

AUTOSTRADA (A13): BOLOGNA - PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA

TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO-FERRARA SUD

PROGETTO ESECUTIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

GESTIONE TERRE

Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo
ai sensi 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. Mario Brugnoli Ord. Ingg. Roma N. A24308	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.	
111316	0000	PE	DG	PGT	00000	00000	R	AMB	1000	-1	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Mario Brugnoli Ord. Ingg. Roma N. A24308						n.	data
							0	GIUGNO 2022
							1	NOVEMBRE 2022
REDATTO:	Dott. Francesco Cipolli		VERIFICATO:					

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Maurizio Torresi	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
---	--

Sommario

0	INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO E AGGIORNAMENTO DEL PIANO	5
1	PREMESSA.....	8
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO.....	8
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO	10
1.3	AGGIORNAMENTO NORMATIVO CON IL D.P.R. 120/2017	10
2	INQUADRAMENTO GENERALE	11
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	11
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	12
2.2.1	Asse principale	14
2.2.2	Svincoli ed aree di servizio.....	15
2.2.3	Opere d'arte.....	16
2.2.3bis	Interventi per il territorio	23
2.3	CANTIERIZZAZIONE	24
2.3.1	Campo base CB01.....	25
2.3.2	Cantiere operativo CO01.....	26
2.3.3	Cantiere operativo CO02.....	27
2.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	27
2.4.1	Inquadramento geologico.....	28
2.4.2	Inquadramento geomorfologico	29
2.4.3	Inquadramento idrogeologico.....	30
2.4.4	Descrizione sintetica degli inquadramenti lungo il profilo di tracciato.....	32
2.4.5	Caratterizzazione geotecnica ed indicazioni sul riutilizzo dei materiali di scavo	34
2.5	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.M. 161/2012	36
2.5.1	Tratta A, da pk 0+870 (inizio intervento) a pk. 7+300.....	36
2.5.2	Tratta B, da pk 7+300 a pk 14+108.....	39
2.5.3	Tratta C, da pk 14+108 a pk 18+989.....	41
2.5.4	Tratta D, da pk 18+989 a pk 27+265	42
2.5.5	Tratta E, da pk 27+265 a pk 33+730 (fine intervento)	45
2.5.6	Aree di cantiere	46
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO	49
3.1	CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO	49
3.1.1	Cartografia geochemica regionale	49
3.1.2	Anagrafe regionale dei siti contaminati.....	51
3.1.3	Uso del suolo.....	53
3.2	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PREGRESSE.....	54
3.2.1	Criteri d'indagine effettuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006	54
3.2.2	Metodiche di campionamento	56
3.2.3	Set analitico	56
3.2.4	Verifica dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sulla base dei dati pregressi	57
3.2.5	Conformità dei dati pregressi al Regolamento 2012	57
3.3	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	57
3.3.1	Criteri di ubicazione dei punti d'indagine.....	58
3.3.2	Piano di indagine di caratterizzazione	58
3.3.3	Aggiornamento sulla caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva	64
3.3.4	Metodica di campionamento	65
3.3.5	Analisi chimiche di laboratorio.....	65
3.4	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	66
3.4.1	Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni.....	66
3.4.2	Conclusioni.....	70

3.5	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	71
3.6	INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO	72
3.6.1	<i>Caratterizzazione dell'acqua sotterranea</i>	72
4	MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE	74
4.1	OPERE ALL'APERTO	74
4.1.1	<i>Scavi da scotico</i>	74
4.1.2	<i>Scavi di sbancamento</i>	74
4.1.3	<i>Rinterri</i>	75
4.1.4	<i>Formazione rilevati e rimodellamenti</i>	75
4.1.5	<i>Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione</i>	76
4.1.6	<i>Disposizioni per le interferenze con la porzione satura del terreno</i>	76
4.2	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	77
4.2.1	<i>Vagliatura</i>	77
4.2.2	<i>Frantumazione</i>	77
4.3	INCLUSIONI	77
4.3.1	<i>Utilizzo di miscele di perforazione</i>	77
4.4	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI	78
5	SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO	79
5.1	PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE	79
5.2	AREA DI DEPOSITO IN ATTESA DI UTILIZZO	80
5.2.1	<i>Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito in attesa di utilizzo</i>	80
5.3	PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE	82
5.4	BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO	82
6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA	85
6.1	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE	85
7	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE	86
7.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	86
7.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	86
7.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO	86

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 1-1 ELENCO ELABORATI DI PROGETTO ESECUTIVO A SUPPORTO DEL PIANO DI UTILIZZO	9
FIGURA 2-1 TRACCIATO AUTOSTRADALE A13 DA BOLOGNA A FERRARA.....	11
TABELLA 2-1 COMUNI INTERESSATI DALL'INTERVENTO.....	11
TABELLA 2-2 SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO SECONDO LA TIPOLOGIA DI AMPLIAMENTO	13
FIGURA 2-2 SEZIONE TIPO AMPLIAMENTO III CORSIA IN AMPLIAMENTO ASIMMETRICO	14
FIGURA 2-2BIS INTERVENTO SULL'ARGINELLO ESISTENTE NEI TRATTI ASIMMETRICI.	15
FIGURA 2-3 PIAZZOLE DI SOSTA IN RILEVATO/TRINCEA.....	15
FIGURA 2-4 PROFILO LONGITUDINALE	20
TABELLA 2-3 ELENCO DEI CAVALCAVIA INTERESSATI DAL PROGETTO	22
FIGURA 2-5 PARTICOLARE DI UNA SEZIONE TIPO DELLA DUNA PERIMETRALE	25
FIGURA 2-6 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'EMILIA-ROMAGNA.	30
FIGURA 2-7 LETTURE PIEZOMETRICHE ESEGUITE NEL PERIODO MAGGIO 2012 – LUGLIO 2021 LUNGO IL TRACCIATO IN PROGETTO	32
TABELLA 2-4 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA A.....	37
TABELLA 2-5 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA B.....	39
TABELLA 2-6 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA C.....	41
TABELLA 2-7 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA D.....	43
TABELLA 2-8 ELENCO DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE NELL'AMBITO DELLA TRATTA E	45
FIGURA 2-8 PARTICOLARE DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE	47
FIGURA 2-9 STRALCIO PLANIMETRICO SUL DEPOSITO TEMPORANEO LUNGO LINEA (DA GEN0091).....	48
FIGURA 3-1 CARTA DEL FONDO NATURALE ANTROPICO IN ARSENICO CON EVIDENZA DEL TRATTO DI INTERESSE	50
FIGURA 3-2 CARTA DEL FONDO NATURALE ANTROPICO IN VANADIO CON EVIDENZA DEL TRATTO DI INTERESSE	51
FIGURA 3-3 SITI CONTAMINATI IN PROVINCIA DI BOLOGNA (DA ARPAE, 2015)	51
FIGURA 3-4 SITI CONTAMINATI IN PROVINCIA DI FERRARA (DA ARPAE, 2015)	52
TABELLA 3-1 SITI CONTAMINATI LIMITROFI AGLI INTERVENTI IN PROGETTO	52
FIGURA 3-6 USO DEL SUOLO (FONTE: – GEOPORTALE EMILIA-ROMAGNA)	54
TABELLA 3-2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL 2011, AI SENSI DEL D.Lgs. 152/2006	55
TABELLA 3-3 DISPOSIZIONI PER IL CAMPIONAMENTO DA ALL. 2 DEL D.M. 161/2012	58
TABELLA 3-4 QUADRO COMPLESSIVO DEI PRELIEVI EFFETTUATI LUNGO IL TRACCIATO AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	59
TABELLA 3-7 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, TRATTA C	61
TABELLA 3-8 PUNTI DI INDAGINE OGGETTO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, TRATTA D	62
TABELLA 3-10 PUNTI DI INDAGINE AREA CB01	63
TABELLA 3-110BIS PUNTI DI INDAGINE AREA CO02	64
TABELLA 3-11 AREE DI CANTIERE NON INVESTIGATE IN FASE PROGETTUALE.....	65
TABELLA 3-12 RIEPILOGO SINTETICO DEGLI ESITI ANALITICI DI LABORATORIO E DEL NUMERO DI SUPERAMENTI RILEVATI	66
TABELLA 3-13 SINTESI DEGLI ESITI DELLE ANALISI CHIMICHE IN TRATTA A	67
TABELLA 3-13B SINTESI DEGLI ESITI DELLE ANALISI CHIMICHE IN TRATTA B.....	67
TABELLA 3-13C SINTESI DEGLI ESITI DELLE ANALISI CHIMICHE IN TRATTA C.....	68
TABELLA 3-13D SINTESI DEGLI ESITI DELLE ANALISI CHIMICHE IN TRATTA D	69
TABELLA 3-13E SINTESI DEGLI ESITI DELLE ANALISI CHIMICHE IN TRATTA E	69
TABELLA 3-14 QUADRO COMPLESSIVO DEI PRELIEVI EFFETTUATI LUNGO IL TRACCIATO	70
TABELLA 3-15 CRITERIO PROPOSTO PER LA SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO SECONDO UNA CSC DI RIFERIMENTO	71
TABELLA 3-136 INTERFERENZE PRINCIPALI	72
TABELLA 5-1BIS VOLUMI DI SCAVO COME SOTTOPRODOTTI, AGGIORNATI AL PE 2022	80
TABELLA 5-3 VOLUMI DI RIUTILIZZO AI SENSI DEL D.M. 161/2012, PD 2016	82
TABELLA 5-3BIS VOLUMI DI RIUTILIZZO COME SOTTOPRODOTTI, AGGIORNATI AL PE 2022	82
TABELLA 5-4 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO, AGGIORNATO ALLA FASE DI PE 2022.....	84

Appendice:

- 1) Procedura di stabilizzazione a calce, aggiornata alla fase di Progetto esecutivo
- 2) Tavola planimetrica di dettaglio su Aree di servizio Bentivoglio Est ed Ovest con sovrapposizione intervento da STD-3921 e rete piezometrica esistente, ai fini della procedura di bonifica in atto, gestita da terzi.

Allegato:

AMB1001 – Certificati di laboratorio dei campioni prelevati nella fase progettuale (2011, 2016 e 2018), completati da tabelle di sintesi dei dati analitici

AMB1002 – Tavole planimetriche con:

ubicazione delle indagini ambientali effettuate nella fase progettuale,
dei siti di scavo, di deposito e di utilizzo,
dei cantieri e delle viabilità

AMB1004÷1011 – Profili geologici con ubicazione delle indagini ambientali sulla caratterizzazione (2017)

0 INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO E AGGIORNAMENTO DEL PIANO

La gestione delle terre e rocce da scavo dell'intervento di ampliamento alla 3a corsia del tratto Bologna-Ferrara (A13 Bologna-Padova), è inquadrata secondo quanto previsto nel DM 161/2012.

Si riportano di seguito gli atti di diretto interesse sul percorso valutativo e approvativo del "Piano di utilizzo delle terre" redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del suddetto DM 161/2012:

atto DVA-DEC-118 del 12/03/2018, approvazione del Piano di Utilizzo, ai sensi del D.M. 161/2012, espresso sulla base del parere positivo con prescrizioni della CTVA, n° n. 2655/2018;

D.M. n° 333/2018, compatibilità ambientale (con prescrizioni) dell'intervento di ampliamento valutazione di impatto ambientale e presa d'atto del citato Provvedimento Direttoriale di approvazione del Piano di Utilizzo;

1^a deroga, con DVA 11572 del 19/02/2020, alla scadenza prevista per l'avvio dei lavori (fissando il nuovo inizio lavori entro 31/01/2022) con conseguente proroga della validità del Piano di Utilizzo.

2^a deroga, con DVA 134715 del 02/12/2021, alla scadenza prevista per l'avvio dei lavori (fissando il nuovo inizio lavori entro 31/03/2023) con conseguente proroga della validità del Piano di Utilizzo.

Nota MITE n°23425 del 24/02/2022, Esiti di valutazione di non assoggettabilità per modifiche non sostanziali apportate al progetto.

Il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo approvato nel corso della procedura VIA viene inoltre confermato anche a seguito del regime transitorio di cui all'art. 27, comma 1 del DPR 120/2017, secondo il quale i piani ed i progetti approvati prima dell'entrata in vigore del decreto stesso rimangono disciplinati dalla relativa normativa previgente, così come le loro modifiche e aggiornamenti.

Il documento ha lo scopo di fornire un quadro aggiornato sul Piano di Utilizzo delle terre da scavo (rif. elaborato di Progetto Definitivo AMB1000 ed allegati), alla luce dello sviluppo e degli approfondimenti effettuati nelle fasi di progettazione esecutiva con il perfezionamento delle soluzioni studiate nel Progetto Definitivo.

Si fa presente che le ottimizzazioni introdotte sono state finalizzate a garantire la massima affidabilità dell'esecuzione delle opere e conseguire il coordinamento necessario per contenere i tempi di permanenza sul territorio dei cantieri con i conseguenti vantaggi sia ambientali ed economici.

La progettazione dell'intervento, successiva all'approvazione del Progetto Definitivo, ha sviluppato e approfondito le precedenti previsioni progettuali, anche a seguito del recepimento delle prescrizioni emerse nel corso dei procedimenti approvativi.

In tal senso, secondo le valutazioni degli Enti Territoriali in merito al quadro degli interventi previsti nell'area bolognese sono state proposte, con nota prot. RER.id.PG/201/8/397522 del 30.05.2018 e condivise da ASPI con nota prot. 12444 del 05.06.2018, una serie di modifiche al quadro infrastrutturale. Questo ha comportato il conseguente stralcio del nuovo Svincolo di Castel Maggiore. Il progetto in argomento, quindi, non contempla più tale svincolo, e pertanto tutti i relativi riferimenti sono stati eliminati o modificati. Mentre, relativamente allo svincolo di Bologna Interporto, come già previsto nella corrispondenza sopra citata, è confermato il potenziamento della SP 3 fra l'attuale incrocio con la Sammarina e la rampa di uscita sulla rotonda del Segnatello compreso uno svincolo a livelli sfalsati in corrispondenza del casello di Bologna Interporto. Per quanto riguarda lo svincolo di Altedo come già previsto nella corrispondenza sopra citata, nell'ambito del progetto in argomento è previsto l'inserimento di una nuova rotatoria sulla SP 20 allo svincolo di Altedo.

In riferimento invece alla nota MITE n° 23245/2022, si evidenziano modifiche puntuali apportate al progetto valutato in sede di V.I.A. *dovute esclusivamente ad un affinamento della cartografia di base e al conseguimento di una maggiore sicurezza della circolazione nei punti di immissione degli svincoli di Arcoveggio e di Ferrara sud. Per tali svincoli la modifica progettuale proposta consiste nell'introduzione della corsia di diversione, mediante rettifica del bordo stradale e nella chiusura dell'ampliamento alla terza corsia dopo il punto di sfioro fra l'autostrada e la rampa.* Il progetto prevede, inoltre, l'inserimento di una rotatoria, denominata "dell'Uccellino", tra la S.P. 8 "Via Ferrara" e Via Imperiale, poco prima dello svincolo di Ferrara sud, in sostituzione della prevista ricostruzione del cavalcavia CVV032, attualmente situato lungo l'asse dell'autostrada A13 al km 33+307, così come richiesto dalla Provincia e dal Comune di Ferrara.

Ciò ha portato alla correzione della progressiva chilometrica di riferimento (pk) utilizzata ad inizio e fine tratta "Bologna Arcoveggio-Ferrara sud": più precisamente tale intervento si sviluppa dalla pk 0+871 alla pk 33+738 (progressive riferite all'asse dello spartitraffico) per una lunghezza complessiva di ca. 32,867 km.

La codifica delle WBS delle parti d'opera è stata aggiornata al Progetto Esecutivo.

Inoltre, si evidenzia come questi approfondimenti, su parti delle opere e della logistica della cantierizzazione, abbiano influito sugli elementi di interesse per la gestione delle terre e rocce da scavo, tra cui il bilancio delle terre e rocce da scavo, rivisto in seguito anche all'adozione delle ottimizzazioni progettuali richieste in sede di Conferenza dei Servizi.

Le variazioni intervenute infatti hanno influito sul valore in percentuale dei volumi totali di scavo che risultano essere superiori alla soglia, definita per la modifica sostanziale ai sensi dell'art 8, comma 2, lett. a), del DM161/2012 (aumento del volume di scavo superiore al 20%).

Sono cambiate inoltre le previsioni progettuali, secondo i criteri indicati alla lettera b), del comma 2 dell'art.8 del DM 161/2012, ovvero relativi all'introduzione di nuovi siti di scavo e di riutilizzo.

In relazione all'art 8 sopra citato, sono invece confermate le aree di deposito temporaneo dei volumi di scavo, di cui alla lett. c del comma 2, e le modalità di scavo per la realizzazione di tutte le opere, previste all'aperto, di cui alla lett. d) del comma 2.

I maggiori scavi sono riconducibili soprattutto a:

- miglioramenti sugli interventi di connessioni e delle rampe di svincolo lungo il sistema autostradale e adeguamenti delle viabilità locali ed interferite, con riqualificazione di alcune intersezioni stradali per favorire il flusso veicolare;
- ottimizzazioni sulla realizzazione di alcune parti d'opera, con particolare riferimento a quelle d'arte maggiore (ad es viadotti e sottovia) per la realizzazione dei muri di sostegno, paratie, berlinesi, ecc e l'adeguamento di alcune relative profondità;
- realizzazioni di nuove barriere acustiche lungo alcuni tratti, in recepimento delle richieste degli enti territoriali;
- adeguamento del sistema di gestione idraulica, secondo le normative regionali più recenti e le richieste degli Enti, con particolari soluzioni per la tenuta idraulica delle arginature lungo l'intera tratta, le disposizioni dei fossi e delle canalette, le modalità realizzative dei tombini scolarli.

Nell'ambito degli interventi sul territorio tra i siti di scavo e riutilizzo sono stati introdotti, in risposta alle richieste del territorio, nuovi siti: la nuova rotonda sulla SP 20 allo svincolo di Altedo e l'inserimento di una rotonda, denominata "dell'Uccellino", tra la S.P. 8 "Via Ferrara" e Via Imperiale, poco prima dello svincolo di Ferrara sud. Nell'ottimizzazione del Progetto Esecutivo sono adeguati inoltre, oltre a quelli già previsti, i nodi di intersezione dello svincolo di Arcoveggio, alla pk 0+900, e dello svincolo di Ferrara Sud, alla pk 33+730.

In relazione a quanto indicato, sono state pertanto introdotte variazioni che, ai sensi dell'art 8 del DM 161/2012, comportano la presentazione di istanza di richiesta di modifica sostanziale al Piano di Utilizzo già approvato.

In questo senso si evidenzia che il quadro del Piano di Utilizzo delle terre da scavo (rif. elaborato di Progetto Definitivo AMB1000 ed allegati) viene aggiornato, con la:

- introduzione di un nuovo sito di scavo e riutilizzo, rispetto a quanto già previsti nel Piano approvato;
- aggiornamento volumi di scavo e riutilizzi con aumento dei volumi di scavo > 20%.

Oltre a ciò, il presente elaborato fornisce un aggiornamento sull'organizzazione del sistema di cantierizzazione e delle diverse fasi di lavorazioni, con modifiche sulla durata temporale legate al dettaglio di alcune lavorazioni, che tengono conto della stagionalità del gradiente di falda.

La codifica delle WBS delle parti d'opera è stata inoltre modificata ed aggiornata al Progetto Esecutivo.

Su richiesta della CTVIA, il presente elaborato viene predisposto sulla base del documento originale con l'inserzione delle modifiche evidenziate in azzurro per garantire la tracciabilità delle variazioni in aggiornamento e la continuità con la versione originale del piano. Il testo è stato così elaborato:

- è stata lasciata in carattere nero non evidenziato la parte di testo coincidente con la versione originale (2016) e che non necessita di alcun aggiornamento;
- è stata evidenziata in azzurro, la parte coincidente con le integrazioni introdotte con la presente modifica sostanziale.

Il presente elaborato, come di seguito redatto, costituisce la modifica sostanziale alla documentazione del Piano di Utilizzo terre approvato.

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo ai sensi del D.M. 161/2012, relativamente al progetto stradale di intervento di ampliamento alla 3^a corsia ed ammodernamento dell'autostrada A13 nella tratta Bologna Arcoveggio – Ferrara sud.

L'intervento prevede il potenziamento alla terza corsia con ampliamento in sede del tratto autostradale compreso tra la progr. km 1+070 alla progr. km 33+547, per una lunghezza complessiva di circa 32,5 km circa. In particolare, l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700).

Il documento è riferito all'art. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali da scavo, adottato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell'art. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell'art. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituisce dunque parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale.

Il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti.

Il Proponente, ai sensi dell'art. 9, comma 1 del Regolamento, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, darà specifica comunicazione all'Autorità competente sulle generalità dell'Esecutore. A far data dalla suddetta comunicazione, l'esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L'esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

1.1 STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO

Oltre il corrente capitolo introduttivo, il documento è strutturato in altri 6 capitoli, in relazione ai punti essenziali nella gestione dei materiali da scavo (quantificazione, qualificazione, destinazione e tracciabilità) e a quanto stabilito dall'art. 5 e dall'allegato 5 del Regolamento di cui al DM 161/2012.

Nel capitolo 2 sono descritti gli inquadramenti territoriale, progettuale e geologico.

Nel capitolo 3 vengono descritte le campagne di indagine eseguite nel 2016 per la caratterizzazione dei terreni in sito, svolte nell'ambito della Progettazione Definitiva al fine di valutare la qualità del chimismo del suolo interessato dall'opera in oggetto. Il capitolo è stato completato dalla descrizione delle caratterizzazioni chimico-ambientale integrative svolte nella fase di Progettazione integrativa ed Esecutiva (2018 e 2021-2022).

Nel capitolo 4 vengono descritte le operazioni di scavo ed i trattamenti di normale pratica industriale previsti.

Nel capitolo 5 sono descritti i siti di movimentazione dei materiali secondo le diverse tipologie di opere presso cui vengono prodotte le terre e rocce (siti di produzione), quelle presso cui i materiali scavati vengono depositati in via provvisoria (siti di deposito) e quelle utilizzate per la realizzazione dell'opera o parti di essa (siti di utilizzo). I volumi di scavo sono stati aggiornati alla fase di progetto esecutivo, confermando la classificazione dei terreni secondo le norme UNI e le indicazioni da capitolato, in base all'utilizzo previsto dal progetto

Nel capitolo 6 si riportano le modalità con cui l'Impresa esecutrice dovrà effettuare le eventuali ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera sui materiali da scavo.

Infine, nel capitolo 7, sono descritte le caratteristiche e le modalità di deposito e di trasporto e la documentazione per la tracciabilità.

In allegato sono riportati:

- Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e D.M. 161/2012 della fase progettuale definitiva, aggiornati alla fase di progetto esecutivo;
- Elaborati grafici delle indagini ambientali eseguite, aggiornate alla fase di progetto esecutivo;
- Elaborati grafici con l'ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo;
- Schede dei siti produzione e di utilizzo con l'identificazione, il riepilogo relativo alle caratterizzazioni e volumi;
- Elaborati grafici sui percorsi dei mezzi e delle aree di cantiere.

Con il presente documento, si segnala un elenco degli elaborati di progetto esecutivo, utili ad alcuni temi di approfondimento ed in parte perchè richiamati nel testo del Piano di Utilizzo.

Tabella 1-1 Elenco elaborati di progetto esecutivo a supporto del Piano di Utilizzo

Codice dell'elaborato	<u>Titolo dell'elaborato</u>
DOCUMENTAZIONE GENERALE	
PARTE GENERALE	
STD003	Planimetria generale di inquadramento - Tav. 1 di 4
STD004	Planimetria generale di inquadramento - Tav. 2 di 4
STD005	Planimetria generale di inquadramento - Tav. 3 di 4
STD006	Planimetria generale di inquadramento - Tav. 4 di 4
SIC5001	Diagramma dei lavori
GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA e IDROGEOLOGIA	
GEO002	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 1/8
GEO003	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 2/8
GEO004	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 3/8
GEO005	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 4/8
GEO006	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 5/8
GEO007	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 6/8
GEO008	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 7/8
GEO009	Planimetria geologica con profilo geologico longitudinale - Tav. 8/8
GEO021	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche - Tav. 1/8 e 2/8
GEO022	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche - Tav. 3/8 e 4/8
GEO023	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche - Tav. 5/8 e 6/8
GEO024	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche - Tav. 7/8 e 8/8
GEO077	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 1/8
GEO078	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 2/8
GEO079	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 3/8
GEO080	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 4/8
GEO081	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 5/8
GEO082	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 6/8
GEO083	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 7/8
GEO084	Planimetria idrogeologica con profilo - Tav. 8/8
CANTIERIZZAZIONE	
AREE DI CANTIERE	
SIC5200	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere - tav.1 di 4
SIC5201	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere - tav.2 di 4
SIC5202	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere - tav.3 di 4
SIC5203	Planimetria ubicazione cantieri e viabilità di cantiere - tav.4 di 4
GEN0091	Pianta e sezioni area deposito temporaneo lungo linea
CB01 - Campo base	
SIC5300	Planimetria layout di cantiere
CO01 - Cantiere Operativo	
SIC5310	Planimetria layout di cantiere
CO02 - Cantiere Operativo	
SIC5320	Planimetria layout di cantiere

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma, è pari a 36 mesi.

La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 36 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori. Con riferimento a quanto indicato in art. 5, comma 6, si indica che i lavori avranno inizio entro due anni dalla data di emanazione del provvedimento di VIA e non dalla data di presentazione del piano di utilizzo.

Tale periodo è stato indicato in fase di VIA in conformità al cronoprogramma lavori del Progetto Definitivo.

L'aggiornamento alla fase di progettazione esecutiva ha rivisto i tempi di realizzazione, evidenziando un periodo di lavorazione superiore a quello fissato.

Ad oggi il diagramma lavori (rif **SIC5001**) prevede una **durata complessiva di 54 mesi**.

Il prolungamento dei tempi di lavorazione si riferisce ad alcune lavorazioni già previste nella fase di Progetto Definitivo, ma che con l'approfondimento della fase esecutiva hanno comportato una variazione della sequenza operativa (ad es alcune fasi lavorative nei tratti di ampliamento simmetrico, per limitare l'interferenza con il traffico presente; alcune lavorazioni propedeutiche concentrate nei primi mesi di intervento; individuazione di fasi di lavorazioni per interventi su porzioni di tratta, ecc).

Per i motivi sopraesposti, con la presente modifica del piano di utilizzo, **viene anche aggiornata la durata e validità del Piano di Utilizzo in complessivi 54 mesi dall'inizio dei lavori.**

Come anticipato nell'introduzione, il Ministero (nota DVA n°134715 del 02/12/2021) ha concesso la deroga alla scadenza prevista per l'avvio dei lavori, entro il 31 marzo 2023. Sulla base del provvedimento del MITE è stata aggiornata la validità del Piano di Utilizzo.

1.3 AGGIORNAMENTO NORMATIVO CON IL D.P.R. 120/2017

Nel periodo intercorso dall'approvazione del presente Piano, il quadro normativo è stato aggiornato con l'emanazione di un nuovo Regolamento, D.P.R 120/2017.

Lo scopo (rif. art 1 del citato D.P.R.) è stato quello di adottare "*disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente alla gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento*" alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006.

Il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, approvato con provvedimento DVA n° 134/2018, è confermato anche a seguito del regime transitorio di cui all'art. 27, comma 1 del D.P.R 120/2017, secondo il quale i piani ed i progetti approvati prima dell'entrata in vigore del decreto stesso rimangono disciplinati dalla relativa normativa previgente, così come le loro modifiche e aggiornamenti.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A13 insiste nel territorio della Regione Emilia-Romagna e della Regione Veneto. In particolare, il tratto oggetto di intervento di ampliamento alla 3° corsia si colloca completamente all'interno della Regione Emilia-Romagna attraversando le Province di Bologna e Ferrara.

L'intera tratta autostradale è ripartita rispettivamente per le due province in:

- 25,7 km in provincia di Bologna (pari al 78,1% dello sviluppo totale)
- 7,2 km in provincia di Ferrara (pari al 21,9%)

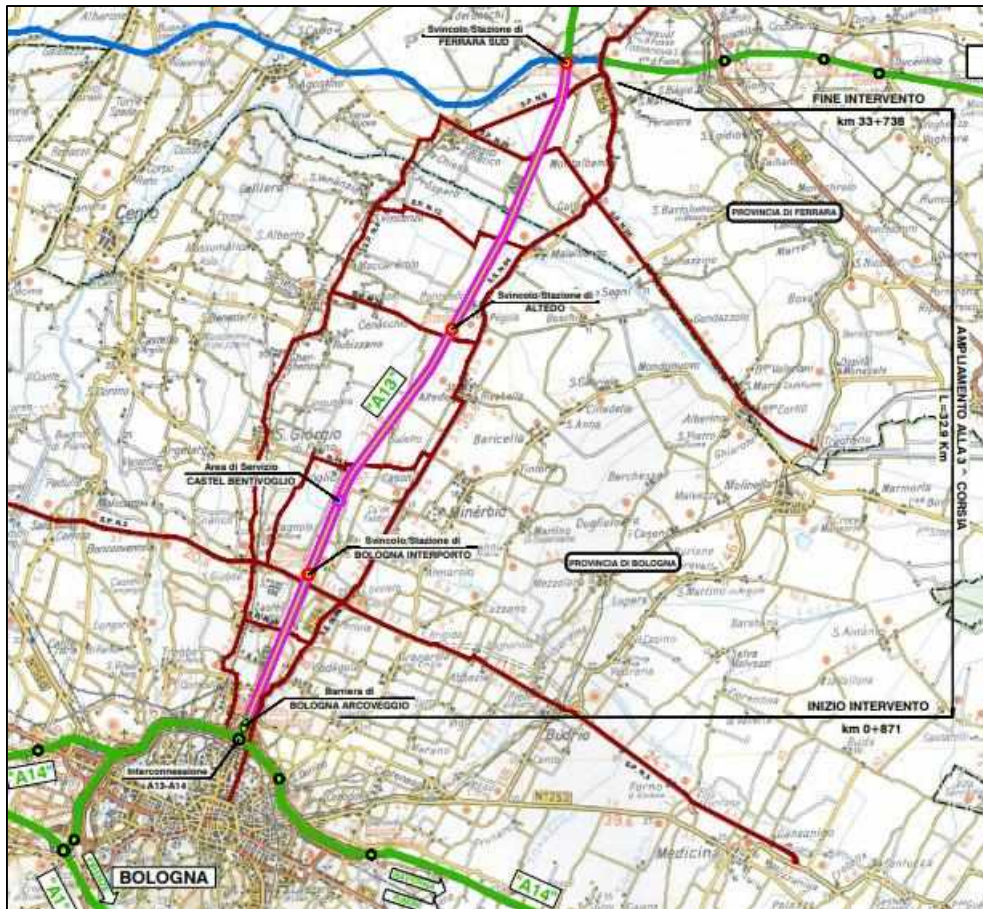


Figura 2-1 Tracciato autostradale A13 da Bologna a Ferrara

Il tratto Bologna Arcoveggio – Ferrara sud, lungo il suo sviluppo Sud-Nord, attraversa il comprensorio di sette comuni, il cui elenco è riportato nella seguente tabella:

Tabella 2-1 Comuni interessati dall'intervento

Comune	progr. km. (iniziale)	progr. km. (finale)	Sviluppo [km]	Sviluppo [%]
Bologna	0+871	3+190	2.319	7,1%
Castel Maggiore	3+190	7+166	3.976	12,2%
Bentivoglio	7+166	20+176	13.010	39,8%
Malalbergo	20+176	24+940	4.764	14,6%
Galliera	24+940	26+537	1.597	4,9%
Poggio Renatico	26+537	33+307	6.770	20,7%
Ferrara	33+307	33+738	0.240	0,7%

2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Nella tratta interessata dall'intervento, l'autostrada si sviluppa in direzione SO-NE in direzione della costa adriatica. L'andamento planimetrico è caratterizzato da tratti prevalentemente in rilevato di altezze contenute con lunghi rettili e curve di ampio raggio. L'orografia risulta particolarmente ricca - 8 delle 9 opere d'arte maggiori sono ponti su attraversamenti idraulici - e vincola il profilo longitudinale dell'infrastruttura.

Il tratto in progetto ha inizio in corrispondenza dell'attuale interconnessione tra le autostrade A14 ed A13.

L'inizio dell'intervento è previsto in corrispondenza della spalla Nord del sottovia di svincolo di Arcoveggio (km 0+871). Il tracciato esistente è caratterizzato da lunghi rettili e curve di ampio raggio.

I primi 10 km del tracciato esistente si sviluppano di fatto in rettili. In questo primo tratto sono presenti alla progressiva 1+217 una opera maggiore il sottovia (L=15.00m) di via Aposazza ed al km 7+950 l'esistente svincolo di Bologna Interporto.

Passato il canale Emiliano Romagnolo al km 11+292, l'autostrada piega verso est con una curva di raggio 2100 m, in corrispondenza dell'area di servizio Castel Bentivoglio al km 11+700.

Segue un ulteriore tratto rettili (da progr. 11+746 a progr. 14+278; L = 2531m).

L'autostrada, quindi, devia leggermente verso Est, con una curva di raggio R=6000 m, per poi dopo un rettili lungo circa 4 km (da progr. 14+593 a progr. 18+520), puntare con una curva di raggio 5000m verso Ovest, in direzione dello svincolo di Altedo (km 20+450). In questo tratto è presente l'opera sul canale Diversivo Navile (progr.13+053).

Dal km 18+954 inizia un rettili di circa 8660 m di lunghezza. Su questo elemento di tracciato si inseriscono i ponti sul canale Navile, sullo scolo Calcarata, sullo scolo Tombe, sullo scolo Riolo ed il ponte sul fiume Reno.

Quest'ultima opera è caratterizzata da 12 campate per una lunghezza complessiva di 390.10m.

La curva successiva di raggio 5000 m immette su un tratto costituito da un rettili di 1.5 km, una curva di raggio 3500m ed un secondo rettili di circa 2.8km dove si colloca l'ultima opera d'arte maggiore il Ponte sullo scolo Principale.

L'ultimo tratto è costituito da una curva di raggio pari a 1080m e dal rettili finale che porta allo svincolo di Ferrara sud dove il presente intervento termina, con le terze corsie che si smorzano nei rami di diversione / immissione dello svincolo medesimo.

Dal punto di vista dell'altimetria il tracciato parte dalla quota +36.05 al km 1+070 per arrivare alla quota di +10.38 nel punto fissato come termine dell'intervento (km 33+738), con una pendenza media pari a 0.08%.

In corrispondenza degli attraversamenti idraulici principali il profilo longitudinale si muove per permetterne localmente lo scavalco.

L'intervento prevede generalmente un ampliamento della piattaforma in sede di tipo simmetrico, mentre solo in due tratti è stato fatto ricorso ad un ampliamento di tipo asimmetrico per ridurre l'impatto della nuova infrastruttura sul territorio.

Il primo tratto di asimmetrico (lato della carr.ta nord) è localizzato a partire dal sottovia Aposazza fino allo svincolo di Bologna Interporto (dal km 1+720 al km 6+829) evitando ampliamenti in corrispondenza della zona industriale di Castel Maggiore prospiciente l'attuale confine autostradale lato carr.ta sud. Il secondo tratto si sviluppa in carreggiata nord (da km 14+545 al km 18+354) in corrispondenza di un ambito naturale appartenente alla rete Natura 2000 (Sito di Interesse Comunitario (SIC) e anche zona di protezione speciale (ZPS), "Biotopi e Ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" (IT4050024) che confina con la attuale sede autostradale lato carreggiata sud.

Lo Svincolo di Bologna Arcoveggio, a inizio intervento, e lo Svincolo di Ferrara Sud, al termine del tratto in oggetto, sono coinvolti solo parzialmente in quanto vengono interessate due rampe per ogni svincolo e più precisamente in carreggiata Nord la rampa di immissione dello svincolo di Arcoveggio e la diversione della rampa di Ferrara Sud mentre in carreggiata Sud l'immissione dello svincolo di Ferrara Sud e la diversione dello svincolo di Arcoveggio.

