

AUTOSTRADA (A1): MILANO - NAPOLI
ADEGUAMENTO DEL TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO APPENNINICO
TRA SASSO MARCONI E BARBERINO DI MUGELLO
TRATTA: PIAN DEL VOGLIO - BARBERINO DI MUGELLO
BRETELLA DI FIRENZUOLA
MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRADALE
PROGETTO ESECUTIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GESTIONE TERRE

Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo e dei materiali
 Art. 22 del D.P.R. 120/2017

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A Responsabile Studi Ambientali	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Maurizio Ceneri Ord. Ingg. Bologna N. 4071/A	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A T.A. Ambiente
---	--	---

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.	-
119935	0000	PE	DG	PGT	00000	00000	R	AMB	1000	1	SCALA -

	PROJECT MANAGER: Ing. Gabriel Guillermo Fava	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE	
			n.	data
			0	APRILE 2022
			1	APRILE 2023
	REDATTO:		VERIFICATO:	

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

Sommario

1	PREMESSA.....	5
2	INQUADRAMENTO GENERALE	7
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	8
2.2.1	Tratto T1.....	10
2.2.2	Tratto T2.....	11
2.2.3	Tratto T3.....	11
2.2.4	Tratto T4.....	11
2.2.5	Margini esterni e pacchetti pavimentazione.....	12
2.2.6	Aree parcheggi.....	17
2.3	OPERE D'ARTE MAGGIORI	17
2.3.1	Ponte Futa.....	17
2.4	AREE CANTIERI.....	18
2.4.1	Aree di deposito intermedio dei materiali di scavo.....	20
2.5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	21
2.5.1	Inquadramento geologico.....	21
2.5.2	Inquadramento geomorfologico	22
2.5.3	Inquadramento idrogeologico.....	23
2.5.4	Descrizione del tracciato e degli ambiti di intervento.....	25
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE.....	29
3.1	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI IN SITO.....	29
3.1.1	Criteri di ubicazione dei punti d'indagine.....	29
3.1.2	Metodologia di indagine.....	30
3.1.3	Caratterizzazione ambientale di aree o siti da completare in una fase preliminare alle lavorazioni.....	33
3.2	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	33
3.2.1	Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni.....	33
3.3	CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	36
3.4	SINTESI SULLE CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI DI SCAVO	36
4	METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE	38
4.1	OPERE ALL'APERTO	38
4.1.1	Scavi da scotico	38
4.1.2	Scavi di sbancamento	39
4.1.3	Rinterri e ritombamenti	39
4.1.4	Formazione rilevati e rimodellamenti.....	39
4.1.5	Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione.....	39
4.1.6	Scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro.....	40
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	40
4.2.1	Riduzione elementi/materiali antropici	40
4.2.2	Vagliatura	40
4.2.3	Frantumazione	40
4.3	INCLUSIONI.....	40
4.3.1	Utilizzo di miscele di perforazione	40
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI.....	41
5	BILANCIO DEI MATERIALI DA SCAVO COME SOTTOPRODOTTI	42
6	DISPOSIZIONE PER IL DEPOSITO DELLE TERRE DA SCAVO	44
6.1	AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO	44
6.1.1	Adempimenti specifici per il deposito del terreno vegetale	45

7	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO IN CORSO D'OPERA	46
7.1	CARATTERIZZAZIONE IN SITU PRELIMINARE ALLO SCAVO	47
7.2	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE	48
8	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE	49
8.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	49
8.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	49
8.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO.....	49

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 2-1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	7
FIGURA 2-2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
FIGURA 2-4. TRATTO T1	10
FIGURA 2-5. TRATTO T2	11
FIGURA 2-6. TRATTO T3	11
FIGURA 2-7. TRATTO T4	12
FIGURA 2-8. SEZIONE TIPO IN RILEVATO AMPLIAMENTO CAVET	12
FIGURA 2-9. SEZIONE TIPO A MEZZA COSTA AMPLIAMENTO CAVET	13
FIGURA 2-10. SEZIONE TIPO IN TRINCEA AMPLIAMENTO CAVET	13
FIGURA 2-11. SEZIONE TIPO IN RILEVATO RETTIFICA CURVE	13
FIGURA 2-12. SEZIONE TIPO A MEZZA COSTA RETTIFICA CURVE	14
FIGURA 2-13. SEZIONE TIPO IN RILEVATO CON TERRE ARMATE RETTIFICA CURVE	14
FIGURA 2-14. MARGINE ESTERNO IN RILEVATO NEI TRATTI DI PROGETTO	15
FIGURA 2-15. MARGINE ESTERNO IN TRINCEA NEI TRATTI DI PROGETTO	15
FIGURA 2-16. MARGINE ESTERNO IN RILEVATO NEI TRATTI DI PROGETTO IN CUI SI CONSERVA IL CIGLIO ESISTENTE	15
FIGURA 2-17. MARGINE ESTERNO IN RILEVATO NEI TRATTI DI MANUTENZIONE IN CUI SI CONSERVA IL CIGLIO ESISTENTE	16
FIGURA 2-18. PAVIMENTAZIONI	16
FIGURA 2-19 PROFILO LONGITUDINALE "PONTE DELLA FUTA"	17
FIGURA 2-20 QUADRO DI INSIEME DELLA CANTIERIZZAZIONE (STRALCIO DA CAPO200)	18
TABELLA 2-1 ELENCO DELLE AREE DI CANTIERE	18
FIGURA 2-21 PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE AREE DI CANTIERE (DA CAP200)	19
TABELLA 2-2 ELENCO DEI DEPOSITI INTERMEDI IN ATTESA DI RIUTILIZZO PREVISTI	20
FIGURA 2-22 STRALCIO PLANIMETRICO DA CAPO200 SU ALCUNI APPRESTAMENTI E DISPOSIZIONI DEI DEPOSITI SCAVI	20
TABELLA 2-3 LETTURE DI FALDA	25
TABELLA 3-2 NUMERO DI PRELIEVI DA SVOLGERE NELLE AREE DI CANTIERE IN FASE PRELIMINARE AI LAVORI	33
TABELLA 3-3 RIEPILOGO SINTETICO DEGLI ESITI ANALITICI DI LABORATORIO	34
TABELLA 3-4 SINTESI DELLE EVIDENZE CHIMICHE DI LABORATORIO	35
TABELLA 3-5 QUADRO DI SINTESI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE IDONEE AL RIUTILIZZO	37
TABELLA 5-1 - SINTESI DELLE QUANTITÀ MOVIMENTATE	42

Allegati:

1. AMB1001, Allegato 1:
Tabelle di sintesi degli esiti analitici di laboratorio
Certificati analitici di laboratorio conformi al DPR 120/2017.
2. AMB1002, Allegato 2:
Planimetrie
 - ubicazione dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale delle terre
 - individuazione dei siti di scavo, di deposito e di utilizzo, con percorsi e viabilità di cantiere

1 PREMESSA

Il presente documento inquadra la procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo relativamente all'intervento denominato "Bretella di Firenzuola", consistente nel miglioramento della viabilità esistente nel tratto appenninico tra Barberino di Mugello e Firenzuola. L'intervento è connesso alla realizzazione delle opere costituenti la cosiddetta Variante di Valico, ovvero l'adeguamento del tratto di attraversamento Appenninico dell'Autostrada A1, tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello.

L'intervento è stato escluso dalla procedura di valutazione di impatto ambientale, ai sensi e per gli effetti dell'art. 20 del D.Lgs 152/2006, Decreto Dirigenziale della Regione Toscana n. 6093 del 19 luglio 2016.

Successivamente, nell'ambito della Procedura di accertamento di conformità urbanistica, ai sensi dell'art. 81 D.P.R. 616/77 e del D.P.R. 383/94, ARPAT con nota n° 0016560 del 07/03/2018 sulla tematica delle terre e rocce da scavo ha specificato che la gestione dei materiali di scavo "dovrà essere trattata secondo quanto previsto dal DPR n. 120 del 13/6/2017, (in particolare art. 22 che disciplina i cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a procedure di VIA). Tale decreto ha abrogato il D.M. n. 161/2012 e l'art. 41 bis del D.L. 69/2013".

In considerazione di ciò e dell'evoluzione normativa citata, la gestione, disciplinata dal DLgs 152/2006, e proposta in fase di progetto definitivo, ai sensi dell'art 41bis L 98/2013, e valutata dagli Enti (rif. DDR n.6093 del_19-07-2016 Provvedimento conclusivo sulla verifica di assoggettabilità), viene adeguata alle disposizioni previste dal DPR 120/2017.

La gestione delle terre e rocce da scavo, prodotte dalle attività di cantiere del presente intervento, è stata aggiornata in riferimento ai criteri dettati dal DPR 120/2017, relativi alle opere non soggette a Valutazione di Impatto Ambientale: pertanto il piano di gestione è riproposto secondo la definizione dell'art. 2 comma 1 lett. v, con inquadramento all'art. 22 (Cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, con richiamo alla dichiarazione del produttore di cui agli artt. 20 e 21 del medesimo decreto). La gestione a sottoprodotti dei materiali di scavo è anche a conferma di una corretta elaborazione tecnico-economica del progetto e di un'adeguata valutazione dell'iniziativa sotto il profilo dell'impatto ambientale.

Nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale, le terre da scavo sono in tal modo qualificate come sottoprodotti, in riferimento all'art. 184bis (Sottoprodotto) del DLgs 152/2006 e del DPR 120/2017, e riutilizzate nell'ambito dell'intervento.

L'art. 184-bis del DLgs 152/2006 definisce la fattispecie di "sottoprodotto", distinguendola da quella di "rifiuto", specificando che le condizioni che devono essere soddisfatte perché ciò si realizzi:

a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" (DPR 120/2017), definisce ulteriormente e operativamente la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo.

L'art. 22 del DPR 120/2017 proposto prevede che il rispetto dei requisiti richiesti per la classificazione come sottoprodotto sia attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (secondo le procedure e modalità indicate negli artt. 20 e 21 del medesimo decreto) da trasmettersi almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo.

Nel seguito si anticipano i contenuti della dichiarazione del produttore, ai sensi degli articoli succitati, che dovrà essere svolta dall'impresa esecutrice dei lavori in qualità di produttore:

le modalità e gli esiti della caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo e dei siti di destinazione eseguita nell'ambito dello sviluppo della progettazione;

le quantità di terre e rocce da scavo previste in progetto con la specificazione delle quantità destinate all'utilizzo come sottoprodotti.

le modalità di gestione delle terre e dei materiali e di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte 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. Allo stesso tempo alcune tipologie di materiali identificate quale rifiuto, perché riferite ad operazioni di demolizione e costruzione, sono opportunamente gestiti in impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica, come ad es.: i fanghi di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura degli scavi; il materiale proveniente da demolizioni e smantellamento e/o cernita di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, ecc).

Si evidenzia che la gestione dei materiali è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per la bonifica e preparazione del piano di posa e successiva sistemazione del rilevato stradale. Sono previsti alcuni scavi profondi per le opere di scavalco di viabilità stradale.

Sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

- particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e dalla disposizione dei rilevati stradali;
- contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite (ad es caratteristiche morfologiche, uso del suolo interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati),
- caratteristiche litologiche, con la presenza continua in superficie di terreni con percentuali prevalenti di materiali poco compatti (coltre detritica), e di depositi profondi costituiti principalmente da marne e/o calcari.

Si precisa infine che la gestione delle terre e rocce da scavo, in relazione alle considerazioni qui esposte in premessa, seguirà un unico ambito di cantierizzazione, suddiviso in zone di pertinenza e secondo le fasi di lavorazione previste in progetto. I movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità esistenti, con deposito intermedio posto all'interno delle aree di cantiere a supporto di tutte le lavorazioni.

Secondo il cronoprogramma lavori (rif CAP0001), i tempi della realizzazione dell'opera sono pari a circa 40 mesi (circa 1220 giorni naturali consecutivi).

In allegato al Piano sono riportati:

- Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e conformi alle indicazioni del D.P.R. 120/2017, svolte nella fase progettuale;
- Elaborati grafici con:
 - ubicazione dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale delle terre da scavo, aggiornata alla fase di Progetto Definitivo;
 - ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo, con evidenza delle aree di cantiere e delle viabilità interessate;

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto ha come obiettivo primario il miglioramento dell'itinerario in termini di sicurezza stradale ed è volto all'innalzamento delle performances di velocità di percorrenza. L'intervento è suddiviso in quattro tratte.

Tratto T1: è previsto l'ampliamento della piattaforma stradale esistente;

Tratti T2-T3-T4: sono previsti interventi localizzati di adeguamento plano-altimetrico del tracciato con il miglioramento delle visibilità, inoltre nelle parti adiacenti, dove si mantiene la geometria stradale esistente, sono previsti interventi di manutenzione straordinaria con rifacimento superficiale della pavimentazione e adeguamento della segnaletica e dei dispositivi di ritenuta.

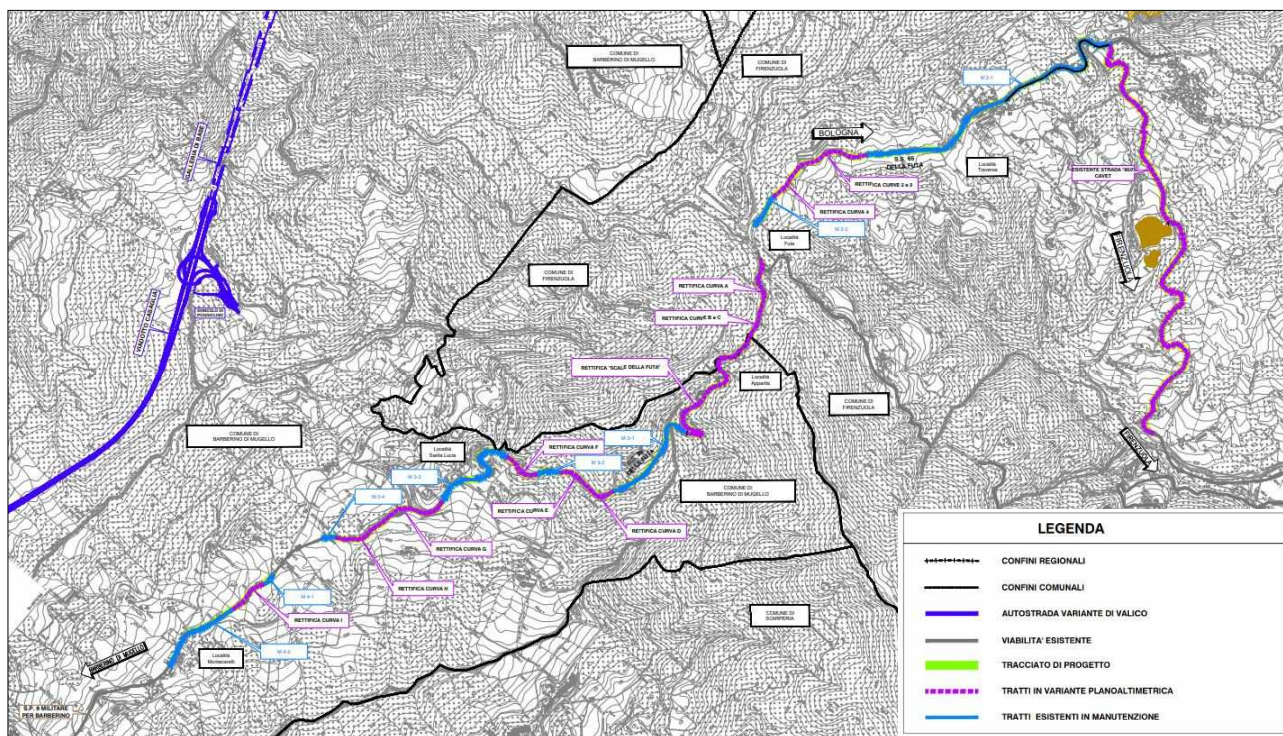


Figura 2-1. Inquadramento del progetto

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio in cui si inserisce il tracciato presenta infatti caratteristiche orografiche montane con piani scoscesi e ambiti boschivi con una conurbazione caratterizzata da nuclei abitativi sparsi. La rete infrastrutturale esistente, caratterizzata da una maglia irregolare, è fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche e insediative.

L'area di intervento si localizza nei Comuni di Barberino di Mugello e Firenzuola lungo la S.R. 65 "della Futa" ed è morfologicamente distinguibile in due settori separati dallo spartiacque del crinale appenninico: il settore meridionale, situato nelle valli dei torrenti Sorcella e Stura, affluenti del Fiume Sieve, sale dall'abitato di Montecarelli (quota 520 m s.l.m.) al Passo della Futa (quota 903 m s.l.m.), mentre il settore settentrionale si sviluppa dal Passo della Futa fino alle località Traversa e Selva (quota 850 m. ca) scendendo poi fino al Torrente Santerno, a quota 480 m, di fronte all'abitato di Castro San Martino. I versanti attraversati dalle viabilità oggetto di intervento sono interessati da vari movimenti franosi di diversa tipologia e con diverso grado di attività che costituiscono uno degli elementi di principale interesse del presente lavoro.

