


Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest – "Declassata di Prato"
Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni mediante la realizzazione di un sottopasso

PROGETTO DEFINITIVO

cod. FI463

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI		MANDATARIA: 	MANDANTI:  
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL</i> <i>Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>		IL PROGETTISTA: GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA ED OPERE IN SOTTERRANEO: <i>Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723</i>	
IL GEOLOGO: <i>Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA</i> <i>Ordine Geologi Regione Toscana n° 728</i>		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA</i> <i>ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921</i>	
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: <i>Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723</i>		CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE: <i>Ing. Alessio Gori – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969</i>	
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO: <i>Ing. Raffaele Franco Carso</i>		IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760</i>	
PROTOCOLLO:	DATA:	COLLABORATORI DI PROGETTO: <i>Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA</i> <i>Arch. Valentina Iaia – POLITECNICA</i> <i>Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA</i> <i>Geom. Angela Pantiferi – POLITECNICA</i>	

02 – GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

02.2 – Piano Gestione Materie

Piano Preliminare di Utilizzo ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017

CODICE PROGETTO		NOME FILE		PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	02.07_P00_GE00_GEO_RE06_B	02.07		
DPFI10	D	1901	CODICE ELAB. P00GE00GEORE06		B	-
D						
C						
B	Revisione a seguito di istruttoria Anas	03/2020	POLITECNICA	M.MANCONE	M.MANCONE	A.RENSO
A	EMISSIONE	12/2019	POLITECNICA	M. MANCONE	M.MANCONE	A.RENSO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	RIFERIMENTI LEGISLATIVI.....	2
2.1	Gestione dei rifiuti e delle terre e rocce da scavo.....	3
3	BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI	6
3.1	Le quantità di materiale scavato e riutilizzato	6
3.2	Operazioni sui materiali di scavo	7
4	IL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	8
4.1	Cantiere base	8
4.2	Viabilità di cantiere per i materiali di scavo	9
5	INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO	11
5.1	Inquadramento geologico	11
5.2	Assetto litostratigrafico.....	15
5.3	Inquadramento geomorfologico	15
5.3.1	Geomorfologia locale.....	16
5.4	Inquadramento idrogeologico	17
6	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI PROGETTAZIONE	21
6.1	Caratterizzazione ambientale dei terreni.....	21
6.2	Sintesi dei risultati delle indagini ambientali	21
7	MODALITA' DI GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	29
8	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE	31
8.1	Riutilizzo interno al progetto.....	31
8.1.1	Operazioni sui materiali di scavo	31
8.1.2	I siti di deposito intermedio	31
8.1.3	Modalità di deposito dei materiali di scavo	32
8.1.4	Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo.....	32

8.1.5	Rispetto dei requisiti di qualità ambientale	35
8.2	Gestione dei materiali di scavo come rifiuti.....	36
8.2.1	Caratterizzazione e gestione dei materiali in corso d’opera	37
8.2.2	Analisi in corso d’opera sul tal quale ai fini della classificazione e dell’omologa.....	37
8.2.3	Test di cessione ai fini del recupero	38
8.2.4	Test di cessione ai fini dello smaltimento	38
9	SITI DISPONIBILI PER IL CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI SCAVO E DEMOLIZIONE.....	40

1 PREMESSA

Il presente elaborato descrive le modalità di gestione dei materiali di risulta nell'ambito dei lavori relativi al progetto "Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest - Declassata di Prato - Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni", sia in qualità di terre e rocce da scavo ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017 (Piano Preliminare di Utilizzo), sia in qualità di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

In particolare, il presente documento si prefigge l'obiettivo di riepilogare tutte le modalità di gestione dei materiali di risulta individuate nella presente fase progettuale, rimandando per i dettagli agli elaborati specialistici di riferimento.

Qualora durante le successive fasi dell'opera, anche a lavorazioni avviate, intervengano nuovi elementi o considerazioni tali da originare modificazioni significative ai contenuti del presente Piano si darà luogo ad una tempestiva revisione del presente documento.

Per una migliore comprensione del presente documento si faccia riferimento agli specifici elaborati grafici ed illustrativi con l'indicazione dei punti indagati ed alle risultanze delle analisi di laboratorio:

- 02.01_P00_GE00_GEO_PU01_A – Planimetria ubicazione indagini geognostiche e ambientali
- 02.06_P00_GE00_GEO_RE05_A – Relazione indagini ambientali

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- DPR n. 120 del 13 giugno 2017 (impiegato come linea guida) – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, nr. 164;
- "Legge 11 agosto 2014, n. 116 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91: Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea;
- Decreto Ministeriale 22 dicembre 2010 "Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti";
- Decreto legislativo 3 dicembre 2010, n. 205 "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive";
- Decreto Ministeriale 27 settembre 2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005";
- Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n.128 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69";
- Legge del del 27 febbraio 2009 n. 13 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto- legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente";
- Legge del 28 gennaio 2009 n. 2 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge
- Decreto Legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale";
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- Dm Ambiente 5 aprile 2006, n. 186 decreto di modifica del Decreto Ministeriale 5.2 .98. "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5.2.97, n. 22";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - "Norme in materia Ambientale". Il D. Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;

- Decreto Ministeriale 29 luglio 2004, n° 248 - "Disciplina delle attività di recupero, trattamento e smaltimento dei beni di amianto e prodotti contenenti amianto".
- Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36. "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti";
- Legge 23 marzo 2001, n. 93 - Disposizioni in campo ambientale (collegato ambientale) pubblicata sulla Gazzetta ufficiale del 4 aprile 2001 n. 79;
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 98 - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22;
- Deliberazione 27 luglio 1984 - Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti;
- Legge 22 luglio 1975, n. 382 "Norme sull'ordinamento regionale e sulla organizzazione della Pubblica Amministrazione" - legge delega al Governo;
- Decreti del 1972 (n. 3 del 14 gennaio) e del 1977 (n. 616 del 24 luglio), in seguito ai quali le cave rientrano tra le materie di competenza delle regioni, che possono così emanare leggi autonome in materia, pur nel rispetto della normativa nazionale;
- D.P.R 24 luglio 1977, n. 616 "Attuazione della delega di cui all'art.1 della legge 22 luglio 1975, n. 382 (art. 62)", è stato attuato il trasferimento delle competenze in materia "cave e torbiere" dallo Stato alle Regioni;
- Regio Decreto n. 1443 del 29 luglio 1927 che distingue le attività estrattive di cava e di miniera in relazione alla tipologia di materiale estratto.

2.1 Gestione dei rifiuti e delle terre e rocce da scavo

Come noto, la normativa in tema di rifiuti è stata modificata con l'entrata in vigore del Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", la cui promulgazione ha favorito il riordino in un testo unico di varie disposizioni normative in campo ambientale.

La gestione dei rifiuti è disciplinata dalla parte IV, titolo I del D. Lgs.152/06 e s.m.i., che fornisce i criteri generali per la riduzione della produzione e l'applicazione di tecniche che consentano di recuperare quanto più possibile nell'ottica di smaltire solo le frazioni residuali derivanti dal loro trattamento.

Nell'allegato D alla parte IV del Decreto Legislativo 152/2006 viene riportato l'elenco dei rifiuti con relativo codice a sei cifre (CER) ed i criteri di attribuzione del codice stesso. L'elenco dei rifiuti è suddiviso in 20 capitoli, differenziati in base al loro ambito di provenienza. Le tipologie, in ogni capitolo, sono individuate da tre coppie di cifre, di cui la prima individua l'attività che ha prodotto il rifiuto, la seconda il processo specifico all'interno della generica attività, la terza definisce la singola tipologia di rifiuto.

Nell'elenco dei rifiuti sono inoltre presenti alcune voci, definite voci specchio, delle quali una si riferisce al rifiuto pericoloso per la presenza o meno di sostanze pericolose e l'altra allo stesso rifiuto, non pericoloso.

La natura pericolosa del rifiuto viene stabilita valutando se le sostanze pericolose in esso contenute lo sono in concentrazioni uguali o maggiori ai limiti indicati nell'articolo 2 della Decisione 2000/532/CE, cioè mediante una verifica chimico-analitica dei contaminanti e non più della provenienza dei rifiuti.

Lo stesso D.Lgs. 152/06 fornisce anche indicazioni sul deposito temporaneo (art. 183, comma 1, lettera bb), ossia il raggruppamento di rifiuti effettuato nel luogo in cui essi sono prodotti prima dell'avvio alle operazioni di recupero o smaltimento.

Nello stesso riferimento normativo vengono definiti alcuni aspetti che rivestono un ruolo centrale nella gestione dei rifiuti e delle terre da scavo, quali per l'appunto i criteri di classificazione dei rifiuti (art. 184), le condizioni che debbono essere soddisfatte ai fini della qualifica come "sottoprodotto" (art. 184 bis così come modificato dall'art. 12 del DLgs 205/2010), l'obbligo di tenere registri di carico e scarico dei rifiuti (art. 190), le fattispecie che configurano l'esclusione dall'ambito di applicazione della parte Quarta del decreto in parola (art. 185, così come modificato dall'art. 13 del DLgs 205/2010), i criteri che disciplinano il trasporto (art. 193), le modalità per l'autorizzazione di impianti di trattamento, sia fissi che mobili (art. 208), e le procedure semplificate legate ad operazioni di recupero (artt. 214 e 216).

Il quadro qui sinteticamente ricapitolato ha avuto un'ulteriore modifica a seguito della emanazione del DPR 120/2017 che, come recita l'articolo 1, contiene «disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

- a) alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o a AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti e infrastrutture;
- b) alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;
- c) all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;
- d) alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica»

Senza volersi addentrare in questa sede in un'approfondita disamina dei contenuti del decreto, originato da quanto disposto dal DL 133/2014 (c.d. "Sblocca Italia") e con il quale sono state peraltro abrogate le diverse norme nella materia di competenza del decreto stesso succedutesi nel tempo (DM 161/2012; art. 41, comma 2 e 41-bis del DL 69/2013 – c.d. "Decreto del fare" -, convertito, con modificazioni, dalla L 98/2013), le disposizioni che si ritiene presentino una maggiore rilevanza ai fini della configurazione normativa dei diversi modelli gestionali delle terre e rocce da scavo sono quelle di cui agli articoli 4 "Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti", 5 "Deposito intermedio", 9 "Piano di utilizzo", nonché 14, 15, 16 e 17. Riguardanti rispettivamente l'efficacia, l'aggiornamento, la proroga e la realizzazione di detto Piano, per quanto concerne il Titolo II "Terre e rocce da scavo che soddisfano la definizione di sottoprodotto"; all'art. 23 "Disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti", relativamente al

successivo Titolo III "Disposizioni sulle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti"; infine, all'art. 24 "Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti", per quanto riguarda il Titolo IV "Terre e rocce da scavo escluse dall'ambito di applicazione della disciplina sui rifiuti".

Nello specifico, per quanto attiene alle terre considerate quali sottoprodotti, i requisiti che secondo il citato articolo 4 debbono essere soddisfatti sono i seguenti:

- a) «Sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- b) Il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza:
 1. nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;
 2. in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;
- c) Sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- d) Soddiscano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b)»

Per quanto invece riguarda le terre e rocce da scavo escluse dal campo di applicazione dei rifiuti, ai sensi del comma 1 dell'art. 24, queste «devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione».

Si evidenzia che, in ragione di quanto disposto dal comma 3 del medesimo articolo, «nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale, la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello studio di impatto ambientale (SIA), attraverso la presentazione di un "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" [...]».

3 BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI

3.1 Le quantità di materiale scavato e riutilizzato

Il progetto definitivo in esame predilige in linea generale l'ottimizzazione dei processi produttivi e il massimo riutilizzo del materiale scavato.