La tabella che segue discretizza il tracciato in funzione della tipologia di ampliamento:

Tabella 2-2 Suddivisione del tracciato secondo la tipologia di ampliamento

Progr. inizio intervento	Prog. fine intervento	Tipologia intervento
0+871.48	1+074.39	Tratto di transizione
1+074.39	1+249.84	Ampliamento simmetrico
1+249.84	1+737.55	Tratto di transizione
1+737.55	6+814.47	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est
6+814.47	7+300.06	Tratto di transizione
7+300.06	14+101.02	Ampliamento simmetrico
14+101.02	14+537.33	Tratto di transizione
14+537.33	18+354.18	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est
18+354.18	18+989.28	Tratto di transizione
18+989.28	33+517.8	Ampliamento simmetrico
33+517.8	33+738.38	Tratto di transizione

Per quanto riguarda le lavorazioni e le relative fasi di cantierizzazione, si è scelto di dividere il tratto in 5 tratte d'intervento, seguendo lo schema delle tipologie di intervento. In tal modo i lavori potranno procedere, in carreggiata, con cantieri sfalsati (alternativamente in carreggiata nord o sud) in modo da ottimizzare i tempi e evitare l'assenza d'emergenza per tratte estese sulla stessa carreggiata. Questa disposizione consentirà la realizzazione delle tratte in contemporanea. In particolare, le tratte di cantierizzazione all'interno delle quali si procederà all'esecuzione dell'ampliamento del tratto dell'autostrada A13, sono:

- tratta A che si estende dalla progr. 0+870 (inizio intervento) fino alla progr. 7+300, con tipologia di ampliamento asimmetrico a N;
- tratta B che si estende dalla progr. 7+300 fino alla progr. 14+108, con tipologia di ampliamento simmetrico;
- tratta C che si estende dalla progr. 14+108 fino alla progr. 18+989, con tipologia di ampliamento asimmetrico a N;
- tratta D che si estende dalla progr. 18+989 fino alla progr. 27+265, con tipologia di ampliamento simmetrico;
- tratta E che si estende dalla progr. 27+265 fino alla progr. 33+738 (fine intervento) con tipologia di ampliamento simmetrico.

In linea generale, nei tratti in sede naturale in rettilo sono comunque previste 6 fasi, ossia:

- Fase 0 Soppressione puntuale della corsia di emergenza, della carreggiata che verrà ampliata in fase 2, per la realizzazione delle opere provvisorie delle opere d'arte maggiori. Questo per anticipare in fase 1 l'ampliamento delle fondazioni e delle elevazioni delle opere.
- Fase1 Riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza di una carreggiata e ampliamento del corpo stradale sulla stessa carreggiata, con mantenimento delle due corsie più emergenza sulla carreggiata opposta. In questa fase viene anche anticipata la realizzazione delle fondazioni e delle elevazioni delle opere d'arte maggiori sulla carreggiata opposta all'ampliamento.
- Fase2 Riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza sulla carreggiata opposta e ampliamento del corpo stradale della stessa, ripristino della corsia d'emergenza sulla carreggiata ampliata in prima fase.

Fasi 2A-2C

Durante queste sottofasi, per tratti non superiori a circa 2,5 km, e per una durata massima di 5 mesi per fase, mantenendo la riduzione delle corsie, sarà soppressa l'emergenza in entrambe le carreggiate e il traffico sarà spostato su un'unica carreggiata per consentire la sostituzione degli

impalcati esistenti e il rinforzo delle spalle delle opere d'arte maggiori della carreggiata opposta al traffico.

Fasi 3A-3C

Analogamente a quanto effettuato nelle fasi precedenti (2A-2C) il traffico sarà spostato sulla carreggiata opposta a quella delle fasi 2A e 2C e saranno sostituiti gli impalcati esistenti e rinforzate le spalle delle opere d'arte maggiori della carreggiata opposta quella oggetto dei lavori delle fasi 2A e 2C traffico.

Fase 4 (ex 3)

Spostamento del traffico sulle corsie esterne ai lati del cantiere e adeguamento dello spartitraffico. Questi interventi/cantieri/lavorazioni dovranno essere eseguiti con più gruppi di lavori in avanzamento.

Oltre alle fasi principali, sono previste fasi secondarie necessarie per effettuare le ricariche sulle carreggiate, per effettuare i risanamenti delle corsie di marcia e per effettuare lavorazioni minori che possono essere realizzate in periodi brevi. Tutte le fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori.

2.2.1 Asse principale

L'intervento di ammodernamento dell'attuale infrastruttura con l'ampliamento alla terza corsia prevede una sezione tipo stradale caratterizzata da una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. Ciascuna prevede tre corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m. L'allargamento netto della sede stradale è pari, quindi, a 4.90m in caso di allargamento simmetrico e a circa 10.30 m in caso di ampliamento asimmetrico.

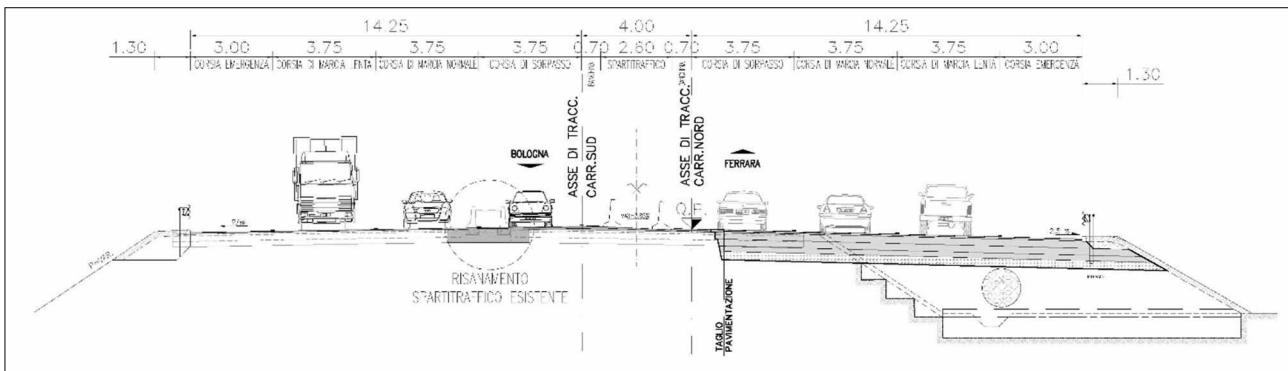


Figura 2-2 Sezione tipo ampliamento III corsia in ampliamento asimmetrico

L'arginello di nuova realizzazione verrà eseguito come nei tratti simmetrici mentre quello esistente in carreggiata Sud verrà allargato e bonificato mediante la sostituzione del materiale da rilevato con uno strato di misto cementato. In generale verrà eseguito uno scavo di circa 1 metro di altezza, lo sbancamento dell'arginello esistente si estende per circa 50 centimetri all'interno del ciglio pavimentato con uno scavo subverticale per 50cm di profondità. Oltre questo tratto subverticale si prevede un successivo sbancamento con pendenza 1/1 (45°) fino al raggiungimento della profondità richiesta.

Lo strato in misto cementato, sul margine esterno dovrà essere rivestito, sia in scarpata sia in sommità, con uno stato di terreno vegetale inerbito. A titolo di esempio si riporta la figura sottostante.

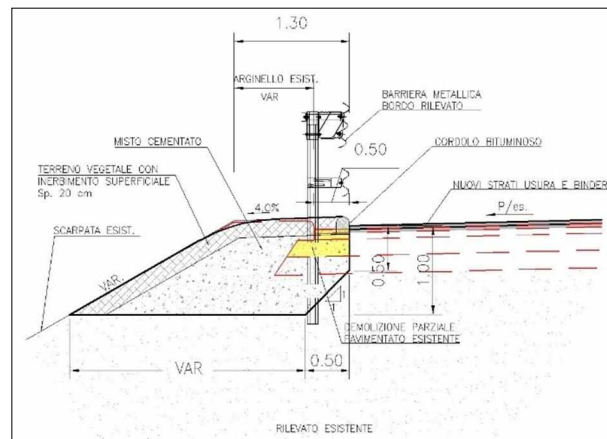


Figura 2-2bis Intervento sull'arginello esistente nei tratti asimmetrici.

Sui tratti in rilevato, sono state previste piazzole per la sosta di emergenza con un interasse di circa 1000 m su entrambe le carreggiate. Per la geometria si faccia riferimento agli elaborati tipologici.



Figura 2-3 Piazzole di sosta in rilevato/trincea

2.2.2 Svincoli ed aree di servizio

Nell'ambito dell'intervento, è prevista l'adeguamento degli svincoli esistenti di Bologna Interporto, Altedo, e dell'Area di Servizio Castel Bentivoglio. Nell'ottimizzazione del Progetto Esecutivo sono adeguati i nodi di intersezione dello svincolo di Arcoveggio, alla pk 0+900, e dello svincolo di Ferrara Sud, alla pk 33+730.

L'intervento di ampliamento dell'autostrada A13, comprende i seguenti nodi di intersezione:

- pk 00+900 - Svincolo di Arcoveggio
- pk 07+955 - Svincolo di Bologna Interporto
- pk 20+452 - Svincolo di Altedo
- pk 33+730 - Svincolo di Ferrara Sud

pk 11+700 - Area di Servizio di Bentivoglio

Il progetto di ampliamento a tre corsie della A13 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe e delle corsie specializzate di immissione e diversione per gli svincoli e per l'area di servizio esistenti, resosi necessario in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale, a standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

2.2.2.1 Nuovo Svincolo di Castel Maggiore

Come ricordato in premessa l'intervento è stato escluso, secondo una serie di modifiche al quadro infrastrutturale, condivise con gli Enti Territoriali, in merito al quadro degli interventi previsti nell'area.

2.2.2.2 Svincolo di Bologna Interporto

Questo svincolo è stato ricostruito a metà degli anni '80. L'opera di scavalco risulta differente per tipologia rispetto alle altre presenti all'interno del tratto oggetto di questo studio. Il cavalcavia di svincolo è a due luci con pila centrale, e risulta compatibile con l'adeguamento della autostrada alla terza corsia. Per quanto sopra esposto è stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di svincolo esistente.

2.2.2.3 Area Di Servizio Bentivoglio

E' stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di entrata (uscita) per (da) l'area di servizio.

2.2.2.4 Svincolo di Altedo

L'intersezione, situata al km 20+450 circa, è di tipo a trombetta. L'opera di scavalco non è compatibile con l'ampliamento autostradale. Il rifacimento dell'opera comporta l'adeguamento dell'intero svincolo. Il nuovo cavalcavia di svincolo verrà realizzato in posizione scostata rispetto alla struttura esistente in modo da garantire comunque l'esercizio dello stesso durante i lavori. Le geometrie proposte ricalcano in parte quelle esistenti nel tentativo di riutilizzarne in parte la sede.

2.2.2.5 Svincolo di Arcoveggio

L'interconnessione A13/A14 è caratterizzata da una configurazione con rampe dirette e semidirette che connettono l'itinerario autostradale con il raccordo alla Tangenziale di Bologna. In tale ambito la progettazione dell'ampliamento alla 3^a corsia ha tenuto conto del progetto di adeguamento dello svincolo di interconnessione, intervento recentemente realizzato in altra iniziativa.

Il progetto prevede l'aggiornamento dello schema di uscita dello svincolo di Arcoveggio ai fini di renderlo più intuitivo all'utente stradale; la modifica consiste nell'introduzione della corsia di diversione e nella chiusura dell'ampliamento alla 3^a corsia dopo il punto di sfocco fra autostrada e rampa.

2.2.2.6 Svincolo di Ferrara Sud

L'intervento di ampliamento autostradale coinvolge parzialmente lo svincolo esistente, interessando solamente le rampe poste a Sud e nel dettaglio la rampa di immissione in direzione Bologna e la rampa di diversione dalla carreggiata Nord. Il progetto si configura come adeguamento di intersezione esistente e pertanto il DM2006 risulta essere solamente di riferimento a cui occorre tendere. Questo svincolo è definito di interconnessione in quanto collega l'autostrada con il raccordo autostradale 8 (RA 8), un tratto viario lungo 49 chilometri che collega l'A13 al mar Adriatico.

2.2.3 Opere d'arte

L'allargamento delle due carreggiate dell'autostrada esistente comporta l'adeguamento delle opere che sottopassano, sovrappassano o sostengono la sede stradale stessa.

Per le prime, tombini o sottovia che sottopassano la sede, è previsto un allungamento medio di 5.00 m circa per entrambe le estremità dell'opera (nel caso di ampliamento simmetrico). L'ampliamento viene effettuato con tipologia d'ampliamento simile a quella esistente. Fanno eccezione quelle opere che per problemi di degrado necessitano di un totale rifacimento (es. tombini e Sottopasso SP Basso Reno).

Per le seconde, ossia i cavalcavia che sovrappassano la sede, è prevista la demolizione ed il totale rifacimento in sede o in prossimità delle strutture esistenti, in posizione congruente con la sezione tipo dell'autostrada e con la nuova geometria delle strade d'intersezione (deviazioni strada), non risultando le opere predisposte per l'ampliamento della sezione autostradale.

Per le opere d'arte maggiori (ponti e sottovia ad impalcato), che sostengono la sede autostradale stessa, sarà realizzato un allargamento degli impalcati e delle relative opere di sostegno. L'entità degli ampliamenti è tale da escludere l'ampliamento a sbalzo: si interviene quindi realizzando l'impalcato d'ampliamento sorretto da elevazioni proprie. L'opera di ampliamento viene solidarizzata a livello fondazioni e a livello pulvino con l'opera esistente.

A livello impalcato tra esistente e ampliamento si effettua unicamente la solidarizzazione a livello soletta senza effettuare la connessione dei traversi. Per quanto riguarda lo schema statico dell'ampliamento si ripropone quello dell'esistente.

In linea generale questi tipi di intervento di ampliamento prevedono:

- ri geometrizzazione del tracciato;
- ampliamento della piattaforma, in generale variabile in funzione delle esigenze del nuovo tracciato;
- adeguamento delle pendenze trasversali;
- ri geometrizzazione dei cordoli laterali
- riqualificazione dell'opera alla luce dei nuovi criteri introdotti dalle norme tecniche sulle costruzioni di recente emanazione, con particolare riferimento ai carichi mobili ed al comportamento sismico.

2.2.3.1 Ponti e viadotti

Di seguito vengono elencate e descritte sinteticamente le opere d'arte maggiori individuati in progetto. Si sottolinea che tutte le opere previste sono caratterizzate unicamente da lavorazioni di scavo all'aperto. Vengono catalogate come "maggiori" in generale tutte le opere di luce maggiore di 10.0 m ed alcune, anche di luce minore, caratterizzate da impalcato di tipologia particolare e comunque non riconducibili a soluzioni di intervento standard. Tali opere, per le quali sono state studiate soluzioni di intervento ad hoc, sommano ad un totale di 9. Per il resto del tratto il tracciato si sviluppa a raso od in rilevato, con la necessità di adeguare le opere di scavalco descritte nel paragrafo successivo (cavalcavia).

Sottovia via Aposazza (Opera n. 06), Tratta A, progr. Km. 1+217

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 15.50 m e lunghezza complessiva del solettone 15.95 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12.00 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento simmetrico della piattaforma pari a mediamente 4.95 m per entrambe le carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante solettone gettato in opera con alleggerimenti circolari longitudinali, di spessore 0.80 m complessivi, con cavi di precompressione longitudinali e sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.38 m.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

Ponte sul canale emiliano romagnolo (opera n. 61), Tratta B, progr. Km 11+292

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 22.50 m e lunghezza complessiva delle travi 23.10 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 78° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento asimmetrico della piattaforma pari a mediamente 8.20 m per la carreggiata sud e circa 5.30 per la nord, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.50 m circa e lunghezza 22.50 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

Ponte sul canale diversivo Navile (Opera n. 73), Tratta B, progr. Km. 13+053

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 20.10 m ciascuna e lunghezza delle travi 21 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 125°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 63.70 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.00/5.07 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m inclusa soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e quella lato Ferrara si presenta quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre elevazioni circolari affincati di diametro 1.00m, ad interasse 4.70 m, connessi in sommità dal pulvino e poggianti su plinto massiccio su pali. L'intervento in progetto vede la solidarizzazione dei tre fusti attraverso setti pieni in c.a. gettati in opera (si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture per dettagli).

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle e pile in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

Ponte canale Navile (Opera n. 135), Tratta D, progr. Km. 21+495

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.35 m ciascuna e lunghezza delle travi 19.94 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.05 m per entrambe le carreggiate, oltre cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da setti affiancati in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari rastremate con l'altezza e poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa. Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affincati ad interasse 3.90m, connessi in sommità dal pulvino. L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

Ponte Scolo Calcarata (Opera n. 148), Tratta D, progr. Km. 23+991

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.38 m ciascuna e lunghezza delle travi 20.03 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 105°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 4.95/5.15 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affincati ad interasse 4.15 m, connessi in sommità dal pulvino.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

Ponte Scolo Tombe (Opera n. 151), Tratta D, progr. Km. 24+448

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.20 m e lunghezza complessiva delle travi 19.92 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione quasi retta tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 4.95 per la nord, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

Ponte Riolo (Opera n. 154), Tratta D, progr. Km. 25+150 e Sottovia Basso Reno (Opera n. 155) Tratta D, km. 25+180

L'opera nel complesso è costituita da due sistemi costruttivi differenti. In particolare, la porzione denominata "Ponte Riolo" è costituita da un impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo con schema statico in semplice appoggio. L'impalcato appoggia sulle spalle A e B dell'opera. La spalla B costituisce il sostegno anche per la porzione di opera denominata "Sottovia Basso Reno", realizzata con un impalcato a travi in cemento armato precompresso, solidarizzate da una soletta in cemento armato gettata in opera. L'impalcato risulta inoltre solidarizzato anche alle spalle B e C, attraverso la realizzazione di un getto in opera di continuità con le spalle. L'andamento planimetrico dell'opera è in rettilineo.

L'impalcato presenta una obliquità di circa 11° rispetto alla direzione ortogonale al senso di marcia.

Le spalle dell'opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1200$), in numero di 24 per la spalla A e 20 per la spalla C. La spalla B invece è fondata su una paratia di 20 pali di grande diametro ($\Phi 1200$), posti su una unica fila.

A causa della necessità di lasciare aperto il traffico sulla sede autostradale, si prevede di costruire l'opera per fasi. Per questo motivo, l'impalcato in carreggiata Sud risulta, a parità di numero di travi, leggermente più largo rispetto a quello della carreggiata Nord. Inoltre, nelle fasi iniziali dei lavori, la carreggiata Sud verrà aperta al traffico in configurazione diversa rispetto a quella finale, ovvero con una sezione trasversale di larghezza ridotta.

Le principali fasi costruttive dell'opera sono elencate di seguito:

Deviazione del traffico in Carreggiata Sud - direzione Bologna su corsie a larghezza; demolizione delle strutture in elevazione della prima fascia in carreggiata Sud esistente, realizzazione di berlinesi provvisori e demolizione del muro in gabbioni sulla spalla lato Padova carreggiata Sud

Realizzazione della prima fascia di opere di progetto in carreggiata Sud; demolizione di parte di berlinese e realizzazione dei rilevati

Deviazione del traffico in in Carreggiata Sud - direzione Bologna sulla nuova opera di progetto con corsie a larghezza ridotta; realizzazione di berlinesi in asse autostrada; completamento della demolizione delle strutture in elevazione della carreggiata Sud esistente

Abbassamento delle berlinesi realizzate in fase 1 e completamento della carreggiata Sud di progetto

Deviazione del traffico in carreggiata Nord - direzione Ferrara su carreggiata Sud di nuova realizzazione; demolizione delle opere esistenti in elevazione in carreggiata Nord; demolizione parziale berlinesi realizzate in fase 3; demolizione muro in gabbioni lato padova carreggiata Nord

Abbassamento delle berlinesi e realizzazione delle spalle e dei muri andatori dell'opera di progetto in carreggiata Nord.

Ponte Fiume Reno (Opera n. 158), Tratta D, progr. Km. 26+398

Le campate sono uguali tra loro e hanno luce di calcolo pari a 30,95 m e lunghezza di 32,65 m.

La larghezza complessiva della piattaforma di progetto in sezione trasversale è pari a 16,5 m circa per ciascuna carreggiata, dovuta all'ampliamento di 4,75 m (lato esterno) e 1,77 m (lato interno) dell'attuale piattaforma di 10,2 m, oltre a cordoli ed eventuali marciapiedi.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.95 m ed interasse 2.70 m, tutte sostenute alle estremità da isolatori in elastimerico armato. Le spalle e le pile sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato.

L'intervento di ampliamento, conseguenza della realizzazione per ciascuna carreggiata della terza corsia autostradale, consiste in un allargamento delle estremità dell'impalcato esistente di 4,75 metri per parte, attraverso la realizzazione di nuove porzioni di impalcato, affiancate a quelli esistenti, costituite da due travi in acciaio di altezza 1,90 m. Inoltre, viene aggiunto uno sbalzo di larghezza 1,77 m sul lato interno, demolendo il cordolo esistente e aggiungendo una trave in acciaio, a supporto del nuovo cordolo, di altezza 1,90 m.

Le nuove porzioni di impalcato si realizzano con travi in acciaio a sezione aperta solidarizzate con traversi in acciaio.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidezza flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima (e comunque non inferiore) a quella dell'impalcato esistente.

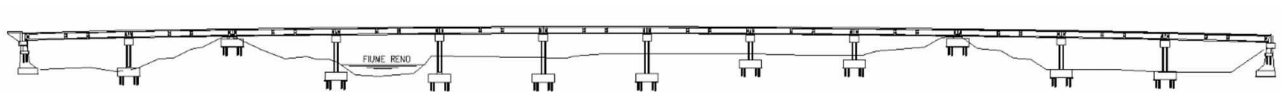


Figura 2-4 Profilo longitudinale

Il manufatto nel suo insieme è costituito da dodici campate uguali tra loro.

Le fondazioni dell'opera sono di tipo profondo su pali; in particolare, per la parte del ponte esistente, si hanno:

PILE 1, 7, 8, 10 e 11

Prima costruzione n. 12 pali Ø 800 mm L = 30/32 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 2 e 9

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 3, 4, 5 e 6

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36/37 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

SPALLE

Prima costruzione n. 17 pali Ø 800 mm L = 30/33 m

Primo ampliamento n. 1+1 pali Ø 1500 mm L = 45 m

Per il secondo ampliamento (si prevedono per ognuna delle spalle, n. 5+5 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m; per le pile: n. 2+2 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m.

Ponte sul canale Scolo Principale (Opera n. 165), tratta E, progr. Km. 28+819

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.55 m e lunghezza complessiva delle travi 20.45 m circa ed è caratterizzata da una marcata inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 47°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 5.05 per la nord, oltre cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 20 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

2.2.3.2 Cavalcavia

Lungo il tracciato è previsto il rifacimento di n. 28 cavalcavia, difatti sono solo 2 i cavalcavia che risultano già predisposti. Il cavalcavia della strada Comunale Ca del Diavolo (prog. Km 3+208.120) non viene ripristinato perchè risulta interferente con il nuovo svincolo di Castel Maggiore; gli attraversamenti dell'autostrada sono comunque garantiti dal nuovo cavalcavia alla progr. Km 3+462.236 del tratto D dell'Intermedia di Pianura. Il cavalcavia alla progressiva 6+909.510 della strada vicinale Chebotti – Saliceto non viene ripristinato dal momento che la strada esistente risulta inutilizzata.

La configurazione dei cavalcavia è stata prescelta al fine di standardizzare il più possibile le opere, consentendo una elevata industrializzazione del processo realizzativo. Al fine di agevolare la posa in opera, limitando al minimo le interferenze con l'esercizio, la soluzione prescelta è stata quella della trave composta acciaio/calcestruzzo.

Nella tabella seguente sono elencati i cavalcavia interferenti con l'ampliamento autostradale alla terza corsia.

Sono state individuate n. 6 tipologie di opere di scavalco in funzione della tipologia della strada e della lunghezza dello scavalco, nonché l'eventuale inclinazione rispetto all'asse autostradale.

Per la selezione delle tipologie, si prevedono due differenti luci di scavalco:

- L1 = 38.0 m scavalco di autostrada a tre corsie;
- L2 = 45.50 m scavalco di autostrada a tre corsie + corsie di accelerazione/decelerazione (adottato anche per scavalco di autostrada a quattro corsie).

In funzione delle differenti condizioni morfologiche dettate dalla geometria dei rilevati d'approccio al cavalcavia, l'organizzazione delle campate individua due ulteriori famiglie:

- cavalcavia a luce singola
- cavalcavia a tre luci
- per scavalco da 38.0 m, sequenza luci 23.0 + 38.0 + 23.0
- per scavalco da 45.50 m, sequenza luci 27 + 45.50 + 27

Tabella 2-3 Elenco dei cavalcavia interessati dal progetto

PROVINCIA	COMUNE	WBS	Progr. Km	VIABILITA'			CAVALCAVIA			
				NOME	DESCRIZIONE	CATEGORIA	INTERVENTO	GESTIONE TRAFFICO	TIPOLOGIA	LUCE
BOLOGNA	BOLOGNA	LS000	001+218,490	1S1	Via Aposazza	E	SOTTOPASSO			
BOLOGNA	BOLOGNA	RP001	002+604,830	101	Strada comunale via Peglion	E	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BOLOGNA	RP002	003+208,120	102	Strada comunale Ca' del Diavolo	DEMOLIZIONE				
BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	RP003	004+589,060	103	Strada comunale Stradellaccia	E	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	RP004	005+378,890	104	SP 46-Via Matteotti	C2	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	RP005	006+133,480	105	Strada vicinale Santa Caterina	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP006	006+909,510	106	Strada vicinale Chebotti-Saliceto	DEMOLIZIONE				
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	-	007+546,740	107	S.P. 3 Trav. di Pianura	C1	PREDISPOSTO		DUE LUCI	24.55+24.55
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	-	007+955,080	108	Svincolo Bologna Interporto	RAMPA BIDIREZIONALE	PREDISPOSTO		DUE LUCI	24.55+24.55
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP009	008+262,610	109	Strada comunale Paradiso	E	IN SEDE	CHIUSO	UNA LUCE	45,80
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP010	009+407,720	110	Strada comunale San Marino	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP011	009+949,470	111	Strada comunale Canale	E	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP012	010+340,950	112	Strada podereale Santa Lucia	DEMOLIZIONE				
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP013	012+295,910	113	Strada comunale Barche	E	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	28+45.50+28
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP014	013+595,340	114	SP 44 Via Asinari	C1	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	28+45.50+28
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP015	014+871,190	115	Strada podereale Palazzo	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP016	015+551,870	116	Strada podereale Palazzo Gazzadini	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP017	016+071,560	117	Strada podereale Spagnola	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP018	017+007,600	118	Via Saletto	F2	FUORI SEDE	APERTO	UNA LUCE	45,80
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP019	018+057,830	119	Strada podereale La Casella	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	BENTIVOGLIO	RP020	019+303,010	120	Strada La Castellina	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
BOLOGNA	MALABERGO	RP021	020+250,050	121	SP20 Chiavicone	C2	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	28+45.50+28
BOLOGNA	MALABERGO	RP023	024+425,000	123	Strada Tombe	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP024	027+422,190	124	Strada podereale Sabbioni-Arnoffi	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP025	028+067,510	125	Strada podereale Isolani	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP026	028+736,160	126	Strada podereale Gallo	F2	FUORI SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP027	029+085,290	127	SP 25 Via Segadizzo	C2	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	28+45.50+28
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP028	030+153,160	128	Strada podereale Torniano	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP029	031+317,270	129	Strada podereale Morgosa	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP030	031+808,080	130	Strada podereale Valletta	PARTICOLARE	IN SEDE	CHIUSO	TRE LUCI	24+38+24
FERRARA	POGGIO RENATICO	RP031	032+074,410	131	SP 8 Via Uccellino	F1	FUORI SEDE	APERTO	TRE LUCI	28+45.50+28
FERRARA	FERRARA	RP032	033+348,370	132	Strada comunale Imperiale	DEMOLIZIONE				

Alcuni cavalcavia possono essere ricostruiti in sede in quanto esiste la possibilità di trovare una viabilità alternativa che non richieda allungamenti di percorso eccessivo.

Per questi casi, illustrati nella tavola di disegno dedicata, viene adottata una soluzione strutturale per l'impalcato, le spalle e le pile del tutto identica a quelle precedentemente illustrate per i viadotti a tre luci costruiti fuori sede.

Soltanto le fondazioni delle pile sono state modificate per non interferire con la struttura esistente.

Infatti, esse sono costituite da una fila di pali accostati in c.a. collegati in testa da un cordolo in c.a. dal quale partono i fusti delle pile.

2.2.3.3 Viabilità interferite ed in sovrappasso

Di seguito si precisa, quanto già riportano in elenco nel Piano di Utilizzo del 2016, quali WBS interessate dai movimenti di scavo.

L'intervento prevede anche il ripristino delle viabilità ordinarie interferite dall'autostrada, quali 26 viabilità in sovrappasso alla A13, poiché di geometria non idonea ad ospitare la sezione autostradale ampliata, ed il ripristino di 2 viabilità in sottopasso alla A13, interessate dall'ampliamento delle opere di scavalco autostradali; infine vengono ripristinati/deviati le viabilità locali, generalmente di tipo poderale ed ubicate in affiancamento all'autostrada, poiché interferite dai rilevati di progetto.

Per le 11 viabilità in scavalco alla A13 oggetto di adeguamento vengono riportate nella tabella seguente le principali caratteristiche geometriche di progetto. Si riporta altresì la velocità ammissibile ed il corrispondente limite da prevedere in strada, che la configurazione geometrica di progetto ha permesso di migliorare rispetto a quella esistente.

Allo stato attuale sono presenti 32 cavalcavia. Durante la progettazione definitiva è emerso che due cavalcavia (CV007 e 008) risultano essere adeguati con l'ampliamento alla terza. I cavalcavia 02 (strada comunale Cà del Diavolo), il cavalcavia 6 (Chebotti saliceto) e il cavalcavia 12 (strada poderale Santa Lucia) vengono demoliti senza il ripristino delle viabilità.

Il cavalcavia 32 (Imperiale) viene anch'esso demolito ed la rispettiva viabilità viene ripristinata dall'inserimento della rotatoria sulla SP8 dell'Uccellino, su via Imperiale, che funge anche da risoluzione dell'attuale incrocio pericoloso tra via Imperiale e via Poggio Renatico (SP8).

2.2.3bis Interventi per il territorio

Nell'ambito della procedura di VIA (decreto n. 000333 del 27.11.2018) è stato prescritto dalla Regione Emilia-Romagna (condizione n. 14) la riqualifica della Strada Provinciale SP 20 dall'innesto con la SS64 Porrettana in Comune di Malalbergo all'intersezione con la SP 4 in San Pietro in Casale e l'inserimento di tre nuove rotatorie: Rotatoria SP20-SS64 Porrettana, Rotatoria Svincolo di Altedo e Rotatoria SP4 Galliera

Rotatoria SP20-SS64 Porrettana

La rotatoria in esame presenta un diametro esterno pari a $Re = 40.00m$ ed è caratterizzata da una sezione della corona giratoria con un pavimentato da $7.00m$, composta da una corsia di marcia di $6.00m$, e banchine laterali da $0.50m$.

Il margine esterno presenta un arginello di larghezza $1.30m$, rialzato di circa 10 cm dal ciglio pavimentato.

I rilevati sono prevalentemente caratterizzati da scarpate con pendenza $4/7$ ricoperti da una coltre vegetale di 20 cm .

Rotatoria svincolo di Altedo

La rotatoria in esame presenta un diametro esterno pari a $Re = 44.00m$ ed è caratterizzata da una sezione della corona giratoria con un pavimentato da $10.00m$, composta da una corsia di marcia di $9.00m$, e banchine laterali da $0.50m$.

Il margine esterno è costituito un arginello di larghezza $1.30m$, rialzato di circa 10 cm dal ciglio pavimentato.

I rilevati sono prevalentemente caratterizzati da scarpate con pendenza $4/7$ ricoperti da una coltre vegetale di 20 cm .

L'isola centrale presenta una geometria caratterizzata da una fascia perimetrale pianeggiante di larghezza $2.50m$, rialzata dal piano stradale di circa 15 cm (altezza del cordolo in calcestruzzo), da una porzione centrale con raggio di $9.50m$ rialzata di 50 cm , sempre rispetto al piano stradale, infine una fascia intermedia inclinata di raccordo fra la parte centrale e la suddetta fascia esterna. Tutta l'isola centrale è ricoperta da una coltre vegetale di 20 cm .

Rotatoria SP 4 Galliera

La rotatoria in esame presenta un diametro esterno pari a $Re = 41.00m$ ed è caratterizzata da una sezione della corona giratoria con un pavimentato da $7.00m$, composta da una corsia di marcia di $6.00m$, e banchine laterali da $0.50m$.

Il margine esterno presenta un arginello di larghezza 1.30m, rialzato di circa 10 cm dal ciglio pavimentato.

I rilevati sono prevalentemente caratterizzati da scarpate con pendenza 4/7 ricoperti da una coltre vegetale di 20 cm.

Rotatoria dell'uccellino

Il progetto prevede, inoltre, l'inserimento di una rotatoria, denominata "dell'Uccellino", tra la S.P. 8 "Via Ferrara" e Via Imperiale, poco prima dello svincolo di Ferrara sud, in sostituzione della prevista ricostruzione del cavalcavia CVV032, attualmente situato lungo l'asse dell'autostrada A13 al km 33+307, così come richiesto dalla Provincia e dal Comune di Ferrara.

La rotatoria in esame presenta un diametro esterno pari a $Re = 42.00m$ (in corrispondenza della segnaletica tra corsia e banchina esterna) ed è caratterizzata da una sezione della corona giratoria con un pavimentato da 9.00m, composta da una corsia di marcia di 6.00m, banchina esterna da 1.00m e interna da 2.00m

Il margine esterno presenta un arginello di larghezza 1.05m, rialzato di circa 10 cm dal ciglio pavimentato.

I rilevati sono prevalentemente caratterizzati da scarpate con pendenza 4/7 ricoperti da una coltre vegetale di 20 cm.

2.3 CANTIERIZZAZIONE

In funzione delle attività, della logistica e del personale medio presente in cantiere sono state individuate **tre aree di cantiere**, sintetizzate nella tabella e di seguito descritte.

Cantiere	Comune	pk	Superficie (mq)	Apprestamento
CB01	Bentivoglio	20+300	62.200	campo base (13.200 mq), cantiere operativo (15.000 mq), con impianti per la produzione di calcestruzzi (13.500 mq) e conglomerato bituminoso (11.500 mq), area di deposito in attesa di utilizzo materiale proveniente dagli scavi (18.000 mq) con la possibilità di effettuare una eventuale caratterizzazione dei materiali e duna perimetrale di stoccaggio materiale per una porzione del coltivo proveniente dallo scavo del piano di posa del cantiere stesso.
CO01	Bentivoglio	7+900	40.100	cantiere operativo (15.200 mq) area di deposito in attesa di utilizzo materiale proveniente dagli scavi (10.900 mq) con la possibilità di effettuare una eventuale caratterizzazione dei materiali materiali e duna perimetrale di stoccaggio materiale per una porzione del coltivo proveniente dallo scavo del piano di posa del cantiere stesso (10.450 mq).
CO02	Poggio Renatico	32+100	37.350	cantiere operativo (14.150 mq) con impianto di frantumazione, area di deposito in attesa di utilizzo materiale proveniente dagli scavi (7.700 mq) con la possibilità di effettuare una eventuale caratterizzazione dei materiali e duna perimetrale di stoccaggio materiale per una porzione del coltivo proveniente dallo scavo del piano di posa del cantiere stesso (10.450 mq).

Le caratteristiche dei cantieri principali e secondari predisposti lungo il tracciato dell'Autostrada A13 tratto Ferrara Bologna, oggetto di ampliamento alla terza corsia sono quelle di avere una morfologia pressoché pianeggiante. Il materiale di risulta derivante dallo scotico superficiale dei primi 60 cm, sarà depositato all'interno delle medesime aree con queste modalità:

i primi 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione del campo base,

i restanti 40 cm in cumuli di altezze non superiore a 2 metri da allocarsi all'interno delle aree di deposito.