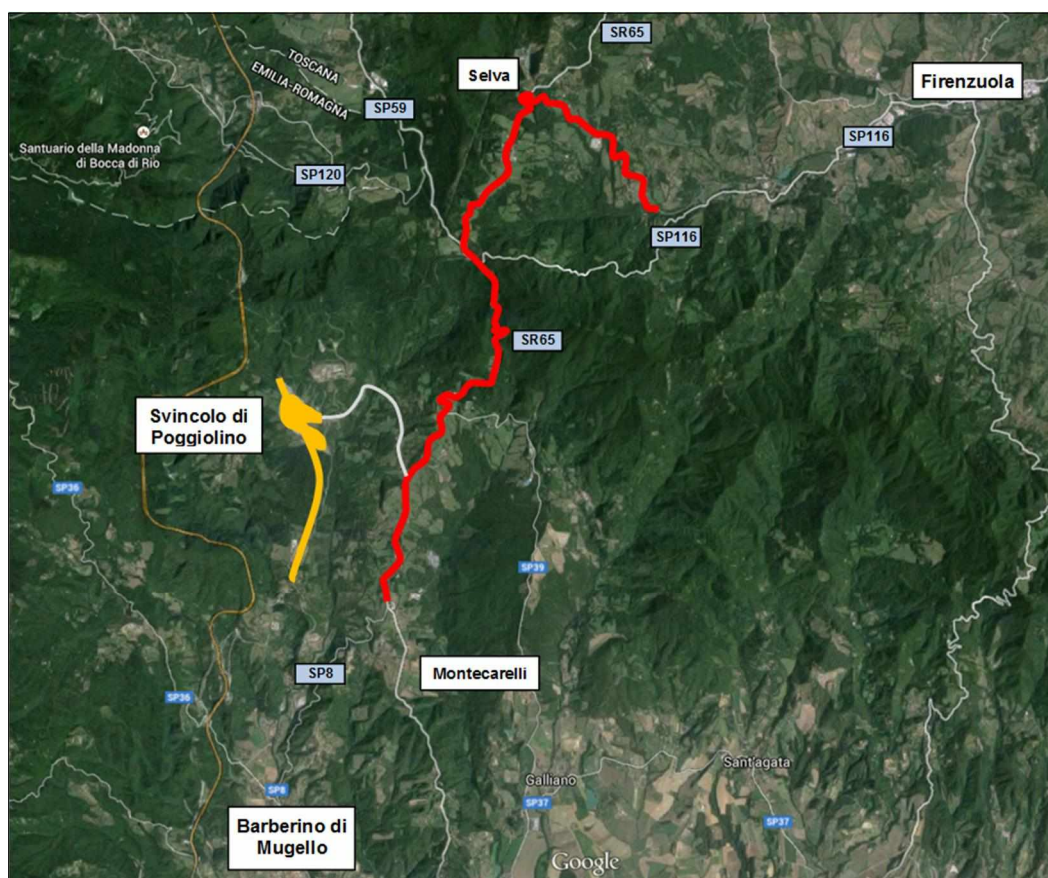


Figura 2-2 Inquadramento territoriale

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il tracciato ha uno sviluppo complessivo di 13+154 km, l'itinerario è suddiviso in quattro tratti.

TRATTO T1 - L=3+531 km

L'intervento si sviluppa sul sedime della viabilità denominata Cavet 850 di cui si prevede l'ampliamento della piattaforma esistente.

TRATTO T2 - L=3+323 km

L'intervento si sviluppa sul sedime della viabilità SS65 "della Futa" dall'intersezione con il Cavet 850 e l'intersezione con itinerario I-1 realizzato nell'ambito dei lavori della Variante di Valico. Il progetto prevede la rettifica di alcune curve e la messa in sicurezza dei tratti intermedi.

TRATTO T3 - L=5+156 km

L'intervento si sviluppa sul sedime della viabilità SS65 "della Futa" dall'intersezione con l'itinerario I-1 alla intersezione in località Montecarelli. Il progetto prevede la rettifica di alcune curve e la messa in sicurezza dei tratti intermedi.

TRATTO T4 - L=1+144 km

L'intervento si sviluppa sul sedime della viabilità SS65 "della Futa" dalla intersezione di Montecarelli fino all'omonimo abitato. Il progetto prevede la rettifica di alcune curve e l'arredo urbano in corrispondenza del centro abitato.

Ad eccezione del tratto T1 ed escluse le curve oggetto di adeguamento plano-altimetrico previste nei vari tratti, per le parti intermedie di ciascuna tratta è previsto il mantenimento della geometria stradale esistente con interventi di manutenzione straordinaria caratterizzati da:

rifacimento degli strati di usura e binder (eventuali risanamenti profondi);

riqualifica delle barriere di sicurezza;
 adeguamento della segnaletica orizzontale e verticale.

I tracciati planimetrici in variante sono caratterizzati da rettili e curve circolari e trattandosi di strada caratterizzata dalla sequenza ravvicinata di curve di breve sviluppo e percorse a basse velocità.

Altimetricamente, trattandosi di interventi di breve estensione, il tracciato di progetto in variante mantiene sostanzialmente le pendenze longitudinali esistenti. Nei tratti di intervento di maggiore estensione e laddove è possibile, la pendenza longitudinale massima è limitata al valore massimo del 10%.

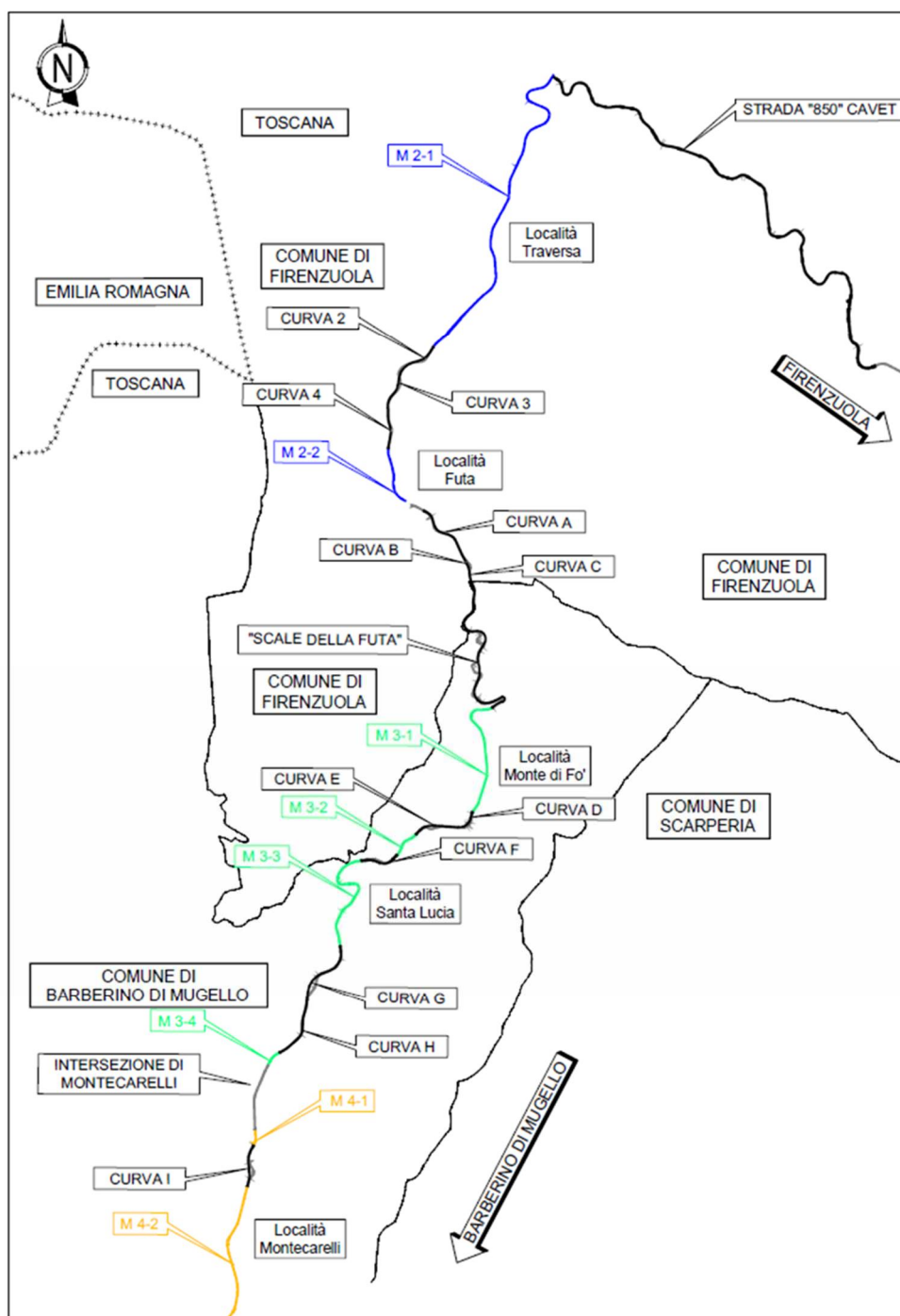


Figura 2-3 Quadro di unione degli interventi

2.2.1 Tratto T1

L'intervento si sviluppa sul sedime della viabilità denominata Cavet 850 ed è caratterizzato dall'ampliamento della piattaforma stradale esistente, da una sezione pavimentata di 7.50 m ad una sezione corrente di 8.50 m. Il tracciato esistente è caratterizzato da una elevata tortuosità plano-altimetrica, con pendenze longitudinali che superano il 10%. La lunghezza complessiva è di L= 3+531 km.

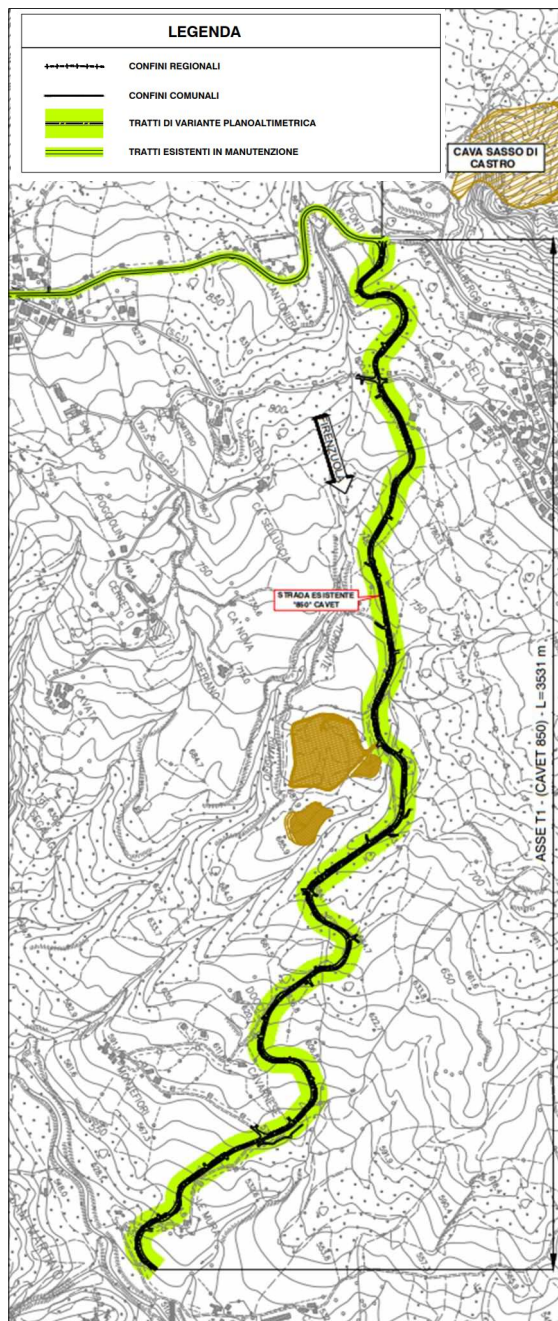


Figura 2-4. Tratto T1

L'adeguamento delle pendenze trasversali in curva è generalmente sviluppato mantenendo invariate le quote del ciglio interno curva. In corrispondenza delle riprofilature altimetriche puntuali è previsto l'adeguamento delle pendenze trasversali per l'intera estensione del tratto oggetto di variante altimetrica. La variazione della pendenza trasversale dalla curva al rettifilo (in genere pendenza esistente) dovrà verificare il criterio della sovrappendenza longitudinale massima al ciglio.

Trattandosi di un intervento di ampliamento, il tracciato di progetto ripercorre l'andamento attuale con rettili e curve circolari che ricercano la geometria d'asse esistente compatibilmente col lato da ampliare.

2.2.2 Tratto T2

L'intervento è caratterizzato dalla rettifica di alcune curve, in genere di estensione limitata, al fine di ridurre la tortuosità dell'itinerario ed incrementare la velocità di percorrenza. Il tracciato del tratto T2 comprende le curve C2, C3 e C4 per un'estensione totale di L=3+323 km.

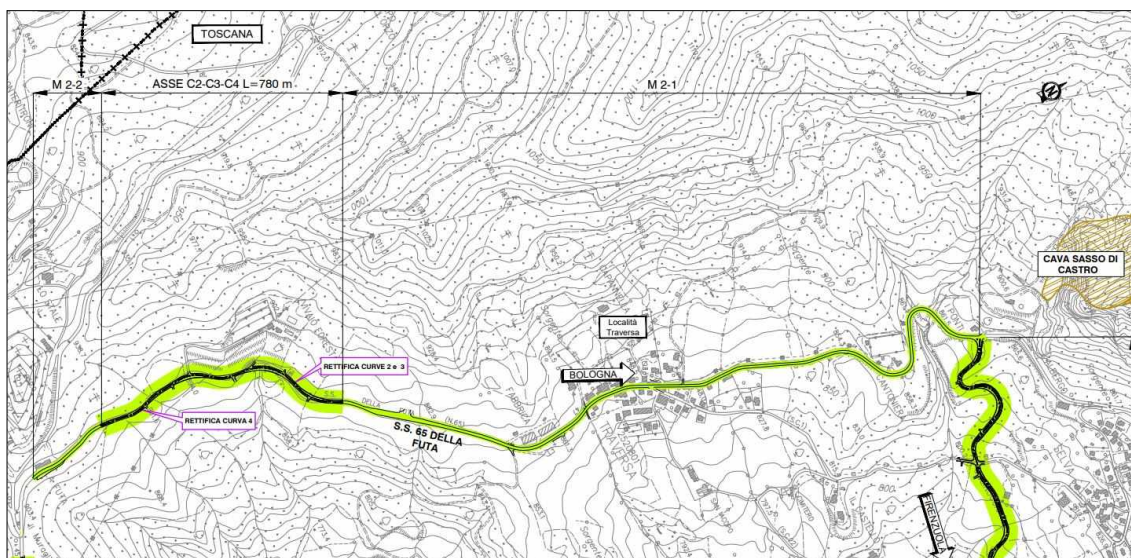


Figura 2-5. Tratto T2

2.2.3 Tratto T3

L'intervento è caratterizzato dalla rettifica di alcune curve al fine di ridurre la tortuosità dell'itinerario ed incrementare la velocità di percorrenza. Il tracciato del tratto T3 comprende le curve CA, CB, CC, SCALE FUTA, CD, CE, CF, CG e CH per un'estensione totale di L=5+156 km.

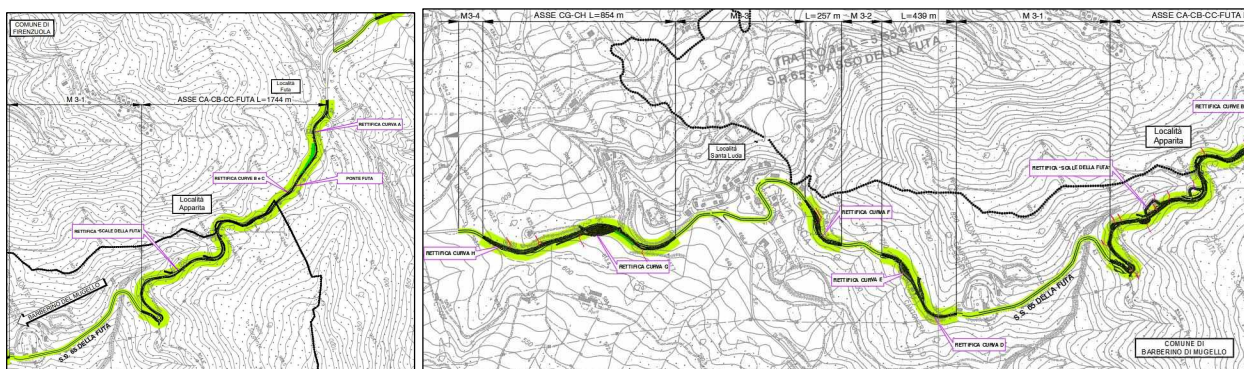


Figura 2-6. Tratto T3

2.2.4 Tratto T4

L'intervento è caratterizzato dalla rettifica di alcune curve al fine di ridurre la tortuosità dell'itinerario ed incrementare la velocità di percorrenza. Il tracciato del tratto T4 comprende le curve CI per un'estensione totale di L=1+144 km



Figura 2-7. Tratto T4

2.2.5 Margini esterni e pacchetti pavimentazione

Di interesse per la gestione degli scavi sono le sezioni tipo stradali previste e le lavorazioni sui margini stradali e per la realizzazione dei diversi pacchetti di pavimentazione.

Le sezioni tipo si distinguono, in funzione dei tratti, in due tipologie:

- Tratto T1 (Cavet): sezione tipo in ampliamento di larghezza L=8.50 m;
- Tratti T2, T3, T4: sezione tipo rettifica curve di larghezza L=8.00 m.

