometro	oa_mc51_pz_sc6BIS (disr	1692176.83	4843237.22
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_n1	1692568.308	4842926.352
MC51	piezometro	oa_mc51_pz_n1	1692570.728	4842926.422
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_n2	1692423.518	4843054.462
MC51	piezometro	oa_mc51_pz_n2	1692421.168	4843052.162
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_n3	1692335.658	4843109.732
MC51	piezometro	oa_mc51_pz_n3	1692333.948	4843113.012
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_p1m	1692437.408	4843075.982
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_p1v	1692265.788	4843240.002
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_p2v	1692366.118	4843171.742
MC51	inclinometro	oa_mc51_in_p3v	1692453.428	4843107.562

3.2.2 Monitoraggio topografico

Sub sezioni	Tipo strumento	Identificativo	E rettilinee	N rettilinee
MC51_V	mira_man	PAR1	1692254.507	4843245.109
MC51_V	mira_man	PAR2	1692266.839	4843237.527
MC51_V	mira_man	PAR3	1692280.084	4843229.235
MC51_V	mira_man	PAR4	1692292.212	4843221.216
MC51_V	mira_man	PAR5	1692303.591	4843214.099
MC51_V	mira_man	PAR6	1692316.479	4843205.791
MC51_V	mira_man	PAR7	1692329.364	4843197.215
MC51_V	mira_man	PAR8	1692342.097	4843188.635
MC51_V	mira_man	PAR9	1692353.7	4843180.627
MC51_V	mira_man	PAR9	1692353.7	4843180.628
MC51_V	mira_man	PAR10	1692365.075	4843172.671
MC51_V	mira_man	PAR11	1692378.069	4843163.154
MC51_V	mira_man	PAR12	1692391.67	4843153.329
MC51_V	mira_man	PAR13	1692402.959	4843144.875
MC51_V	mira_man	PAR14	1692414.03	4843136.288
MC51_V	mira_man	PAR15	1692426.02	4843126.957
MC51_V	mira_man	PAR16	1692437.829	4843117.951
MC51_V	mira_man	PAR17	1692453.525	4843104.982
MC51_V	mira_man	PAR18	1692478.121	4843084.478
MC51_V	mira_man	PAR19	1692488.884	4843075.133
MC51_V	mira_man	PAR20	1692567.318	4842999.519
MC51_V	mira_man	PAR21	1692578.702	4842987.19
MC51_V	mira_man	PAR22	1692588.265	4842976.001
MC51_V	mira_man	PAR23	1692598.491	4842963.729
MC51_V	mira_man	PAR24	1692608.635	4842951.073
MC51_V	mira_man	PAR25	1692617.636	4842939.402
MC51_V	mira_man	PAR26	1692626.061	4842928.331
MC51_V	mira_man	PAR27	1692443.154	4843113.4
MC51_V	mira_man	PAR28	1692242.323	4843252.646
MC51_V	mira_man	PAR29	1692228.463	4843261.09
MC51_V	mira_man	PAR30	1692215.797	4843268.985
MC51_V	mira_man	PAR31	1692209.663	4843271.009
MC51_V	mira_man	PAR32	1692200.904	4843268.237
MC51_V	mira_man	PAR33	1692366.3	4843172.996
MC51_V	mira_man	PAR34	1692393.482	4843153.483
MC51_V	mira_man	PAR35	1692415.893	4843136.439
MC51_V	mira_man	PAR36	1692455.591	4843104.976
MC51_V	mira_man	PAR37	1692317.748	4843206.331
MC51_V	mira_man	PAR38	1692267.101	4843238.815
MC51_V	mira_man	PAR39	1692240.675	4843255.086

Sub sezioni	Tipo strumento	Identificativo	E rettilinee	N rettilinee
MC51_M	mira_man	PIL1	1692500.49	4843024.175
MC51_M	mira_man	PIL2	1692513.21	4843012.428
MC51_M	mira_man	PIL3	1692524.091	4843001.86
MC51_M	mira_man	PIL4	1692587.078	4842954.318
MC51_M	mira_man	PIL5	1692595.527	4842942.158
MC51_M	mira_man	PIL6	1692604.946	4842930.089
MC51_M	mira_man	PIL7	1692613.234	4842918.941
MC51_M	mira_man	P1	1692321.107	4843164.513
MC51_M	mira_man	P2	1692333.01	4843156.306
MC51_M	mira_man	P3	1692345.152	4843147.868
MC51_M	mira_man	P4	1692369.805	4843129.951
MC51_M	mira_man	P5	1692381.304	4843121.405
MC51_M	mira_man	P6	1692392.527	4843112.89
MC51_M	mira_man	P7	1692405.224	4843103.003
MC51_M	mira_man	P8	1692416.193	4843094.358
MC51_M	mira_man	P9	1692428.335	4843084.652
MC51_M	mira_man	P10	1692439.716	4843075.339
MC51_M	mira_man	P11	1692450.827	4843066.012
MC51_M	mira_man	P12	1692462.633	4843055.898
MC51_M	mira_man	P13	1692473.161	4843046.815
MC51_M	mira_man	P14	1692483.639	4843037.398
MC51_integrativo	mira_man	M1	1692508.161	4843100.413
MC51_integrativo	mira_man	M2	1692524.57	4843089.098
MC51_integrativo	mira_man	M3	1692541.016	4843077.31
MC51_integrativo	mira_man	M5	1692573.533	4843054.728
MC51_integrativo	mira_man	M6	1692589.878	4843042.81
MC51_integrativo	mira_man	M7	1692605.677	4843030.151
MC51_integrativo	mira_man	M8	1692620.834	4843016.585
MC51_integrativo	mira_man	M9	1692634.766	4843002.106
MC51_integrativo	mira_man	M10	1692648.17	4842987.108
MC51_integrativo	mira_man	M11	1692660.718	4842971.619
MC51_integrativo	mira_man	M12	1692672.708	4842955.545
MC51_integrativo	mira_man	M13	1692683.771	4842939.001
MC51_integrativo	mira_man	M14	1692693.965	4842921.919
MC51_integrativo	mira_man	M15	1692703.056	4842904.194

4 ASPETTI STRUTTURALI

Dal punto di vista strutturale, la nuova galleria artificiale per il piedritto di monte sfrutta i pali di diametro 120 cm ad interesse 140 cm già realizzati nell'ambito del progetto esecutivo di ampliamento della tratta, prevedendo a completamento un setto in testa-palo di altezza pari a 400 cm e larghezza pari a 305 cm. A distanza pari a 20.75 m in direzione trasversale è prevista la realizzazione del piedritto di valle costituito da una paratia di pali doppi di diametro 200cm e lunghezza 35m. I pali della prima fila sono posti ad interasse 240 cm mentre i pali della seconda fila sono ad interasse 480 cm; il setto di testa-palo che collega le due file di pali presenta un'altezza pari a 445 cm e una larghezza pari a 560 cm. Rispetto alla sezione tipologica si differenziano i primi due conci per i quali è prevista la realizzazione di una fila singola di pali di diametro 200 cm posti ad interasse 2.385 m con setto di testa palo di altezza 550 cm e larghezza 315 cm.

La copertura è realizzata con un solettone in c.a. gettato in opera di spessore variabile da 300 cm all'appoggio a 245cm in mezzeria per il concio tipo e da 200 a 255 cm per i primi due conci. La chiusura della sezione trasversale in basso è realizzata mediante un puntone di spessore variabile da 150 cm in corrispondenza dei pali a 100 cm in mezzeria.

Al fine di irrigidire la galleria nella sua configurazione finale sono previste controfodere in c.a. di spessore pari a 1.5 m per lato dei pali esistenti di diametro 120 cm e pari a 0.8 m per il lato pali di diametro 200 cm da realizzarsi.

Le figure seguenti riportano le sezioni trasversali e la pianta valide per il concio tipo e per i primi due conci.

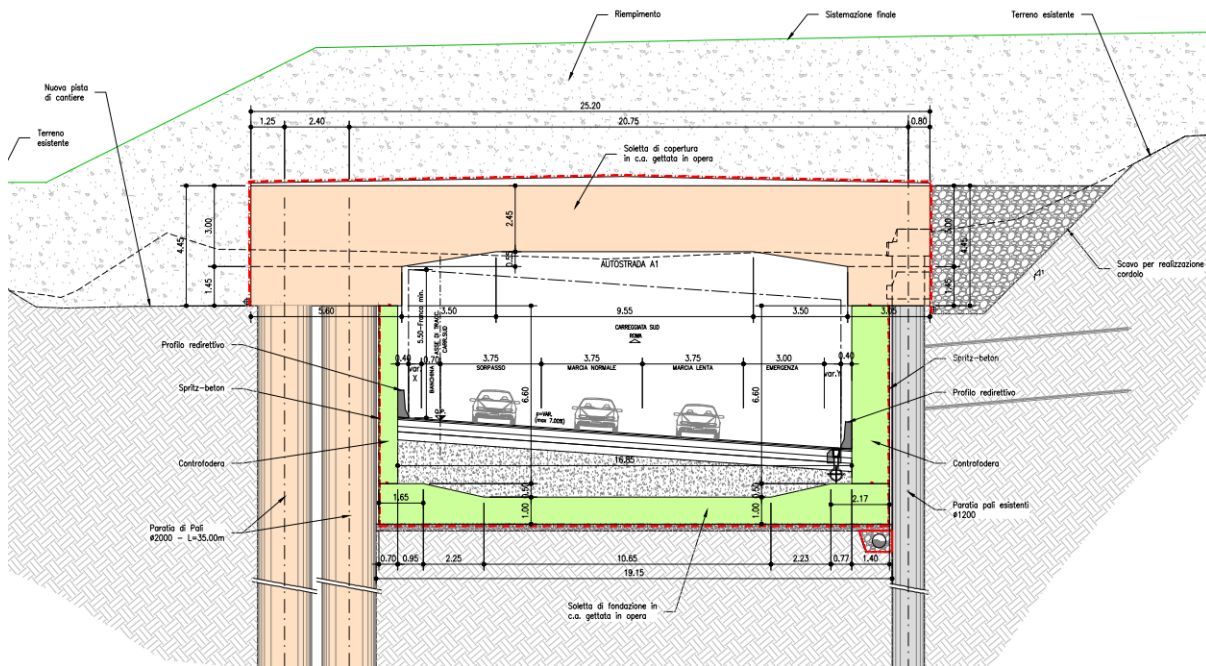


Figura 27 Sezione Trasversale Concio Tipo Galleria Artificiale doppia fila di pali

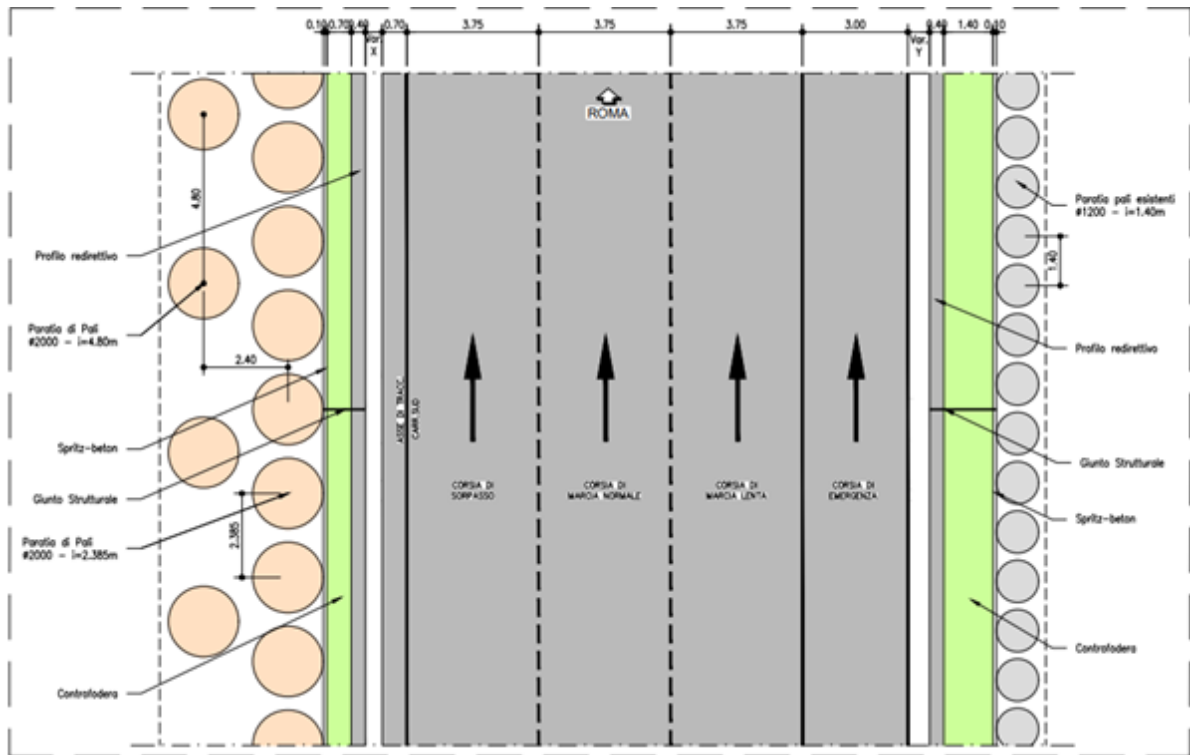


Figura 28 Pianta Concio Tipo Galleria Artificiale doppia fila di pali

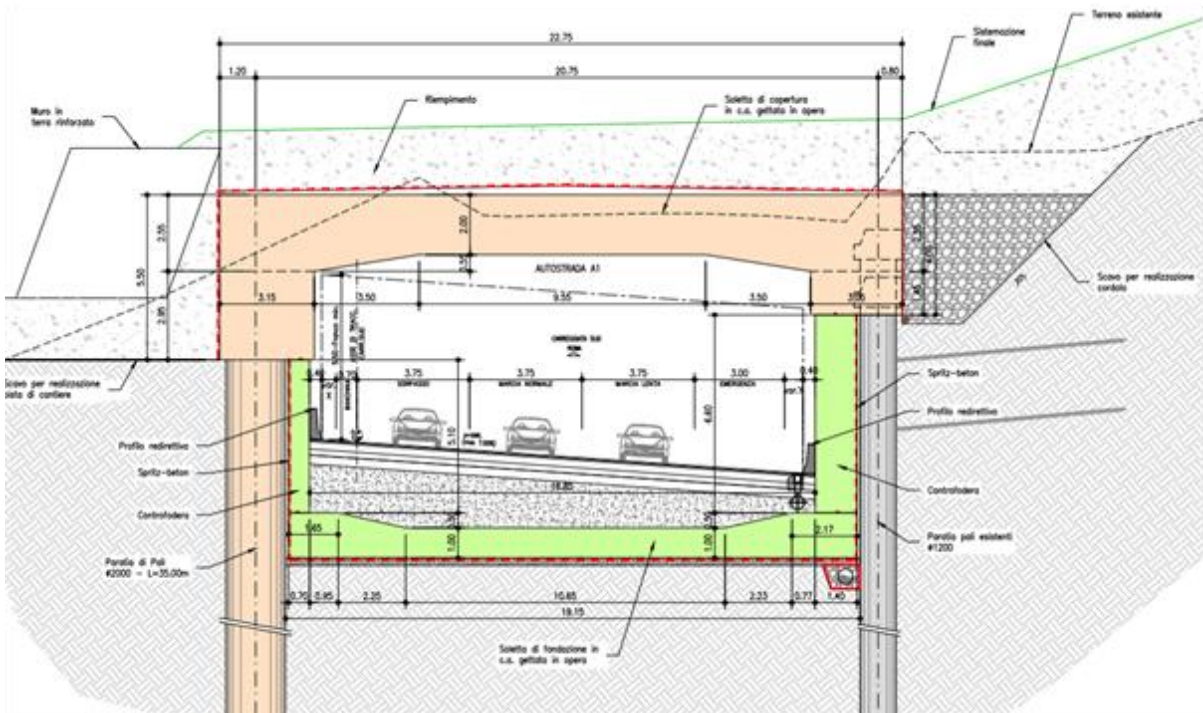


Figura 29 Sezione Trasversale Concio Tipo Galleria Artificiale singola fila di pali