Tale materiale, depositato temporaneamente, verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

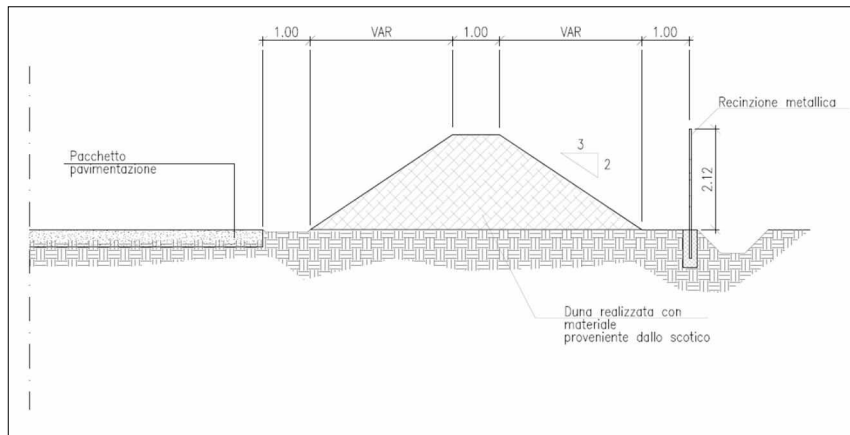


Figura 2-5 Particolare di una sezione tipo della duna perimetrale

2.3.1 Campo base CB01

Nel cantiere CB01 sono previsti:

Campo Base

Cantiere Operativo

Impianto di Produzione Calcestruzzi

Impianto di Produzione Asfalti

Area per il deposito temporaneo del materiale di scavo in attesa di riutilizzo

Area disponibile per la caratterizzazione delle terre e per il deposito temporaneo del materiale di scavo in attesa di riutilizzo

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza al nuovo corpo stradale per l'allargamento dell'autostrada A13, in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di Altedo, e direttamente accessibile dalla via Chiavicone. Il cantiere sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione del nuovo corpo stradale destinato alla terza corsia dell'autostrada, dei nuovi cavalcavia e delle altre opere d'arte necessarie.

Considerata la morfologia dell'area, si è optato per la realizzazione di due piazzali di cantiere, i quali sono a loro volte suddivise in 2 e 4 sub-aree distinte, il campo base e il cantiere operativo sono stati collocati nel piazzale a ridosso del casello, invece l'area di caratterizzazione delle terre, gli impianti di produzione asfalti e calcestruzzi e l'area di deposito sono stati posti nel piazzale posto a sud della S.P.20.

Tutte le aree di cantiere saranno opportunamente delimitate da recinzioni e completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Campo base

Il campo base occupa una superficie di circa 13.200 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte, quella destinata ad ospitare gli alloggi e quella dedicata agli uffici di cantiere.

Cantiere operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 13.500 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

E' stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

Area di Produzione Calcestruzzi

L'area è destinata alla produzione dei calcestruzzi, per una superficie di 6.600 mq dotata di uffici, impianto betonaggio, vasca di sedimentazione acque industriali, aree per la miscelazione dei materiali, area per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti, impianto di lavaggio autobetoniere; parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

Area di Produzione Conglomerati Bituminosi

L'area è adibita alla produzione degli asfalti, per una superficie di 9.600 mq dotata di uffici, impianto di produzione di conglomerati bituminosi, impianto di riciclaggio a freddo conglomerati bituminosi, aree per lo stoccaggio e miscelazione degli inerti, area accumulo del fresato, parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

Area di Deposito dei materiali di scavo in attesa di utilizzo

Sono presenti aree di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo e del campo base, individuate come aree di deposito, di superficie complessiva pari a 9.150 mq; in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico. Inoltre, è stata prevista un'area la cui superficie totale è pari a circa 9.000 mq per poter effettuare, in relazione a quanto riportato nei cap. 3 e 6, la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi ed attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati. Questa area potrà assumere funzioni di deposito dei materiali in attesa di essere riutilizzati.

Nelle aree potranno trovare sede cumuli, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

2.3.2 Cantiere operativo CO01

Il cantiere operativo CO01 è posto alla progressiva km 7+900, nel Comune di Bentivoglio, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza allo svincolo e barriera di esazione di "Bologna Interporto", direttamente accessibile dalla via Sammarina.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di spazi dedicati al deposito dei materiali di scavo.

Il cantiere operativo, di superficie pari a 15.250 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

È stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco direttamente sul piazzale di stazione, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

È presente un'area di deposito materiali ubicata all'interno del cantiere operativo, individuata come area di deposito, di superficie pari a 10.450 mq, che verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico. Inoltre, è stata prevista un'area la cui superficie totale è pari a circa 10.900 mq per il deposito dei materiali in attesa di essere riutilizzati e l'eventualità di effettuare una caratterizzazione chimica nel caso che la logistica di cantiere lo possa prevedere.

Nelle aree potranno trovare sede cumuli, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

2.3.3 Cantiere operativo CO02

Un secondo cantiere operativo è situato alla progressiva km 32+100, nel Comune di Poggio Renatico, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla carreggiata nord e alla SP08 (via uccellino) e sarà accessibile direttamente da entrambe le strade.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area per il deposito dei materiali di scavo.

Il cantiere operativo, di superficie complessiva pari a 37.350 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

È stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

È presente un'area di deposito materiali ubicata all'interno del cantiere operativo, individuata come area di deposito, di superficie complessiva pari a 18.150 mq, che in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico (10.450 mq). Inoltre, è stata prevista un'area la cui superficie totale è pari a circa 7.700 mq per poter effettuare il deposito dei materiali in attesa di essere riutilizzati ed una eventuale caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi.

Nelle aree potranno trovare sede cumuli, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

2.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Gli inquadramenti si basano su attività di studio articolate secondo lo schema seguente:

inquadramento e caratterizzazione geologica e geomorfologica, eseguita lungo una fascia di ampiezza 2 km a cavallo del tracciato di progetto; ottenuto attraverso ricerca bibliografica di dati pregressi, analisi stereoscopica delle foto aeree, rilevamento di campagna, analisi delle risultanze delle indagini geognostiche. L'intera area di studio è stata descritta per ambiti omogenei di inquadramento geologico e geomorfologico, con l'identificazione delle principali criticità in relazione alle interferenze con l'infrastruttura progettata.

inquadramento idrogeologico generale dell'area di studio esteso ad una fascia larga circa 1–2 km, comprendente il censimento ed il monitoraggio dei punti d'acqua ispezionabili in sito, la definizione dei complessi idrogeologici sulla base delle proprietà idrauliche dei terreni, la ricostruzione delle isopiezometriche e delle direzioni di deflusso delle acque sotterranee.

L'analisi critica dei dati bibliografici e l'esame di tutte le stratigrafie disponibili (pozzi, indagini pregresse e sondaggi appositamente realizzati) ha portato alla redazione della carta geologica, della carta geomorfologica e dei vincoli e della carta d'inquadramento idrogeologico redatte in scala 1:5000 nonché del profilo geologico longitudinale redatto in scala 1:500/5000 e 1:5000/5000.

Si rimanda agli elaborati riferiti alla geologia, geomorfologia e di inquadramento idrogeologico con cartografia tematica (elaborati GEO002-GEO005) per un'analisi di dettaglio degli aspetti di pertinenza.

Il lavoro si è avvalso delle risultanze della campagna di indagini geognostiche realizzata nell'ambito delle fasi progettuali eseguite nel 2011, 2016, 2018 e 2021.

Sono stati inoltre utilizzati i risultati di campagne di indagine dedicate, realizzate nel corso delle diverse fasi progettuali: Progetto preliminare Bologna – Ferrara sud (2009); campagna d'indagine ambientale svolta nell'area di servizio Bentivoglio (2004); campagna d'indagine per la realizzazione della Tangenziale di

Bologna (1984-1999-2000); campagna d'indagine per la costruzione dell'autostrada nel tratto di interesse; dati bibliografici (Regione Emilia Romagna).

Sui campioni prelevati in sondaggio ed in pozzetto è stata eseguita (con modalità diverse in funzione della campagna di riferimento), una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati. Sono state inoltre eseguite prove cicliche finalizzate alla determinazione alle caratteristiche di deformabilità in ambito dinamico, nonché prove di compattazione e portanza finalizzate al riutilizzo e recupero delle terre da scavo. In tal senso sono state infine effettuate analisi chimico ambientali del terreno, in accordo alla normativa ambientale vigente.

2.4.1 Inquadramento geologico

L'area d'interesse è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano. La successione sedimentaria oggetto di studio appartiene al Pleistocene medio-superiore e costituisce la porzione più recente del riempimento del bacino Perisuturale Padano. Questi sedimenti sono stati prodotti principalmente dall'attività deposizionale del sistema fluviodeltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est e, in maniera minore, dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale. Il territorio ricade in particolare nel settore sud-orientale dell'ampio bacino sedimentario padano; questo settore è caratterizzato da una complessa struttura geologica conosciuta come "dorsale ferrarese".

Il progetto di cartografia geologica d'Italia in scala 1.50.000 (Progetto Carg) stabilisce che la classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura, debba basarsi sulla litologia relativa a ciascun ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni di sedimentazione (limiti non conformi) portando alla distinzione di unità stratigrafiche definite sintemi e subsintemi.

Questo consente di caratterizzare i sedimenti di pianura sia sulla base della loro composizione litologica (ghiaie, sabbie, alternanza di sabbie e limi, ecc.) sia dell'ambiente in cui si sono deposte (alluvionale di canale, deltizio di area interdistributrice, ecc). Si possono così distinguere fra loro litologie in prima approssimazione simili, ma con geometrie e relazioni laterali e verticali dei corpi geologici molto diverse, in base al contesto sedimentario in cui si sono originati.

Sulla base dell'evoluzione geologica sono state individuate situazioni tettono – sedimentarie diverse e distinte nel tempo, ben definite da rapporti di erosione e deposizione; pertanto ognuna di esse è stata considerata come un Sintema, secondo i vari ambienti fluvio-lacustri o corsi fluviali di appartenenza.

All'interno dell'area d'interesse domina la successione neogenico-quaternaria del margine appenninico padano rappresentato in questo settore dal sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) rappresentante la porzione superiore del Supersintema Emiliano-Romagnolo .

La seguente successione stratigrafica (descritta dall'unità più giovane alla più vecchia) è quella interessa l'area oggetto delle lavorazioni:

Depositi alluvionali in evoluzione (b1)

Questi depositi quaternari sono costituiti da ghiaie, talora embriate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; nella frazione grossolana i clasti risultano eterometrici ed eterogenei, da arrotondati a sub-arrotondati.

Sintema emiliano-romagnolo superiore (AES)

Questo sintema è costituito da una alternanza ciclica, su spessori dell'ordine di 20-40m, di depositi fini (limi, argille e subordinate sabbie) e depositi prevalentemente granulari (ghiaie e sabbie). Il suo spessore massimo in pianura risulta di circa 300 m.

a) Subsintema di Ravenna (AES8)

E' l'elemento sommitale di AES. E' costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di ambiente fluviale (argine e piana inondabile); i corpi ghiaiosi risultano rari. La parte inferiore di AES8 presenta un orizzonte dello spessore di c.c. 2-4m di argille organiche e torbe di ambiente palustre. Il Subsintema contiene una unità a limiti non conformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 20-25 metri circa.

b) Unità di Modena (AES8a)

E' un unità pellicolare, di pochi metri di spessore, che raggiunge circa i 5-10 m solo localmente, in corrispondenza dei dossi fluviali. E' costituita da depositi fluviali distinguibili in:

alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale

argille e limi di piana inondabile in corpi topograficamente depressi interposti ai depositi di argine e di geometria complessa.

c) Subsintema di Villa Verucchio (aes7)

Unità presente solo nel sottosuolo. al di fuori dell'area di studio, è costituita da depositi fluviali terrazzati di piana intravalliva e di conoide alluvionale.

È stato possibile verificare la buona congruenza tra la granulometria dei terreni superficiali riportate secondo le indicazioni CARG riportate nella planimetria geologica allegata al progetto e l'interpretazione delle stratigrafie disponibili. In cartografia vengono riconosciute le litologie e gli ambienti affioranti attribuibili esclusivamente a depositi di piana alluvionale:

Alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale

Depositi costituiti da sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, e limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da sottili a medi. Gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativa-positiva. Localmente sono presenti sabbie medio grossolane alla base delle sequenze positive e intercalazioni di argilla al tetto. Sono interpretati come depositi di argine e rotta fluviale e, subordinatamente, di riempimento di canale, quando gli strati sono relativamente più spessi e grossolani. Sono stati cartografati solo in superficie dove formano dei dossi a geometria nastriforme, di larghezza variabile, da poche centinaia di metri a un massimo di 6 km, e possono essere formati da un singolo sistema fluviale o da più sistemi coalescenti. In foto aerea sulla loro superficie sono spesso visibili le tracce dei canali abbandonati e di ventagli di rotta. Lo spessore è di circa 7-8 metri. Passano lateralmente a depositi di piana inondabile con contatti graduati.

Argille e limi di piana inondabile

Sono argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da molto sottili a medi. Presenti anche livelli di argille e limi ricchi in sostanza organica. Spesso le argille e i limi sono bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie; altrove è presente una fitta laminazione piano-parallela. Sono stati cartografati solo in superficie, all'interno di AES8a, dove formano corpi di geometria allungata nelle aree depresse interposte ai depositi di argine o di geometria complessa dove queste si saldano fra loro. Hanno spessore variabile da 1 a 3 metri e passano lateralmente a depositi di argine, canale e rotta fluviale con contatti graduati.

2.4.2 Inquadramento geomorfologico

Il tracciato autostradale in progetto ricade nella pianura bolognese e ferrarese, su un territorio caratterizzato dall'alternanza di aree depresse (zone umide bonificate) ed aree poco rilevate (dossi fluviali). L'area, morfologicamente pianeggiante, presenta una pendenza decrescente verso nord-est. Gli argini dei corsi d'acqua sono elementi caratterizzanti il paesaggio e condizionano l'assetto idraulico del territorio. L'evoluzione della pianura olocenica compresa tra Bologna e Ferrara è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali: i corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene ed oggi prevalentemente in erosione, proseguono fino al collettore principale attraversando una pianura interessata da fenomeni di subsidenza e di sollevamento differenziale, legati a fattori sia tettonici sia sedimentari. Nella figura seguente è riportato l'inquadramento geografico-geomorfologico del tracciato di interesse, evidenziato in tratto rosso.

Nelle zone subsidenti, ove il drenaggio è minimo, i corsi d'acqua naturali tendono a tracimare formando ventagli di esondazione e di rotta fluviale che creano vaste zone umide con deposizione di limi argillosi, argille e torbe.

La velocità di subsidenza naturale (circa 2 mm/anno nel bolognese) condiziona la velocità di accrezione verticale, ma la sua variazione differenziale condiziona anche la distribuzione spaziale dei corsi d'acqua. L'accrezione della pianura emiliano-romagnola avviene perciò sia orizzontalmente sia verticalmente.

La distribuzione delle litologie in superficie e nel primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente legati ai processi di subsidenza differenziale, di erosione-sedimentazione e alla loro disposizione nel tempo.



Figura 2-6 Inquadramento geografico e geomorfologico dell'Emilia-Romagna.

L'idrografia è l'elemento geomorfologico più sensibile ai cambiamenti dei gradienti topografici indotti dall'attività tettonica, sono state localizzate, dalla letteratura scientifica in materia, una serie di aree ove la presenza di anomalie nell'andamento del drenaggio, una volta escluse cause non tettoniche, consente di ipotizzare la presenza di strutture attive.

Si nota, nell'area di studio, la brusca deviazione del Fiume Reno da SSO-NNE a NO-SE. La maggior parte delle anomalie si concentra a Sud del fronte dei sovrascorrimenti appenninici più esterni: questa distribuzione sembra ricalcare la distribuzione della sismicità, e suggerisce che alcune delle anomalie non associate a forti terremoti potrebbero essere indicatori di strutture sismogenetiche caratterizzate da tempi di ritorno molto lunghi (>1000 anni).

E' interessante inoltre evidenziare come il reticolo delle strade di collegamento tra i centri urbani privilegi i paleoalvei o i dossi dei fiumi attivi; d'altro canto, i terreni di cui sono costituiti sono anche gli unici che si prestavano alla coltivazione dei cereali e della vite: i dossi che d'estate emergevano dalle valli producevano fieno, così come le dune sabbiose verso il mare erano coltivate a bosco o a vigna. Tutto il resto del territorio è invece l'esito di ingenti investimenti e di diverse tecnologie che, soprattutto a partire dagli ultimi decenni del 1800, hanno permesso la progressiva bonifica delle terre più basse, comprese le valli che per molto tempo lo hanno caratterizzato. Tutto ciò ci consente di affermare che l'acqua ha svolto e continua a svolgere un ruolo rilevante nei confronti del territorio e del paesaggio anche quando, come nel caso delle aree di bonifica o dei paleoalvei, il tempo o l'azione dell'uomo ne ha quasi negata e cancellata la presenza. Ciò fa sì che molti degli elementi che caratterizzano questo paesaggio siano, quindi, fortemente legati all'acqua: rilievi, dossi, paleoalvei e arginature da un lato, localizzazione dei centri abitati, forma dei campi e vegetazione dall'altro.

2.4.3 Inquadramento idrogeologico

Lo schema stratigrafico dei depositi quaternari del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola porta alla definizione di tre unità stratigrafiche, riconoscibili sia in superficie che nel sottosuolo, suddivisibili a loro volta in unità di rango minore. La principale suddivisione in verticale delle unità sepolte ha portato alla suddivisione dei terreni in tre gruppi acquiferi (A,B,C); in particolare il gruppo acquifero A è rappresentato dal Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), costituito da complessi idrogeologici in cui si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola e riconducibili a: conoidi alluvionali appenniniche, pianura alluvionale appenninica, pianura alluvionale padana.

Gli acquiferi presenti nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono di due tipi: a sud vi sono le ghiaie che i fiumi appenninici depositano ed hanno depositato appena usciti dalle valli, allo sbocco in pianura. Queste formano dei grossi corpi ghiaiosi sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri di spessore (le ghiaie delle conoidi appenniniche). A nord vi sono le sabbie che il Po ha sedimentato lungo il suo percorso e nel suo apparato deltizio (le sabbie della pianura alluvionale e deltizia del Po).

L'assetto idrostratigrafico è dunque schematizzabile in un acquifero multifalda che consta di tre unità (A, B e C) separate da discontinuità stratigrafiche principali. L'approvvigionamento idrico nella pianura emiliano-romagnola sfrutta le falde contenute nei depositi continentali di pianura e conoide alluvionale appenninici e di

pianura alluvionale padana. Tali depositi sono parte del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore e costituiscono il gruppo acquifero A.

Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dalle opere di ampliamento dell'autostrada A13.

Il gruppo acquifero A è strutturato in corpi acquiferi tabulari (depositi fluviali regressivi) separati da depositi trasgressivi a frazione fine prevalente. Gli acquiferi corrispondono alle porzioni regressive; le porzioni trasgressive formano le barriere di permeabilità principali. I corpi che costituiscono il gruppo acquifero raggiungono individualmente spessori massimi intorno ai 50 m.

Nell'area compresa tra le città di Bologna e Ferrara il letto del Gruppo acquifero A è posto a quote comprese tra 0 ed oltre -350 m s.l.m.

Le minori profondità della base del Gruppo acquifero A, comprese tra -100 e -50 m s.l.m. sono localizzate a sudest del territorio comunale di Ferrara ed in quello di Poggio Renatico dove i depositi continentali poggiano su una dorsale di depositi marini.

Il Gruppo Acquifero A, nel quale la circolazione idrica è legata alla disposizione dei corpi permeabili ghiaioso-sabbiosi, è ulteriormente suddivisibile in cinque Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante sequenze deposizionali elementari, identificati dall'alto con le sigle da A0 ad A4 e corrispondenti ai subsistemi della stratigrafia delle unità quaternarie da AES4 ad AES8.

Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero A0 dato da un sistema acquifero freatico. Le dinamiche deposizionali che hanno interessato l'acquifero freatico hanno fatto sì che la sua architettura stratigrafica fosse in parte differente da quella degli altri complessi acquiferi. Infatti esso è costituito, escluso il settore costiero, prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi, sia di origine padana che appenninica

I dati bibliografici individuano nel primo sottosuolo dell'area di studio, e quindi alle profondità di progetto per le opere di cui trattasi, una successione riferibile al Subsistema di Ravenna, sostanzialmente corrispondente al Complesso Acquifero superiore A0, sovrapposto all'Unità di Vignola (Subsistema di Villa Verrucchio), corrispondente al Complesso Acquifero A1.

Nell'area in esame le zone di ricarica principale degli acquiferi superficiali del gruppo A sono i conoidi del Fiume Reno, ad Ovest di Bologna, ed i conoidi dei torrenti Navile-Savena Abbandonato ed Idice, a Est della stessa città. Tali conoidi sono costituiti di depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili a seconda della granulometria, poco saturabili e suscettibili a disseccamento durante i periodi di magra. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

I dati di monitoraggio della falda freatica sono sintetizzati nella seguente figura il cui andamento è descritto in modo dettagliato nell'elaborato a codifica GEO. I dati sono riferiti alle letture in continuo registrate nei piezometri PB17bis (PD-Passante di mezzo), IP-7 (PD-Intermedia di Pianura), F1 (PD-Nodo di Funo), SBF3-A, SBF13-B, S5 e S9 nei quali sono appunto installati dei datalogger atti a registrare in continuo il livello di falda secondo una cadenza di una lettura ogni 12 ore.

In relazione a tali strumenti, risulta di un certo interesse la serie di dati disponibile per il piezometro SBF3-A - installato a Maggio 2012 e ubicato alla pk 5+400 - che evidenzia un netto abbassamento delle soggiacenze a seguito delle scarse precipitazioni registrate negli anni 2011 e 2012: dopo il valore minimo del Novembre 2012 si riscontra un trend che, seppur in modo discontinuo, risulta complessivamente in risalita sino ad Aprile 2015, quando la registrazione dei dati si arresta.

In generale è possibile osservare la direzione di deflusso da sud verso nord: il grafico mostra come il livello di falda dell'acquifero superficiale decresca procedendo verso nord, in accordo con i caratteri generali del locale contesto idrogeologico. Si osserva infatti una buona stabilità delle misure effettuate nell'arco del monitoraggio con piccole variazioni registrate imputabili alle oscillazioni stagionali delle falde idriche.

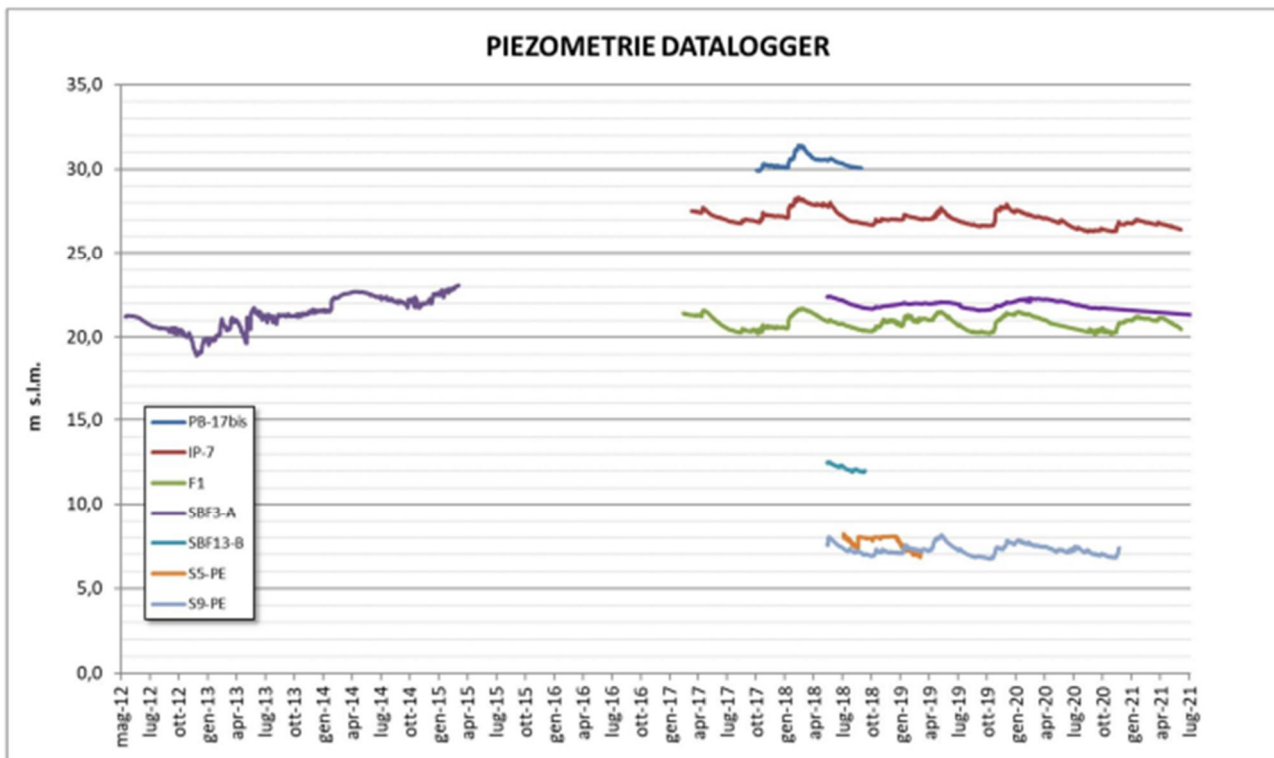


Figura 2-7 Letture piezometriche eseguite nel periodo maggio 2012 – luglio 2021 lungo il tracciato in progetto

2.4.4 Descrizione sintetica degli inquadramenti lungo il profilo di tracciato

Come già precedentemente sottolineato, a causa della natura fortemente eteropica dei terreni afferenti al progetto, la forma e l'estensione delle lenti riportate in profilo longitudinale deve essere assunta come puramente indicativa.

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 secondo limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. In generale si segnala la presenza di terreni sabbiosi che possono dare luogo a fenomeni di liquefazione.

La definizione delle caratteristiche delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico finalizzato alla progettazione degli interventi di stabilizzazione, di ripristino di opere d'arte e di sostegno, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere, non è oggetto della presente relazione, ma delle specifiche relazioni ingegneristiche.

da inizio intervento (km 0+870) fino alla progr. Km 12+500 c.a.

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, cioè comprendente principalmente frazioni fini come argille e limi, pertanto corrispondenti a terreni compressibili; ciò trova accordo con quanto riportato dalla cartografia CARG in riferimento ai livelli più superficiali (presenza di limi sabbiosi). Nell'ambito di cinque brevi tratti (nell'intorno dei km 7+500, 8+275, 8+550, 9+150, 11+550) la planimetria geologica di derivazione CARG riporta terreni superficiali coesivi mentre il sondaggio S-BF6-B, 221010P203 ed i pozzetti PZ-BF8-B, PZ-BF9-B, PZ-BF11-B evidenziano terreni superficiali prevalentemente granulari: probabilmente tale difformità assume carattere strettamente locale.

In profondità, nella tratta sopra considerata, i sondaggi geognostici evidenziano la presenza di lenti di materiale più grossolano (sabbie prevalenti, le ghiaie compaiono solo sino al km 2+800) che sono state rappresentate nell'ambito del profilo geologico. Dal km 3+200 al km 3+900 si segnala la presenza di numerose lenti di materiale incoerente, seppur evidenziato per lo più da indagini geognostiche bibliografiche. Dal punto di vista geomorfologico questo tratto è semipianeggiante, con elevazione compresa tra 39 e 14 m s.l.m. circa, in pendenza da sud verso nord. A partire da inizio lotto (km 1+070) fino al km 3+500 circa, l'alveo attuale del Savena Abbandonato si trova in una fascia di 1000 m a est del tracciato autostradale. La fascia fluviale del Savena qui è ampia 100-200 m circa. Più o meno a quest'altezza il corso del Canale

Navile si estende anch'esso entro un chilometro di distanza ad ovest dall'autostrada A13 sino al km 12+500. La fascia di pertinenza fluviale del Navile è di circa 100 m. I principali elementi geomorfologici naturali sono il paleoalveo del fiume Savena Abbandonato (con andamento circa N-S e localizzato nella fascia a est dell'asse autostradale), dossi fluviali e ventagli di esondazione/rotta fluviale. In questo tratto un dosso fluviale si estende circa parallelo al corso del Savena abbandonato, mentre un altro, con andamento circa N-S, si sviluppa poco distante dall'autostrada e la interseca tra i km 2+4 e 5+0, in direzione N-NO. Dal km 9+400 il reticolo idrografico locale è articolato in canali artificiali e fossi per utilizzo prevalentemente irriguo. Di questo tratto prevalentemente pianeggiante fanno parte i canali Navile, Savena abbandonato, Emiliano Romagnolo e Diversivo, oltre a vari canali di scolo minori. In particolare all'altezza del km 9+200 il Canale Navile scorre compreso tra argini artificiali. Il Canale Emiliano Romagnolo, anch'esso compreso tra argini artificiali, scorre da ovest verso est e interseca il Canale Navile prima e, in corrispondenza della km 11+300 circa, il tracciato autostradale A13. Nella fascia a ovest dell'asse autostradale compresa tra l'autostrada (km 11+600-12+300 circa) il corso del Canale Navile ed il corso del Canale Emiliano Romagnolo si trova un'ampia area antropizzata esposta a rischio idraulico.

Dal punto di vista idrogeologico da inizio lotto al km 6+100 lungo la tratta i livelli piezometrici variano tra 21 e 29 m s.l.m. La direzione di flusso media è SSE-NNO ed il gradiente idraulico medio è 3.1 ‰. Dal km 6+100 al Canale Emiliano-Romagnolo (km 11+300) la superficie piezometrica è compresa tra le quote 14 e 21 m s.l.m, in corrispondenza del Canale Emiliano-Romagnolo le isopiezometriche mostrano un'inflessione provocata dall'interferenza con il canale. Il gradiente idraulico è mediamente attestato attorno a 1.7 ‰. La direzione di deflusso sotterraneo è diretta dai quadranti meridionali verso quelli settentrionali. Dal Canale Emiliano Romagnolo a fine tratta la piezometria è compresa tra le quote 14 e 12 m s.l.m. Le linee di flusso assumono direzioni da OSO verso ESE. Il gradiente idraulico assume valori medi pari a 1.9 ‰.

dalla progr. Km 12+500 c.a., alla progr. Km 25+700 c.a.

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, cioè comprendente principalmente frazioni fini come argille e limi, pertanto corrispondenti a terreni compressibili, anche per locali contenuti torbosi; ciò trova accordo con quanto riportato dalla cartografia CARG in riferimento ai livelli più superficiali (presenza di argille limose e, localmente, limi sabbiosi). Nell'ambito di cinque brevi tratti (nell'intorno dei km 12+500, 13+300, 16+950, 17+250, 17+850) la planimetria geologica di derivazione CARG riporta terreni superficiali coesivi mentre, il sondaggio S-BF17-C ed i pozzetti PZ-BF12-B, PZ-BF13-B, PZ-BF17-C, PZ-BF18-C evidenziano terreni superficiali prevalentemente granulari: probabilmente tale difformità assume carattere strettamente locale.

In profondità, nella tratta sopra considerata, i sondaggi geognostici evidenziano la presenza di numerose lenti di materiale più grossolano (sabbie prevalenti) che sono state rappresentate nell'ambito del profilo geologico.

Dal punto di vista geomorfologico questo tratto è semipianeggiante, con elevazione compresa tra 14 e 10 m s.l.m. circa, in pendenza da sud verso nord. A est del tracciato, parallelo al paleoalveo del fiume Savena, si trova il canale di scolo Fossa Quadra Superiore; sino al km 11+300, il canale di scolo si trova a circa 200 m di distanza dal tracciato autostradale; più a nord, esso curva verso est e scorre parallelo al Canale Diversivo (compreso tra argini artificiali). Il Canale Diversivo interseca la A13 al km 13+050 circa. L'intera area ricompresa tra i canali Emiliano Romagnolo e Diversivo comprende un'area fluviale esondabile complessa. L'area esondabile ha circa 150-200 m di ampiezza intorno all'asse del Canale Navile e di circa 300 m intorno al Canale Diversivo. Nella zona sud orientale dell'abitato di Bentivoglio, immediatamente a nord del Canale Diversivo si segnala un'area antropizzata esposta a rischio idraulico. Altri elementi geomorfologici di rilievo a nord del Diversivo sono un margine di depressione e il canale di scolo Fossa Quadra inferiore. Il margine dell'area depressa ha andamento NNO-SSE e interseca l'asse autostradale al km 13+500 circa. Il canale Fossa Quadra inferiore ha origine nei bacini artificiali di Fabbriera di Saletto, a sud dello stesso cavalcavia, e prosegue verso nord attraversando l'asse autostradale al km 14+400 e km 16+700 circa. Dal km 13+500 fino all'altezza del km 21+400 l'area è pianeggiante ((9 - 10 m s.l.m.) e fortemente depressa; i margini di quest'ultima sono visualizzabili nella cartografia geomorfologica allegata e definiscono un'area allungata in direzione N-S a ovest del tracciato autostradale, fino all'altezza del km 20+700, e successivamente estesa in direzione NE-SO, a cavallo dell'area di studio. L'andamento di quest'area depressa è circa parallelo a quello dei dossi di paleoalveo fluviale preservati che intersecano l'asse autostradale in più punti a partire dal km 21+400. A nord dell'intersezione con il Canale Navile (km 21+500) si trova un'ampia area depressa (bonificata), con quote comprese tra 8 e 13 m s.l.m., entro la quale scorrono i tre canali di scolo Calcarata, Tombe e Riolo. I tre canali intersecano l'opera autostradale, rispettivamente, al km 24+000, 24+500 e 25+200 circa.

Dal punto di vista idrogeologico dal km 12+500 al km 14+900 la piezometria è compresa tra le quote 12 e 10 m s.l.m. Le linee di flusso assumono direzioni da OSO verso ESE con gradiente idraulico medio pari a 1.9 ‰. Dal km 14+900 al km 21+600 il deflusso idrico sotterraneo è diretto mediamente da NO verso SE con gradiente idraulico compreso tra 1.7 e 2.7 ‰, quote assolute comprese tra 8 e 10 m s.l.m. ed isopiezometriche circa parallele al tracciato dell'A13. Dal km 21+600 a fine tratta la superficie piezometrica è compresa tra le quote 6 e 9 m s.l.m.. Il gradiente idraulico medio è 1 ‰, mentre la direzione di deflusso sotterraneo è diretta da ONO verso ESE, in corrispondenza dello Scolo Tombe le isopiezometriche mostrano un'inflexione provocata dall'influenza dello stesso scolo e dal non lontano Fiume Reno.

dalla progr. Km 25+700 c.a., alla progr. Km 28+300 c.a.

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, cioè comprendente principalmente frazioni fini come argille e limi, pertanto corrispondenti a terreni compressibili, anche per locali contenuti torbosi; ciò trova accordo con quanto riportato dalla cartografia CARG in riferimento ai livelli più superficiali (presenza di limi sabbiosi).

Nell'ambito di cinque brevi tratti (nell'intorno dei km 25+900, 26+250, 26+350, 26+950, 27+450) la planimetria geologica di derivazione CARG riporta terreni superficiali coesivi, mentre, i sondaggi S-BF20-A, S-BF24-C, 223070P614, S-BF27-C ed il pozzetto PZ-BF26-C, evidenziano terreni superficiali prevalentemente granulari: probabilmente tale difformità assume carattere strettamente locale.

In profondità, nella tratta sopra considerata, i sondaggi geognostici evidenziano la presenza di numerose lenti di materiale più grossolano (sabbie prevalenti) soprattutto in corrispondenza del Fiume Reno (km 26+100-26+600); tali lenti sono state rappresentate nell'ambito del profilo geologico.

Dal punto di vista geomorfologico questo tratto è semipianeggiante, con elevazione compresa tra 10 e 8 m s.l.m. circa, in pendenza da sud verso nord. Il fiume Reno che in questo tratto scorre in direzione O-E e presenta un ampio (120-240 m circa) alveo di piena ordinaria, arginato, interseca l'autostrada in corrispondenza del km 26+400 circa. La rispettiva area esondabile ha un'ampiezza complessiva di circa 800 m. Altri elementi geomorfologici d'interesse sono ventagli d'esondazione/rotta fluviale preservati, a SO dell'intersezione A13-Reno.

Dal punto di vista idrogeologico in questo tratto la falda a superficie libera è alimentata dal Fiume Reno che provoca perciò l'inflexione delle linee isopiezometriche. La superficie piezometrica è compresa tra le quote 6 e 8 m s.l.m. Il gradiente idraulico medio è 1 ‰. Il deflusso idrico sotterraneo è diretto verso il corso d'acqua ed in particolare da NNO verso SSE in destra idrografica e da SSO verso NNE in sinistra.

dalla progr. Km 28+300, a fine intervento (progr. Km 33+738)

I terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, cioè comprendente principalmente frazioni fini come argille e limi, pertanto corrispondenti a terreni compressibili, anche per locali contenuti torbosi; ciò trova accordo con quanto riportato dalla cartografia CARG in riferimento ai livelli più superficiali (presenza di argille limose e in maniera minoritaria limi sabbiosi a fine lotto).

In profondità, nella tratta sopra considerata, i sondaggi geognostici evidenziano la presenza di numerose lenti di materiale più grossolano (sabbie prevalenti) che sono state rappresentate nell'ambito del profilo geologico.