Date le caratteristiche litologiche dei materiali in sito e delle opere in progetto, è stato possibile definire i volumi in gioco in termini di approvvigionamento/smaltimento dei materiali con l'obiettivo di quantificare il materiale di scavo eventualmente riutilizzabile e ridurre al minimo gli approvvigionamenti esterni di inerti/calcestruzzi/materie prime e gli smaltimenti esterni di rifiuti.

Si riporta di seguito una descrizione del bilancio e della gestione dei materiali dell'opera, che, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento, saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni.

PRODUZIONE MATERIALI DI RISULTA [mc]		FABBISOGNO [mc]		UTILIZZO INTERNO [mc]	APPROVVIG. ESTERNO [mc]	ESUBERI CONFERITI IN IMPIANTI DI RECUPERO RIFIUTI [mc]
Materiali di scavo	247.770	Rilevati	14.950	-	14.950	231.070
		Fondazione stradale	15.240		15.240	
		Ricoprimento galleria *	10.200	10.200	-	
		Terreno vegetale **	6.500	6.500	-	
Scavi provenienti da trivellazione pali	19.700					19.700
TOTALI	267.470		46.890	16.700	30.190	250.770
Demolizioni ca	2.000				-	2.000
Fresatura pavimentazione stradale	4.000					4.000
TOTALI DEMOLIZIONI	6.000					6.000

* = Primo strato ** = Secondo strato galleria + ripristino area cantiere

In riferimento alla tabella sopra riportata, pertanto, la realizzazione del progetto inerente il "Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni" porterà alla produzione di un

quantitativo di scavi complessivo di **267.470 mc** (in banco) che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, sarà suddiviso nel seguente modo:

- **16.700 mc** riutilizzabili all'interno della stessa opera (ricoprimento galleria artificiale e ripristino area di cantiere) ai sensi dell'art. 24 del DPR 120/2017;
- materiale da conferire ad impianto di recupero da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006: **250.770 mc**.

I **16.700 mc** riutilizzabili all'interno del progetto sono rappresentati da:

- **6.500 mc di terreno vegetale** proveniente dallo scotico dell'area di cantiere e dalla parte più superficiale della demolizione del rilevato stradale esistente;
- **10.200 mc di terreno di scavo** proveniente dalla demolizione del rilevato stradale esistente.

Inoltre, poiché per la realizzazione delle opere sono necessari **ca. 30.190 mc** di materiale inerte per rilevati e fondazioni stradali, si prevede l'approvvigionamento di **ca. 30.190 mc** di tale materiale.

Infine, è prevista la demolizione di alcune opere in c.a. per un volume complessivo pari a circa **2.000 mc** e la fresatura delle pavimentazioni stradali esistenti per un volume complessivo pari a circa **4.000 mc**, che saranno conferiti in appositi impianti di recupero e gestiti come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006.

3.2 Operazioni sui materiali di scavo

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche dei materiali di scavo e renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace, si prevede di sottoporli a trattamenti di normale pratica industriale.

In particolare, al fine di garantire il rispetto delle migliori caratteristiche meccaniche e prestazionali saranno sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale tutti i materiali provenienti dagli scavi che si prevede di riutilizzare nell'ambito dell'appalto per attività di rinterro, per un totale complessivo di ca. 16.700 mc.

Nel dettaglio sono previste le seguenti operazioni di normale pratica industriale:

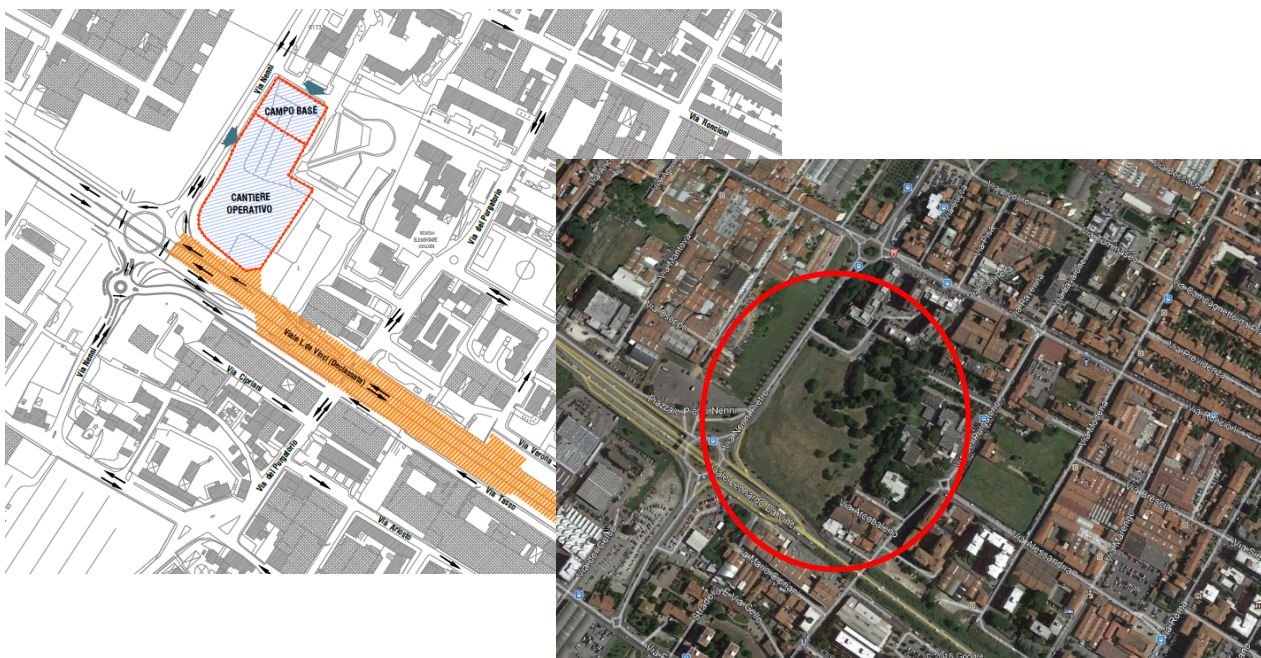
- la selezione granulometrica del materiale da scavo mediante vagliatura; la vagliatura avverrà all'interno dell'area di cantiere.

4 IL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

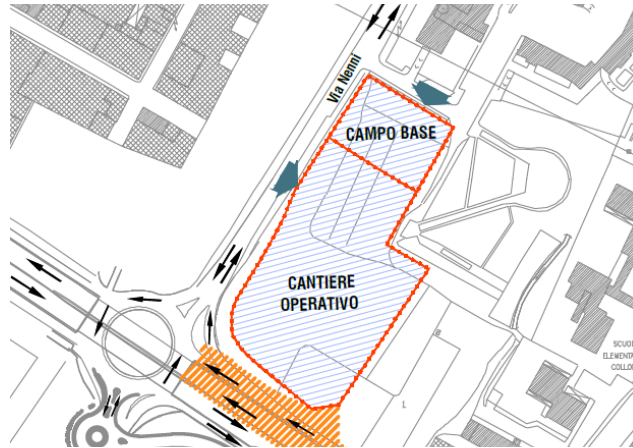
Vista la limitata estensione territoriale dell'intervento in oggetto è stato previsto un solo Cantiere base, con funzione logistica, localizzato in un'area facilmente raggiungibile e collegato con le principali arterie di comunicazione della zona. Saranno poi previste ed opportunamente delimitate le aree destinate alle singole lavorazioni.

4.1 Cantiere base

Si prevede la realizzazione del campo base nell'area attualmente dismessa ubicata all'incrocio fra via Pietro Nenni e la rampa di collegamento alla "Declassata" dalla corsia direzione Pistoia.



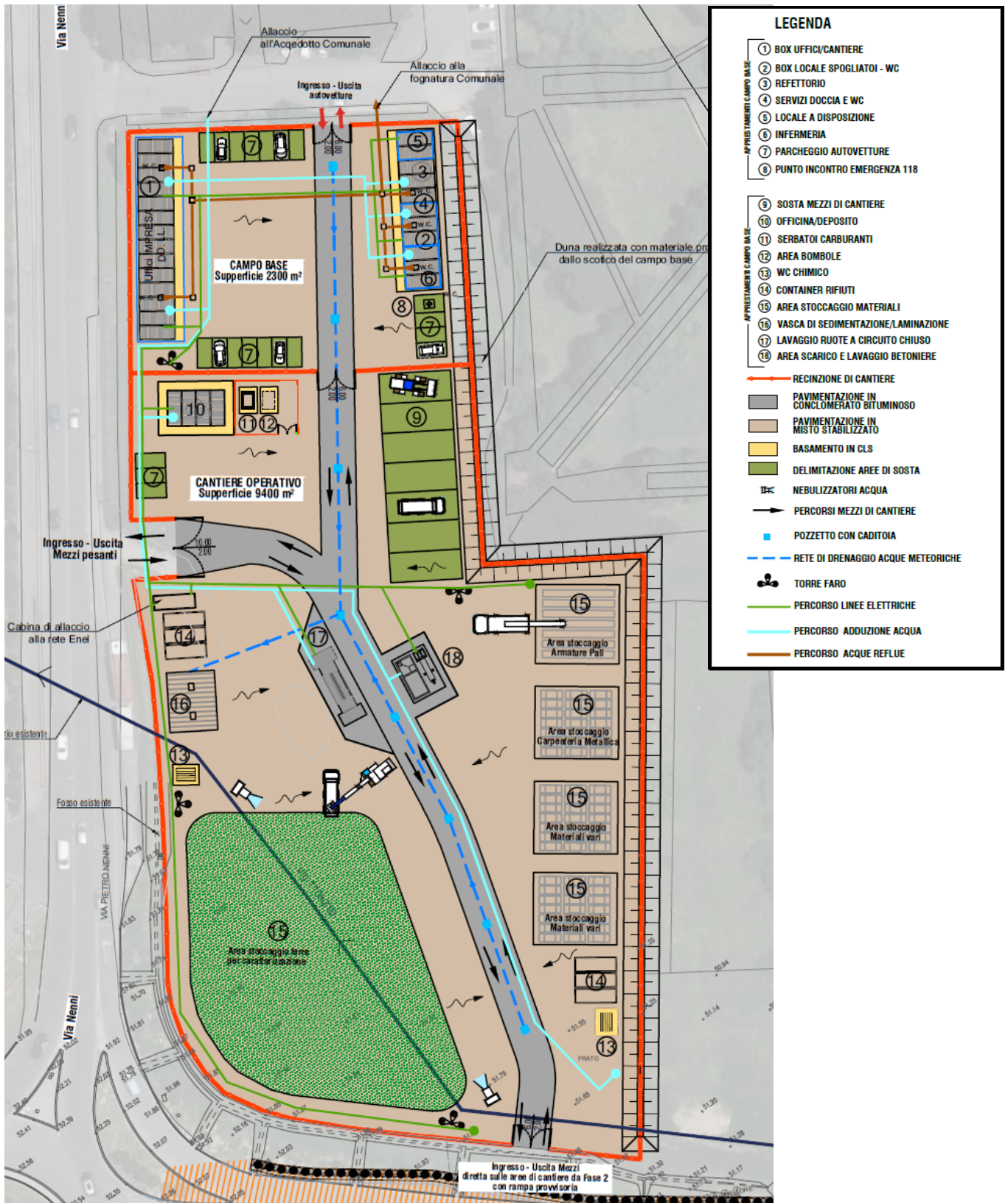
Sarà quindi facilmente collegato a Viale Leonardo Da Vinci, tramite via Pietro Nenni e le rotatorie poste subito a nord ed a sud dell'accesso all'area principale di cantiere. Per migliorare ulteriormente la gestione dell'area del cantiere base, questa verrà "suddivisa" in due porzioni: il campo base con funzione logistica e il campo con funzione operativa.



