FERROVIE EMILIA ROMAGNA

Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore: adeguamento della progettazione definitiva e coordinamento per sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del completamento dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore e Redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al raddoppio del binario tra la fermata di Bologna-Via Larga e la stazione di Budrio (CIG 754332765C).

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE

CARTELLA N° 1.1

FER BP D T0 GEN GEN R 006_0

GEODATA ENGINEERING NET ENGINEERING SITECO ENGENEERING COMPANY

DATA	CODICE RELAZIONE		REV.
31-10-2019	FER BP D T0	GEN GEN R006	0

AGGIORNAMENTI						
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	Emissione finale	31-10-2019	S. Greggio	Q.T. Thai Huynh	A. Pilli	V. Floria

Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche:	Il Progettista:	Il Responsabile Unico del Procedimento:
Ing.Vincenza Floria Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, n. 8042 (Firmato digitalmente)	**Dott. Andrea Pilli** Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e conservatori della Provincia di Venezia, n. 3854 (Firmato digitalmente)	**Ing. Fabrizio Maccari** (Firmato digitalmente)

INDICE

1 INTRODUZIONE 4

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 5

1.1 DOCUMENTI DI PROGETTO 5

1.2 NORMATIVE 5

3 CONTENUTO GENERALE DEL DOCUMENTO 7

4 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO 8

4.1 OBIETTIVO FUTURO DELL'INFRASTRUTTURA 9

1.2.1 Tratta T1 10

1.2.2 Tratta T2 11

5 INQUADRAMENTO DELLE AREE INTERESSATE 13

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO 13

5.2 EVIDENZE ARCHEOLOGICHE 15

5.3 STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO 16

6 INQUADRAMENTO E STUDIO URBANISTICO 17

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI 19

7.1 LE INDAGINI GEOGNOSTICHE E I RISULTATI 19

7.2 LE INDAGINI AMBIENTALI E I RISULTATI 24

8 GENERALITÀ SUL MATERIALE DI SCAVO 29

8.1 RIPORTI 29

8.2 RIUTILIZZO DEI MATERIALI ASSOGGETTATI A TRATTAMENTI RIENTRANTI NELLA NORMALE PRATICA INDUSTRIALE 30

9 BILANCIO DEI MATERIALI 31

9.1 Tratto T1 31

9.2 Tratto T2 33

9.3 UBICAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO E DI STOCCAGGIO DEI MATERIALI DI SCAVO 34

10 UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI SCAVATI 36

10.1 PERCORSI PREVISTI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI DI SCAVO 37

11 INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE PREVISTE IN CORSO D'OPERA 38

11.1 ORGANIZZAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO E DEPOSITO TEMPORANEO 38

11.2 GENERALITÀ SULLE MODALITÀ DI INDAGINE 38

11.3 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA 39

11.3.1 GESTIONE NEL REGIME DEI RIFIUTI 39

11.3.2 TEST DI CESSIONE AI FINI DEL RECUPERO 41

11.3.3 Test di cessione ai fini dello smaltimento 41

11.3.4 GESTIONE NEL REGIME DEL SOTTOPRODOTTO 41

12 DISPOSIZIONI NORMATIVE GENERALI 43

12.1 DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETÀ 43

12.2 TRASPORTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IDENTIFICATE COME SOTTOPRODOTTO 43

12.3 TRASPORTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IDENTIFICATE COME RIFIUTO 43

12.4 DICHIARAZIONE DI UTILIZZO 43

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica è redatta con lo scopo di descrivere esaustivamente i flussi previsti per i materiali di scavo del presente progetto e dare piena rappresentazione a tutti gli aspetti richiesti dalla vigente normativa in tema di gestione degli stessi ed in particolare di quanto esplicitamente richiesto dal D.M. del 13/06/2017 n. 120.

La presente relazione descrive ed analizza i punti e gli elaborati richiesti dalla normativa vigente per una completa ubicazione del progetto e dei percorsi previsti per il trasporto e gestione delle terre e rocce da scavo, impianti di discarica e/o riciclaggio.

Si precisa, inoltre, che il progetto in esame non è sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e rientra per i volumi scavati in piccoli cantieri (>6000 m^3) e come tale, le terre identificate come sottoprodotto, dovranno essere accompagnate dalla Dichiarazione di Utilizzo secondo l'art. 21 del decreto citato.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

1.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

CARTELLA N 2.1 GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA		
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_R_001	PIANO DI INDAGINI INTEGRATIVE GEO-AMBIENTALI
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_R_002	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_S_004	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GOEGNOSTICHE
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_S_005	PROFILO GEOLOGICO TRATTA T1
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_S_006	PROFILO GEOLOGICO TRATTA T2
FER_BP_D	T0_GEO_GEN_R_003	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
CARTELLA N 2.4 ARCHEOLOGIA		
FER_BP_D	T0_ARK_GEN_R_001	RELAZIONE ARCHEOLOGICA
CARTELLA N 3.1 OPERE CIVILI: TRACCIATO, GALLERIE E TRINCEE DI LINEA E MANUFATTI		
FER_BP_D	T0_TRC_GEN_R_001	TRACCIATO ED ARMAMENTO: RELAZIONE TECNICA
CARTELLA N 5.1 VIABILITA' E SISTEMAZIONE URBANA		
FER_BP_D	T1_IDR_GEN_S_002	DRENAGGIO SUPERFICIALE - PLANIMETRIA T1
FER_BP_D	T2_IDR_GEN_S_002	DRENAGGIO SUPERFICIALE - PLANIMETRIA T2
FER_BP_D	T0_IDR_GEN_S_002	DRENAGGIO SUPERFICIALE - SEZIONI E PARTICOLARI
CARTELLA N 8.1 CANTIERI ESPROPRI E ASSERVIMENTI		
FER_BP_D	T0_CAN_GEN_R_001	CANTIERIZZAZIONE E VIABILITA' – RELAZIONE TECNICA
CARTELLA N 8.2 AMBIENTE		
FER_BP_D	T0_AMB_GEN_R_001	STUDIO DI FATTIBILIA' AMBIENTALE

1.2 NORMATIVE

D.M. 5/02/1998 e ss. mm. ii.- "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs 5 febbraio 1997, n. 22"

D. Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 recante "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" e s.m.i.

D.Lgs. 152/2006 - "Norme in materia di ambiente"; Parte quarta - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati

D.M. 27/09/2010 – "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica"

D.P.R. 120/2017 – "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo"

UNI-CNR 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre"

UNI-EN 13285:2018 – "Miscele non legate: specifiche"

3 CONTENUTO GENERALE DEL DOCUMENTO

Al fine di migliorare l'uso delle risorse naturali e prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del D.Lgs. 152/2006 e successive modificazioni, il D.M. 120/2017 stabilisce i criteri qualitativi da soddisfare affinché i materiali da scavo siano considerati sottoprodotti e non rifiuti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera qq) del D.Lgs. 152/2006.

In particolare, in applicazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del D.Lgs. 152/2006, costituisce sottoprodotto il materiale da scavo che, conformemente al D.M. 120/2017 Art. 4, risponde sinteticamente ai seguenti requisiti:

- È generato durante la realizzazione dell'opera, di cui costituisce parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- È utilizzato in conformità:
  - nel corso dell'esecuzione della stessa opera nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, miglioramenti fondiari o viari, oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;
  - in processi produttivi, in sostituzione dei materiali di cava;
- è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'allegato 3 del D.M. vigente;
- soddisfa i requisiti di qualità ambientale previsti dal Capo II o Capo III o Campo IV del D.M. vigente.

In generale, sotto determinate condizioni, tali materiali possono infatti essere riutilizzati in situ, rappresentare un sottoprodotto oppure costituire un rifiuto da destinare ad impianti di smaltimento e/o recupero (nell'ultimo caso diventando materia prima secondaria). I sottoprodotti possono essere quindi impiegati come materiale inerte in sostituzione dei materiali di cava in siti esterni all'ambito di progetto.

I contenuti della presente relazione tecnica sono espressi secondo il D.M. 120/2017 e nei seguenti capitoli viene esplicitato.

4 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

La presente relazione si inquadra nell'ambito dell'incarico assegnato dalle Ferrovie Emilia-Romagna (FER) all'Associazione temporanea di imprese Geodata Engineering, Net Engineering e Siteco per l'adeguamento della progettazione definitiva del completamento dell'interramento della Linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore, nelle tratte urbane di Bologna denominate: Tratta 1 Zanolini-Rimesse e Tratta 2 Via Larga.

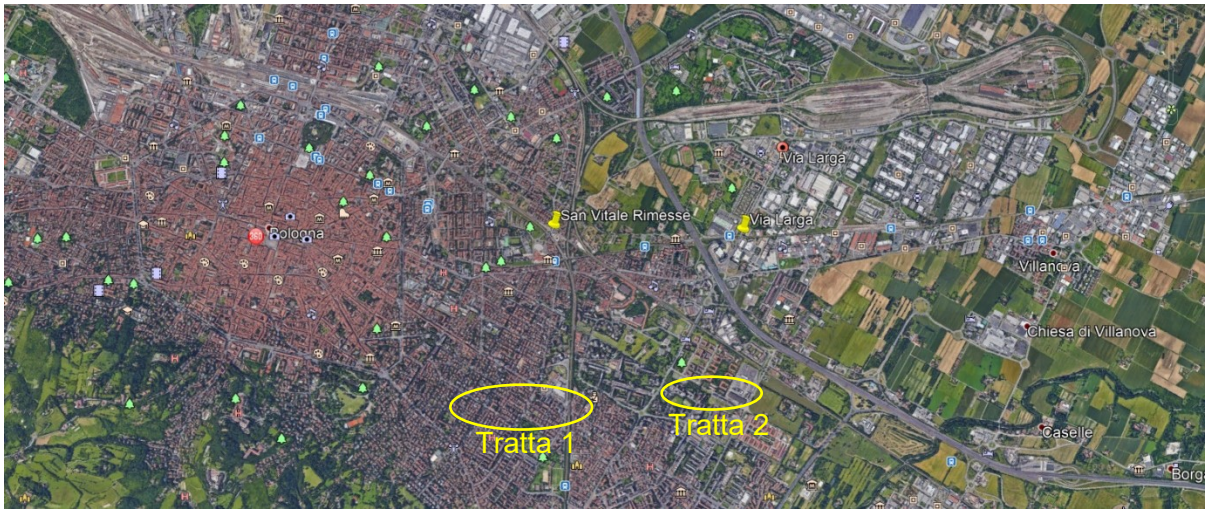


Figura 1: Ubicazione del sito in progetto su immagine satellitare GoogleEarth®.

Su iniziativa del Comune di Bologna e della Regione Emilia-Romagna viene deciso di dar seguito al piano interramento della Linea S2 Bologna Centrale-Portomaggiore, cominciato negli anni '90.

Figura 2: Schematico linea S2 Bologna Centrale-Portomaggiore.

A partire dall'imbocco della galleria Zanolini, l'intervento si estenderà fino a Bologna Via Larga, secondo due distinte tratte illustrate successivamente.

L'iter progettuale di questo intervento è cominciato nel 2008 per terminare con l'approvazione in Conferenza dei Servizi, come riportato dalla Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 444/2015 del 23 aprile 2015.

Nel Gennaio del 2019 è stata assegnata all'RTI Geodata, Net e Siteco la revisione del Progetto Definitivo a seguito delle numerose prescrizioni pervenute durante l'iter approvativo.