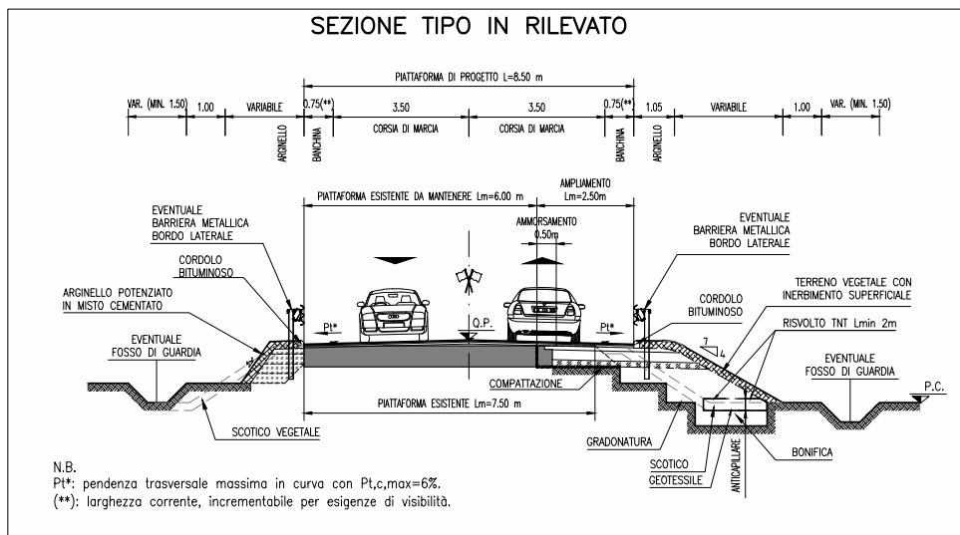


Figura 2-8. Sezione tipo in rilevato ampliamento Cavet



Figura 2-9. Sezione tipo a mezza costa ampliamento Cavet

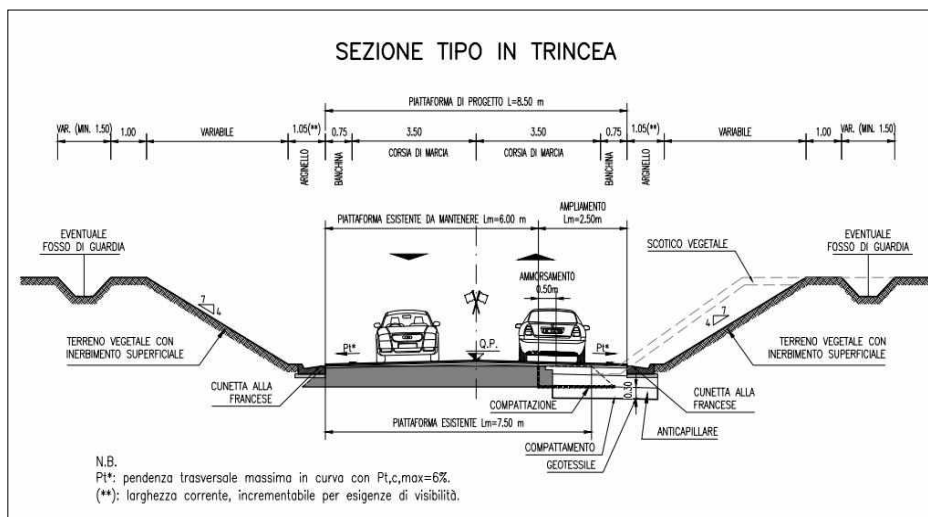


Figura 2-10. Sezione tipo in trincea ampliamento Cavet

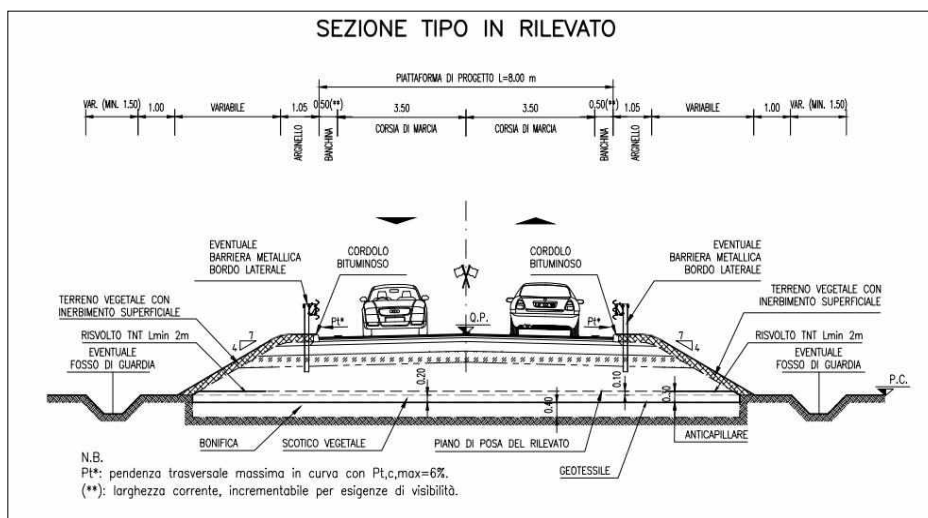


Figura 2-11. Sezione tipo in rilevato rettifica Curve

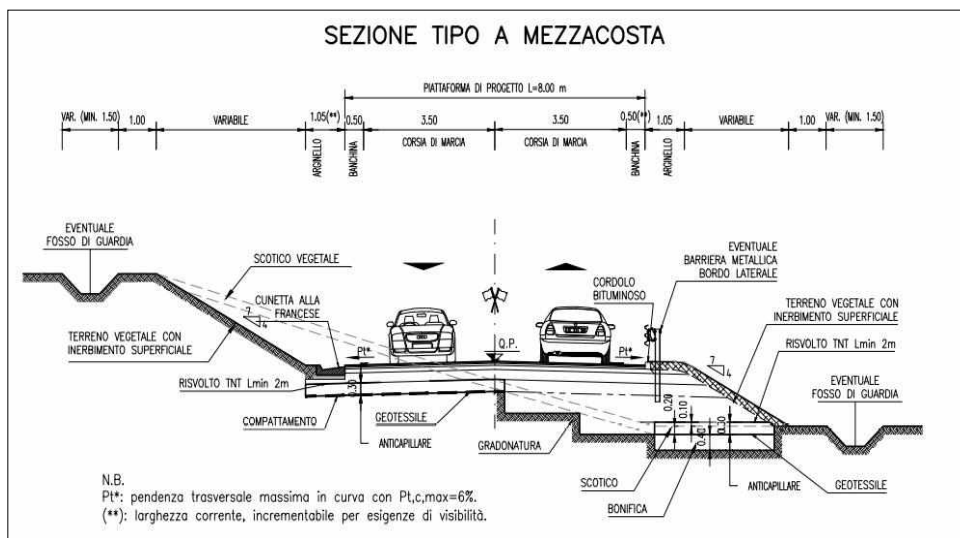


Figura 2-12. Sezione tipo a mezza costa rettifica Curve

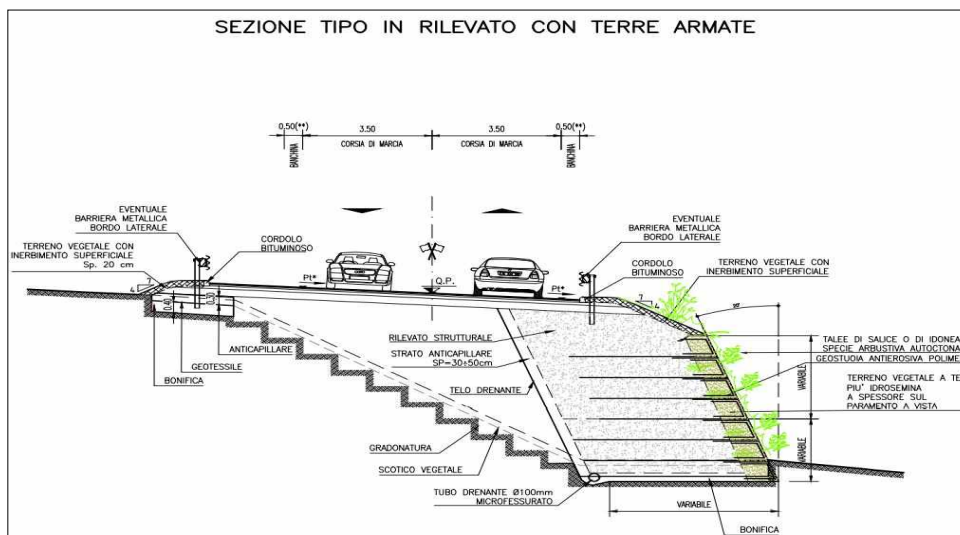


Figura 2-13. Sezione tipo in rilevato con terre armate rettifica Curve

Nei tratti in rilevato, lungo i margini esterni, sono previsti arginelli inerbiti da 1.05 m (larghezza adeguata all'installazione di eventuali dispositivi di sicurezza), mentre nei tratti in trincea è prevista l'installazione di cunette alla francese. Le scarpate di progetto, sia in rilevato che in trincea, sono previste con una pendenza massima del 7/4.

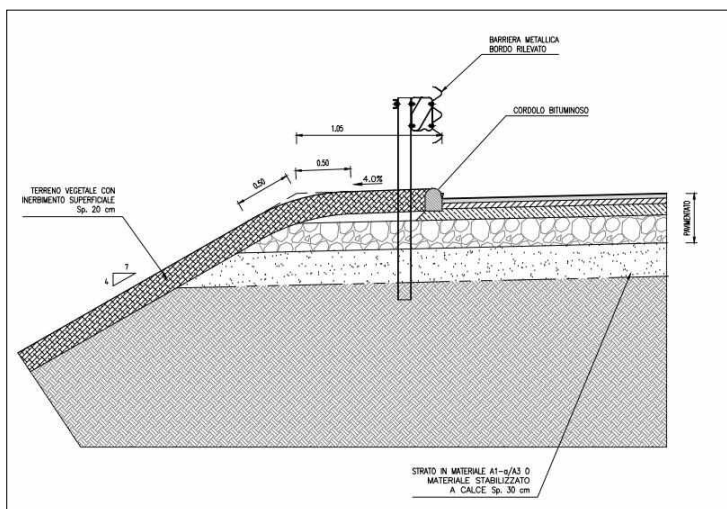


Figura 2-14. Margine esterno in rilevato nei tratti di progetto

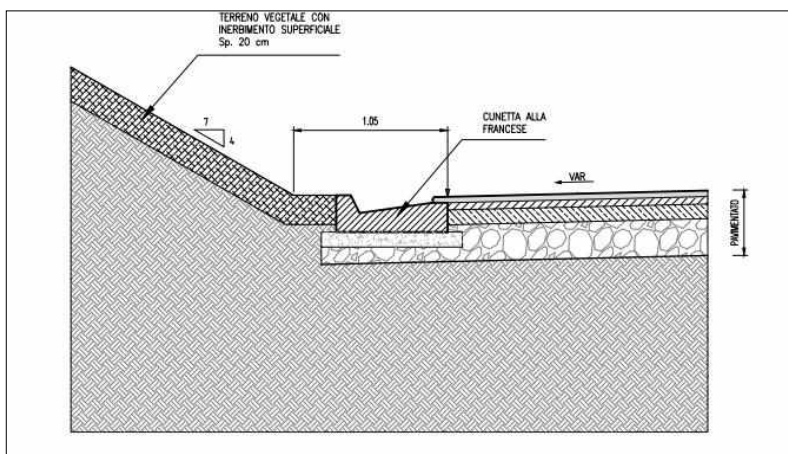


Figura 2-15. Margine esterno in trincea nei tratti di progetto

Nei tratti di progetto, dove si conserverà il ciglio esistente, sarà prevista la riqualifica dell'arginello, in misto cementato, per l'installazione delle barriere secondo la schematizzazione di seguito riportata.

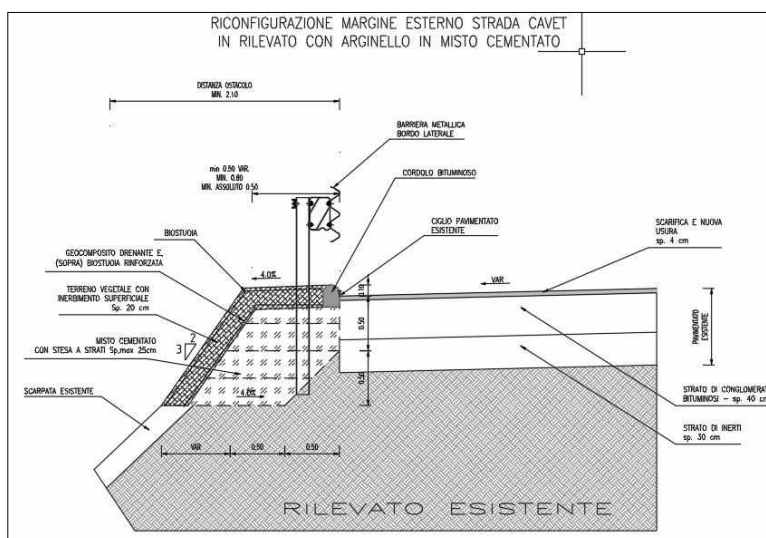


Figura 2-16. Margine esterno in rilevato nei tratti di progetto in cui si conserva il ciglio esistente

Nei tratti di manutenzione (M2-1, M2-2, M3-1, M3-2, M3-3, M3-4, M4-1 e M4-2) dove sarà previsto l'installazione di nuove barriere di sicurezza, sarà riqualificato l'arginello con misto cementato secondo lo schema riportato di seguito.

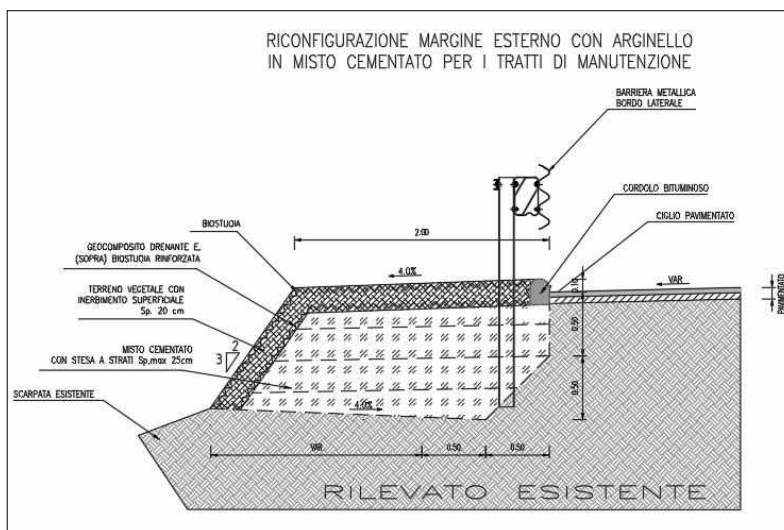


Figura 2-17. Margine esterno in rilevato nei tratti di manutenzione in cui si conserva il ciglio esistente

Relativamente ai pacchetti di pavimentazione, di seguito le indicazioni di quelli previsti nel progetto per le diverse situazioni:

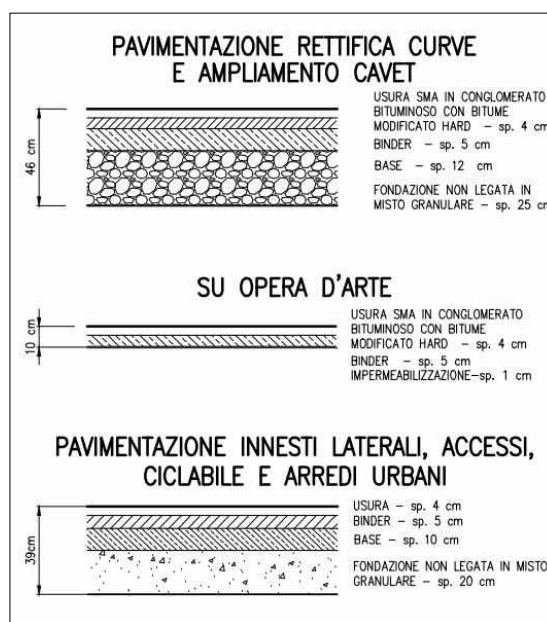


Figura 2-18. Pavimentazioni

Trattandosi di un intervento di ampliamento (tratto T1) e di rettifica di curve (tratti T2, T3, T4) si mantiene sostanzialmente l'andamento altimetrico esistente, ad eccezione di alcune puntuali riprofilature previste al fine di migliorare i raccordi altimetrici. Nei tratti in progetto, e dove non sarà previsto il rifacimento dell'intero pacchetto di pavimentazione, i dislivelli di quote, rispetto all'esistente, saranno gestiti con l'inserimento di imbottiture di solo binder o di binder più base in funzione del dislivello da compensare (valore max 40 cm di imbottitura di base). In funzione delle modifiche altimetriche saranno ridefiniti gli accessi laterali e gli innesti secondari presenti lungo i tratti.

2.2.6 Aree parcheggi

Nell'ambito dell'intervento è prevista la progettazione di tre parcheggi a raso collocati all'interno del tratto T3:

- Parcheggio Monte di Fo;
- Parcheggio Monte di Fo sud (Curva D);
- Parcheggio Santa Lucia.

Le aree oggetto dei presenti interventi sono attualmente inquadrate come piazzali adibiti alla sosta dei mezzi.

2.3 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Tutte le opere d'arte sono caratterizzate unicamente da **lavorazioni di scavo all'aperto**. L'opera maggiore prevista in progetto è il Ponte sulla Futa. Tra gli altri interventi minori da eseguire invece sono previste, presso ciascuna delle curve di progetto, le realizzazioni di muri di controripa e da muri di sostegno. Gli MC sono generalmente costituiti da berlinesi di micropali rivestite e/o paratie di pali eventualmente tirantate, in corrispondenza dei fenomeni gravitativi che insistono sul tracciato. Di interesse inoltre, ai fini della gestione degli scavi, sono da evidenziare gli interventi idraulici (ad e s tombini e presidi).

2.3.1 Ponte Futa

Il viadotto, in corrispondenza della curva B nel tratto T3, è di nuova costruzione ed è composto da una campata singola per una lunghezza complessiva pari a 33.0 m misurati in asse spalle; ha uno sviluppo pressoché rettilineo ed è caratterizzato da una sezione trasversale avente una pendenza pari a circa 2.5%.

Nella figura **seguente** è rappresentato il profilo longitudinale del viadotto in esame, in asse tracciato.

La tipologia di fondazione è stata scelta in funzione della posizione delle opere in progetto, dell'entità dei carichi agenti a livello di imposta delle fondazioni e della natura dei terreni presenti. Si prevedono in particolare:

- Spalla A (SPA): n° 1 pozzo a pianta circolare $\Phi 6.00$ m e $L=10.0$ m
- Spalla B (SPB): n° 1 pozzo a pianta circolare $\Phi 6.00$ m e $L=8.0$ m

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali a codifica APE.

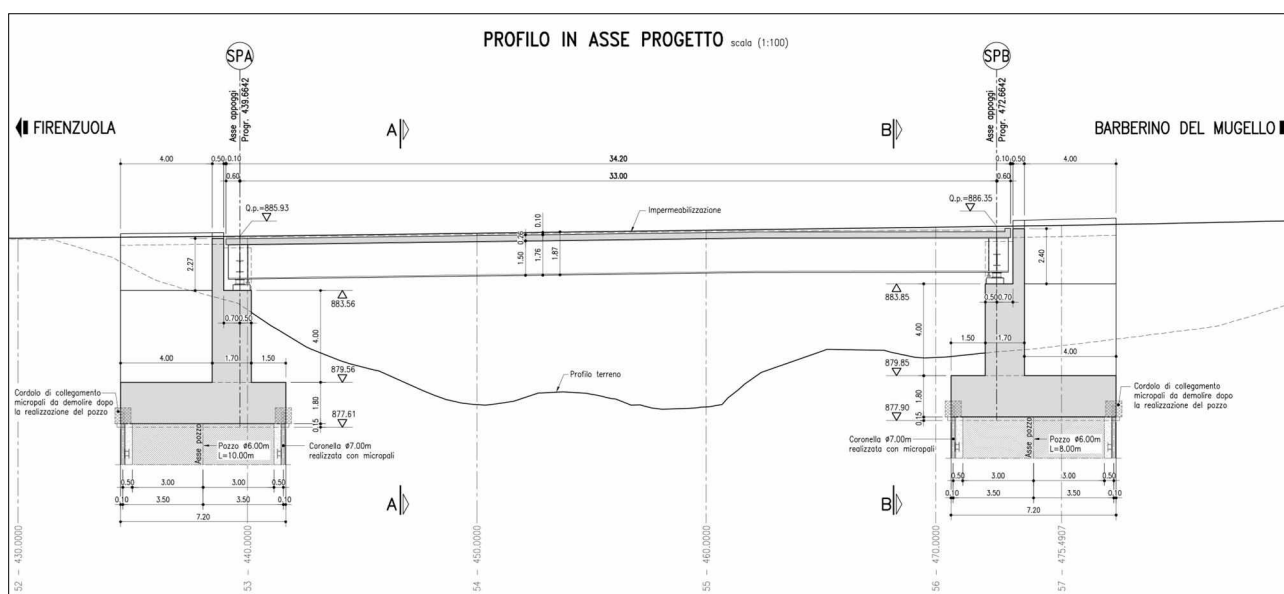


Figura 2-19 Profilo Longitudinale "Ponte della Futa"

2.4 AREE CANTIERI

Per quanto riguarda l'organizzazione dei cantieri si è scelto di dividere l'intervento in 6 zone come di seguito riportato:

- Zona 1 – Zona lavori del Tratto 1 (Strada CAVET)
- Zona 2 – Zona lavori di rettifica delle curve 2, 3 e 4
- Zona 3 – Zona lavori di rettifica delle curve A, B, C e delle "Scale della Futa"
- Zona 4 – Zona lavori di rettifica delle curve D, E e F, e località Monte di Fo
- Zona 5 - Zona lavori di rettifica delle curve G e H, e località Santa Lucia
- Zona 6 - Zona lavori del Tratto 4 (località Montecarelli)

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono stati individuati, dopo un'attenta analisi del territorio, un campo base/cantiere operativo, n.5 cantieri operativi e n.4 aree di supporto. Il campo base sarà trasversale a tutte e sei le zone, mentre i cantieri operativi e le aree di supporto saranno utilizzati di prevalentemente per i lavori che ricadono nella zona in cui è stata collocata l'area stessa.