Le due aree hanno anche accessi distinti: quello lato via Pietro Nenni sarà riservato ai mezzi pesanti che si dirigeranno verso le aree di stoccaggio localizzate nella porzione "operativa", mentre le autovetture destinate al campo base potranno accedere dalla viabilità interna.

4.2 Viabilità di cantiere per i materiali di scavo

In fase di scavo sarà garantito un accesso diretto dalle aree di lavorazione verso il cantiere operativo e la relativa area di deposito terre, come indicato nello schema di layout del Cantiere nella pagina seguente.



5 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici che caratterizzano l'area di indagine.

5.1 Inquadramento geologico

L'area in esame appartiene alla fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale ed è parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea, sviluppata prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche (Figura 5.1).

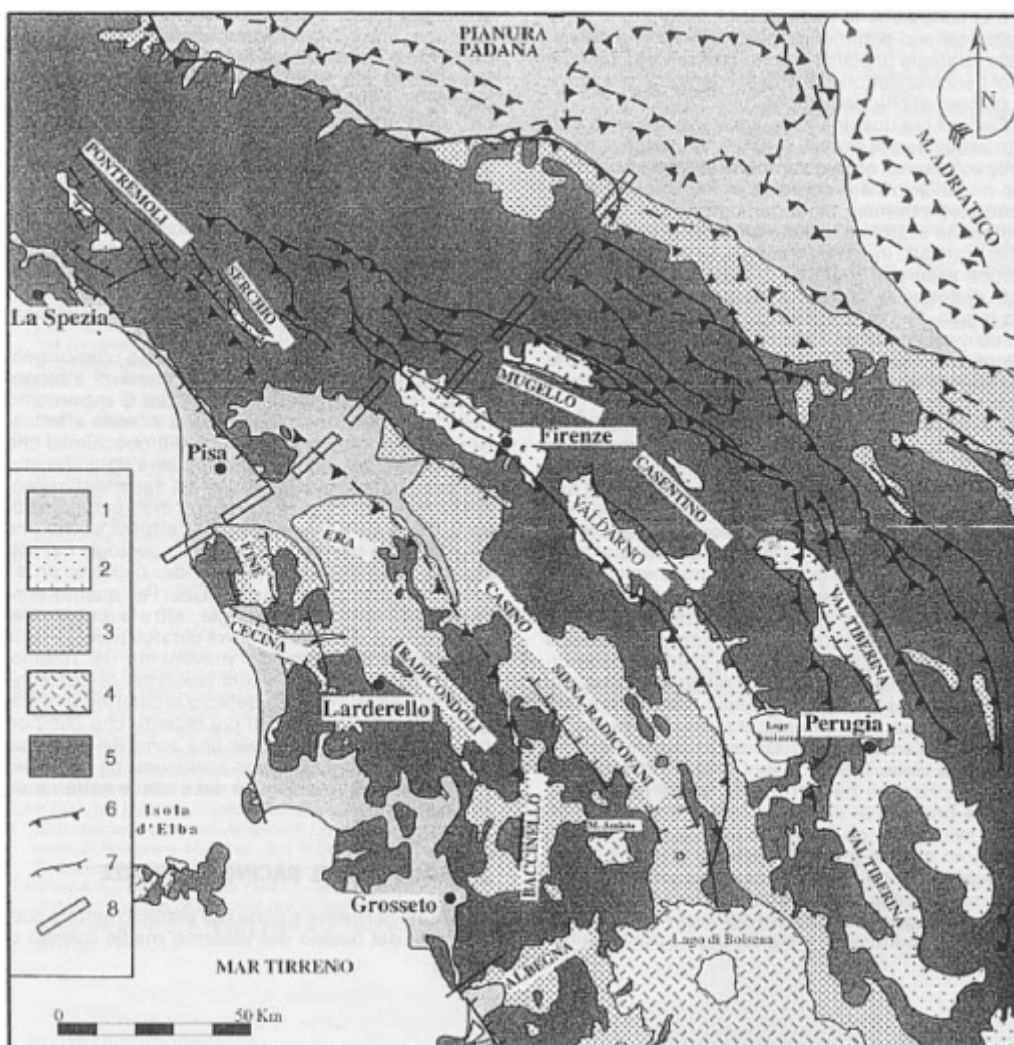


Fig. 5.1. Carta schematica strutturale dell'Appennino settentrionale: 1. depositi alluvionali; 2. depositi continentali plio-pleistocenici dei bacini intermontani; 3. depositi neogenico quaternari dei bacini interni e del bordo padano adriatico; 4. rocce ignee; 5. substrato; 6. principali fronti di accavallamento; 7. principali faglie normali; 8. linea tettonica trasversale Livorno – Sillaro. (Boccaletti et al. 1997).

L'Appennino Settentrionale è una catena a falde e thrust, formatasi a partire dal Cretaceo superiore in relazione a più fasi tettoniche legate alla chiusura dell'Oceano Ligure –Piemontese ed alla conseguente collisione continentale tra le placche europea ed adriatica (Boccaletti & Coli, 1983).

La storia tettonica che ha portato alla sua formazione si è sviluppata in modo continuo ed è tuttora in atto. Durante la sua evoluzione è comunque possibile distinguere alcuni periodi (fasi tettoniche) in cui l'intensità delle deformazioni è risultata particolarmente elevata e tale da lasciare una registrazione stratigrafica degli eventi:

- dal Cretaceo all'Eocene medio (fase oceanica) si verifica la progressiva chiusura del paleo Oceano Ligure - Piemontese con la conseguente formazione di un prisma di accrezione che coinvolge successioni Liguri e Subliguri. La fase tettonica principale è databile Eocene medio e viene denominata "Fase Ligure"; tale fase è testimoniata dall'importante discordanza fra la Successione Epiligure e le sottostanti Liguridi precedentemente deformate;
- le fasi deformative succedutesi dall'Oligocene in poi, si sono verificate in un quadro geodinamico molto differente (fase continentale), rappresentato da un regime collisionale e post - collisionale in cui sono state progressivamente coinvolte nella deformazione le successioni dell'Avampaese Toscano e Umbro con i sovrastanti depositi di Avanfossa (Macigno, Modino, Cervarola, Marnoso Arenacea). La migrazione continua del fronte deformativo per tutto il Miocene ed il Pliocene ha coinvolto successivamente i domini più esterni dell'Avampaese Appenninico (Dominio Umbro - Marchigiano e Padano) fino a determinare la configurazione attuale della catena nord - appenninica.
- In questo quadro tettonico si pone l'evoluzione dell'area in esame che vede, durante il Miocene medio, il sovrascorrimento della Falda Toscana sull'Unità Cervarola – Falterona; successivamente durante il Miocene superiore, le Unità Liguridi avanzano ulteriormente verso l'esterno della catena, sovrascorrendo sia sulla Falda Toscana che sull'Unità Cervarola Falterona già impilate (Coli & Fazzuoli, 1983). Durante queste fasi la dorsale nord-appenninica si solleva ed assume l'aspetto di un'ampia catena montuosa. A partire dal Miocene superiore, il fronte compressivo è seguito da un fronte distensivo, legato all'apertura del Bacino Tirrenico (Elte et al., 1975; Bartolini et al., 1983; Boccaletti et al., 1985; 1995).
- Attualmente i due regimi tettonici coesistono in due fasce longitudinalmente contigue della catena (Coli, 1992): sul versante tirrenico è attivo il regime distensivo, su quello adriatico quello compressivo. Il regime tettonico distensivo ha portato alla smembramento della catena attraverso una gradinata di faglie normali immergenti verso il Tirreno, ed allo sviluppo di depressioni tettoniche via via più giovani da ovest verso est.

Dal Tortonian superiore nella parte interna della catena appenninica si sono sviluppati dei bacini fra i quali il Bacino di Firenze-Prato-Pistoia (Figura 5.2), che classicamente sono stati interpretati come generati in regime distensivo. Tale regime infatti era spiegato mediante un modello evolutivo della catena che prevedeva la migrazione del fronte compressivo verso est e l'instaurarsi di un regime di estensione nelle zone più interne. Studi più recenti ipotizzano riattivazioni in compressione dei thrusts durante il tardo Miocene, il Pliocene ed il Pleistocene.

E' possibile affermare che le condizioni tettoniche abbiano fortemente influenzato, se non addirittura regolato nel tempo, la deposizione dei sedimenti lacustri e fluviali della piana di Firenze-Prato-Pistoia.

Solo i depositi alluvionali recenti ed attuali si trovano nella loro posizione originaria.

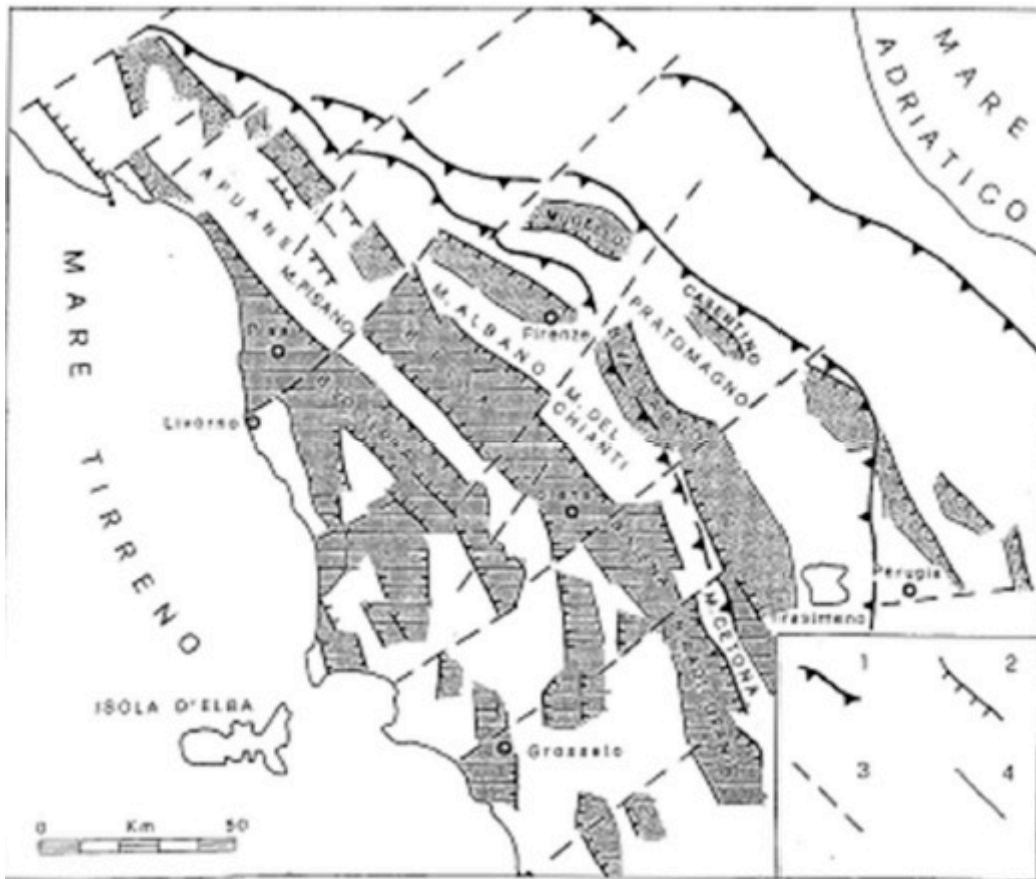


Fig. 5.2. Distribuzione dei principali bacini neogenici e quaternari dell'Appennino Settentrionale. 1=principali fronti di accavallamento; 2=faglie principali ai bordi dei bacini; 3=linee tettoniche trasversali; 4=faglie minori al bordo dei bacini. (BOSSIO et alii 1992).

L'elemento tettonico principale del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia è rappresentato dal sistema di faglie lungo la direttrice Prato – Fiesole, che consiste in un fascio sub-parallelo di faglie normali, disposto a gradini ed orientato circa NO-SE con immersione a SO.