Dal punto di vista geomorfologico questo tratto è semipianeggiante, con elevazione compresa tra 8 e 9 m s.l.m.. Il margine nord dell'alveo del Reno corrisponde con il margine meridionale di un'altra area depressa. Quest'ultima interessa quasi tutta la parte a nord del fiume, fino al km 32+000 circa. Altri elementi geomorfologici d'interesse sono ventagli d'esondazione/rotta fluviale preservati a NE del km 32+000, oltre all'intersezione tra lo scolo Principale al km 28+800 e l'asse autostradale.

Dal punto di vista idrogeologico il deflusso idrico sotterraneo è diretto mediamente da ESE verso ONO con gradiente idraulico mediamente attestato intorno a 2.6 ‰. Le isopiezometriche sono circa parallele al tracciato dell'autostrada A13. Le quote piezometriche assolute sono comprese tra 5 e 8 m s.l.m.

2.4.5 Caratterizzazione geotecnica ed indicazioni sul riutilizzo dei materiali di scavo

La caratterizzazione geotecnica si è basata principalmente su:

- descrizione stratigrafica dei sondaggi;
- interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT;

prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati;
 interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTU.

Le unità litostratigrafiche, così come presentate nel precedente capitolo, sono state suddivise nelle seguenti unità geotecniche:

- a. Unità 1: Limo – limo sabbioso - argilla limosa – argilla di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- b. Unità 1a: Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di color nocciola/ ocra; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- c. Unità 2: Argilla limosa o debolmente limosa/ Limo argilloso o debolmente argilloso –sabbioso – color grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- d. Unità 2a: Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di colore grigio; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- e. Unità 2b: Ghiaia o sabbia ghiaiosa di colore grigio.
- f. Unità 3: Argilla limosa o Limo argilloso con torba o debolmente torboso di color grigio chiaro/ azzurro /grigio - azzurro. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;

La definizione delle unità geotecniche è stata introdotta al fine di sintetizzare le proprietà dei materiali, per ottenere una stratigrafia generale da associare ai circa 33km di tratta autostradale esaminati. Come illustrato nel profilo geotecnico, il sottosuolo presente nel tratto di strada esaminato, risulta molto stratificato con intercalazioni granulari, che frequentemente interrompono la continuità del materiale coesivo. Nel seguito vengono elencate le principali peculiarità:

grado di sovraconsolidazione dei materiali: si riscontra sistematicamente il passaggio da materiale sovraconsolidato più superficiale di colore ocra o nocciola (Unità 1) a materiale normalconsolidato più profondo di colore grigio (Unità 2), ad una profondità compresa tra 12 - 18 m dal p.c. attuale. E' possibile ipotizzare che i materiali appartenenti alle unità 2 non siano mai stati soggetti a pressioni litostatiche maggiori di quelle attualmente presenti; tali depositi verranno pertanto considerati come normalconsolidati.

individuazione non sistematica ma diffusa di lenti di sabbia. Le profondità di rinvenimento di lenti di sabbia sono piuttosto variabili. Per lo più le lenti di sabbia risultano superficiali (da circa 2 m dal p.c.) ed in altri casi si approfondiscono molto fino anche oltre i 20 m dal piano campagna. Lo spessore massimo rinvenuto di tali lenti sabbia risulta di 4 m (km 26.000);

presenza di una crosta superficiale fino ad una profondità di 1.5 - 2m dal piano campagna (le prove CPTU e i risultati delle prove di pocket penetrometer e torvane ne attestano la presenza). Si segnala che una leggera sovraconsolidazione (crosta) potrebbe essere presente a seguito delle variazioni stagionali di umidità e, di conseguenza, ai fenomeni di essiccamento (suzione) nei materiali a granulometria più fine.

dal km 18.000 si riscontra la presenza di materiale soffice più plastico in superficie (Unità 3) e la presenza ricorrente di livelletti centimetrici di torba. Dall' interpretazioni dei dati ottenuti dalle prove CPTU, si evidenzia la presenza di torba oltre che negli strati più superficiali, anche a profondità di 20 - 30 m dal p.c..

Nel seguito vengono fornite indicazioni di carattere generale sulla possibilità di riutilizzo in cantiere di tali materiali, a seconda delle caratteristiche geotecniche degli stessi.

Terreno vegetale/agrario.

Il terreno vegetale/agrario di risulta deriva principalmente dalle operazioni di:

- scotico/bonifica del piano di posa dei rilevati;
- rimozione coltre vegetale dalla scarpata del rilevato esistente.

Tale materiale può essere riutilizzato, se conforme al Capitolato Speciale d'Appalto, per la costituzione della coltre vegetale delle scarpate del rilevato di ampliamento o di eventuali opere di mitigazione ambientale (dune antirumore, terre rinforzate,...).

Materiale di risulta appartenente alla unità Argilla limosa e limo argilloso.

Tale materiale di risulta può essere impiegato sostanzialmente:

- per rinterri a tergo di opere di sostegno, se consentito dal CSA;
- per l'impermeabilizzazione di canali e fossi di guardia;

per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato previa idonea stabilizzazione a calce secondo il CSA.

Materiale di risulta appartenente alla unità Limo sabbioso e sabbia limosa.

Tale materiale di risulta presenta comportamento localmente o prevalentemente coesivo o prevalentemente granulare a seconda della composizione granulometrica predominante e può essere impiegato sostanzialmente:

- per rinterri a tergo di opere di sostegno, se consentito dal CSA;
- per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato previa idonea stabilizzazione a calce, cemento o binaria secondo il CSA.

Materiale di risulta appartenente alle unità Sabbia, sabbia debolmente limosa o ghiaiosa, ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia.

I materiali appartenenti alle unità litostratigrafiche suddette possono essere impiegati per:

- per rinterri a tergo di opere di sostegno;
- per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato.

In genere tali materiali dovrebbero essere in natura già rispondenti a quanto richiesto dal CSA, e quindi utilizzabili direttamente per le applicazioni suddette.

2.5 LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL D.M. 161/2012

Si evidenzia che la gestione dei materiali è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto. Infatti la realizzazione del tratto dell'autostrada A13 – Bologna - Ferrara prevede lavorazioni per realizzazione opere d'arte, scavi di fossi di guardia, scotico e scavi per bonifica del piano di posa dei rilevati, scavi per la gradonatura del rilevato esistente per immorsamento rilevato di ampliamento

Sono previsti alcuni scavi profondi per interferenze idrauliche e per le opere di scavalco di viabilità stradale con la realizzazione di pali di fondazione.

Le opere principali da realizzare ai sensi del Regolamento pertanto si individuano in:

- a) Rilevato autostradale;
- b) Opere maggiori di attraversamento interferenze idrauliche e di viabilità locale;
- c) Aree di cantiere.

Questa suddivisione è proposta sulla base delle descrizioni sintetiche riportate in questo capitolo, sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

1. particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e dalla disposizione dei rilevati stradali;
2. contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite:
 - a) caratteristiche morfologiche,
 - b) uso del suolo,
 - c) interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati;
3. caratteristiche litologiche, con la presenza continua di depositi, costituiti principalmente da argille e sabbie limose, con spessori importanti.

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà lo schema proposto dalla cantierizzazione, con la suddivisione nelle 5 tratte del tracciato in progetto. I movimenti delle terre da scavo avverranno lungo una viabilità principale, individuata nell'asse autostradale esistente (si veda capitolo 7), con depositi intermedi posti all'interno delle 3 aree di cantiere a supporto di tutte le lavorazioni lungo il tracciato di circa 32,8 km.

2.5.1 Tratta A, da pk 0+870 (inizio intervento) a pk. 7+300

La Tratta A si sviluppa per 6230 metri lineari, lungo il tracciato da progr. km 0+870 ~ alla progr km 7+300~, insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale). La tipologia di ampliamento in questo tratto è asimmetrica in carreggiata Nord. I principali interventi lungo questo tratto, oltre al corpo di rilevato, sono il sottovia ST01 (pk 1+249) ed il nuovo svincolo di

Castelmaggiore alla pk 3+000~. Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta A:

Tabella 2-4 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta A

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CS001	Corpo Stradale 001	008+070,000	001+211,000	
M050	Muro di sostegno L=130.00m	001+071,850	001+202,500	
S001	Ampliamento Sottovia Via Aposazza L=15.00m			001+218,490
CS002	Corpo Stradale 002	001+226,000	001+720,427	
T001	Prolungamento tombino diam. 0.40m			001+232,000
FO61	Barriera antifonica H=4.00m L=620m			001+235,020
DS001	Demolizione tombino diam. 1.00m L=67m			001+485,110
SGN001	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			001+505,570
SGN002	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			001+530,750
SGN001	Nuovo pannello messaggio variabile			001+570,000
SGN002	Nuovo pannello messaggio variabile			001+608,000
FO01a	Barriera antifonica H=3.00m L=150m			001+625,000
T002	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			001+709,870
T002	Dismissione tombino diam. 1.00m			001+714,870
CS003	Corpo Stradale 003	001+720,427	006+829,475	
FO01a	Barriera antifonica H=3.00m L=150m		001+775,000	
FO01b	Barriera antifonica H=4.00m L=300m	001+775,000	002+075,000	
FO61	Barriera antifonica H=4.00m L=620m		001+850,000	
T003	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			001+912,650
FO50a	Barriera antifonica H=4.00m L=150m	001+850,000	002+000,000	
FO50b	Barriera antifonica H=6.00m L=350m	002+000,000	002+351,000	
FO50c	Barriera antifonica H=3.00m L=70m	002+351,000	002+420,000	
T004	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			002+292,440
DS003	Demolizione tombino diam. 1.00m L=40m			002+523,500
DS002	Demolizione tombino diam. 1.00m L=40m			002+524,050
T005	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			002+575,180
CV001	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale via Peglion L=12.00m			002+604,830
RC001	Rampe Cavalcavia CV001			002+604,830
FO02	Barriera antifonica H=4.00m L=210m	002+640,000	002+850,000	
T006	Prolungamento tombino diam. 1.00m			003+189,970
CV002	Demolizione cavalcavia comunale Ca' del Diavolo L=5.0m			003+208,120
FO03	Barriera antifonica H=6.00m L=160m	003+458,000	003+620,000	
CV034	Nuovo cavalcavia Intermedia di Pianura L=12.40m			003+462,236
T007	Prolungamento tombino diam. 0.80m			003+477,620
T008	Dismissione tombino diam. 1.00m			003+718,010
T008	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			003+723,010
FO04	Barriera antifonica H=5.00m L=230m	003+884,000	004+115,000	
T009	Dismissione e nuovo tombino L=0.80m			003+956,060

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
T010	Prolungamento ponticello scatolare L=1.50m			004+199,070
SGN008	Nuovo pannello messaggio variabile			004+295,970
T011	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			004+315,450
FO51	Barriera antifonica H=6.00m L=140m	004+446,000	004+584,000	
DS004	Demolizione tombino diam. 1.20m L=40m			004+450,490
DS005	Demolizione tombino diam. 0.90m L=40m			004+451,410
T012	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			004+569,730
CV003	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale Stradellaccia L=12.00m			004+589,060
RC003	Rampe Cavalcavia CV003			004+589,060
T013	Prolungamento tombino diam. 1.00m			004+787,060
T014	Prolungamento tombino diam. 1.00m			004+914,240
T015	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			005+170,170
FO06	Barriera antifonica H=3.00m L=200m	005+176,000	005+374,000	
T016	Nuovo tombino scatolare L=1.00m			005+370,090
T016	Dismissione tombino diam. 1.00m			005+375,240
CV004	Nuovo cavalcavia SP 46-Via Matteotti L=12.00m			005+378,890
RC004	Rampe Cavalcavia CV004			005+378,890
FO07	Barriera antifonica H=6.00m L=210m	005+385,000	005+595,000	
CV004	Demolizione cavalcavia SP 46-Via Matteotti L=10.00m			005+396,410
T017	Dismissione e nuovo tombino L=0.80m			005+423,840
FO52	Barriera antifonica H=3.00m L=170m	005+470,000	005+641,000	
T018	Prolungamento tombino diam. 1.00m			005+686,840
T019	Prolungamento tombino diam. 1.00m			005+888,170
FO53	Barriera antifonica H=3.00m L=80m	006+049,000	006+130,000	
T020	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			006+118,320
CV005	Demolizione e nuovo cavalcavia vicinale Santa Caterina L=5.40m			006+133,480
RC005	Rampe Cavalcavia CV005			006+133,480
DS006	Demolizione tombino diam. 1.00m L=35m			006+417,210
T021	Prolungamento tombino diam. 1.40m			006+464,270
SGN003	Nuovo pannello messaggio variabile			006+493,000
DS007	Demolizione tombino diam. 1.00m L=40m			006+510,890
SGN003	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			006+547,440
T022	Prolungamento tombino scatolare L=0.80m			006+601,230
CS004	Corpo Stradale 004		006+829,475	007+300,060
T023	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			006+885,360
CV006	Demolizione cavalcavia vicinale Chebotti-Saliceto L=5.40m			006+909,510
RC006	Rampe Cavalcavia CV006			006+909,510
T024	Prolungamento tombino diam. 1.00m			007+166,350
FO08	Barriera antifonica H=5.00m L=170m			007+279,000
SV005	Nuovo svincolo di Castelmaggiore, con rampe, tombini e cavalcavia di svincolo			003+000,000

2.5.2 Tratta B, da pk 7+300 a pk 14+108

La Tratta B si sviluppa per 6808 metri lineari, lungo il tracciato da progr. km 7+300~ alla progr km 14+108~, con tipologia di ampliamento simmetrico, insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale). I principali interventi lungo questo tratto, oltre al corpo di rilevato, sono l'adeguamento delle rampe dello svincolo di Bologna Interporto e delle aree di servizio di Castel Bentivoglio, gli interventi ai 2 sottovia ST02 e ST03 (rispettivamente alle pk 11+281~ e 13+150~), e la realizzazione in ampliamento del Ponte sul canale Emiliano-Romagnolo (VI01) e sul canale diversivo Navile (VI02). Il cantiere operativo CO01 è posto alla pk 7+900 in adiacenza allo svincolo di Bologna Interporto.

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta B:

Tabella 2-5 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta B

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CS005	Corpo Stradale 005	007+300,060	010+850,000	
FO08	Barriera antifonica H=5.00m L=170m		007+450,000	
T025	Prolungamento tombino diam. 1.00m			007+357,720
T026	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			007+502,520
T026	Dismissione tombino diam. 1.00m			007+512,520
CV007	Cavalcavia predisposto S.P. 3 Trasv. di Pianura L=11.40m			007+546,740
RC007	Rampe Cavalcavia CV007			007+546,740
FO09	Barriera antifonica H=6.00m L=120m	007+690,000	007+810,000	
T027	Prolungamento tombino diam. 1.00m			007+727,260
T029	Prolungamento tombino diam. 0.80m			007+962,520
T030	Prolungamento tombino diam. 1.00m			007+967,660
T032	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			008+103,410
T035	Prolungamento tombino diam. 1.00m			008+236,320
CV009	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale Paradiso L=12.00m			008+262,610
RC009	Rampe Cavalcavia CV009			008+262,610
T036	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			008+425,900
T037	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			008+556,600
T038	Prolungamento tombino scatolare L=0.80m			008+842,730
FO10	Barriera antifonica H=3.00m L=130m	008+913,000	009+045,000	
T039	Prolungamento tombino diam. 1.00m			008+968,540
T040	Dismissione tombino diam. 1.00m			009+172,430
T040	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			009+177,430
CV010	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale San Marino L=5.40m			009+407,720
RC010	Rampe Cavalcavia CV010			009+407,720
SGN004	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			009+440,500
SGN004	Nuovo pannello messaggio variabile			009+515,000
T041	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			009+637,460
T042	Prolungamento tombino scatolare L=1.10m			009+759,160
T043	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			009+892,410
T043	Dismissione tombino diam. 1.00m			009+897,410
CV011	Demolizione cavalcavia comunale Canale L=8.50m			009+913,410
CV011	Nuovo cavalcavia comunale Canale L=12.00m			009+949,470

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
RC011	Rampe Cavalcavia CV011			009+940,740
FO54	Barriera antifonica H=3.00m L=130m	010+013,000	010+145,000	
T044	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			010+324,970
CV012	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Santa Lucia L=5.40m			010+340,950
RC012	Rampe Cavalcavia CV012			010+340,950
T045	Prolungamento Tombino scatolare L=3.00m			010+359,260
FO11	Barriera antifonica (integrata) H=5.00m L=340m	010+500,000	010+842,000	
T046	Prolungamento tombino diam. 1.00m			010+602,920
CS006	Corpo Stradale 006	010+850,000	011+281,430	
T047	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			011+220,300
T047	Dismissione tombino diam. 1.00m			011+225,300
S002	Prolungamento sottovia L=4.50m			011+239,110
VI001	Ampliamento Ponte sul canale Emiliano-Romagnolo L=22.48m	011+303,730	011+292,000	
CS007	Corpo Stradale 007	011+281,430	011+831,818	
M010	Muro di sostegno L=42.50m	011+402,500	011+445,000	
T048	Dismissione tombino diam. 1.00m			011+486,620
T048	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			011+491,620
T049	Prolungamento tombino diam.0.30m			011+617,230
T050	Prolungamento tombino diam.0.30m			011+619,230
T051	Prolungamento tombino diam.1.00m			011+621,220
T052	Prolungamento tombino diam.0.60m			011+624,230
M060	Muro di sostegno L=230.00m	011+635,000		
CS008	Corpo Stradale 008	011+831,818	013+023,930	
M060	Muro di sostegno L=230.00m		011+865,000	
DS008	Demolizione tombino diam. 1.00m L=35m			011+904,610
T053	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			011+996,080
CV013	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale Barche L=12.00m			012+295,910
RC013	Rampe Cavalcavia CV013			012+295,910
FO12	Barriera antifonica H=3.00m L=150m	012+305,000	012+455,000	
T054	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			012+517,140
T055	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			012+524,610
T056	Prolungamento tombino diam.0.60m			012+532,140
T057	Prolungamento tombino diam.1.00m			012+764,740
T058	Prolungamento tombino diam.1.00m			012+906,180
VI002	Ampliamento Ponte sul canale Diversivo Navile L=63.10m	013+087,030	013+053,000	
CS009	Corpo Stradale 009	013+023,930	014+108,200	
T059	Prolungamento tombino scatolare L=0.80m			013+090,140
T060	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			013+175,000
T060	Dismissione tombino diam. 1.00m			013+180,000
S003	Prolungamento sottovia L=4.15m			013+315,530
M080	Muro di sostegno L=185.00m	013+317,570	013+502,580	
T061	Prolungamento ponticello scatolare L=1.50m			013+553,000
DS009	Demolizione tombino diam. 1.00m L=45m			013+565,600

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CV014	Demolizione cavalcavia SP 44 Via Asinari L=10.00m			013+575,920
CV014	Nuovo cavalcavia SP 44 Via Asinari L=13.50m			013+595,340
RC014	Rampe Cavalcavia CV014			013+595,340
AG001	Adeguamento area di servizio Bentivoglio, con adeguamento rampe			011+700,000
SV002	Adeguamento svincolo di Bologna Interporto, con adeguamento rampe, prolungamento tombini e cavalcavia di svincolo			007+955,000

2.5.3 Tratta C, da pk 14+108 a pk 18+989

La Tratta C si sviluppa per 4881 metri lineari, lungo il tracciato da progr. km 14+108~ alla progr km 18+989~, insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale). La tipologia di ampliamento in questo tratto è asimmetrica in carreggiata Nord. I principali interventi lungo questo tratto sono principalmente lungo il corpo di rilevato. Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta C:

Tabella 2-6 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta C

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CS010	Corpo Stradale 010	014+108,200	014+784,923	
T063	Dismissione e nuovo tombino L=1.10m			013+771,330
T064	Dismissione tombino diam. 1.00m			013+947,800
T064	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			013+957,800
T065	Dismissione tombino diam. 1.00m			014+135,620
T065	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			014+145,620
FO13	Barriera antifonica H=4.00m L=220m	014+280,000	014+502,000	
T066	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			014+374,740
T067	Prolungamento ponticello scatolare L=4.00m			014+411,180
T068	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			014+507,630
T069	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			014+678,450
CS011	Corpo Stradale 011	014+784,923	018+478,282	
T070	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			014+854,180
CV015	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Palazzo L=5.40m			014+871,190
RC015	Rampe Cavalcavia CV015			014+871,190
T071	Prolungamento tombino diam. 1.10m			014+990,080
T072	Prolungamento tombino diam. 1.00m			015+154,090
T073	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			015+344,270
CV016	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Palazzo Gazzadini L=5.40m			015+551,870
RC016	Rampe Cavalcavia CV016			015+551,870
T074	Prolungamento tombino scatolare L=1.50m			015+719,600
T075	Dismissione tombino diam. 1.00m			015+858,100
T075	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			015+868,100
CV017	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Spagnola L=5.40m			016+071,560
RC017	Rampe Cavalcavia CV017			016+071,560

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
T076	Prolungamento tombino diam. 1.00m			016+194,260
T077	Prolungamento tombino scatolare L=2.00m			016+277,200
T078	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			016+381,630
FO14	Barriera antifonica H=4.00m L=180m	016+309,000	016+489,000	
FO15	Barriera antifonica H=4.00m L=150m	016+617,000	016+770,000	
T079	Prolungamento ponticello scatolare L=4.00m			016+707,700
CV018	Demolizione cavalcavia Via Saletto L=10.25m			016+947,280
CV018	Nuovo cavalcavia Via Saletto L=13.50m			017+007,600
RC018	Rampe Cavalcavia CV018			017+007,600
T080	Dismissione tombino diam. 1.00m			017+023,950
T080	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			017+028,950
T081	Dismissione e nuovo tombino L=1.10m			017+261,730
T082	Dismissione e nuovo tombino L=1.10m			017+385,810
T083	Prolungamento tombino diam. 1.00m			017+515,600
T084	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			017+821,600
T085	Prolungamento tombino diam. 1.00m			018+033,960
T086	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			018+043,000
CV019	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale La Casella L=5.40m			018+057,830
RC019	Rampe Cavalcavia CV019			018+057,830
T087	Prolungamento tombino diam. 1.00m			018+171,570
T088	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			018+307,170
T089	Dismissione tombino diam. 1.00m			018+413,430
T089	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			018+423,430
CS012	Corpo Stradale 012	018+478,282	018+989,280	
T090	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			018+503,690
T090	Dismissione tombino diam. 1.00m			018+513,690
T091	Prolungamento ponticello scatolare L=2.00m			018+533,680
T092	Prolungamento tombino diam. 1.00m			018+652,790
T093	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			018+856,380
T094	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			018+864,130

2.5.4 Tratta D, da pk 18+989 a pk 27+265

La Tratta D si sviluppa per 8276 metri lineari, lungo il tracciato da progr. km 27+265~ alla progr km 33+547~ di fine intervento, con tipologia di ampliamento simmetrico, insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale). I principali interventi lungo questo tratto, oltre al corpo di rilevato, sono l'adeguamento delle rampe dello svincolo di Altedo, gli interventi di prolungamento nei 5 sottovia ST04, ST05, ST06, ST07 (sottovia per la viabilità del Basso Reno, alla pk 25+199), e ST08; e la realizzazione in ampliamento del Ponte sul canale Navile (VI03), del Ponte Scolo Calcarata (VI04), Ponte Scolo Tombe (VI05), Ponte Riolo (VI06) e sul Fiume Reno (VI07). Il campo e cantiere operativo CB01 è situato alla pk 20+300 in corrispondenza dello svincolo di Altedo.

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta D:

Tabella 2-7 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta D

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CS013	Corpo Stradale 013	018+989,280	019+600,000	
T095	Prolungamento ponticello scatolare L=1.10m			019+103,440
T096	Prolungamento Tombino scatolare L=1.00m			019+288,540
CV020	Demolizione e nuovo cavalcavia La Castellina L=5.40m			019+303,010
RC020	Rampe Cavalcavia CV020			019+303,010
T097	Dismissione tombino diam. 1.00m			019+357,070
T097	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			019+362,070
CS014	Corpo Stradale 014	019+600,000	021+479,100	
T098	Dismissione tombino diam. 1.00m			019+728,750
T098	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			019+733,750
SGN005	Nuovo pannello messaggio variabile			019+783,230
SGN005	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			019+786,210
T099	Prolungamento ponticello scatolare L=2.09m			020+176,220
CV021	Demolizione cavalcavia SP20 Chiavicone L=10.00m			020+221,160
CV021	Nuovo cavalcavia SP20 Chiavicone L=13.50m			020+250,050
RC021	Rampe Cavalcavia CV021			020+250,050
T100	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			020+413,950
T100	Dismissione 2 diam. 0.50m			020+418,950
T101	Prolungamento ponticello scatolare L=1.10m			020+669,950
T102	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			020+737,480
T103	Prolungamento ponticello scatolare L=1.04m			020+946,540
T104	Dismissione tombino diam. 1.00m			021+077,490
T104	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			021+087,490
SGN006	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			021+097,940
SGN006	Nuovo pannello messaggio variabile			021+175,230
T105	Dismissione tombino diam. 1.00m			021+185,550
T105	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			021+190,550
T106	Dismissione tombino diam. 1.00m			021+200,200
T106	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			021+210,200
S004	Prolungamento sottovia L=4.50m			021+315,270
VI003	Ampliamento Ponte Canale Navile L=60.00m	021+479,100	021+538,450	021+495,000
CS015	Corpo Stradale 015	021+538,450	023+974,930	
FO16	Barriera antifonica H=3.00m L=85m	021+540,000	021+627,000	
S005	Prolungamento sottovia L=4.00m			021+734,200
T107	Prolungamento tombino diam. 1.00m			021+801,760
T108	Prolungamento tombino diam. 1.00m			022+058,830
T109	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			022+133,320
T110	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			022+536,480
T111	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			022+871,170
T112	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			023+209,210
T112	Dismissione tombino diam. 1.00m			023+214,210

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
T113	Prolungamento ponticello scatolare L=1.00m			023+223,560
T114	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			023+506,910
T115	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			023+517,220
T116	Prolungamento tombino diam. 1.00m			023+756,270
T117	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			023+955,740
T117	Dismissione tombino diam. 1.00m			023+960,740
VI004	Ampliamento Ponte Scolo Calcarata L=59.37m	023+974,930	024+034,300	023+991,000
CS016	Corpo Stradale 016	024+034,300	024+452,820	
T118	Prolungamento tombino diam. 1.00m			024+240,000
T119	Prolungamento tombino diam. 1.00m			024+250,000
CV023	Demolizione e nuovo cavalcavia Tombe L=5.40m			024+425,000
RC023	Rampe Cavalcavia CV023			024+425,000
VI005	Ampliamento Ponte Scolo Tombe L=19.20m	024+452,820	024+472,020	024+448,000
CS017	Corpo Stradale 017	024+472,020	025+148,780	
S006	Prolungamento sottovia L=4.50m			024+861,000
T120	Dismissione tombino diam. 1.00m			024+868,000
T120	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			024+873,000
M030a	Muro di sostegno L=137.50m	025+000,000	025+137,500	
M070	Muro di sostegno L=130.00m	025+000,000	025+129,000	
FO55	Barriera antifonica (integrata) H=3.00m L=200m	025+130,000		
VI006	Ampliamento Ponte Riolo L=32.65m	025+148,780	025+178,780	025+150,000
FO55	Barriera antifonica (integrata) H=3.00m L=200m			
S007	Ampliamento Sottovia Bassoreno L=9.50m			025+192,330
FO55	Barriera antifonica (integrata) H=3.00m L=200m			
CS018	Corpo Stradale 018	025+178,780	026+231,560	
FO55	Barriera antifonica (integrata) H=3.00m L=200m		025+330,000	
T121	Prolungamento tombino scatolare L=2.00m			025+210,050
M030b	Muro di sostegno L=50.00m	025+230,000	025+280,000	
S008	Prolungamento sottovia L=4.50m			025+975,690
M040a	Muro di sostegno L=217.50m	026+007,000	026+225,000	
FO20	Barriera antifonica (integrata) H=4.00m L=270m	025+960,000	026+225,000	
M090a	Muro di sostegno L=217.50m	026+007,000	026+225,000	
FO62	Barriera antifonica (integrata) H=4.00m L=270m	025+960,000	026+225,000	
VI007	Ampliamento Ponte fiume Reno L=391.80m	026+231,560	026+622,630	026+398,000
CS019	Corpo Stradale 019	026+622,630	027+265,500	
M040b	Muro di sostegno L=235.00m	026+623,000	026+859,000	
M090b	Muro di sostegno L=235.00m	026+623,000	026+859,000	
T122	Dismissione tombino diam. 1.00m			027+144,060
T122	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			027+149,060
FO17	Barriera antifonica H=4.00m L=110m	027+249,000		
SV003	Adeguamento svincolo di Altedo , con adeguamento rampe, sistemazione tombini e cavalcavia di svincolo			020+452,000

2.5.5 Tratta E, da pk 27+265 a pk 33+730 (fine intervento)

La Tratta E si sviluppa per 6282 metri lineari, lungo il tracciato da progr. km 18+989~ alla progr km 27+265~, con tipologia di ampliamento simmetrico, insistente sul subsistema di Ravenna (costituito da prevalenti sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale). Il principale intervento lungo questo tratto, oltre al corpo di rilevato, è la realizzazione in ampliamento del Ponte Scolo Principale (V108). Il cantiere operativo CO02 è situato alla pk 32+100 lungo la careggiata Nord con accesso diretto.

Nella tabella seguente si sintetizzano le opere da realizzare nell'ambito della Tratta E:

Tabella 2-8 Elenco degli interventi da realizzare nell'ambito della Tratta E

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
CS020	Corpo Stradale 020	da pk	027+265,500	028+148,291
FO17	Barriera antifonica H=4.00m L=110m	027+360,000		
CV024	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Sabbioni-Arnoffi L=5.40m			027+422,190
RC024	Rampe Cavalcavia CV024			027+422,190
T123	Dismissione tombino diam. 1.20m			027+697,370
T123	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			027+707,370
FO56	Barriera antifonica H=3.00m L=100m	027+818,000	027+920,000	
CV025	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Isolani L=5.40m			028+067,510
RC025	Rampe Cavalcavia CV025			028+067,510
CS021	Corpo Stradale 021	da pk	028+148,291	028+820,260
FO57	Barriera antifonica H=4.00m L=170m	028+429,000	028+600,000	
CV026	Nuovo cavalcavia poderale Gallo L=12.00m			028+736,160
RC026	Rampe Cavalcavia CV026			028+736,160
T124	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			028+719,970
T124	Dismissione tombino diam. 1.00m			028+734,970
CV026	Demolizione cavalcavia poderale Gallo L=8.50m			028+753,360
V1008	Ampliamento Scolo Principale L=19.60m	028+820,260	028+839,860	
CS022	Corpo Stradale 022	028+839,860	032+397,599	
CV027	Nuovo cavalcavia SP 25 Via Segadizzo L=13.50m			029+085,290
RC027	Rampe Cavalcavia CV027			029+085,290
FO58	Barriera antifonica H=3.00m L=160m	029+090,000	029+252,000	
T125	Dismissione tombino diam. 1.00m			029+110,900
T125	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			029+115,900
CV027	Demolizione cavalcavia SP 25 Via Segadizzo L=10.10m			029+131,490
RC028	Rampe Cavalcavia CV028			030+153,160
FO18	Barriera antifonica H=6.00m L=140m	029+159,000	029+300,000	
T126	Dismissione tombino diam. 1.00m			029+169,940
T126	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			029+174,940
T127	Prolungamento ponte scatolare L=3.90m			029+291,370
T128	Dismissione tombino diam. 1.00m			029+588,410
T128	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			029+593,410
T129	Dismissione tombino diam. 1.00m			029+769,620
T129	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			029+779,620
T130	Prolungamento tombino diam. 1.00m			030+016,370
CV028	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Torniano L=5.40m			030+153,160

Codice	Descrizione	Pk iniziale	Pk finale	Pk asse
T131	Dismissione tombino diam. 1.00m			030+257,180
T131	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			030+262,180
T132	Prolungamento tombino scatolare L=2.36m			030+402,700
T133	Dismissione tombino diam. 0.70m			030+773,770
T133	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			030+778,770
T134	Dismissione tombino diam. 1.00m			031+051,200
T134	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			031+056,200
T135	Prolungamento tombino diam. 1.00m			031+189,930
CV029	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Morgosa L=5.40m			031+317,270
RC029	Rampe Cavalcavia CV029			031+317,270
T136	Prolungamento tombino scatolare L=1.85m			031+340,810
T137	Prolungamento ponte scatolare L=6.00m			031+621,580
CV030	Demolizione e nuovo cavalcavia poderale Valletta L=5.40m			031+808,080
RC030	Rampe Cavalcavia CV030			031+823,040
T138	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			031+823,040
FO59	Barriera antifonica H=3.00m L=160m	031+898,000	032+060,000	
CV031	Nuovo cavalcavia SP 8 Via Uccellino L=13.50m			032+074,410
RC031	Rampe Cavalcavia CV031			032+074,410
FO60	Barriera antifonica H=4.00m L=120m	032+075,000	032+195,000	
CV031	Demolizione cavalcavia SP 8 Via Uccellino L=10.00m			032+135,990
T139	Demolizione e nuovo tombino scatolare L=2.00m			032+224,700
SGN007	Rimozione pannello messaggio variabile esistente			032+390,130
CS023	Corpo Stradale 023	da pk	a pk	033+025,359
T140	Prolungamento tombino scatolare L=1.00m			032+467,410
M020	Muro di sostegno L=105.00m	032+495,000	032+602,000	
SGN007	Nuovo pannello messaggio variabile			032+613,210
T141	Dismissione tombino diam. 1.00m			032+711,870
T141	Nuovo tombino spingitubo diam. 1.00m			032+721,870
T142	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			032+975,410
CS024	Corpo Stradale 024	da pk	a pk	033+547,000
T143	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			033+307,170
CV032	Demolizione e nuovo cavalcavia comunale Imperiale L=12.00m			033+348,370
RC032	Rampe Cavalcavia CV032			033+348,370
FO19	Barriera antifonica H=4.00m L=150m	033+355,000	033+505,000	
T144	Dismissione e nuovo tombino L=1.00m			033+505,140
SV004	Adeguamento svincolo di Ferrara sud, con adeguamento rampe			033+730,000

2.5.6 Aree di cantiere

Sono previste 3 aree di cantiere, la cui descrizione è riportata nel paragrafo di inquadramento progettuale.

CB01, alla pk 20+300, con accesso dalla viabilità ordinaria e dal varco autostradale: campo base, cantiere operativo, campo travi, area di produzione calcestruzzi, area di produzione cementati, area di frantumazione, area per la separazione e riduzione materiali, area di deposito intermedio dei materiali provenienti dagli scavi e area di deposito intermedio del terreno di coltivo;

CO01, alla pk 7+900, nei pressi dello svincolo Bologna interporto, con accesso anche dalla viabilità ordinaria: cantiere operativo, campo travi e area di deposito intermedio dei materiali provenienti dagli scavi e area di deposito intermedio del terreno di coltivo;

CO02, alla pk 32+100, lungo la carreggiata nord con varco autostradale e con accesso dalla viabilità ordinaria: cantiere operativo, campo travi, area di deposito intermedio dei materiali provenienti dagli scavi e area di deposito intermedio del terreno di coltivo;

La morfologia dell'area risulta pressoché pianeggiante per cui risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Il materiale di risulta derivante dallo scotico superficiale dei primi 60 cm è inadatto alla costruzione del rilevato poiché adibito a coltura agricola. Di questi i 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione del campo base, il resto in cumuli di altezze non superiore a 2 metri da allocarsi all'interno dell'area di deposito. Tale materiale, depositato temporaneamente, verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

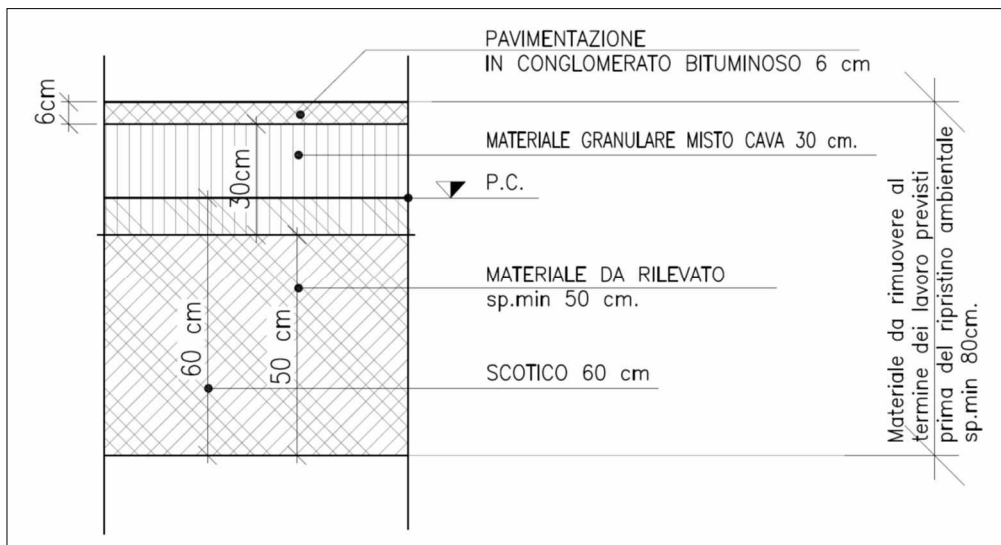


Figura 2-8 Particolare del pacchetto di pavimentazione delle aree di cantiere

2.5.6.1 Aree di deposito intermedio ed in attesa di utilizzo

Nell'ambito delle 3 aree di cantiere CB01, CO01 e CO02 sono individuati i siti di "deposito intermedio in attesa di utilizzo", secondo la definizione dell'art. 10 del Regolamento. Si tratta di aree per la deposizione del materiale di scavo in attesa della destinazione/utilizzo finale e dello scotico da riutilizzare per la sistemazione definitiva delle stesse aree di cantiere. Parte dello scotico come sopra descritto sarà posto in dune perimetrali all'interno delle aree.