Sono complessivamente 10 aree, opportunamente ubicate e di seguito sono riportate le zone di pertinenza:

- Zona 1 – Campo base/Cantiere Operativo n. 1
- Zona 2 – Cantieri Operativi n.2 e 11, ed Area di Supporto n.3
- Zona 3 – Cantiere Operativo n.4 e Aree di Supporto n.5-6
- Zona 4 – Area di Supporto n.7, oltre ai Cantieri Operativi n.4 e 9
- Zona 5 – Cantiere Operativo n.9
- Zona 6 – Cantiere Operativo n.10

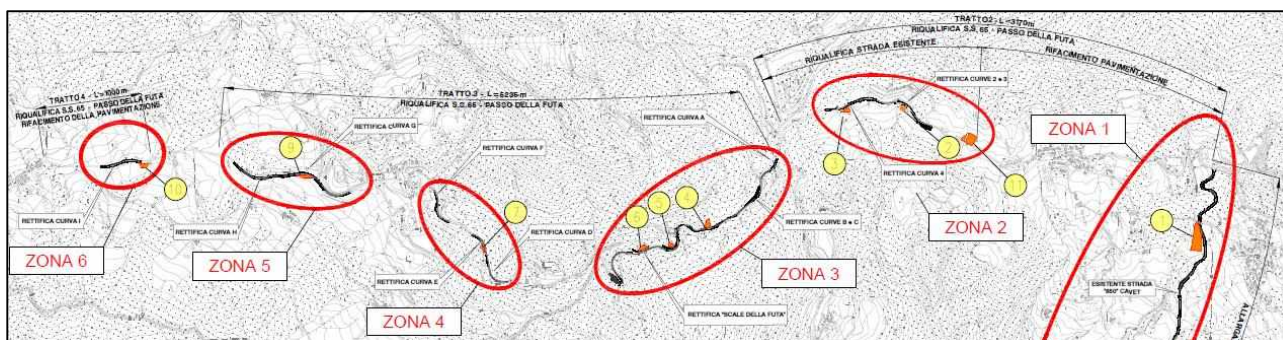


Figura 2-20 Quadro di insieme della cantierizzazione (stralcio da CAP0200)

Il campo base sarà trasversale a tutte le tratte di intervento, mentre i cantieri operativi e le aree di supporto saranno utilizzati solamente per i lavori che ricadono nella zona o tratta in cui è stata collocata l'area stessa.

All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo, che dovranno essere reperiti sul territorio.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle aree con una descrizione sintetica degli apprestamenti previsti, con l'indicazione della superficie complessiva in mq interessata.

Per approfondimenti e dettagli si rimanda agli elaborati specifici di progetto a codifica CAP.

Tabella 2-1 Elenco delle aree di cantiere

#	Tratto	Cantiere	Comune	Superficie (mq)	Apprestamenti principali di cantiere	Riferimento zona di intervento (da CAP0200)
1	T1	Campo base e	Firenzuola	8.800	uffici, mensa, zona raccolta rifiuti, deposito materiali e attrezzature, serbatoi, area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo,	Zona 1

#	Tratto	Cantiere	Comune	Superficie (mq)	Apprestamenti principali di cantiere	Riferimento zona di intervento (da CAP0200)
		cantiere operativo			area di deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area	
2	T2	cantiere operativo	Firenzuola	925	area di deposito dello scotico di cantiere	Zona 2
3	T2	area di supporto	Firenzuola	1.200	area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo,	Zona 2
4	T3	cantiere operativo	Barberino di Mugello	1.600	deposito materiali e attrezzature, area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo, area di deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area	Zona 3
5	T3	area di supporto	Barberino di Mugello	750	area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo,	Zona 3
6	T3	area di supporto	Barberino di Mugello	1.130	area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo,	Zona 3
7	T3	area di supporto	Barberino di Mugello	430	area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo,	Zona 4
9	T3	cantiere operativo	Barberino di Mugello	1.550	deposito materiali e attrezzature, area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo, area di deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area	Zona 4
10	T3	cantiere operativo	Barberino di Mugello	1.430	deposito materiali e attrezzature, area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo, area di deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area	Zona 5
11	T4	cantiere operativo	Firenzuola	2.850	deposito materiali e attrezzature, area di deposito intermedio del materiale di scavo in attesa di riutilizzo, area di deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area	Zona 6

Per il dettaglio degli scavi, dei riporti e dei depositi si rimanda alle tavole e sezioni di CAP0300, per il campo base nel tratto T1, e di STD4124÷4126 (per i cantieri operativi e le aree di supporto).

Le pavimentazioni delle aree di cantiere destinate alla logistica ed operatività saranno costituite come rappresentato in figura a seconda delle diverse superfici di utilizzo:



Figura 2-21 Particolare pavimentazione aree di cantiere (da CAP200)

Nell'ambito della cantierizzazione la profondità media dello scotico vegetale è di circa 30 cm.

In tutte le aree di cantiere operativo, ad esclusione di quelle di supporto, è previsto il solo scotico superficiale per la sistemazione e l'adeguamento del piano con materiali misto da cava e nel caso del campo base una parte delle aree con pavimentazione in conglomerato bituminoso, misto ecc. Il materiale escavato sarà conservato all'interno delle stesse aree e riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime. Al termine dell'operatività dei cantieri, saranno rimosse infatti le pavimentazioni, i

sottofondi, le opere fondali delle baracche di cantiere, le recinzioni e le reti tecnologiche realizzate. Effettuate le operazioni di demolizione e raggiunti gli strati naturali del terreno, sarà prevista una preliminare verifica ambientale dello stato dei luoghi (si veda capitolo 7) prima di operare nella sistemazione definitiva con il materiale presente in duna o cumulo perimetrale.

2.4.1 Aree di deposito intermedio dei materiali di scavo

Tutte le 10 aree di cantiere sono individuate anche come aree di deposito intermedio dei materiali di scavo ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 120/2017. Dall'elenco delle aree di deposito è escluso il cantiere di supporto n° 7, la cui posizione e superficie non consente la logistica dei movimenti terra.

Come già riportato, nella realizzazione propedeutica dei cantieri operativi, sono previste le operazioni di scotico superficiale, con la conservazione del materiale escavato in duna o cumulo perimetrale all'interno delle aree stesse. Sono infatti individuate superfici dedicate a questa modalità deposito. All'interno delle stesse aree sono presenti siti di deposito intermedio del materiale, prodotto nei diversi interventi lungo la tratta, in attesa di essere riutilizzato nell'ambito delle realizzazioni delle opere, quale approvvigionamento di sottoprodotti. Le modalità di gestione sono indicate nel capitolo dedicato.

Nella tabella seguente si elencano le aree destinate ai depositi intermedi previsti.

Tabella 2-2 Elenco dei depositi intermedi in attesa di riutilizzo previsti

#	Tratto	Cantiere	Deposito scavi
1	T1	Campo base e cantiere operativo	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo, deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area
2	T2	cantiere operativo	deposito dello scotico di cantiere
3	T2	area di supporto	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo
4	T3	cantiere operativo	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere
5	T3	area di supporto	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo
6	T3	area di supporto	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo
7	T3	area di supporto	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo
9	T3	cantiere operativo	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere
10	T3	cantiere operativo	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere
11	T4	cantiere operativo	deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere

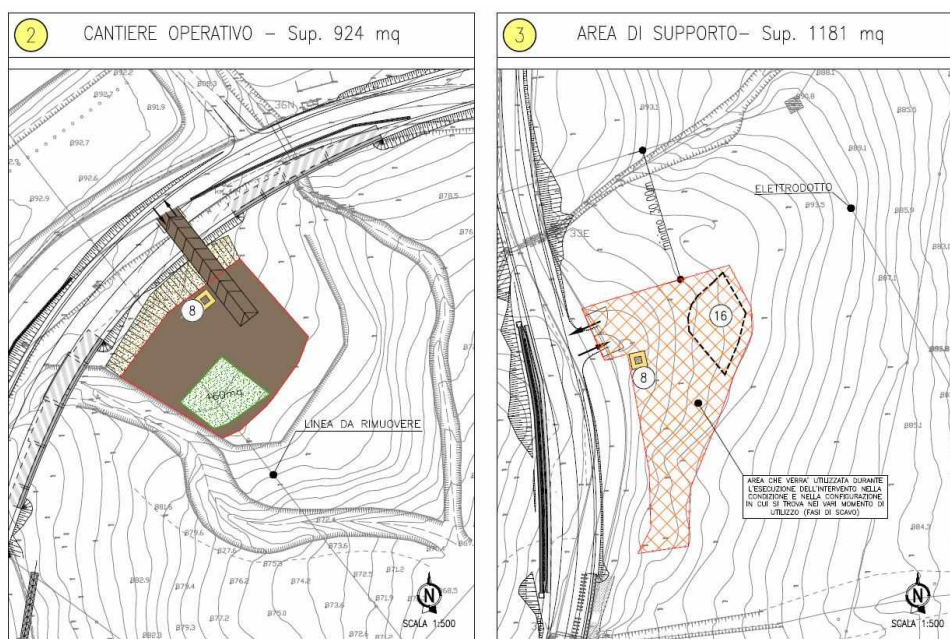


Figura 2-22 Stralcio planimetrico da CAP0200 su alcuni apprestamenti e disposizioni dei depositi scavi

2.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

2.5.1 Inquadramento geologico

L'area di studio si situa a cavallo del crinale principale appenninico che rappresenta un esteso spaccato della parte centrale dell'Appennino toscano - romagnolo.

L'Appennino settentrionale, in cui si inserisce il settore toscano - romagnolo, è costituito da una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni (i termini interno ed esterno si riferiscono alla polarità della deformazione orogenetica). Questo settore di catena è costituito da unità tettoniche riferibili ai domini ligure e toscano.

I movimenti tettonici che hanno portato alla formazione dell'orogene, benché continui nel tempo, possono essere distinti in alcuni periodi (fasi tettoniche), che hanno lasciato una impronta strutturale riconoscibile. Per questa porzione della catena le unità riconosciute si sono strutturate a partire dalla fase orogenetica mesoalpina (Eocene medio).

In particolare, considerando l'orogene dall'alto verso il basso, sono state riconosciute:

UNITÀ TETTONICHE LIGURI

Unità Monghidoro, costituita dalle formazioni di Monte Venere e Monghidoro; si tratta di flysch del dominio ligure di età compresa tra il Campaniano superiore e il Paleocene; questa Unità corrisponde a parte della Successione della Val Rossenna Auctt. e generalmente costituisce l'Unità ligure più alta;

Unità Leo, costituita dai "complessi di base" liguridi Auctt., in particolare dalle Argille a Palombini, a cui sono strettamente associati lembi ofiolitici; questa successione, ad eccezione dei corpi ofiolitici di età giurassica medio-superiore, copre un intervallo temporale compreso tra l'Aptiano e il Campaniano inferiore;

Unità Morello, costituita dal flysch calcareo marnoso della Formazione di Monte Morello (Eocene inferiore-medio) e da successioni scistose con torbiditi arenacee, calcarenitiche e calcari delle formazioni di Sillano e Pietraforte (Cretaceo-Eocene inferiore).

Le Unità sopra menzionate sono regionalmente delimitate da superfici tettoniche con giacitura a basso angolo e si presentano sempre intensamente tettonizzate.

UNITÀ TETTONICHE TOSCANE

Unità Sestola-Vidiciatico, costituita da una base ad affinità ligure e subligure di età cretaceo-paleocenica (Unità Argilloso-Calcareo) e da una parte superiore ad affinità epiligure o toscana (Brecce Argillose Poligeniche e Argille di Fiumalbo) di età compresa tra l'Eocene medio e il Miocene inferiore; sulla base delle litologie e delle età dei terreni più recenti e di correlazioni e considerazioni a scala regionale, questa Unità è interpretata come la più interna del dominio toscano; in quest'area non affiora la base geometrica; ove affiorante, questa Unità è in contatto tettonico sulle Arenarie del Monte Cervarola Auctt. (alto Appennino Bolognese) e sulla Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (alta valle del Santerno).

Unità Cervarola rappresenta l'unità più profonda di questo settore di catena in quanto sovrascorsa dall'Unità Sestola Vidiciatico e dalle Unità tettoniche Liguri. Successivi episodi deformativi della strutturazione appenninica hanno poi portato questa unità ad occupare una posizione sommitale con il sovrascorrimento dell'unità Cervarola sui terreni dell'Unità Sestola-Vidiciatico.

Al suo interno sono state distinte due sottounità:

Sottounità Acquerino e Sottounità Torrente Carigiola, costituite da una base di terreni marnosi emipelagici (marne varicolori di Villore) (Chattiano - Aquitaniano) e dalle successioni flyschoidi arenaceo pelitiche della formazione dell'Acquerino (Chattiano-Burdigaliano) e della formazione del Torrente Carigiola (Aquitaniano).

DEPOSITI QUATERNARI

Oltre alle unità formazionali sopra riportati si devono considerare nella porzione superiore della sequenza stratigrafica i depositi superficiali, alluvionali, di versante e di frana.

Depositi superficiali

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua; i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche

morfologiche litologiche e tessiturali. Nella zona di studio sono presenti i depositi di versante, i depositi di frana ed i depositi alluvionali di seguito descritti.

Depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati

I depositi alluvionali sono sedimenti legati ai corsi d'acqua e pertanto sono contraddistinti da granulometria variabile e dipendente dall'energia del flusso idrico che ne ha determinato l'accumulo. Granulometricamente i depositi sono costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici di forma arrotondata, immersi in matrice sabbiosa debolmente limosa. Nell'area sono presenti sia depositi alluvionali in evoluzione (all'interno del corso d'acqua) che depositi alluvionali terrazzati che si collocano a quote superiori all'attuale alveo del Torrente Santerno che li ha generati.

Depositi di versante

Accumuli eterogenei di materiali eterometrici ed eterogenei in matrice argilloso-limoso-siltosa presenti sui versanti.

Depositi di frana attiva, quiescente ed antica

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti crolli o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso - sabbiosa. La tipologia, le estensioni e gli spessori di questi depositi, argomento principale di questo studio, sono illustrate in un capitolo apposito della presente relazione.

2.5.2 Inquadramento geomorfologico

Un elemento geomorfologico di primaria importanza è rappresentato sicuramente dalle frane, che interessano diffusamente l'area di studio. Le tipologie più frequenti sono lo scivolamento ed il colamento mentre le frane di crollo risultano meno diffuse. Il grado di attività è stato valutato attraverso lo studio di foto aeree di varie finestre temporali e dall'attività di rilevamento e controllo in sito.

Ampie e numerose sono anche le frane quiescenti, intendendo con questo termine le frane che non mostrano segnali di attività ma per le quali sussistono probabilità di riattivazione perché le cause che le determinano non sono venute meno. Infatti, considerando una scala temporale più ampia o se in presenza di fenomeni meteorici particolarmente intensi, terremoti o interventi antropici non correttamente concepiti, anche le frane quiescenti presentano una chiara propensione alla riattivazione. I terreni a prevalenza argillitica, le loro coltri di alterazione ed i depositi sciolti con presenza di matrice argillosa ed argilloso siltosa (frane e detriti) sono frequentemente interessati da difficoltà di drenaggio e, soprattutto sui versanti con blanda pendenza o nelle zone con contropendenze, sono spesso sede di ristagni: queste caratteristiche possono favorire l'attivazione o l'accelerazione di movimenti franosi sia di coltre che più profondi.

Sono diffusi i fenomeni di soliflusso che si impostano sia su frane quiescenti che su formazioni subaffioranti: le aree interessate da questi fenomeni devono essere trattate con cautela a causa della possibile evoluzione dei fenomeni, infatti si tratta di contesti del tutto equiparabili alle frane di coltre o superficiali.

I fossi in erosione possono concorrere all'attivazione o accelerazione di dissesti, mentre i cigli acclivi dei torrenti (forre) e le scarpate attive sono suscettibili all'instaurarsi di fenomeni franosi. Si sottolinea inoltre come il regime torrentizio che caratterizza tutti i corsi d'acqua presenti possa, in concomitanza di eventi piovosi intensi o comunque concentrati, determinare un'accelerazione dei fenomeni erosivi e di dissesto lungo sponde.

Settore Montecarelli – Passo della Futa

Questo settore è caratterizzato, nella parte sud, da una prevalenza di litologie argillitiche (SIL) con subordinati lembi di ofioliti (OFI, calcari marnosi (MLL) e arenarie (PTF), e da litologie arenaceo-pelliche salendo verso il passo della Futa (AQR1, TCG1). Le morfologie variano pertanto da versanti con blande pendenze a versanti piuttosto acclivi e con forme incise. Numerosi dissesti interessano tutta l'area e le caratteristiche dei movimenti sono per lo più riconducibili a fenomeni di scivolamento e colamento.