4.1 OBIETTIVO FUTURO DELL'INFRASTRUTTURA

L'obiettivo prioritario dell'intervento è di eliminare i 5 passaggi a livello urbani, presenti nelle due tratte da interrare, in corrispondenza delle vie: Paolo Fabbri, Libia, Rimesse, Cellini e Larga.

Tale intervento, oltre ad un miglioramento trasportistico della linea ferroviaria, si traduce in benefici per il traffico veicolare, in termini di fluidità e sicurezza, nonché in un incremento della salubrità delle zone interessate.

L'area oggetto di intervento si compone di 2 tratte, tra loro intervallate da una zona non oggetto di interramento:

- La tratta 1 Zanolini-Rimesse è compresa tra le progressive km 2+029,65 e km 3+354,59 della linea, e prevede la realizzazione del completamento della galleria Zanolini, già realizzata, il rifacimento delle fermate Libia e Rimesse e l'intervento di eliminazione del passaggio a livello di via Rimesse mediante l'interramento della linea.
- La tratta 2 Via Larga è compresa tra le progressive km 4+000,00 e km 5+100,00 in corrispondenza dei passaggi a livello di via Cellini e via Larga e consiste nell'abbassamento del binario esistente in corrispondenza della nuova fermata di via Larga e nel rimodellamento di via Scandellara, funzionale alla realizzazione di un parcheggio e di una nuova pista ciclo-pedonale.

Figura 3: Corografia dell'intervento con la localizzazione delle due tratte funzionali T1 e T2.

In linea generale le caratteristiche funzionali e gli standard di riferimento adottati sono congruenti ed in analogia con le caratteristiche già adottate per il resto della tratta interrata, e più in generale, sull'intera linea, salvo gli adeguamenti alle specifiche caratteristiche proprie del presente intervento.

1.2.1 Tratta T1

La tratta si attesta all'imbocco dell'attuale galleria artificiale Zanolini (Pk. 2+029,65) per terminare dopo la Fermata Rimesse (Pk. 3+354,59).

Tabella 4.1: Tratta T1 - Principali opere d'arte

OPERE D'ARTE	PROGRESSIVE		Lunghezze parziali (m)	Lunghezza totale (m)
	Inizio	Fine		
Tratta di raccordo della livelletta ferroviaria	2+029,65	2+084,00	54,35	1.324,94
Galleria artificiale con presa d'aria	2+084,00	2+107,30	23,30	
Galleria artificiale	2+107,30	2+432,49	325,19	
Galleria naturale	2+432,49	2+462,00	29,51	
Fermata via Libia (predisposizione) - in galleria artificiale	2+462,00	2+622,00	160,00	
Galleria artificiale	2+622,00	2+799,00	177,00	
Trincea	2+799,00	3+077,00	278,00	
Fermata via delle Rimesse - in trincea	3+077,00	3+237,00	160,00	
Trincea	3+237,00	3+354,59	117,59	

La prima porzione di intervento è costituita da una galleria in artificiale a binario unico che attestandosi sulla galleria esistente, in corrispondenza di via Paolo Fabbri si interrompe prima di sottopassare il Ponte Bentivogli: ponte storico che viene sotto-attraversato dalla linea ferroviaria in Galleria naturale.

Terminati i circa 30m di galleria naturale, la galleria viene nuovamente realizzata in artificiale fino in prossimità di via Scipione Dal Ferro. In questa tratta sorge la Fermata Libia, prevista in prima fase solo come zona di attrezzaggio tecnico a supporto della linea.

L'interramento prosegue successivamente in trincea fino a via Rimesse (in corrispondenza dei cavalcaferrovia della linea Bologna Firenze), zona in cui sorge la Fermata e viene realizzato il nuovo cavalcaferrovia stradale.

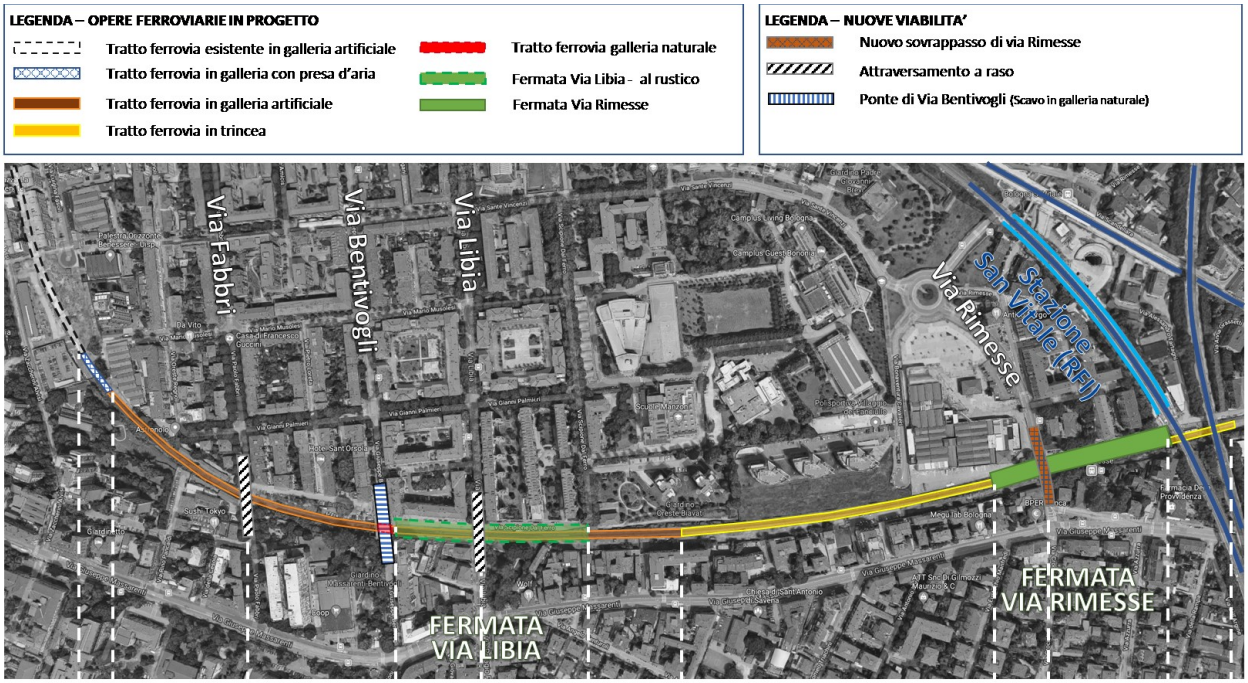


Figura 4: Tratta T1 - Localizzazione delle principali opere di progetto.

1.2.2 Tratta T2

L'interramento comincia a ridosso della fine del marciapiede di Fermata S. Rita (Pk. 4+000,00) per terminare dopo il sottoattraversamento di via Larga (Pk. 5+100,00).

Tabella 4.2: Principali opere d'arte

OPERE D'ARTE	PROGRESSIVE		Lunghezze parziali	Lunghezza totale
	Inizio	Fine	(m)	(m)
Tratta di raccordo della livelletta ferroviaria	4+000,00	4+080,00	80,00	1100,00
Trincea	4+080,00	4+337,35	257,35	
Trincea con berlinese	4+337,35	4+438,23	100,88	
Trincea	4+438,23	4+549,62	111,39	
Fermata via Larga - in trincea	4+549,62	4+709,62	160,00	
Trincea	4+709,62	5+100,00	390,38	

La trincea comincia a pochi metri dalla fermata S. Rita, distanza utile per permettere il sottoattraversamento di via Cellini e permetterne la riapertura al traffico veicolare.

Sottopassato questo nodo ed il successivo sottoattraversamento dell'autostrada A14, la trincea continua fino alla fermata via Larga, oltrepassando l'omonima via per poi riprendere il tratto in rampa per riconnettersi alla livelletta ferroviaria esistente in prossimità di via Barelli.

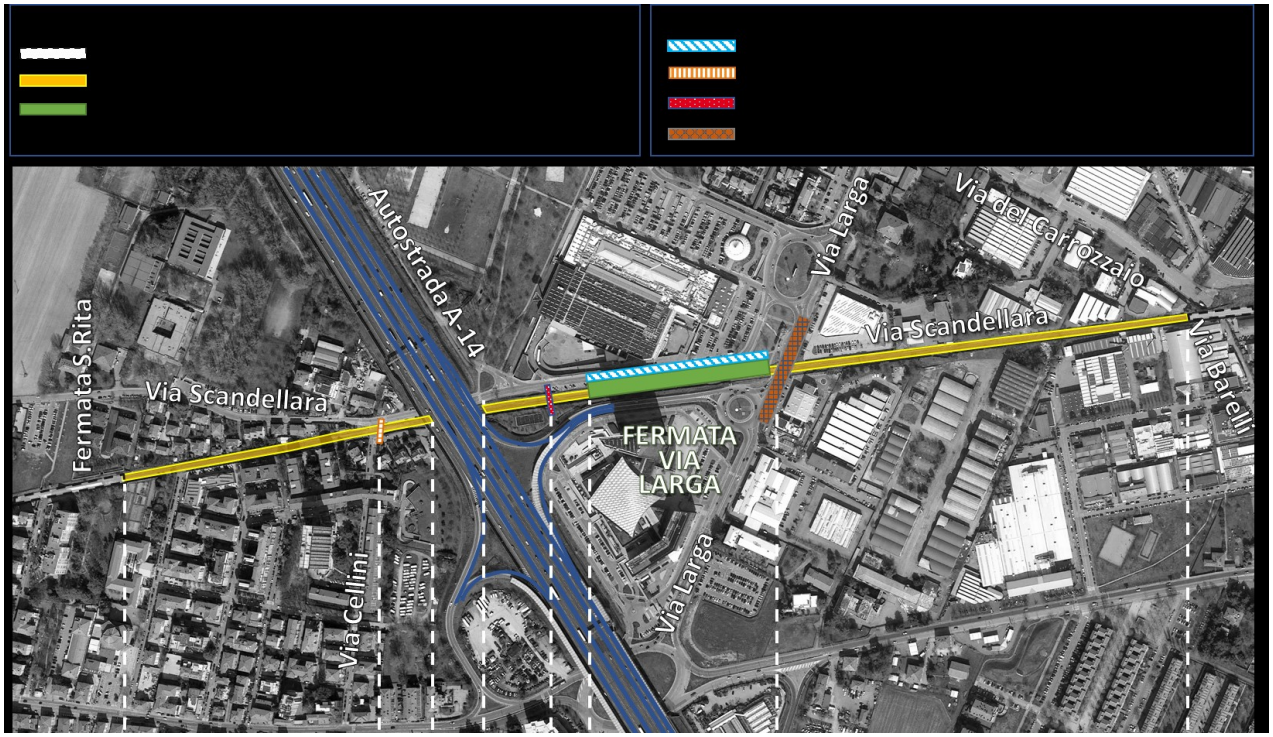


Figura 5: T2-Localizzazione principali opere di progetto.

5 INQUADRAMENTO DELLE AREE INTERESSATE

Nel presente capitolo viene descritto sinteticamente l'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico e archeologico di interesse dell'intero progetto mediante l'utilizzo di informazioni derivanti dalle relazioni geologica, geotecnica, dallo studio di impatto ambientale e dalle aree di cantierizzazione. Lo scopo è di definire i siti di produzione delle terre come sottoprodotto e di quelli di destinazione, come richiesto dalla normativa vigente.

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La città di Bologna sorge sui sedimenti alluvionali di due fiumi principali, Reno (ad Ovest) e Savena (ad Est) e di corsi minori tra essi compresi: Meloncello, Ravone, Valle Scura, Aposa, Fossa Cavallina, Grotte. I fiumi Reno e Savena rappresentano il riferimento geografico principale dell'area di studio.