Tabella 2-9 Elenco aree di cantiere con superfici adibite al deposito dei materiali di scavo

Cantiere		Superficie disponibile per il deposito in attesa di utilizzo (mq)
CB01	Deposito scavi e scotico in duna perimetrale deposito scotico	4.500+450+8.150+300
CO01	Deposito scavi e scotico per ripristino cantiere in duna perimetrale deposito scotico	10.450+10.900
CO02	Deposito scavi e scotico per ripristino cantiere in duna perimetrale deposito scotico	10.450+7.700

Come anticipato in premessa, la logistica del cantiere è stata aggiornata in funzione del cronoprogramma delle fasi studiate nel PE.

L'adeguamento della cantierizzazione prevede il deposito intermedio proposto anche lungo linea: le disposizioni di deposito/accantonamento in prossimità dello scavo sono già state indicate in cap. 4., nel Piano approvato, in previsione di un successivo (e più immediato) riutilizzo nel sito. Il deposito lungo linea, avendo sempre un carattere temporaneo, ha una gestione temporale prevista in circa 6-8 mesi e seguirà le modalità previste e descritte dal Piano stesso. Per i dettagli si rimanda all'elaborato di progetto GEN0091, "Sezione tipologica aree di deposito lungo linea", e per le disposizioni operative ai paragrafi 4.1.2 e 5.2.

Si evidenzia come tale modalità operativa proposta risulti comunque essere ambientalmente efficace:

limita i movimenti dei mezzi di trasporto e circoscrive praticamente le lavorazioni su una parte dei volumi di terreno nei medesimi siti di produzione.

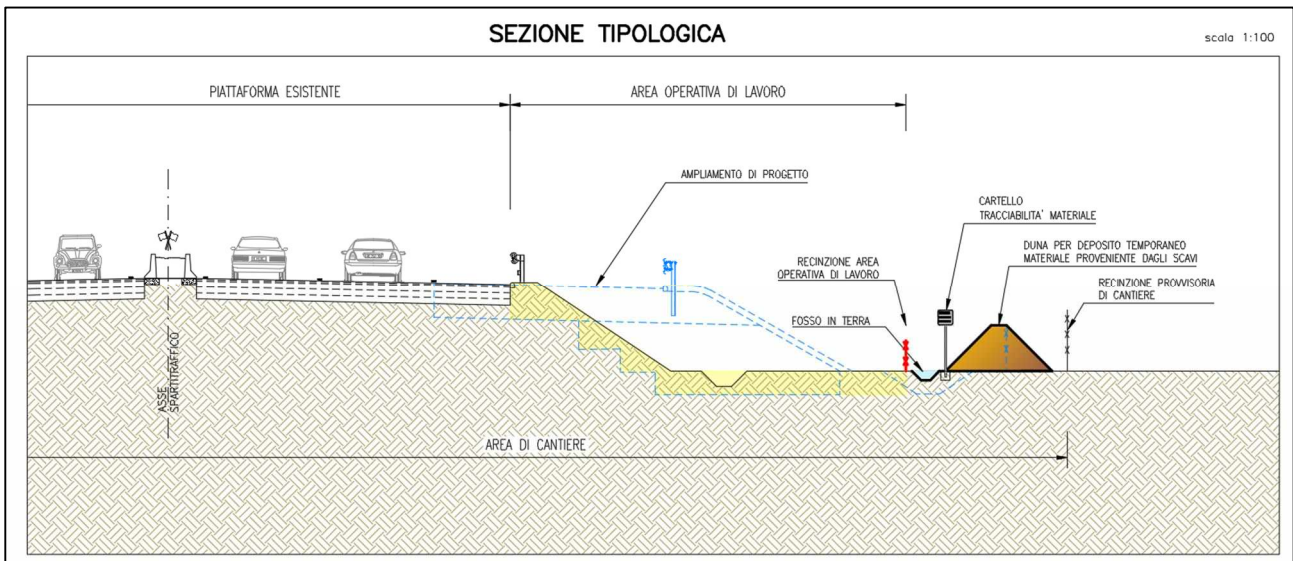


Figura 2-9 Stralcio planimetrico sul deposito temporaneo lungo linea (da GEN0091)

3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali da scavo, sono stati utilizzati i risultati delle indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio), associati agli esiti della campagna di caratterizzazione ambientale che ha previsto il campionamento dei terreni e loro analisi chimica.

Si è provveduto in una prima fase a reperire tutti i dati disponibili, presso Enti, privati o da indagini pregresse realizzate, all'interno dell'area in esame, in precedenti fasi progettuali anche relative ad altri interventi infrastrutturali. 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.).

La prima campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito è stata eseguita nella 2011, svoltasi ai sensi del DLgs 152/2006 e smi. A seguito degli aggiornamenti normativi, è stata effettuata una seconda campagna durante il periodo agosto-ottobre 2016 sulla base delle indicazioni degli allegati 2 e 4 del Regolamento 2012, secondo la definizione di caratterizzazione ambientale di cui all'art. 3, comma 1, lettera g.

Il quadro ambientale sulla caratterizzazione dei materiali di scavo è stato aggiornato con campagne successive all'approvazione del Piano di Utilizzo, con indagini svolte a supporto della progettazione esecutiva nel 2018 e nel periodo 2021-2022.

Le tabelle con la sintesi dei dati geografici e di informazione sono state aggiornate, confermandone il criterio di valutazione e commento della precedente fase progettuale; l'aggiornamento del quadro chimico-ambientale si traduce anche in un adeguamento delle tabelle di sintesi di seguito riportate nei vari capitoli di commento.

A conclusione del capitolo, è stato inserito un paragrafo a commento di tutti i dati raccolti, con lo scopo anche di un confronto tra le diverse fasi temporali di progetto e di un aggiornamento, sul rilievo dei superamenti delle CSC di colonna A e di colonna B.

L'allegato con i certificati di laboratorio è stato completato con i rapporti di prova del 2018 e del 2021-2022. Allo stesso tempo le tavole planimetriche sono state aggiornate con i nuovi punti di indagine.

Infine, si segnala che il quadro ed il numero dei siti di indagine da investigare nella fase di C.O. è stato modificato, in relazione alle integrazioni eseguite.

3.1 CONOSCENZE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

È risultato necessario estendere la conoscenza dei dati progettuali con la ricerca di informazioni tecnico-scientifiche su situazioni ambientali già riconosciute a livello regionale e locale.

In tal senso, per il contesto territoriale interferito, è risultato utile valutare lo stato di contaminazione dei suoli da metalli pesanti con la conoscenza delle concentrazioni naturali di questi elementi legate alla specifica composizione dei minerali costituenti il suolo. Tali concentrazioni, infatti, soprattutto per alcuni metalli, possono variare notevolmente a seconda del materiale su cui il suolo si è sviluppato. Infatti l'origine degli elementi in traccia nei suoli è legata alle caratteristiche dei materiali di origine e, in diversa misura, agli apporti legati alle attività industriali e agricole. Infine dagli approfondimenti sul background naturale dell'area di interesse, è stato necessario verificare la presenza di siti contaminati o potenzialmente tali, che possono interferire con l'opera in progetto. Di seguito si sintetizza alcune analisi bibliografiche e tecniche sull'area in oggetto, riferite agli approfondimenti inseriti nei documenti istituzionali della Regione Emilia Romagna.

3.1.1 Cartografia geochemica regionale

La Regione Emilia Romagna ha condotto varie campagne di indagine ambientale e di raccolta dati per il rilevamento dei suoli finalizzato alla costituzione di una base conoscitiva, alla determinazione delle caratteristiche necessarie per la loro classificazione ed alla misura diretta della concentrazione di alcuni metalli pesanti. L'obiettivo è quello di definire un quadro di riferimento a livello regionale. Sono state elaborate Carta dei suoli regionali a diversa scala. In particolar modo si è fatto riferimento alle indagini e studi riportati nei seguenti 2 volumi:

Carta del fondo naturale-antropico della Pianura Emiliano-Romagnola alla scala 1:250000, edizione 2016

Carta pedogeochimica della Pianura Emiliano – Romagnola alla scala 1:250 000, edizione 2016

I campioni analizzati sono stati prelevati dall'orizzonte superficiale e da orizzonti profondi. La concentrazione di metalli dello strato profondo è stata utilizzata per determinare il valore di fondo naturale, che può essere assimilato al contenuto del materiale di partenza, mentre quella dello strato superficiale è stata utilizzata per determinare il valore di fondo antropico o in maniera più puntuale un'anomalia geochimica, dovuto sia al contenuto naturale che ad eventuali apporti o pratiche antropiche. Dall'analisi statistica dei dati elaborati è stato possibile determinare, il valore del percentile per gli orizzonti superficiali e per gli orizzonti profondi.

Questa operazione è stata effettuata per ogni Unità Genetico-Funzionali (UGF), individuata sulla base delle caratteristiche fisiche intrinseche dei depositi e dei suoli.

Le cartografie sono state consultate dai siti istituzionali della Regione Emilia-Romagna (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/> e <http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>). In generale l'area non è caratterizzata da particolari fondi naturali con significativi o diffusi superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione in nessuna unità deposizionale funzionale.

Per la valutazione delle anomalie geochimiche, l'Ente ha proceduto all'analisi dei campioni prelevati a 20-30 cm di profondità in corrispondenza degli stessi siti di campionamento utilizzati per la costruzione della "Carta del Fondo Naturale". La valutazione dello stato di contaminazione di un suolo si avvale comunemente di formule che, attraverso il confronto tra le concentrazioni di metallo rilevate nella parte superficiale del suolo e il fondo naturale, permettono la collocazione del suolo stesso all'interno di uno schema classificativo che ne definisce lo "stato di salute". Il calcolo dell'Indice di Geoaccumulo in corrispondenza dei siti di campionamento fornisce un'idea immediata, per quanto locale (considerato il carattere puntiforme dell'indagine), dello stato di salute dei suoli campionati, l'andamento a scala regionale fornisce un quadro generale.

A titolo di esempio, si riporta di seguito la cartografia regionale del fondo naturale antropico in Arsenico e Vanadio (da sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/>).

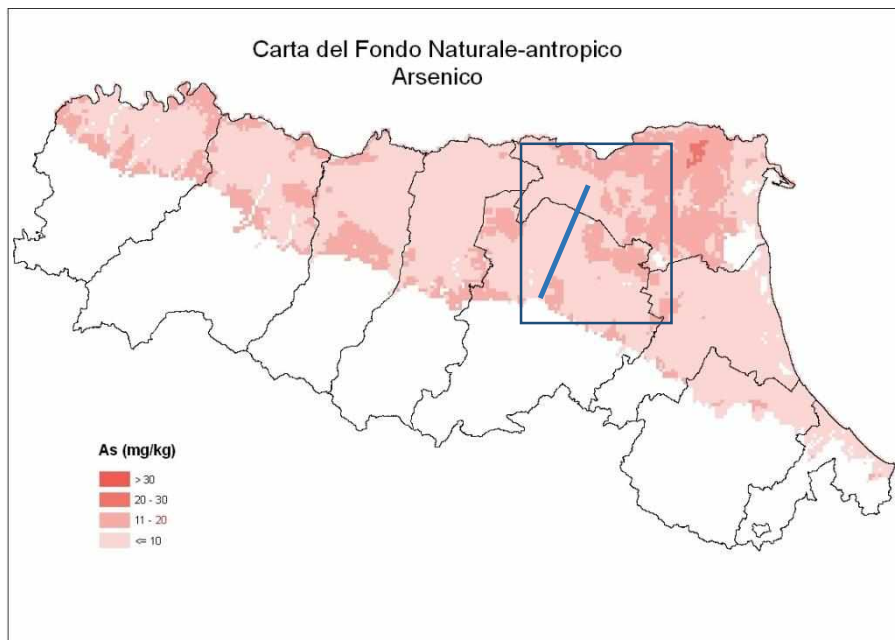


Figura 3-1 Carta del fondo naturale antropico in Arsenico con evidenza del tratto di interesse

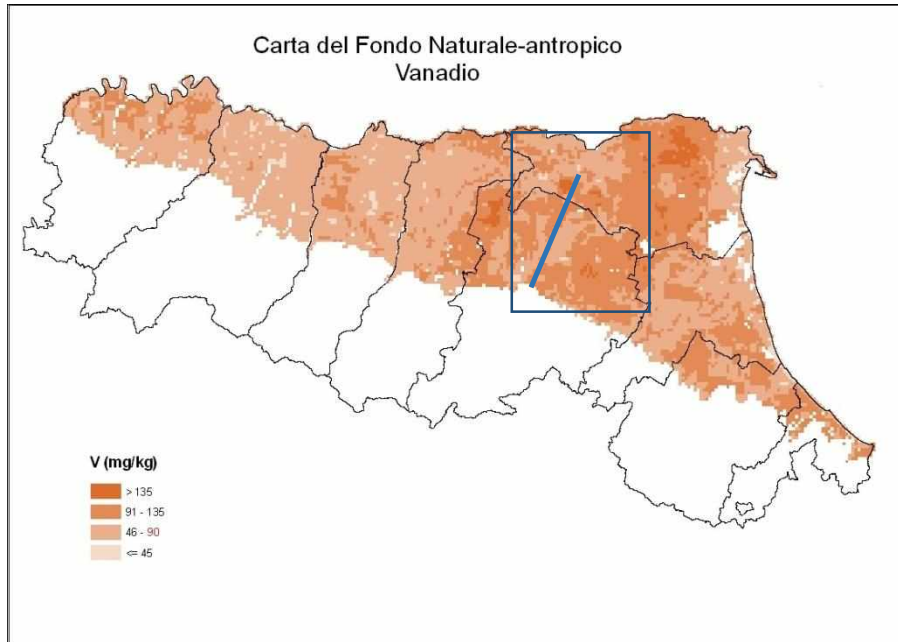


Figura 3-2 Carta del fondo naturale antropico in Vanadio con evidenza del tratto di interesse

3.1.2 Anagrafe regionale dei siti contaminati

Il quadro di seguito riportato è stato verificato nella fase di integrazione e del Progetto Esecutivo e, a giugno 2022, non si è modificato. Come anticipato in premessa al presente capitolo, è stato inoltre consultato il catasto regionale dei siti contaminati, gestito con il coordinamento della Regione Emilia-Romagna, secondo le disposizioni normative del D. Lgs. 152/2006. L'Arpa dell'Emilia-Romagna provvede annualmente alla redazione di un report con un'analisi dei dati relativi ai siti contaminati inseriti nell'archivio di Arpa ER, denominato Catasto dei siti contaminati. Secondo il report del 2015, nel territorio della provincia di Bologna, le procedure di bonifica più rilevanti con iter non concluso, interessano le seguenti tipologie di attività industriale: Metalmeccanica; Chimica; Produzione di gas; Aree ferroviarie. Di seguito si riportano 2 stralci cartografici da Arpa Emilia-Romagna - Catasto dei siti contaminati Report 2015.

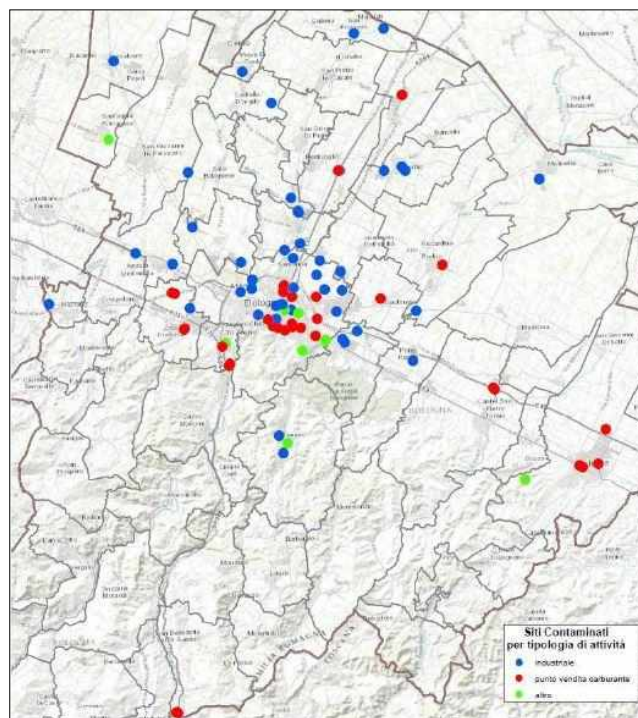


Figura 3-3 Siti Contaminati in Provincia di Bologna (da ARP AE, 2015)

Nella provincia di Ferrara si ha una distribuzione dei siti contaminati legata principalmente alla posizione degli insediamenti industriali e dei punti vendita carburante. Mentre per questi ultimi, la loro diffusione capillare porta a una distribuzione più omogenea su tutto il territorio provinciale, le aree produttive, soprattutto quelle “storiche”, sono individuate principalmente nella città di Ferrara e nel comune di Cento. Nell’ambito territoriale ferrarese si evidenzia che nessun sito è interferente con gli interventi in progetto.

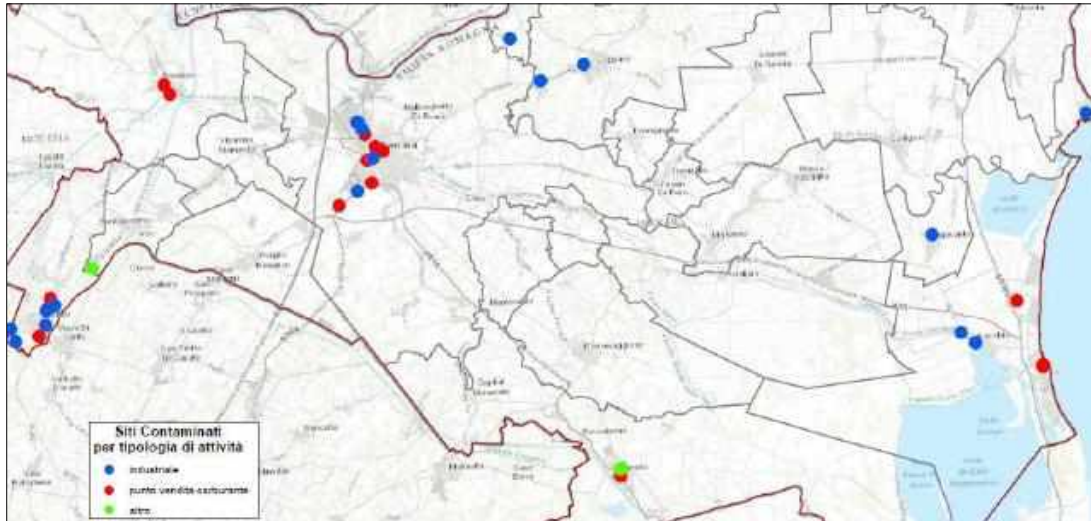


Figura 3-4 Siti Contaminati in Provincia di Ferrara (da ARPAE, 2015)

In dettaglio poi lungo il tratto di autostrada A13 interessato dall’intervento in oggetto, sono state rilevati, all’interno di una fascia di studio di 500 m da entrambi i cigli autostradali, i siti potenzialmente contaminati presenti nell’anagrafe della regione Emilia Romagna (da http://umap.openstreetmap.fr/it/map/siti-contaminati-della-regione-emilia-romagna-rapp_46431#14/44.6081/11.4291). In particolare, sono state individuate le due aree di servizio (Bentivoglio Est, Bentivoglio Ovest), alla pk 11+000 circa, che ad oggi risultano essere gli unici siti in via di bonifica interferenti con il tracciato (fonte: Arpa ER -Catasto siti contaminati). Le due aree sono situate nel comune di Bentivoglio (BO). Si mette in evidenza che le lavorazioni previste in progetto prevedono unicamente l’adeguamento delle geometrie di attacco ai piazzali e dello sviluppo delle corsie specializzate, non prevedendo scavi all’interno dei piazzali di servizio.

Tabella 3-1 Siti contaminati limitrofi agli interventi in progetto

Id	N.	Codice	Indirizzo	Attività
1	157	BOP00006	autostrada A 13	punto vendita carburante
2	158	BOP00009	autostrada A 13	punto vendita

Si evidenzia che, ad oggi, risultano aperte le procedure sulle contaminazioni rilevate, la cui risoluzione è gestita da parti terze, ovvero dalle società di distribuzione carburanti. In appendice è riportata una tavola con lo stralcio di intervento da STD-1090+1091 e la rete piezometrica esistente in Bentivoglio Ovest a conferma che le lavorazioni di ampliamento non interferiscono con lo stato del piazzale.

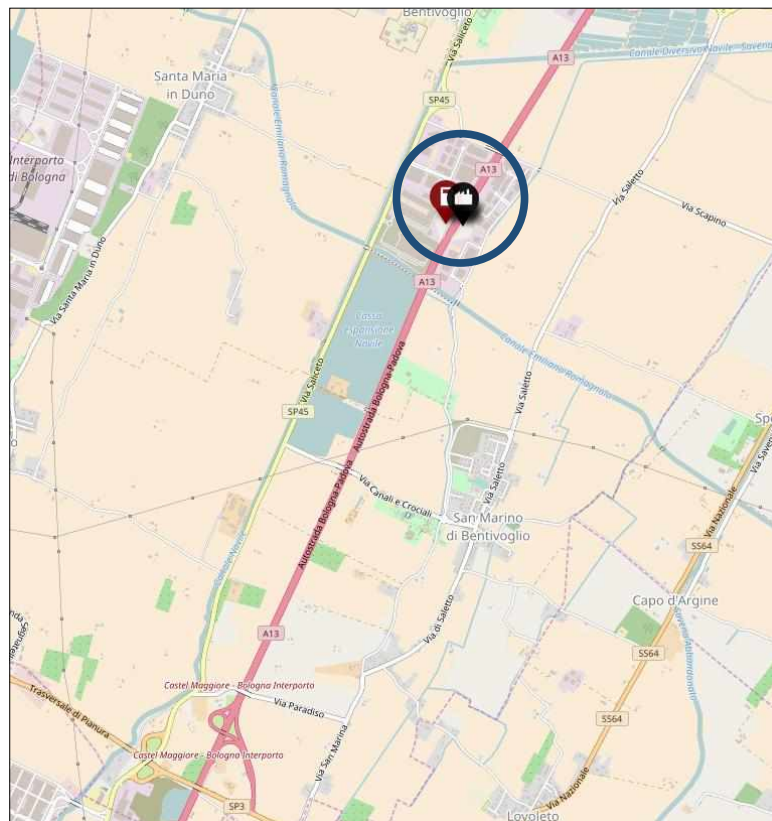


Figura 3-5 Stralcio della mappa con l'ubicazione dei siti contaminati, interferenti con il tracciato e presenti in anagrafe regionale.

3.1.3 Uso del suolo

Come è possibile evincere anche dalla cartografica riportata nella figura seguente, gli interventi previsti dal progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto di A13 tra Bologna e Ferrara, ricadono all'interno di un corridoio infrastrutturale, che le fonti già classificano correttamente come *Reti ed aree infrastrutturali stradali e ferroviarie e spazi accessori*.

L'ambito territoriale, attraversato dagli interventi previsti, si presenta inizialmente profondamente antropizzato, in particolare nella porzione a sud dell'area di intervento nei pressi dello svincolo di Arcoveggio, dove spazi strutturati da edifici ad uso generalmente residenziale e da viabilità, si alternano ad insediamenti industriali, commerciali, di servizi pubblici e privati e relativi spazi associati (parcheggi, depositi, ecc.). La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. A partire poi dallo svincolo di Bologna Interporto, quindi nella porzione di territorio centrale e settentrionale del progetto in esame, prevale, al contrario, un tessuto dove i seminativi irrigati occupano gli spazi. La copertura vegetale, quindi, può occupare una superficie significativa. Porzioni lungo il tratto di territorio sono comunque occupate in modo sporadico da insediamenti industriali, commerciali, di servizi pubblici e privati e relativi spazi associati (parcheggi, depositi, ecc.).

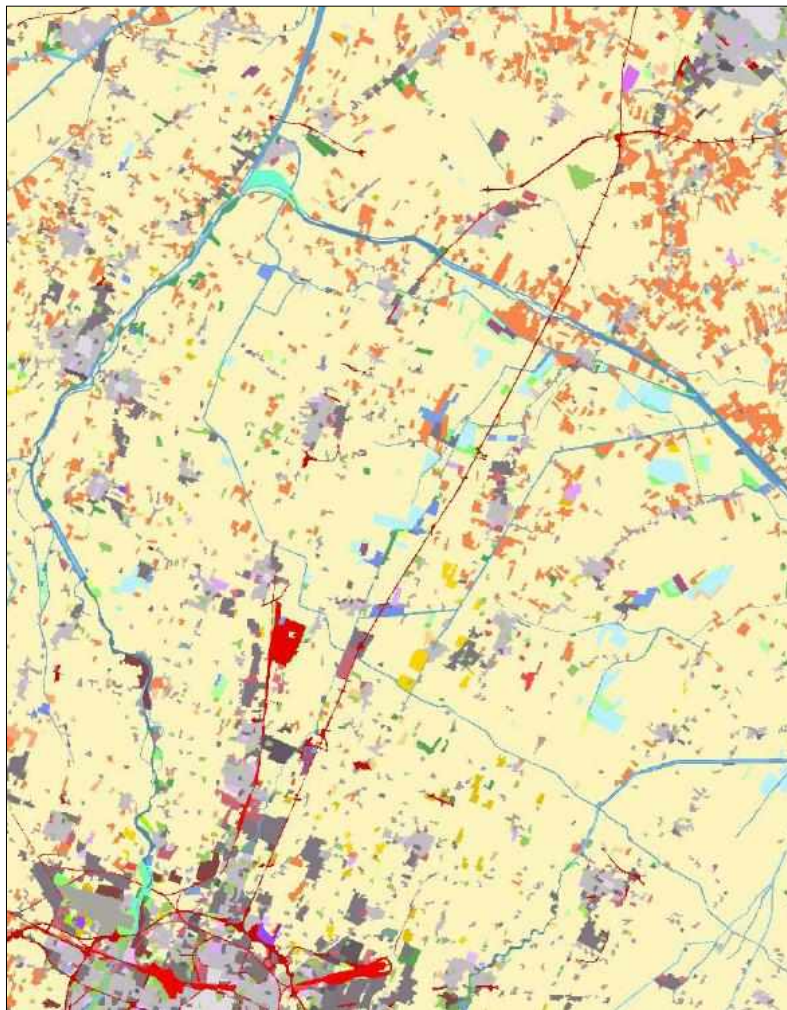


Figura 3-6 Uso del suolo (fonte: – Geoportale Emilia-Romagna)

3.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PREGRESSE

3.2.1 Criteri d'indagine effettuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006

Durante le fasi precedenti di progettazione dell'intervento, è stata eseguita una campagna di indagine di caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo, svoltasi nella estate 2011 ai sensi del DLgs 152/2006 e smi.

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra.

Sono stati prelevati, da pozzetti esplorativi, 46 campioni di terreno sottoposti a caratterizzazione analitica ambientale. La scelta del prelievo ambientale in tale tipologia di scavo è stata dettata in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale. L'infrastruttura si presenta interamente in rilevato (si veda paragr. 2.2), ad eccezione delle opere di scavalco di strade e corsi d'acqua: l'intera tratta d'intervento si sviluppa, infatti, per il 97% su rilevato e per il restante 3% su opera d'arte (sottovia e ponti). Si è deciso conseguentemente di caratterizzare maggiormente i primi orizzonti del suolo, spingendo i campionamenti ad una profondità massima di 1,0 m dal p.c.

L'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata in allegato 3 al Piano. Nella tabella seguente sono riportate le coordinate geografiche espresse in Gauss-Boaga dei punti di indagine con la relativa profondità di campionamento.

Tabella 3-2 Caratterizzazione ambientale del 2011, ai sensi del D.Lgs. 152/2006

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss- Boaga) m	Y (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
A	1	PZ BF1-B-BIS	1+400	S	1687888,8	4934292,2	1	0,3-0,5	Limi sabbiosi
	2	PZ BF1 B	1+700	S	1688011,1	4934604,4	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	3	PZ BF2 B	2+500	N	1688356,3	4935301,5	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	4	PZ BF3 B	3+500	S	1688716,1	4936231,8	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	5	PZ BF4 B	4+300	N	1689079,9	4936963,2	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	6	PZ BF5 B	5+200	S	1689385,7	4937770,0	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	7	PZ BF6 B	6+500	N	1689947,1	4938954,5	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	8	PZ NEW-1	7+150	S	1690160,8	4939572,0	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
B	9	PZ BF7-B-BIS	7+450	S	1690297,9	4939867,8	1	0,3-0,5	Limi sabbiosi
	10	PZ BF7 B	7+500	N	1690350,7	4939884,1	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	11	PZ NEW-2	7+850	N	1690498,6	4940213,3	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	12	PZ NEW-3	8+250	S	1690558,7	4940509,4	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	13	PZ BF8 B	8+600	N	1690774,1	4940860,7	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	14	PZ BF9 B	9+150	S	1690968,8	4941417,6	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	15	PZ BF10 B	10+450	N	1691517,0	4942628,0	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	16	PZ BF11 B	11+450	S	1691866,3	4943638,8	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	17	PZ NEW-4	11+600	S	1691887,1	4943683,5	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	18	PZ NEW-5	11+600	N	1691942,7	4943676,8	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	19	PZ NEW-6	11+900	N	1692081,5	4943982,2	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	20	PZ NEW-7	11+950	S	1692060,5	4943982,2	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	21	PZ BF12 B	12+500	S	1692362,2	4944479,2	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	22	PZ BF12 B BIS	12+650	N	1692447,0	4944558,4	1	0,3-0,5	Argille limose
	23	PZ CH13 B	13+300	S	1692759,7	4945164,6	1	0,5-1,0	Argille limose
C	24	PZ CH14 B	14+350	N	1693336,3	4946042,0	1	0,5-1,0	Argille limose
	25	PZ CH15 B	15+150	N	1693763,6	4946701,5	1	0,5-1,0	Argille limose
	26	PZ BF16-C	16+300	N	1694389,5	4947666,9	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	27	PZ BF17-C	17+250	S	1694870,4	4948500,3	1	0,5-1,0	Argille limose
	28	PZ BF18 C	17+850	N	1695231,1	4948985,5	1	0,5-1,0	Argille limose
	29	PZ BF18-C-BIS	17+900	N	1695258,9	4948995,4	1	0,3-0,5	Argille limose
D	30	PZ NEW-8	20+450	S	1696476,0	4951237,5	1	0,5-1,0	Argille limose
	31	PZ NEW-9	20+600	N	1696596,2	4951338,3	1	0,5-1,0	Argille limose
	32	PZ BF21-C	21+200	S	1696837,3	4951898,4	1	0,5-1,0	Argille limose
	33	PZ BF21-C-BIS	21+400	S	1696940,0	4952069,4	1	0,3-0,5	Argille limose
	34	PZ BF22-C	22+100	N	1697323,8	4952703,8	1	0,5-1,0	Argille limose
	35	PZ BF23-C	23+200	S	1697794,5	4953703,5	1	0,5-1,0	Argille limose
	36	PZ BF24-C	24+250	S	1698276,6	4954594,1	1	0,5-1,0	Argille limose
	37	PZ BF25-C	25+350	N	1698841,0	4955539,4	1	0,5-1,0	Argille limose
	38	PZ BF26-C	25+900	N	1699108,6	4956039,2	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi
	39	PZ BF26-C-BIS	26+150	N	1699219,9	4956261,1	1	0,3-0,5	Limi sabbiosi
	40	PZ BF27-C	27+150	S	1699640,2	4957146,5	1	0,5-1,0	Limi sabbiosi

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss- Boaga) m	Y (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
E	41	PZ BF29-C	29+300	N	1700592,1	4959102,3	1	0,5-1,0	Argille limose
	42	PZ BF30-C	30+400	N	1701022,9	4960112,6	1	0,5-1,0	Argille limose
	43	PZ BF31-C	31+000	N	1701304,0	4960768,2	1	0,5-1,0	Argille limose
	44	PZ BF32-C	31+850	N	1701590,74	4961446,51	1	0,5-1,0	Argille limose
	45	PZ BF33-C	32+950	N	1701941,2	4962482,2	1	0,5-1,0	Argille limose
	46	PZ BF33-C-BIS	32+950	S	1701908,1	4962488,8	1	0,3-0,5	Argille limose

Da ciascuno dei pozzetti esplorativi è stato prelevato un campione di terreno alla profondità di 0,5-1,0 m da p.c., ad eccezione di 7 campioni di suolo PZ BF1-B-BIS, PZ BF7-B-BIS, PZ BF12 B BIS, PZ BF18-C-BIS, PZ BF21-C-BIS, PZ BF26-C-BIS, PZ BF33-C-BIS, (scavi eseguiti manualmente) prelevati a circa 0,3-0,5 m dal p.c. In totale sono stati prelevati 46 campioni di terreno.

3.2.2 Metodiche di campionamento

Per quanto riguarda le modalità di campionamento sui terreni per la realizzazione di analisi chimiche dei composti non volatili sono state rispettate le seguenti procedure:

- stesura di un telo in polietilene delle dimensioni minime di 2x2 m e spessore minimo 1.5 mm;
- campionamento, secondo le modalità riportate in normativa, lungo lo strato di indagine;
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando metodi della quartatura riportati nella normativa;
- disposizione del campione in barattoli di vetro opportunamente sigillati ed etichettati conservati in ambiente refrigerato per la spedizione al laboratorio di analisi.

Il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

Per quanto riguarda le modalità di campionamento dei composti volatili (es. idrocarburi leggeri, idrocarburi aromatici) il prelievo è stato eseguito in modo puntuale, senza omogeneizzazione, immediatamente dopo l'estrazione del terreno. Il materiale prelevato è stato immediatamente inserito in un contenitore di vetro o vial.

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.

3.2.3 Set analitico

L'elenco del set chimico prescelto per i campioni di terreno è il seguente, suddiviso per classi analitiche:

Composti inorganici: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Selenio (Se); Stagno (Sn); Tallio (Tl); Vanadio (V); Zinco (Zn); Cianuri (Liberi); Fluoruri.

Idrocarburi: idrocarburi leggeri (C<12); idrocarburi pesanti (C>12).

Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; xilene; (m+p)-xilene; xileni (Somma Medium Bound); Sommatoria organici aromatici.

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA): Benzo(a)antracene; Benzo(a)pirene; Benzo(b)fluorantene; Benzo(k)fluorantene; Benzo(g,h,i)perilene; Crisene; Dibenzo(a,e)pirene; Dibenzo(a,i)pirene; Dibenzo(a,l)pirene; Dibenzo(a,h)pirene; Dibenzo(a,h)antracene; Indeno(1,2,3-cd)pirene; Pirene; Ipa Totali.

Policlorobifenili (PCB).

3.2.4 Verifica dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sulla base dei dati pregressi

In allegato si riportano i certificati di prova delle analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica, 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 vigente (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 evidenziano per i 46 campioni di terreno prelevati una sostanziale congruità con i limiti imposti per i siti a destinazione d'uso industriale o commerciale di cui alla colonna B della Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/2006, a cui possono riferirsi il nastro autostradale e le relative pertinenze, mentre sono stati registrati superamenti dei limiti previsti nelle aree a verde pubblico/privato o a vocazione residenziale (colonna A) su 13 campioni (pari a circa 28% sul totale).

Con riferimento ai limiti riportati in colonna A della legislazione vigente, i campioni di terreno prelevati mostrano superamenti soprattutto nel contenuto di idrocarburi pesanti (C>12 con 13 rilievi), con sporadiche anomalie nel contenuto dei metalli pesanti Zinco (4) e Piombo (2) e in aromatici policiclici (4), mentre si registra la totale assenza di altri composti di chiara origine antropica quali idrocarburi aromatici e PCB (policolorobifenili).