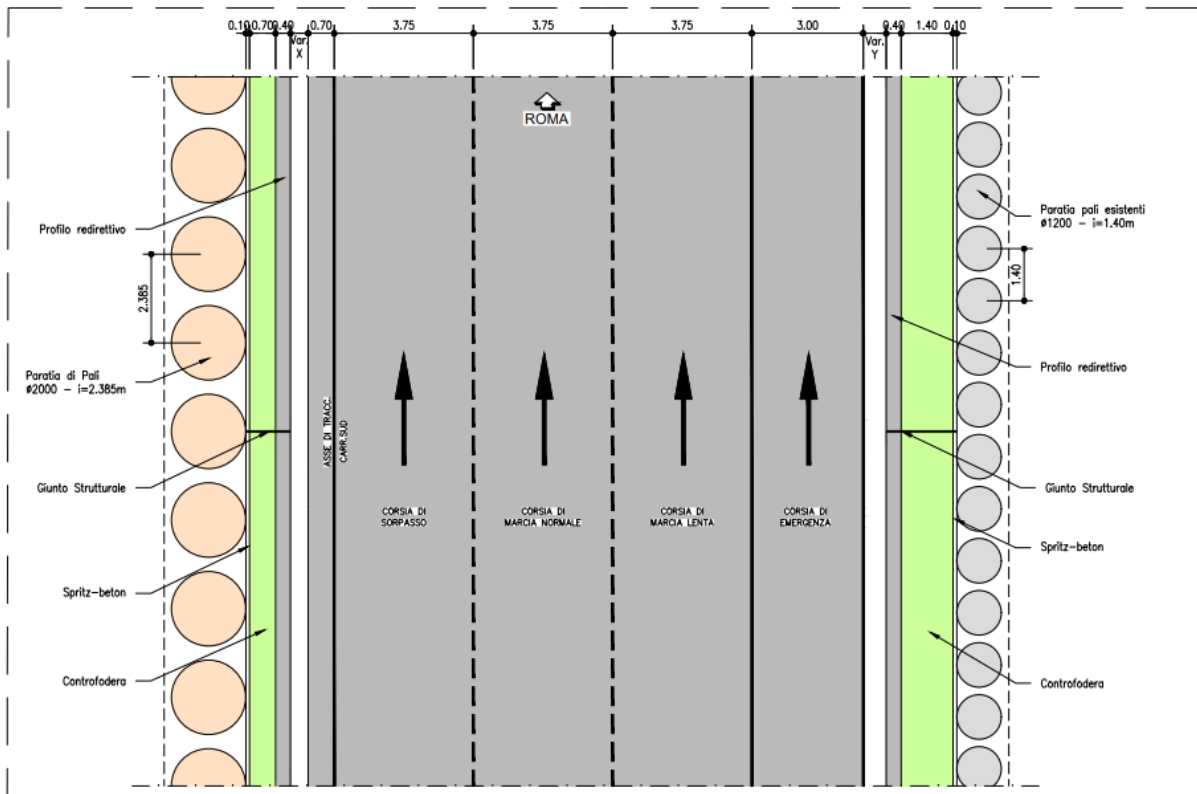


Figura 30 Pianta Concio Tipo Galleria Artificiale doppia fila di pali

5 ASPETTI IDRAULICI

Il progetto sotto gli aspetti idrografici, idrologici ed idraulici è stato articolato secondo i seguenti argomenti principali:

- analisi del sistema fisico territoriale mediante la caratterizzazione dei bacini, del regime delle precipitazioni e dei deflussi, in termini statistico probabilistici;
- caratterizzazione della vulnerabilità del territorio con riferimento ai vincoli di tipo idraulico, censiti e catalogati dagli Enti preposti (Regione, Provincia, Autorità di bacino del fiume Arno, Consorzi di bonifica);
- individuazione delle interferenze idrografiche e verifica idraulica degli attraversamenti autostradali;
- progettazione degli interventi da attuarsi.

Per l'esame del regime delle precipitazioni e dei deflussi, l'ambito territoriale di riferimento si estende all'intero bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura (fiume, torrente, fosso, canale) in corrispondenza dell'attraversamento autostradale.

5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

Normativa nazionale

1. RD 25/07/1904 n° 523 Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
2. Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267 Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.
3. DPR 15/01/1972 n° 8 Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

4. L. 64/74 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
5. L. 319/76 (Legge Merli) Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
6. DPR 24/7/1977 n° 616 Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni.
7. L. 431/85 (Legge Galasso) Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.
8. L. 183/89 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
9. L. 142/90 Ordinamento delle autonomie locali.
10. DL 04-12-1993 n° 496 Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).
11. L. 36/94 (Legge Galli) Disposizioni in materia di risorse idriche.
12. DPR 14/4/94 Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
13. DPR 18/7/95 Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.
14. DPCM 4/3/96 Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).
15. Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112 Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
16. DPCM 29/9/98 Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180.
17. L. 267/98 (Legge Sarno) Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania.
18. DL 152/99 La normativa nazionale, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento della piattaforma autostradale, si riferisce al Decreto legislativo 11 maggio 1999 n°152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".
19. DL 258/00 Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99. In linea generale le acque meteoriche e di dilavamento non sono considerate "scarico" ai sensi dell'art. 1.
20. L. 365/00 (Legge Soverato) Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000.
21. DL 152/06 riprende integralmente il 258/00.

22. Decreto n. 131 del 16/06/2008
23. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)
24. Decreto n. 56 del 14/04/2009 Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)
25. DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"

Normativa regionale

1. Legge Regionale 81/94 Disposizioni in materia di risorse idriche.
2. D.C.R.T. 12/2000 Pone l'obbligo di realizzare volumi che vadano a compensare l'incremento di superficie impermeabilizzata.
3. L.R. 3 gennaio 2005, n.1 e suo successivo regolamento attuativo (Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 27/04/2007, n.26/R pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 11 del 07/05/2007)
4. Delibera Consiglio Regionale 25 gennaio 2005 n. 6 Approvazione del Piano Tutela acque.
5. Legge Regionale 31 maggio 2006 n.20 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, pubblicata sul B.U.R. Toscana n. 17 del 7 giugno 2006.
6. Regolamento regionale 17 dicembre 2012 n. 76/R Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006 n. 20, che disciplina le acque meteoriche dilavanti.

Autorità di Bacino

L'autorità di bacino competente per territorio è l'Autorità di Bacino del Fiume Arno, istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.12). La normativa di riferimento è il PGRA che tra le altre cose delimita le fasce di esondazione e gli interventi possibili in ciascuna fascia.

5.2 SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

5.2.1 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione autostradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'ideale pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, un sistema di trattamento quali-quantitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale.

5.2.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio studiato garantisce la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro trasferimento fino al recapito, quest'ultimo costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili dal punto di vista quali-quantitativo. Prima del trasferimento al recapito naturale può essere previsto (disposizioni normative, prescrizioni in fase approvativa, specifiche situazioni puntuali) il convogliamento delle acque in punti di controllo, ossia presidi idraulici, per effettuare un trattamento quali-quantitativo.

Il ciclo completo, dalla precipitazione che ricade sulla piattaforma al deflusso negli elementi di raccolta, al trasferimento al ricettore finale è schematizzato nella seguente figura.

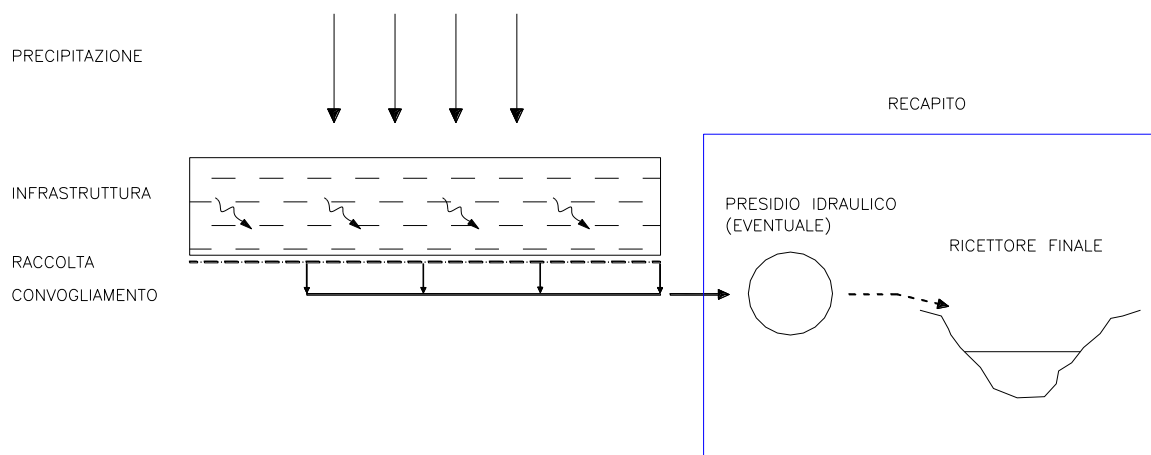


Figura 31 Ciclo idrologico dalla precipitazione al deflusso nel ricettore finale

Nel presente progetto si è utilizzato un sistema di drenaggio di tipo “chiuso” che prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in modo separato rispetto alle acque esterne che vengono indirizzate direttamente al recapito,
- il convogliamento delle acque di piattaforma tramite collettori o tramite fossi di guardia al piede opportunamente impermeabilizzati in modo che l'acqua non s'infiltri nel terreno (fossi rivestiti in CLS o fossi filtro con fondo impermeabilizzato),
- un presidio idraulico prima dello scarico nel ricettore finale.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie canalette grigliate cunette triangolari	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori	50 anni
Recapito	ricettori diretti o presidiati	corsi d'acqua naturali cavi/fossi irrigui sottosuolo presidi idraulici	50 anni

Come si vede dalla tabella precedente, a seconda della funzione del sistema di drenaggio, si è utilizzato un tempo di ritorno diverso per il dimensionamento dello stesso. Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle viabilità secondarie si è utilizzato un tempo di ritorno di 10 anni.

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macrocategorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.).

La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;
- sezione in galleria artificiale o naturale.

Un'importante componente del sistema di drenaggio delle acque meteoriche è costituita dal controllo qualitativo. Per la tutela dei corpi idrici superficiali sono previsti disoleatori/sedimentatori.

5.3 METODOLOGIA PROGETTUALE

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

5.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

5.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è stato eseguito confrontando la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione.

Il moto all'interno della rete è stato descritto adottando uno schema di moto uniforme.

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto si è divisa la portata Q per l'area bagnata A .

Per il dimensionamento dei fossi di guardia si è adottato un tempo di corrivazione fisso pari a 15 minuti.

5.4 ELEMENTI DI RACCOLTA

5.4.1 Caditoie grigliate

Le caditoie grigliate sono costituite da tratti di canalette grigliate di lunghezza pari ad un metro con un discendente DN160 che scarica nel collettore sottostante. Per dimensionare il passo delle caditoie è stata fatta una doppia verifica. La prima è analoga a quella degli embrici che viene riportata più avanti; in pratica si determina il passo massimo delle caditoie in modo che l'ingombro del pavimentato da parte dell'acqua arrivi al massimo a 3 m (corsia di emergenza). La seconda verifica invece riguarda il discendente, cioè la portata captata dalla caditoia deve essere inferiore a quella che il discendente è in grado di smaltire. Come passo delle caditoie si è posto il minore dei due, imponendo comunque un passo massimo pari a 20 m, non ritenendosi prudente superare tale valore.

I pozzetti di ispezione devono essere posti ad interasse pari a 50 m.

Le caditoie grigliate vengono utilizzate solo per il drenaggio marginale; non vengono invece utilizzate in mezzzeria sull'autostrada a causa della modesta larghezza della banchina. Inoltre le caditoie non vengono utilizzate nei tratti con debole pendenza longitudinale (inferiore allo 0,5%).

La seguente tabella riporta gli interassi massimi utilizzati per la caditoia grigliata in funzione della pendenza longitudinale della strada.

	Pendenza longitudinale <i>i</i>		
	0,5 - 1 %	1 – 2 %	> 2 %
Interasse massimo (<i>m</i>)	10	15	20

5.5 ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

5.5.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda l'autostrada vengono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella 4.1), che risulta identico per le due tipologie di tubi visti in precedenza, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s per consentire una velocità minima dell'acqua che sia in grado di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Tabella 4.1: Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m^2 e in PP SN 16 kN/m^2

DN	Spessore	Raggio interno
(<i>mm</i>)	(<i>mm</i>)	(<i>mm</i>)
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si è posto pari a circa 50 m l'interasse tra due pozzetti.

5.5.2 Tombini circolari

I prolungamenti dei tombini circolari ed i nuovi tombini verranno realizzati in CLS utilizzando conci prefabbricati in CLS armato.

Il dimensionamento dei tombini autostradali è stato fatto in moto permanente ed è riportato nella relazione relativa alle interferenze idrografiche, mentre il dimensionamento dei tombini delle viabilità secondarie è stato fatto assumendo come coefficiente di scabrezza di Manning 0,0167 e considerando un riempimento massimo dell'80%.

5.5.3 Fossi di guardia e canalette rettangolari

Le canalette rettangolari (CR1, CR2 e CR3) sono state utilizzate in testa ai muri di controripa e sulle banche delle trincee in modo da ridurre l'apporto di acqua di versante raccolta dal drenaggio di piattaforma.

Entrambi gli elementi sono stati dimensionati con la pioggia avente tempo di ritorno pari a 50 anni e considerando un tempo di corrivazione pari a 15 minuti, data la loro limitata estensione. Poiché la Formula di Chezy non fornisce valori affidabili per pendenze elevate, nei calcoli cautelativamente si è posta una pendenza massima del 5%.

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo ammissibile dell'80%. I coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati sono stati 0.0300 per i fossi in terra e 0.0167 per i fossi rivestiti.

5.6 PRESIDI IDRAULICI

Nel progetto sono stati inseriti dei presidi idraulici con lo scopo di annullare gli impatti inquinanti dell'autostrada sull'ambiente circostante. Le acque raccolte dalla piattaforma stradale, prima di essere immesse nei recapiti naturali, subiscono un trattamento di separazione di fanghi ed oli.