Tale sistema delimita il margine orientale del bacino (Fig. 5.3 e Fig. 5.4) e risulta formato da diverse faglie sub parallele disposte a gradinata, che nell'area di studio sono completamente sepolte al di sotto sedimenti lacustri ed alluvionali.

5.2 Assetto litostratigrafico

Per la stratigrafia dell'area di progetto si fa riferimento ai sondaggi effettuati nel 2012-2013 e nel 2018. Si tratta in tutto di 10 sondaggi realizzati lungo il tratto stradale oggetto dell'intervento.

Le stratigrafie consentono di derivare il seguente modello geologico:

- Copertura superficiale (**h6**): è costituita da materiale di riporto eterogeneo con spessore compreso tra 0,30 e 4,80m
- Alluvioni recenti (**bnal**): hanno litologia sabbioso-limosa o limoso-sabbiosa, e sono presenti fino alla profondità massima di 5,20m con o senza presenza di riporto al tetto. Il contatto con i sottostanti depositi di conoide è abrupto e si distinguono per l'assenza di clasti o, in rari casi, per una netta prevalenza della matrice.
- Depositi di conoide: si trovano in facies prevalentemente grossolana (**bnc(g)**), con lenti o strati poco potenti in facies medio-fine (**bnc(s)** e **bnc(l)**) non sempre correlabili tra loro a testimonianza della episodicità della relativa fase sedimentaria. All'interno della facies principale **bnc(g)** i rapporti scheletro/matrice sono molto variabili sia in senso orizzontale che verticale, situazione, questa, che ben rispecchia l'ambiente di deposizione.

5.3 Inquadramento geomorfologico

L'area di intervento è localizzata nella parte centrale della pianura di Firenze-Prato-Pistoia, che rappresenta l'evoluzione di un bacino lacustre formatosi nel Pliocene inferiore e nel quale si sono accumulati sedimenti per uno spessore massimo di circa 600 metri.

L'unità paleogeografica ha una forma allungata con l'asse maggiore orientato NW-SE ed è costituita da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri non litificati, sedimentatisi entro una fossa tettonica, la cui formazione è connessa con le fasi distensive post-parossistiche dell'orogenesi appenninica (Pliocene).

Il bacino lacustre presenta la sua profondità massima nella zona tra Campi Bisenzio e Calenzano (500-550 m); minori profondità si sono riscontrate tra Prato e Pistoia (400-450 m); le profondità minime sono invece presenti nella zona di Firenze (50 m nel centro cittadino).

L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della Gonfolina mentre i principali immissari erano costituiti da un paleo-Ema nella conca di Firenze, dall'Ombrone all'estremo opposto del bacino e dal Bisenzio nella sua parte centrale.

Il progressivo abbassamento del fondo del lago veniva compensato dal forte trasporto solido dei corsi d'acqua grazie al fatto che l'area appenninica di provenienza era in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione. Il fondo del bacino risultò di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale e con maggiore profondità verso il margine settentrionale a causa dell'azione della faglia normale che lo delimitava verso NE.

Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore (localizzate lungo l'asse Castello-Scandicci) interessarono il substrato pre-lacustre, causando il sollevamento (di circa 150-200 m) della conca di Firenze rispetto al resto del bacino.

In questa pianura così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico il cui corso principale sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine, formando una pseudo-conoide (argille con inclusioni ghiaiose derivanti dallo smantellamento dei precedenti sedimenti lacustri) che si estendeva verso Osmannoro e Campi Bisenzio. Ciò causò un raccorciamento dell'area occupata dal lago, che veniva così ad essere delimitato a Sud-Est dall'allineamento Castello-Scandicci.

Nella successiva fase alluvionale si instaurò un reticolo idrografico facente capo all'Arno che, con numerosi cicli di erosione e deposizione (che seguirono il ritmo delle glaciazioni quaternarie), rimaneggiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti.

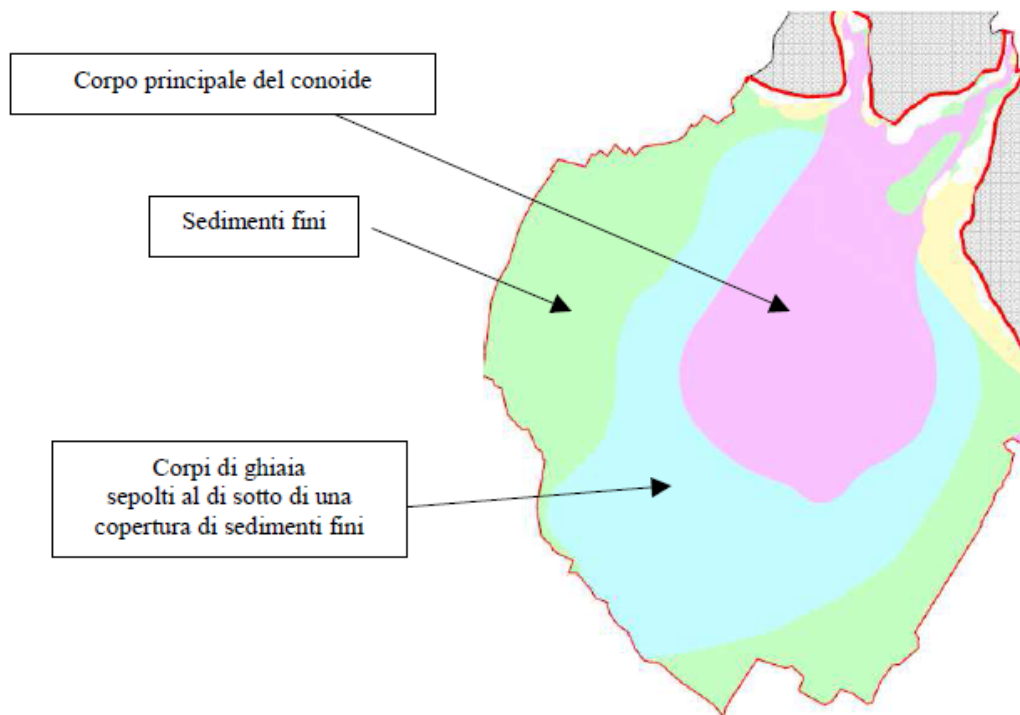
Questi ultimi, provenienti in prevalenza dalle sponde appenniniche settentrionali, erano in genere a granulometria grossolana in prossimità dei corsi d'acqua o entro gli alvei, ed a granulometria decisamente più fine nelle zone più distali.

L'ultima fase evolutiva del bacino vide l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neoformata ed in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurarono fino in epoca storica. In tali ambienti di bassa energia si depositarono sedimenti fini con intercalazioni torbose.

5.3.1 Geomorfologia locale

Il tratto della "Declassata di Prato" oggetto dell'intervento di raddoppio si trova inserita nel tessuto urbano della parte meridionale della città di Prato. L'area, ad assetto subpianeggiante, è caratterizzata da una elevata pressione antropica che non consente di distinguere gli elementi geomorfologici originali, ormai completamente obliterati. A livello macroscopico l'area ricade sull'ampia conoide del F. Bisenzio, che dal suo apice, localizzato allo sbocco del Bisenzio nella pianura, si estende verso S fino a San Giorgio a Colonica-Fontanelle-Iolo. La conoide, che procedendo verso le parti più distali è ricoperta da un crescente spessore di sedimenti alluvionali più recenti, è quasi completamente occupata dall'area metropolitana di Prato, ed è distinguibile unicamente attraverso le curve di livello e dai dati stratigrafici e geofisici.

Nella figura successiva è riportato uno schema dell'estensione della conoide nell'ambito del territorio di Prato.



Schema della conoide. Da: Microzonazione sismica del Comune di Prato-Relazione illustrativa.

L'assetto subpianeggiante dell'area porta ad escludere fenomeni di tipo gravitativo. L'elevato grado di antropizzazione rende inoltre poco significativi ai fini progettuali i processi geomorfologici. L'area pertanto può essere definita stabile dal punto di vista geomorfologico.

5.4 Inquadramento idrogeologico

La caratterizzazione idrogeologica e stratigrafica dell'area è stata oggetto di molti studi e indagini a partire dal lavoro di Landini, Pranzini e Venurucci (1990) *"La falda idrica della conoide di Prato"*, proseguito con la *"Modellazione numerica dell'acquifero della piana di Prato"* (riferita agli anni 2007-2014) sviluppata da Autorità di Bacino del Fiume Arno, Provincia di Prato ed Ingegnerie Toscane S.r.l., fino ad arrivare allo *"Studio conoscitivo dell'acquifero di Prato, indagini idrogeologiche e geochimico-isotopiche 2015-2016"* a cura di West Systems srl, PIN scrl e IGG-CNR.

La falda pratese è la più importante ed utilizzata fra quelle del medio Valdarno, con consistenti prelievi sia ad uso potabile che industriale. L'eccessivo sfruttamento della falda ha determinato la formazione di un esteso cono di depressione della superficie piezometrica che ha raggiunto la massima estensione alla fine degli anni '80. Tuttavia, a seguito della crisi del settore tessile ed all'effetto delle misure messe in atto per disincentivare gli emungimenti, negli ultimi anni i prelievi sono sensibilmente diminuiti e di conseguenza, unitamente a precipitazioni sopra la media, viene registrata una progressiva risalita della falda.

Sulla base delle informazioni stratigrafiche disponibili, Cerrina Feroni et al. (2010) individuano un totale di 6 orizzonti acquiferi (principalmente rappresentati da ghiaie e ghiaie - sabbiose), tre dei quali (quelli più

superficiali) ritenuti di principale importanza in ragione degli spessori e della significativa continuità laterale. Soltanto il più superficiale di questi orizzonti è ritenuto appartenere al ciclo deposizionale fluviale olocenico, mentre i restanti 5 vengono attribuiti al ciclo deposizionale fluvio-lacustre plio-pleistocenico.

Questi ultimi risultano in buona parte confinati, in quanto intercalati ad acquitardi/acquicludo più o meno continui e rappresentati da depositi argillosi lacustri. Tuttavia, su aree significativamente estese, soprattutto in corrispondenza dei margini del bacino (ed in particolare in corrispondenza della porzione apicale degli apparati di conoide e delta-conoide), questi orizzonti tendono a fondersi tra di loro o sono solcati dall'orizzonte acquifero superficiale olocenico, con il quale mostrano continuità idraulica. L'orizzonte acquifero olocenico risulta, a seconda dei settori, non confinato o semi-confinato (nei casi di presenza, al tetto, di spesse coltri di limi di esondazione).

In sintesi, sono stati individuati due corpi idrici principali, facenti parte della conoide del F. Bisenzio, tra loro sovrapposti e sormontati dall'orizzonte acquifero olocenico.