3.2.5 Conformità dei dati pregressi al Regolamento 2012

La campagna di indagine ambientale eseguita nel 2011, durante la fase di progettazione secondo i criteri di cui all'art. 184bis del DLgs. 152/2006 e s.m.i., ha permesso di evidenziare le caratteristiche chimico-ambientali dei materiali interessati dagli scavi, nelle aree interessate da movimentazione terra, mediante un campionamento ragionato che ha interessato il nastro autostradale. In considerazione delle novità normative, si rileva che le suddette attività di caratterizzazione presentano aspetti conformi a quanto indicato dal nuovo Regolamento:

- le caratterizzazioni condotte sono state eseguite mediante campagne di indagine che hanno interessato il tracciato di interesse e le litologie interferite;
- l'ubicazione dei punti è avvenuta secondo un modello concettuale basato sul campionamento ragionato;
- sono stati eseguiti pozzetti esplorativi con finalità di caratterizzazione ambientale;
- le metodiche di campionamento e di preparazione dei campioni sono riferite alla norma UNI10802;
- sono adottati i criteri relativi alle frazioni granulometriche da scartare e da sottoporre ad analisi di laboratorio (2 cm / 2 mm), le concentrazioni finali sono riferite alla totalità dei materiali, comprensivi dello scheletro;
- sono state impiegate metodiche di analisi in laboratorio riconosciute ed il set analitico considerato eccede quello indicato in tab 4.1 del Regolamento (anche in considerazione dei 20 m dal nastro);
- le analisi sono state eseguite in laboratori certificati e secondo metodi di prova riconosciuti (in grado di ottenere valori 10 volte minori dei limiti).

In base ai suddetti aspetti, le caratterizzazioni oggetto della campagna sopra riportata sono state pertanto incluse tra le indagini eseguite per l'elaborazione del presente Piano di Utilizzo. La nuova campagna di indagine si è resa necessaria per completare le conoscenze acquisite, considerando le indicazioni date dal Regolamento per l'esecuzione di indagini per la caratterizzazione ambientale.

3.3 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le relative fasi di lavorazione, sono stati individuati 6 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel presente Piano di Utilizzo, sono funzionali alla gestione ai sensi del D.M 161/2012 dei materiali di scavo, prevista in progetto lungo l'intero tracciato.

I 6 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- Tratta A**, lunghezza in metri lineari 6.429, da pk 0+871 a pk 7+300;
- Tratta B**, 6.808 m, da pk 7+300 a pk 14+108;
- Tratta C**, 4.881 m, da pk 14+108 a pk 18+989;

Tratta D, 8.260 m, da pk 18+989 a pk 27+249;
Tratta E, 6.489 m, da pk 27+249 a pk 33+738.
Aree di cantiere: CB01, CO01 e CO02.

Tale suddivisione è risultata funzionale anche al piano di indagine per la caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, che ha interessato l'intero tracciato e di seguito descritto.

3.3.1 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche 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 continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

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.

Tabella 3-3 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.M. 161/2012

		ESTENSIONI	PRELIEVI	NOTE
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3	oltre la superficie, l'eventuale volume movimentato (con riferimento ai 3000 mc proposti per la formazione di un cumulo) per eventuali operazioni di rimodellamento e/o predisposizione di bonifica e sistemazione del piano di posa (ad es. almeno 0,6 m da p.c.).
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²	
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti	
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione	prelevare un campione per ogni litologia incontrata
3	SCAVI < 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
4	SCAVI > 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 nella zona intermedia	

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al presente. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012.

3.3.2 Piano di indagine di caratterizzazione

I punti di indagine lungo il tracciato di interesse, soggetti a campionamento ed analisi, e proposti nel Piano approvato, sono stati in totale 48 a fronte dei 72 previsti nel piano di indagini di caratterizzazione.

Come indicato in premessa al presente capitolo, durante le fasi successive di progettazione e di integrazione, sono stati eseguiti ulteriori prelievi ed analisi di laboratorio durante le diverse campagne di indagine.

La caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2021 è stata eseguita complessivamente su **89** siti investigati con prelievo di campioni da carotieri a mano o scavetti a mano, da pozzetti esplorativi e da sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale. Il campionamento ha riguardato il prelievo di **153** aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad analisi di laboratorio; una buona parte dei punti sono ad integrazione di quelli indicati come mancanti nella precedente fase e che sono principalmente ubicati in prossimità delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua o di interferenza della viabilità locale

Si evidenzia che il tracciato, durante le diverse fasi progettuali, è stato investigato con 135 punti di indagine, distribuiti lungo circa i 33 km (in media circa 4 siti a km), con l'analisi per la caratterizzazione ambientale su 199 prelievi. Se a questi si aggiungono i punti e i prelievi nelle aree di cantiere (con esclusione del CO01, per i motivi descritti di seguito) i totali diventano 167 punti di indagine e 257 campioni.

In relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea comunque l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi lagunari ed alluvionali costituiti da limi e sabbie.

I campioni, da sottoporre ad analisi, sono suddivisi principalmente in superficiali, relativi al top soil, ed in campioni "profondi" prelevati entro il primo metro di piano campagna. In alcuni casi il prelievo è stato spinto a profondità maggiori rispetto al primo metro dal p.c. Durante la fase di campionamento, si è tenuto conto delle effettive condizioni del sito, degli orizzonti stratigrafici interessati, delle profondità massime di scavo da p.c. in ciascun punto e della possibilità di accesso in contesti privati.

Lo strato superficiale, top soil, per la presenza della componente organica relativa all'apparato vegetale e radicale, è stato campionato indicativamente nei primi 0,3 m dal p.c., su ogni punto di indagine considerato.

Tabella 3-4 Quadro complessivo dei prelievi effettuati lungo il tracciato ai sensi del D.M. 161/2012

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2016 D.M.161/2012		Campagna 2018 D.M.161/2012 (rif. D.P.R. 120/2017)		Campagna 2021-2022 D.M.161/2012 (rif. D.P.R. 120/2017)	
		Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6429	9	18	1	3	8	8
Tratta B	6808	11	22	6	14	4	4
Tratta C	4881	9	18	-	-	1	1
Tratta D	8260	9	16	8	18	8	8
Tratta E	6489	10	16	1	3	4	4
Totale	32867	48	90	16	38	25	25
Aree di Cantiere	CB01 CO02 (no CO01)	-	-	-	-	26	52

Tabella 3-5 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta A

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
A	1	PZBF 01-21	1+117	op. 06 Sottovia Via Aposazza	1687823,7	4934114,1	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	2	SDBF1	1+117	S	1687823,7	4934114,1	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	3	PZBF 02-21	1+117	op. 06 Sottovia Via Aposazza	1687823,7	4934114,1	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	4	PZBF01	1+900	N	1688090,1	4934752,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	5	PZBF02	2+600	S	1688317,5	4935354,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	6	PZBF03	3+000	N	1688546,9	4935820,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	7	PZ-CS-1	3+000	S	1682325,5	4921442,7	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
A	8	PZ-CS-2	3+000	N	1684115,3	4925569,7	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	9	PZ-CS-3	3+000	est	1685905,1	4929696,8	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	10	PZ-CS-4	3+000	est	1687694,9	4933823,9	1	0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	11	S1	3+500	N	1688716,1	4936231,8	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Limi sabbiosi
A	12	PZBF04	3+700	N	1688800,4	4936391,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	13	PZBF05	4+400	S	1689031,0	4936996,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	14	PZBF06	4+900	S	1689206,1	4937406,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	15	SDBF2	5+379	N	1689484,7	4937950,9	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
A	16	PZBF07	6+300	N	1689827,9	4938753,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	17	PZBF08	6+800	S	1690009,5	4939262,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
A	18	PZBF09	7+100	N	1690162,1	4939522,2	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 3-6 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta B

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
B	19	F3	7+400	S	1690345,1	4940025,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	20	PZF6	7+400	riqualifica S.P.3	1690546,5	4940119,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	21	F6	7+400	riqualifica S.P.3	1690747,9	4940214,0	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Limi sabbiosi
B	22	PZF7	7+400	riqualifica S.P.3	1690949,3	4940308,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	23	F5DH	7+400	riqualifica S.P.3	1691150,7	4940402,6	2	0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Limi sabbiosi
B	24	PZBF10	7+650	S	1690345,1	4940025,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	25	PZBF11	8+000	N	1690525,4	4940352,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	26	PZBF12	8+650	S	1690765,6	4940978,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	27	PZBF13	9+400	N	1691065,6	4941594,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	28	PZBF14	9+600	S	1691144,7	4941853,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	29	SDBF3	9+913	S	1691274,5	4942078,0	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
B	30	PZBF15	10+300	N	1691417,1	4942450,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	31	PZBF16	10+800	S	1691546,7	4942863,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	32	SDBF4	11+292	N	1691743,5	4943366,9	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
B	33	S2	11+350	n	1691743,5	4943366,9	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Limi sabbiosi
B	34	PZBF17	11+600	S	1691887,7	4943688,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	35	PZBF18	11+900	N	1692093,8	4943977,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
B	36	PZBF19	12+600	S	1692378,4	4944533,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
B	37	SDBF5	13+053	N	1692653,0	4944931,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
B	38	SDBF6	13+576	S	1692860,0	4945351,6	1	0,00-1,00;	Argille limose
B	39	PZBF20	14+000	N	1693188,8	4945847,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose

Tabella 3-7 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta C

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
C	40	PZBF21	14+450	S	1693311,7	4946112,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	41	PZBF22	14+900	N	1693595,8	4946494,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	42	PZBF23	15+600	N	1693968,0	4947064,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
C	43	PZBF24	16+000	S	1694188,6	4947454,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	44	PZBF25	16+650	N	1694528,4	4947924,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	45	SDBF7	16+947	S	1694709,5	4948191,3	1	0,00-1,00;	Argille limose
C	46	PZBF26	17+300	S	1694860,7	4948489,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	47	PZBF27	17+800	N	1695168,6	4948906,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	48	PZBF28	18+250	N	1695404,3	4949323,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
C	49	PZBF29	18+800	S	1695674,7	4949746,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 3-8 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta D

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
D	50	PZBF30	19+350	N	1695968,3	4950228,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
D	51	PZ12	19+700	S	1696226,7	4950788,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
D	52	PZBF31	19+900	S	1696226,7	4950788,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	53	PZ13	20+221	N	1696350,2	4951015,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	54	SDBF8	20+221	S	1696350,2	4951015,1	1	0,00-1,00;	Argille limose
D	55	PZ20riqSP20	svincolo Altedo	SP. 20	1696350,2	4951015,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	56	PZ21riqSP20	svincolo Altedo	SP. 20	1696350,2	4951015,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	57	PZBF32	21+100	S	1696793,0	4951838,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	58	S6	21+495	S	1696998,0	4952152,0	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Argille limose
D	59	SDBF10	21+495	S	1696998,0	4952152,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
D	60	PZBF33	22+400	N	1697326,8	4952777,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	61	PZ15	22+800	N	1697712,5	4953584,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	62	PZBF34	23+000	S	1697712,5	4953584,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	63	PZBF35	23+450	N	1697892,5	4953830,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	64	PZ16	23+500	S	1698016,4	4954133,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	65	PZBF36	23+800	S	1698016,4	4954133,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
D	66	SDBF11	23+991	N	1698183,7	4954367,6	1	0,00-1,00;	Argille limose
D	67	SDBF12	24+448	S	1698330,4	4954727,1	1	0,00-1,00;	Argille limose
D	68	PZBF37	24+600	N	1698472,3	4954914,6	1	0,0-0,60;	Argille limose
D	69	SDBF13	25+150	N	1698668,1	4955355,1	1	0,30-1,00;	Argille limose
D	70	PZBF38	25+550	S	1698878,2	4955744,3	1	0,0-0,60;	Argille limose
D	71	SDBF14	26+180	N	1699188,4	4956326,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
D	72	SDBF15	26+398	S	1699253,7	4956381,8	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
D	73	SDBF16	26+398	S	1699321,9	4956570,4	1	0,00-1,00;	Limi sabbiosi
D	74	PZ23AMB	26+450	N	1699253,7	4956381,8	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Limi sabbiosi

Tabella 3-9 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta E

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
E	75	PZBF39	27+350	S	1699711,7	4957287,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
E	76	PZBF40	27+900	N	1699999,2	4957793,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
E	77	PZBF41	28+200	S	1700079,3	4958049,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
E	78	SDBF17	28+705	S	1700288,2	4958574,8	1	0,00-1,00;	Argille limose
E	79	SDBF18	28+819	N	1700351,0	4958610,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
E	80	SDBF19	29+085	S	1700443,6	4958919,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
E	81	PZBF42	29+700	N	1700702,4	4959418,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
E	82	PZBF43	30+250	S	1700905,5	4959980,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
E	83	PZBF44	30+700	N	1701114,2	4960405,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
E	84	PZBF45	31+200	S	1701279,9	4960860,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
E	85	PZBF46	31+800	S	1701522,5	4961351,6	1	0,0-0,60;	Argille limose
E	86	SDBF20	32+074	N	1701685,0	4961710,0	1	0,00-1,00;	Argille limose
E	87	PZBF47	32+600	N	1701848,7	4962120,0	1	0,0-0,60;	Argille limose
E	88	S9	32+600	S	1701848,7	4962120,0	3	0,0-0,30; 0,30-1,00; 2,50 - 3,00	Argille limose
E	89	PZBF48	33+200	S	1701885,0	4962791,3	1	0,0-0,60;	Argille limose

Inoltre, è stato possibile indagare una porzione dell'area di cantiere CB01, nei pressi dello svincolo di Altedo, prelevando da 30 campioni sui 18 punti previsti, un campione dello scotico superficiale sino alla profondità di 0,4 m da p.c. Le indagini integrative sono state svolte in considerazione della prescrizione sul campionamento dello spessore di scotico e del livello sottostante. Il piano sarà invece investigato nella fase di corso d'opera.

Tabella 3-10 Punti di indagine area CB01

Area cantiere	n° progr	Codice	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
CB01	1	PZCN01	1694188,6	4947454,8	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	2	PZCN02	1694528,4	4947924,4	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	3	PZCN03	1694868,2	4948394,0	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	4	PZCN04	1695208,0	4948863,5	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	5	PZCN05	1695547,8	4949333,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	6	PZCN06	1695887,5	4949802,6	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	7	CB01-Pz1	1696227,3	4950272,2	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	8	CB01-Pz10	1696567,1	4950741,8	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	9	CB01-Pz11	1696906,9	4951211,3	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	10	CB01-Pz12	1697246,7	4951680,9	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	11	CB01-Pz2	1697586,4	4952150,4	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	12	CB01-Pz3	1697926,2	4952620,0	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	13	CB01-Pz4	1698266,0	4953089,6	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	14	CB01-Pz5	1698605,8	4953559,1	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	15	CB01-Pz6	1698945,6	4954028,7	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	16	CB01-Pz7	1699285,3	4954498,2	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	17	CB01-Pz8	1699625,1	4954967,8	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	18	CB01-Pz9	1699964,9	4955437,4	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi

Tabella 3-110bis Punti di indagine area CO02

Area cantiere	n° progr	Codice	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
CO02	1	CO02-Pz10	1700304,7	4955906,9	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	2	CO02-Pz11	1700644,5	4956376,5	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	3	CO02-Pz12	1700984,2	4956846,0	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	4	CO02-Pz13	1701324,0	4957315,6	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	5	CO02-Pz14	1701663,8	4957785,1	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	6	CO02-Pz2	1702003,6	4958254,7	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	7	CO02-Pz3	1702343,4	4958724,3	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	8	CO02-Pz4	1702683,1	4959193,8	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	9	CO02-Pz5	1703022,9	4959663,4	2	0,00-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	10	CO02-Pz6	1703362,7	4960132,9	2	0,30-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	11	CO02-Pz7	1703702,5	4960602,5	2	0,30-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	12	CO02-Pz8	1704042,3	4961072,1	2	0,30-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	13	CO02-Pz9	1704382,0	4961541,6	2	0,30-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi
	14	CO02-Pz1	1704721,8	4962011,2	2	0,30-0,60; 0,60-1,00	Limi sabbiosi

3.3.3 Aggiornamento sulla caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva

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 condizioni, divieto di accesso da parte della proprietà privata e potenziali interferenze con sottoservizi e opere esistenti.

I punti riferiti alla caratterizzazione delle aree di cantiere sono stati completati al netto dell'area CO01, in quanto interferente con aree in coltivazione con divieto di accesso dei proprietari. Si ribadisce 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 del cantiere CO01 è rimandata ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase realizzativa dell'intervento. Tuttavia, in relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi di argille e sabbie limose. Si fa presente inoltre come richiesto del parere di approvazione del Piano di Utilizzo, DEC 118/2018, il materiale di scotico e il piano di posa delle aree di cantiere saranno nuovamente campionati ed analizzati in prossimità del termine dei lavori e della dismissione dei cantieri stessi.

I punti sono lungo il tracciato sono stati completati durante la campagna del 2018 e del 2021, in corrispondenza delle opere d'arte maggiori (si veda allegato grafico allegato), rimandando una verifica sui materiali di scavo profonde per le porzioni interessate da scavo e perforazioni, attesa nelle aree di deposito, così come richiesto in cap. 6.

I punti di indagine nell'area di cantiere CO01 sono in totale 13 sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.M. 161/2012 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 (0,0 – 0,6 m da p.c.) e dello spessore sottostante sino ad un metro da p.c.

Tabella 3-11 Aree di cantiere non investigate in fase progettuale

Area Cantiere	Punti di indagine	N° di prelievi a punto	Profondità campionamento m da p.c.
CO01	13	2	0,00-0,60; 0,60-1,00

3.3.4 Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del DM 161/2012, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, 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. Lo scavo di un pozzetto esplorativo ha consentito la verifica:

- degli orizzonti stratigrafici;
- dello spessore della parte superficiale, con presenza dell'apparato radicale e vegetale.

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante profilo con carotieri a mano o scavetti a mano. 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 DM 161/2012, il campionamento è 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), in condizioni umide con aggiunta di acqua pura ed 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.

3.3.5 Analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono 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 chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento 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.

Si è eseguito, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012 (sostanze indicatrici), il seguente set analitico di base:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;

Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici; Amianto.

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.

3.4 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

3.4.1 Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

I risultati analitici, riportati in allegato, permettono di definire che:

- Il 100% dei 153 campioni lungo tracciato analizzati in laboratorio, ai sensi del D.M. 161/2012, 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;
- Il 88% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (153) risulta avere tenori 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 lungo il tracciato, con valori al di sopra della soglia di colonna A si riferiscono a 18 campioni, pari a circa 12% del totale, in concentrazioni di idrocarburi pesanti (13 superamenti), Zinco (4) e Cromo VI (1); nel commento di dettaglio dei superamenti riferiti alle soglie per i siti a destinazione verde residenziale si può notare che:
 sono stati riscontrati alcuni superamenti delle soglie di colonna A in Zinco (6); si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato, spesso unite a superi in idrocarburi pesanti (11 campioni); in generale tali elementi e le relative concentrazioni sono sintomatici in prossimità di una struttura viaria con intenso traffico veicolare, perché riconducibili ad usura degli asfalti ed al degrado di alcune parti meccaniche e gomme dei mezzi di trasporto; il cromo VI rappresenta un dato puntuale rilevato nel prelievo a 0,3-0,8 m da p.c. nel sito PZBF27.
- Non si segnalano concentrazioni anomale in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici (IPA e BTEX), ad eccezioni perciò di 2 campioni, prelevati lungo la verticale del punto di indagine PZBF26, dove si segnalano concentrazioni al di sopra delle CSC di colonna A; 151 campioni su 153 analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, per tali parametri, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni ed in assenza di elementi di origine industriale, 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.

Sui 58 campioni prelevati nelle 2 aree di cantiere CB01 e CO02 si conferma sostanzialmente il quadro del 2016 che 4 punti rilevano superamenti in colonna A di idrocarburi pesanti, in 2 casi associati a valori anomali in Zinco, con aggiunta di 1 punto per idrocarburi pesanti in CO02. La prima area risulta essere collocata in parte all'interno del ramo di Svincolo di Altedo e ha una conformazione depressa, con canalizzazione interna e presenza di acquitrini stagnanti.

Tabella 3-12 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati

	CSC		Totale
	< A	< B	
Tratta A	24	5	29
Tratta B	36	4	40
Tratta C	13	6	19
Tratta D	39	3	42
Tratta E	23	0	23

Totali campioni	135	18	153
% su intero intervento			
Tratta A	15,7%	3,3%	19,0%
Tratta B	23,5%	2,6%	26,1%
Tratta C	8,5%	3,9%	12,4%
Tratta D	25,5%	2,0%	27,5%
Tratta E	15,0%	0,0%	15,0%
Totali	88,2%	11,8%	100,0%
% sul parziale di tratta			
Tratta A	82,8%	17,2%	100%
Tratta B	90,0%	10,0%	100%
Tratta C	68,4%	31,6%	100%
Tratta D	92,9%	7,1%	100%
Tratta E	100,0%	0,0%	100%
CSC			
	< A	< B	Totale
CB01	26	4	30
CO02	27	1	28

Tabella 3-13 Sintesi degli esiti delle analisi chimiche in Tratta A

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
A	1	PZBF 01-21	1+117	0,30-1,00	B	C>12
A	2	SDBF1	1+117	0,30-1,00	B	C>12
A	3	PZBF 02-21	1+117	0,30-1,00	A	
A	4	PZ-BF-01	1+900	0,0-0,3	A	
A	5	PZ-BF-01	1+900	0,3-0,8	A	
A	6	PZ-BF-02	2+600	0,0-0,3	A	
A	7	PZ-BF-02	2+600	0,3-0,8	A	
A	8	PZ-BF-03	3+000	0,0-0,3	A	
A	9	PZ-BF-03	3+000	0,3-0,8	A	
A	10	PZCS1	3+000	0,30-1,00	A	
A	11	PZCS3	3+000	0,30-1,00	A	
A	12	PZCS2	3+000	0,30-1,00	A	
A	13	PZCS4	3+000	0,30-1,00	A	
A	14	SDBF2	3+500	0,30-1,00	A	
A	15	S1PE-CA1	3+500	0,00-0,30	B	Zn
A	16	S1PE-CA2	3+500	0,30-1,00	A	
A	17	S1PE-CA3	3+500	2,50-3,00	A	
A	18	PZ-BF-04	3+700	0,0-0,3	A	
A	19	PZ-BF-04	3+700	0,3-0,8	A	
A	20	PZ-BF-05	4+400	0,0-0,3	B	C>12
A	21	PZ-BF-05	4+400	0,3-0,8	B	C>12
A	22	PZ-BF-06	4+900	0,0-0,3	A	
A	23	PZ-BF-06	4+900	0,3-0,8	A	
A	24	PZ-BF-07	6+300	0,0-0,3	A	
A	25	PZ-BF-07	6+300	0,3-0,8	A	
A	26	PZ-BF-08	6+800	0,0-0,3	A	
A	27	PZ-BF-08	6+800	0,3-0,8	A	
A	28	PZ-BF-09	7+100	0,0-0,3	A	
A	29	PZ-BF-09	7+100	0,3-0,8	A	

Tabella 3-13b Sintesi degli esiti delle analisi chimiche in Tratta B

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
B	30	F3-riqSP3-CA1	7+400	0,00-0,30	A	
B	31	F3-riqSP3-CA2	7+400	0,30-1,00	A	
B	32	PZF6-riqSP3-CA1	7+400	0,00-0,30	A	
B	33	PZF6-riqSP3-CA2	7+400	0,30-1,00	A	

B	34	F6-riqSP3-CA1	7+400	0,00-0,30	A	
B	35	F6-riqSP3-CA2	7+400	0,30-1,00	A	
B	36	F6-riqSP3-CA3	7+400	2,50-3,00	A	
B	37	PZF7-riqSP3-CA1	7+400	0,00-0,30	A	
B	38	PZF7-riqSP3-CA2	7+400	0,30-1,00	A	
B	39	F5DH-riqSP3-CA1	7+400	0,30-1,00	A	
B	40	F5DH-riqSP3-CA2	7+400	2,50-3,00	A	
B	41	PZ-BF-10	7+650	0,0-0,3	A	
B	42	PZ-BF-10	7+650	0,3-0,8	A	
B	43	PZ-BF-11	8+000	0,0-0,3	A	
B	44	PZ-BF-11	8+000	0,3-0,8	B	C>12
B	45	PZ-BF-12	8+650	0,0-0,3	A	
B	46	PZ-BF-12	8+650	0,3-0,8	A	
B	47	PZ-BF-13	9+400	0,0-0,3	A	
B	48	PZ-BF-13	9+400	0,3-0,8	A	
B	49	PZ-BF-14	9+600	0,0-0,3	B	C>12
B	50	PZ-BF-14	9+600	0,3-0,8	B	C>12
B	51	SDBF3	9+913	0,30-1,00	A	
B	52	PZ-BF-15	10+300	0,0-0,3	A	
B	53	PZ-BF-15	10+300	0,3-0,8	A	
B	54	PZ-BF-16	10+800	0,0-0,3	A	
B	55	PZ-BF-16	10+800	0,3-0,8	A	
B	56	SDBF4	11+292	0,30-1,00	B	C>12
B	57	S2-CA1	11+350	0,00-0,30	A	
B	58	S2-CA2	11+350	0,30-1,00	A	
B	59	S2-CA3	11+350	2,50-3,00	A	
B	60	PZ-BF-17	11+600	0,0-0,3	A	
B	61	PZ-BF-17	11+600	0,3-0,8	A	
B	62	PZ-BF-18	11+900	0,0-0,3	A	
B	63	PZ-BF-18	11+900	0,3-0,8	A	
B	64	PZ-BF-19	12+600	0,0-0,3	A	
B	65	PZ-BF-19	12+600	0,3-0,8	A	
B	66	SDBF5	13+053	0,30-1,00	A	
B	67	SDBF6	13+576	0,30-1,00	A	
B	68	PZ-BF-20	14+000	0,0-0,3	A	
B	69	PZ-BF-20	14+000	0,3-0,8	A	

Tabella 3-13c Sintesi degli esiti delle analisi chimiche in Tratta C

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
C	70	PZ-BF-21	14+450	0,0-0,3	B	Zn
C	71	PZ-BF-21	14+450	0,3-0,8	A	
C	72	PZ-BF-22	14+900	0,0-0,3	A	
C	73	PZ-BF-22	14+900	0,3-0,8	A	
C	74	PZ-BF-23	15+600	0,0-0,3	B	C>12
C	75	PZ-BF-23	15+600	0,3-0,8	A	
C	76	PZ-BF-24	16+000	0,0-0,3	B	C>12
C	77	PZ-BF-24	16+000	0,3-0,8	A	
C	78	PZ-BF-25	16+650	0,0-0,3	A	
C	79	PZ-BF-25	16+650	0,3-0,8	A	
C	80	SDBF7	16+947	0,30-1,00	A	
C	81	PZ-BF-26	17+300	0,0-0,3	B	Zn, C>12, IPA
C	82	PZ-BF-26	17+300	0,3-0,8	B	Zn, C>12, IPA
C	83	PZ-BF-27	17+800	0,0-0,3	A	
C	84	PZ-BF-27	17+800	0,3-0,8	B	Cr VI
C	85	PZ-BF-28	18+250	0,0-0,3	A	
C	86	PZ-BF-28	18+250	0,3-0,8	A	
C	87	PZ-BF-29	18+800	0,0-0,3	A	
C	88	PZ-BF-29	18+800	0,3-0,8	A	

Tabella 3-13d Sintesi degli esiti delle analisi chimiche in Tratta D

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
D	89	PZ-BF-30	19+350	0,0-0,3	B	C>12
D	90	PZ-BF-30	19+350	0,3-0,8	B	Zn, C>12
D	91	PZ12-CA1	19+700	0,00-0,30	A	
D	92	PZ12-CA2	19+700	0,30-1,00	A	
D	93	PZ-BF-31	19+900	0,0-0,3	A	
D	94	PZ-BF-31	19+900	0,3-0,8	A	
D	95	SDBF8	20+221	0,30-1,00	A	
D	96	PZ13-CA1	20+221	0,00-0,30	A	
D	97	PZ13-CA2	20+221	0,30-1,00	A	
D	98	PZ20-Riq.SP20-CA1	20+221	0,00-0,30	A	
D	99	PZ20-Riq.SP20-CA2	20+221	0,30-1,00	A	
D	100	PZ21-Riq.SP20-CA1	20+221	0,00-0,30	A	
D	101	PZ21-Riq.SP20-CA2	20+221	0,30-1,00	A	
D	102	PZ-BF-32	21+100	0,0-0,3	A	
D	103	PZ-BF-32	21+100	0,3-0,8	A	
D	104	SDBF10	21+495	0,30-1,00	A	
D	105	S6-CA1	21+495	0,00-0,30	A	
D	106	S6-CA2	21+495	0,30-1,00	A	
D	107	S6-CA3	21+495	2,50-3,00	A	
D	108	PZ-BF-33	22+400	0,0-0,3	A	
D	109	PZ-BF-33	22+400	0,3-0,8	A	
D	110	PZ15-CA1	22+800	0,00-0,30	A	
D	111	PZ15-CA2	22+800	0,30-1,00	A	
D	112	PZ-BF-34	23+000	0,0-0,3	A	
D	113	PZ-BF-34	23+000	0,3-0,8	A	
D	114	PZ-BF-35	23+450	0,0-0,3	A	
D	115	PZ-BF-35	23+450	0,3-0,8	A	
D	116	PZ16BIS-CA1	23+500	0,00-0,30	A	
D	117	PZ16BIS-CA2	23+500	0,30-1,00	A	
D	118	PZ-BF-36	23+800	0,0-0,3	A	
D	119	PZ-BF-36	23+800	0,3-0,8	A	
D	120	SDBF11	23+991	0,30-1,00	B	C>12
D	121	SDBF12	24+448	0,30-1,00	A	
D	122	PZ-BF-37	24+600	0,0-0,8	A	
D	123	SDBF13	25+150	0,30-1,00	A	
D	124	PZ-BF-38	25+550	0,0-0,8	A	
D	125	SDBF14	26+180	0,30-1,00	A	
D	126	SDBF15	26+398	0,30-1,00	A	
D	127	SDBF16	26+398	0,30-1,00	A	
D	128	PZ23AMB-CA1	26+450	0,00-0,30	A	
D	129	PZ23AMB-CA2	26+450	0,30-1,00	A	
D	130	PZ23AMB-CA3	26+450	2,50-3,00	A	

Tabella 3-13e Sintesi degli esiti delle analisi chimiche in Tratta E

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
E	131	PZ-BF-39	27+350	0,0-0,8	A	
E	132	PZ-BF-40	27+900	0,0-0,3	A	
E	133	PZ-BF-40	27+900	0,3-0,8	A	
E	134	PZ-BF-41	28+200	0,0-0,3	A	
E	135	PZ-BF-41	28+200	0,3-0,8	A	
E	136	SDBF17	28+705	0,30-1,00	A	
E	137	SDBF18	28+819	0,30-1,00	A	
E	138	SDBF19	29+085	0,30-1,00	A	
E	139	PZ-BF-42	29+700	0,0-0,3	A	
E	140	PZ-BF-42	29+700	0,3-0,8	A	
E	141	PZ-BF-43	30+250	0,0-0,3	A	
E	142	PZ-BF-43	30+250	0,3-0,8	A	
E	143	PZ-BF-44	30+700	0,0-0,3	A	
E	144	PZ-BF-44	30+700	0,3-0,8	A	

Sintesi degli esiti analitici della caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 (2016, 2018 e 2021-2022)						
Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
E	145	PZ-BF-45	31+200	0,0-0,3	A	
E	146	PZ-BF-45	31+200	0,3-0,8	A	
E	147	PZ-BF-46	31+800	0,0-0,8	A	
E	148	SDBF20	32+074	0,30-1,00	A	
E	149	PZ-BF-47	32+600	0,0-0,8	A	
E	150	S9-CA1	32+600	0,00-0,30	A	
E	151	S9-CA2	32+600	0,30-1,00	A	
E	152	S9-CA3	32+600	2,50-3,00	A	
E	153	PZ-BF-48	33+200	0,0-0,8	A	

Per completezza di trattazione, si evidenzia un trend di miglioramento degli esiti analitici del 2016 e quelli successivi del 2018 e 2021, con i dati di laboratorio della campagna eseguita nel 2011 ai sensi del D.Lgs. 152/2006 smi durante la precedente fase progettuale. Ad esempio si rileva la riduzione dei valori di concentrazioni in Zinco sopra la soglia di colonna A, ma soprattutto la diminuzione dei tenori nei composti organici, caratterizzati da una componente volatile legata al carico del sistema veicolare.

In relazione a ciò si sottolinea come il tratto autostradale, oggetto degli interventi in progetto, sia stato sufficientemente investigato ai fini della caratterizzazione ambientale dei terreni: su circa 32 km di tracciato sono stati ubicati, tra recente e precedente campagna di caratterizzazione, 167 punti di indagine con il prelievo di circa 257 campioni, al netto dei punti nell'area di cantiere CO02 e, rimandati alla fase preliminare dei lavori per il completamento del piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 161/2012 (si veda paragr. 3.3.3). Di seguito i numeri complessivi delle campagne svolte nel 2011 e nel 2016. Per i dettagli e la sintesi degli esiti analitici, per un diretto confronto, si rimanda alle tabelle riportate in allegato. Per la definizione dei requisiti di compatibilità ambientale delle terre da scavo si è fatto riferimento ai dati della campagna del 2016, del 2018 e del periodo 2021-2022.

Tabella 3-14 Quadro complessivo dei prelievi effettuati lungo il tracciato

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2011 D.Lgs.152/2006		Campagna 2016 D.M.161/2012		Campagna 2018 D.M.161/2012 (rif. D.P.R. 120/2017)		Campagna 2021-2022 D.M.161/2012 (rif. D.P.R. 120/2017)	
		Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6429	8	8	9	18	1	3	8	8
Tratta B	6808	15	15	11	22	6	14	4	4
Tratta C	4881	11	11	9	18	-	-	1	1
Tratta D	8260	6	6	9	16	8	18	8	8
Tratta E	6489	6	6	10	16	1	3	4	4
Totale	32867	46	46	48	90	16	38	25	25
Aree di Cantiere	CB01 CO02 (no CO01)	6	6	-	-	-	-	26	52

3.4.2 Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) 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;**
- 2) 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 assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- 3) la maggior parte dei materiali può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o anche come reimpiego in porzioni sature;
- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla coincidenza dei siti di scavo con le destinazioni di riutilizzo.

Per la sintesi dei risultati delle determinazioni analitiche e per i certificati delle analisi di laboratorio per la caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DM. 161/2012 si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano.

3.5 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo, individuati lungo i tratti individuati, sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione (si veda l'elaborato grafico in allegato). Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una fase esecutiva o realizzativa (si veda paragr. 3.3.3), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Si ribadisce che il riutilizzo del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi.

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 5 tratte, identificate secondo il D.M. 161/2012, per un inquadramento dei materiali di scavo in sub-tratte secondo una CSC principale di riferimento. Questo approccio parte dalla definizione, descritta in premessa, di uniformità delle condizioni al contorno, come il contesto litologico e territoriale, la tipologia della pressione antropica presente e le modalità delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in sub-tratte è effettuata individuando una pk equidistante tra 2 siti di indagine sottoposti ad analisi. Questa progressiva rappresenta il limite di una sub-tratta, a cui appartengono tutti i siti di scavo e riutilizzo ivi compresi. Questa sub-tratta è appunto caratterizzata da una CSC principale di riferimento riscontrata in fase di analisi. Pertanto, su tale criterio, ed al netto delle caratterizzazioni sito specifiche rimandate alla fase preliminare di inizio lavori, il tracciato risulterebbe così suddiviso:

Tabella 3-15 Criterio proposto per la suddivisione del tracciato secondo una CSC di riferimento

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
A	1+070	4+000	A	PZBF01
				PZBF02
				PZBF03
				PZBF04
	4+000	4+650	B	PZBF05
				PZBF06
	4+650	7+300	A	PZBF07
				PZBF08
				PZBF09
B	7+300	7825	A	PZBF10
				PZBF11
	7825	8+325	B	PZBF12
				PZBF13
	8+325	9+500	A	PZBF14
				PZBF15
	9+500	9+350	B	PZBF16
				PZBF17
	9+350	14+100	A	PZBF18
PZBF19				
PZBF20				
PZBF21				
PZBF22				
C	14+100	14+225	A	
	14+225	14+675	B	PZBF23
	14+675	15+250	A	PZBF24
	15+250	16+352	B	PZBF25
	16+325	16+975	A	PZBF26
	16+975	18+025	B	PZBF27
	18+025	18+989	A	PZBF28
D	18+989	19+025	A	PZBF29
	19+025	19+625	B	PZBF30

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
	19+625	27+265	A	PZBF31
				PZBF32
				PZBF33
				PZBF34
				PZBF35
				PZBF36
				PZBF37
				PZBF38
E	27+265	33+547	A	PZBF39
				PZBF40
				PZBF41
				PZBF42
				PZBF43
				PZBF44
				PZBF45
				PZBF46
				PZBF47
				PZBF48

3.6 INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO

Secondo quanto contenuto in allegato 4 del D.M. 161/2012, nei casi di interferenza con la porzione satura, si dovrà utilizzare materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A (Tabella 1, allegato 5, al Titolo V, parte IV, del D.Lgs 153/2006 e ss.mm.ii.), con le modalità indicate nel suddetto allegato.