Frane di crollo sono subordinatamente presenti lungo i rilievi arenacei. In generale, come si evince per altro da vari dati raccolti, i movimenti sembrano piuttosto lenti anche se accelerazioni sono possibili soprattutto in concomitanza di fattori quali eventi meteorici eccezionali o concentrati, eventi sismici, attività antropica mal concepita. Sono presenti inoltre contropendenze, diffusi soliflussi, sia su frane quiescenti che sui terreni subaffioranti, e zone con cattivo drenaggio e ristagni. Per questi elementi valgono le considerazioni espresse

in precedenza. Nel settore dove affiorano le Unità Tettoniche Toscane (AQR1 e TCG1) sono presenti scarpate attive i cui cigli sono talora interessati da fenomeni di dissesto non cartografabili (zona Monte di Fò).

Settore Passo della Futa – Torrente Santerno

Dal Passo della Futa fino al fondovalle del Torrente Santerno sono presenti terreni appartenenti alle Unità Tettoniche Liguri e Toscane sia a prevalenza argillitica (APA, AVC), che calcareo/arenacea (MOV e MOH, TCG1 e CDP) ed ofiolitica. I versanti sono interessati da ampie frane prevalentemente quiescenti, talora coalescenti, probabilmente imputabili a movimenti complessi. Il tratto di versante compreso tra Traversa e Selva è caratterizzato dalla presenza di depositi quiescenti ed attivi; gli areali attivi (sensu precedentemente definito) sono di varia dimensione, da piccoli dissesti all'interno dei depositi quiescenti, ad areali estesi. Nei pressi della viabilità oggetto di intervento, in particolare lungo il tracciato della strada 850 (v. Planimetria geomorfologica in scala 1:2000), gli ampi depositi di frana attiva, così classificati secondo i criteri più volte ricordati, sono probabilmente in parte formati da una serie di dissesti di minore dimensione tra loro coalescenti, come intuibile dalla numerosa serie di corone di frana attiva presenti. Gli spessori di queste frane sono da ritenersi estremamente variabili; si ricorda comunque che il monitoraggio inclinometrico predisposto durante le attività di indagine per il Progetto della Galleria Serventi (ex Poggione) ha mostrato deformazioni attive a profondità superiori ai 60 metri in un corpo di frana collocato alla base di un crinale minore, a valle della strada della Futa, che scende sul Torrente Santerno (Carta dei Movimenti Franosi - scala 1:5000, zona dei sondaggi IG8 ed IG8bis, località Pian di Guidoni). Molto frequenti sono le contropendenze riconosciute all'interno dei depositi di frana e le zone di ristagno. Per i depositi di frana presenti in questo settore valgono ovviamente tutte le considerazioni e cautele espresse nel precedente paragrafo.

Sono molto diffusi i fenomeni di soliflusso che si impostano sia su frane quiescenti che sui terreni del substrato e per i quali valgono le considerazioni di cautela più volte ricordate.

Sono inoltre presenti fossi in incisione e fossi e torrenti con orli di scarpata molto acclivi (forre). L'azione di scalzamento operata dalle acque incanalate può favorire l'instaurarsi o l'evoluzione di dissesti.

Si ricorda infine che:

nel settore del rilievo del Sasso di Castro è presente un'ampia falda di detrito ai piedi dell'ammasso ofiolitico ed interessante sia la viabilità della Futa che l'abitato di Selva. Questo detrito è stato distinto in quiescente ed attivo con significato analogo a quello delle frane. Le scarpate attive a monte della falda sono da considerarsi sede di possibili distacchi di blocchi (frane di crollo) e tutta l'area va considerata con cautela.

lungo la strada 850 CAVET si rileva la presenza di due aree di deposito antropico (in località "La Fossaccia") ed in particolare:

- l'area più a nord è stata utilizzata nel recente passato come area di deposito temporaneo di materiale di smarino provenienti da alcune gallerie in costruzione ed è già stato oggetto di rimodellamento ambientale;
- l'area più a sud è tuttora oggetto di attività di deposito/estrazione, che ha portato a repentini cambi morfologici.

2.5.3 Inquadramento idrogeologico

La circolazione dell'acqua nel sottosuolo deriva principalmente dalle caratteristiche litologiche e strutturali delle formazioni geologiche presenti. Idrogeologicamente i terreni non lapidei (coltri detritiche e di frana, depositi alluvionali) presentano una permeabilità primaria dove la granulometria dei depositi condiziona la porosità efficace (fusi granulometrici grossolani risultano maggiormente permeabili dei fusi granulometrici fini). Gli ammassi rocciosi sono caratterizzati da permeabilità secondaria. Litologicamente le formazioni presenti nell'area, riconosciute sia in affioramento sia individuate al di sotto delle estese coltri detritiche tramite sondaggio, sono distinguibili in due grandi categorie, rocce a prevalenza argillitica (SIL, APA, AVC, MVV, AGA) e rocce a prevalenza calcareo-marnosa (MLL), arenacea ed arenaceo-pelitica (MOH, MOV, PTF, TCG1, AQR1, CDP, FIU1) od ofiolitica (OFIb ed OFIβ).

Le caratteristiche litologiche influiscono sul comportamento idrogeologico delle diverse formazioni assieme alla presenza di strutture tettoniche (faglie, sovrascorrimenti) ed alla conseguente fratturazione che influenza la permeabilità degli ammassi.

Permeabilità per porosità

Depositi alluvionali (B1 e B) con $10^{-5} < k < 10^{-3}$ m/s;

Depositi di versante e/o depositi di frana (a1, a2, a3) con $10^{-6} < k < 10^{-4}$ m/s.

Permeabilità per fratturazione

I terreni ascrivibili alle unità a flysch con prevalente componente arenacea (AQR1, MOH, CDP) sono caratterizzati da permeabilità secondaria per fratturazione, che si attesta su bassi valori ($10^{-7} < k < 10^{-5}$ m/s); pertanto la circolazione idrica sotterranea si concentra principalmente nelle zone di alterazione superficiale e nelle zone fratturate associate alle deformazioni tettoniche, cioè negli ambiti in cui i valori di permeabilità medie possono subire incrementi anche significativi. Non si hanno dati sui valori di permeabilità del membro di Monte Sassolera (FIU1), peraltro presente solo in una piccola plaga all'interno delle argilliti AVC.

I terreni ascrivibili alle unità flyschoidi con importanti componenti marnoso-siltose e/o argillitiche (TCG1, MOV, MLL, PTF) presentano permeabilità da basse a molto basse ($10^{-8} < k < 10^{-6}$ m/s) e pertanto non costituiscono acquiferi di importanza significativa.

I terreni a prevalente componente argillitica (APA, SIL, AVC, MVV) presentano permeabilità da molto basse ad estremamente basse ($k < 10^{-7}$ m/s) e costituiscono pertanto un limite nei confronti della circolazione sotterranea delle acque. Per questi terreni è stato ipotizzato che la permeabilità possa ridursi anche al di sotto dei valori misurati mediante le prove Lugeon, poiché l'impiego di acqua nelle fasi di perforazione e di prova verosimilmente può determinare il rammollimento delle argilliti che costituiscono le pareti del foro. Tale accadimento è in grado di determinare una non perfetta tenuta degli otturatori e l'instaurarsi di moti di filtrazione che, viste le basse permeabilità in gioco, possono condurre alla sovrastima dei valori della costante K.

Elementi strutturali di rilevanza idrogeologica

Dal punto di vista geologico - strutturale è necessario operare una distinzione fra le diverse scale di osservazione; sulla base delle osservazioni territoriali si fa riferimento alla distribuzione delle grandi strutture regionali ed alle loro ripercussioni idrogeologiche, mentre focalizzando l'attenzione alla mesoscala si fa riferimento all'effetto idrogeologico connesso alla fratturazione. Gli elementi in grado di influenzare l'assetto idrogeologico regionale sono rappresentati dalle strutture tettoniche fragili (faglie, sovrascorrimenti) e secondariamente dalle strutture duttili (pieghe).

Le faglie generalmente si associano a conduzione idrica sotterranea, anche se è necessario applicare una distinzione in quanto le faglie distensive presenti nell'area, legate alla formazione del Bacino del Mugello, sono quelle che evidenziano maggiore attitudine all'immagazzinamento idrico: in particolare vanno evidenziate quelle ad inclinazione molto elevata (superiore ai 60-70°) e direzione E-W. Si segnala inoltre che anche alcune faglie dirette NNE-SSW assumono importanza dal punto di vista dell'idroconduzione (es. faglie del sistema Monte di Fo – Segalari – Castro S. Martino).

Le altre faglie non appaiono univocamente idroconduttive, infatti possono anche avere permeabilità paragonabili a quella dell'ammasso roccioso circostante o addirittura inferiori; i sovrascorrimenti svolgono un ruolo idrogeologico meno esplicito rispetto a quello delle faglie subverticali e solitamente si associano a manifestazioni sorgentizie per tamponamento.

Sorgenti e pozzi

L'areale di studio si colloca in gran parte all'interno dell'area di Concessione/Tutela Panna (fig.19 fornita dalla Società Acqua Panna); si precisa che il tracciato della S.R. 65 oggetto di miglioramento ricade all'interno dei limiti di protezione ambientale dell'Acqua Panna da c.a. il bivio Santa Lucia-Panna (ad esclusione dell'abitato di Santa Lucia) fino a poco oltre la località Dogana (appena prima del Passo della Futa).

Misure piezometriche

Nell'area di interesse sono stati installati diversi piezometri durante le varie campagne di indagine eseguite nel tempo. Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche del 2015, 2018 e 2019 sono state raccolte le letture di falda. Si rimanda per maggiori dettagli allo specifico elaborato allegato al progetto, a codifica GEO. Inoltre, nell'ambito delle sezioni geologiche redatte sono state riportate le letture piezometriche di minima e massima soggiacenza della falda (m da p.c.), che di seguito vengono indicate in forma tabellare:

Tabella 2-3 Letture di falda

ID strum	DATA	Casagrande 1 cella		Casagrande 2 cella		Tubo Aperto	
		Soggiacenza (m da p.c.)	Fondo Foro	Soggiacenza (m da p.c.)	Fondo Foro	Sogg. (m da p.c.)	Fondo Foro
SD1	30/11/2016	0,00	14,75				
	13/05/2015	1,61	14,75				
SD3	30/11/2018	0,60	18,32				
	26/08/2015	2,02	18,32				
SD3 bis	30/11/2018					0,70	5,53
	08/07/2016					3,89	5,53
SD4	10/05/2017	6,60	16,70				
	13/05/2015	4,15	16,70				
SD21 ter	11/02/2021	1,45	9,60				
	28/09/2015	2,60	9,60				
SD22	05/07/2016	4,55	17,85				
	29/04/2015	1,76	17,85				
SD24	11/02/2021	9,70	33,00	Secco per tutte le letture	11,00		
	28/09/2015	14,60	33,00				
SD25 bis	11/02/2021	0,20	14,30	0,20	5,50		
	28/09/2015	1,90	14,80	2,05	5,50		
SD27 bis	28/09/2015					7,95	10,25
	29/04/2015					3,08	10,25
BF58	28/01/2020	6,05	18,80				
	25/02/2016	6,85	18,80				
SR2 bis	11/02/2021	0,98	30,40				
	16/11/2018	6,40	30,40				
SR2 ter	11/02/2021	0,98	15,8				
	16/11/2018	2,8	15,8				
FN2	30/11/2021					23,60	25,00
	01/10/2021					24,30	25,00
FN4	30/11/2021					7,15	25,00
	26/10/2021					9,41	25,00

2.5.4 Descrizione del tracciato e degli ambiti di intervento

Tratto T1

Il tracciato sede degli interventi di riqualificazione interessa la strada 850 di collegamento tra la S.R. "della Futa" in località Sasso di Castro e la S.P. di Firenzuola sul fondo valle del Torrente Santerno. Geologicamente,

questo versante è caratterizzato dai terreni a prevalenza argillitica dell'Unità Argilloso Calcarea (AVC) sui quali si sono impostate amplissime coltri di frana a diverso grado di attività spesso tra loro coalescenti. La viabilità, all'altezza del sondaggio SD25, mostra lesioni di una certa importanza nel manto stradale. Il muro stradale a valle della viabilità presenta, lungo i giunti costruttivi, uno spostamento di circa 20 cm. Il sondaggio SD25 realizzato appena a valle del muro, ha evidenziato una coltre di frana di terreno coesivo spessa 5,70 metri ed un substrato di argilliti e calcari appartenente all'Unità Argilloso Calcarea AVC. La viabilità 850 prosegue attraversando ampi corpi di frana quiescente interessati da settori con dissesti attivi.

Scendendo ancora lungo la strada 850 si raggiunge il settore del sondaggio SD26 che ha attraversato, dall'alto verso il basso, una coltre di detrito di frana di 7 metri, AVC tettonizzato fino a circa 17,60 metri (materiale di scadenti caratteristiche meccaniche), passante successivamente ad un substrato argillitico di migliore qualità. La tettonizzazione è probabilmente dovuta alla prosecuzione di una faglia, ad andamento circa N-S. La curva della viabilità 850, nel settore del sondaggio SD27, si colloca al bordo di una frana considerata attiva dalla fotointerpretazione e facente parte di un più vasto deposito quiescente a luoghi interessato da soliflussi. Il sondaggio specificatamente eseguito mostra una coltre di detrito di frana dello spessore di circa 4,80 metri, poggiante sulla Unità Argilloso-calcarea AVC qui caratterizzata da un lembo di calcari ed arenarie prevalenti, spesso circa 5 metri, passante fino a fondo foro ad argilliti prevalenti intensamente foliate. Più a valle sono presenti lungo strada delle lesioni e delle fratture sul ciglio. La frana in cui si colloca questa zona ha una profondità di circa 8 -10 metri ed un substrato argillitico e calcareo dell'Unità Argilloso Calcarea AVC.

Tratto T2

Il percorso prosegue superando il Passo della Futa che, da un punto di vista geologico, immette in un settore caratterizzato dalla presenza di Formazioni appartenenti alle Unità Tettoniche Liguri sovrapposte alle successioni delle Unità Tettoniche Toscane. Tutta la strada S.R. 65 corre con blando saliscendi attraverso un settore morfologicamente poco acclive ma interessato da diffuse coperture franose, talora coalescenti, che raggiungono il fondovalle del Torrente Santerno. I depositi di frana sono prevalentemente quiescenti, anche se tormentati da soliflussi, e da porzioni attive.

L'intervento di adeguamento alla curva 4 si colloca in un'area caratterizzata da una coltre di frana quiescente di circa 9 metri di spessore, poggiante sulla Formazione di Montevenere qui molto tettonizzata, che sovrascorre sull'unità AGA (argilliti prevalenti ed arenarie, sondaggio SD20). La viabilità prosegue attraverso una ampia coltre di frana quiescente. La curva 3 del progetto è interessata da un dissesto ben evidente lungo la strada attuale (lesioni arcuate con scalini significativi) impostato sulla corona di una frana attiva. La coltre di frana riscontrata a monte della strada (sondaggio SD21) risulta di spessore 11,50 metri c.a. ed è poggiante su un substrato ascrivibile alla formazione delle Argille a Palombini (APA). All'altezza del sondaggio SD21bis l'area è caratterizzata da depositi di frana quiescente, con spessori di circa 7,60 metri, sviluppatasi nelle argilliti di APA che ne costituiscono il substrato.

L'adeguamento della curva 2 interessa un piccolo crinale caratterizzato da una coltre di detrito di circa 7,3 metri poggiante su substrato di argilliti e calcari delle Argille a Palombini (APA) (sondaggio SD22). Si segnala che poco oltre questa curva, fino allo svincolo prima dell'abitato di Traversa (by-pass di Traversa), sono presenti lesioni lungo la strada a causa di frane attive e soliflussi diffusi che tormentano questo tratto di versante. Il tracciato della S.R. 65 prosegue fino alla curva 1, in località "i Ponti", nei pressi del Torrente Rimaggio. Il fosso è caratterizzato da cigli molto acclivi lungo i quali vi sono testimonianze di precedenti manufatti in pietra per il suo attraversamento. Gli elementi raccolti e gli approfondimenti svolti per il presente studio indicano che tutto il settore in esame è interessato da depositi di frana quiescente di rilevante spessore e da una serie di strutture tettoniche che determinano le pessime caratteristiche del substrato presenti in gran parte dell'area. In particolare in corrispondenza del sondaggio SD23, a sud, è stata intercettata una coltre di frana quiescente spessa circa 21,70 metri poggiante su arenarie attribuibili alla formazione di Castiglion dei Pepoli (CDP). I sondaggi SD24 e SD24bis mostrano spessori di frana di circa 35,60 metri. Al di sotto della frana, considerata a oggi quiescente, si rinviene un substrato dalle pessime caratteristiche meccaniche caratterizzato da porzioni siltitiche e porzioni arenacee entrambe coinvolte in una tettonizzazione molto intensa che ne ha portato spesso alla riduzione a breccia. E' presente una intensa e diffusa alterazione che frequentemente riduce gli elementi arenacei a sabbia più o meno addensata/cementata. Le siltiti si presentano foliate e brecciate con clasti di arenaria intercalata. Nel sondaggio SD24bis da circa quota 50 metri prevalgono siltiti foliate ed livelli di argilliti nerastre scagliose con presenza di calcari verdastrati e presenza di noduli verdastrati di probabile natura ofiolitica attribuibili ad AVC. Seppur con qualche difficoltà nel posizionamento dei contatti tettonici, la brecciatura presente al di sotto della frana è probabilmente ascrivibile al sovraccorrimiento delle arenarie di Castiglion dei Pepoli (CDP) dell'Unità Tettonica Cervarola sulle formazioni dell'Unità Tettonica Unità Sestola-Vidiciatico. CDP sovrascorre in particolare sul flysch arenaceo-pelitico delle Arenarie di Suviana

(SUV) che loro volta si accavallano sulle argilliti dell'Unità Argilloso Calcarea (AVC). Questi contatti, seppur non così intensamente tettonizzati ove visibili in affioramento, sono stati riconosciuti lungo tutto il fronte dell'accavallamento dell'Unità Cervarola sull'Unità Sestola Vidiciatico, presente in questo settore dell'Appennino.

Tratto T3

Il tracciato prosegue nelle argilliti della Formazione di Sillano raggiungendo la curva H oggetto di rettifica. Il sondaggio SD3, qui realizzato, indica la presenza di una coltre di detrito/alterazione di circa 3,60 metri sopra argilliti di SIL. L'intervento alla curva G è previsto in una zona che attualmente mostra marcate e piuttosto estese lesioni arcuate ed ondulazioni nel manto stradale. Il sondaggio SD4bis, realizzato a valle della strada, ha evidenziato una coltre di frana di 6,90 metri circa. Si tratta di una frana attiva collocata in un versante interessato da una più estesa coltre quiescente. Le litologie interessate, nella zona dell'intervento, sono i calcari e marne della Formazione di Monte Morello (MLL).