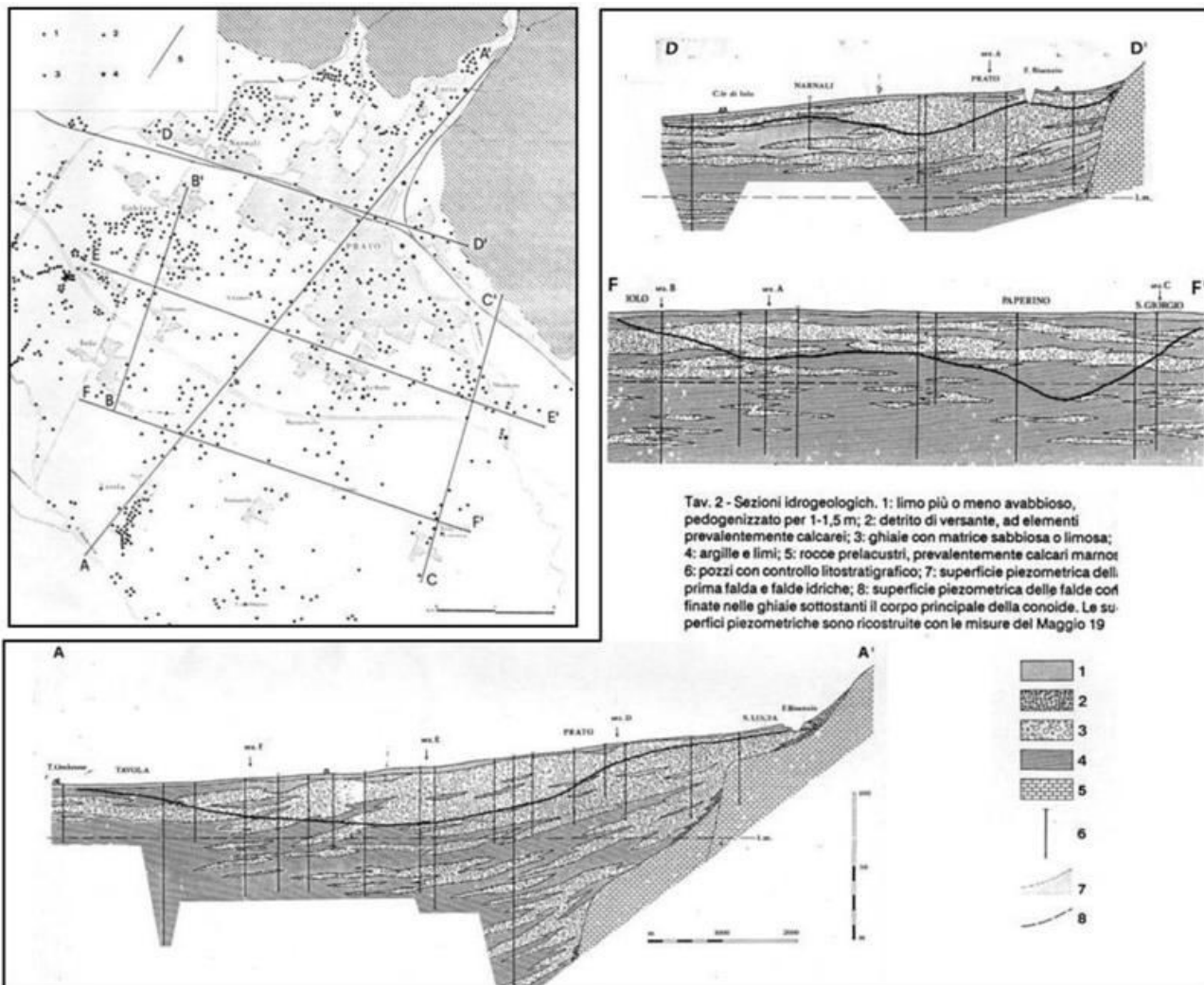
I due acquiferi principali pleistocenici (quelli al disotto dell'orizzonte acquifero olocenico superficiale) hanno spessori dell'ordine dei 15 - 20 metri in corrispondenza del settore assiale del conoide e si assottigliano verso le zone marginali. Nella parte apicale del conoide aumentano i loro spessori, che peraltro vanno a fondersi tra di loro e con l'acquifero superficiale olocenico.

Relativamente alle profondità, nella parte centrale della piana i due acquiferi pleistocenici si attestano sugli intervalli 35 - 55 e 15 - 30 m da p.c. rispettivamente.

Le ghiaie ed i ciottolami della conoide del Bisenzio raggiungono uno spessore massimo di 50m.

Al disotto dei tre acquiferi principali qui discussi viene riconosciuto un altro orizzonte di significativa importanza, costituito da ghiaie e ghiaie sabbiose passanti a ghiaie argillose. Lo spessore di questo acquifero, nell'insieme abbastanza isolato dai soprastanti, risulta variabile da pochi metri fino a 10 - 15 m, ed è rintracciabile alle quote di circa 80 metri nella parte centrale della piana.

A profondità ancora maggiori, vengono infine individuati due ulteriori orizzonti di spessori compresi da pochi metri ad una decina di metri, la cui continuità è difficilmente documentabile a causa della limitata disponibilità di stratigrafie profonde.



Sezioni idrogeologiche del sistema acquifero fluvio-lacustre di Prato (estratto dalla Tav. 2 del lavoro di Landini et al., 1990)

L'acquifero più superficiale è caratterizzato da una prevalenza di ghiaie grossolane in matrice limoso-sabbiosa, con subordinate (come già descritto nel precedente paragrafo) intercalazioni di lenti argilloso limose che diventano più frequenti verso i margini della conoide. Lo spessore varia da 10 a 50-60m e la falda può considerarsi libera, vista l'assenza di litotipi impermeabili sufficientemente continui da isolare i livelli di ghiaie.

L'acquifero sottostante è invece caratterizzato da una prevalenza di sedimenti limoso-argillosi con intercalazioni, localmente anche abbondanti, di ghiaie grossolane in matrice limoso-sabbiosa. I livelli permeabili sono in contatto tra loro solo in corrispondenza di alcuni contatti geologici, concentrati nella parte apicale della conoide. In questo secondo sistema acquifero possono essere distinte più falde confinate con possibilità di scambi, nella porzione apicale e centrale della conoide, sia tra loro sia con la falda libera sovrastante. Un aspetto da sottolineare è che anche laddove i vari orizzonti riconosciuti nel sottosuolo di Prato risultano ben separati tra loro ad opera di spessi strati di scarsa permeabilità, talvolta la loro connessione idraulica è localmente determinata dalla presenza di pozzi multifenestrati. In questi casi, riscontrabili anche per diversi pozzi idropotabili, le acque emunte risultano essere rappresentative di un mescolamento indotto dall'opera di captazione tra acque ospitate in orizzonti acquiferi differenti.

L'alimentazione del corpo idrico avviene attraverso le seguenti modalità:

- ricarica da precipitazioni
- perdite di reti idriche
- alimentazione dal Bisenzio e dall'Ombrone
- infiltrazione dal margine montano a Nord, dove la falda è alimentata dall'acqua di ruscellamento superficiale che raggiunge la pianura
- alimentazione profonda dai calcari della formazione di Monte Morello, che affiorano sui versanti a NE di Prato
- contributo, al margine Ovest, da parte del T. Calice.

Gli studi effettuati hanno evidenziato che la maggior parte della ricarica (60% circa) è acqua zenitale che alimenta direttamente la conoide, segue l'alimentazione da parte del Bisenzio e dei Monti della Calvana (circa il 35%) mentre le altre fonti di ricarica assumono un ruolo nettamente minoritario.

Nel corso degli anni sono stati fatti molti studi sulla falda pratese, con creazione di mappe piezometriche riferite a periodi differenti (Fig. 6.3). Essendo le varie mappe basate su misure effettuate su pozzi differenti ed in diversa situazione di ricarica e di sfruttamento, queste ultime sono confrontabili nelle loro linee generali.

La modellazione piezometrica più recente, cui si fa riferimento anche nella "Relazione sulla modellazione numerica dell'interazione falda/struttura" (elaborato 02_P00_ID00_IDR_RE_A), è quella dello "Studio conoscitivo dell'acquifero di Prato – Indagini Idrogeologiche e geochimico-isotopiche 2015-2016" a cura di West Systems, PIN srl, IGG-CNR pubblicato nel Marzo 2016.

Sulla base del quadro conoscitivo ed in base alle misure piezometriche effettuate nelle diverse campagne di indagine, per le quali si rimanda agli specifici elaborati, risultano in sintesi i seguenti dati:

- quota della falda massima ipotizzabile: 45,40m.s.l.m. o 4,5m da piano campagna
- variazione della quota di falda in base alle misure del 2012-2019 da 29,75 a 40,18m.s.l.m.

6 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI PROGETTAZIONE

6.1 Caratterizzazione ambientale dei terreni

Nell'ambito delle indagini e studi a supporto della progettazione definitiva sono state condotte, dalla Tecnoin Geosolution per conto di ANAS S.p.A., delle attività di campionamento di terreno e acqua di falda ai fini della caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017 nonché per la loro ammissibilità in impianto di recupero e/o discarica e ai fini della determinazione dell'aggressività al calcestruzzo.

Il campionamento ha avuto luogo nel mese di Dicembre 2018 attraverso l'esecuzione di n. 2 pozzetti esplorativi approfonditi fino ad un massimo di 1,00 m dal p.c. nel corso dei quali, oltre ai rilievi stratigrafici, è stato eseguito il prelievo di n. 2 campioni di terreno i quali successivamente sono stati sottoposti alle determinazioni chimiche nel laboratorio Natura S.r.l. di Casoria (NA). Oltre ai campioni prelevati dai pozzetti, si è proceduto anche al campionamento di campioni prelevati da n. 2 sondaggi geognostici e di acque sotterranee da n. 1 piezometro opportunamente realizzato. Il fine delle analisi risiede nella caratterizzazione ambientale di terreni e acque, nonché per determinarne il grado di aggressività dei terreni nei confronti del calcestruzzo.

La tabella seguente mostra lo schema di campionamento eseguito in relazione ai punti di prelievo eseguiti presso i pozzetti e il piezometro.

	TERRE					ACQUE		
	Ca1	Ca2	Ca3	CLS1	CLS2	CRIF	PA1	PA CLS1
PZ1	0-0,5	0,5-1				0-1		
PZ2	0-0,5	0,5-1				0-1		
S2N	0-1	3-4	6-7	0-4	4-7	0-7		
S5DH	0-1	3-4	6-7			0-7		
P							X	X

I campioni Crif sono stati sottoposti alle determinazioni sul tal quale e al test di cessione per la classificazione dei rifiuti solidi.

Ultimate le operazioni di prelievo dei campioni, è stata realizzata, come da indicazioni di cui al capitolato ANAS S.p.A., una georeferenziazione plano-altimetrica assoluta dei punti di indagine.

Per i dettagli relativi alle indagini eseguite si rimanda allo specifico elaborato 02.06_P00_GE00_GEO_RE05_A "Relazione indagini ambientali".

6.2 Sintesi dei risultati delle indagini ambientali

Le indagini ambientali condotte hanno permesso di verificare quanto segue:

- i campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti a caratterizzazione ambientale ai sensi del D.P.R. 120/2017. Nel corso delle analisi chimiche non sono stati evidenziati superamenti dei limiti di cui alla Tabella 1, Colonna A e B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06;
- le analisi condotte sul campione di acqua PA1 prelevato dal piezometro P non hanno evidenziato superamenti dei limiti di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte Quarta del D.Lgs. 152/2006;
- dalle determinazioni analitiche effettuate ai fini della classificazione dei materiali come rifiuti, tutti i campioni di terreno sono rientrati nel Codice CER 17 05 04 che comprende «Terra e rocce da scavo, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03*»;
- l'esecuzione di test di cessione ha messo in evidenza che in tutti i casi i terreni sono ammissibili in discariche per inerti e per rifiuti non pericolosi. Inoltre, i materiali risultano, tranne il caso di PZ1 e PZ2, gestibili secondo procedure di recupero completo;
- il confronto tra i suddetti valori derivati da Test di Cessione con i Limiti imposti dal D.Lgs. 152/06 – Tab. 2 per le acque sotterranee mette in evidenza il superamento del parametro Piombo per i campioni prelevati nei pozzetti PZ1 e PZ2.

Nelle pagine seguenti si riportano le tabelle di sintesi dei risultati delle indagini ambientali di laboratorio effettuate sui singoli campioni.