5.6.1 Sedimentatori-disoleatori

Per il trattamento delle acque meteoriche si sono utilizzati dei sedimentatori-disoleatori prefabbricati.

Di seguito si riporta il funzionamento di tali presidi.

L'acqua da trattare confluisce dapprima nel pozzetto deviatore. Da esso una parte è convogliata verso l'impianto di separazione, mentre la restante defluisce dal troppopieno.

Nel separatore fanghi avviene la rimozione del materiale sedimentabile, che si deposita sul fondo della vasca. Una lastra posta in prossimità dell'ingresso, rallentando il flusso in arrivo, facilita il processo di sedimentazione.

Successivamente si ha il passaggio nel separatore oli, in cui la particolare conformazione del tubo in ingresso consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente.

Le microparticelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, vengono adsorbite dal filtro a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie.

L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante e posto in apposito cilindro in PEAD), che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente. Il funzionamento dell'impianto, costituito da pozzetto deviatore e separatore, è analogo a quello sopra esposto.

Per quanto riguarda il separatore fanghi, si è deciso di utilizzare un sedimentatore di capacità di 5000 l. Il dimensionamento del separatore oli avviene in conformità con quanto previsto da norme DIN 1999 ed EN 858. In base a tali norme si ottiene una piovosità pari a 0.0055 l/(s m²).

Per il tratto oggetto di intervento i disoleatori interessati dalle modifiche sono quelli indicati nella tabella seguente, che risultano verificati con ampio margine di sicurezza.

Asse	Area afferente	Q	GN	PK
	<i>mq</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	
Nord	4595	25.7	50	10201
Nord	8597	48.1	65	10443

5.7 RECUPERO DELLE AREE IMPERMEABILIZZATE

La CRT N.12/00 prescrive alcune linee guida per la riduzione dell'impermeabilizzazione superficiale relativamente ai progetti per la realizzazione delle sistemazioni esterne, dei parcheggi, della viabilità, che dovranno essere realizzati privilegiando sistemazioni superficiali che consentano la ritenzione temporanea delle acque e diversificando per quanto possibile il loro scarico in fognatura.

Per ottemperare a tale norma si preveda la realizzazione di invasi artificiali nei casi in cui il coefficiente udometrico della rete di drenaggio della piattaforma superi il valore di 50 l/(s ha). Tale valore risulta

rappresentativo di un terreno allo stato naturale con capacità d'invaso di circa 5 mm/m². L'obiettivo degli invasi artificiali è quello quindi di riportare il valore degli scarichi sotto la soglia dei 50 l/(s ha).

Nel progetto in esame, il volume di compenso per l'aumento di impermeabilizzazione si è ottenuto in parte direttamente nell'invaso presente nei collettori di piattaforma ed in parte realizzando delle vasche di adeguato volume. Per maggiori dettagli riguardo al dimensionamento delle opere di compensazione si rimanda al progetto dell'intera tratta della Firenze Sud – Incisa, in quanto il recupero dell'incremento delle aree impermeabili e quello delle aree tolte all'esondazione avviene in tre vasche presenti all'interno della restante parte del lotto, non soggetta a variante.

Di seguito si riporta un estratto dell'elaborato T1157-0000-PD-AU-IDR-00000-00000-D-IDR-0015 da cui si evincono le sistemazioni idrauliche del progetto.



Figura 32 Sistemazioni idrauliche di progetto

6 ASPETTI ACUSTICI

Al fine di valutare gli impatti generati dal progetto in termini di emissioni di rumore, è stato effettuato uno studio acustico, a cui si rimanda per maggiori dettagli, sia per la fase di esercizio, sia per la fase di cantierizzazione dell'opera stessa.

La trattazione completa sulla normativa, metodologia di lavoro, risultati del modello di simulazione acustica e loro analisi è riportata nei documenti T1157-0000-PD-DG-AMB-00000-00000-R-PAC-0010 e relativi elaborati.

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- L. 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- D.M. 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447
- Legge Regionale 1° dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico", modificata con Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67.
- DGR n. 857/2013 "Definizione criteri documentazione impatto acustico e relazione previsionale di clima acustico"
- D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico"
- D.P.G.R. n. 38/R del 07.07.2014 "Modifiche al regolamento regionale di attuazione dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1° dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R".
- Classificazione Acustica Comunale di Bagno a Ripoli (adozione con Delibera n. 21/2005).

6.2 STUDIO ACUSTICO

L'obiettivo principale dello studio acustico è stato quello di valutare gli impatti, in termini di emissioni di rumore, generati dal progetto nei diversi scenari di riferimento.

Le principali fasi di lavoro sono state:

- analisi della normativa di riferimento;
- analisi della configurazione morfologica dei luoghi e valutazione delle strutture potenzialmente interessate dalle attività con censimento dei ricettori presenti in una fascia di studio di circa 500 m dal confine delle opere in progetto;
- attribuzione dei limiti di rispetto per i vari ricettori compresi nell'area di studio, in relazione alla normativa vigente e alle zonizzazioni acustiche comunali;
- definizione ed analisi della situazione acustica dello stato attuale sulla base di rilevamenti fonometrici e della documentazione acustica esistente;
- modellazione in 3D del sito oggetto di studio e implementazione di un modello di simulazione acustica;
- attribuzione dei livelli di potenza acustica all'infrastruttura stradale, in relazione alle previsioni di traffico per lo scenario di progetto;
- individuazione delle aree di cantiere e loro caratterizzazione acustica, in funzione delle ore di attività di cantiere e della tipologia di macchinari utilizzati;
- calibrazione del modello previsionale sulla base dei risultati dei rilevamenti fonometrici;
- analisi della situazione acustica dello stato di progetto e valutazione degli impatti per la fase di esercizio;
- analisi della situazione acustica per la fase di cantiere e valutazione degli impatti.

A seguire si riporta una sintesi delle risultanze emerse dalle valutazioni acustiche effettuate per l'ambito oggetto di intervento interessato dalla componente rumore, relativamente agli scenari di esercizio e di cantiere.

6.3 FASE DI ESERCIZIO

La progettazione acustica delle barriere di mitigazione al rumore ha permesso di confermare, per l'ambito oggetto di valutazione, la localizzazione e la geometria (altezza, lunghezza) degli interventi sulla propagazione del rumore già previsti nell'ambito del Progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno (FOA 76 di L= 81m e H=4m e FOA 77 con L164 m e H=4m).

Con particolare riferimento alla galleria artificiale oggetto della valutazione si rileva che, pur non essendo stata progettata ai fini della mitigazione acustica, la stessa possa tuttavia determinare un lieve beneficio acustico.

L'obiettivo posto a base della progettazione acustica di pervenire a un generale e diffuso miglioramento del clima acustico causato dal traffico stradale, risulta pertanto conseguito.

6.4 FASE DI CANTIERE

Le valutazioni acustiche della fase di realizzazione dell'opera hanno valutato gli impatti acustici caratterizzati dalle attività interessate dai lavori più significativi ed estesi. In particolare, tali attività non prevedono la presenza di cantieri fissi, ma sono di fatto riconducibili alle cantierizzazioni mobili.

La verifica della compatibilità degli impatti, effettuata tramite simulazioni modellistiche, evidenzia la presenza di lievissimi esuberi dei limiti vigenti presso un unico ricettore. Si evidenzia che il contesto morfologico unitamente alla tipologia di attività con mobilità elevata nell'area, non consente di fatto l'inserimento di mitigazioni utili alla riduzione degli impatti. Si ritiene quindi opportuno prevedere il ricorso alla richiesta in deroga dei limiti vigenti da parte dell'impresa appaltatrice.

La trattazione completa dei risultati del modello di simulazione acustica e loro analisi per la fase di cantiere, è riportata nel documento T1157-0000-PD-DG-AMB-00000-00000-R-PAC-0001.

7 IL PROGETTO PAESAGGISTICO

L'intervento di messa in sicurezza dei movimenti franosi lungo il versante collinare del tratto autostradale descritto diventa l'occasione per rinaturalizzare un tratto autostradale di oltre 200 m di infrastruttura, diversamente all'aperto.

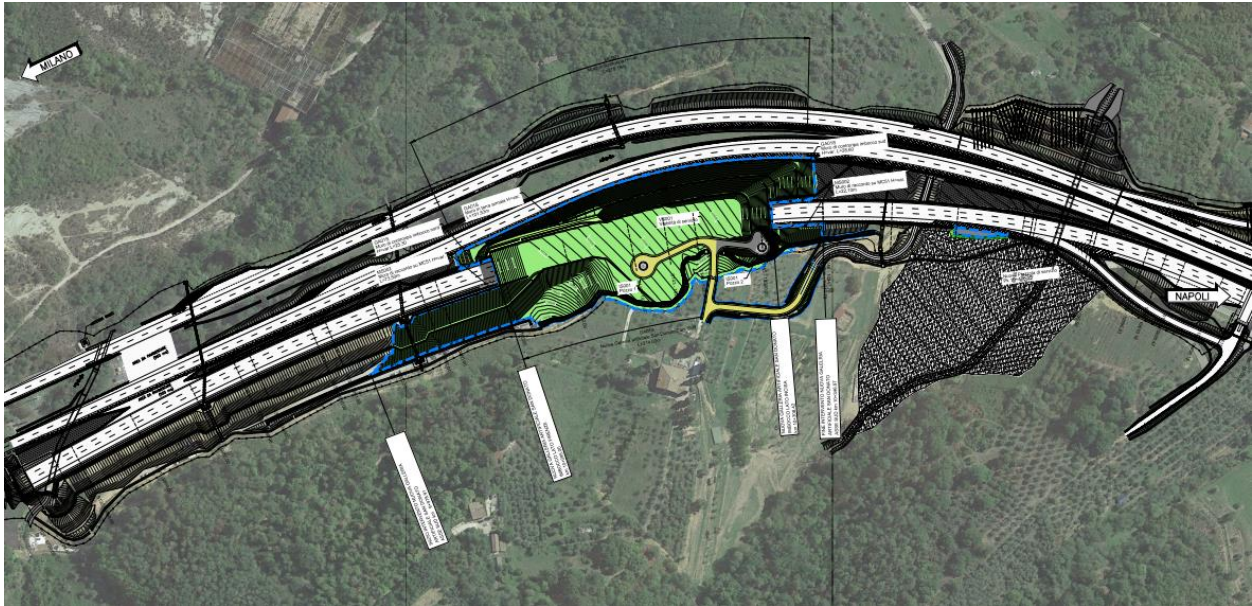


Figura 33 'ambito di rinaturalizzazione della galleria artificiale (perimetro azzurro)

Sull'estradosso della galleria è necessario distribuire un consistente spessore di terra, fino a 5 m di altezza, per l'efficace stabilizzazione della frana.

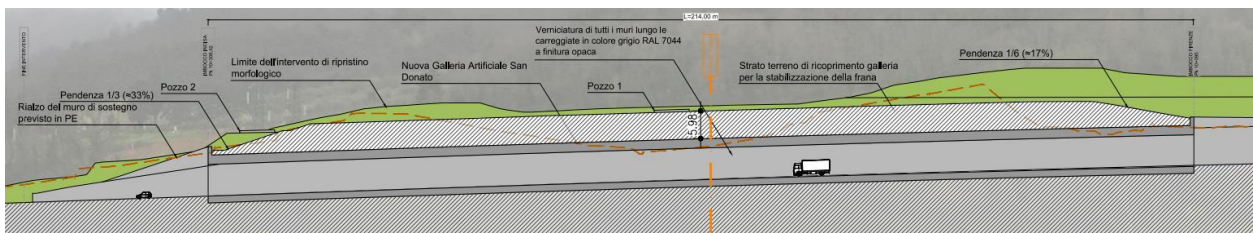


Figura 34 Profilo in asse galleria carreggiata sud, in tratteggio lo spessore del ricoprimento

La rinaturalizzazione del versante collinare, sopra e lungo il fianco della galleria artificiale, consente di ridurre sensibilmente lo spiccato dei muri di controripa in elevazione fuori terra bordo autostrada, con significativo beneficio in termini paesaggistici.

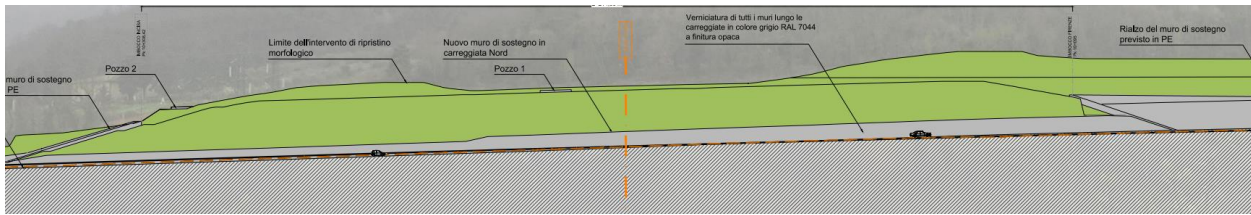


Figura 35 Prospetto nuova carreggiata sud: muro di sostegno molto ridotto in altezza

Diversamente, il progetto autorizzato senza la galleria, prevedeva per quel tratto un lungo muro controripa alto circa 7 m.

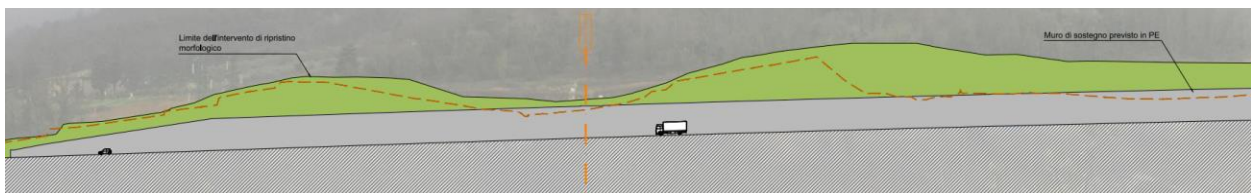


Figura 36 Prospetto nuova carreggiata sud del progetto autorizzato: muro di sostegno alto 7 m

All'imbocco nord della galleria di progetto lo spessore del terreno si riduce gradualmente con una dolce e naturale pendenza dell'1/6, pari a circa il 17%, che ammetterebbe anche una efficace sistemazione arboreo-arbustiva.