La strada regionale 65 raggiunge quindi l'abitato di Santa Lucia. In questa zona, superato il bivio per Panna, è presente una marcata lesione ed un avvallamento nel manto stradale. Geomorfologicamente l'area è caratterizzata da una coltre di frana quiescente interessata da fenomeni di soliflusso, presenti anche al di fuori del corpo franoso. Questo tratto, quindi, presenta una certa criticità in quanto soggetto a fenomeni attivi. La strada prosegue fino alla rettifica della curva F. Il sondaggio SD5 eseguito in fregio al tracciato attuale è caratterizzato, al di sotto di una coltre di detrito/alterazione di circa 5 metri, da arenarie fratturate/molto fratturate e diffusamente ossidate, probabilmente per cause tettoniche. Il settore interessato dall'intervento alla curva E è caratterizzato da una notevole coltre di frana quiescente interessata da fenomeni attivi di soliflusso. Il sondaggio SD6 indica uno spessore della coltre di frana di circa 24,10 metri, seguito da un limitato livello brecciato ed alterato di substrato, passante a - 25 m da p.c. ad arenarie della formazione AQR1, qui poco fratturate. All'interno di questa frana quiescente, all'altezza della Casa Cantoniera, sono stati rilevati attualmente dei lievi avvallamenti della viabilità esistente. L'area della rettifica della curva seguente (curva D) è stata indagata con il sondaggio SD7 che conferma l'attribuzione ad AQR1 con arenaria prevalente sulle porzioni pelitiche. La porzione superficiale di detrito/alterazione del substrato è di circa 5,5 metri. Si notano in profondità locali zone più fratturate. Si segnala la presenza di un dissesto, a valle della strada attuale, nell'area del parcheggio di Monte di Fò. Tutto l'abitato di Monte di Fò si colloca all'interno di un ampio deposito di frana quiescente. Il tracciato prosegue nelle arenarie AQR1 fino a raggiungere il settore Voltone - Apparita (rettifica Scale della Futa). In quest'area si notano elementi geologici importanti quali il sovrascorrimento delle arenarie AQR1 (caratterizzate da prevalenti arenarie) sulla Formazione del Torrente Carigiola (TCG1), quest'ultima caratterizzata da alternanze di arenarie e peliti con rapporti a favore della pelite (con rapporti A/P da < di 1 a <<1). All'altezza delle curve del sondaggio SD10 sono presenti le Marne Varicolori di Villore MVV che costituiscono la base della formazione dell'Acquerino. I contatti stratigrafici presenti tra AQR e MVV sono qui considerati tettonizzati anche se i rapporti stratigrafici di sovrapposizione risultano corretti. Le marne di MVV sovrascorrono sulla formazione del Torrente Carigiola (TCG1). Quest'ultima nel sondaggio SD10 è caratterizzata da una netta prevalenza delle siltiti rispetto alle arenarie che si presentano in strati sottili e con granulometria molto fine. Il sondaggio SD11 intercetta una coltre di detrito di circa 12 metri sovrastante TCG1 alterato e brecciato per qualche metro. Il substrato franco di TCG1 si attesta da 13,50 metri circa e si presenta localmente molto fratturato per qualche metro.

La rettifica della curva C è indagata dal sondaggio SD17 che mostra, sotto una coltre di materiale detritico di circa 6,50 metri, arenarie della formazione dell'Acquerino (AQR1). Dalla profondità di circa 22,70 metri il sondaggio intercetta fino a fondo foro siltiti nettamente prevalenti presumibilmente attribuibili a TCG1 con contatto tettonico qui non disturbato.

Nella zona della rettifica della curva B la strada presenta attualmente degli avvallamenti e delle lesioni in accordo con le risultanze della fotointerpretazione che individua fenomeni attivi in questo settore. Il sondaggio SD19 intercetta una coltre di frana di 7 metri circa sopra un substrato di AQR1 (rapporto % arenaria pelite circa 70/30). All'altezza dell'edificio in località Dogana è presente una ulteriore frana attiva. Le fondazioni del muro a presidio della casa verso valle sono attualmente visibili a causa del dissesto. Il settore della curva A attraversa la faglia che separa i terreni della formazione dell'Acquerino (AQR1), a sud, da quelli della Formazione delle Argille a Palombini (APA), a nord. Inoltre la zona di intervento intercetta parzialmente il corpo di frana attiva, in località Dogana, sopra descritta.

Tratto T4

La porzione meridionale dell'area di studio parte dall'abitato di Montecarelli e si sviluppa sul crinale che separa le vallate dei Torrenti Sorcella e Stura su terreni della formazione della Pietraforte per circa 500 metri,

passando poi alla Formazione di Sillano. Questo tratto che porta al settore del primo intervento, non presenta al momento particolari criticità in quanto si notano solo alcune lievi lesioni nel manto stradale forse imputabili ad alcuni fenomeni di soliflusso presenti sui versanti adiacenti la viabilità. Si raggiunge quindi la curva I di progetto nei pressi del sondaggio SD1. Attualmente il manto stradale presenta alcune lievi lesioni sul ciglio verso ovest. Questa zona è considerata tra quelle ad elevata propensione al dissesto dal "Piano sulla sicurezza geologica delle Strade Regionali" (P.S.G.S.R. nel proseguo). Il sondaggio SD1 mostra una limitata coltre di alterazione/detrito di circa 2,5 metri di spessore seguita da terreni argillitici della Formazione di Sillano. Il settore nelle immediate adiacenze della strada presenta dei fenomeni di soliflusso a cui forse sono da imputare le lesioni riscontrate. Un deposito di frana quiescente si attesta più in basso, sul versante.

Il tratto successivo, che comprende la zona del cimitero di Montecarelli fino al bivio per Poggiolino, è anch'esso segnalato per un'alta propensione al dissesto. Attualmente sono presenti lesioni nel manto stradale e lievi lesioni anche nel muro del Cimitero di Montecarelli. L'analisi geomorfologica da foto aerea rileva un deposito di frana, confermato dalle risultanze del sondaggio SD2 realizzato immediatamente a valle della strada, con uno spessore di circa 9,5 metri ed impostato in argilliti della Formazione di Sillano. La frana viene considerata attiva in ragione della presenza di lesioni nei manufatti e delle osservazioni da foto aeree su più anni che indicano una diffusa instabilità anche se lenta. Questo deposito si situa su un versante relativamente poco pendente all'interno di un più grande deposito quiescente. Una criticità dell'area è rappresentata dalla presenza di diffusi fenomeni di ristagno delle acque meteoriche a testimonianza di un pessimo drenaggio che potrebbe accelerare il dissesto.

3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo, risultano di fondamentale importanza le indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio), alle quali associare al contempo la campagna caratterizzazione ambientale con l'esecuzione di campionamenti dei terreni e loro analisi chimica.

Si è provveduto in prima fase a reperire tutti i dati disponibili, presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame nell'ambito di precedenti fasi progettuali anche relative ad altre tipologie di intervento infrastrutturale nella zona. Successivamente si è realizzata una apposita campagna di indagini mirata alla definizione degli aspetti di maggiore interesse ingegneristico ed ambientale (caratterizzazione litologica e meccanica delle diverse formazioni, caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche relative ai principali contesti tettonici, ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area, ecc.).

Le opere di progetto sono state interessate da una campagna principale di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito.

Questa attività è stata eseguita durante il periodo luglio-dicembre 2014 sulla base del D.M. 161/2012 (oggi abrogato) e quindi in conformità alle indicazioni degli allegati 2 e 4 del D.P.R. 120/2017, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 3, comma 1-g.

Nell'area di intervento è stata fatta anche una ricerca delle attività antropiche, pregresse od attualmente esistenti, che possano rappresentare una potenziale fonte di contaminazione chimica dei materiali da scavo ed allo stesso tempo è stata fatta perciò una verifica della presenza di siti potenzialmente inquinati già riconosciuti.

I diversi ambiti di progetto sono inseriti in contesti ampi prossimi ad aree agricole o boschive comunque caratterizzate da condizioni incontaminate e prive di pressioni antropiche rilevanti. Non sono presenti pertanto fonti di alterazione chimica indotta e di origine industriale. Infine, sulla base delle indicazioni rilevate negli elenchi regionali accreditati, il progetto non risulta interessare direttamente alcuna area già bonificata o individuata come sito potenzialmente inquinato.

3.1 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI IN SITO

Il quadro chimico-ambientale, a supporto della progettazione, è stato valutato, considerando un totale di 58 campioni di terreno per la qualificazione e caratterizzazione ambientale, provenienti da 25 punti di indagine, distribuiti lungo le tratte e nelle aree prossime di intervento. Dal momento che lo scavo all'aperto avviene con mezzi meccanici tradizionali e non comporta di conseguenza la possibilità di contaminazione dei terreni, questa caratterizzazione preventiva effettuata in sito sulle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati è stata finalizzata a definirne l'eventuale contaminazione.

In allegato sono riportati i Rapporti di Prova emessi dal laboratorio che ha eseguito le analisi sui campioni, ed in appendice sono presenti le tabelle riepilogative.

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

3.1.1 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

omogeneità litologica, riferita specialmente alla presenza continua di depositi alluvionali, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e limi;
 tipologia delle aree interferite;
 particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa puntualità di intervento riferita soprattutto alla lavorazione di rattifica di curve, eccetto per il tratto 1 con l'allargamento della strada del Cavet.

Come da Allegato 2 del Regolamento, l'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna. Nel seguente schema vengono definiti i punti di indagine per ciascuna tipologia progettuale.

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al presente. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria allegata, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al D.P.R. 120/2017.

3.1.2 Metodologia di indagine

3.1.2.1 Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine

L'indagine è stata svolta su totale di **25 punti** effettivamente soggetti a campionamento ed analisi.

Il campionamento ha riguardato il prelievo di **58 campioni** di terra da scavo. I campioni sono stati sottoposti poi ad analisi di laboratorio e sono così suddivisi: 25 campioni superficiali, prelevati entro il primo metro di piano campagna, 25 campioni prelevati nel secondo metro dal piano campagna, infine 8 prelievi più profondi.

In generale, secondo l'organizzazione anche delle indagini geognostiche effettuate, la scelta principale del prelievo ambientale è avvenuta da carote di sondaggio geognostico o in pozzetti esplorativi, dettata dalle volumetrie di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. Si deve inoltre considerare che il tracciato in esame è costituito quasi interamente da un rilevato basso e contempla opere profonde, quali ad esempio paratie, realizzate con pali di diversa lunghezza o diametro a seconda della tipologia e della condizione del contesto. Si riporta quale esempio la realizzazione di fondazioni per il nuovo Ponte della Futa dove si determinano movimentazioni di strati profondi di terreno, ove sono stati prelevati campioni. Si evidenzia che, come ricordato, sono previste solo lavorazioni per opere all'aperto e non in sotterraneo (ad es. gallerie).

L'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata in planimetria allegata, con riferimento anche alle indagini geognostiche ed alle descrizioni contenute nella Relazione geologica (GEO0001).

Alle quantità di punti investigati, risultano mancanti i punti di indagine relativi alle aree di cantiere, il cui materiale di scavo, costituito dal solo scotico, comunque depositato e riutilizzato all'interno delle medesime aree, senza particolari movimentazioni, sarà oggetto di una campagna di indagine ambientale nella fase preliminare ai lavori.

Le indicazioni, e le motivazioni della posticipazione sono riportate a conclusione di questo paragrafo.

Nella tabella seguente sono riportate le coordinate geografiche espresse in Gauss-Boaga dei punti di indagine con le relative profondità di campionamento e il numero di prelievi. Il prelievo è stato eseguito generalmente da sondaggi a carattere geognostico-ambientale (sigla SD), ad eccezione di 4 pozzetti esplorativi (sigla CA) ubicati lungo il tratto 1 della strada del Cavet.

Tabella 3-1 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale

Ambito	Codice Punto di Indagine	Opera prevista	n° prelievi	Profondità campionamento (m dal p.c.)	Litologia dominante
1	SD1	interconnessione con Svincolo di Poggiolino	2	0,8-1,0; 1,8-2,0	coltre detritica (substrato a 2,5 m da p.c. su argilliti di Sillano)
2					argilliti di Sillano
3	SD3	rettifica curva H	2	0,5-1,0; 1,5-2,0	coltre detritica (substrato di argilliti di Sillano a 3,6 m da p.c.)
4					calcarei e marne del Monte Morello
	SD4	rettifica curva G	2	0,6-1,0; 1,5-2,0	

Ambito	Codice Punto di Indagine	Opera prevista	n° prelievi	Profondità campionamento	Litologia dominante
				(m dal p.c.)	
5	SD5	rettifica curva F	2	0,8-1,0; 1,8-2,0	coltre detritica (substrato di arenarie calcaree a 5 m da p.c.)
6	SD6	rettifica curva E	2	0,5-1,0; 1,5-2,0;	coltre di frana (substrato a 24 m da p.c. di arenarie)
7	SD7	rettifica curva D	6	0,5-1,0; 1,5-2,0; 21,4-21,7; 22,5-23,0; 23,7-24,0; 24,8-25,0.	coltre detritica (substrato di arenarie/peliti a 5,5 m da p.c.)
8	SD8	zona scale della Futa	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	coltre detritica
9	SD9	zona scale della Futa	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	coltre detritica
10	SD10	zona scale della Futa	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	marne varicolori di Villore
11	SD11	zona scale della Futa	4	0,5-1,0; 1,5-2,0; 13-13,5; 26,2-26,5	coltre detritica (substrato di arenarie a 12 m da p.c.)
12	SD17	rettifica curva B	2	0,7-1,0; 1,4-1,8	coltre detritica (substrato di arenarie a 6,5 m da p.c.)
13	SD19	rettifica curva A	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	coltre detritica (substrato di arenarie/peliti a 7 m da p.c.)
14	SD20	rettifica curva 4	2	0,7-1,0; 1,5-1,8	coltre di frana (substrato di argilliti di Monte Venere a 9 m da p.c.)
15	SD21ter	rettifica curva 3	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	coltre di frana (substrato di argille a Palombini a 11,5 m da p.c.)
16	SD22	rettifica curva 2	2	0,7-1,0; 1,7-2,0	coltre di frana (substrato di argille a Palombini a 7,3 m da p.c.)
17	SD23	curva 1	4	0,8-1,0; 1,25-1,35; 15,0-16,0; 29,4-29,6	coltre di frana (substrato di arenarie a 21,7 m da p.c.)
18	SD24	curva 1	2	0,8-0,9; 1,25-1,35	coltre di frana (substrato di arenarie a 35,6 m da p.c.)
19	SD25	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,7-1,0; 1,4-1,7	coltre di frana (substrato a 5,70 m da p.c. di argilliti e calcari)
20	SD26	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,7-1,0; 1,6-2,0	coltre detritica (substrato a 7 m da p.c. di argilliti tettonizzate)
21	SD27	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,7-1,0; 1,4-1,8	coltre detritica (substrato a 4,8 m da p.c. di calcari e arenarie)
22	CA28	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,5-1,0; 1,6-2,0	coltre detritica
23	CA29	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,6-1,0; 1,6-2,0	coltre detritica
24	CA30	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,6-1,0; 1,4-1,8	coltre detritica
25	CA31	allargamento sezione strada 850 Cavet	2	0,6-1,0; 1,6-2,0	coltre detritica

3.1.2.2 Metodiche di campionamento

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni senza alterarne le caratteristiche ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, materiali non verniciati, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro).

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato sono conformi alle indicazioni dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati (con particolare attenzione allo strato superficiale con presenza dell'apparato radicale e vegetale), alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi. Inoltre come indicato nel precedente capitolo p stato possibile verificare il livello della falda freatica, se presente

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante profilo con carotieri a mano o scavetti a mano, pozzetti esplorativi e sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale.

Nel caso di sondaggi a carotaggio continuo per i prelievi profondi, le operazioni di selezione da sondaggio sono effettuate prelevando spezzoni di carota alla quota scavo di interesse appena estratti dal carotiere (almeno 3 aliquote) e formando un campione composito da sottoporre ad analisi.

In generale i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sono stati prelevati come campioni formati da diversi incrementi prelevati lungo ciascun orizzonte stratigrafico individuato in ogni punto di indagine. Ciò avviene per ottenere una rappresentatività "media" di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

Secondo le metodiche standard, indicate in allegato 4 al D.M. 120/2017, il campionamento ne è conforme ed è sempre stato effettuato sul materiale tal quale, con le dovute operazioni di quartatura, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo.

La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene) di dimensioni minime di 2x2 m, in condizioni umide e, se necessario, con aggiunta di acqua pura. L'attività si è svolta in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

La preparazione dei campioni delle matrici terrigene, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, è stata effettuata secondo i principi generali presenti in normativa e secondo le ulteriori indicazioni di cui al seguito.

Ogni campione prelevato è stato opportunamente vagliato al fine di ottenere una frazione passante al vaglio 2 cm. Le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e successivamente mediata sulla massa del campione passante al vaglio 2 cm.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono dettate dalla normativa di riferimento (UNI 10802). Il campione di laboratorio è stato raccolto in un idoneo contenitore bocca larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato, sigillato ed etichettato con la data di prelievo, con il riferimento al sito di prelievo e, quindi, all'area di lavoro di provenienza.

3.1.2.3 Analisi chimiche di laboratorio

Nei diversi periodi ed ambiti, le analisi chimiche dei campioni di terreno sono sempre state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi territoriali ed ambientali svolte nell'ambito di studio hanno escluso l'esistenza di particolari criticità ambientali, si è supposto che la principale fonte di potenziale contaminazione del suolo interessato dal progetto stradale in oggetto sia rappresentata dal traffico veicolare che insiste sulle parti di infrastruttura esistente. Nei campioni di terreno si è ritenuto pertanto opportuno ricercare i principali metalli pesanti, con aggiunta del vanadio, confermando il set analitico di base proposto con composti aromatici e idrocarburi pesanti. Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno suddiviso per classi analitiche (in conformità alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 120/2017):

Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Zinco (Zn);

Idrocarburi pesanti (C>12);

Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene;

Composti aromatici policiclici (IPA);

Amianto.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire il rilevamento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

3.1.3 Caratterizzazione ambientale di aree o siti da completare in una fase preliminare alle lavorazioni

Nell'ambito della campagna di indagini, secondo i criteri del Regolamento, sono stati individuati punti di prelievo presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire il campionamento o raggiungere la effettiva quota scavo. Ciò è avvenuto in corrispondenza di aree caratterizzate da particolari e diversificate condizioni: soprattutto il divieto di accesso da parte della proprietà privata, e le potenziali interferenze con sottoservizi e opere esistenti.