PARAMETRO	U. M.	Limiti		Pz01 CA1(0-0.5 m)	Pz02 CA1(0.5-1 m)	Pz01 CA2(0.5-1 m)	Pz02 CA1(0-0.5 m)	Pz02 CA2(0.5-1 m)	S2N CA3(6-7 m)	S2N CA3(3-4 m)	S5DH CA1(0-1 m)	S5DH CA2(3-4 m)	S5DH CA3(6-7 m)
		Colonna A	Colonna B										
Arsenico	mg/Kg s.s.	20	50	6.2	4.1	2.9	2.9	4.0	7.2	6.6	3.9	6.8	2.9
Cadmio	mg/Kg s.s.	2	15	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
Cobalto	mg/Kg s.s.	20	250	12.0	7.9	6.3	6.3	6.3	12.0	13.0	5.2	14.0	5.2
Cromo totale	mg/Kg s.s.	150	800	85	58	29	29	47	74	84	47	89	43
Mercurio	mg/Kg s.s.	1	5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nichel	mg/Kg s.s.	120	500	53	31	20	20	32	51	51	29	63	25
Fluoro	mg/Kg s.s.	100	1000	19	22	46	46	86	15	21	17	16	6.4
Rame	mg/Kg s.s.	120	500	34	86	22	22	27	24	38	24	29	12
Zinco	mg/Kg s.s.	150	1500	76	52	59	59	84	73	71	52	84	37
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	50	750	12	<5	16	<5	27	7	6	14	<5	<5
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/Kg s.s.	10	250	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Benz(a)antracene	mg/Kg s.s.	0.5	10	<0.02	<0.01	0.0117	0.0117	0.0105	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Benz(a)pirene	mg/Kg s.s.	0.1	10	0.014	<0.01	0.021	0.021	0.0161	<0.01	<0.01	0.0106	<0.01	<0.01
Benz(b)fluorantene	mg/Kg s.s.	0.5	10	0.0366	<0.01	0.0376	0.0376	0.0335	<0.01	<0.01	0.0249	<0.01	<0.01
Benz(g,h,i)perilene	mg/Kg s.s.	0.1	10	0.0247	<0.01	0.0277	0.0277	0.0254	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Benz(k)fluorantene	mg/Kg s.s.	0.5	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Crisene	mg/Kg s.s.	5	50	0.187	<0.01	0.028	0.028	0.0231	<0.01	<0.01	0.0138	<0.01	<0.01
Dibenz(a,e)pirene	mg/Kg s.s.	0.1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Dibenz(a,h)antracene	mg/Kg s.s.	0.1	10	0.0109	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Dibenz(a,h)pirene	mg/Kg s.s.	0.1	10	<0.02	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Dibenz(a,i)pirene	mg/Kg s.s.	0.1	10	0.0199	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Indenopirene	mg/Kg s.s.	0.1	10	0.0135	<0.01	0.0223	0.0223	0.0177	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01
Fluorene	mg/Kg s.s.	5	50	0.105	<0.01	0.126	0.126	0.109	<0.01	<0.01	0.0188	<0.01	<0.01
Sommatonia policiclici aromatici	mg/Kg s.s.	10	100	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzene	mg/Kg s.s.	0.1	2	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Etilbenzene	mg/Kg s.s.	0.5	50	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Stirene	mg/Kg s.s.	0.5	50	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Toluene	mg/Kg s.s.	0.5	50	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Xilene	mg/Kg s.s.	0.5	50	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Sommatonia organici aromatici	mg/Kg s.s.	1	100	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	2	15	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amianto	mg/Kg s.s.	1000	1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000

Limiti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 parte IV Allegato V tabella 1A (sito ad uso verde pubblico e privato, residenziale, industriale).
Limiti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 parte V Allegato V tabella 1B (siti ad uso commerciale ed industriale).

Risultati della caratterizzazione chimica sui campioni di terreno prelevati, rapportati alle "Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)" dei siti ad uso verde pubblico privato e residenziale (colonna A) e di quelli ad uso commerciale ed industriale (colonna B) come da Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006

PARAMETRO	U. M.	PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)
Natura		NORGANICA	INORGANICA	INORGANICA	NORGANICA
Odore		NODORE	INODORE	INODORE	NODORE
Stato fisico		SOLIDO NON PULVERULENTO	SOLIDO NON PULVERULENTO	SOLIDO NON PULVERULENTO	SOLIDO NON PULVERULENTO
Arsenico	mg/Kg s.s.	< 2	3,2	2,1	2,6
Cadmio	mg/Kg s.s.	< 2	< 2	< 2	< 2
Cromo totale	mg/Kg s.s.	75	90	93	89
Mercurio	mg/Kg s.s.	< 2.0000	< 2.0000	< 2.0000	< 2.0000
Nichel	mg/Kg s.s.	41	61	61	60
Piombo	mg/Kg s.s.	24	307	20	18
Rame	mg/Kg s.s.	78	65	34	31
Zinco	mg/Kg s.s.	59	222	86	78
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	< 10	23	< 10	< 10
Benzo(a)antracene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(a)pirene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(b)fluorantene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(e)pirene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(ghi)perilene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(j)fluorantene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Benzo(k)fluorantene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Crisene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Dbenzo(a,e)pirene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Dbenzo(a,h)antracene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/Kg s.s.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
PCB 101	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 105	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 110	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 114	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 118	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 123	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 126	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 128	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 138	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 146	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 149	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 151	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 153	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 156	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 157	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 167	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 169	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 170	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 177	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 180	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 183	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 187	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 189	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 28	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 30	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 31	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 52	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 77	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 81	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 95	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 99	mg/Kg s.s.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50

Risultati delle prove sul tal quale (segue a pagina successiva)





PARAMETRO	U. M.	PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)
Firene	mg/Kg s.s.	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Sommatoria IPA	mg/Kg s.s.	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Sommatoria PCB	mg/Kg s.s.	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,1,2,2-tetracloroetano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,1,2-tricloroetano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,1-dicloroetano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,1-dicloroetilene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2,3-tricloropropano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dibromoetano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dicloroetano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dicloroetilene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dicloropropano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Benzene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Bromodichlorometano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cloroformio	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Clorometano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cloruro di Vinile	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Dibromoclorometano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Esaclorobutadiene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Etilbenzene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Stirene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Tetracloroetilene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Tetraclorometano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Toluene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Tribromometano	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Tricloroetilene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Xilene	mg/Kg s.s.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Carbonio organico totale	mg/Kg s.s.	< 1000	6700	< 1000	< 1000
pH	Unità pH	7.2	7.6	7.3	7.9
Sostanza secca	%	85	83	82	83
Colore		MARRONE	MARRONE	MARRONE	MARRONE

Risultati delle prove sul tal quale (segue da pagina precedente)

Test di cessione per ammissibilità in discarica						Limiti DM 27/09/2010		
Parametro	U. M.	PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)	Tab.2	Tab.5	Tab.6
						Rifiuti inerti	Rifiuti non pericolosi	Rifiuti pericolosi
Antimonio	µg/L	1.1	3.9	0.45	0.29	6	70	500
Arsenico	µg/L	2.2	1.4	0.69	0.41	50	200	2500
Bario	µg/L	188	71	42	58	2000	10000	30000
Cadmio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	4	100	200
Cromo totale	µg/L	1.2	2.8	1.4	1.1	50	1000	7000
Molibdeno	µg/L	6	5.7	4.8	3.9	50	1000	3000
Nichel	µg/L	1.9	3.1	0.48	< 0.1	40	1000	4000
Piombo	µg/L	32	20	0.11	< 0.1	50	1000	5000
Rame	µg/L	83	22	3.7	1.3	200	5000	10000
Selenio	µg/L	2.9	1.1	0.35	0.32	10	50	700
Zinco	µg/L	39	17	6	9.3	400	5000	20000
Mercurio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1	20	50
Carbonio organico disciolto	mg/L	9.4	14	2.4	1.5	50	100	100
Cloruri	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	80	2500	2500
Fluoruri	mg/L	0.26	< 0.2	0.74	0.56	1	15	50
Solfati	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	100	5000	5000
Solidi totali disciolti	mg/L	51	97	89	81	400	10000	10000
Indice di Fenolo	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1		

Test di cessione per recupero						Limiti DM n.186 05/04/2006		
Parametro	U. M.	PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)			
						Cianuri	µg/L	< 50
Arsenico	µg/L	2.2	1.4	0.69	0.41		50	
Bario	µg/L	188	71	42	58		1000	
Cadmio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		5	
Cromo totale	µg/L	1.2	2.8	1.4	1.1		50	
Nichel	µg/L	1.9	3.1	0.48	< 0.1		10	
Piombo	µg/L	32	20	0.11	< 0.1		50	
Rame	µg/L	83	22	3.7	1.3		50	
Selenio	µg/L	2.9	1.1	0.35	0.32		10	
Zinco	µg/L	39	17	6	9.3		3000	
Berillio	µg/L	0.55	0.13	< 0.1	< 0.1		10	
Cobalto	µg/L	0.7	0.61	< 0.1	< 0.1		250	
Vanadio	µg/L	1.2	3.5	0.47	< 0.1		250	
Mercurio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		1	
Cloruri	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10		100	
COD	mg/L	18	37	3.2	< 10		30	
Fluoruri	mg/L	0.26	< 0.2	0.74	0.56		1.5	
Nitrati	mg/L	< 5	< 5	< 5	< 5		50	
pH	unità pH	7.5	8.3	8	8		5.5-12	
Solfati	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10		250	
Amianto	mg/L	< 30	< 30	< 30	< 30		30	

	PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)
Codice CER	17 05 04	17 05 04	17 05 04	17 05 04
CLASSIFICAZIONE				
Rifiuto speciale non pericoloso	SI	SI	SI	SI
SMALTIMENTO				
Discarica per rifiuti inerti	SI	SI	SI	SI
Discarica per rifiuti non pericolosi	SI	SI	SI	SI
Discarica per rifiuti pericolosi	---	---	---	---
RECUPERO COMPLETO	NO	NO	SI	SI

	Smaltimento in discarica per inerti
	Smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi
	Smaltimento in discarica per rifiuti pericolosi
	Recupero

Risultati del test di cessione per ammissibilità in discarica e recupero

Test di cessione - Confronto con Limiti D.Lgs. 152/06 - Tab.2						
		PZ1 (0-1 m)	PZ2 (0-1 m)	S2N (0-7 m)	S5DH (0-7 m)	Limiti D.Lgs. n.152/06
Parametro	U. M.					
Antimonio	µg/L	1.1	3.9	0.45	0.29	5
Arsenico	µg/L	2.2	1.4	0.69	0.41	10
Bario	µg/L	188	71	42	58	
Berillio	µg/L	0.55	0.13	< 0.1	< 0.1	4
Cadmio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	5
Cobalto	µg/L	0.7	0.61	< 0.1	< 0.1	50
Cromo totale	µg/L	1.2	2.8	1.4	1.1	50
Mercurio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1
Molibdeno	µg/L	6	5.7	4.9	3.9	
Nichel	µg/L	1.9	3.1	0.48	< 0.1	20
Piombo	µg/L	32	20	0.11	< 0.1	10
Rame	µg/L	83	22	3.7	1.3	1000
Selenio	µg/L	2.9	1.1	0.35	0.32	10
Vanadio	µg/L	1.2	3.5	0.47	< 0.1	
Zinco	µg/L	39	17	6	9.3	3000
Cianuri	µg/L	< 50	< 50	< 50	< 50	50
Cloruri	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	
Fluoruri	mg/L	0.26	< 0.2	0.74	0.56	1.5
Nitrati	mg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	
Solfati	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	250
Amianto	mg/L	< 30	< 30	< 30	< 30	
COD	mg/L	18	37	3.2	< 10	
pH	unità pH	7.5	8.3	8	8	
Carbonio organico disciolto	mg/L	9.4	14	2.4	1.5	
Solidi totali disciolti	mg/L	51	97	89	81	
Indice di Fenolo	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	

Test di Cessione con i Limiti imposti dal D.Lgs. 152/06 – Tab. 2 per le acque sotterranee