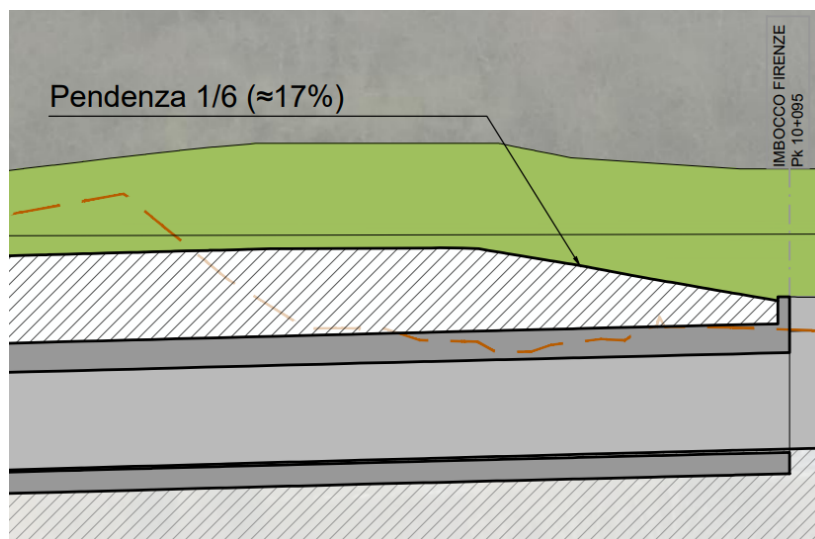


Figura 37 Profilo in asse galleria all'imbocco nord: dettaglio

Analogamente anche per l'imbocco sud della galleria lo spessore di terreno di 5 m sopra l'estradosso della galleria si riduce gradualmente con pendenza dell'1/3, pari a circa il 33%, anch'essa idonea ad accogliere una sistemazione arboreo-arbustiva.

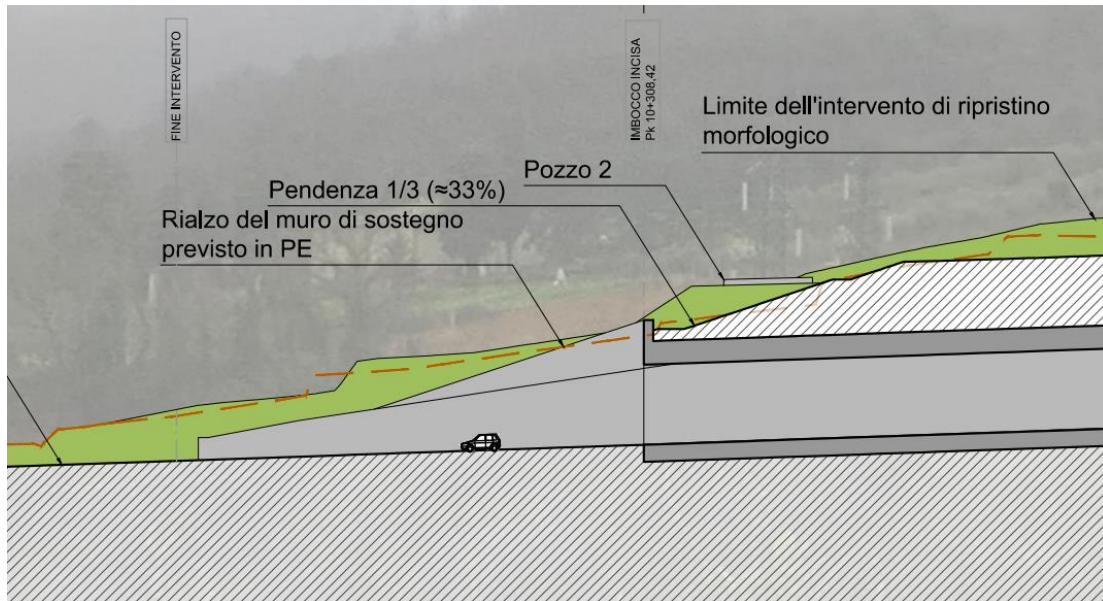


Figura 38 Profilo in asse galleria all'imbocco sud

Trasversalmente alla galleria, il terreno di ricoprimento segue per quanto possibile il profilo naturale del versante collinare originario, limitando le pendenze lungo il piedritto lato nuove carreggiate nord all'1/2, pari a scarpate con pendenza al 50% interrotte da banche sub orizzontali ogni 5 m di dislivello. Per un tratto di ricoprimento del fianco galleria, limitato a circa 90 m, è stato necessario prevedere delle terre armate rinverdate di altezza variabile, in ragione del progressivo avvicinamento dei cigli delle nuove carreggiate in direzione nord dei veicoli leggeri e in direzione sud in galleria.

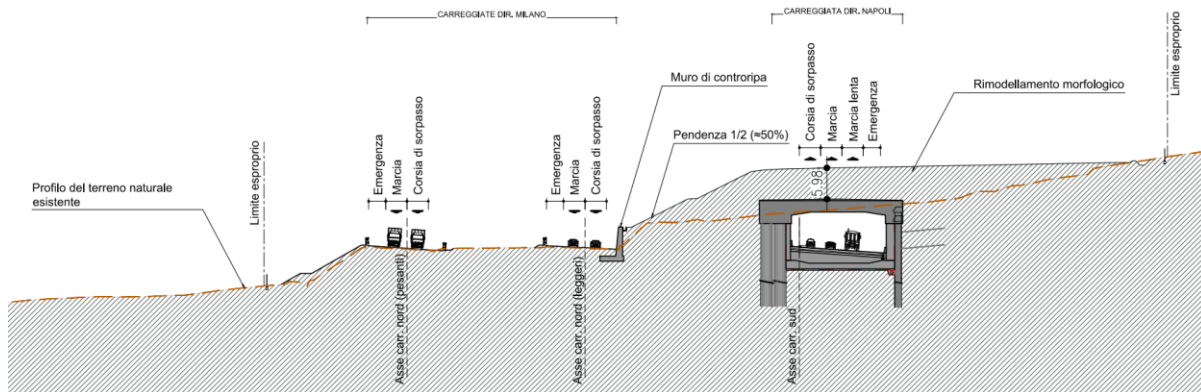


Figura 39 Sezione tipo corrente lungo la galleria

Il reticolo idraulico per il drenaggio di superficie dell'abbancamento di terreno sopra la galleria sarà realizzato in elementi prefabbricati in cls, alternati a tratti in cls gettato in opera.

Le superfici verticali dei muri andatori agli imbocchi di galleria, nonché i muri di sostegno dell'abbancamento, saranno verniciati con grigio RAL 7044 a finitura opaca, mentre le sommità degli stessi saranno prive di velette di coronamento, in ottemperanza alla prescrizione di cui al protocollo n° 17183 del 20-09-2018 della Soprintendenza per la Città Metropolitana di Firenze e le Province di Pistoia e Prato.

In corrispondenza degli imbocchi di galleria, per contenere il terreno di ricoprimento, si realizzerà un incremento progressivo dell'altezza del muro di 7 m lungo la nuova carreggiata sud, già previsto e autorizzato nel progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto in oggetto

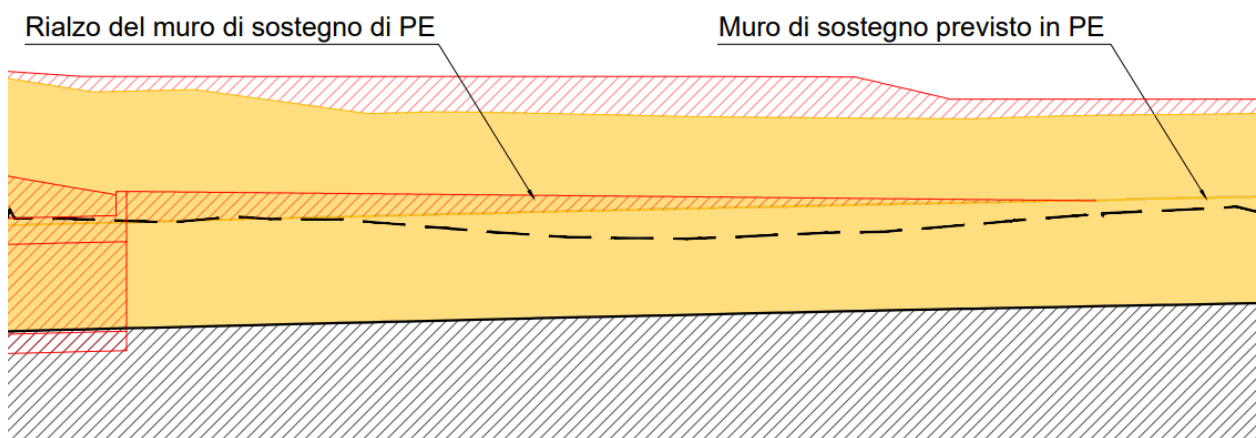


Figura 40 Profilo in asse nuovo imbocco nord galleria artificiale: in tratteggio rosso il tratto di circa 70 m di lunghezza con rialzo del muro h 7 m autorizzato (in giallo) nel progetto di ampliamento alla terza corsia

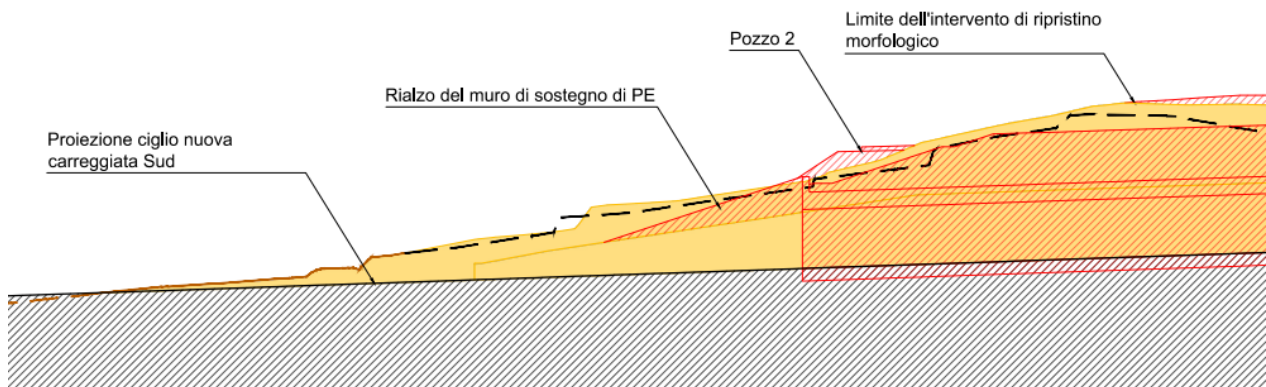


Figura 41 Profilo in asse nuovo imbocco sud galleria artificiale: in tratteggio rosso il tratto con rialzo del muro h 7 m autorizzato (in giallo) nel progetto di ampliamento alla terza corsia

Per la manutenzione del verde al di sopra della galleria sarà realizzata una viabilità di servizio che si dirama dalla viabilità esistente che sottopassa l'autostrada per la località Fornace di Troghi.

Si tratta di una viabilità che si appoggia naturalmente ai volumi di ricoprimento e rinaturalizzazione della galleria e che per la maggior parte dello sviluppo ha pendenze longitudinali modeste.

In corrispondenza del fronte di imbocco sud della nuova galleria, dove il versante diventa più acclive la pendenza si porta a circa il 17%, creando una modesta incisione in scavo sul rimodellamento.

Per queste ragioni fintanto che la pendenza si mantiene ridotta sarà possibile adottare uno strato di finitura in misto granulare non legato che garantisce un aspetto più simile alla viabilità locale esistente (attualmente strada bianca). Per il tratto che diventa più ripido invece si adotterà una finitura di tipo impermeabile bituminoso. Ciò consente ai mezzi di manutenzione (comprese eventuali piccole autocisterne) di avere un buon grip per i tratti più ripidi. Agli estremi del percorso di manutenzione del verde saranno collocati due pozzi di circa 8 m di diametro e sporgenti dal piano finito della strada di circa 60-70 cm.

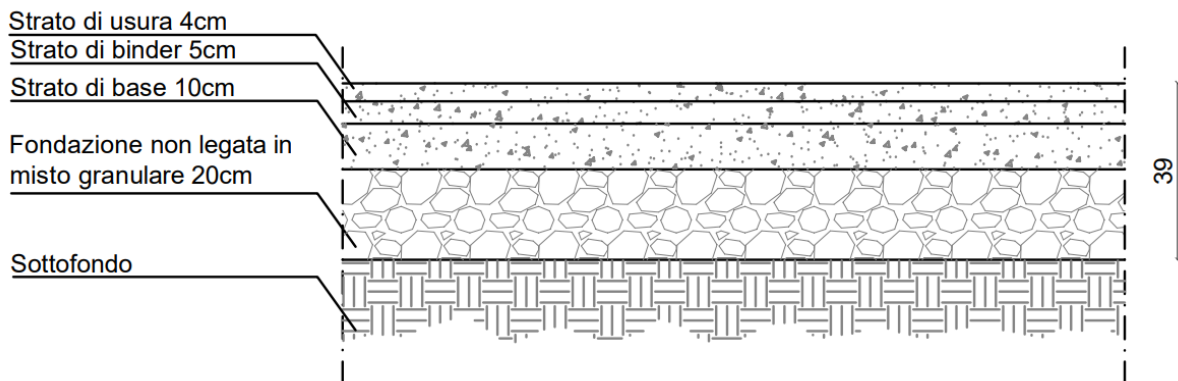


Figura 42 viabilità di accesso per la manutenzione: dettaglio pavimentazione impermeabile bituminosa

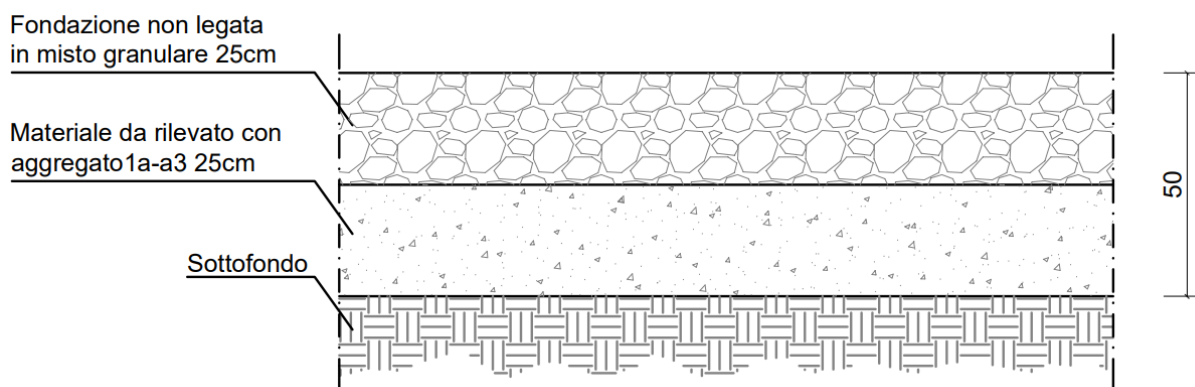


Figura 43 viabilità di accesso per la manutenzione: dettaglio pavimentazione in misto granulare non legato permeabile