La pianura bolognese fa parte del più ampio bacino sedimentario sintettonico padano. Si può riconoscere, al suo interno, una successione quaternaria continentale (Ricci Lucchi et al., 1982).

I depositi alluvionali (conoidi), che raggiungono spessori massimi di 300-400 metri, sono costituiti da alternanze di sedimenti grossolani (ghiaie, sabbie) e fini (limi) per spessori il cui ordine di grandezza varia dalla decina al centinaio di metri.

Le pendenze passano da valori superiori al 25% nell'alta pianura comprendente i conoidi, a valori di 0,10,2% nella porzione più esterna. La variazione risulta in genere graduale, anche se è visibile una marcata rottura di pendenza attorno all'isoipsa 4550 m s.l.m. L'area pedecollinare bolognese risulta modellata dai due conoidi maggiori: quello del Fiume Reno a ovest e quello del T. Sovena a est; fra questi si interpongono i conoidi minori del Torrente Ravone, del Rio Meloncello, del T. Aposa e della Fossa Cavallina.

I conoidi minori, derivati da modesti corsi d'acqua, risultano ancora chiaramente riconoscibili seppur meno pronunciati e continuamente rimodellati dall'azione antropica.

Il conoide del F. Reno appare, nella geometria complessiva dei suoi depositi, di forma ristretta e allungata e si estende nella pianura per oltre 10 km: mostra comunque delle lobature marginali, legate a rotte o deviazioni del corso, corrispondenti nel sottosuolo a dossi ghiaioso sabbiosi.

Al margine nord dell'area studiata appare notevole il meandro abbandonato del Trebbo; sono inoltre riconoscibili lungo il percorso mediano, a valle della via Emilia, altre anse ora inattive per gli interventi di bonifica idraulica e per la ripresa dell'attività erosiva di fondo, particolarmente evidente negli anni recenti.

Nell'area in esame sono presenti fenomeni tettonici recenti o attuali, tra i quali faglie appenniniche, di cui la più importante è la pedecollinare, e una serie di dislocazioni NS, generalmente corrispondenti agli assi vallivi, che, molto probabilmente proseguono anche al di sotto della copertura alluvionale della pianura, da recenti studi neotettonici eseguiti nell'area modenese. A seconda della maggiore o minore importanza di tali dislocazioni, tra valli contigue si vengono a formare 'blocchi' a sollevamento differenziato, che influenzano l'idrografia e lo sviluppo dei conoidi.

I complessi idrogeologici sono definiti come corpi aventi litologie simili, una comprovata unità spaziale ed un grado di permeabilità che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. Quelli compresi nel gruppo acquifero A costituiscono il luogo dove si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola e sono riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche
- pianura alluvionale appenninica
- pianura alluvionale padana

Il substrato bolognese è costituito da depositi di granulometria variabile, di origine continentale, che costituiscono corpi acquiferi isolati e separati lateralmente da grandi estensioni di depositi argilloso-limosi a bassa permeabilità e verticalmente da setti di più ridotta potenza. Solo nella parte apicale dei conoidi, verso la catena appenninica, la struttura idrogeologica può essere schematizzata come un unico acquifero, in cui i conoidi sono collegati da interdigitazioni di materiali più grossolani.

Da tale geometria ne deriva che le acque sotterranee sono distribuite in falde sovrapposte, di cui la più alta è alimentata dalle acque di subalveo dei corsi d'acqua e dall'infiltrazione delle acque meteoriche, la seconda da infiltrazioni provenienti dall'apice dei conoidi.

L'intervento in progetto si situa nell'ambito di conoide alluvionale del torrente Sàvena, nel più superficiale complesso acquifero denominato Sistema emiliano romagnolo superficiale. Tale complesso è stato descritto tramite 53 log di sodaggi geognostici e 232 log di pozzi. Di geometria cuneiforme, presenta spessori variabili da 24-28 m in prossimità del margine collinare a 65-70 m nelle zone più distali. Lateralmente ad esso raggiunge rapidamente valori inferiori a 0.2. Tale acquifero ospita un articolato complesso di falde superficiali.

La carta della piezometria mostrata in Figura 6 (tratta da: "Le caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia-Romagna", ARPAE, 2003) mostra una consistente depressione in corrispondenza delle stazioni BO27-00 (San Vitale di Reno), BO30-00 (Tiro a Segno) e BO20- 01 (Borgo Panigale) nella conoide del Reno e il BO50-00 (Fossolo) nella conoide del Savena.

La falda superficiale in genere mostra un livello piezometrico relativamente stabile nel tempo, salvo le oscillazioni stagionali, poiché non è interessata da prelievi massicci; le misure effettuate nei pozzi e nei piezometri, risalenti ad anni diversi, confermano questa tendenza.

La falda superficiale è rinvenibile con più continuità nel settore est del territorio di Bologna, nei pressi del conoide dell'Aposa e del Sàvena, sino all'alveo del Canale Navile; verso ovest tale falda si perde, drenata dal grande lobo ghiaioso del Reno. Essa presenta le minori profondità in corrispondenza dell'apice del conoide del Sàvena e nell'area del centro storico, si approfondisce verso NO e tende a approssimarsi alla superficie topografica verso NE (zona delle risorgive).

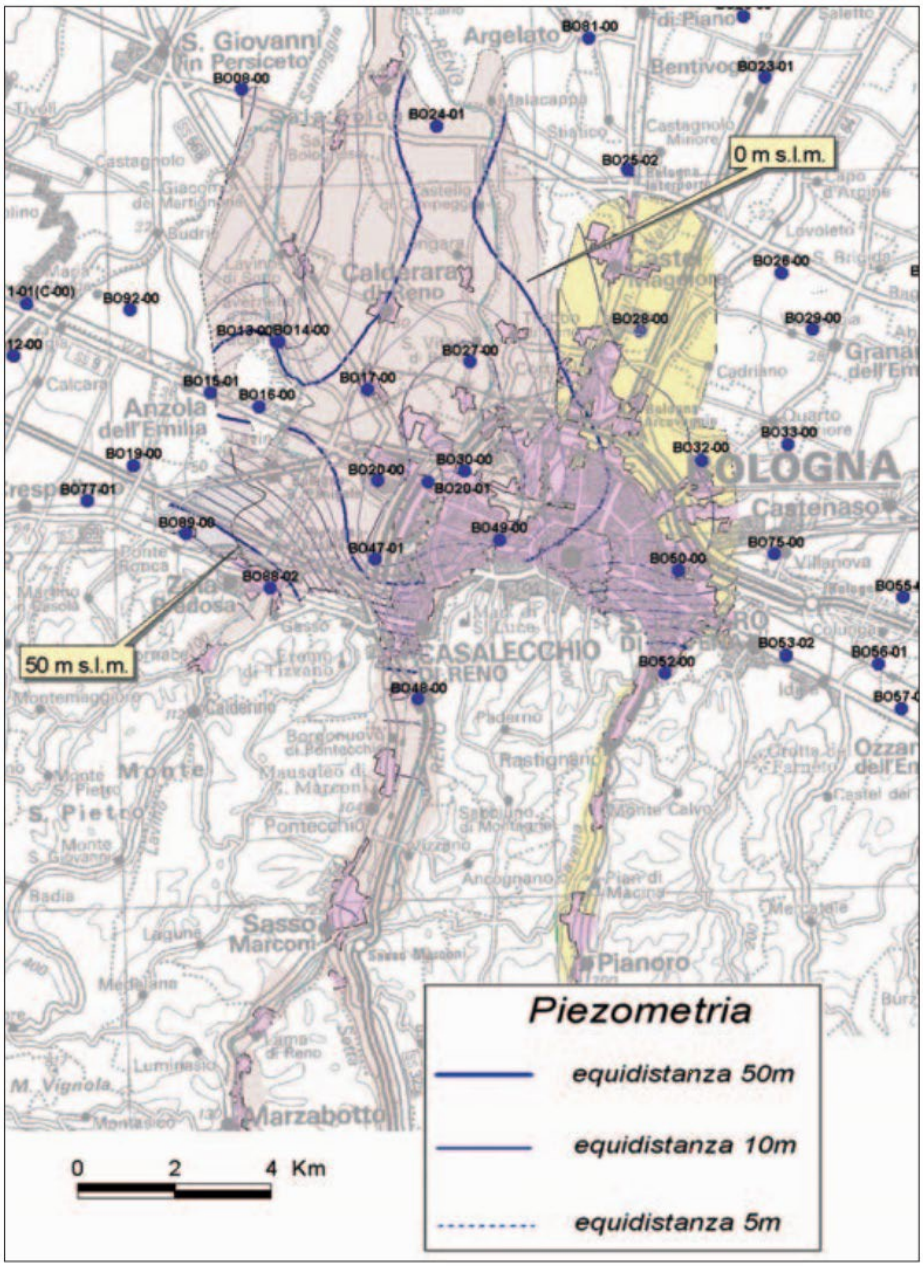


Figura 6 - Carta della piezometria allo sbocco dei conoidi Renpo e Savena - media anno 2003 (Fonte: ARPAE, https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/acqua/report2003/11.pdf)

5.2 EVIDENZE ARCHEOLOGICHE

Dall'analisi storica, bibliografica, fotointerpretativa ricognizione archeologica di superficie e lettura della cartografia disponibile ha riscontrato che, le tratte T1 e T2, rientrano in un territorio ad

oggi ad elevata urbanizzazione, l'insieme degli elementi di studio considerati non permette di escludere la sopravvivenza di contesti diffusi, resti di infrastrutture, nuclei di sepolture insediamenti o paleosuoli sviluppati in antico nel comprensorio suburbano di Bologna.

In base allo stato attuale delle conoscenze, i dati nel loro insieme ne denotano il potenziale archeologico, indiziato da elementi topografici, da evidenze archeologiche e contesti di interesse storico e monumentale nelle sue prossimità

Si attribuisce nel complesso una classificazione di potenziale/rischio differenziata tra i due settori di intervento: ALTO e MEDIO-ALTO prevalente per il tracciato T01; differenziato tra ALTO e MEDIO-BASSO per il tracciato T02.

Per lo studio archeologico di dettaglio si rimanda alla relazione archeologica FER_BP_DT0_ARK_GEN_R_001.

5.3 STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la sequenza stratigrafica di riferimento, il substrato è caratterizzato da una sequenza di depositi quaternari continentali con spessore maggiore di 300 m, costituita da 2 cicli sedimentari che poggiano si depositi quaternari marini del ciclo sedimentario. All'interno del ciclo dei sedimenti, quello più superficiale, interessato dalle opere in progetto, si rileva la presenza di corpi sedimentari grossolani prevalentemente rappresentati da ghiaie con sabbie e limi e subordinate argille nella Tratta 1 (Zanolini-Rimesse) e da sabbie e limi con subordinate argille e ghiaie nella Tratta 2 (via Larga).

Per quanto riguarda lo strato più superficiale, da 0 a 30 m dal piano campagna, nella Tratta 1 prevalgono le ghiaie, mentre nella Tratta 2, dove sono presenti 6-8 m di limi e argille prima di incontrare le sabbie con ghiaie.

6 INQUADRAMENTO E STUDIO URBANISTICO

Per quanto riguarda l'inquadramento urbanistico il progetto dell'interramento della linea, si sviluppa interamente nell'ambito urbano del Comune di Bologna, interessa sia le problematiche dell'interramento della linea ferroviaria, che gli interventi per l'eliminazione del passaggio a livello di via delle Rimesse, di via Larga e di via Cellini.