Anche i punti riferiti alla caratterizzazione delle aree di cantiere sono stati indisponibili, perché sono interferenti con aree in coltivazione e perché la non reperibilità od il divieto dei proprietari non ne ha permesso l'accesso.

Si evidenzia comunque che nel caso delle aree di cantiere il materiale di scavo, nella sola parte di scotico, non subisce particolari movimenti, essendo depositato nel perimetro di duna delle medesime aree e riutilizzato in sito al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva.

Il campionamento e l'analisi sono rimandati ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase esecutiva o realizzativa dell'intervento.

I punti di indagine nelle aree di cantiere sono in totale 39, sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 rispetto alla superficie occupata. La disposizione dei punti dovrà seguire un criterio statistico casuale per garantire comunque una copertura omogenea dell'impronta di cantiere. Da ciascun punto di indagine deve essere garantito almeno un prelievo caratteristico della parte vegetale di scotico (in generale tra 0,0 – 0,3 m da p.c). Per maggiori dettagli sulle aree di cantiere e supporto si rimanda agli elaborati CAP.

Tabella 3-2 Numero di prelievi da svolgere nelle aree di cantiere in fase preliminare ai lavori

#	Tratto	Cantiere	Superficie (mq)	Spessore di scotico	N° di prelievi
1	T1	Campo base e cantiere operativo	8.800	30 cm	6
2	T2	cantiere operativo	925	30 cm	3
3	T2	area di supporto	1.200	30 cm	3
4	T3	cantiere operativo	1.600	30 cm	3
5	T3	area di supporto	750	30 cm	3
6	T3	area di supporto	1.130	30 cm	3
7	T3	area di supporto	430	30 cm	3
9	T3	cantiere operativo	1.550	30 cm	3
10	T3	cantiere operativo	1.430	30 cm	3
11	T4	cantiere operativo	8.800	30 cm	6

3.2 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

3.2.1 Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

Si riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, riportati nelle tabelle seguenti.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova, allegati al Piano di Utilizzo. Si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

I risultati analitici hanno evidenziato, per i campioni di terreno prelevati, **un totale rispetto dei limiti vigenti previsti in colonna B, Tabella 1, D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, e pertanto conformi**

con la destinazione d'uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree interessate dal tracciato stradale.

I risultati analitici, in particolare, presenti in allegato, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 58 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.P.R. 120/2017, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- b) Il 76% (44 campioni su 58) evidenziano valori al di sotto dei limiti di CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; i superamenti rilevati nei terreni con valori al di sopra della soglia di colonna A si riferiscono a contenuti in metalli pesanti (Cobalto, Mercurio e Zinco), la cui origine è presumibile essere legata al fondo naturale; solo in 2 campioni sono risultati tenori superiori in idrocarburi pesanti; tutti i rilievi tuttavia evidenziano sempre concentrazioni di poco superiori ai valori di CSC per i diversi parametri.
- c) la totalità dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, nella concentrazione in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- d) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni ed all'assenza di riporti di origine antropica e di natura pericolosa, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Di seguito si riportano un riepilogo in forma tabellare sull'indagine ambientale, eseguita in conformità del D.P.R. 120/2017: sono riportate le quantità di prelievi e l'indicazione sintetica dei relativi esiti analitici, con evidenza del numero di superamenti rilevati.

Tabella 3-3 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio

		Caratterizzazione ambientale in conformità del D.P.R. 120/2017	
Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	Punti di indagine	Prelievi	
Tratto T1	7	14	
Tratto T2	5	12	
Tratto T3	11	28	
Tratto T4	2	4	

Numero campioni	CSC		Totale
	< A	< B	
Tratto T1	9	5	14
Tratto T2	9	3	12
Tratto T3	22	6	28
Tratto T4	4	0	4
Totali campioni	44	14	58

% su intero intervento			
Bretella di Firenzuola	76	24	100,0

Tabella 3-4 Sintesi delle evidenze chimiche di laboratorio

	Ambito di origine	Codice Campione	Profondità campionamento (m dal p.c.)	CSC	Evidenza chimica
1	Tratto T1	SD25 CA1	0,7-1,0	B	Hg
2		SD25 CA2	1,4-1,7	B	Hg, Co
3		SD26 CA1	0,7-1,0	B	Hg, Co
4		SD26 CA2	1,6-2,0	B	Hg
5		SD27 CA1	0,7-1,0	A	
6		SD27 CA2	1,4-1,8	A	
7		SD28 CA1	0,5-1,0	A	
8		SD28 CA2	1,6-2,0	A	
9		SD29 CA1	0,6-1,0	B	Co
10		SD29 CA2	1,6-2,0	A	
11		SD30 CA1	0,6-1,0	A	
12		SD30 CA2	1,4-1,8	A	
13		SD31 CA1	0,6-1,0	A	
14		SD31 CA2	1,6-2,0	A	
15	Tratto T2	SD20 CA1	0,7-1,0	A	
16		SD20 CA2	1,5-1,8	A	
17		SD21 CA1	0,7-1,0	A	
18		SD21 CA2	1,7-2,0	B	Hg
19		SD22 CA1	0,7-1,0	B	Hg
20		SD22 CA2	1,7-2,0	B	Hg
21		SD23 CA1	0,8-1,0	A	
22		SD23 CA2	1,25-1,35	A	
23		SD23 CA3	15,0-16,0	A	
24		SD23 CA4	29,4-29,6	A	
25		SD24 CA1	0,8-0,9	A	
26	SD24 CA2	1,25-1,35	A		
27	Tratto T3	SD3 CA1	0,5-1,0	B	Co, Ni, Zn
28		SD3 CA2	1,5-2,0	B	Co, Ni, Zn
29		SD4 CA1	0,6-1,0	A	
30		SD4 CA2	1,5-2,0	A	
31		SD5 CA1	0,8-1,0	A	
32		SD5 CA2	1,8-2,0	A	
33		SD6 CA1	0,5-1,0	A	
34		SD6 CA2	1,5-2,0	A	
35		SD7 CA1	21,4-21,7	A	
36		SD7 CA2	22,5-23,0	A	
37		SD7 CA3	23,7-24,0	A	
38		SD7 CA4	24,8-25,0	A	
39		SD7 CA1	0,5-1,0	A	
40		SD7 CA2	1,5-2,0	A	
41		SD8 CA1	0,7-1,0	A	
42		SD8 CA2	1,7-2,0	A	
43		SD9 CA1	0,7-1,0	A	
44		SD9 CA2	1,7-2,0	A	
45		SD10 CA1	0,7-1,0	A	
46		SD10 CA2	1,7-2,0	A	
47		SD11 CA1	0,5-1,0	B	C>12
48		SD11 CA2	1,5-2,0	B	Co, C>12
49		SD11 CA3	13-13,5	B	As, Co, Ni
50		SD11 CA4	26,2-26,5	B	Zn
51		SD17 CA1	0,7-1,0	A	
52		SD17 CA2	1,4-1,8	A	
53		SD19 CA1	0,7-1,0	A	
54		SD19 CA2	1,7-2,0	A	
55	Tratto T4	SD1 CA1	0,8-1,0	A	
56		SD1 CA2	1,8-2,0	A	
57		SD2 CA1	0,8-1,0	A	
58		SD2 CA2	1,8-2,0	A	

3.3 CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi, la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Come da allegato 2 al Regolamento, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis comma 1 lettera d) del DLgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Sempre secondo l'allegato 2, i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:

se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.

se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Complessivamente i risultati consentono, quindi, di affermare che:

- a) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili**;
- b) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabili ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- c) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o nell'impiego dei ritombamenti o reinterri nei casi di interferenza con la porzione satura.
- d) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione.

3.4 SINTESI SULLE CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI DI SCAVO

Per la completa idoneità al riutilizzo dei materiali di scavo, sono da valutarsi anche le caratteristiche geotecniche. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica di progetto (APE0001).

Il materiale da poter riutilizzare deve essere appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 (norma UNI EN ISO 14688-1). I leganti utilizzabili sono la calce, il cemento o la miscela calce/cemento sul terreno scavato e ritenuto idoneo in accordo a quanto dichiarato nelle N.T.A. Si confermano tuttavia le indicazioni del progetto definitivo, ritenendo opportuno comunque non ricorrere a procedure di miglioramento delle caratteristiche prestazionali. Questa indicazione è stabilita sulla base delle caratteristiche scadenti del materiale (86%) e dalle quantità estremamente ridotte della parte eventualmente trattabile (circa il 18%), che rendono di difficile applicazione la lavorazione di stabilizzazione.

In generale, la maggior parte materiale proveniente dagli scavi ha quindi caratteristiche tecniche scadenti e dovrà essere comunque gestito in impianto, preferibilmente, o a smaltimento in discarica.

Quindi si prevede il solo riutilizzo tal quale di terreni granulari (circa il 14%, appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3), previsto nelle modalità e nei casi indicato nelle N.T.A.

Il materiale organico/vegetale escavato è riutilizzato ovviamente per opere a verde, sistemazione di cigli e scarpate ecc. e non come materiale da rilevato/bonifica e/o rinfilco. Sulla base dei materiali riscontrati, si sono ipotizzate le seguenti percentuali:

14% del materiale riutilizzabile tal quale;

18% del materiale riutilizzabile previo trattamento;
 68% del materiale non riutilizzabile.

Nella seguente figura viene rappresentata la sintesi della valutazione svolta, che ha determinato le % di materiale idoneo geotecnicamente al riutilizzo tal quale. Per tutti i dettagli e gli approfondimenti si rimanda alla relazione a codifica APE.

Tabella 3-5 Quadro di sintesi sulle caratteristiche geotecniche idonee al riutilizzo

Tratto	Corpo stradale	Profondità (cm da pc)	Scotico											
			0-10	10-20	20-70	70-120	120-170	170-220	220-270	270-320	320-370	370-420	420-470	470-520
Tratto 4	CS20	SD1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tratto 3	CS17	SD4	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		SD4bis	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	CS13	SD6	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
		SD7	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CS08	SD9	1	1	1	4	4	4	4	3	2	2	2	2
		SD11	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	2	3
		SD17	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		SD18	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		SD18bis	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SD19		1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
Tratto 2	CS04	SD20	1	1	1	4	4	4	4	2	2	2	2	2
		SD21bis	1	1	1	4	4	4	4	4	3	3	5	5
		SD22	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	CS02	SD23	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		SD24	1	1	1	5	5	5	5	4	4	5	5	5
Tratto 1	CS01	SD25	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		SD27	1	1	1	5	5	3	3	3	5	5	5	5

		Riutilizzabile TQ	Riutilizzabile con trattamento	Non Riutilizzabile
1	Materiale organico	0%	0%	100%
2	A1a, A1b e A2-4	100%	0%	0%
3	A4	10%	70%	20%
4	A2-6 e A2-7	0%	90%	10%
5	A6 e A7-6	0%	0%	100%

4 METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto.

L'attività di scavo e riutilizzo può essere articolata e sintetizzata nelle seguenti operazioni:

- operazioni di scavo all'aperto;
- operazioni di carico, trasporto e scarico con mezzi gommati o cingolati;
- operazioni di stesa presso le aree di lavorazione o in cantiere operativo,
- operazioni di trasporto alla destinazione finale con autocarri;
- operazione di utilizzo per riinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati con mezzi tradizionali.

Di seguito si elencano i principali mezzi e tecnologie, descritte nei paragrafi successivi:

- pale meccaniche gommate o cingolate,
- escavatori meccanici con benna o martellone,
- automezzi da carico (articolati, dumper, camion)
- trivelle di perforazione
- autobetoniera e pompa spritz.

Inoltre, come specificatamente richiesto dal Regolamento in allegato 5, sono individuate le operazioni di normale pratica industriale previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati.

4.1 OPERE ALL'APERTO

Le operazioni all'aperto saranno eseguite con le seguenti metodologie:

- scavi di scotico e sbancamento eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz);
- realizzazione di riinterri mediante escavatore;
- formazione di rilevati e rimodellamenti mediante impiego di camion, grader e compattatori con o senza ricorso alla stabilizzazione con leganti idraulici del materiale da scavo;
- formazione di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni mediante impiego di camion, grader e compattatori.

4.1.1 Scavi da scotico

Per gli scavi di scotico, sono utilizzati mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale accantonandolo ai lati del sedime di intervento. In alternativa il materiale è depositato temporaneamente o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area operativa di cantiere in attesa o del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di intervento o di cantiere.

4.1.1.1 La gestione del terreno vegetale proveniente dalle operazioni di scotico

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno disposte nelle vicinanze degli interventi e separate dalle aree di deposito di altre tipologie di terre.

Il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche del terreno vegetale non risultino compromesse nel tempo (dune di altezza non

superiori ai 2 metri consigliati dalla letteratura). Per maggiori dettagli si rimanda ai paragrafi dedicati e per adempimenti specifici sul mantenimento delle qualità ai contenuti in elaborato SUA0001.

4.1.2 Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento sono usati prevalentemente escavatori meccanici cingolati. In relazione alla tipologia di scavo da eseguire, alla profondità e quantità di materiale da scavare, all'escavatore può essere affiancata una pala caricatrice che provvede a caricare i mezzi di trasporto utilizzati per lo spostamento del materiale scavato all'interno del cantiere. Accertate le caratteristiche geotecniche e geologiche, il materiale può essere accantonato in prossimità dello scavo per il successivo riutilizzo (riempimenti, sagomature, finiture finali e/o modellamenti per mitigazioni ambientali) all'interno dello stesso sito di scavo o depositato temporaneamente in un'area all'interno della stessa area operativa di cantiere limitando il trasporto ad una distanza estremamente ridotta dalla zona di scavo.

4.1.3 Rinterri e ritombamenti

La lavorazione consiste nella chiusura di scavi eseguiti con materiali inerti e/o materiali di risulta provenienti da scavo fino alla sistemazione del piano secondo progetto.

L'attività è composta unicamente dalla messa in opera e stesa del materiale mediante escavatore.

4.1.4 Formazione rilevati e rimodellamenti

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

La prima parte dell'attività consiste nella posa in opera del materiale direttamente attraverso il ribaltamento del cassone del camion e la stesa mediante grader. Successivamente si procede alla compattazione del materiale previa bagnatura del terreno stesso.

La lavorazione è composta quindi da quattro attività che si esplicano in due fasi distinte:

- a) Fase 1
Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
Stesa del materiale mediante grader.
- b) Fase 2 (solo per la formazione dei rilevati)
Bagnatura del terreno;
Compattazione a macchina del terreno.

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

4.1.5 Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione

L'attività consiste nella posa in opera del misto cementato o misto granulare costituenti gli strati di sottofondazione e fondazione delle pavimentazioni rigide, semirigide o flessibile.

La lavorazione è composta da tre attività elementari che si esplicano in due fasi:

- a) Fase 1
Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
Stesa del materiale mediante grader;
- b) Fase 2
Compattazione a macchina del terreno

Nella formazione delle sottofondazioni in misto cementato o misto granulare le azioni di messa in opera e stesa del materiale avvengono in parallelo. Successivamente il rullo esegue la compattazione del terreno.

4.1.6 Scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro

L'attività consiste nella realizzazione di fondazioni profonde attraverso la realizzazione del palo. Essa è costituita da tre attività elementari che si susseguono temporalmente: trivellazione, getto del calcestruzzo e posa in opera dell'armatura.

Trivellazione mediante utensile di perforazione ad elica continua (coclea)
 Getto del calcestruzzo mediante pompa di getto collegata alla coclea
 Posa in opera dell'armatura a getto ultimato secondo le dimensioni previste dal progetto.

Profondità e diametro del palo variano in funzione dell'opera da realizzare. Complessivamente si hanno diametri compresi fra 250-1200 mm e profondità massime di 25-30 metri.

4.2 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Si fa principale riferimento all'art. 2, comma 1, lettera o) e all'art. 4, comma 2, lettera c) del Regolamento ministeriale relativamente alle operazioni di normale pratica industriale effettivamente condotte.

Le operazioni di normale pratica industriale sono finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3 del Regolamento.

Le lavorazioni previste in progetto sui materiali di scavo per ottimizzarne l'utilizzo costituiscono, ai sensi dell'Allegato 3 del Regolamento, un trattamento di normale pratica industriale in quanto non incidono sulla classificazione come sottoprodotto dei materiali da scavo, non ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche bensì consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali (in sostanza si tratta delle stesse lavorazioni che si praticano sui materiali di cava proprio per ottimizzarne l'utilizzo), ferma restando la compatibilità delle frazioni ottenute con i siti di destinazione.

Le operazioni di normale pratica industriale previste in progetto, oltre alle tecniche già indicate al capitolo precedente sono di seguito descritte.

4.2.1 Riduzione elementi/materiali antropici

Tra le operazioni di normale pratica industriale, sempre ai sensi dell'allegato 3 del Regolamento, è considerata anche la possibilità di eseguire operazioni manuali o meccaniche finalizzate alla riduzione della quantità di materiale antropico presente nei volumi di terreno scavati.

4.2.2 Vagliatura

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. Il sistema di vagliatura del materiale potrà essere previsto all'interno dei cantieri operativi situati o nelle aree a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.2.3 Frantumazione

L'impianto di frantumazione consente la frantumazione del materiale lapideo per produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra (rilevati, sottofondazioni per pavimentazioni, ritombamenti, modellazioni morfologiche, sistemazioni ambientali). Il sistema di frantumazione del materiale potrà essere previsto all'interno dei cantieri operativi o nelle aree a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.3 INCLUSIONI

4.3.1 Utilizzo di miscele di perforazione

Nella fase di realizzazione di opere strutturali e idrauliche (a protezione di scavi profondi ecc.), vengono eseguiti lavori di perforazione di pozzi o scavi di paratie.

Lo scavo per pali e/o diaframmi viene spesso realizzato a partire dal piano campagna secondo allineamenti delimitati mediante la formazione di appositi cordoli guida in c.a. Il sostentamento delle pareti di scavo viene garantito attraverso l'impiego di miscele cementizie o bentonite.

Tali miscele fluide, per perforazioni hanno alcune peculiarità che permettono maggiori velocità di avanzamento e quindi maggiori produzioni in minor tempo, miglior protezione da cedimenti o franamenti, maggiore stabilità per la ridotta presenza di acqua libera e maggior protezione delle falde stesse.