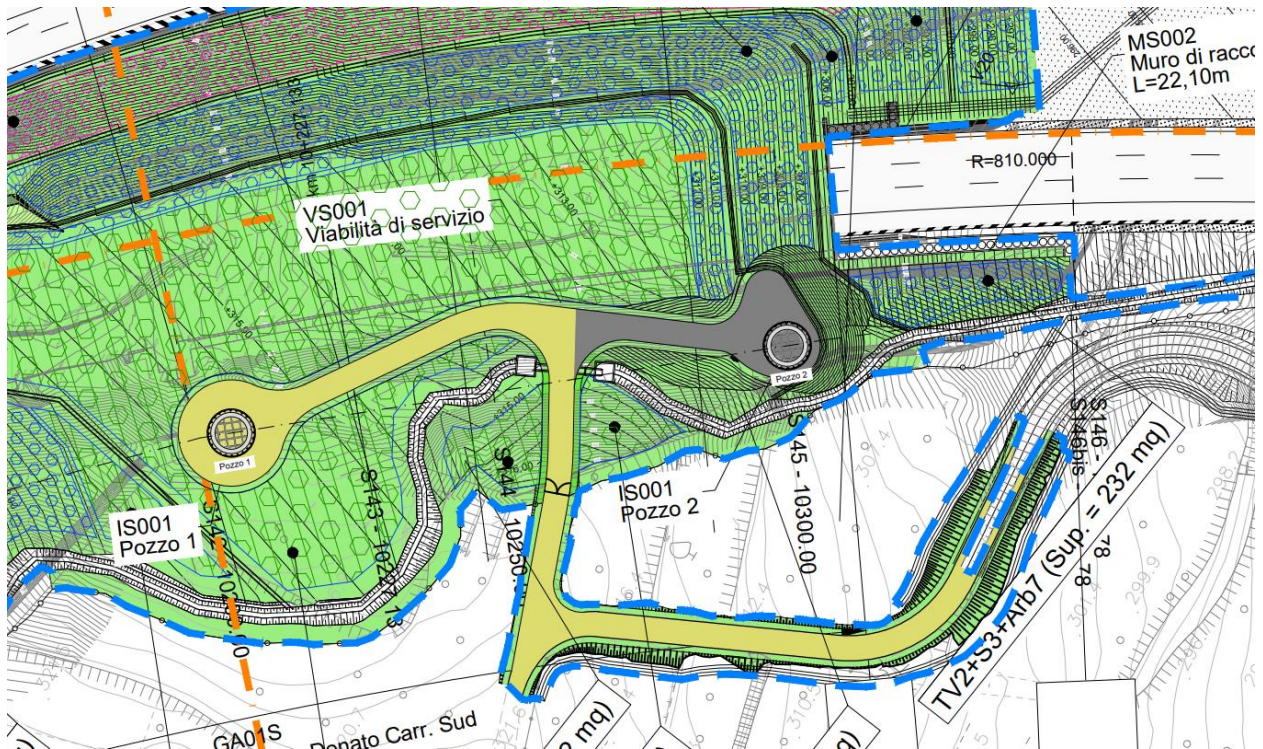


Figura 44 Planimetria di sistemazione definitiva: in ocra la pavimentazione permeabile con pendenze più dolci in misto granulare; in grigio la pavimentazione impermeabile a finitura bituminosa col piazzale di manovra per l'accesso al pozzo 2.

I pozzi 1 e 2 costituiscono i punti di riferimento esterno del sistema di drenaggio profondo costituito da pali in ghiaia drenanti per la raccolta delle acque. Sono indispensabili per il completamento dell'intervento di stabilizzazione del versante comprendente il rimodellamento superficiale. L'accesso ai pozzi avverrà da apposite griglie con botole per la manutenzione. Il pozzo 1 e buona parte della viabilità di servizio non saranno visibili da punti panoramici o da chi percorre l'autostrada. La percezione del pozzo 2 sarà mitigata con l'impianto di specie arbustive sul pendio dell'imbocco. Il piazzale di manovra risulterà in leggero rilevato rispetto al versante di imbocco, mentre il tratto di viabilità con pendenza longitudinale al 17% circa risulterà in scavo.

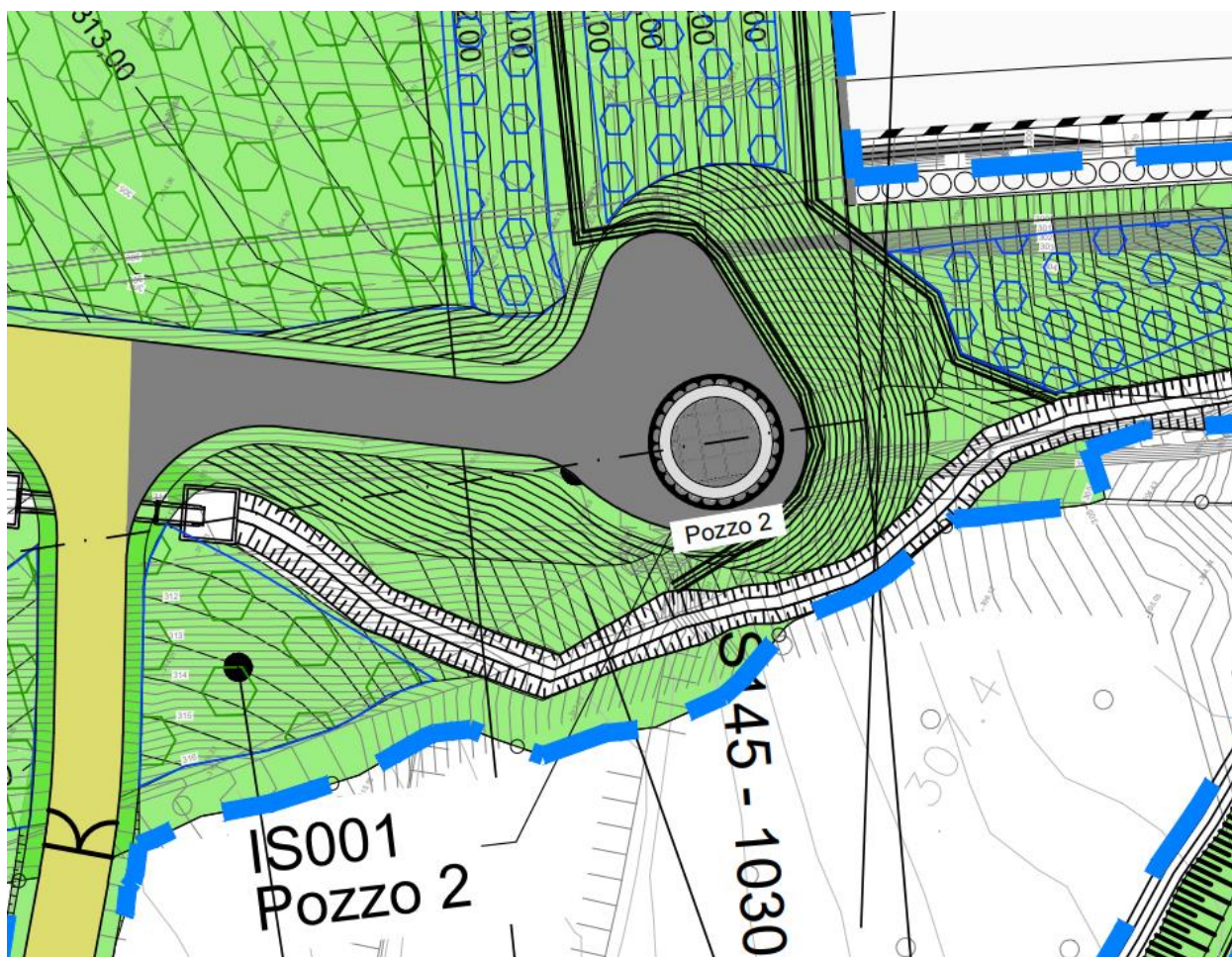


Figura 45 Stralcio della sistemazione definitiva del pozzo 2; il piazzale sarà in rilevato rispetto al versante di imbocco; il tratto di viabilità asfaltato con pendenza al 17% circa sarà in scavo. La campitura ad esagoni blu rappresenta la sistemazione arbustiva

8 CENSIMENTO VEGETAZIONALE E OPERE A VERDE

8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'approfondimento sugli aspetti normativi relativi alla tutela e compensazione delle formazioni forestali e delle piante arboree singole, sia a livello nazionale, che a livello regionale e locale, risulta fondamentale per comprendere l'approccio metodologico.

Le norme di riferimento per la Regione Toscana analizzate per il seguente intervento sono le seguenti:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2018, n. 34, "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali";
- D.lgs. 42/2004 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio";
- RD 3267/1923 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";
- L. 394/1991 "Legge quadro sulle aree protette";
- D.lgs. Luogotenenziale 475/1945 "Divieto di abbattimento alberi di olivo";
- LR 23/2000 "Istituzione dell'anagrafe regionale delle aziende agricole, norme per la semplificazione dei procedimenti amministrativi ed altre norme in materia di agricoltura";
- Legge Regionale 21 marzo 2000, n. 39 e s.m.i., "Legge Forestale della Toscana";
- Legge Regionale 6 aprile 2000, n.56, "Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatica";
- Legge Regionale 13 agosto 1998, n.60, "Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali";
- Legge Regionale 11 aprile 1995, n.49, "Norme sui parchi, le riserve naturali e le aree naturali di interesse locale";
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 agosto 2003, n. 48/R "Regolamento Forestale della Toscana" (così come modificato dal D.P.G.R. 32R/2010).

Occorre poi tenere in considerazione anche i Regolamenti adottati a livello comunale ai sensi dell'art. 117, comma 6, della Costituzione Italiana (Regolamenti edilizi/Regolamenti del verde comunale) del Comune di Rignano sull'Arno (FI).

8.2 RESTITUZIONE DEI DATI RILEVATI

8.2.1 Creazione della tabella riepilogativa

Gli elementi oggetto di censimento sono stati raggruppati in classi diametriche di 5 cm relativamente al diametro preso a 1,30 metro da terra. Per quanto riguarda gli olivi presenti, trattandosi di alberature con funzionalità produttiva, il diametro è stato calcolato a scopo cautelativo ad altezze inferiori (essendo alberi o policormici o con impalcatura bassa ad altezza intorno a 1 metro) e nel caso di più polloni si è riportata la classe diametrica media di quelli presenti. Esclusivamente per le piante interferenti i lavori

è stata riportata la misurazione esatta del diametro. In caso di essenze rispondenti all'art. 55 del Reg. Forestale queste sono state identificate.

8.2.2 Elaborazione dei dati

Tutti i soggetti censiti sono stati georeferenziati con QGis dove sono stati verificati ed inseriti i dati nelle tabelle collegate. Ciò ha consentito di effettuare una verifica diretta della correttezza dei dati (georeferenziazione in particolare) grazie al riscontro delle ortofoto. Inoltre, per molti campi si è potuto implementare i valori in modo semiautomatico ed individuare le eventuali anomalie/errori.

Successivamente il dato è stato elaborato con software CAD per la realizzazione della carta finale in formato dwg.

In cartografia è stata riportata la localizzazione delle essenze arboree identificate con sigla identificativa della specie (seguendo la nomenclatura tassonomica corrente - Pignatti, 1982) differenziando in due colori le essenze interferenti col progetto con quelle che non verranno interessate da nessun tipo di lavorazione.

8.3 RISULTATI DEL CENSIMENTO E PIANTE INTERFERITE

Le piante censite e l'individuazione di quelle interferite in base alla nuova recinzione di cantiere indicata dal Progettista dell'opera sono riportate nelle planimetrie annesse; nell'immagine seguente si riporta anche uno stralcio planimetrico su fotoaerea.

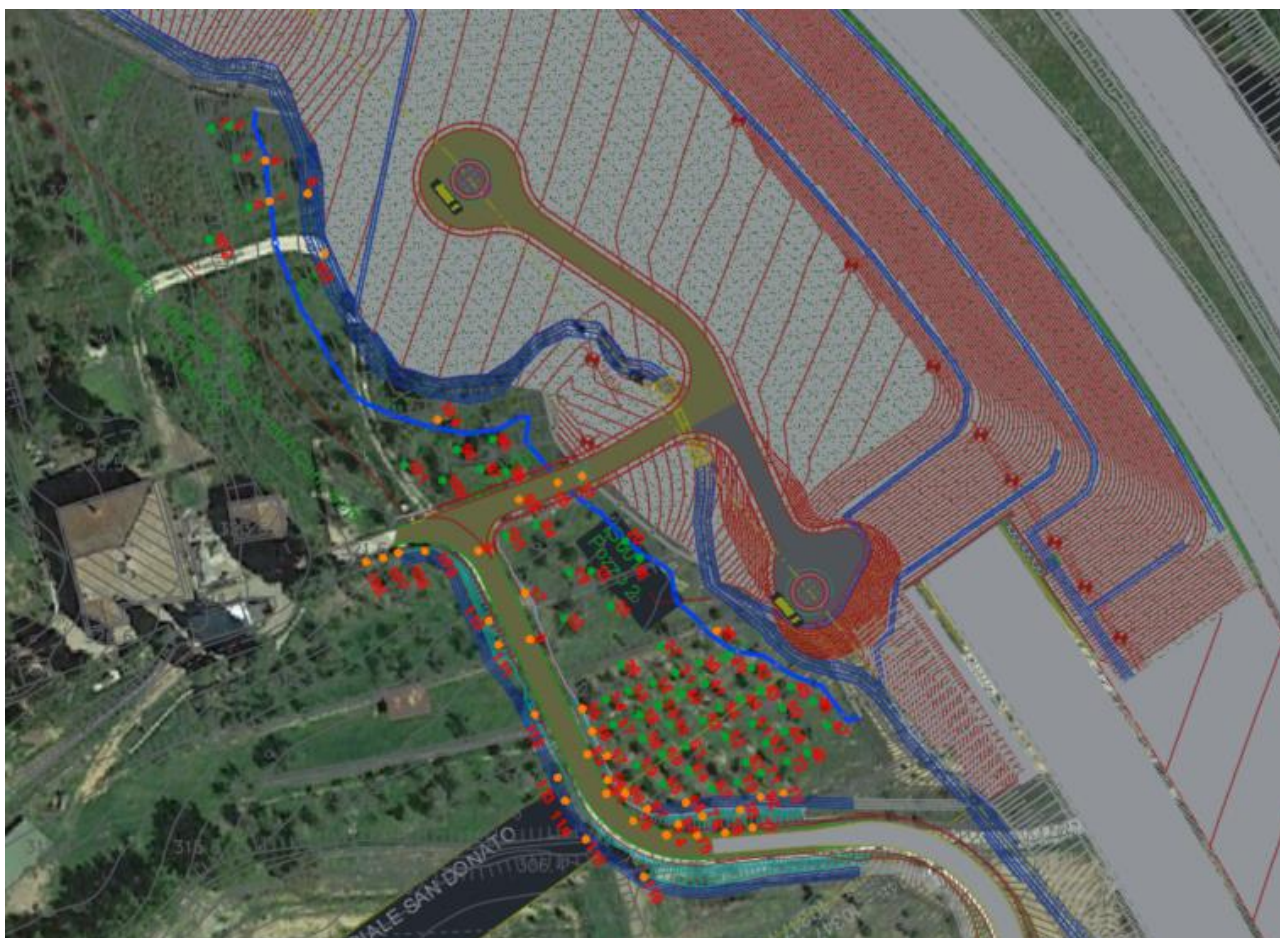


Figura 46 – Stralcio su fotoaerea delle piante censite

Dal punto di vista delle tutele, l'area dove sono ubicate le piante censite è soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del d.lgs. 42/2004 e s.m.i. Le piante censite, per tipologia di alberature, ricadendo in zone agricole, non boscate, rientrano nel campo di applicazione del Reg. For. 48R/2003 e s.m.i., ma le piante rilevate non rientrano fra le tipologie tutelate dall'art. 55 dello stesso. Si fa comunque riferimento alla zonizzazione individuata dal POC comunale e alla tipologia di piante normate come da NTA del Regolamento Edilizio comunale all'art. 63; inoltre, per le alberature di olivo occorre considerare anche la LR 23/2000.