Allo stato attuale l'attraversamento della linea a raso, mediante Passaggio a Livello (P.L.) situato in zona urbana, crea notevoli difficoltà di circolazione per il traffico cittadino e per quello legato alla zona industriale.

Dallo studio di fattibilità emerge quanto segue:

- L'intervento s'inquadra nell'ambito degli obiettivi della pianificazione e della programmazione territoriale e ambientale;
- Il progetto, non solo è conforme, ma è funzionale alle determinazioni di trasformazione e sviluppo urbanistico della Pianificazione.

Sulla natura dell'intervento si può sostenere che:

- La realizzazione dell'interramento della linea si basa su un sostanziale miglioramento delle implicazioni ambientali relative alla presenza del traffico cittadino e dei convogli presenti;
- Le azioni più rilevanti dell'intervento riguardano le attività d'implementazione di nuove opere d'arte è la sistemazione di quelle già esistenti;
- L'introduzione della nuova linea, con la diversione di un'espressiva quota di utenti dal mezzo privato a quello pubblico, comporterà un'importante riduzione dei fattori di impatto, connessi alla mobilità veicolare, identificabili nelle emissioni in atmosfera e sulla componente rumore. Tale beneficio si potrà riverberare, oltre che nell'ambito strettamente interessato, più in generale su tutta la conurbazione riferita al nuovo sistema di trasporto.
- La definizione delle modalità organizzative e costruttive dell'opera ha avuto tra i suoi obbiettivi principali quello di minimizzare l'impatto potenziale sull'ambiente e sulla mobilità locale, soprattutto per le fasi più critiche riferite alla sua costruzione, eliminando il binario provvisorio e dimezzando i tempi di realizzazione;

A proposito della sensibilità delle aree coinvolte, che consistono esclusivamente in urbane a forte densità insediativa o dai forti connotati di frangia in attesa di trasformazioni in senso antropico, dalle relazioni tra opera e componenti ambientali:

- Non risultano interferenze, attribuibili agli interventi, nei confronti di aree sottoposte a vincolo di natura ambientale, paesaggistica, archeologica o su beni vincolati del patrimonio storico-culturale.
- Non si rilevano interferenze dirette su aree o elementi di particolare pregio paesaggistico e agricolo.

In base al suddetto quadro riassuntivo, frutto delle analisi condotte sulle relazioni tra opera e ambiente, le indicazioni che emergono dallo Studio è possibile rilevare, in conclusione, che:

Riguardo alla fase di esercizio

- Considerate la natura dell'infrastruttura, la sensibilità della situazione coinvolta, le scelte tecnologiche e le misure mitigative adottate, non si prevedono impatti negativi rilevanti. Peraltro i benefici conseguenti l'introduzione della nuova infrastruttura determineranno un sicuro e significativo miglioramento della qualità ambientale del contesto.

Riguardo alla fase di cantierizzazione

- Le ricadute più rilevanti riguarderanno il disturbo, di bassa entità e riferito peraltro ad un arco temporale circoscritto, sugli edifici residenziali posti in prossimità delle lavorazioni. In generale, si ritiene che l'adozione dei consueti provvedimenti di gestione delle attività di cantiere tesi a limitare le emissioni di rumore e polveri, possa permettere di ricondurre il disturbo prodotto durante la fase di costruzione entro livelli di accettabilità.

Altro aspetto di particolare attenzione è relativo al disagio prodotto sulla circolazione veicolare in fase di cantiere. In ogni caso, in questa fase sono state previste misure riguardanti la fasizzazione delle attività di costruzione e di riorganizzazione temporanea della viabilità interferita dalle lavorazioni in grado di minimizzare le ricadute sul traffico cittadino e, più in generale, sulla funzionalità urbana.

Si evidenzia, peraltro, che con le attività di controllo previste nell'ambito del PMA, sarà possibile il costante monitoraggio delle ricadute effettive sulle situazioni potenzialmente critiche e la verifica dell'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere .

Pertanto, valutati gli effetti negativi connessi alle attività di esecuzione delle opere e le positività ambientali connesse all'esercizio dell'opera, l'intervento è da ritenersi compatibile con le condizioni ambientali riscontrabili negli ambiti interessati.

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

In questo capitolo sono descritte le indagini geognostiche ed ambientali. Le prime eseguite per la caratterizzazione geotecnica delle opere e per la classificazione delle terre secondo le norme UNI. Mentre le indagini ambientali nella matrice suolo e acque sotterranee in fase di progettazione hanno avuto lo scopo di caratterizzare i terreni di scavo per accertare, in prima istanza, la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale, così come prescritto all'allegato 1 del D.M. 120/2017 e D.Lgs. 152/2006.

7.1 LE INDAGINI GEOGNOSTICHE E I RISULTATI

Per quanto riguarda le indagini geognostiche della banca dati RER si sono reperite le stratigrafie registrate nei sondaggi, ma non sono presenti risultati di prove geotecniche in sito o su campioni in laboratorio, utili per la parametrizzazione dei terreni.

Sono state considerate le informazioni provenienti da campagne di indagini geognostiche realizzate per il Progetto Definitivo dell'allargamento del Viadotto Scandellara lungo l'autostrada A14, che interseca la Linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore nella Tratta 2 tra via Cellini e via Larga. Nell'ambito di questa progettazione, sono state raccolte cinque campagne di indagini successive:

- Campagna 1984 Tecnosol: sondaggi geognostici a carotaggio continuo e prove penetrometriche statiche
- Campagna 1986 RCT: sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- Campagna 1999 Servizi Geotecnici: sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche e pozzetti superficiali
- Campagna 2000 Servizi Geotecnici: sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche e pozzetti superficiali
- Campagna 2016 progetto Definitivo passante di Bologna. sondaggi geognostici a carotaggio continuo e pozzetti superficiali

Le indagini geognostiche elencate hanno fornite la base di un modello geotecnico implementato con l'esecuzione delle indagini realizzate da FER.

Al fine della caratterizzazione geotecnica relativa al seguente elaborato si è fatto riferimento alle prove specificatamente realizzate da FER per questo progetto che ha portato la realizzazione di sei sondaggi geognostici con carotaggio continuo con prove penetrometriche standard in foro (prove SPT) e due pozzetti esplorativi superficiali in corrispondenza della galleria naturale che sottopassa il ponte di via Bentivogli (Tabella 7.1).

Tabella 7.1 - Tipologia e quantità di indagini geognostiche realizzate da FER

Tipo indagine	Tratta/ Codice	Campagna (anno)	Profondità (m)	Opera di riferimento
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-S1	2003	30	Galleria Naturale Bentivoglio
Pozzetto esplorativo superficiale	T1-PZ1	2003	3	Galleria Naturale Bentivoglio
Pozzetto esplorativo superficiale	T1-PZ2	2003	3	Galleria Naturale Bentivoglio
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-S2	2003	30	Rampa Est GN Bentivoglio
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-S3	2003	30	Rampa Ovest Ferm. Rimesse
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-S4	2003	15	Fermata Rimesse
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-1	2009	10	Galleria Naturale Bentivoglio
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-2	2009	40	Fermata via Libia
Sondaggio a carotaggio continuo	T1-A2	2009	10	Via Bonaventura, fine tratta
Sondaggio a carotaggio continuo	T2-S1	2004	20	Fermata via Larga
Sondaggio a carotaggio continuo	T2-S2	2004	15	Rampa Est via Larga
Sondaggio a carotaggio continuo	T2-1	2009	30	Fermata via Larga
Sondaggio a carotaggio continuo	T2-2	2009	30	Fermata via Larga
Sondaggio a carotaggio continuo	T2-A1	2009	10	Via Cellini

I risultati delle prove geotecniche di laboratorio sono riassunti nella Tabella 7.2 della pagina seguente.

Tabella 7.2 – Riassunto delle prove di laboratorio eseguite da FER

Opera di riferimento	Sondaggio/ Pozzetto	Prelievo campioni					Caratteristiche fisiche		Granulometria			Pen	Tor	Prova di taglio diretto consolidata e drenata (TCD)		Limiti di ritiro e Limiti di consistenza					Prova di consolidazione edometrica (IL)			Prova di compressione non confinata (ELL)		Prova di taglio con scatola Casagrande (LLL)	Prova di compressione triassiale non drenata (CU)		
	Codice	Lungh.	Codice /tipo	Profondità		Descrit.	UG	Peso specifico dei grani	Massa volumica naturale	Ghiaie	Sabbie	Limo	Argille	Strength	Strength	Coesione resistenza	Angolo di resistenza al taglio	Cont. in acqua	Limite di ritiro	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice Plasticità	Indice di vuoti	Modulo edometrico (drenato)	Cc	Coeff. c. vert.	Perm.	Coesione non drenata	Modulo non drenato	Coesione non drenata	Angolo di resistenza al taglio
		m		da m da p.c.	a			Gs ---	γn kN/m³	%	%	%	%	kPa	kPa	c' kPa	φ' (picco) [gradi]	Wn %	Ws %	LL %	LP %	Ip ---	e0	Ead MPa		Cv m²/s	k m/s	cu kPa	Eu MPa	cu kPa	c' kPa	φ' (picco) [gradi]
GN Bertinoro	T1-P21	3	-	2,80	3,00	SL	A	2,70		1	60	39	13						24,59	20,58	4,01										
Fermata via Libia	T1-S2	30	CR1	2,70	3,00	GS	A	2,70		1	62	28	7						18,36	np	0										
		30	C1	6,00	6,35	A/AL	B	2,73	19,6	0,5	22,5	52	25		9,20		26,22	14	35,06	18,01	17,05		8,04		1,5E-07	1,0E-09	108,9				
		30	CR2	10,40	10,80	GS	A	2,70		52	28,5	12	7,5						19,87	13,76	6,11										
		30	CR3	15,00	15,40	GS/AS	A	2,70		46	43	7	4					11	nd	np	0										
Rampa Est GN		30	C2	18,20	18,80	A	B	2,75	18,6	0,5	1,5	38	60					12	78,90	17,82	61,08		1,47		2,9E-07	1,3E-09	80,4			80,78	
		30	C3	20,60	21,00	S	A	2,78		0,2	55,8	20	24						33,71	13,38	20,43										
Bertinoro		30	CR4	23,00	23,30	SL/S	A	2,70				10							17,26	12,35	4,91										
		30	CR5	26,70	27,00	SL()	A	2,70		3	75	15,5	6,5						nd	np	0										
		30	CR1	3,00	3,30	GS	A	2,70		57	25	13	5						nd	np	0										
		30	C1	4,80	5,20	A	B	2,76	16,7	0	2	53	45		15,07		20,63	15	57,93	23,54	34,39		1,57		2,3E-08	5,6E-09	16,7				
		30	CR2	7,00	7,30	SL/GS	A	2,70		32	42	17,5	8,5						24,4	19,58	4,82										
		30	CR3	10,00	10,50	GS/SL	A	2,72	18,6	77	23	6	2						nd	np	0										
Rampa Ovest Fermata Rimesse	T1-S3	30	C2	13,00	13,50	A	B	2,72		4	20	44	32		13,37		33,50	14	43,62	16,13	27,37		2,94		4,0E-08	2,9E-09	16,7				
		30	C3	15,60	16,10	A/SA	B	2,72	19,6	0	11	55	34					20	32,54	21,88	10,66						76,5			287,71	
		30	CR5	19,00	19,30	AL	B	2,70		0,5	5	52,5	42						48,13	18,5	29,63										
		30	C4	22,20	22,70	SL/A	B	2,73		0	13	62	25		15,33		24,04	15	40,32	20,16	20,16						134,4				
		30	CR6	23,30	23,60	A/AL	B	2,70		0	18	67	15						29,32	20,78	8,54										
		15	CR1	3,60	4,00	GS	A	2,70		58	32	8	2						22,48	14,49	8										
Fermata Rimesse	T1-S4	15	C1	5,70	6,20	AL-AS	B	2,71	19,6										nd	np	0						12,7		3,19		
		15	C2	6,80	7,30	AL-AS	B	2,72	19,6	0,2	35,8	52	12		17,26		28,78	16	29,07	18,38	10,69		3,53		9,1E-07	1,2E-08	38,2		3,82		
		15	C2	8,60	9,00	GA	A	2,70		60	24	4	3																		
		15	C3	12,00	12,50	A	B	2,72	19,6	0,2	25,8	49	25					16	37,46	17,23	20,2						66,7		6,67		
		15	CR3	14,80	15,00	A-AS	B	2,70		5	39	41	15						26,65	14,41	12,24										
	T1-1	10	D	6,00	6,50	SL-G				52	31	17																			
		10	F	8,00	8,45	G-SL				54	34	12							nd	np	0										
		40,7	C	5,55	6,00	LA				38	34	19	9						nd	np	0										
		40,7	E	10,00	10,45	G-SL				65	21	14																			
Fermata via Libia	T1-2	40,7	H	15,00	15,45	G-L				76	20	4																			
		40,7	1	17,50	18,20	LA					3	43	54	250-300	>100																
		40,7	2	20,50	21,20	A			18,9		6	39	55	120-150	55-75																
		10	B	3,50	4,00	G-SL				66	23	11																			
F. Rimesse Fermata via Larga	T1-A2	20	C1	6,30	6,90	A/SL	B	2,74	18,6	0	5	51	44		16,41		24,50	29,6	15	58	26	32	0,45	4,41	4,8E-07	2,8E-09	45,1	7,85			
	T2-S1	20	C2	9,00	9,60	AL(S)	B	2,72	19,1	4	12	32	52		6,29		34,57	26,0	15	39	21	18					53,0	5,39			
Rampa Est via Larga	T2-S2	15	C1	4,50	5,00	L(A)	B	2,69	18,1	0	32	54	14		6,37		34,55	31,0	20	30	23	7		3,33	2,4E-06	6,8E-09	13,7	2,75			
		15	C2	12,50	13,00	L(SA)	B	2,74	19,6	0	6	34	60		14,49		24,16	25,9	16	45	23	22					55,9	3,92			
Fermata via Larga	T2-1	30	1	5,00	6,20	LA				2		45	53	150-200	80-95														8	25
		30	C	8,50	8,95	LA-LAS-SL					24	51	25						64	24	40	0,8									
		30	D	13,00	13,45	G-SL				41	30	27	6						39	21	18	0,65									
		30	B	4,00	4,45	SL-G				3	68	25	4						37	31	6	0,51									
		30	C	8,50	8,95	LAS-G-SL				46	32	16	6									0,36							21,3	28	
Fermata via Larga	T2-2	30	D	7,50	8,00	LAS-G-SL					32	16	6									0,36									
		30	2	25,20	25,80	LA					13	57	70	180-250	95->100				52	24	28	0,70									
Fermata via Gellini	T2-A1	10	B	5,00	5,50	SL					63	29	8									0,53									
		1	1	7,10	7,60	AL			19,6		12	60	28	170-290	90->100				46	22	24	0,70									