In relazione alle evidenze piezometriche presentate nel precedente capitolo sull'inquadramento idrogeologico, le possibili interferenze con la falda sono in corrispondenza delle minime soggiacenze freatiche in corrispondenza degli attraversamenti fluviali e di canale.

Nella tabella seguente sono riportate le 3 interferenze idrografiche principali e la progressiva relativa all'attraversamento autostradale nonché l'opera prevista in progetto. Gli interventi in progetto indicati non costituiscono nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua interessati bensì l'ampliamento e l'adeguamento degli impalcati esistenti.

Tabella 3-136 Interferenze principali

Corso d'acqua	Opera	pk	Tratta
Canale Diversivo-Navile	Ponte sul Canale Diversivo-Navile	13+053	B
Canale Navile	Ponte sul Canale Navile	21+411	D
Fiume Reno	Ponte sul Fiume Reno	26+398	D

In tal senso, viste le risultanze analitiche di laboratorio ed i volumi, si segnala che nei diversi ambiti di scavo e di interesse sussiste l'ampia disponibilità di materiali entro le CSC di colonna A.

3.6.1 Caratterizzazione dell'acqua sotterranea

L'allegato 2 del D.M. 161/2012 prevede che vengano svolte indagini di caratterizzazione delle acque sotterranee in fase progettuale, nel caso di interferenza degli scavi con la porzione satura di terreno. Ciò avviene proprio in corrispondenza degli stessi sondaggi, lungo i quali sono stati prelevati i campioni di terre.

Il Proponente si riserva di fornire un quadro dello stato qualitativo della falda acquifera, prima dell'inizio dei lavori, inviando i dati che saranno acquisiti dal Piano di Monitoraggio Ambientale nella fase di ante operam. Il Piano di Monitoraggio Ambientale, nell'ambito della realizzazione progettuale, prevede la misura qualitativa delle acque sotterranee con attività di prelievo e di analisi chimica in laboratorio con cadenza trimestrale. Le modalità di acquisizione dei campioni delle acque sotterranee saranno eseguite attraverso un campionamento dinamico, ossia un prelievo di acque effettuato tramite pompa, subito dopo l'operazione di spurgo delle verticali strumentate a piezometro.

4 MODALITÀ DI SCAVO E DI UTILIZZO E TECNICHE APPLICATE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto (si veda l'elenco degli elaborati progettuali riportato in allegato).

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 reinterri, 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 rinterri mediante escavatore;
- formazione di rilevati e rimodellamenti mediante impiego di camion, grader e compattatori con o senza ricorso alla stabilizzazione a calce 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 imbocco o di cantiere.

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.

Come ricordato in premessa ed in cap. 2, nel paragrafo dedicato, l'ottimizzazione del Progetto esecutivo ha richiesto una logistica adeguata della cantierizzazione: il materiale sarà depositato in prossimità degli scavi lungo linea (rif. elab. GEN0091), per essere reimmesso in rilevato, ovvero riutilizzato nel medesimo sito di produzione. Ciò avverrà, limitandone così il trasporto, anche previo la procedura per il miglioramento prestazionale, come di seguito descritta.

Lo scotico vegetale sarà separato e depositato a parte ed il materiale non idoneo geotecnicamente sarà invece essere trasportato e smaltito quanto prima, e comunque gestito subito separatamente.

Questa modalità proposta, pur avendo sempre un carattere temporaneo, ha una gestione prevista in circa 6-8 mesi. Infatti, durante alcune fasi, la produzione dei sottoprodotti da scavo è maggiore dei riutilizzi, in relazione a operazioni di scavo e sbancamento effettuate contemporaneamente su più tratti. Questa eventualità è prevista lungo i diversi corpi stradali, almeno in due differenti periodi nella durata complessiva dei lavori (51 mesi). Si rimanda per dettagli all'elaborato a codifica SIC5501 sulle fasi di lavorazioni.

4.1.3 Rinterri

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.

Tra le modalità tecniche per la messa a dimora a rilevato del materiale di scavo, può essere impiegata anche la tecnica di stabilizzazione a calce. Infatti, come descritto sinteticamente nel capitolo 2 di inquadramento, le litologie principali sono costituite da sabbie e argille limose.

Sulla base delle caratteristiche geotecniche rilevate su tali litologie dominanti, è consentito il riutilizzo del materiale per la costruzione dei rilevati secondo le seguenti modalità.

4.1.4.1 Procedura per la stabilizzazione a calce

Il trattamento a calce di una terra è finalizzata al miglioramento delle sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

La scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

- importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;

eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del lotto sfruttando le piste di cantiere o la stessa autostrada esistente).

Il dettaglio delle fasi operative per la realizzazione del rilevato con trattamento a calce, nonché delle procedure per minimizzare l'impatto sulla componente atmosferica, è riportato in Appendice 1 al presente Piano di Utilizzo.

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 Disposizioni per le interferenze con la porzione satura del terreno

Come anticipato in paragr. 3.6, le operazioni di scavo potranno interessare la porzione satura del terreno, interferendo con la falda sub affiorante della piana.

Infatti, l'ampliamento dei manufatti di attraversamento, posti sui corsi d'acqua principali, implica interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in tre tipologie principali:

- ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita (se necessario cementata);
- risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.

Di seguito sono riportati gli interventi in cui, dai rilievi e dagli studi effettuati in fase progettuale, lo scavo ed il conseguente ampliamento potrebbero interferire con il livello freatico (falda affiorante o sub-affiorante). Le interferenze con la falda sono riportate in tabella:

Corso d'acqua	Opera	pk	Tratta
Canale Diversivo-Navile	Ponte sul Canale Diversivo-Navile	13+053	B
Canale Navile	Ponte sul Canale Navile	21+411	D
Fiume Reno	Ponte sul Fiume Reno	26+398	D

Secondo quanto contenuto nell'allegato 4 del Regolamento, in condizioni di falda affiorante o subaffiorante si dovrà utilizzare dal fondo sino alla quota di massima escursione della falda più un metro di franco materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A. Si evidenzia che, sulla base dei rilievi di caratterizzazione ambientale, esiste un'ampia disponibilità di terreno proveniente dagli scavi che rispetti i limiti della colonna A. Inoltre, per il completamento delle opere di interferenza idraulica sotto riportate, si dovrà considerare che parte delle pavimentazioni e soprattutto del materiale anticapillare sarà approvvigionato da cava o da impianto esterno.

Poiché il Regolamento obbliga a "salvaguardare le acque sotterranee ed assicurare un elevato grado di tutela ambientale" potrebbero in alternativa essere applicate soluzioni di carattere operativo come la frapposizione tra il rilevato e il piano di posa di uno strato impermeabilizzante.

4.2 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Si fa principale riferimento all'art. 1, comma 1, lettera p) e all'art. 4, comma 1, 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 Vagliatura

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. Il sistema di vagliatura del materiale è previsto all'interno dell'area di cantiere CB01 a supporto delle lavorazioni lungo il tracciato.

4.2.2 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 è previsto all'interno dell'area di cantiere CB01 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 a 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 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.

Il materiale qualificato come rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, preferibilmente, recuperato in impianti autorizzati.

In tal senso le seguenti tipologie di materiali di scavo sono identificate quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti:

- 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 eventualmente scavato all'interno delle perimetrazioni dei suddetti siti in via di bonifica nel tratto di autostrada A13 interferente con le due aree di servizio (Bentivoglio Est, Bentivoglio Ovest, pk 11+000 circa); nel caso si dovrà dare una corretta attribuzione di un codice CER al materiale che sarà smaltito in modo idoneo presso impianto autorizzato; lo scavo e la successiva gestione del terreno all'interno di tali siti dovranno essere eseguiti da impresa iscritta all'Albo Gestori Ambientali.

5 SITI DI PRODUZIONE, DEPOSITO ED UTILIZZO

L'intervento in progetto risulta avere uno sviluppo lineare di circa 32,5 km, individuato in fase di progetto definitivo in 5 ambiti omogenei di intervento, secondo lo schema di cantierizzazione, caratterizzati unicamente da scavi all'aperto. Questa situazione risulta estremamente funzionale alla movimentazione dei materiali da scavo. Come ricordato nell'introduzione per l'aggiornamento del Piano, con lo sviluppo della progettazione e l'ottimizzazione delle fasi di cantierizzazione, la suddivisione in ambiti e tratte è venuta ad essere subordinata alla gestione unica lungo l'intero intervento. Ciò significa che secondo lo schema di cantierizzazione aggiornato del Progetto Esecutivo e sulla base di criteri in appalto, la movimentazione dei materiali avverrà lungo l'intero intervento, secondo le necessità rilevate nei computi per le diverse parti d'opera. La tracciabilità del materiale sarà verificata e controllata, secondo le indicazioni indicate in cap. 7 e dettate dalla normativa attuata del D.M. 161/2012 (rif artt 11 e 12 e all 6 e 7).

Sono inoltre considerate nello schema dei movimenti terra le 3 aree di cantiere con i relativi depositi intermedi, contraddistinte da operazioni sul solo scotico superficiale, che sarà conservato e depositato all'interno delle aree medesime per la loro sistemazione finale.

Negli elaborati grafici allegati al presente Piano sono riportati i siti principali relativi alla movimentazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del Regolamento (DM 161/2012), aggiornati alla fase di Progetto Esecutivo.

Di seguito si riporta un elenco dei siti di produzione dei materiali di scavo e dei siti di destinazione individuati nei 5 ambiti citati, intesi anche come di deposito intermedio, individuati all'interno della cantierizzazione.

Come ricordato nell'introduzione per l'aggiornamento del Piano, con lo sviluppo della progettazione e l'ottimizzazione delle fasi di cantierizzazione, sono stati aggiornati i dati sui movimenti terra, sulla base anche delle soluzioni approvate in Conferenza dei Servizi, e sono ora proposti nel presente Piano di Utilizzo.

Le variazioni indicate sono presentate per l'istanza di approvazione delle modifiche sostanziali introdotte, tra cui appunto l'aumento dei volumi di scavo, che risulta essere incrementato del **90%** rispetto al bilancio terre del Progetto Definitivo, utilizzato nel 2017 per il Piano di Utilizzo. Sulla base dei bilanci aggiornati, i volumi di scavo risultano pari a circa **2.258.000 mc** (di cui **1.563.263 mc** circa a sottoprodotti), rispetto ai precedenti **1.176.728 mc** (di cui **1.022.236 mc** riutilizzati come sottoprodotti). I motivi di tali aumenti sono stati indicati nella introduzione all'aggiornamento del Piano.

5.1 PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE

I siti di produzione dei materiali da scavo sono costituiti essenzialmente da opere all'aperto e sono caratterizzate esclusivamente dalla produzione di terreno vegetale e di materiale riutilizzabile a rilevato, costituito principalmente da depositi sabbiosi e argillosi.

Il volume escavato complessivo in banco, previsto da progetto da movimentare risulta essere pari a **1.444.804 mc** (a fronte di **935.477 mc** previsti nella fase precedente). Questo volume è composto dallo scotico vegetale, pari a **319.348 mc** (rispetto a **74.657 mc** indicato nel 2016), e dalla parte più profonda riferita a sbancamenti e scavi di fondazione pari a **1.125.456 mc** (rispetto ad un precedente **860.820 mc**). A questi volumi deve essere aggiunto la parte di scavo di scotico relativa alle aree di cantiere (**118.432 mc** rispetto ad un volume indicato di **86.760 mc**). L'aumento della volumetria del vegetale è dovuto al diverso spessore dello scotico, da 0,3 a 0,6 cm in media, e una diversa parzializzazione dell'intervento di scoticatura, con l'esclusione nel Progetto Esecutivo dell'area di deposito temporaneo dello stesso materiale di scotico di cantiere. **Il totale degli scavi a sottoprodotto sono pari a 1.563.263 mc con un incremento superiore del 50% rispetto al volume indicato in Progetto Definitivo.**

Come detto gli scavi interessano principalmente una litologia dominante relativa ai depositi, costituiti da sabbie e argille limose, riutilizzabile nell'ambito del corpo del rilevato.

I materiali da scavo appartenenti alle classi A2-6, A2-7, A6 e A7 (secondo la classificazione CNR UNI 10006 sostituita dalla UNI EN 11531-1) saranno stabilizzati a calce come indicato al par. 4.1.4 e in appendice al presente Piano.

Lo scotico superficiale escavato dalle aree di cantiere sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

Tabella 5-1 Volumi di scavo ai sensi del D.M. 161/2012, PD 2016

	SCAVI in banco (PD 2016)		Totali parziali
	sbancamento, fondazioni, preparazione	scotico vegetale	
			mc
TRATTO A*	165.670	13.573	179.243
TRATTO B	175.384	16.552	191.937
TRATTO C	102.098	9.164	111.262
TRATTO D	221.550	22.658	244.208
TRATTO E	196.119	12.709	208.828
Totali parziali	860.820	74.657	935.477
			TOTALE SCAVI a sottoprodotto
			mc
AREE DI CANTIERE	86.760		1.022.237

Di seguito i volumi di scavo ai sensi del D.M. 161/2012, riveduti alla fase di Progetto esecutivo e proposti nel presente Piano aggiornato.

Tabella 5-1bis Volumi di scavo come sottoprodotti, aggiornati al PE 2022

	SCAVI in banco		Totali parziali
	sbancamento, fondazioni, preparazione	scotico vegetale	
			mc
TRATTO A	146.990	58.583	205.574
TRATTO B	241.332	62.211	303.543
TRATTO C	141.836	41.129	182.964
TRATTO D	379.238	83.526	462.765
TRATTO E	216.060	73.899	289.958
Totali parziali	1.125.456	319.348	1.444.804
			TOTALE SCAVI a sottoprodotto
			mc
AREE DI CANTIERE	118.432		1.563.236

5.2 AREA DI DEPOSITO IN ATTESA DI UTILIZZO

Nell'ambito della cantierizzazione, sono stati individuati diversi siti di deposito in attesa di utilizzo secondo la definizione di cui all'art. 10 del Regolamento. Questi depositi, parte dei quali dedicati unicamente al terreno vegetale, sono localizzati all'interno delle 3 aree di cantiere previste in progetto, ubicate lungo il tratto lineare di intervento principale:

Tabella 5-2 Elenco aree di cantiere con superfici adibite al deposito dei materiali di scavo

Cantiere		Superficie disponibile per il deposito in attesa di utilizzo (mq)
CB01	Deposito scavi e scotico per ripristino cantiere in duna perimetrale	4.500+450+8.150+300
CO01	Deposito scavi e scotico per ripristino cantiere in duna perimetrale	10.450+10.900
CO02	Deposito scavi e scotico per ripristino cantiere in duna perimetrale	10.450+7.700

5.2.1 Caratteristiche e tipologie dell'area di deposito in attesa di utilizzo

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 20 cm);
- terreno di scotico delle aree di cantiere (60 cm da p.c.)

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 lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione, 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 direzionamento;
- dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

Il terreno vegetale sarà separato dalle altre tipologie di terre.

Il deposito del materiale escavato avrà una durata temporale compatibile al periodo di validità del presente Piano, indicato al paragrafo 1.2. 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.

Farà generalmente eccezione il deposito del terreno vegetale. Questo 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.

Anche nei depositi lungo linea, in relazione alle lavorazioni propedeutiche di preparazione del cantiere lungo rilevato, saranno previste le disposizioni sopra indicate, in particolare:

- la regolarizzazione e compattazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia dalle altre aree di lavorazione;
- la posa di una recinzione di delimitazione perimetrale, corrispondente da un lato al limite dell'area di cantiere e dall'altro dalle zone di lavorazione.

Il deposito sarà costituito da materiale escavato dal rilevato e sarà riutilizzato principalmente nel sito di provenienza; la relativa cartellonistica, a garanzia del criterio di tracciabilità, sarà posta ogni 200 mt e, riferendosi al vicino corpo stradale di provenienza (CS), sarà riportata l'indicazione della WBS con segnalazione delle pK di inizio e fine di scavo, in cui questa sarà suddivisa. Per i dettagli si rimanda all'elaborato di progetto GEN0091, "Aree di deposito temporaneo lungo linea".

5.3 PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE

I siti di utilizzo sono coincidenti con i siti di produzione. Nei siti di utilizzo, la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata, vengono utilizzati i materiali già caratterizzati provenienti direttamente dai siti di produzione o dall'area di deposito in attesa di utilizzo.

Il progetto prevede il riutilizzo di un volume di materiale da scavo pari a **1.444.804 mc** (rispetto ad un volume precedente di **935.477 mc**). Questo volume è composto dallo scotico del terreno vegetale per il ricoprimento delle scarpate (pari a circa **319.348 mc**), dal materiale per gli interventi previsti di sistemazione, ricoprimento e riempimento e per la realizzazione del rilevato stradale (circa **1.125.456 mc**). Parte di questo materiale, proveniente dagli scavi, sarà sottoposto alla procedura di trattamento a calce per migliorare le caratteristiche ai fini di un uso maggiormente produttivo e tecnicamente più efficace.

A questi volumi vanno aggiunti le parti di scavo di scotico delle aree di cantiere (**118.432 mc su 3 aree di cantiere rispetto a 86.760 mc, indicati nel 2016**), che saranno riutilizzate tal quale nello stesso sito di escavazione al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva. Questo volume di scotico non subisce alcun tipo di movimentazione particolare essendo gestito all'interno dei cantieri in cui sono previsti i depositi intermedi. **Si tratta pertanto di un volume totale a riutilizzo pari a 1.563.236 mc (rispetto a 1.022.237 mc indicati nel 2016).**

Tabella 5-3 Volumi di riutilizzo ai sensi del D.M. 161/2012, PD 2016

	RIUTILIZZI in banco		Totali parziali
	sistemazione a rilevato, reinterro, ritombamento	sistemazione a verde	
	mc		
TRATTO A*	138.353	13.573	151.926
TRATTO B	198.763	16.552	215.315
TRATTO C	109.657	9.164	118.820
TRATTO D	267.306	22.658	289.964
TRATTO E	146.742	12.709	159.451
Totali parziali	860.820	74.657	935.477
	RIUTILIZZO per ripristino finale		TOTALE RIUTILIZZI a sottoprodotto
	mc		mc
AREE DI CANTIERE	86.760		1.022.237

Di seguito i volumi di riutilizzo ai sensi del D.M. 161/2012, riveduti alla fase di Progetto esecutivo e proposti nel presente Piano aggiornato.

Tabella 5-3bis Volumi di riutilizzo come sottoprodotti, aggiornati al PE 2022

	RIUTILIZZI in banco		Totali parziali
	sistemazione a rilevato, reinterro, ritombamento	sistemazione a verde	
	mc		
TRATTO A	149.459	109.631	259.090
TRATTO B	249.561	40.826	290.388
TRATTO C	148.707	22.542	171.249
TRATTO D	401.743	73.390	475.133
TRATTO E	175.986	72.958	248.944
Totali parziali	1.125.456	319.348	1.444.804
	RIUTILIZZO per ripristino finale		TOTALE RIUTILIZZI a sottoprodotto
	mc		mc
AREE DI CANTIERE	118.432		1.563.236

5.4 BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO

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.

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di circa **1.563.236 mc**, ai sensi del D.M. 161/2012, provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di scotico dei cantieri. Il riutilizzo complessivo indicato nel Piano di Utilizzo approvato era di 1.022.237 mc, rilevando, come indicato in premessa, **un aumento della disponibilità in opera superiore a circa il 50% per gli scavi a sottoprodotto**, dovuto essenzialmente ad alcune ottimizzazioni delle soluzioni progettuali di intervento.

Nelle 5 tratte, individuate dal presente piano, lungo i circa 33 km dell'intervento di potenziamento di interesse, è previsto il riutilizzo di circa **1.444.804 mc** di terre e rocce da scavo, a cui si aggiungono circa **118.432 mc**, relativi allo scotico superficiale delle aree di cantiere, che al termine delle lavorazioni saranno ricollocati nello stesso sito per la sistemazione definitiva.

Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, escluse le aree di cantiere (circa 191.697 mc comprensive di 118.432 mc di scotico), è pari ad un totale di circa **1.880.679 mc**, rispetto ad un precedente del Progetto Definitivo di 1.175.777 mc: la maggior parte è destinata al rilevato ed alla sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli e delle scarpate è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa **319.348 mc**.

È previsto il ricorso alla procedura di stabilizzazione a calce su parte dei volumi di scavo, per il miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

Si evince che la quota parte, che eccede il riutilizzo dei materiali da scavo, è pertanto approvvigionata esternamente o con modalità di recupero dei calcestruzzi demoliti (circa 38.491 mc), con materiale tecnicamente idoneo e conforme ai requisiti ambientali (complessivi 509.140 mc circa). Questo approvvigionamento è previsto da cava e da esterno per materiale idoneo a rilevato (circa 470.649 mc, comprensivo dei volumi necessari alla realizzazione in fase propedeutica delle aree di cantiere, 73.265 mc), per materiale alleggerito (circa 22.932 mc) e per la fornitura di materiale anticapillare (circa 117.746 mc).

Pur possedendo i requisiti di compatibilità ambientale e tenendo conto che alcune litologie dominanti sono costituite da limi e argille, parte degli scavi non ha caratteristiche tecniche idonee alla formazione a rilevato. Un volume complessivo di circa **768.029 mc** (di cui circa **13.413 mc** di solo vegetale e circa **73.265 mc** per il ripristino delle aree di cantiere al termine dei lavori), dovrà essere smaltito in discarica o preferibilmente destinato ad impianto di recupero autorizzato.

La gestione a rifiuto dei materiali, il recupero da demolizioni e gli approvvigionamenti esterni sono modalità e volumetrie non contemplate nell'ambito dei sottoprodotti e non sono oggetto del presente Piano di Utilizzo.

Tabella 5-4 Bilancio dei materiali di scavo, aggiornato alla fase di PE 2022

Siti di produzione agg PE2022												
	Tratto A		Tratto B		Tratto C		Tratto D		Tratto E		Aree Cantiere Scotico	Totale utilizzo
	vegetale scotico	Sbancamento, fondazione e preparazione	vegetale scotico	Sbancamento, fondazione e preparazione	vegetale scotico	Sbancamento, fondazione e preparazione	vegetale scotico	Sbancamento, fondazione e preparazione	vegetale scotico	Sbancamento, fondazione e preparazione		
	58.583		21.385		18.587		10.136		940			109.631
		146.990								2.469		149.459
			40.826									40.826
				241.332						8.229		249.561
					22.542							22.542
						141.836				6.871		148.707
							73.390					73.390
								379.238		22.504		401.743
									72.958			72.958
										175.986		175.986
	58.583	146.990	62.211	241.332	41.129	141.836	83.526	379.238	73.898	216.060	118.432	1.563.236
	mc											
Tratto A	Ricoprimento scarpe e cigli, sistemazioni a verde											
	sistemazione a rilevato, riporto, riporto											
Tratto B	Ricoprimento scarpe e cigli, sistemazioni a verde		40.826									
	sistemazione a rilevato, riporto, riporto			241.332								
Tratto C	Ricoprimento scarpe e cigli, sistemazioni a verde				22.542							
	sistemazione a rilevato, riporto, riporto											
Tratto D	Ricoprimento scarpe e cigli, sistemazioni a verde					141.836						
	sistemazione a rilevato, riporto, riporto											
Tratto E	Ricoprimento scarpe e cigli, sistemazioni a verde						73.390					
	sistemazione a rilevato, riporto, riporto							379.238		22.504		
Aree di cantiere											118.432	118.432
Totale produzione	58.583	146.990	62.211	241.332	41.129	141.836	83.526	379.238	73.898	216.060	118.432	1.563.236

6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA

Il Regolamento stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera nel caso di comprovata impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'allegato 1 del Regolamento, 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 8 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'esecutore, una volta che il proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 1, c. 1, lett. r per la definizione di esecutore e art. 9 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 8 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 8 parte A:

- Ø su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- Ø direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- Ø 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 per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale nell'area di cantiere CO02;
- 2) l'Impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti sopraportati, 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 8 parte A).

Nell'ambito dei movimenti terra previsti nelle opere provvisorie, seppur limitati nello spazio e nei volumi, l'Appaltatore è chiamato a garantire e confermare la compatibilità ambientale al riutilizzo dei materiali di scavo, eseguendo una ricaratterizzazione come indicato al punto b). Allo stesso tempo, in riferimento sempre al punto b), l'Appaltatore dovrà caratterizzare il materiale proveniente dalle operazioni di scavo e perforazione profonda, come da punto a).

6.1 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato in all. 8 parte B 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 (secondo quanto già sopra indicato) e delle fasce lungo le viabilità.

Secondo la prescrizione n° 5 contenuta nel parere di approvazione DEC 118/2012, alla dismissione dei cantieri l'Appaltatore dovrà eseguire una caratterizzazione dei suoli di fine lavori sia sul sedime che sul terreno di ripristino (scotico) onde consentire un confronto complessivo dei risultati con la situazione ante operam.

7 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

7.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

La peculiarità progettuale sulla movimentazione delle terre e dei materiali è quella di interessare unicamente viabilità interne di cantiere, posizionate lungo il tracciato lineare di progetto dell'infrastruttura autostradale.

Infatti, i percorsi del presente intervento, attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da 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 ambientali lungo rilevato), sono individuabili per la maggior parte con lo stesso asse autostradale di intervento.

I siti di scavo e destinazione sono raggiunti tramite il trasporto con autocarri nei diversi ambiti di lavoro, che sono interessati principalmente da operazioni di bonifica per il piano di posa del rilevato e della sistemazione dello stesso.

I percorsi potranno interferire con la viabilità locale nella fase iniziale dei lavori soprattutto per la movimentazione degli scavi, verso le aree di deposito in attesa di utilizzo. Questi depositi, come già descritto nei precedenti capitoli (capp 2 e 5) sono posizionati all'interno delle 3 aree di cantiere (CB01, CO01 e CO02).

Si tratterà perciò di interessare la viabilità secondo questi schemi di accesso alle aree (si vedano le posizioni dei canteri in planimetria allegata):

CB01: in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di Altedo, è direttamente accessibile dalla via Chiavicone, SP 20, comune di Bentivoglio;

CO01: in adiacenza allo svincolo e barriera di esazione di "Bologna Interporto", è accessibile dalla via Sammarina, comune di Bentivoglio.

CO02: in adiacenza alla carreggiata nord e alla SP08 (via Uccellino, Comune di Poggio Renatico) sarà accessibile anche da via Uccellino, Comune di Poggio Renatico.

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 atterranno senza operare variazioni, così come si atterranno al Codice della Strada.

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

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati sulla cantierizzazione a codifica SIC.

7.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 11 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, da redigere secondo le indicazioni dell'Allegato 6 del Regolamento, costituisce documentazione equipollente alla scheda di trasporto di cui all'art. 7 bis del decreto legislativo 286/2005 ai sensi di quanto previsto dall'art 3 del D.M. 554/2009.

Tale documentazione viene predisposta dall'esecutore nella fase di corso d'opera, l'esecutore, infatti, dal momento della dichiarazione di cui all'art. 9 comma 1, resa dal proponente all'autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile.

I moduli di trasporto di cui all'allegato 6 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo con riferimento al codice identificativo delle singole WBS.

7.3 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), art. 12 del Regolamento.

La dichiarazione da parte dell'esecutore all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 2000, in conformità all'allegato 7 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata.

A conclusione dei lavori di escavazione ed a conclusione dei lavori di utilizzo di tutta l'opera a progetto, secondo quanto indicato nell'Allegato 7 del Regolamento, l'esecutore compilerà una Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), che deve essere resa entro il termine in cui il Piano stesso cessa di avere validità.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 7 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 7 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 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.

APPENDICE 1

PROCEDURA DI STABILIZZAZIONE A CALCE

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO GENERALE	3
2.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE	3
2.2	SOLUZIONE PROGETTATA.....	4
3	SPECIFICA TECNICA SUL CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE.....	6
3.1	GENERALITÀ.....	6
3.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE	6
3.2.1	<i>Terre</i>	6
3.2.2	<i>Acqua</i>	6
3.2.3	<i>Calce</i>	6
3.3	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E STEP OPERATIVI	6
4	PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DURANTE IL TRATTAMENTO A CALCE	8
4.1	INTRODUZIONE.....	8
4.2	MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA	8
4.2.1	<i>Preparazione e stesa del terreno naturale</i>	8
4.2.2	<i>Stesa della calce</i>	9
4.2.3	<i>Prima fresatura di miscelamento terra-calce</i>	10
4.2.4	<i>Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica</i>	10
4.2.5	<i>Profilamento rilevato, rullatura e compattazione</i>	11
4.3	MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE ACQUE	11
5	MONITORAGGIO METEOROLOGICO.....	14
5.1	RILIEVI ANEMOMETRICI.....	14
5.2	RILIEVI PLUVIOMETRICI	14
6	INDICAZIONI DI SICUREZZA DEI LAVORATORI NELL'IMPIEGO DELLA CALCE	15
6.1	INDICAZIONE DEI RISCHI	15
6.2	PRINCIPI COMPORTAMENTALI	15
6.3	MISURE DI PRONTO SOCCORSO	15
6.4	MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE	15
6.5	MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO.....	16
6.6	CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)	16

1 PREMESSA

La presente procedura descrive le misure di protezione dell'ambiente e dei lavoratori impegnati nell'intervento previsto per la realizzazione degli interventi di ampliamento alla 3^a corsia ed ammodernamento dell'autostrada A13 nella tratta Bologna Arcoveggio – Ferrara sud.

L'intervento prevede il potenziamento alla terza corsia con ampliamento in sede del tratto autostradale compreso tra la progr. km 0+870 alla progr. km 33+700, per una lunghezza complessiva di circa 32,5 km circa. In particolare, l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700)..Il documento è composto dalle seguenti sezioni: Premessa

1. Descrizione del trattamento a calce
2. Protezione dell'ambiente durante il trattamento a calce
3. Monitoraggio meteorologico
4. Indicazioni di sicurezza dei lavoratori nell'impiego della calce

Le modifiche sono state evidenziate in azzurro, in coerenza con il testo principale del Piano di Utilizzo, aggiornato alla fase di Progetto Esecutivo.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

Con riferimento a quanto riportato nel Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo per gli interventi in oggetto e redatto ai sensi del DM 161/2012, il bilancio complessivo delle terre evidenzia come il materiale proveniente dagli scavi venga riutilizzato per la quasi totalità per la formazione dei rilevati autostradali e delle loro pertinenze.

In particolare, come mostrato nei dati di bilancio inseriti nel Piano di Utilizzo della tratta in argomento e dei lavori in argomento, viene previsto che il 65% del materiale proveniente dagli scavi venga riutilizzato previa stabilizzazione a calce secondo le modalità operative indicate dalla presente procedura.

2.1 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE

Le terre da reimpiegare all'interno dell'opera per la formazione dei rilevati stradali, oltre ad avere idonee caratteristiche chimico-fisiche, come previsto dal DM 161/2012, devono anche rispondere ai requisiti geotecnici tipicamente richiesti per la realizzazione di rilevati stradali.

Per tale motivo è stata effettuata, al fine di verificare la compatibilità dei terreni al trattamento a calce, una campagna di indagini geotecniche allo scopo di indagare la possibilità di trattamento a calce dei materiali provenienti dagli scavi lungo il tracciato autostradale in ampliamento.

La caratterizzazione geotecnica si è basata principalmente su:

- descrizione stratigrafica dei sondaggi;
- interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT;
- prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati;
- interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTU.

Le unità litostratigrafiche, così come presentate nel precedente capitolo, sono state suddivise nelle seguenti unità geotecniche:

- a) Unità 1: Limo – limo sabbioso - argilla limosa – argilla di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- b) Unità 1a: Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di color nocciola/ ocra; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- c) Unità 2: Argilla limosa o debolmente limosa/ Limo argilloso o debolmente argilloso –sabbioso – color grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- d) Unità 2a: Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di colore grigio; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- e) Unità 2b: Ghiaia o sabbia ghiaiosa di colore grigio.
- f) Unità 3: Argilla limosa o Limo argilloso con torba o debolmente torboso di color grigio chiaro/ azzurro /grigio - azzurro. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;

La definizione delle unità geotecniche è stata introdotta al fine di sintetizzare le proprietà dei materiali, per ottenere una stratigrafia generale da associare ai circa 33km di tratta autostradale esaminati. Il sottosuolo presente nel tratto di strada esaminato risulta molto stratificato con intercalazioni granulari, che frequentemente interrompono la continuità del materiale coesivo. Nel seguito vengono elencate le principali peculiarità:

- grado di sovraconsolidazione dei materiali: si riscontra sistematicamente il passaggio da materiale sovraconsolidato più superficiale di colore ocra o nocciola (Unità 1) a materiale normalconsolidato più profondo di colore grigio (Unità 2), ad una profondità compresa tra 12 - 18 m dal p.c. attuale. E' possibile ipotizzare che i materiali appartenenti alle unità 2 non siano mai stati soggetti a pressioni litostatiche maggiori di quelle attualmente presenti; tali depositi verranno pertanto considerati come normalconsolidati.
- individuazione non sistematica ma diffusa di lenti di sabbia. Le profondità di rinvenimento di lenti di sabbia sono piuttosto variabili. Per lo più le lenti di sabbia risultano superficiali (da circa 2 m dal p.c.) ed in altri casi si approfondiscono molto fino anche oltre i 20 m dal piano campagna. Lo spessore massimo rinvenuto di tali lenti sabbia risulta di 4 m (km 26.000);
- presenza di una crosta superficiale fino ad una profondità di 1.5 - 2m dal piano campagna (le prove CPTU e i risultati delle prove di pocket penetrometer e torvane ne attestano la presenza). Si segnala che una leggera sovraconsolidazione (crosta) potrebbe essere presente a seguito delle variazioni

stagionali di umidità e, di conseguenza, ai fenomeni di essiccamento (suzione) nei materiali a granulometria più fine.

dal km 18.000 si incontra la presenza di materiale soffice più plastico in superficie (Unità 3) e la presenza ricorrente di livellati centimetrici di torba. Dall'interpretazioni dei dati ottenuti dalle prove CPTU, si evidenzia la presenza di torba oltre che negli strati più superficiali, anche a profondità di 20 - 30 m dal p.c

Nel seguito vengono fornite indicazioni di carattere generale sulla possibilità di riutilizzo in cantiere di tali materiali, a seconda delle caratteristiche geotecniche degli stessi.

Terreno vegetale/agrario.

Il terreno vegetale/agrario di risulta deriva principalmente dalle operazioni di:

scotico/bonifica del piano di posa dei rilevati;
 rimozione coltre vegetale dalla scarpata del rilevato esistente.

Tale materiale può essere riutilizzato, se conforme al Capitolato Speciale d'Appalto, per la costituzione della coltre vegetale delle scarpate del rilevato di ampliamento o di eventuali opere di mitigazione ambientale (dune antirumore, terre rinforzate, ecc.).

Materiale di risulta appartenente alla unità Argilla limosa e limo argilloso.

Tale materiale di risulta può essere impiegato sostanzialmente:

per rinterri a tergo di opere di sostegno, se consentito dal CSA;
 per l'impermeabilizzazione di canali e fossi di guardia;
 per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato previa idonea stabilizzazione a calce secondo il CSA.

Materiale di risulta appartenente alla unità Limo sabbioso e sabbia limosa.

Tale materiale di risulta presenta comportamento localmente o prevalentemente coesivo o prevalentemente granulare a seconda della composizione granulometrica predominante e può essere impiegato sostanzialmente:

per rinterri a tergo di opere di sostegno, se consentito dal CSA;
 per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato previa idonea stabilizzazione a calce, cemento o binaria secondo il CSA.

Materiale di risulta appartenente alle unità Sabbia, sabbia debolmente limosa o ghiaiosa, ghiaia sabbiosa e sabbia con ghiaia.