I risultati del censimento vegetazionale sono rappresentati in forma aggregata nella tabella sotto riportata.

Comune	Quantità	Essenza	Tutela e normativa di riferimento
Rignano sull'Arno	96	<i>Olea europaea</i>	D.Lgs 42/2004 e s.m.i.; NTA Regolamento Edilizio Comunale art 63; NTA Piano Operativo Comunale art. 107

Rignano sull'Arno	2	<i>Prunus avium</i>	D.Lgs 42/2004 e s.m.i.; NTA Regolamento Edilizio Comunale art 63; NTA Piano Operativo Comunale art. 107
Rignano sull'Arno	1	<i>Ostrya carpinifolia</i>	D.Lgs 42/2004 e s.m.i.; NTA Regolamento Edilizio Comunale art 63; NTA Piano Operativo Comunale art. 107
Rignano sull'Arno	1	<i>Cupressus sempervirens</i>	D.Lgs 42/2004 e s.m.i.; LR 39/2000, Artt.55-56 e s.m.i., NTA Regolamento Edilizio Comunale art 63; NTA Piano Operativo Comunale art. 107

Le piante interferite dai lavori sono risultate le seguenti:

Etichetta	Tipologia	Fg. Cat.	Part. Cat.	Coord. X	Coord. Y	Provincia	Comune	Specie	Diam.
PS - 4	PS	37	442	692485,43	4842971	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	14
PS - 6	PS	37	442	692492,61	4842966	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	18
PS - 7	PS	37	442	692486,194	4842964	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	18
PS - 8	PS	37	435	692521,361	4842905	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	-
PS - 9	PS	37	435	692530,057	4842890	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	-
PS - 10	PS	37	Demanio strade	692535,739	4842918	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	-
PS - 11	PS	37	Demanio stradale	692538,845	4842918	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	18
PS - 28	PS	37	436	692561,504	4842892	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	20
PS - 73	PS	37	435	692572,808	4842864	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 74	PS	37	435	692552,899	4842856	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 75	PS	37	437	692558,042	4842855	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 76	PS	37	437	692562,777	4842856	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20

Etichetta	Tipologia	Fg. Cat.	Part. Cat.	Coord. X	Coord. Y	Provincia	Comune	Specie	Diam.
PS - 77	PS	37	437	692567,411	4842856	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 78	PS	37	435	692546,381	4842859	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 79	PS	37	437	692559,162	4842861	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 81	PS	37	435	692542,155	4842864	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
PS - 82	PS	37	435	692538,285	4842870	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	15-20
Pa - 99	PS	37	Demanio strade	692528,203	4842914	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Prunus avium</i>	15-20
PS - 103	PS	37	442	692495,495	4842955	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Prunus avium</i>	18
PS - 104	PS	37	442	692514,523	4842927	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Ostrya carpinifolia</i>	25
PS - 106	PS	37	435	692547,005	4842916,07	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 107	PS	37	435	692550,089	4842916,93	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 108	PS	37	435	692552,463	4842917,562	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 109	PS	37	435	692556,758	4842917,529	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 110	PS	37	435	692567,894	4842906,052	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 111	PS	37	435	692569,286	4842901,878	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 112	PS	37	435	692575,202	4842889,705	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 113	PS	37	435	692579,03	4842879,619	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 114	PS	37	435	692580,343	4842875,514	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	

Etichetta	Tipologia	Fg. Cat.	Part. Cat.	Coord. X	Coord. Y	Provincia	Comune	Specie	Diam.
PS - 115	PS	37	435	692584,0554	4842869,512	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Olea europaea</i>	
PS - 116	PS	37	435	692584,055	4842869,512	Firenze	Rignano sull'Arno	<i>Cupressus sempervirens</i>	>30

8.4 AUTORIZZAZIONI IN CASO DI ABBATTIMENTO

Relativamente agli abbattimenti, l'esemplare rilevato di *Cupressus sempervirens* (PS – 116) ricade nella fattispecie dell'art. 55 del Reg. Forestale e, pertanto, in caso di abbattimento è necessaria la relativa autorizzazione da parte della Città Metropolitana di Firenze; le altre alberature rilevate non rientrano tra le specie tutelate dall'art. 55 del predetto regolamento, ma sono tutelate da quanto previsto dall'art. 107 del P.O.C. comunale, che vieta la riduzione delle alberature nelle aree ricomprese nei "Paesaggi agrari e pastorali di interesse storico" e dell'art. 63, comma 1, del Regolamento Edilizio Comunale, che prescrive la tutela e conservazione di tutte le alberature, nonché la loro sostituzione in caso di abbattimento, da cui va presentata istanza al comune.

Essendo l'area soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del d.lgs. 42/2004 e s.m.i. (come riportato nel capitolo 3), risulterebbe, quindi, necessario adempiere a quanto previsto nell'art. 146 "Autorizzazione paesaggistica" dello stesso d.lgs. 42/2004 e s.m.i. fermo restando quanto previsto nel DPR 31/2017 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata". In caso di abbattimento degli ulivi (*Olea europaea*) l'art. 28 della LR 23/2000 prevede, 30 giorni prima dell'inizio dei lavori, una comunicazione all'Amministrazione Comunale (non è necessaria in caso di richiesta di autorizzazione paesaggistica e comunque viene assolta con l'istanza di autorizzazione al comune in caso di abbattimento).

8.5 COMPENSAZIONE IN CASO DI ABBATTIMENTO

L'area dove si trovano le piante censite è soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del d.lgs. 42/2004 e s.m.i.

L'area in cui sono presenti le alberature è, in particolare, disciplinata dall'art. 107 "Paesaggi agrari e pastorali di interesse storico" delle NTA del Piano Operativo Comunale, che vieta la riduzione delle alberature, inoltre il Regolamento Edilizio Comunale all'art. 63, comma 1, prescrive la sostituzione delle essenze vegetali abbattute. Sarà quindi necessario compensare le 31 alberature interferite (cap. 8.3)

con altrettante alberature scelte fra quelle riportate nell'Allegato 1 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Strutturale: *Specie arboree e arbustive autoctone.*

9 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE

La gestione delle terre e rocce da scavo dell'intervento di ampliamento alla 3a corsia del tratto Firenze Sud–Incisa Valdarno (A1), Milano-Napoli, è inquadrata secondo quanto previsto nel DM 161/2012.

L'intero progetto relativo all'ampliamento dell'A1 nel tratto compreso tra Firenze Sud ed Incisa Reggello si compone delle seguenti parti, per ognuna delle quali si indica lo stato relativo all'iter approvativo:

tratte “esterne” (Lotto 1), comprese tra i km 300+749 (inizio intervento – svincolo di Firenze Sud) e 306+985 (semiviadotto San Giorgio) e tra i km 313+120 (area di parcheggio Rignano) e 318+511 (fine intervento): il Progetto Definitivo ha ottenuto il giudizio positivo di compatibilità ambientale con Decreto VIA DSA-DEC-2008-01717 del 17/12/2008, ed è stato approvato in sede di Conferenza dei Servizi (seduta del 31/05/2011 e Provvedimento finale Intesa Stato Regione prot. 0007316 del 08/08/2011);

tratta “centrale” (Lotto 2), compresa tra i km 306+985 (semiviadotto San Giorgio) e 313+120 (area di parcheggio Rignano): il Progetto Definitivo ha ottenuto il giudizio positivo di compatibilità ambientale con Decreto VIA 0011 del 21/01/2015, la Conferenza dei Servizi si è conclusa nella seduta del 26/05/2016 – Provvedimento finale Intesa Stato Regione prot.7949 del 06.09.2016.

Si riportano di seguito gli atti di diretto interesse del percorso valutativo e approvativo del “Piano di utilizzo delle terre”, rif elaborato AMB1000-00, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del suddetto DM 161/2012 e relativo a tutta la tratta (tratte esterne Lotto 1 e tratta centrale Lotto 2):

Decreto di compatibilità ambientale (con prescrizioni) dell'intervento di ampliamento alla 3a corsia, nel tratto compreso tra le pk 300+737 (svincolo di Firenze sud) e pk 318+398 (spalla nord attuale viadotto Arno), prot. n. DSA/DEC/2008/1717 del 17/12/2008;

atto DVA 2013-11238 del 11/05/2013, approvazione del Piano di Utilizzo, ai sensi del D.M. 161/2012, espresso sulla base del parere positivo con prescrizioni della CTVIA, n°1204/2013;

Decreto ministeriale n°11/2015 del 21/01/2015 di compatibilità ambientale (con prescrizioni) della variante San Donato, nell'ambito dell'intervento di ampliamento, con presa d'atto del citato Provvedimento Direttoriale di approvazione del Piano di Utilizzo.

Decreto Ministeriale n° 500/2021 approvazione dell'aggiornamento del Piano di utilizzo terre e rocce da scavo ai sensi dell'art. 8 del D.M.161/2012 (rif elaborato AMB1000-00 e seguenti).

L'intervento di stabilizzazione del versante, ovvero la galleria artificiale e relativa sistemazione superficiale, si colloca lungo la nuova carreggiata sud dell'intervento di ampliamento autostradale nel tratto Firenze Sud – Incisa, lotto 2 Variante San Donato, tra l'imbocco Sud della nuova galleria naturale San Donato e il sito di rimodellamento morfologico denominato “il Piscinale” tra le pk 10+000 e 10+500.

L'intervento ricade nel comune di Rignano sull'Arno, in prossimità delle frazioni di San Donato in Collina e Troghi.

Pertanto, il presente contributo rappresenta la coerenza di quanto già analizzato ed autorizzato dal MASE sulla gestione delle terre da scavo, precisando che la riorganizzazione del sistema di lavorazioni e della cantierizzazione non ha introdotto modifiche sostanziali al Piano di Utilizzo approvato in riferimento all'art 8 del D.M. 161/2012. Infatti, si può affermare che:

- non sono state introdotte nuove aree di cantiere o siti, rispetto a quelli già previsti nel Piano approvato, ma sono interessate le medesime WBS indicate;
- l'aggiornamento dei volumi di scavo e riutilizzi non ha comportato un aumento dei volumi di scavo > 20%, ma ha anzi introdotto una diminuzione delle quantità da gestire in regime di sottoprodotto, in virtù delle soluzioni adottate con lavorazioni di perforazione profonda;
- non sono stati introdotti nuovi siti di deposito intermedio;
- non sono proposte nuove metodologie di scavo, ma vengono applicate tecniche tradizionali usualmente utilizzate nell'ambito dell'intero intervento e comunque indicate nel tratto.
- Si evidenzia, nell'ambito della gestione materie, la suddivisione in 2 Lotti che prevede:

Il Lotto 1 (tratte esterne) è stato successivamente suddiviso nel Lotto 1 Nord – da prog. km 300+749 a prog. km 306+986 – e Lotto 1 Sud – da prog. km 313+119 a prog. km 318+511.

Il Lotto 2 (tratta centrale – Variante San Donato) – da prog. Km 306+986 a prog. km 313+119 – è stato suddiviso in due stralci come segue:

Stralcio 2A, affidato all'impresa Pavimental da realizzarsi nell'ambito del Lotto 1 Nord; prevede la realizzazione delle prime due fasi di abbancamento e realizzazione del rimodellamento morfologico di San Donato, atte ad accogliere le terre provenienti dagli scavi del Lotto 1 Nord.

Stralcio 2B, da realizzarsi nell'ambito del Lotto 2B+1Sud insieme alle opere relative all'ex Lotto 1 Sud, comprende, oltre il tratto centrale denominato "Variante di San Donato", il completamento del rimodellamento San Donato con le fasi 3 e 4;

La necessità di riorganizzare in Lotti come sopra descritto non ha avuto alcuna necessità di modificare le impostazioni del Piano di Utilizzo approvato che rimane unico per tutta la tratta di intervento.

La nuova organizzazione logistica dei lotti ha reso necessaria l'individuazione di due nuovi depositi temporanei dei materiali di scavo (aree Rignano Est e Rignano Ovest) a supporto delle lavorazioni del Lotto 2B+1Sud, variazione che ai sensi dell'art 8 del DM 161/2012, ha comportato la presentazione di istanza di richiesta di modifica sostanziale al piano di utilizzo già approvato nel 2013, con nuova autorizzazione come da Decreto MASE n° 500/2021 sopraccitato.

I lavori del Lotto 1 Nord sono stati affidati a Pavimental in data giugno 2016 e attualmente sono in corso di esecuzione (con nota prot. N°14570 del 21 luglio 2016, in conformità alle indicazioni dell'art. 9 comma

1 ASPI ha indicato alle Autorità Competenti l'esecutore del Piano di Utilizzo relativamente detto Lotto 1N, confermato poi con nota n° ASPI/RM/2022/0003791/EU del 03/03/2022 alla luce del nuovo Piano di Utilizzo approvato a fine 2021, rif elaborato AMB1000 e seguenti).

I lavori dei Lotto 1 Sud e Lotto 2 sono stati affidati alla medesima Impresa Appaltatrice nel mese di aprile 2022 e attualmente sono in corso di esecuzione; il Proponente con nota prot. ASPI/RM/2022/0006993/EU del 22 aprile 2022, ha confermato Pavimental, come esecutore del Piano di Utilizzo in conformità all'art. 9 comma 1.

Per tutti i dettagli si rimanda all'elaborato AMB1000-00, Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.M. 161/2012, specificando che gli aspetti generali indicati nel suddetto Piano sono tutti confermati per l'intervento in oggetto (tecniche di scavo, normali pratiche industriali, gestione dei non sottoprodotti, aree di caratterizzazione e depositi intermedio, trattamento a calce, ecc).

In considerazione della suddivisione in tratte sui 2 Lotti proposta nel Piano di Utilizzo, l'intervento in oggetto (galleria artificiale e relativa sistemazione superficiale in sostituzione dell'intervento in trincea) ricade nel tratto 6 (rif AMB1000-00, § 6.6 LOTTO 2, TRATTA 6 DA PROGR. KM 310+335 A PROGR. KM 312+335).

Si precisa poi che la nuova soluzione proposta per la sistemazione del versante ricade nell'ambito di una parte delle lavorazioni previste lungo la WBS CS0060 (rif Allegato 6 ad AMB1000-00).

Aree di deposito in attesa di utilizzo

Nell'ambito delle aree di cantiere sono individuati i siti di deposito secondo la definizione all'art. 10 del Regolamento. Queste aree sono individuate per la deposizione del materiale in attesa della destinazione/utilizzo finale. In tale ambito rientrano anche quelle aree utilizzate e organizzate per la caratterizzazione chimica dei terreni e dei materiali, che si può rendere necessaria nella fase di corso d'opera (ad esempio la caratterizzazione del materiale da scavo sotterraneo). In relazione a quanto riportato nel Piano di Utilizzo, è emersa la necessità di ottimizzare l'organizzazione e la logistica della cantierizzazione a supporto dei 2 lotti. I siti definiti come aree di deposito sono:

- deposito posto al km 309;
- deposito zona Burchio.
- CA15 Rignano Est;
- CA16 Rignano Ovest.