Nel dettaglio del presente elaborato ci si sofferma sulla caratterizzazione e analisi granulometrica con lo scopo di suddividere e classificare il terreno incontrato secondo le categorie definite dalla normativa UNI CNR 10006 (Tabella 7.4); si riportano nella Tabella 7.3 i campioni delle indagini presi in considerazioni per la classificazione secondo tale normativa.

Si sono presi in considerazione la frazione fine passante al setaccio 0,075, l'indice di plasticità IP e il limite liquido LL.

Tabella 7.3 – Classificazione dei campioni considerati secondo al normativa UNI

Tratta		Sondaggio/ Pozzetto		Prelievo campioni			Granulometria								Classificazione UNI
	Opera di riferimento	Codice	Lunghezza	Codice/tipo	Profondità		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla	L+A	Limite di ritiro	Limite Liquido	Indice plasticità	
			m		da	a m da p.c.						Ws	LL	Ip	
1	GN Bentivoglio	T1-S1	30,00	CR1	4,00	4,30	16	62	16	6	22		29,02	6,99	A2-4
			30,00	CR2	5,20	5,60	48	39	85	5	90		17,90	3,26	A4
			30,00	CR3	9,70	10,00	31	47	15	7	22		nd	0,00	A1-b
			30,00	CR4	16,70	17,00	15	65	13	7	20		21,07	6,38	A2-4
			30,00	C1	18,70	19,20	5	14	58	28	86	17,00	44,81	24,49	A7
			30,00	CR5	20,80	21,00	5	30	41	29	70		35,21	21,45	A7
			30,00	CR6	27,70	28,00	34	39	16	11	27		nd	0,00	A2
	GN Bentivoglio	T1-PZ1	3,00	-	2,80	3,00	1	43	37	19	56		34,53	17,21	A7
			3,00	-	2,80	3,00	1	60	39	13	52		24,59	4,01	A5
	Fermata via Libia Rampa Est GN Bentivoglio	T1-S2	30,00	CR1	2,70	3,00	62	28	7	3	10		18,36	0,00	A2-4
			30,00	C1	6,00	6,35	5	23	52	25	77	14,00	35,06	17,05	A6
			30,00	CR2	10,40	10,80	52	29	12	75	87		19,87	6,11	A4
			30,00	CR3	15,00	15,40	46	43	7	4	11		nd	0,00	A1-b
			30,00	C2	18,20	18,80	5	15	38	60	98	11,00	78,90	61,08	A7
			30,00	C3	20,60	21,00	2	56	20	24	44	12,00	33,71	20,43	A6
			30,00	CR4	23,00	23,30	1	66	23	10	33		17,26	4,91	A2-4
			30,00	CR5	26,70	27,00	3	75	16	65	81		nd	0,00	A4, A5, A6, A7
	Rampa Ovest Fermata Rimesse	T1-S3	30,00	CR1	3,00	3,30	57	25	13	5	18		nd	0,00	A1-b
			30,00	C1	4,80	5,20	0	2	53	45	98	15,00	57,93	34,39	A7
			30,00	CR2	7,00	7,30	32	42	18	85	103		24,40	4,82	A4
			30,00	CR3	10,00	10,50	77	23	6	2	8		nd	0,00	A1, A3
			30,00	C2	13,00	13,50	4	20	44	32	76	14,00	43,62	24,80	A7
			30,00	CR4	13,70	14,00	0	11	55	34	89		43,50	27,37	A7
			30,00	C3	15,60	16,10	0	34	66	17	83	20,00	32,54	10,66	A6
			30,00	CR5	19,00	19,30	5	5	53	42	95		48,13	29,63	A7
			30,00	C4	22,20	22,70	0	13	62	25	87	15,00	40,32	20,16	A7
			30,00	CR6	23,30	23,60	0	18	67	15	82		29,32	8,54	A4
	Fermata Rimesse	T1-S4	15,00	CR1	3,60	4,00	58	32	8	2	10		22,48	8,00	A2
			15,00	C1	5,70	6,20					0		nd	0,00	-
			15,00	C2	6,80	7,30	2	36	52	12	64	16,00	29,07	10,69	A6
			15,00	CR2	8,60	9,00	69	24	4	3	7		nd	0,00	A3
			15,00	C3	12,00	12,50	2	26	49	25	74	16,00	37,46	20,20	A6
			15,00	CR3	14,80	15,00	5	39	41	15	56		26,65	12,24	A6
	Fermata Via Libia	T1-1	10,00	D	6,00	6,50	52	31	17		17				A1
			10,00	F	8,00	8,45	54	34	12		12				A1
		T1-2	40,70	C	5,55	6,00	38	34	19	9	28		23,00	8,00	A2-4
			40,70	E	10,00	10,45	65	21	14		14				A1
			40,70	H	15,00	15,45	76	20	4		4				A1
			40,70	1	17,50	18,20	-	3	43	54	97		73,00	48,00	A7
			40,70	2	20,50	21,20	-	6	39	55	94		72,00	46,00	A7
	F. Rimesse	T1-A2	10,00	B	3,50	4,00	66	23	11		11				A3
2	Fermata Via Larga	T2-S1	20,00	C1	6,30	6,90	0	5	51	44	95	15,00	58,00	32,00	A7
			20,00	C2	9,00	9,60	4	12	32	52	84	15,00	39,00	18,00	A6
	Rampa Est via Larga	T2-S2	15,00	C1	4,50	5,00	0	32	54	14	68	20,00	30,00	7,00	A4
			15,00	C2	12,50	13,00	0	6	34	60	94	16,00	45,00	22,00	A7
	Fermata Via Larga	T2-1	30,00	1	5,00	6,20	2		45	53	98		64,00	40,00	A7
			30,00	C	8,50	8,95	-	24	51	25	76		39,00	18,00	A6
			30,00	D	13,00	13,45	41	30	27	6	33		37,00	6,00	A2-4
	Fermata Via Larga	T2-2	30,00	B	4,00	4,45	3	68	25	4	29				A2
			30,00	D	7,50	8,00	46	32	16	6	22				A1-b
			30,00	2	25,20	25,80	-	13	57	70	127		52,00	28,00	A7
	Fermata via Cellini	T2-A2	10,00	B	5,00	5,50	-	63	29	8	37				A4, A5, A6, A7
			10,00	1	7,10	7,60	-	12	60	28	88		46,00	24,00	A7

Tabella 7.4 - Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥80										
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Va precisato che, vista la descrizione macroscopica geologica, geomorfologica e stratigrafica dell'area, dai campioni risulta una eterogeneità litologia alle diverse profondità, riscontrando nel suo insieme (trascurando il terreno di riporto) un terreno eterogeneo caratterizzato dalla presenza di tutte le frazioni granulometriche, con la netta prevalenza di quelle grossolane. Secondo la classificazione USCS i terreni ricadono nei gruppi G (ghiaia), S (sabbie) e, in minor misura, M (limi).

Analizzando la geologia e le stratigrafie delle indagini in genere i campioni analizzati, fino alla profondità di 15 m, di entrambe le tratte, risulta che la componente sabbiosa con limo e argilla è maggiore rispetto alla ghiaia. Pertanto dall'analisi della componente granulometrica e dei limite liquido e dell'indice di plasticità, risulta che i materiali derivanti dagli scavi ricadono prevalentemente nei gruppi A2, A3, A4, A5, A6 e A7, concorde alla variabilità litostratigrafica riscontrata in sito.

7.2 LE INDAGINI AMBIENTALI E I RISULTATI

Le indagini ambientali, come prescritto dall'allegato 1 del D.M. 120/2017, devono essere inserita nella progettazione dell'opera.

La caratterizzazione ambientale dei terreni è stata svolta in base agli "Indirizzi operativi per l'accertamento del superamento dei valori delle concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare"; con particolare riferimento alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alle parte IV del D.Lgs 152/2006 e alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica (L. 98/2013, art. 41bis, comma 1 lett.b).

In particolare, per l'intervento in oggetto sono state svolte diverse indagini ambientali; esse sono presentate in dettaglio negli specifici elaborati di progetto ed in particolare nell'elaborato delle prove ambientali.

La caratterizzazione delle terre ai fini della verifica di contaminazioni ed alla definizione del corretto destino è stata effettuata in accordo al D.lgs. 152/2006 ed al DPR 120/2017.