PARAMETRO	U.M.	Acque sotterranee	
		DLgs 152/06 All D parte IV	PA1
Idrocarburi C6-C10	µg/L		
Arsenico	µg/L	10	< 2.5
Cadmio	µg/L	5	< 1
Cobalto	µg/L	50	< 1
Cromo totale	µg/L	50	< 2.5
Mercurio	µg/L	1	0.17
Nichel	µg/L	20	< 2
Piombo	µg/L	10	< 1.0
Rame	µg/L	1000	< 5
Zinco	µg/L	3000	22
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	350	171
Benzo(a)antracene	µg/L	0.1	< 0.01
Crisene	µg/L	5	< 0.01
Dibenzo(a,h)antracene	µg/L	0.01	< 0.005
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/L	0.1	< 0.01
Pirene	µg/L	50	< 0.01
Somm. policiclici aromatici	µg/L	0.1	< 0.01
Benzo(a)pirene	µg/L	0.01	< 0.005
Benzo(b)fluorantene	µg/L	0.1	< 0.01
Benzo(ghi)perilene	µg/L	0.01	< 0.005
Benzo(k)fluorantene	µg/L	0.05	< 0.005
Benzene	µg/L	1	< 0.1
Etilbenzene	µg/L	50	< 0.5
Stirene	µg/L	25	< 0.5
Toluene	µg/L	15	< 0.5
Xilene	µg/L	10	< 0.5000
Cianuri	µg/L	50	
Cromo esavalente	mg/l	0.005	< 0.003
Fluoruri	µg/L	1500	
Nitriti	µg/L	500	
Solfati	mg/l	250	70
Amianto	mg/l		

Caratterizzazione delle acque di falda ai sensi D.Lgs. 152/2006

Per le certificazioni di laboratorio si rimanda ai certificati allegati al documento 02.06_P00_GE00_GEO_RE05_A "Relazione indagini ambientali".

7 MODALITA' DI GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa **267.470 mc** (in banco) di materiali di risulta, di cui:

- 247.770 mc circa provenienti dagli scavi;
- 19.700 mc circa provenienti dalle perforazioni per i pali.

Inoltre, si prevede la produzione di circa 6.000 mc di materiali di risulta provenienti dalle demolizioni di strutture in ca e pavimentazioni stradali.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto, mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, in riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a 46.890 mc, gli interventi necessari alla realizzazione del Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- **materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto**, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale, ove necessario, ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **16.700 mc** (in banco);
- **materiali di risulta in esubero** non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a **250.770 mc** (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei materiali movimentati nell'ambito del presente progetto con indicazione dei materiali di risulta prodotti, dei fabbisogni di materiali necessari per la realizzazione delle opere e dei materiali di risulta prodotti destinati a riutilizzo e/o rifiuto.

PRODUZIONE MATERIALI DI RISULTA [mc]		FABBISOGNO [mc]		UTILIZZO INTERNO [mc]	APPROVVIG. ESTERNO [mc]	ESUBERI CONFERITI IN IMPIANTI DI RECUPERO RIFIUTI [mc]
Materiali di scavo	247.770	Rilevati	14.950	-	14.950	231.070
		Fondazione stradale	15.240		15.240	
		Ricoprimento galleria *	10.200	10.200	-	
		Terreno vegetale **	6.500	6.500	-	
Scavi provenienti da trivellazione pali	19.700					19.700
TOTALI	267.470		46.890	16.700	30.190	250.770
Demolizioni ca	2.000				-	2.000
Fresatura pavimentazione stradale	4.000					4.000
TOTALI DEMOLIZIONI	6.000					6.000

* = Primo strato

** = Secondo strato galleria + ripristino area cantiere

8 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE

8.1 Riutilizzo interno al progetto

Come anticipato sopra, sulla base dei risultati delle indagini ambientali eseguite nella presente fase e delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati per la realizzazione delle opere in progetto, si prevede di allocare presso i siti di deposito all'interno dell'area di cantiere, in attesa di utilizzo, e poi riutilizzare nell'ambito delle lavorazioni (per i ricoprimenti della galleria artificiale) circa **6.500 mc** (in banco) di materiali di scavo.

8.1.1 Operazioni sui materiali di scavo

Viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche dei materiali scavati al fine di renderne l'utilizzo maggiormente efficace per rinterri si procederà a sottoporre quota parte dei materiali prodotti a trattamenti di normale pratica industriale (selezione granulometrica).

8.1.2 I siti di deposito intermedio

I materiali di scavo destinati ad essere riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni saranno temporaneamente allocati presso le aree di stoccaggio interne al cantiere (sito di deposito intermedio) ed eventualmente sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale.

I materiali saranno sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale all'interno delle aree di stoccaggio o di opportune piazzole di caratterizzazione.



Stralcio del layout di cantiere con in verde l'area di deposito intermedio per i materiali di risulta dagli scavi e dalle demolizioni

8.1.3 Modalità di deposito dei materiali di scavo

Le aree di deposito e zone di movimentazione (carico/scarico) saranno allestite presso l'area di deposito di cui sopra.

La movimentazione dei materiali avverrà in generale avvalendosi delle seguenti dotazioni: pale gommate, autocarri e pale meccaniche, pompe idrauliche per la captazione delle acque di ruscellamento, gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

Ciascuna piazzola sarà preventivamente modellata in maniera da minimizzare le asperità naturali del terreno; sarà realizzato, su tre lati, un argine di protezione in terra a sezione trapezoidale.

Inoltre, verrà realizzata una idonea rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche volta ad evitare il ruscellamento incontrollato delle acque venute a contatto con i rifiuti ivi depositi.

Al termine di ogni giornata di lavoro si provvederà a stendere sopra ciascun cumulo un telo impermeabile in PE, opportunamente ancorato, in modo da evitare fenomeni di dilavamento dei materiali ivi depositati da parte delle acque meteoriche.

Nel caso di aree di stoccaggio adibite sia ad ospitare i materiali da scavo che i materiali non gestiti come sottoprodotto si sottolinea il fatto che ogni piazzola presente sarà adibita ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

In tal modo all'interno del cantiere saranno sempre tenuti ben distinti i materiali terrigeni di scavo da gestire in regime di sottoprodotto dai materiali gestiti in qualità di rifiuto.

All'interno delle aree i materiali depositati saranno suddivisi in cumuli; la tracciabilità dei materiali sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione di provenienza.

8.1.4 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo

Il DPR 120/2017, nell'Allegato 9 "Procedure di campionamento in fase esecutiva e per i controlli e le ispezioni" – Parte A "Caratterizzazione dei materiali da scavo in corso d'opera - verifiche da parte dell'esecutore" riporta che le attività di campionamento durante l'esecuzione dell'opera possono essere condotte a cura dell'esecutore, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle seguenti modalità:

- ✓ A.1 - su cumuli all'interno di opportune aree di caratterizzazione;
- ✓ A.2 - direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- ✓ A.3 - sull'intera area di intervento.

Indipendentemente dalle modalità di campionamento adottate, il trattamento dei campioni ai fini della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimenti ai fini di riutilizzo, dovranno essere conformi a quanto indicato negli Allegati 2 e 4 del DPR 120/2017.

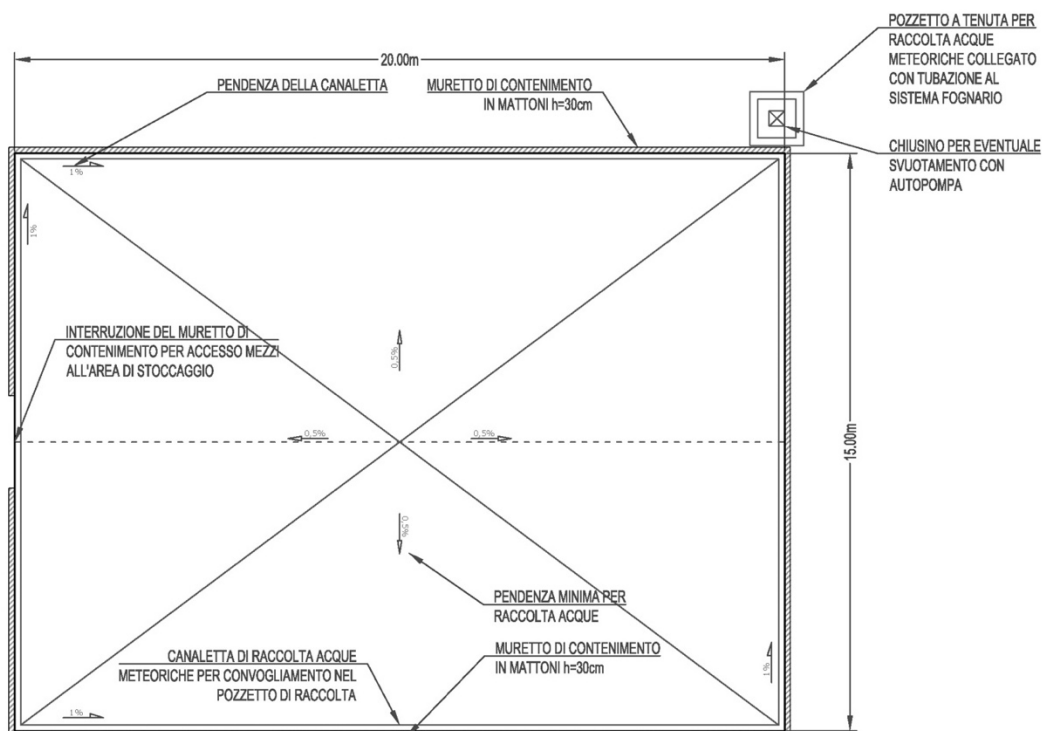
In riferimento alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, i materiali di scavo prodotti dalla realizzazione delle opere previste saranno caratterizzati su cumuli all'interno delle aree di stoccaggio, opportunamente distinte e identificate con adeguata segnaletica.

Appare evidente che in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, come previsto dal DPR 120/2017, le caratterizzazioni in corso d'opera potrebbero essere eseguite presso opportune "piazzole di caratterizzazione" e non necessariamente in corrispondenza delle aree di stoccaggio/siti di deposito in attesa di utilizzo.

Come prescritto dall'Allegato 9 del DPR 120/2017, le piazzole di caratterizzazione saranno impermeabilizzate al fine di evitare che i materiali non ancora caratterizzati entrino in contatto con la matrice suolo ed avranno superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione del campionamento e delle analisi. Le modalità di gestione dei cumuli dovranno garantirne la stabilità, l'assenza di erosione da parte delle acque e la dispersione in atmosfera di polveri, anche ai fini della salvaguardia dell'igiene e della salute umana, nonché della sicurezza sui luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

La piazzola di caratterizzazione occuperà una superficie di almeno 300 mq, la pavimentazione sarà realizzata in cemento armato senza fessure e/o giunture che possano essere vie preferenziali di migrazione dell'inquinamento o di infiltrazione delle acque ruscellanti e avrà uno spessore di 40 cm. Lungo tutto il perimetro della piazzola, ad esclusione del varco di 2,5 m per l'ingresso degli automezzi, verrà realizzato un muretto di contenimento alto 30 cm e largo 15 cm. Per permettere la raccolta delle acque, la piazzola sarà realizzata a falde con un'inclinazione dello 0.5% circa, in modo tale da consentire lo scolo delle acque meteoriche verso le canalette che correranno lungo tutto il perimetro della piazzola stessa. Le acque saranno raccolte in un pozzetto di dimensioni 1x1x1 m, a sua volta collegato con una tubazione in PVC al sistema fognario. Le canalette avranno una dimensione esterna di 15 cm x 15 cm, saranno coperte da una apposita griglia zincata e avranno una pendenza del 1% circa che convoglierà le acque al pozzetto di raccolta. Nelle figure successive sono visibili i particolari costruttivi della piazzola e del sistema di canalette.