9.1 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO

La fase di progettazione dell'intervento in argomento si è collocata a cavallo dell'emanazione del D.M. 161/2012, si è resa necessaria un'integrazione della campagna di indagini precedentemente eseguita ai sensi del DLgs 152/06 art.186. Di seguito si descrivono in sintesi le diverse campagne di

caratterizzazione svolte a partire dal 2006 al 2013. Per il commento complessivo dei dati analitici si rimanda alla nota integrativa emessa durante la fase di approvazione del Piano (rif MAM0051 allegato 9 all'elaborato AMB1000-00), per la sintesi degli esiti analitici, la descrizione dei siti di movimentazione delle terre da scavo, il dettaglio dei valori ai certificati analitici riportati in allegato al Piano stesso.

Allo stesso tempo si ricorda che in ottemperanza alle prescrizioni ministeriali, l'Appaltatore è comunque chiamato a svolgere un'attività di caratterizzazione sia in fase preventiva, per le opere all'aperto, sia in cumulo, per le opere in sotterraneo e di ricaratterizzazione sulle opere all'aperto, nei casi di verifica dei superi sulle CSC di colonna A rilevati in fase progettuale.

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati del Piano di Utilizzo, a cui si rimanda per tutti i dettagli. Nel Piano di Utilizzo, cap. 4, sono state descritte e riportate le informazioni relative alle attività di indagine ambientale sia della fase progettuale (2 campagne svolte nel 2006 e nel 2009-2010) che della fase integrativa proposta secondo il nuovo Regolamento (svolta nel 2012).

I 100 punti di indagine sono stati equamente distribuiti lungo il tracciato in linea di circa 18 km (40) e nelle aree di cantiere e di intervento previste a progetto (60). Sono stati analizzati un totale di 191 campioni. Di questi:

66 sono riferibili allo strato superficiale, top soil, suddivisi lungo il rilevato oggetto di ampliamento e di adeguamento (17) e nelle aree di cantiere (49);

2 prelevati in profondità (1 lungo l'attuale tracciato in variante proposto) interessando l'ammasso attraversato dalla nuova galleria San Donato;

123 sono distribuiti lungo il tracciato autostradale e nelle aree di cantiere individuate, interessando diverse profondità a seconda della tipologia di intervento e di scavo (a rilevato, in trincea, per il piano di posa o verifica area di cantiere).

Nel capitolo 6, suddivisi per i rispettivi paragrafi di interesse, sono riportate le tabelle riassuntive delle 191 analisi chimiche effettuate in laboratorio.

Tutti i risultati confermano il rispetto dei valori riportati nella tabella 1 e le tabelle di sintesi che seguono mostrano in colore giallo i superamenti di colonna A, indicando il nome del parametro o dei parametri ritrovati sopra soglia. Ciò conferma che la totalità dei materiali movimentati nell'ambito del progetto sono utilizzabili in siti a destinazione commerciale ed industriale, in quanto inferiori ai limiti di colonna B.

Si evidenzia inoltre che la maggior parte delle analisi effettuate ha comunque concentrazioni inferiori anche ai limiti di colonna A: infatti 146 campioni sono risultati conformi ai limiti stabiliti per siti ad uso verde-residenziale, relativi a 64 punti di indagine.

Le concentrazioni di seguito dettagliate mostrano che i superamenti in colonna A sono di modesta entità e riguardano pochi parametri, si segnalano in particolare i seguenti parametri:

Idrocarburi pesanti (C>12), con 19 superi e con un massimo di concentrazione anomala evidenziato nel campione PZ LL 02-Top Soil pari a circa 91 mg/kg rispetto ad un limite di colonna A di 50 mg/kg ed ad limite di 750 mg/kg in colonna B,

Cobalto con 12 valori anomali, la cui concentrazione media risulta essere tra i 20 e i 30 mg/kg rispetto al limite di colonna A di 20 mg/kg ed ad un limite di 250 mg/kg in colonna B

Rame, con 14 valori anomali variabili tra 120 e 163 mg/kg, rispetto al limite di colonna A di 120 mg/kg ed ad limite di 600 mg/kg in colonna B, in campioni prelevati su 2 zone a carattere agricolo in cui sono previste le aree di cantiere CA04 Campo base ed l'area di intervento del rimodellamento al km 309.

I risultati sulle caratterizzazioni per il rilievo di fibre amiantifere ne confermano l'assenza.

Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo in corso d'opera

Come indicato al § 7 *Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo in corso d'opera* nel Piano di Utilizzo, l'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, ciò in quanto in fase di corso d'opera, l'esecutore, una volta che il proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 1, c. 1, lett. r per la definizione di esecutore e art. 9 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo). A tal fine, in conformità all'Allegato 8 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 8 parte A:

su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;

direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;

nell'intera area di intervento.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili e per i punti per i quali non è stato possibile investigare gli strati più profondi in fase progettuale;

l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione su cumuli, all'interno delle previste aree di cantierizzazione, per i materiali da scavo che si origineranno dallo scavo in sotterraneo della Variante San Donato;

l'Impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai tre punti precedenti, si precisa che:

per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale, ove non è stato possibile indagare in fase propedeutica o per quei materiali la cui caratterizzazione necessita di un maggiore approfondimento esplicabile solo in fase realizzativa;

per ricaratterizzazione si intende la verifica della permanenza dei requisiti di qualità ambientale a seguito dell'esecuzione di attività di scavo, da svolgere in fase di corso d'opera secondo gli allegati 4 e 8 parte A).

Ai punti sopra riportati, si deve considerare anche la prescrizione presente nel parere ministeriale di approvazione (DVA 2013-11238 del 15/05/2013), riferita ai superi in colonna A, evidenziati nella fase progettuale per cui se ne richiede una nuova caratterizzazione. Nell'ambito dei movimenti terra previsti nelle opere provvisoriale, seppur limitati nello spazio e nei volumi, l'Appaltatore è chiamato a garantire e confermare la compatibilità ambientale al riutilizzo dei materiali di scavo, eseguendo una ricaratterizzazione come indicato al punto b). L'Appaltatore è infatti tenuto a svolgere attività di caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo durante la realizzazione dell'opera. Questa attività avviene in base al "Monitoraggio di Attuazione dei Piani di Utilizzo", rif. elaborato MAM0052, con particolare riferimento alle disposizioni del presente Piano (cap. 7), ribadite dalle prescrizioni sulla caratterizzazione ambientale in corso d'opera.

In tal senso, nell'ambito del Lotto 2, l'Appaltatore, esecutore del Piano di Utilizzo nella realizzazione delle parti d'opera di interesse, ha svolto la caratterizzazione sui materiali provenienti dalle operazioni all'aperto, per la conferma dei relativi requisiti ambientali, nell'ambito della tratta 6 di intervento (rif AMB1000-00, § 6.6 LOTTO 2, TRATTA 6 DA PROGR. KM 310+335 A PROGR. KM 312+335), i cui risultati sono stati trasmessi nell'ambito delle comunicazioni agli enti competenti, previste dal suddetto documento di Monitoraggio di Attuazione dei Piani di Utilizzo", rif. elaborato MAM0052.

9.2 BILANCIO DEI MATERIALI

Di seguito si riporta in tabella il bilancio dei materiali, contenuto nel Piano di Utilizzo complessivo di tutti i lotti, con in evidenza i volumi di scavo che saranno riutilizzati come sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012, aggiornati in considerazione della variazione proposta sulla sistemazione in prossimità dell'area del Piscinale.

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Il tratto di riferimento come ricordato in premessa è la *tratta 6 da progr. Km 310+335 a progr. Km 312+335* e le variazioni sui movimenti materia vanno ad incidere sostanzialmente su questa tratta e sui volumi di riutilizzo per la sistemazione definitiva del rimodellamento morfologico al km 309, indicato nella tratta 5 da progr. Km 308+335 a progr. Km 310+335.

Come ricordato nel Piano, la suddivisione in tratte non è da intendersi nel senso che ciascuna tratta sia di per sé autonoma dal punto di vista della gestione dei materiali da scavo ma è semplicemente funzionale ad una trattazione più dettagliata delle specifiche caratteristiche tratto per tratto, produzione e fabbisogno di terre compresi, all'interno comunque di una visione organica dell'intero intervento e del bilancio complessivo dei materiali da scavo.

Nel Piano di Utilizzo, rif AMB1000-00, approvato con Decreto MASE n° 500/2021 CTVIA1285/2013, sono stati indicati i seguenti volumi totali (rif ex tabella 6.1bis):

provenienti dai siti di produzione: **2.726.064 mc** in banco (e con effetto di un rigonfiamento pari al 25%, **3.407.580 mc**);

destinati ai siti di riutilizzo come sottoprodotti: **3.407.580 mc**.

Rispetto al volume in banco, si dovrà infatti tenere conto, come indicato, sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego. Questo coefficiente di rigonfiamento è stato proposto come da Piano di Utilizzo pari al 25%, valore che ha trovato conferma nella media dei movimenti terra in sistemazione definitiva nell'ambito dei lavori del Lotto 1N.

Le variazioni introdotte dalla soluzione sulla stabilizzazione del versante hanno portato a stimare i seguenti volumi complessivi:

provenienti dai siti di produzione: **2.712.486 mc** in banco (e con effetto di un rigonfiamento pari al 25%, **3.390.609 mc**);

destinati ai siti di riutilizzo come sottoprodotti: **3.390.609 mc**.

Tabella 9-1 Volumi complessivi movimentati aggiornati (rif tabella 6.1bis, AMB1000-00)

Tratta	Piano di Utilizzo approv. 2013 ex tabella 6.1		Piano di Utilizzo 2021 agg. ex tabella 6.1bis		Piano di Utilizzo 2021 agg. ex tabella 6.1bis	
	scavi	sistemazioni	scavi	sistemazioni	scavi	sistemazioni
mc						
1	104.951	76.809	123.346	91.584	123.346	91.584
2	345.865	85.424	404.913	82.932	404.913	82.932
3	369.621	355.155	311.058	287.146	311.058	287.146
4	149.240	66.018	137.175	110.511	137.175	110.511
5	680.254	2.036.411	623.495	2.051.650	623.495	1.940.069
6	517.637	323.194	556.718	353.607	543.140	448.216

7	240.658	139.493	255.768	167.862	255.768	167.862
8	97.176	82.447	123.098	101.439	123.098	101.439
9	140.249	142.113	190.493	160.850	190.493	160.850
Totale	2.645.650	3.307.063	2.726.064	3.407.580	2.712.486	3.390.609
+25% rigonf	3.307.063		3.407.580		3.390.609	

Da quanto sopra riportato si può evincere come la variazione dei volumi di scavo sia ridotta rispetto ai volumi approvati nel 2021 (circa 17.000 mc in meno). Le variazioni rispetto al Piano di Utilizzo approvato sono dovute ai minori scavi previsti (circa 13.600 mc in banco) nella porzione di intervento lungo la CS060 e ai maggiori riutilizzi nella tratta interessata direttamente dalla sistemazione del versante (circa 94.600 mc in più con 25% di rigonfiamento).

L'incidenza di queste variazioni lungo la tratta 6 ha effetto sulle disponibilità movimentate per la realizzazione del rimodellamento morfologico al km 309 (tratta 5), per cui sarà prevista per il suo completamento una fornitura da impianto esterno di circa 111.600 mc. Allo stesso tempo, come riportato anche negli elaborati a codifica CCP, si segnala una maggior produzione di materiale da perforazione per la realizzazione di paratie con pali da 2000 e 1200 e per la realizzazione di pozzi drenanti progettati per la stabilizzazione del versante. Complessivamente si tratta di una produzione di circa 26.600 mc rispetto ai precedenti 6.100 mc; come da Piano di Utilizzo queste quantità non sono considerate nel volume complessivo per la gestione a sottoprodotti e sono pertanto conferite ad impianti autorizzati al recupero o in alternativa allo smaltimento. A questi volumi si aggiunge una fornitura, dedicata al riempimento dei pali drenanti, con materiale tecnicamente idoneo per circa 4.100 mc.

9.3 DISPOSIZIONE GENERALI PER LA GESTIONE A RIFIUTO DEI MATERIALI DI RISULTA

La gestione dei materiali di risulta provenienti da attività e da operazioni di rimozione e demolizione, è prevista che avvenga nell'ambito normativo, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. Sulla base dei principi in materia di rifiuti secondo le direttive europee (ad es. Direttiva 2008/98/CE), i riferimenti principali sono la definizione di rifiuto, di recupero e di smaltimento (rif art. 183 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e la loro classificazione (rif art.184), indicando poi quale destinazione l'impianto di recupero, preferibilmente, e lo smaltimento in discarica. Con il termine "rifiuto", l'art. 184, comma 1, lett. A) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

Si precisa che tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni espresse per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate

nella Parte IV “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti”, ai sensi dell’art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Nel Piano di Utilizzo sono identificate le tipologie di materiali di scavo da gestire quali rifiuto e quindi opportunamente diretti impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica (ad es. i materiali di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura del fronte di scavo).

Le attività di smaltimento in discarica di tutti i materiali di risulta o di un loro recupero in impianto autorizzato seguiranno la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica, in riferimento ai contenuti della citata Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

L’impresa appaltatrice è tenuta ad osservare le disposizioni di seguito riportate ed a garantire il rispetto degli adempimenti ambientali derivanti dal Progetto e da tutte le prescrizioni contenute nelle autorizzazioni conseguite, o che verranno acquisite nella fase di corso d’opera, per l’installazione e l’esercizio delle attività di cantiere. Infatti, l’Appaltatore, in qualità di produttore e detentore, ha l’obbligo e la responsabilità della corretta gestione dei rifiuti prodotti dalle attività di cantiere ai sensi di quanto disciplinato dalla parte IV del Decreto Legislativo n. 152/2006 e s.m.i. ed è tenuto a redigere ed attuare sotto propria esclusiva responsabilità nei confronti degli Enti Competenti, un Piano di gestione dei rifiuti relativo a tutte le aree di cantiere (cantieri fissi e cantieri mobili).

Ai fini della definizione delle responsabilità, l’Appaltatore, come indicato, si configurerà come produttore di tutti i rifiuti derivanti dalle attività. Come tale gestirà direttamente le fasi di caratterizzazione e classificazione dei rifiuti, nonché di compilazione e gestione del formulario di identificazione rifiuti e del registro di carico e scarico, secondo quanto stabilito dalle leggi in materia e dalle normative nazionali e regionali.

L’Appaltatore, relativamente alle attività di gestione dei rifiuti, si occuperà inoltre:

della fornitura di idonei contenitori per il confezionamento dei rifiuti;

della movimentazione all’interno del sito dalle aree di lavoro/confezionamento a quelle di deposito temporaneo;

del confezionamento ed etichettatura dei rifiuti in relazione alla tipologia;

della predisposizione, gestione e smantellamento a fine lavori delle aree adibite a deposito temporaneo;

del carico dei rifiuti sui mezzi di trasporto autorizzati;

del trasporto e conferimento presso impianti esterni di recupero/trattamento/smaltimento.