I materiali appartenenti alle unità litostratigrafiche suddette possono essere impiegati per:

per rinterri a tergo di opere di sostegno;
 per la realizzazione dei piani di posa dei rilevati (strato di bonifica) o di strati di rilevato.

In genere tali materiali dovrebbero essere in natura già rispondenti a quanto richiesto dal CSA, e quindi utilizzabili direttamente per le applicazioni suddette.

2.2 SOLUZIONE PROGETTATA

Le Norme Tecniche d'Appalto fissano le caratteristiche dei materiali atti ad essere utilizzati per la realizzazione dei rilevati autostradali, sulla base delle norme UNI EN ISO 14688-1.

Tali Norme indicano, di norma, l'utilizzo di aggregati naturali, riciclati o misti appartenenti ai gruppi A1,A2-4, A2-5, A3.

Viene inoltre previsto l'utilizzo di terreni di caratteristiche differenti.

Per quelli appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 solo se:

provenienti dagli scavi e se previsto nel Progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della soprastruttura, previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.
 stabilizzate a calce, secondo le modalità previste dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Per l'impiego delle terre appartenenti ai gruppi A6 ed A7 vale quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto per quanto riguarda il trattamento delle terre con calce.

All'interno del progetto in argomento è previsto il riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per la formazione dei rilevati autostradali. La significativa presenza dei materiali di natura limo-argillosa ha portato alla scelta della realizzazione dei rilevati stradali mediante il trattamento a calce per l'ottenimento delle caratteristiche geotecniche di portanza previste progettualmente.

La scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

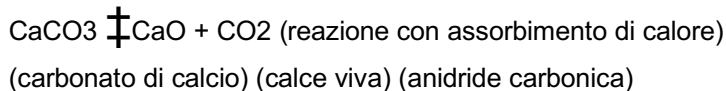
- importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;
- eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del lotto sfruttando le piste di cantiere o la stessa autostrada esistente).

3 SPECIFICA TECNICA SUL CONSOLIDAMENTO DELLE TERRE CON CALCE

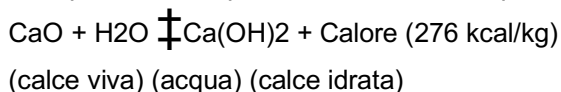
3.1 GENERALITÀ

Il trattamento a calce di una terra consiste nella miscelazione intima della stessa con calce e con acqua in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta. Dipende, altresì, dalla quantità di calce aggiunta e dalle modalità di lavorazione della miscela.

La calce aerea o calce viva (CaO) si ottiene per decomposizione termica ad alta temperatura del carbonato di calcio naturale; questa forma primaria della calce è detta anche calce viva e il suo nome chimico è ossido di calcio.



L'ossido di calcio può essere trasformato facilmente in idrossido di calcio: Ca(OH)₂, per aggiunta di una opportuna quantità di acqua; il nome tecnico di questa seconda forma di calce è calce idrata o calce spenta.



I principali aspetti positivi legati al trattamento a calce delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

3.2.1 Terre

Come precedentemente illustrato le terre trattate con calce sono tutte quelle provenienti dagli scavi lungo la tratta in argomento.

3.2.2 Acqua

Il processo di stabilizzazione consiste nel mescolare intimamente le terre argillose con calce di apporto in quantità tale da modificare le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche delle terre stesse, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità chimica all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

3.2.3 Calce

Per il trattamento a calce si è deciso di utilizzare la calce viva perché:

- il calore di idratazione accelera la presa della miscela ed offre maggiore possibilità di lavorazione durante il periodo autunnale;
- ha una polverosità ridotta avendo un peso specifico alto.

3.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI E STEP OPERATIVI

Per la realizzazione dei rilevati si ipotizza una durata di circa 54 mesi. Per l'esecuzione del rilevato con trattamento a calce saranno impiegate squadre di lavoro consistenti ciascuna in:

- 1 bulldozer spianatore.
- 1 spandicalce.

- 1 stabilizzatrice (pulvimixer).
- 1-2 rulli (a piastre vibranti e/o "a piede di montone").

Saranno inoltre utilizzati gli automezzi necessari per il trasporto del materiale.

Nel dettaglio si riportano, di seguito, le fasi operative per la realizzazione del rilevato con trattamento a calce:

1. Scotico di 20 cm ca. con deposito del materiale ai due fianchi della piattaforma del futuro rilevato;
2. Scavo di 30 cm ca. con accumulo del materiale ai lati della piattaforma del futuro rilevato;
3. Bonifica con trattamento a calce in situ del terreno esistente di uno strato di 30 cm di profondità;
4. Posa di uno spessore di 30 cm di rilevato con terra da scavo e suo trattamento a calce;
5. Esecuzione di uno strato di 30 cm di anticapillare mediante posa di geotessile nello strato inferiore e risvoltato alle estremità dello strato per circa 2 metri lungo la superficie superiore;
6. Reiterazione del punto 4 sino al raggiungimento delle quote previste da progetto per la realizzazione del rilevato.

Ogni strato di rilevato sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

- a) Posa di uno strato omogeneo di 30/50 cm di spessore di materiale terrigeno. Lo spessore dello strato dipende dalla capacità/potenza della macchina miscelatrice (pulvimixer). Generalmente lo spessore massimo lavorabile dalla macchina è pari a 30 cm, ma può essere valutato di volta in volta l'aumento di tale spessore in funzione delle caratteristiche del terreno e delle macchine miscelatrici impiegate, non superando lo spessore massimo di 50 cm, imposto dalle Norme Tecniche di Appalto quale massimo spessore compatto;
- b) Successivo spandimento della calce con macchine operatrici semoventi/a traino che assicurano un dosaggio omogeneo su tutta la superficie interessata; tale lavorazione sarà svolta in un'unica operazione. In questa fase viene stesa la quantità di calce necessaria alla miscelazione del terreno steso nella fase precedente, definita sulla base di prove geotecniche svolte preliminarmente alla lavorazione, al fine di definire la % in peso che raggiunge l'ottimo in termini di caratteristiche meccaniche del terreno trattato. Tale percentuale è compresa tipicamente in un intervallo variabile tra l'1,5% ed il 4,0% in peso del terreno da trattare, per cui variabile indicativamente tra i 25 ed i 65 kg/mc (considerando come riferimento un peso del terreno pari a 1600 kg/mc). Il quantitativo di calce steso, considerando uno spessore dello strato da trattare di 0,30 m risulta quindi compreso in un range variabile tra 7 e 20 kg/mq. La superficie trattata in questa fase dipende dalla capacità di carico della macchina spandicalce e dal quantitativo di calce stesa per unità di superficie. Generalmente la macchina spandicalce è in grado di immagazzinare circa 80q di calce, per cui la stesa interessa una superficie variabile tra i 400 ed i 1000 mq circa. La velocità di avanzamento della macchina spandi calce è generalmente compresa tra 3 e 4 km/h, per cui la fase di stesa della calce non supera mai i 15 minuti complessivi;
- c) Primo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), tale da permettere il miscelamento terra-calce per tutto lo spessore dello strato in lavorazione. La velocità di avanzamento della macchina dipende dallo spessore del terreno da trattare, si può comunque stimare un tempo complessivo della singola fase di miscelazione compreso tra 10 e 30 minuti;
- d) Secondo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), avente l'obiettivo di riduzione granulometrica del materiale lavorato per tutto lo spessore di lavorazione;
- e) Terzo passaggio con macchina miscelatrice (pulvimixer), per realizzare una ulteriore riduzione granulometrica del materiale per tutto lo spessore di lavorazione. La seconda e la terza passata (punti d) ed e)) consentono di raggiungere una intima miscelazione del materiale terroso con la calce, aumentando quindi la superficie di contatto dei due materiali e l'efficacia della reazione di stabilizzazione;
- f) Profilatura del rilevato, rullatura e compattazione con l'ausilio di rullo "a piede di montone" e/o rullo semplice per la formazione di uno strato omogeneo.

Quanto sopra descritto corrisponde alle lavorazioni in condizioni meteorologiche ordinarie (velocità del vento sotto il valore limite, assenza di precipitazioni). Nel seguito della presente procedura vengono descritte le misure da attuarsi, nelle varie fasi realizzative, qualora le condizioni meteorologiche superino le soglie di allarme, così come definite nel presente documento.

4 PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DURANTE IL TRATTAMENTO A CALCE

4.1 INTRODUZIONE

Il presente capitolo ha lo scopo di esplicitare le tecniche di protezione dell'ambiente che verranno utilizzate durante la realizzazione dei rilevati stradali mediante il trattamento a calce delle terre.

Fondamentalmente, le regole esposte di seguito hanno lo scopo di salvaguardare la qualità dell'aria e qualità dell'acqua nelle zone adiacenti ai cantieri in cui si eseguirà il trattamento a calce. Come parte integrante delle misure a protezione dell'ambiente sarà predisposta una campagna di monitoraggio di alcuni parametri ambientali, secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

Per quanto concerne i potenziali impatti che il trattamento a calce può provocare sulla qualità dell'aria, si segnala che per sua stessa natura la calce può, in presenza di vento, raggiungere le zone adiacenti ai cantieri. Anche se in generale gli impatti ambientali causati dalle polveri di calce sono tollerabili, è buona norma predisporre una serie di misure che riducano il problema.

In relazione agli impatti sulla matrice acqua si evidenziano i seguenti potenziali fattori di interferenza:

- dilavamento della calce dal piano di posa durante la fase di spargimento conseguente all'azione di eventi meteorici con immissione in corpi idrici superficiali
- diretto rilascio accidentale di calce in corpi idrici superficiali adiacenti alle zone di lavorazione.

Data l'importanza delle attività di trattamento a calce per la costituzione dei rilevati stradali e per una migliore tutela dell'ambiente, le disposizioni contenute nella presente procedura verranno inserite entro il Capitolato d'Appalto.

4.2 MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Si fa riferimento al testo "Traitement des sol a la chaux et/ou aux liants hydrauliques" edito dal Ministero dei Trasporti Francese (nel seguito denominato "Guida tecnica") e riconosciuto come il miglior testo europeo di riferimento per le operazioni di stabilizzazione delle terre a calce e per le regole di protezione ambientale. Per tale motivo questo documento sarà considerato come linea guida per l'esecuzione dei rilevati trattati a calce.

Nello specifico del progetto in questione, per tutte le aree di lavorazione verranno adottate le misure più severe previste dalla Guida Tecnica. Nei paragrafi seguenti vengono esposte le modalità realizzative delle singole fasi (così come descritte al capitolo precedente), in funzione delle diverse condizioni atmosferiche (velocità del vento e presenza di pioggia).

Con specifico riferimento alle condizioni anemologiche al verificarsi delle quali occorre interrompere le lavorazioni potenzialmente impattanti, è fissata una soglia pari a circa 18 km/h (5 m/s, adeguando questa soglia ai riferimenti proposti su altri cantieri dal Proponente) misurata ad una quota di 1 m dal suolo (altezza alla quale si svolgono le lavorazioni).

Dato un periodo osservazionale di 15' ed una frequenza di campionamento dei dati anemologici di almeno 1 valore ogni 10 s, la sospensione della lavorazione potenzialmente impattante avviene ogni qual volta il valore medio su 15' della velocità del vento risulti superiore a 5 m/s (condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento).

La ripresa della lavorazione interrotta potrà avvenire al ripristino delle *condizioni anemologiche ordinarie*, vale a dire a seguito di un intervallo osservazionale pari a 15' nel quale si verifichi un valore della media della velocità del vento nuovamente inferiore alla soglia sopra indicata (5 m/s)

Le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse condizioni meteorologiche potranno essere registrate in opportuna documentazione di cantiere.

4.2.1 Preparazione e stesa del terreno naturale

Condizioni anemologiche ordinarie

La fase di preparazione del terreno naturale consiste nelle lavorazioni seguenti:

allontanamento di tutti gli inerti con dimensioni maggiori di 40 cm dal terreno soggetto a trattamento (lavorazione eseguita per mezzo di ripper), successivamente frantumazione e sminuzzamento delle zolle, fino

alla riduzione dei grumi del terreno limo-argilloso a dimensioni massime di 40 cm (lavorazione eseguita per mezzo di fresa).

Si procede quindi alla modellazione di uno strato omogeneo di terreno naturale precedentemente preparato per essere sottoposto a stabilizzazione. Quest'ultima lavorazione dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie dello strato precedente attraverso erpicatura per garantire l'ammorsamento necessario tra strati successivi. Lo spessore massimo steso dovrà risultare non superiore a quello finale aumentato del 15-20%, comunque non superiore a 50 cm.

Al termine delle operazioni di stesa si deve verificare l'omogeneità e la corrispondenza dell'umidità del terreno naturale alla miscela ottima definita in fase di indagine. Nel caso in cui si verifichi un eccesso di umidità risulta opportuno erpicare e arieggiare il materiale per favorirne l'evaporazione; in caso contrario si provvede all'umidificazione del terreno attraverso l'aspersione di acqua nebulizzata per mezzo di autobotte dotata di barra spruzzatrice.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Tali condizioni non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h, vedi definizione al paragrafo 4.3) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

In caso di pioggia moderata (3-8 mm/h) o forte (oltre 10 mm/h) le lavorazioni in oggetto vengono sospese, e quindi riprese solo dopo l'evento meteorico ed il ristabilirsi nelle condizioni ottimali di umidità del terreno già steso.

4.2.2 Stesa della calce

Condizioni anemologiche ordinarie

La calce (recapitata in sito per mezzo di autobotte) viene sparsa sul rilevato in terreno naturale precedentemente predisposto tramite spandi-calce a controllo volumetrico o gravimetrico, capace di assicurarne un dosaggio costante in accordo alla miscela progettata in fase di indagine (solitamente prossima al 3% in peso del terreno da trattare) e sulla base dell'umidità del terreno verificata in fase esecutiva.

Appositi profili in gomma, disposti sui quattro lati dell'apertura da cui la calce viene depositata, consentono l'accompagnamento della stessa a contatto con il terreno scongiurando fenomeni di spolvero.

Terminata la stesa della calce si verifica visivamente l'omogeneità del processo provvedendo a trattare eventuali zone non coperte. Nel corso della giornata lavorativa non vengono mai stese quantità di calce maggiori a quelle lavorabili il giorno stesso, si evitano così sia asportazioni e spolvero di calce a causa dell'aria (benché entro i limiti di velocità prescritti), sia indesiderati fenomeni di carbonatazione della stessa (reazione a contatto con l'anidride carbonica atmosferica) che ne potrebbero inficiare le capacità relative.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Qualora durante le operazioni di stesa di calce si registrino tali condizioni, in considerazione del conservativo limite anemologico e della limitata durata complessiva della fase (come indicato al paragrafo 3.3, non superiore ai 15 minuti) viene ultimata la stesa procedendo quindi alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno al fine di evitare eventuale spolvero.

La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa.

Le operazioni di stesa della calce potranno riprendere solo al ripristino delle condizioni ordinarie. Nel caso in cui le operazioni di spandimento vengano sospese, si passerà direttamente alle operazioni di fresatura, secondo le procedure descritte nei paragrafi a seguire.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di stesa della calce non viene invece eseguita in caso di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento del materiale.

Nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla immediata sospensione dei lavori di stesa, alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, si garantisce così l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni.

4.2.3 Prima fresatura di miscelamento terra-calce

Condizioni anemologiche ordinarie

Al fine di scongiurare dispersione di calce in atmosfera, è prevista la simultaneità delle operazioni di spandimento e successiva miscelazione con il terreno, evitando di superare i 15 minuti di latenza.

Il rilevato in terreno naturale cosparso con calce viene quindi trattato con un primo passaggio di fresa (Pulvimixer), consentendo una miscelazione omogenea tra le due parti e dando inizio alle reazioni di stabilizzazione del terreno. Al termine della prima fresatura si procede a rimuovere eventuali accumuli laterali di misto terra-calce (riccioli) tramite escavatore portandoli al centro del rilevato lavorandoli nuovamente.

Si precisa che il rotore è dotato di carter o di una campana in grado di evitare l'innalzamento e lo spolvero di materiale durante tutta l'attività in questione.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Come già descritto al paragrafo relativo alla stesa della calce, in tali condizioni, a lavorazioni iniziate, si procede alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno con calce non ancora miscelata, al fine di evitare eventuale spolvero.

La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa.

Terminata la fresatura di tutta la calce stesa (messa in sicurezza), si procede ad un ulteriore passaggio con pulvimixer, al fine di raggiungere l'intero spessore di miscelazione previsto.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di prima fresatura non viene invece eseguita in condizioni di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento del materiale. Nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce.

4.2.4 Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica

Condizioni anemologiche ordinarie

Successivamente alla prima fresatura la miscelazione con il terreno deve procedere fino a ridurre le zolle limo-argillose a dimensioni tali che tutta la terra passi interamente attraverso i setacci da 25 mm e che almeno il 60% di essa abbia dimensioni minori di 4.75 mm. A tale scopo si eseguono due ulteriori passaggi di fresa (Pulvimixer) sul terreno da stabilizzare.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Le attività di seconda e terza fresatura non vengono eseguite in tali condizioni di vento.

Condizioni di pioggia

In caso di pioggia debole (1-2 mm/h) le lavorazioni possono essere continuate in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento.

L'attività di fresatura per riduzione granulometrica non viene invece eseguita nel caso di condizioni di pioggia moderata o forte, al fine di evitare fenomeni di inibizione e dilavamento di del materiale. Nel caso sopraggiunga

pioggia improvvisa (di intensità da moderata a forte) si procede alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce precedentemente miscelato.

4.2.5 Profilamento rilevato, rullatura e compattazione

Condizioni anemologiche ordinarie

Al termine delle lavorazioni suddette, si procede alla profilatura dello strato disposto tramite ruspa o graeder.

Successivamente, lo strato in questione è soggetto a compattazione e costipamento tramite rulli con numero di passaggi dettato dalle specifiche progettuali richieste. Si specifica che in caso di costruzione di rilevati multistrato si procede a fronte chiuso, completando in giornata tutte le lavorazioni finora descritte per la quantità di materiale trattato quotidianamente.

La lavorazione si conclude con la profilatura delle scarpate laterali tramite escavatore (operazione eseguita ogni 2 metri circa di strati sovrapposti), nonché con la finitura superficiale dello strato superiore con l'impiego di macchine livellatrici.

Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento

Tali condizioni anemologiche non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

Condizioni di pioggia

Condizioni di pioggia debole, moderata o forte non dettano variazioni o interruzioni della lavorazione in oggetto.

4.3 MISURE PER LA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE ACQUE

I potenziali rischi relativi alla componente idrica sono connessi a tre aspetti tra loro distinti:

la percolazione delle acque piovane all'interno del corpo del rilevato col trascinarsi della calce in esso contenuto all'interno della falda;

il dilavamento delle scarpate del rilevato in fase di costruzione, con il trascinarsi della calce non trattata all'interno del reticolo idrografico superficiale;

il rilascio accidentale di calce direttamente nei corsi d'acqua principali.

Come si evince in paragrafo 3.1, l'utilizzo di calce per il trattamento di terreni argillosi altera un equilibrio preesistente, attraverso reazioni chimiche esotermiche pressoché immediate, non comportando particolari disturbi all'ambiente circostante se controllate e sviluppate durante le operatività sopra descritte. Perciò l'unico potenziale rischio è da ricercarsi nell'evenienza di ingenti quantità di calce accidentalmente rilasciate tali da provocare l'innalzamento del pH di grossi volumi d'acqua a valori superiori a 10 per tempi significativi.

La pioggia in intensità è definita debole (1-2 mm/h), moderata (3-8 mm/h) e forte (oltre 10 mm/h) secondo il sistema internazionale definito dal World Meteorological Organization. La durata della pioggia è in genere inversamente proporzionale alla sua intensità. Pertanto:

- a) In caso di pioggia debole, i lavori di spandimento della calce, di miscelazione con il terreno e di compattazione possono essere continuati in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento;
- b) In caso di pioggia moderata: non vi sono possibilità di impatti rilevanti a meno che notevoli pendenze non producano erosioni negli strati in corso di stabilizzazione; la compattazione degli strati di terreno con la calce rende praticamente impermeabile lo strato stesso tanto che si comporterà sotto la pioggia come una strada pavimentata,
- c) il dilavamento della calce durante la fase di spargimento ad opera dell'acqua nella zona di lavorazione potrebbe essere generato solo da eventi atmosferici estremi (piogge improvvise ed intense), durante i quali però sono previste le interruzioni lavorative e le disposizioni sopra indicate.

Si ricorda, comunque, che in caso di pioggia moderata o forte le lavorazioni non avranno inizio e verranno sempre immediatamente sospese ad esclusione delle fasi di miscelazione con pulvimixer, eventualmente in corso, e di compattazione che saranno ugualmente completate secondo le procedure definite in precedenza nel presente documento.

I cantieri saranno dotati di pluviometri per la misura, la registrazione e l'archiviazione dei dati pluviometrici.

Percolazione all'interno del rilevato

Per quanto riguarda il primo aspetto è da evidenziare come nessuna percolazione sia possibile nel caso di terreni sottoposti a trattamento a calce e successivamente compattati, come nel caso della costruzione dei rilevati stradali, in quanto i valori di permeabilità misurati mediante appositi campi prova sono dell'ordine di $10^{-10} \div 10^{-9}$ m/s. Si propone di effettuare prove di permeabilità sui rilevati trattati a calce volte a verificare la sussistenza di tali valori e quindi l'assenza di reali fenomeni di percolazione.

Dilavamento della calce

Per quanto riguarda invece il potenziale rischio connesso al dilavamento delle scarpate, va evidenziato come nelle procedure di realizzazione dei rilevati, secondo quanto esposto al capitolo precedente, è richiesta particolare cura nell'evitare durante le operazioni di fresatura che venga lasciata calce non mescolata nelle parti laterali dei singoli strati. Tale operazione viene evitata procedendo a portare la parte di calce non reagita, con escavatore, al centro dello strato in fase di fresatura. Tale lavorazione permette di evitare che lungo le scarpate laterali del rilevato vengano mantenuti quantitativi di calce non legata e quindi oggetto di potenziale dilavamento in caso di pioggia moderata o forte.

Oltre a tale indicazione, viene prescritto che al termine di ogni giornata lavorativa venga effettuata una nebulizzazione della parte di rilevato lavorata durante la giornata, allo scopo di fissare l'eventuale calce non reagita col terreno.

Con tali presupposti si evidenzia come la quantità di calce potenzialmente dilavata è minima e relativa alla parte più esterna degli strati lavorati nel corso della giornata lungo la quale si può verificare l'evento piovoso all'origine del dilavamento.

Peraltro, tale dilavamento può diventare significativo solo nel caso di eventi piovosi importanti ed improvvisi. Va fatto notare come, in caso di pioggia moderata o forte, la stabilizzazione a calce viene sospesa, per evitare la stabilizzazione di terreno con grado di umidità elevato e fuori dal range stabilito in sede progettuale per rendere ottimale la reazione di stabilizzazione.

In tal caso si procede alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno non ancora miscelato, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, si garantisce così l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni.

Inoltre, per quanto riguarda gli attraversamenti idraulici il rischio potenziale di introduzione di acqua con grossi quantitativi di calce dilavata è escluso in quanto i corpi d'acqua superficiali principali della zona risultano notevolmente distanziati rispetto alle aree oggetto di trattamento a calce.

Tutti questi fattori indicano come il rischio di introduzione entro il reticolo idrico superficiale di acqua con valori di pH significativamente alterati dalla presenza di calce possa essere escluso. Il Proponente è comunque disponibile ad effettuare prove di misurazione del pH di acque dilavate nell'ambito di cantieri di stabilizzazione a calce, al fine di dare evidenza della possibilità di esclusione di tale rischio.

Si precisa che la misura precauzionale di cui sopra, tenute conto di tutte precisazioni e le accortezze già indicate (eliminazione dell'eventuale calce dalle parti laterali del rilevato, nebulizzazione di fine giornata, arresto lavorazioni in caso di pioggia moderata o forte e miscelazione rapida) è da intendersi temporanea in quanto da attuare esclusivamente nella fase compresa tra la stesa della calce e la fresatura - unico periodo potenzialmente soggetto al dilavamento di calce non reagita.

Terminata la fase di fresatura, gli elementi di cui sopra saranno rimossi consentendo quindi il proseguimento delle attività.

Rilascio accidentale di calce direttamente nei corsi d'acqua principali

Il rischio di dilavamento di grossi quantitativi di calce può essere connesso al rilascio accidentale di grossi quantitativi di calce, tali da provocare l'innalzamento del pH di grossi volumi d'acqua a valori superiore a 10 per tempi significativi.

Per riscontrare tale evenienza occorre che si verifichino due eventi distinti:

- il rilascio accidentale di grossi quantitativi di calce;
- un evento piovoso improvviso, classificato moderato o forte, tale da registrare grosse quantità di acqua all'origine del potenziale dilavamento.

La concomitanza dei due eventi permette di stabilire come la probabilità del rischio sia comunque estremamente bassa, per due motivi differenti:

perché - come già evidenziato al paragrafo precedente - la distanza che intercorre tra i cantieri di stabilizzazione e l'immissione entro il reticolo idrografico è tale da poter intervenire prima del recapito finale;

perché le operazioni di stesa della calce vengono sospese nel caso di evento meteorico significativo.

Occorre comunque evidenziare come la presente procedura metta in atto azioni preventive, volte a garantire che i mezzi dell'Impresa siano dotati di appositi dispositivi tali da evitare eventi di carattere accidentale.

5 MONITORAGGIO METEOROLOGICO

5.1 RILIEVI ANEMOMETRICI

Ai fini del controllo delle condizioni anemologiche locali si prevede che i cantieri siano dotati di un apposito sistema di rilevazione composto da un anemometro e relativo sistema elettronico di funzionamento.

Il sistema dovrà essere configurato per attivare gli allarmi per eccesso di vento presso i singoli cantieri in attività.

Per non duplicare eccessivamente i rilievi anemometrici sarà possibile installare un anemometro presso i soli cantieri attivi in cui sono previste le attività di trattamento più estese (in termini di quantità e di durata temporale).

Sulla base del cronoprogramma e dei livelli di attività dei cantieri potranno essere individuate dei “cluster” di più cantieri, posti in ambiti omogenei sotto il profilo delle condizioni anemologiche, che faranno riferimento a un solo anemometro.

Al superamento della soglia di allarme un opportuno sistema di segnalazione dovrà essere attivato presso tutti i cantieri del “cluster” di riferimento dell’anemometro in cui è stato registrato il superamento.

Il campionamento dei dati anemologici dovrà avvenire con una frequenza non inferiore ad 1 dato ogni 10 s, ovvero almeno 6 campioni al minuto. I dati anemometrici saranno archiviati in forma di valore medio relativo ad un periodo di 15' (pari a 900 s, in cui quindi dovranno essere raccolti almeno 90 campioni). I dati anemometrici archiviati saranno resi disponibili agli Enti di controllo.

Compatibilmente con le dimensioni e le caratteristiche dei cantieri mobili, gli anemometri dovranno essere posizionati nell’ambito o in prossimità delle aree di cantiere, su terreno possibilmente piano, senza ostacoli fissi di altezza superiore a 3m in un intorno di almeno 20m, al di fuori delle aree di lavorazione e di movimentazione dei mezzi di cantiere.

Gli anemometri dovranno essere installati ad una quota pari ad 1 m da terra, in prossimità del cantiere di attività e, compatibilmente con la peculiarità dei luoghi, facendo attenzione a che non vi siano ostacoli rilevanti (ovvero con dimensioni in pianta maggiori di 4 m x 4 m ed aventi altezza superiore alla quota di installazione degli anemometri) per un raggio di circa 50 m intorno.

Gli anemometri saranno ricollocati in base all’avanzamento dei lavori e all’eventuale interessamento di ambiti territoriali diversi.

Le caratteristiche, la posizione ed il funzionamento degli anemometri, comprese le modalità di attivazione dei segnali di allarme, saranno comunicati all’Ente di Controllo entro l’inizio dei lavori.

5.2 RILIEVI PLUVIOMETRICI

I cantieri saranno dotati di pluviometri per la misura, la registrazione e l’archiviazione dei dati pluviometrici, collocati preferibilmente presso i relativi anemometri.

Le caratteristiche, la posizione ed il funzionamento dei pluviometri, saranno comunicati all’Ente di Controllo entro l’inizio dei lavori.

6 INDICAZIONI DI SICUREZZA DEI LAVORATORI NELL'IMPIEGO DELLA CALCE

Come noto la calce è fortemente alcalina ma l'ossido di calce (calce viva) è più caustico e può produrre perciò forti irritazioni quando viene a contatto con la pelle umida.

6.1 INDICAZIONE DEI RISCHI

La calce viva deve essere lavata o tolta via immediatamente appena venuta a contatto della pelle, poiché l'azione caustica dell'ossido è pressoché immediata. Il caldo e l'umidità tendono ad elevare la causticità della calce idrata.

Può produrre:

- lesioni oculari.
- arrossamento della pelle quando il contatto è ripetuto o esteso.
- malessere al tratto superiore delle vie respiratorie in caso di inalazione.

6.2 PRINCIPI COMPORTAMENTALI

I mezzi impiegati per le lavorazioni a calce sono dotati di cabina e di filtri antipolvere. Per evitare qualunque danno agli operai, con particolare riferimento alla fase di travaso, nella quale gli operai sono a terra, oltre all'uso di dispositivi di protezione individuali generici, ci si atterrà alle seguenti norme:

- gli operai saranno forniti di tute a tenuta di tipo usa e getta. Le tute sono dotate di elastici alle maniche ed ai piedi per consentire il serraggio ermetico alle estremità.
- Le scarpe dovranno essere alte e ben allacciate.
- I pantaloni devono essere strettamente legati sopra le scarpe.
- Le tute devono essere dotate di cappuccio per proteggere la testa da un eventuale accumulo di polvere di calce.
- Dovranno essere usati guanti lunghi e robusti.
- Si farà applicare una crema protettiva sulle parti del corpo che comunque devono rimanere esposte all'aria, come il volto. La crema correttamente applicata forma uno strato sottile facilmente asportabile con acqua e sapone.
- Sarà fatto obbligo per gli operai di indossare occhiali con mascherina per tutto il periodo in cui devono lavorare con calce.
- Alla fine della giornata di lavoro, sarà prescritto che gli operai facciano un bagno o una doccia per asportare la crema protettiva.

6.3 MISURE DI PRONTO SOCCORSO

1. **Irritazioni cutanee:** innanzi tutto occorre lavare con acqua tiepida e sapone per asportare tutta la calce. Applicare successivamente un qualsiasi medicamento normalmente usato per irritazioni di qualunque origine, ricoprendo la parte con garza sterile. (Consultare un medico in caso di cute screpolata).
2. **Danni agli occhi:** nel caso in cui la calce sia entrata negli occhi, aprire bene le palpebre e lavare immediatamente con acqua (possibilmente zuccherata), ma non in quantità eccessiva. Successivamente e con rapidità bisognerà condurre l'infortunato in un posto di pronto soccorso.
3. **Inalazione:** irrigare il naso e la gola con acqua. Se necessario consultare un medico.
4. **Ingestione:** non provocare il vomito. Sciacquare la cavità orale con acqua e bere abbondantemente. Consultare un medico se necessario. Generalmente gli operai che più possono risentire dell'azione della calce sono quelli addetti all'operazione di spandimento i quali saranno debitamente formati e informati sui rischi a cui sono esposti.

6.4 MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE

1. **precauzioni individuali:** se necessario predisporre mezzi di protezione individuali.
2. **metodi di pulizia:** raccogliere la sostanza in adeguati recipienti, senza provocare ulteriori dispersioni. Evitare il contatto con l'acqua che provoca sviluppo di calore.

6.5 MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO

1. **manipolazione:** evitare la dispersione delle polveri. Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle.
2. **stoccaggio:** la sostanza va conservata fuori dalla portata dei bambini, in luogo asciutto, lontano dagli acidi e da prodotti combustibili. Per assorbimento dell'umidità aumenta di volume.

6.6 CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE/PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)

occhi: occhiali di sicurezza in caso di operazioni industriali.

mani: guanti.

pelle: normali abiti da lavoro.

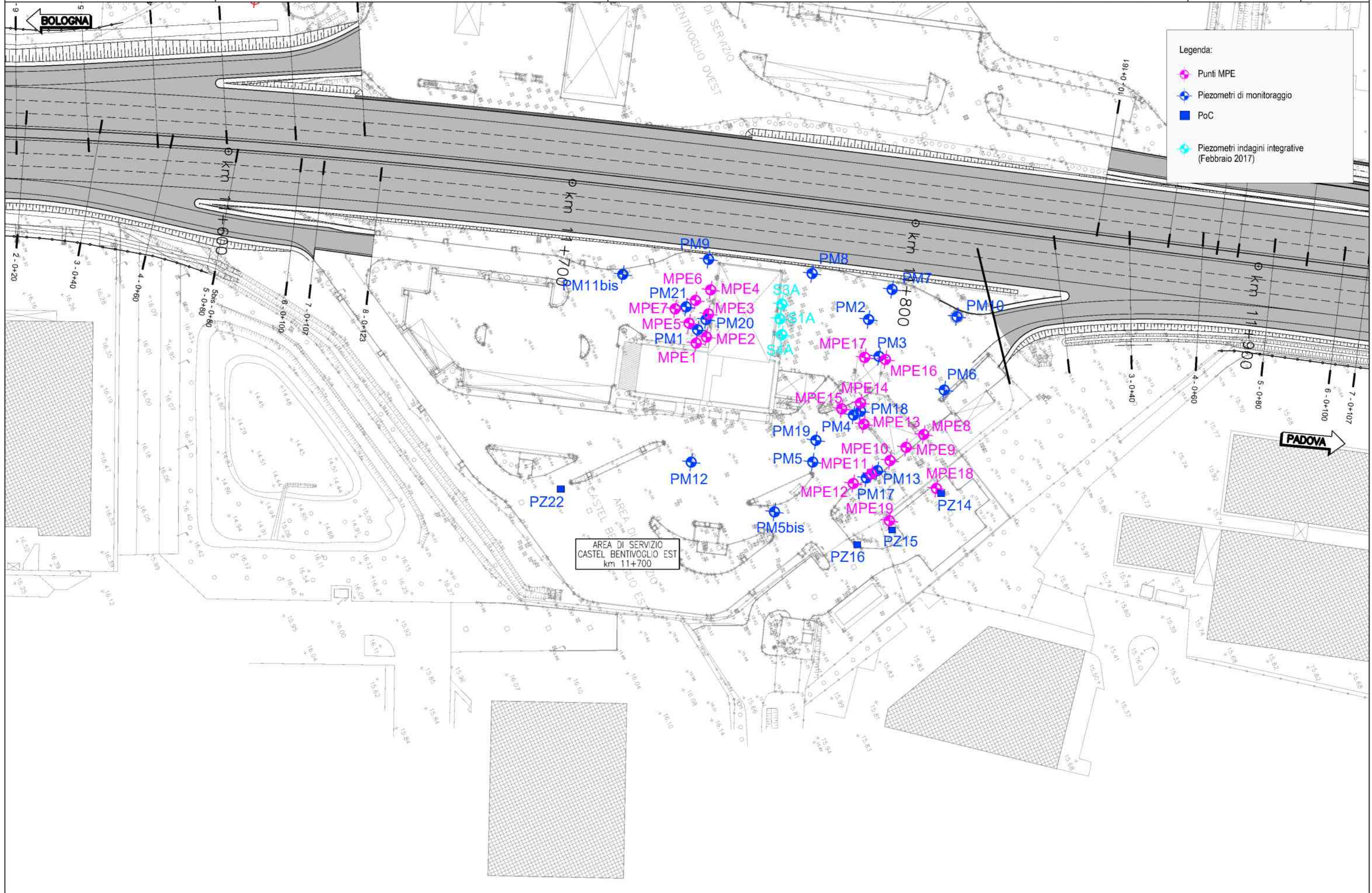
apparato respiratorio: maschere antipolvere se la concentrazione di calce nell'aria è eccessiva e crea disturbo.

Limite di esposizione TLV/TWA (Concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.): 2 mg/mc.

APPENDICE 2

TAVOLA PLANIMETRICA

**SOVRAPPOSIZIONE INTERVENTO DI AMPLIAMENTO E RETE PIEZOMETRICA
ESISTENTE IN AREA DI SERVIZIO BENTIVOGLIO OVEST E BENTIVOGLIO EST**



AREA DI SERVIZIO
CASTEL BENTIVOGLIO OVEST
km 11+700

PROVINCIA : BOLOGNA
COMUNE : BENTIVOGLIO

Legenda:

- Piezometri esistenti
- Piezometri realizzati ad Aprile 2021
- Piezometri realizzati a Settembre 2021
- Piezometri asfaltati
- Punti di monitoraggio Soil Gas
- Presenza residua di prodotto surnatante