Di seguito si riporta lo schema realizzativo della piazzola di caratterizzazione.



In riferimento al bilancio dei materiali riportato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito una tabella riepilogativa del numero di cumuli che si prevede di produrre dai materiali di scavo prodotti.

Volumi di scavo	N° cumuli (1/5.000 mc)
267.470	54

Rispetto ai 54 cumuli complessivamente realizzabili, il numero dei cumuli da campionare (che verranno scelti in modo casuale) sarà determinato mediante la formula:

$$m = k * n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

n = numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa;

k = costante, pari a 5

con campo di validità della formula per $n \geq m$

Calcolo del numero di cumuli da campionare con la formula dell'allegato 9 del DPR 120/2017

		Per cumuli pari a 5.000 mc
Numero di cumuli da campionare	$m=5*(n^{1/3})$	19
Volume totale di scavo	mc	267.470,00
Volume singoli cumuli	mc	5.000,00
Numero di cumuli totali	n	54

Applicando la formula, con $n = 54$ cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare, si prevede di analizzarne $m \sim 19$.

Il campionamento, come previsto dallo stesso Allegato 9 al DPR 120/2017, sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard. In particolare, si prevede di formare, per ciascun cumulo omogeneo di volume pari a 5.000 mc, un campione medio composito prelevando almeno 8 incrementi di cui 4 da prelievi profondi e altrettanti da prelievi superficiali da più punti sparsi sullo stesso cumulo a mezzo di escavatore meccanico a benna rovescia. Gli incrementi prelevati dovranno essere miscelati tra loro al fine di ottenere un campione medio composito rappresentativo dell'intera massa da sottoporsi alle determinazioni analitiche previste.

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" del DPR 120/2017, i campioni da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

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

Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione saranno utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Su tutti i campioni prelevati saranno ricercati i parametri di cui alla Tabella 4.1 del DPR 120/2017.

8.1.5 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per il riutilizzo dei materiali da scavo, è garantito se il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione e dei siti di destinazione, o ai valori di fondo naturali.

Si ricorda che i materiali da scavo possono essere riutilizzati per reinterri, riempimenti, rimodellazioni in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

8.2 Gestione dei materiali di scavo come rifiuti

I materiali di risulta non idonei al riutilizzo sia da un punto di vista ambientale sia da un punto di vista merceologico/geotecnico saranno gestiti in qualità di rifiuto. Ciò posto, nel presente paragrafo, viene descritta la gestione dei materiali di risulta in esubero e non riutilizzabili nell'ambito delle opere in progetto. Come detto precedentemente, in totale saranno gestiti come rifiuti un totale complessivo di circa 256.770 mc di materiali di risulta provenienti dagli scavi, di cui:

- circa 250.770 mc di materiali derivanti dagli scavi (CER 17.05.04)
- circa 2.000 mc di materiali derivanti dalle demolizioni di opere in ca (CER 17.09.04)
- circa 4.000 mc di materiali derivanti dalle demolizioni di pavimentazioni stradali esistenti (CER 17.03.02)

Al fine di accertarne l'idoneità al recupero/smaltimento tutti i materiali derivanti dalle lavorazioni, una volta prodotti, dovranno essere caratterizzati e, pertanto saranno trasportati presso aree adeguatamente allestite ai sensi di quanto previsto dalla normativa vigente (opportunamente perimetrate, eventualmente impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc..) e in particolare, secondo quanto prescritto dall'art. 183 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

In ogni caso, nella presente fase progettuale, sulla base delle risultanze analitiche riportate nei precedenti paragrafi, si può ipotizzare di conferire i materiali che si intende gestire in qualità di rifiuti alle seguenti tipologie di impianti di destinazione finale:

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero delle terre e rocce derivanti dagli scavi (CER 17.05.04) sono state ipotizzate, in funzione della tipologia di scavo effettuata e dai risultati delle analisi chimiche effettuate sui terreni, le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero (CER 17.05.04);
 - Discarica per rifiuti inerti (CER 17.05.04);
 - Discarica per rifiuti non pericolosi (CER 17.05.04).
- per quanto riguarda lo smaltimento di materiali provenienti da demolizioni (CER 17.09.04 e CER 17.03.02) si ipotizzano le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero (CER 17.09.04);
 - Impianto di recupero (CER 17.03.02).

Le destinazioni ipotizzate sopra potranno essere confermate solo dai risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che dovranno essere eseguite nella fase di realizzazione dell'opera per individuare la corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente.

Si ricorda, infatti, che in fase di esecuzione lavori, l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta tanto la corretta attribuzione del codice CER quanto la gestione degli stessi, pertanto le considerazioni

riportate nel presente documento si riferiscono alla presente fase di progettazione e allo stato ante operam dei luoghi.

8.2.1 Caratterizzazione e gestione dei materiali in corso d'opera

Il materiale di risulta delle lavorazioni da gestire come rifiuto verrà caratterizzato all'interno delle aree di stoccaggio al fine di accertare l'idoneità dei rifiuti ad operazioni di smaltimento/recupero.

Per quanto riguarda le procedure e le modalità operative di campionamento e di formazione dei campioni di rifiuti da avviare ad analisi, si farà riferimento alla normativa vigente.

Sarà cura dell'Appaltatore, in fase di realizzazione dell'opera, effettuare tutti gli accertamenti necessari (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione ai sensi del D.M. 186/06 e del D.M. 27/09/2010) ad assicurare la completa e corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente e la corretta scelta degli impianti di destinazione finale, al fine di una piena assunzione di responsabilità in fase realizzativa.

In particolare, ricordando che in fase di esecuzione lavori l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti e come tale a lui spetta la corretta gestione degli stessi, si riportano di seguito le indicazioni generali sulle modalità di caratterizzazione dei materiali di risulta per la gestione degli stessi in regime di rifiuti.

Il campionamento sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard di cui alla norma UNI 10802 del 2004 e UNI 14899 del 2006 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

Per quanto concerne il quantitativo dei campioni di rifiuti da prelevare ed analizzare si dovrà fare riferimento alla normativa vigente, prevedendo il prelievo e l'analisi di almeno n. 1 campione rappresentativo per ogni tipologia di rifiuto prodotto e per ogni sito di provenienza.

8.2.2 Analisi in corso d'opera sul tal quale ai fini della classificazione e dell'omologa

I parametri che si prevede di analizzare per la classificazione e l'omologa del rifiuto sono:

- Metalli: Cd, Cr tot, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn;
- BTEX;
- IPA;
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Alifatici alogenati cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- DDD, DDT, DDE;
- Idrocarburi (C<12 e C>12);

- Oli minerali C10 - C40;
- TOC;
- Composti organici persistenti.

I risultati delle analisi sul tal quale verranno posti a confronto con i limiti di cui agli allegati D e I alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

8.2.3 Test di cessione ai fini del recupero

L'avvio dei rifiuti speciali e non pericolosi alle operazioni di recupero in regime semplificato è subordinato per alcune tipologie di rifiuti e attività di recupero (es. 7.31 bis.3 b e c D.M. n. 186 del 05/04/2006 - Terre e rocce di scavo CER 17.05.04) alla conformità del campione al test di cessione e svolto conformemente ai dettami del D.M. n. 186 del 05/04/2006. Il set analitico di base sull'eluato sarà il seguente:

- Metalli: Ba, Cu, Zn, Be, Co, Ni, V, As, Cd, Cr tot, Pb, Se, Hg;
- Elementi inorganici: Nitrati, Fluoruri, Cloruri, Solfati, Cianuri;
- pH;
- COD;
- Amianto.

I valori di concentrazione ottenuti saranno confrontati con quelli riportati nella tabella dell'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. (D.M. n. 186 del 05/04/2006).

In caso di eventuale non conformità al test di cessione, il rifiuto speciale e non pericoloso potrà essere avviato alle operazioni di recupero in regime ordinario o di smaltimento.

L'avvio a recupero in regime ordinario è subordinato alle eventuali indagini analitiche contemplate nell'atto autorizzativo dell'impianto individuato.

8.2.4 Test di cessione ai fini dello smaltimento

In caso di impossibilità tecnica a conferire il rifiuto a recupero o qualora non siano rispettate le condizioni per procedere al recupero del rifiuto, questo potrà essere avviato ad operazioni di smaltimento previa esecuzione delle indagini analitiche richieste dagli impianti di smaltimento individuati.

In caso di smaltimento presso discariche verranno verificati i criteri di ammissibilità ai sensi del DM 27.09.2010 mediante esecuzione del Test di Cessione previsto dal suddetto decreto. Il set analitico di base sull'eluato sarà il seguente:

- Metalli: As, Ba, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn;
- Elementi inorganici: Fluoruri, Cloruri, Solfati;
- Indice fenolo;

- DOC;
- TDS.

I risultati delle analisi sull'eluato verranno posti a confronto con le Tabelle 2, 5 e 6 del DM 27.09.2010 (ammissibilità nelle diverse tipologie di discariche: inerti, non pericolosi, pericolosi) per stabilire il sito di destinazione finale.

9 SITI DISPONIBILI PER IL CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI SCAVO E DEMOLIZIONE

Nel presente paragrafo si riportano le risultanze dell'attività delle ricerche effettuate al fine di individuare i siti necessari al conferimento dei materiali in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Si precisa che tutti gli impianti di seguito riportati sono stati selezionati sulla base della distanza dall'intervento, nonché sulla verifica della conformità con i CER di interesse. Si fa presente che l'elenco contiene sia impianti autorizzati in forma ordinaria (art. 208 del DLgs.152/2006 e s.m.i.), che in forma semplificata (art. 216 del DLgs.152/2006 e s.m.i.).

Per i dettagli relativi ai singoli impianti si rimanda all'elaborato 11.18_P00_CA00_CAN_RE02_A "Relazione sui siti di approvvigionamento e conferimento inerti".

Sarà comunque onere dell'Appaltatore qualificare in fase di esecuzione gli impianti verificandone disponibilità ed attività, integrando eventualmente l'elenco di cui sotto. L'appaltatore, si potrà avvalere dell'elenco in esame, avendo cura, in fase operativa, a seguito della classificazione/caratterizzazione dei rifiuti, in capo allo stesso, di verificare la disponibilità degli impianti citati e verificare gli estremi autorizzativi di detti impianti, preventivamente alla realizzazione delle opere.

La successiva tabella riporta l'elenco degli impianti di recupero individuati in prossimità delle aree di intervento.

CODICE	SOCIETÀ	LOCALITÀ	COMUNE	PROV.	OPERAZIONE	C.E.R. AUTORIZZATI ¹	DISTANZA (KM)
R1	Ecocentro Toscana srl	Via dell'Artigianato	Montemurlo	PO	R5-R13	17.05.04 17 01 07 17 08 02 17 09 04	10
R2	Nuova Draga di Rovezzano srl	Via Gen. C. A. Dalla Chiesa	Firenze	FI	R13	17.01.01 17.05.04 17.09.04	32
R3	Vangi Inerti di Vangi Fabrizio & C.	Via di Le Prata	Calenzano	FI	R5 R13	17.01.01 17.05.04 17.09.04 17 08 02	9
R4	Italscavi sas	San Colombano	Scandicci	FI	R5-R13	17.03.02 17 08 02 17 01 01	20
R5	Varvarito Lavori srl	Via del Ferro	Prato	PO	R5-R13	17.05.04 17.09.04 17 01 01 17 01 02 17 01 03 17 01 07 17 03 02	5

Impianti di recupero

(1) Con specifico riferimento alle tipologie di rifiuti che si prevede di produrre nell'ambito delle lavorazioni. Tuttavia, ricordando che l'Appaltatore è il produttore dei rifiuti, spetta a lui la corretta scelta del codice CER solo dopo avere eseguito gli accertamenti previsti dalla vigente normativa ambientale.