In particolare, si previsto comunque il conferimento a discarica/recupero dei materiali scavati con l'eccezione del terreno vegetale per il quel si prevede il riutilizzo compatibilmente con gli esiti analitici.

Al fine di determinare la qualità ambientale dei terreni di futuro scavo si è provveduto nel corso delle prospezioni T1-2, T1-A2, T2-1, T2-A1 a sezionare e prelevare, immediatamente dopo l'estrazione, dal nucleo delle carote estratte, dei campioni medi rappresentativi del futuro terreno di scavo, raccogliendo un campione del primo metro (campione A tra 0.00 ÷ 1.00 m dal piano calpestio), della zona di fondo scavo (campione C tra 7.00/7.60 ÷ 7.50/8.00 m) ed uno nella zona intermedia (campione B tra 3.00/7.60 ÷ 3.50/4.00 m).

Ciascun campione è stato ottenuto mescolando e quartando il terreno Tal Quale in modo tale da consentire la raccolta, di un unico campione medio rappresentativo dell'intervallo di quote campionate, secondo i criteri UNI 10802:2013.

Dal nucleo di ogni spezzone di carota estratta, immediatamente dopo l'estrusione e prima della deposizione in cassetta catalogatrice, è stata prelevata una aliquota del materiale Tal Quale, una aliquota separando se presente la frazione superiore ai 2 cm, i materiali estranei quali pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie ecc, inoltre è stata eseguita una minicarotatura della carota medesima, impiegando siringhe monouso, che hanno consentito di porre il terreno così sub campionato in vials con tappo e setto in teflon, secondo quanto previsto dalla metodica ASTM 4547-98.

Tutti i campioni prelevati, nel periodo di tempo compreso tra il prelievo e la consegna al laboratorio AGROLAB Italia s.r.l. di Altavilla Vicentina (VI) accreditato ACCREDIA (n° 0147), sono stati conservati in contenitori frigo a 4° di temperatura in modo da mantenere invariate le caratteristiche chimiche fisiche dei campioni.

Sui campioni prelevati sono state eseguite le verifiche di rispetto delle CSC per le terre e rocce da scavo (tab1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.lgs. 152/2006) con riferimento ai seguenti analisi:

Arsenico	Mercurio
Cadmio	Idrocarburi C>12

Cobalto	Cromo totale
Nichel	Cromo VI
Piombo	Amianto
Rame	BTEX
Zinco	IPA

Ai fini della verifica di accettabilità a discarica (D.M. 27 settembre 2010) o impianto di recupero (DM 5/2/98 modificato dal DM 186/2006) i campioni sono stati inoltre sottoposti a test di cessione sui seguenti analisi:

Arsenico	Cloruri
Bario	Fluoruri
Cadmio	Solfati
Cromo totale	DOC
Rame	TDS
Mercurio	Nitrati
Mo	Cianuri
Nichel	Berillio
Piombo	Vanadio
Selenio	Amianto
Antimonio	COD
Zinco	pH

I risultati (Tabella 7.5**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) delle prove ambientali hanno riscontrato che i campioni analizzati risultano conformi, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa vigente, ad eccezione di un campione superficiale prelevato nel sondaggio T1-2 dove c'è un superamento di solfati nel test di cessione. Tale superamento non comporta problematiche particolari per la gestione dei materiali scavati.

Tabella 7.5: Sintesi delle Indagini ambientali

Rapporto di prova	Data R. Prova	Descrizione	Esito
97952_294995	19/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione A - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova

97952_295002	19/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione B - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97952 - 295003	19/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione C - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97960 - 295004	23/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione A (tal quale) - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97960 - 295005	23/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione B (tal quale) - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97960 - 295006	23/04/2019	Sondaggio T1-A2 - Campione C (tal quale) - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97962 - 295007	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione A - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97962 - 295008	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione B - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97962 - 295009	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione C - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97964 - 295013	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione A (tal quale) - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97964 - 295014	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione B (tal quale) - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
97964 - 295015	23/04/2019	Sondaggio T2-1 - Campione C (tal quale) - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa appli-

			cata al presente rapporto di prova
98377 - 296292	26/04/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione A - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
98377 - 296293	26/04/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione B - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
98377 - 296294	26/04/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione C - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
98378 - 296295	07/05/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione A (tal quale) - Profondità 0-1 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
98378 - 296296	07/05/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione B (tal quale) - Profondità 3-4 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
98378 - 296297	07/05/2019	Sondaggio T2-A1 - Campione C (tal quale) - Profondità 7-8 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
99989 - 300885	08/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione A - Profondità 0,0-1,0 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
99989 - 300886	08/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione B - Profondità 3,0-4,0 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
99989 - 300887	08/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione C - Profondità 7,0-8,0 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
99988 - 300888	15/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione A (tal quale) - Profondità 0,0-1,0 m	Solfati 1550 mg/l > 250 mg/l (valore al di sopra del limite richiesto)

99988 - 300889	15/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione B (tal quale) - Profondità 3,0-4,0 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
99988 - 300890	15/05/2019	Sondaggio T1-2 - Campione C (tal quale) - Profondità 7,0-8,0 m	Il campione analizzato risulta conforme, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa applicata al presente rapporto di prova
102994 - 307852	27/05/2019	Ballast	NON contiene amianto
106775 - 318175	28/06/2019	Ballast (integrazione analisi chimiche)	In base ai parametri analizzati, il rifiuto risulta non pericoloso

8 GENERALITÀ SUL MATERIALE DI SCAVO

Per la seguente progettazione sono presenti numerose opere d'arte, la cui realizzazione prevede l'esecuzione di scavi in genere di misura minore rispetto agli scavi per la realizzazione dei due tronchi di galleria T1 e T2.

In generale si evidenzia il fatto che nella realizzazione del progetto in esame, a causa delle caratteristiche dei materiali prodotti e delle stesse caratteristiche del progetto, si prevede il riutilizzo di una parte molto esigua dei materiali provenienti dagli scavi e dalle demolizioni con il conferimento degli esuberi in idonei impianti autorizzati al recupero e/o allo smaltimento. Pertanto solo questa esigua parte rientrerebbe nella normativa relativa alle terre e rocce da scavo mentre il rimanente in quella dei rifiuti.

Nel complesso la realizzazione dell'opera in entrambe le tratte prevede lo scavo di circa 213.102 m^3 di materiale totale .

In generale si sottolinea che, qualora il materiale di scavo venisse destinato a siti con destinazione urbanistica industriale-commerciale o ad esse assimilabile (quale utilizzi all'interno di pertinenza ferroviaria o pertinenze stradali), non si renderanno necessarie ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera, se non quelle di normale pratica industriale descritte dalla normativa.

Qualora il materiale di scavo della tipologia sopradescritta venisse destinato a siti con destinazione urbanistica residenziale-verde pubblico, o con destinazione ad uso agricolo, si procederà alla caratterizzazione e trattamento secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Resta inteso che se durante l'attività di scavo venissero riscontrate situazioni organolettiche anomale imputabili ad attività pregresse, ritrovamento di materiale antropico o accadessero sversamenti accidentali, si procederà all'attivazione delle procedure previste dalla normativa vigente e il materiale sarà gestito a seguito di tutti gli approfondimenti analitici del caso.

Come precedentemente accennato, il progetto revisiona un precedente progetto già realizzato e concerne il proseguimento dell'interramento della linea Bologna – Portomaggiore nella tratta tra la fermata Zanolini, già interrata, e la fermata Rimesse (Tratta 01), e l'interramento della fermata via Larga (Tratta 02); pertanto anche in questo elaborato, si suddivideranno nei capitoli successivi la descrizione delle modalità di scavo secondo le due tratte T1 e T2.

Inoltre, i due lotti consentono di poter meglio organizzare gli interventi in quanto le due tratte non sono contigue, hanno presumibilmente tempi di realizzazione differenti e si crede, in questo modo, di poter meglio organizzare le lavorazioni senza precludere la possibilità di intervenire su una sola delle tratte.

In generale il materiale scavato per la realizzazione delle opere è caratterizzato da ghiaie sabbiose/sabbia ghiaiosa e livelli di sabbie limose argillose e argilla limosa.

Le modalità e gli scavi di esecuzione per le opera connessa al progetto verranno eseguiti con metodi tradizionali.

8.1 RIPORTI

Secondo l'art. 4 comma 3 del D.M. 120/2017 e più nel dettaglio l'Allegato 10 definiscono le modalità di gestione e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo nel caso in cui contengano

materiale di riporto. L'articolo sopracitato definisce che la componente di materiali di origine antropica frammisti al materiale di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo l'Allegato 10 del medesimo decreto. Si precisa che con il termine materiale di riporto si escludono i materiali derivanti da prospezioni, attività di cava o miniera.

In generale, qualora durante gli scavi di tutte le opere finora descritte e, più precisamente nei cumuli di materiale ubicato nelle area di stoccaggio e/o aree temporanee , il materiale di riporto risulti superiore al 20% del materiale scavato le terre e rocce da scavo verranno gestito come rifiuto. Mentre se risulta inferiore al 20% si procederà alla caratterizzazione attraverso il test di cessione e secondo l'Allegato 3 del D.M. 186/2006. In quest'ultimo caso se il test di cessione è conforme alle caratteristiche il materiale potrà essere regolato e utilizzabile come sottoprodotto, altrimenti verrà gestito come rifiuto.

8.2 RIUTILIZZO DEI MATERIALI ASSOGGETTATI A TRATTAMENTI RIENTRANTI NELLA NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Ai sensi del D.M. 120/2017, è un sottoprodotto, come definito dall'Allegato 3, il materiale da scavo che soddisfa, tra i vari requisiti, quello di essere idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso della normale pratica industriale.

Tra le operazioni più comunemente effettuate che rientrano nella normale pratica industriale sono compre:

- la selezione granulometrica delle terre e rocce da scavo;
- la riduzione volumetrica mediante macinazione;
- la stesa al suolo per l'asciugatura e la maturazione dei materiali scavati al fine di conferire alle stesse migliori caratteristiche meccaniche e fisiche.

Si precisa che le operazioni di cui sopra saranno condotte sempre nel rispetto dei requisiti previsti per i sottoprodotti e dei requisiti di qualità ambientale generale.

L'opportunità di adoperare terre, descritti nei capitoli precedenti, all'interno del progetto di raddoppio della linea, viene valutata secondo la possibilità delle opere descritte. Si ritiene ragionevole poter riutilizzare all'interno del sito circa 21.265 m^3 per la tratta T1, mentre per la tratta T2 1.117 m^3.

9 BILANCIO DEI MATERIALI

Nell'ambito della progettazione e dei movimenti dei materiali interessati dalle opere si riportano, in questo capitolo, le volumetrie dal punto di vista del bilancio dei materiali scavati e della loro gestione. Date le caratteristiche di detti materiali (geotecniche) e soprattutto lo scarso interesse ai fini della loro utilizzabilità nell'ambito del progetto, se ne prevede un limitato riutilizzo nell'ambito del progetto riferibile al terreno vegetale (poco proveniente dai tratti in esterno l'ambito urbano) ed alla quota di scavo che verrà trattata a calce per essere successivamente riposto in sito al di sotto del corpo del rilevato stesso.

In generale il materiale scavato verrà gestito complessivamente:

- riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per tutti i rinterri;
- conferimento del 90% del materiale in esubero in discariche per rifiuti inerti;
- conferimento del 10% del materiale proveniente dagli scavi in discariche per rifiuti non pericolosi.