L'uso di miscele per perforazioni deve garantire la tutela delle qualità ambientali dei terreni e delle falde acquifere interferite, in tal senso la scelta dei prodotti per la formazione delle miscele deve avvenire sulla base delle caratteristiche intrinseche dei prodotti stessi. Dovranno essere impiegate miscele ambientalmente compatibili per le quali dovranno essere dichiarate le informazioni ecologiche e chimico-fisiche, ma anche altre proprietà quali ad esempio: grado di tossicità, capacità legante e ossidante, solubilità, infiammabilità, corrosività e biodegradazione, contenuto di polimeri di origine organica, ecc. Non potranno essere presi in considerazione prodotti e additivi le cui schede presentino insufficienti informazioni sul comportamento ambientale.

4.4 GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte 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.

Le seguenti tipologie di materiali sono inoltre identificate quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti, ovvero allontanamento dal cantiere per il recupero in impianti autorizzati, preferibilmente, oppure, in alternativa, lo smaltimento in discariche:

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc);
- il materiale di risulta dal processo di sedimentazione, costituito da polveri di perforazione, boiacche e additivi, e derivato dalla raccolta e trattamento delle acque di lavorazione.

Sebbene le indagini cognitive di progetto non abbiano dato particolari evidenze in tal senso, si specifica che, se dovessero emergere aree o porzioni di scavo con presenza di materiali di riporto con frammenti e/o elementi di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (rif. allegato 9 del DM 161/2011 ripreso in allegato 10 del DPR 120/2017), questi dovranno essere sottoposti alle medesime disposizioni vigenti in materia di rifiuti.

5 BILANCIO DEI MATERIALI DA SCAVO COME SOTTOPRODOTTI

Le lavorazioni connesse alla realizzazione degli interventi in oggetto prevedono l'esecuzione di operazioni unicamente all'aperto. Come indicato l'impostazione generale si basa sull'ipotesi di scavo (con eventuale deposito temporaneo) e successivo riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione del progetto.

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. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto 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.

I dati di seguito sono riferiti al computo esecutivo (elaborati a codifica CCP), al quale si rimanda per maggiori dettagli. I volumi stimati sono i seguenti:

Tabella 5-1 - Sintesi delle quantità movimentate

	CORPO STRADALE	VEGETALE	TOTALE
	mc		
PRODUZIONI TOTALI da SCAVI	175.742	16.210	191.952
di cui provenienti da scotico di cantiere		5.458	
FABBISOGNI TOTALI	86.300	20.869	107.169
RIUTILIZZI TOTALI come SOTTOPRODOTTI	24.068	16.210	40.278
di cui per sistemazione finale cantiere		5.458	
FONTI ESTERNE TOTALI	62.232	4.659	66.891
di cui materiale alleggerito	4.591		
ESUBERI TOTALI da gestire in impianti autorizzati	151.674	0	151.674

I volumi di scavo complessivi per la realizzazione dell'intervento sono pari a circa 191.952 mc, così suddivisi:

- 175.742 mc circa provenienti dagli scavi di inerti lungo il tracciato stradale in progetto (di cui 114.628 mc circa solo dalle lavorazioni di sbancamento e di fondazione a sezione obbligata);
- 10.752 mc circa dalle operazioni di scotico del vegetale (spessore medio di circa 20 cm);
- 5.458 mc circa dalla preparazione delle aree di cantiere con la rimozione dello scotico per uno spessore di circa 30 cm.

Il riutilizzo, ai fini dell'inquadramento a sottoprodotti del materiale, ai sensi dell'art.184-bis del DLgs 152/2006 e dei requisiti ai sensi degli artt. 4, 7 e 21 del DPR 120/2017, è stimato in 40.278 mc complessivi (pari al 21% del totale). I volumi di scavo riutilizzati come sottoprodotti hanno queste principali destinazioni in opera:

- sistemazione del terreno vegetale nei cigli, nelle scarpate e per la restituzione finale delle aree di cantiere per un volume complessivo di circa 16.210 mc, prevedendo una fornitura dedicata di circa 4.659 mc per soddisfare il fabbisogno complessivo delle lavorazioni delle opere a verde (circa mc 20.869);
- realizzazione del rilevato stradale, dei riempimenti e reinterri per un volume complessivo di circa 24.068 mc;

Si evince che il riutilizzo degli scavi inerti per la fondazione stradale in rilevato o in opera è parziale rispetto alla produzione: ciò avviene soprattutto per le caratteristiche scadenti del materiale escavato che non presenta i requisiti tecnici idonei alla messa in rilevato, secondo le specifiche del capitolato e le indicazioni sintetizzate

in § 3.6 (con rif all'elaborato GTA0001). L'esubero previsto dagli scavi all'aperto, sebbene siano con requisiti conformi alla compatibilità ambientale, risulta pertanto essere pari a circa 151.674 mc.

Si precisa inoltre che non risulta applicabile la procedura di trattamento con legante a calce o cemento, finalizzata al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica dei terreni, in relazione proprio alla qualità prestazionale scadente dei materiali (rif § 3.4, Caratteristiche tecniche dei materiali). Questa disposizione conferma quanto comunque già indicato nelle precedenti fasi progettuali, con l'esclusione della lavorazione di stabilizzazione.

Sulla base delle quantità e delle considerazioni sopra riportate, il fabbisogno complessivo (circa 107.169 mc), necessari alla realizzazione degli interventi ed alle lavorazioni nelle diverse fasi di cantierizzazione, deve essere soddisfatto da forniture ed approvvigionamenti esterni (complessivamente circa 66.891 mc). Questi materiali, approvvigionati da impianti esterni, saranno accompagnati dalla relativa certificazione di idoneità tecnico-ambientale, oltre che quella prestazionale, in modo tale da non modificare il quadro ambientale di riferimento. Oltre al materiale vegetale (circa 4.659 mc), pertanto la fornitura di materiali tecnicamente idonei e conforme ai requisiti ambientali prevede circa 62.232 mc, di cui circa 4.951 mc di materiali alleggerito in argilla espansa, necessari per la costituzione di parti di rilevato nel tratto 3, con particolare riferimento agli interventi sulle curve A/B/C (rif WBS CS008).

I volumi di esubero dagli scavi saranno gestiti in eventuale deposito e rimossi e destinati in impianti autorizzati di recupero, preferibilmente, o in discariche autorizzate, secondo le fasi e la logistica della cantierizzazione. Nell'ambito della gestione a rifiuto inoltre saranno inquadrati anche i materiali proveniente dalle perforazioni profonde (circa 56.882 mc) e dalle attività di demolizione di manufatti in calcestruzzo e di fondazione stradale (circa 33.185 mc) e di pavimentazione (ad es. 8.761 mc di fresato). Anche le eventuali parti in acciaio saranno destinate ad impianti specificatamente dedicati al recupero.

6 DISPOSIZIONE PER IL DEPOSITO DELLE TERRE DA SCAVO

In base a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, la gestione delle terre e rocce da scavo richiede il deposito delle medesime in apposite aree, identificate nell'ambito del progetto di cantierizzazione come "siti di deposito intermedio" in attesa di riutilizzo.

I siti di deposito ricadono nelle aree di cantiere individuate in progetto negli specifici elaborati della cantierizzazione (CAP0200).

Le aree destinate ai depositi intermedi sono le seguenti:

- Area 1, Campo base e cantiere operativo (Tratto T1): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo e deposito dello scotico di cantiere in attesa per la sistemazione definitiva dell'area;
- Area 2, cantiere operativo (Tratto T2): deposito dello scotico di cantiere;
- Area 3, area di supporto (Tratto T2): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo;
- Area 4, cantiere operativo (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere;
- Area 5, area di supporto (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo;
- Area 6, area di supporto (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo;
- Area 7, area di supporto (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo;
- Area 9, cantiere operativo (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere;
- Area 10, cantiere operativo (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere;
- Area 11, cantiere operativo (Tratto T3): deposito del materiale di scavo in attesa di riutilizzo deposito dello scotico di cantiere.

6.1 AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno sterile derivante da scavi all'aperto;
- eventuale terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, generalmente 30 cm).

L'area di deposito verrà realizzata in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale. All'interno dell'area il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

In linea generale poi si possono distinguere i materiali già caratterizzati sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale:

- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti inferiori ai limiti di colonna A;
- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di colonna A, ma inferiori ai limiti di colonna B.

La preparazione e disposizione dell'area di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- lo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato nelle stesse aree di deposito eventualmente in dune lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione e compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;
- la posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Nella fase costruttiva verranno messi in pratica alcuni accorgimenti, utili ad evitare potenziali contaminazioni:

garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
 dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
 adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direccionamento.

Va evidenziato che il sistema impiegato sarà di tipo "dinamico". Le terre da scavo derivanti da scavi e sterri verranno reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per la sistemazione ambientale.

6.1.1 Adempimenti specifici per il deposito del terreno vegetale

Il terreno vegetale sarà separato dalle altre tipologie di terre. il deposito del terreno vegetale farà generalmente eccezione rispetto al sistema dinamico per gli inerti.

Il vegetale infatti avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente, quindi, l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno disposte o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area di deposito temporaneo in attesa del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di imbocco o di cantiere.

Il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche del terreno vegetale non risultino compromesse nel tempo (dune di altezza non superiori ai 2 metri consigliati dalla letteratura). I cumuli hanno, infatti, lo scopo di mantenere la struttura e la potenziale fertilità del suolo accantonato e dovranno inoltre essere protetti dall'insediamento di vegetazione infestante e dall'erosione idrica superficiale. Tutte le operazioni di movimentazione dovranno essere eseguite con mezzi e modalità tali da evitare eccessivi compattamenti del terreno secondo le indicazioni date in elaborati SUA. Il materiale sarà riutilizzato al completamento dell'opera per l'inerbimento delle scarpate e/o dei corpi presenti in aree. Per mantenere le caratteristiche pedologiche del terreno vegetale, i cumuli dovranno essere irrigati nei periodi di particolare e grave siccità.

7 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO IN CORSO D'OPERA

La campagna di caratterizzazione eseguita in fase progettuale ha evidenziato una totale congruità dei terreni saggiati con i limiti di CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) imposti nei siti ad uso industriale o commerciale. Tale destinazione d'uso è prevista per il territorio direttamente interessato da infrastruttura stradale e dal progetto in cui insiste il sito di interesse, anche se dai rilievi si è evidenziata una alta percentuale di esiti analitici conformi ai limiti indicati per i siti a destinazione d'uso agricola e residenziale.

In generale, sulla base delle prescrizioni normative, la campagna di caratterizzazione deve rilevare la conformità dei requisiti ambientali ed in tal senso l'idoneità al riutilizzo dei terreni da movimentare.

Al meglio della conoscenza disponibile, quindi, L'Appaltatore sarà chiamato a confermare che il suolo scavato soddisfi i requisiti pertinenti la protezione dell'ambiente e non porterà ad eventuali impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana, rispondendo in tal modo alle seguenti prescrizioni legislative:

non contaminazione del sito;
 riutilizzo previsto.

Secondo l'allegato 1 del Regolamento del DPR 120/2017, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in Allegato 9 parte A.

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'Appaltatore attua la realizzazione dell'intervento con le relative movimentazioni, divenendone responsabile (art. 2, c. 1, lett. p).

Per quanto indicato in premessa al presente Piano, l'Appaltatore ha il vincolo di attestare tramite una dichiarazione il rispetto delle condizioni, che permettono di considerare i materiali da scavo come sottoprodotti e non rifiuti, così come richiesto dagli artt 20 e 21 nell'ambito delle lavorazioni ai sensi dell'art.22.

A tal fine, in conformità all'Allegato 9 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 9 parte A, in particolar modo

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:

- 1) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione dei materiali da scavo provenienti dallo scotico delle aree di cantiere e ivi depositati per il riutilizzo e ripristino finale definitivo per la restituzione a terzi;
- 2) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione in corso d'opera dei materiali che provengono dalle perforazioni;
- 3) l'Impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti soprariportati, si precisa che:

- a) 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;
- b) 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 9 parte A).

Al capitolo 3 sono riportate le tabelle che indicano l'elenco dei siti di indagine, con il relativo numero di prelievi, per il completamento della campagna di indagine di caratterizzazione dei materiali da scavo nelle aree di cantiere.

Per quanto riguarda il caso della caratterizzazione in corso d'opera dei materiali provenienti dalla perforazione di pali, di cui si prevede il riutilizzo, la caratterizzazione specifica sarà svolta dall'Appaltatore secondo i criteri sopra riportati. La caratterizzazione ambientale di tali terre da scavo dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione d'uso di miscele additive con requisiti ambientali idonei, attestati dalle schede tecniche e/o da prove di laboratorio esclusivamente ed appositamente eseguite.

Tra i manufatti in terra con durata temporanea, si devono annoverare le opere provvisorie in terra, previste al fine di permettere la realizzazione delle opere definitive. A titolo esemplificativo si possono citare i rilevati provvisori in terra realizzati allo scopo di garantire il piano di appoggio delle macchine operatrici durante l'esecuzione di paratie e palificate, rilevati che quindi verranno smantellati una volta completate le attività di perforazione. Nell'ambito dei movimenti terra previsti nelle opere provvisorie, seppur molto 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).

7.1 CARATTERIZZAZIONE IN SITU PRELIMINARE ALLO SCAVO

L'Appaltatore, sotto la propria responsabilità, potrà disporre delle caratterizzazioni ambientali effettuate nella fase di progettazione.

L'Impresa esecutrice avrà tuttavia la facoltà di svolgere una propria campagna di caratterizzazione preliminare al corso d'opera del terreno e dei materiali di scavo, considerando comunque le modalità descritte nei successivi paragrafi. Questa attività dovrà risultare coerente con le disposizioni date dalla normativa di riferimento e con i criteri di indagine e campionamento disposti anche dagli Enti di competenza. Si dovrà tenere conto di:

- corrispondenza delle principali opere d'arte (cap. 2 inquadramento progettuale);
- superficie dell'area di interesse d'arte (cap. 2 inquadramento progettuale);
- densità di indagine svolta in fase progettuale d'arte (cap. 3 caratterizzazione ambientale);
- volumi ipotizzati nei movimenti terra (cap. 6 bilancio terre).

La caratterizzazione del terreno deve prevedere un campionamento con densità pari o superiore a quello svolto in ambito progettuale secondo i medesimi criteri di indagine.

La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera deve essere condotta direttamente sull'area di scavo in fase preliminare allo scavo stesso, in considerazione comunque delle particolari e specifiche esigenze operative ed in corrispondenza delle aree di intervento indicata negli elaborati progettuali di riferimento.

La disposizione dei punti di indagine ambientale deve tenere conto della posizione del tracciato stradale e del suo inquadramento, a meno di particolari evidenze organolettiche o di orizzonti stratigrafici differenti, per cui è richiesto un campionamento puntuale.

Questa scelta è basata anche sul fatto che le tecnologie di scavo previste e le lavorazioni nelle aree di cantiere non introducono elementi di impatto potenziale e non sono fonte di contaminazione. La logica di caratterizzazione in corso d'opera si riferisce a quanto indicato nella normativa ambientale.

La modalità della caratterizzazione preventiva può avvenire tramite criteri di campionamento sistematici o casuali di seguito descritti, ai fini della definizione dei punti di indagine. Si è tenuti a provvedere alla caratterizzazione in sito:

- prima delle operazioni di scavo;

nei punti in cui è previsto progettualmente lo scavo.

La caratterizzazione e la gestione dei terreni dovranno seguire tale distinzione.

- caratterizzazione del terreno superficiale costituente il vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scavo, fino ad una profondità massima di circa 30 cm);
- caratterizzazione del materiale inerte più profondo.

Per le modalità di caratterizzazione, campionamento e analisi di laboratorio si dovranno tenere conto di quelle eseguite nella fase di progettazione (cap. 3) e delle indicazioni generali della normativa di riferimento (rif D.P.R. 120/2017 allegati 2 e 4, norma UNI 10802).

Le analisi chimico-fisiche dovranno essere condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite. Allo scopo deve

essere pertanto previsto il ricorso a laboratori di analisi certificati ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025. (preferibilmente con riconoscimento ACCREDIA).

7.2 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato all'art. 9 comma 7 e all'art. 28 del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per la caratterizzazione in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà inoltre tenuto, alla conclusione dei lavori nella fase di ripristino finale, alla verifica di non contaminazione delle aree di cantiere e delle fasce lungo le viabilità.

8 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

8.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Tutte le lavorazioni sono posizionate lungo il tracciato lineare e continuo di progetto, nella prossimità del quale sono previste le aree di cantiere e/o supporto e le sistemazioni ambientali finali.

Ciò permette di interessare unicamente viabilità di cantiere nel sistema infrastrutturale di progetto. L'impronta del tracciato e dei collegamenti con le aree di cantiere sono individuate pertanto come la principale viabilità per la movimentazione dei materiali di scavo e per l'accesso stesso alle aree di cantiere o deposito.

La possibilità di sfruttare l'impronta dell'infrastruttura da realizzare, individuabili per la maggior parte con lo stesso intervento, riduce al minimo l'interferenza con le viabilità e agevola i percorsi, attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali di scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (corpo stradale, pertinenze stradali e/o sistemazioni lungo rilevato), o direttamente dal sito di scavo al sito di riutilizzo.

Nel caso di utilizzo delle viabilità locali, per raggiungere le aree di cantiere e di deposito i percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterrano senza operare variazioni, così come si atterrano al Codice della Strada.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti per evitare fenomeni di dispersione ed il contatto con gli agenti atmosferici.

Per la planimetria sulle viabilità di cantiere si veda lo specifico elaborato in allegato. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati sulla cantierizzazione (CAP0200), presentati unitamente quale supporto per gli approfondimenti sul progetto.

8.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 6 del Regolamento, in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura atta a garantire la tracciabilità dei materiali da scavo: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo.

La documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo deve essere redatta secondo le indicazioni dell'Allegato 7 del Regolamento da parte dell'esecutore nella fase di corso d'opera.

Tale documentazione viene predisposta dall'esecutore nella fase di corso d'opera: i moduli di trasporto di cui all'allegato 7 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo con riferimento al codice identificativo delle singole WBS.

8.3 DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU) all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000, in conformità all'allegato 8 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata, in conformità ai tempi ed alle modalità dichiarate ai sensi dell'art 21 del DPR 120/2017.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 8 del Regolamento, durante la realizzazione dei lavori, l'esecutore sarà tenuto, a redigere una dichiarazione di avvenuto utilizzo analoga a quella di cui all'Allegato 8 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000 con cadenza semestrale. Tale dichiarazione, corredata dei certificati delle analisi effettuate sui campioni, dovrà attestare l'utilizzo dei materiali sia riferito al periodo per il quale viene emessa sia a consuntivo.