L’Appaltatore, inoltre, si farà carico delle fasi di caratterizzazione, omologa, trasporto e smaltimento dei propri rifiuti, costituiti da rifiuti derivanti dalla gestione e manutenzione delle aree di cantiere di pertinenza dell’appaltatore, dalla manutenzione dei mezzi e delle attrezzature di proprietà

dell'appaltatore (filtri, olii esausti, ecc), DPI usati, reflui dei bagni, materiali di consumo ecc., per i quali l'Appaltatore stesso si configurerà come produttore.

L'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica come “rifiuti speciali”, i materiali da operazioni di demolizione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

Questi rifiuti sono solitamente identificati al capitolo 17 del EER (Elenco Europeo dei Rifiuti): rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione.

I rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto “deposito temporaneo” (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto “principio di precauzione e di prevenzione”, tale deposito deve essere “controllato” dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità.

Il deposito temporaneo dei rifiuti deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto della normativa vigente (Dlgs. 152/2006, DPR 120/2017), delle relative norme tecniche, nonché per i rifiuti pericolosi nel rispetto delle norme tecniche che regolano il deposito delle sostanze pericolose in esso contenute. Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti pertanto possono essere avviati a:

Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.

Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Nel caso di recupero dei rifiuti, l'Appaltatore deve dare evidenza dell'iter autorizzativo ai sensi del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. conseguito e della documentazione tecnica relativa. La gestione delle autorizzazioni da parte dell'ente di competenza territoriale ex artt. 208 e 211 D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e le comunicazioni ex-art.216, del medesimo decreto, per impianti e attività di gestione dei rifiuti, è riferita alle norme di competenza dei servizi ed al rilascio delle autorizzazioni.

L'Appaltatore deve redigere il Piano di Gestione dei rifiuti di cantiere che dovrà menzionare le attività di cantiere che possono originare rifiuti. Il Piano infatti deve indicare i rifiuti che l'Appaltatore prevede saranno prodotti nell'ambito del cantiere, in termini sia di tipologia che di stima approssimativa, e deve individuare le modalità di raccolta, le aree destinate allo stoccaggio e le misure previste per evitare sversamenti accidentali, indebita commistione di rifiuti e una cattiva gestione in genere. Il Piano deve definire le modalità di tracciamento dei rifiuti nel rispetto della normativa vigente, individuando i

responsabili della tenuta della documentazione e del controllo dell'applicazione delle modalità previste nel Piano.

Le aree di deposito dei rifiuti, nonché le relative caratteristiche costruttive e le tipologie di rifiuti stoccabili, devono essere identificate dall'Appaltatore.

L'Appaltatore deve predisporre ed attuare un piano di campionamento secondo quanto indicato nella norma ISO 10802:2013: le analisi di caratterizzazione e la classificazione dei rifiuti saranno eseguite a cura ed onere dell'Appaltatore che si configura in qualità di produttore, assegnando il codice EER ed applicando le disposizioni di legge, effettuando tutti gli accertamenti necessari (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione ai sensi del D.M. 186/06, per le operazioni di recupero disciplinate dall'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998, e del Dlgs. n.36 del 13/01/2003 e smi, ai fini dello smaltimento in discarica con la conformità o meno alle tabelle del D.M. 03 settembre 2020) per assicurare la completa e corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente e la corretta scelta degli impianti di destinazione finale, al fine di una piena assunzione di responsabilità in fase realizzativa. Le analisi dei campioni dei rifiuti devono essere effettuate da un laboratorio accreditato secondo metodiche standardizzate e riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.

L'Appaltatore deve annotare su apposito registro le informazioni relative alla caratterizzazione dei rifiuti generati durante le attività di cantiere, comprensive delle caratteristiche di pericolo.

Nel Piano di Gestione Rifiuti dovranno essere individuati gli eventuali impianti di recupero o smaltimento che l'appaltatore ha intenzione di utilizzare per la gestione dei rifiuti prodotti per la realizzazione delle opere autostradali; per ognuno degli impianti proposti, dovrà essere fornita la documentazione autorizzativa. L'elenco degli impianti di conferimento dovrà essere costantemente aggiornato ed eventuali nuovi impianti dovranno essere comunicati dall'Appaltatore prima di attivare le lavorazioni che daranno origine ai rifiuti.

La gestione dei rifiuti durante la realizzazione di un cantiere in opere infrastrutturali comporta anche una serie di incombenze legate ad attività logistiche e di supporto, dalle attività di manutenzione di mezzi e macchinari, dalle attività di ufficio. La gestione per deve sempre ottemperare la vigente normativa per le fasi di individuazione della tipologia e del codice identificativo del rifiuto, l'individuazione delle figure responsabili, dal Produttore, al Trasportatore ed allo Smaltitore. Dovranno essere verificate dal Produttore l'adeguatezza delle autorizzazioni di ciascuna delle figure (iscrizioni all'Albo Nazionale Gestori Ambientali e specifiche Determinazioni autorizzative).

10 CANTIERIZZAZIONE

10.1 APPROCCIO GENERALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Si riporta di seguito una breve descrizione dei criteri generali della cantierizzazione e della fasistica di esecuzione dei lavori.

Lo studio di cantierizzazione redatto (elaborati T1157-0000-PD-CN-ACN-00000-00000-D-CNT-0060/0061/0062) riporta in dettaglio le fasi di esecuzione dei lavori per microfasi di realizzazione.

Tale studio si è reso necessario anche al fine di verificare la coesistenza del cantiere in oggetto (realizzazione della galleria artificiale) con il macrocantiere, ben più vasto, della realizzazione della galleria naturale San Donato e della relativa nuova infrastruttura autostradale.

In particolare, per ciascuna microfase vengono riportate le piste di cantiere attive, che di fatto cambiano configurazione in relazione all'avanzamento degli scavi e dei lavori in oggetto; inoltre, la successione delle lavorazioni è stata individuata in modo da non gravare ulteriormente sulla instabilità del versante.

Gli interventi saranno realizzati in due Macrofasi successive:

- Macrofase 2: vengono realizzati i lavori di realizzazione della galleria artificiale (paratie di pali e solettone di copertura), il rimodellamento morfologico di I fase e la completa attivazione del sistema drenaggio. Il traffico in esercizio è in configurazione attuale su sedime autostradale esistente;
- Macrofase 3: vengono eseguiti i lavori di scavo in top down, il completamento della galleria, la messa in esercizio della nuova carreggiata autostradale (con contestuale chiusura della carreggiata Sud esistente), il rimodellamento morfologico definitivo e le trincee drenati.

10.2 MICROFASI DI REALIZZAZIONE

Con rimando agli elaborati grafici di cantierizzazione, si riporta di seguito una sintesi delle microfasi realizzate.

MACROFASE 2

II – 1A:

- completamento paratia di pali di grande diametro lato valle.

II – 1B:

- realizzazione seconda fila pali DN2000 - paratia lato valle (lavorazione da eseguirsi con bentonite);

- realizzazione parziale pista di cantiere per esecuzione paratia e pozzi drenanti;
- realizzazione Pozzo drenante 1 (esecuzione pali DN1000 e cordolo di coronamento, esecuzione scavi, realizzazione solettone di fondo, fodere laterali e dreni);
- realizzazione paratia drenante DN1500 tra Pozzo 1 e Pozzo 2;
- realizzazione Pozzo drenante 2 e dreni;
- installazione tubazione drenante con teleguidata tra Pozzo 1 e Pozzo 2;
- installazione tubazione di recapito con teleguidata (recapito – Pozzo 2);
- messa in esercizio parziale del sistema drenante.

II – 2:

- ripristino configurazione esistente carreggiata sud con corsia di emergenza chiusa. rimozione protezione di cantiere e realizzazione segnaletica bianca;
- esecuzione scavi per realizzazione nuova pista di cantiere;
- scapitozzatura pali.

II – 3:

- attivazione nuova pista di cantiere e dismissione pista deviata;
- completamento scavi;
- demolizione cordolo esistente e scapitozzatura pali paratia di monte;
- realizzazione nuovi cordoli, rinterro e solettone di copertura (con getto con casseratura).

II – 4:

- realizzazione canale drenante a tergo della galleria artificiale;
- realizzazione ed attivazione piste salita portali;
- rimodellamento morfologico del terreno (ritombamento fase 1).

II – 5:

- completamento pista di cantiere per esecuzione paratia e pozzi drenanti;
- realizzazione paratia drenante DN1500 a monte del Pozzo 1;
- installazione tubazione Pozzo 1 – recapito, con teleguidata;
- completamento e attivazione totale del sistema di drenaggio (attività da ritenersi preliminare e propedeutica all'esecuzione degli scavi all'interno della galleria - previsti in macrofase 3).

MACROFASE 3

III – 1:

- esecuzione scavi per microfasi e realizzazione tiranti paratia di monte;

- realizzazione piste discesa portali;
- scavo per conci in top down fino ad intradosso magrone e idraulica;
- getto magrone e posa impermeabilizzazione;
- realizzazione sistema di smaltimento idraulico e solettone di fondo.

III – 2:

- realizzazione controfodere laterali previa posa impermeabilizzazione;
- realizzazione dreni tubolari sub orizzontali;
- rinterro, realizzazione pacchetto di pavimentazione e sistema di smaltimento idraulico;
- posa muri redirettivi, impianti e opere di completamento.

III – 3:

- attivazione nuova galleria artificiale: apertura al traffico nuova carreggiata sud in configurazione di progetto;
- chiusura al traffico sedime esistente autostradale carreggiata sud;
- chiusura pista di cantiere e rimozione muro in geoblocchi provvisori;
- esecuzione scavo chiodato con barre tipo diwidag;
- rimodellamento parziale di seconda fase e realizzazione muro in c.a.;
- rinterro a tergo del muro;

III – 4:

- realizzazione opera di sostegno in terre rinforzate;
- completamento rimodellamento morfologico del terreno (ritombamento definitivo);
- realizzazione trincee drenanti (in sequenza);
- opere di sistemazione a verde.

11 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nell'elaborato PRG-0001 "Cronoprogramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di 31 mesi.

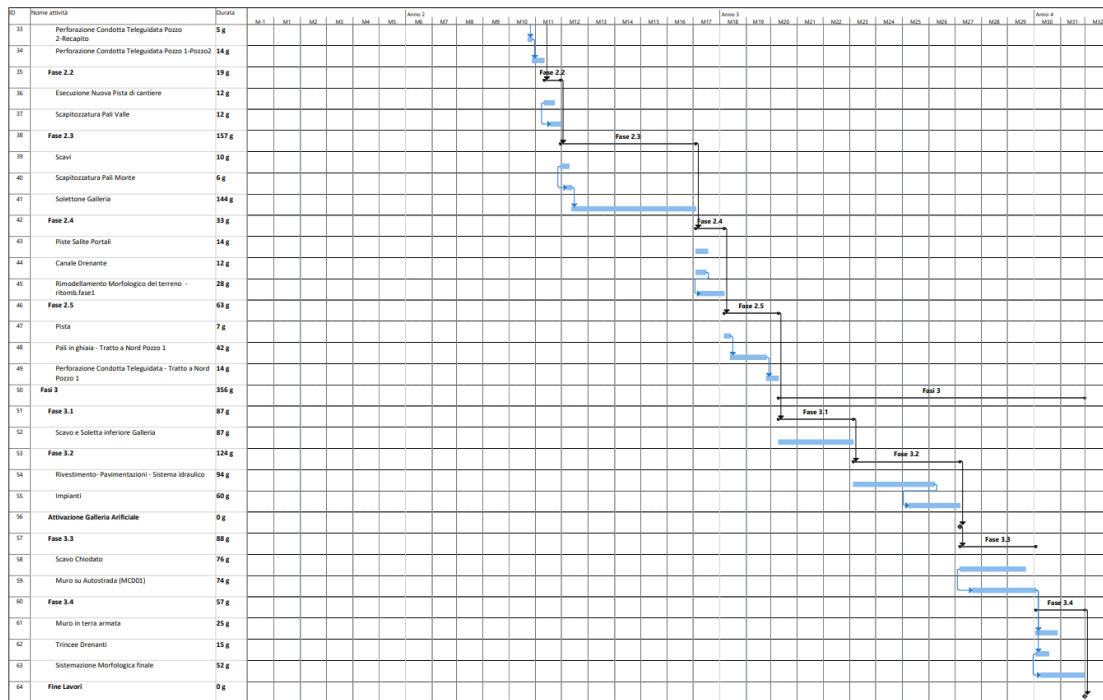
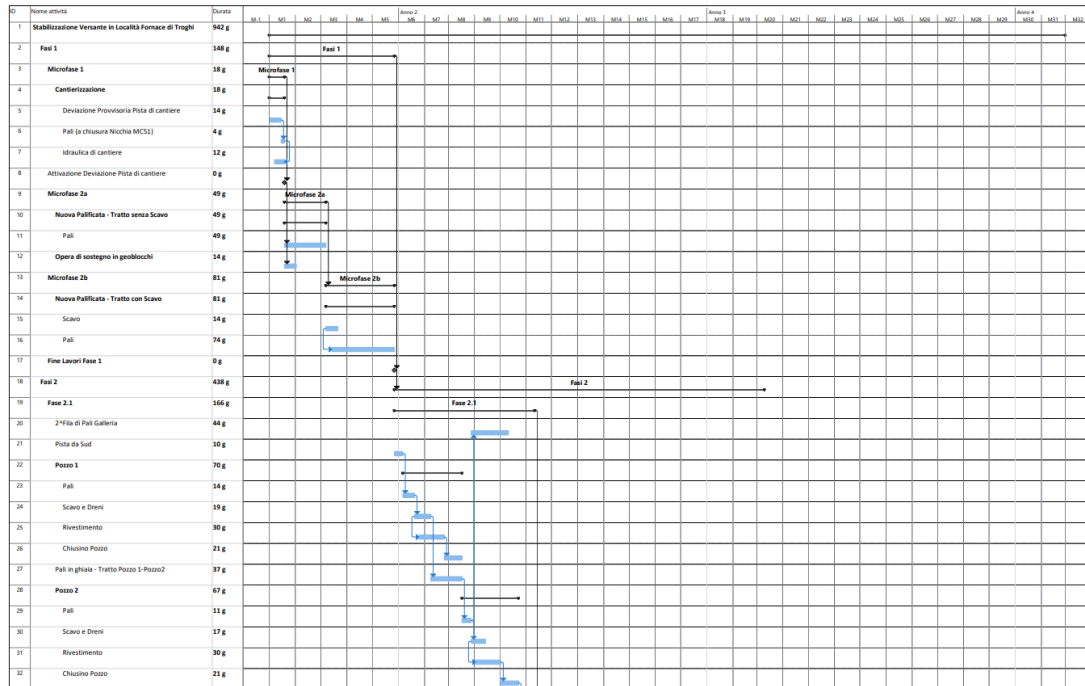


Figura 47 Cronoprogramma delle attività di cantiere