9.1 TRATTO T1

Le opere della tratta T2 sono contraddistinte:

- Intervento in linea da inizio tratta T1 a via Fabbri
- Intervento in linea tra via Fabbri e via Bentivoglio
- Fermata Libia
- Intervento in linea tra Fermata Libia e fermata Rimesse
- Fermata Rimesse

Lo scavo complessivo delle opere è di 121.022 m^3.

Nella Tabella 9.1 vengono sintetizzati i m^3 del materiale riutilizzato nel medesimo cantiere, definito come sottoprodotto; per quanto riguarda il terreno scavato in esubero si provvederà allo smaltimento presso siti di discarica per rifiuti inerti e inerti non pericoloso.

Tabella 9.1 – Riassunto del materiale scavato e modalità di gestione

	U.M.	Descrizione	
Scavo totale	m^3		121.022
Scavo	m^3		96.100
Scavo diaframmi	m^3		23.471
Scavo micropali	m^3		1.451
Riutillizzo terre provenienti dagli scavi	m^3	Interramento tratta Zanolini -Rimesse /opere civili/Strutture Libia 2° fase	285
	m^3	Riempitivi vari, compattazione e sistemazione superficiale con regolarizzazione delle pendenze con terre provenienti dagli scavi	20.980
Conferimento a discarica per rifiuti inerti	m^3		92.199
Conferimento a discarica per rifiuti inerti NON pericolosi	m^3		7.615

Il materiale antropico derivante dalle demolizioni di opere esistenti è:

Tabella 9.2 – Materiale antropico derivante dalle demolizioni

	U.M.	Descrizione	
Materiale antropico derivante dalla demolizione di opere esistenti	m^2	Muratura ad una testa	661
	m^3	Pavimento in p.lle	164
	m^3	Pavimento con conglomerato ed inerti locali	801,33
	kg	Smontaggio opere in acciaio (recinzioni, ringhiere ecc.)	48.906
	m^3	Muratura in elevazione	53
	m^3	Opere in c.a.	918
	m^3	Pavimentazioni stradali in asfalto	3.149
	m^2	Pavimentazioni stradali in porfido	50
	m^3	scarifiche pav. Stradali	1.716
	m^3	Pavimentazioni stradali in cls	10

Per quanto riguarda il pietrisco rimosso si prevede che tutta la volumetria verrà conferita a discarica per rifiuti non pericoloso:

Tabella 9.3 – Gestione del pietrisco

	U.M.	
Pietrisco rimosso	m³	1.325
Conferimento a discarica per rifiuti non pericolosi	m³	1.325

9.2 TRATTO T2

Le opere della tratta T2 sono contraddistinte per una variazione nella tipologia strutturale dell'interramento della linea ferroviaria. Verrà infatti eseguita una trincea aperta tra le opere di sostegno, ad eccezione dei passaggi viari e ciclopedonali, gestiti con opere di scavalco. L'area di occupazione comprende tutto il sedime ferroviario, nonché gli spazi adiacenti di proprietà del gestore. La fasistica realizzativa è la seguente:

- Rimozione delle infrastrutture ferroviarie lungo la linea dismessa
- Prescavo per la realizzazione dei cordoli guida

Esecuzione delle paratie di sostegno sui lati nord-sud fino a via Cellini. La viabilità esistente non verrà interferita dalle lavorazioni in quanto tutte le lavorazioni avverranno in linea.

Lo scavo complessivo delle opere è di 77.511 m^3.

Nella Tabella 9.1 vengono sintetizzati i m^3 del materiale riutilizzato nel medesimo cantiere, definito come sottoprodotto; per quanto riguarda il terreno scavato in esubero si sprovvederà allo smaltimento presso siti di discarica per rifiuti inerti e inerti non pericoloso.

Tabella 9.4 – Riassunto del materiale scavato e modalità di gestione

	U.M.	Descrizione	
Scavo totale	m³		77.511
Scavo	m³		52.493
Scavo Pali	m³		1.863
Scavo diaframmi	m³		22.964
Scavo micropali	m³		191
Riutillizzo terre provenienti dagli scavi	m³	Sottoservizi,/Fognatura sifoni sotto binario	1.117
Conferimento a discarica per rifiuti inerti	m³		70.656
Conferimento a discarica per rifiuti inerti NON pericolosi	m³		6.454
Rilevati stradali realizzati con materiale riciclato proveniente da demolizioni edilizie	m³	INTERRAMENTO TRATTA T2/c (VIA LARGA) - Da Pk 4+549,30 (Fermata via Larga) a Pk 5+100,00 (Fine intervento)	699

Il materiale antropico derivante dalle demolizioni di opere esistenti è:

Tabella 9.5 – Materiale antropico derivante dalle demolizioni

	U.M.	Descrizione	
Materiale antropico derivante dalla demolizione di opere esistenti	m^3	Opere in c.a.	297
	m^3	Pavimentazioni stradali in asfalto	3.155
	kg	Smontaggio opere in acciaio (recinzioni, ringhiere ecc.)	39.500
	m^2	Pavimentazioni stradali in porfido	156
	m^2	Pavimentazioni stradali in cls e lastroni cunicoli	99

Per quanto riguarda il pietrisco rimosso si prevede che tutta la volumetria verrà conferita a discarica per rifiuti non pericoloso:

Tabella 9.6 - Gestione del pietrisco

	U.M.	
Pietrisco rimosso	m^3	1.430
Conferimento a discarica per rifiuti non pericolosi	m^3	1.430

9.3 UBICAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO E DI STOCCAGGIO DEI MATERIALI DI SCAVO

Secondo quanto previsto dall'art. 5 del D.M. 120/2017 il deposito del materiale scavato in attesa dell'utilizzo può avvenire all'interno del sito di produzione, dei siti di deposito intermedio o dei siti di destinazione.

Di prassi, compatibilmente con la logistica di cantiere, le aree di deposito intermedio saranno ubicate all'interno dell'area di cantiere, conducendo, in genere, le caratterizzazioni previste prima del trasporto a destino definitivo.

Nell'area di cantiere è prevista la predisposizione di aree logistiche funzionali alle lavorazioni svolte nel cantiere, destinate al deposito provvisorio dei materiali derivanti dagli scavi.

Ai fini della presente relazione tali aree vengono considerate come i siti di deposito intermedio in cui il materiale da scavo è temporaneamente depositato in attesa del suo trasferimento nei

siti di destinazione previsti. Infine in tali aree di cantiere, si può prevedere che avverrà anche il prelievo e la caratterizzazione ambientale secondo la normativa vigente.

Gli eventuali rifiuti o i materiali classificabili come tali, saranno tenuti rigorosamente distinti dai materiali di scavo riutilizzabili.

Sulla base delle esigenze tecniche e delle valutazioni di carattere operativo, sono stati previsti fin dalle prime fasi progettuali, ai fini della realizzazione dell'opera, Cantieri Operativi lungo la linea e Cantieri con funzione di Campo Base. I campi base sono caratterizzati da zone destinate allo stoccaggio materiale e terre da scavo co la pavimentazione realizzata con misto stabilizzato e compattato in modo da minimizzare lo sviluppo di polveri e poter gestire al meglio il trattamento delle acque di prima pioggia.

Nel dettaglio:

- Campo Base tratta T1: in prossimità del lotto adibito a verde adiacente a Via Bonaventura Cavalieri; l'area è stata ritenuta idonea in quanto non sono presenti attività sensibili e la vicinanza alle viabilità principali permette il suo raggiungimento senza limitare o alterare in nessun modo la circolazione esistente. Il campo base è caratterizzato da un'area pavimentata di 2600mq in cui sono stati previsti due accessi, il primo in direzione viabilità ordinaria e il secondo verso l'area di intervento.
- Campo Base tratta T2: situato nell'area verde posta tra via Larga e via Scandellara; tale area fungerà da sito di stoccaggio e movimentazione materiale per la realizzazione delle strutture della stazione di via Larga durante le fasi lavorative. fungere da sito di stoccaggio e movimentazione materiale per la realizzazione delle strutture della stazione di via Larga durante le fasi lavorative. Il campo base è caratterizzato da un'area pavimentata di circa 1800mq in cui viene previsto un accesso/uscita da via Scandellara con obbligo di svolta a destra in uscita e successivo indirizzo sulla rotatoria di via Larga.

Inoltre per tutti gli interventi è necessario realizzare strade provvisionali per la mobilità dei mezzi di cantiere, la pavimentazione ipotizzata deve quindi adattarsi a diverse situazioni tenendo in considerazione la realizzazione della viabilità su viabilità esistente e su tratti non pavimentati.

10 UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI SCAVATI

I siti di destinazione dei materiali di scavo prodotti durante la realizzazione dell'opera vengono individuati in:

- Opera stessa
- N. 5 impianti di riciclaggio e discarica

Si riporta una planimetria non in scala degli impianti di riciclaggio e/o discarica, mediamente la distanza degli impianti dall'aerea di intervento è di circa 30Km. I siti di destinazione dei materiali sono ubicati nelle province di Imola e Bologna.

In ogni caso, nel corso della redazione del progetto esecutivo, e preventivamente all'avvio dei lavori di scavo, sarà dettagliatamente definita la movimentazione dei materiali di scavo.

10.1 PERCORSI PREVISTI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI DI SCAVO

Il trasporto dei materiali da scavo avverrà prevalentemente su piste di cantiere ed tratti di viabilità stradale ordinaria.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- minimizzazione del numero e della lunghezza dei percorsi in aree urbane,
- individuazione delle arterie viarie a maggiore capacità di traffico,
- esclusione, laddove praticabile con percorsi alternativi, dell'attraversamento di aree residenziali,
- individuazione dei percorsi più rapidi tra i cantieri o le aree di lavoro e la viabilità a lunga percorrenza,
- individuazione di percorsi privi di passaggi a livello al fine di ridurre i tempi di percorrenza e, conseguentemente, le emissioni di scarichi, rumori e vibrazioni.

Per quanto riguarda l'individuazione dei percorsi previsti per il trasporto del materiale scavato tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione (siti di produzione, aree di caratterizzazione e/o deposito in attesa di utilizzo, siti di utilizzo) dovranno garantire i criteri sopra descritti.

Come già accennato, per quanto riguarda i percorsi da e per il cantiere del materiale scavato si è considerato, per semplicità di calcolo, un'area baricentrica al cantiere e si è valutata una distanza media di 30 km.

11 INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE PREVISTE IN CORSO D'OPERA

Le indagini di caratterizzazione condotte in fase progettuale sono servite per attestare la qualità dei terreni interessati dall'opera. È però fondamentale, nelle successive fasi progettuali e in corso di esecuzione andare a verificare che i materiali di scavo possano essere considerati dei sottoprodotti ai sensi del D.M. 120/2017 e del D.Lgs. 152/2006.

Questo capitolo ha lo scopo di definire alcune indicazioni sulle modalità di indagine per poter verificare il possesso dei requisiti richiesti come da normativa vigente dei materiali scavati e riutilizzabili come sottoprodotto.

11.1 ORGANIZZAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO E DEPOSITO TEMPORANEO

All'interno della stessa area di stoccaggio, aree temporanee o in aree diverse si potranno avere, in cumuli comunque separati:

- terre da scavo destinate alla caratterizzazione ambientale, da tenere in sito fino all'esito di tale attività;
- terre da scavo destinate al reimpiego nell'ambito del cantiere.

Nell'ambito delle varie aree di stoccaggio individuate, potranno essere allestite le piazzole per la caratterizzazione delle terre e gli eventuali impianti di cantiere per il trattamento dei terreni di scavo da destinare al riutilizzo nell'ambito del presente intervento (impianti di frantumazione e vagliatura, ecc) o in altro cantiere. La pavimentazione e delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno contenere.

Le aree di deposito temporaneo saranno in particolare destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo in esubero. Tale accumulo temporaneo è previsto per un duplice scopo di riutilizzo come sottoprodotto o di partenza verso impianti esterni al cantiere in oggetto. I predetti siti di deposito temporaneo dovranno essere dimensionati per garantire in caso di periodi prolungati il deposito in sicurezza e protezione delle terre.

Inoltre si suggerisce di adottare nelle aree di deposito intermedio delle terre scavate impianti, teli o canalette di raccolta delle acque piovane e di proteggere il materiale scavato da agenti atmosferici. La pavimentazione del deposito intermedio dovrà essere resa impermeabile.

11.2 GENERALITÀ SULLE MODALITÀ DI INDAGINE

L'esatta classificazione dei rifiuti prodotti potrà avvenire in sede di realizzazione dell'opera per cui in sede di demolizione e di scavo si procederà alla loro identificazione per poter procedere alla corretta collocazione nei punti idonei al loro smaltimento.

Date le modalità di lavorazione e l'organizzazione delle aree di cantiere, i materiali prodotti saranno depositati per un breve periodo nelle aree di stoccaggio per poi essere inviati all'impianto di trattamento e alla discarica.

In generale, vista la stratigrafia del sottosuolo investigato, si potranno prevedere di eseguire indagini sul cumulo di materiale scavato; tale materiale verrà posto nel sito di deposito temporaneo (cumulo "finale") e il prelievo dei campioni per le analisi relative al test di cessione e ai codici CER verranno eseguite prima che il materiale sia trasportato fuori dal sito o utilizzato come sottoprodotto.

11.3 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

11.3.1 GESTIONE NEL REGIME DEI RIFIUTI

Nell'ambito degli interventi previsti nel seguente progetto, i materiali di cui ai capitoli precedenti risulteranno descritti come rifiuti, verranno gestiti secondo la parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ovvero verranno classificati ed inviati ad idonei impianti di recupero/smaltimento, privilegiando il conferimento presso siti autorizzati al recupero, e solo secondariamente prevedendo lo smaltimento a discarica.

Per quanto riguarda le aree di stoccaggio saranno adeguatamente allestite ai sensi di quanto previsto dalla normativa vigente e in particolare secondo l'art. 183 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

La macro categoria di riferimento è la:

17 – Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti Contaminati).

Rispetto all'Allegato D (catalogo europeo dei rifiuti CER) le tipologie di rifiuti che potranno essere prodotti dalle lavorazioni, adottando una gamma molto ampia, potrebbero riguardare le seguenti tipologie:

17 01 00 cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche

17 01 01 cemento

17 01 02 mattoni

17 01 03 mattonelle e ceramiche

17 01 06 * miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose

17 01 07 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06

17 03 00 miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame

17 03 01 * miscele bituminose contenenti catrame di carbone

17 03 02 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01

17 03 03 * catrame di carbone e prodotti contenenti catrame

17 05 00 terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio

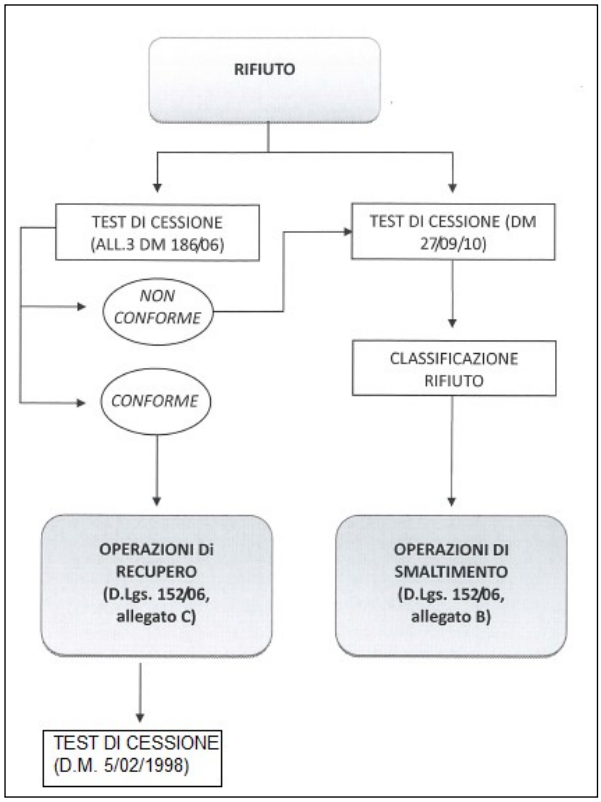
17 05 03 * terra e rocce, contenenti sostanze pericolose

17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

17 09 00 altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione

17 09 04 rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

Lo smaltimento delle terre scavate sarà a cura dell'impresa appaltante, la quale provvederà a redigere apposito manuale di gestione ambientale, atto a definire le procedure necessarie per questa attività.



Allo scopo di classificare il materiale scavato i risultati delle analisi ai fini della classificazione sul tal quale verranno posti a confronto con i limiti di cui agli allegati D, H e I della parte IV del D.Lgs. 152/2006. In generale per le opere in oggetto, ai fini della verifica di accettabilità a discarica (D.M. 27 settembre 2010) o impianto di recupero (DM 5/2/98 modificato dal DM 186/2006) i campioni saranno inoltre sottoposti a test di cessione sui seguenti analisi:

Arsenico	Cloruri
Bario	Fluoruri
Cadmio	Solfati
Cromo totale	DOC
Rame	TDS
Mercurio	Nitrati
Mo	Cianuri
Nichel	Berillio
Piombo	Vanadio
Selenio	Amianto
Antimonio	COD
Zinco	pH

11.3.2 TEST DI CESSIONE AI FINI DEL RECUPERO

Con lo scopo di privilegiare il conferimento presso siti autorizzati al recupero, sul materiale che si prevede di smaltire verrà effettuato il test di cessione per verificare la possibilità ad essere recuperato. Questo avverrà attraverso il test di cessione descritto dal D.M. 5/02/1998 come disciplinato dall'art. 3 (recupero di materiale) e art. 5 (recupero ambientale). Qualora il test di cessione citato non risulterà conforme ai limiti dell'Allegato 3 del D.M. 186/2006 il materiale verrà analizzato secondo il test di cessione ai fini dello smaltimento (capitolo successivo).

I valori di concentrazione ottenuti dal set analitico di analisi saranno confrontati con quelli riportati in tabella in Allegato 3 del D.M. 5/02/1998 e s.m.i. (D.M. 186/2006).

11.3.3 Test di cessione ai fini dello smaltimento

Sul materiale considerato rifiuto che si prevede di smaltire verrà effettuato il test di cessione per la verifica all'ammissibilità in discarica ai sensi del D.M. 27/09/2010 (Tabella 2, Tabella 5, Tabella 6), nonché la Tabella 3 relativa ai limiti di accettabilità per i composti organici in discarica per inerti.

I risultati delle analisi sull'eluato andranno confrontati con la tabella 2, 5 e 6 del decreto citato.

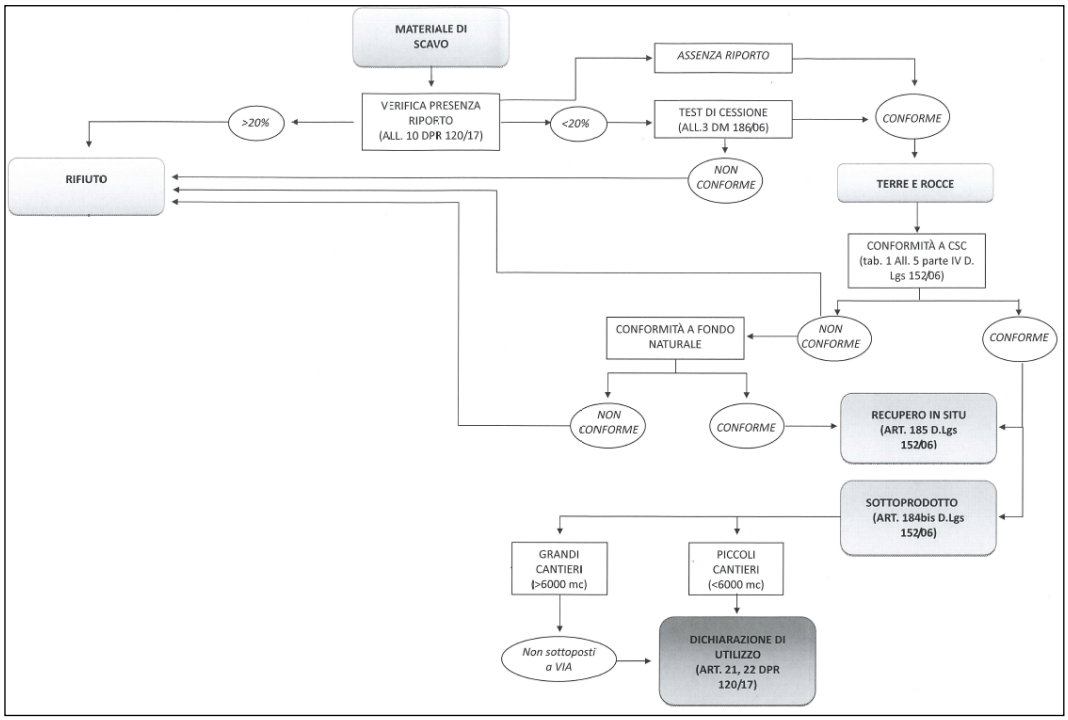
11.3.4 GESTIONE NEL REGIME DEL SOTTOPRODOTTO

La scelta dei parametri ambientali dipende da quello che c'è stato e c'è nel sito che sarà sottoposto allo scavo (aree residenziali, agricole, artigianali o industriali, e aree di stoccaggio rifiuti e/o materie prime) e dai contaminanti diffusi presenti nelle aree limitrofe (Idrocarburi, IPA, Solventi Clorurati, PCB, Metalli), derivanti dalle attività antropiche.

La ricerca di eventuali parametri aggiuntivi può dipendere da prescrizioni presenti nell'autorizzazione del sito di utilizzo. La scelta può essere fatta seguendo i "Criteri generali per

la caratterizzazione dei siti contaminati" descritti nell'Allegato 2 - Parte IV - Titolo V del D. Lgs. 152/2006.

Di seguito si riporta un diagramma operativo secondo la normativa vigente.



12 DISPOSIZIONI NORMATIVE GENERALI

12.1 DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETÀ

Almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo il produttore ha l'obbligo di effettuare la Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà secondo l'art. 21 e Allegato 6 del D.M. 120/2017 ed inviarla al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente.

Nella dichiarazione il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotto, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo.

12.2 TRASPORTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IDENTIFICATE COME SOTTOPRODOTTO

Per le terre e rocce qualificate come sottoprodotto il trasporto fuori dal sito di produzione è accompagnato, secondo l'art. 6 del D.M., dalla documentazione indicata nell'Allegato 7.

12.3 TRASPORTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IDENTIFICATE COME RIFIUTO

Per il materiale non rientrante nel paragrafo precedente e quindi incluso nella parte IV del D.Lgs 152/2006 verrà trasportato con il documento di trasporto descritto dalla normativa citata.

12.4 DICHIARAZIONE DI UTILIZZO

A conclusione dei lavori di utilizzo la dichiarazione di utilizzo come da allegato 8 del D.M. 120/2017 è compilata dall'esecuto dal produttore. Tale documento verrà trasmesso all'Autorità Competente.