

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



CONTRAENTE GENERALE

**nodavia**

**PROGETTO ESECUTIVO** DI VARIANTE

**LINEA FERROVIARIA MILANO-NAPOLI  
NODO DI FIRENZE - PENETRAZIONE URBANA LINEA A.V.  
PASSANTE AV**

**Lotto 2**

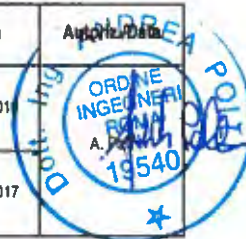
ELABORATO: **PIANO UTILIZZO TERRE (all. 5 DM 10 agosto 2012, n. 161)**

ITALFERR		CONTRAENTE GENERALE	DIREZIONE LAVORI	Data
Vidimato	Data	<b>NODAVIA SOC. CONS. PER AZIONI</b> Piazza Vallisneri, 4 42121 REGGIO EMILIA C.F. e P. IVA 02883090351 Tel. 0522 313003		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV	SCALA
F E W 1	4 0	V	Z Z	R G	I M 0 0 0 0	0 0 7	B	-

PROGETTAZIONE CONTRAENTE GENERALE: Aspetti generali: AMBIENTE - DURAZZANI - GEOECO Progetti  
Strutture - Architettura: CONDOTTE - SWS Engineering  
Impiantistica: E.T.S. - STAIN - SISTEMA INGEGNERIA - TESIFER

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Data
A	Emissione a seguito di nota MATTM prot. n. 10288 del 15.04.2016 e nota RFI prot. n. RFI-DIN-DICA0011/P/2016/0000487 del 29.07.2016	Procopio	03.08.2016	Bruschi	04.08.2016	Polli	04.08.2016	
B	Rimissione in seguito al parere della CTVA n. 2309 trasmesso con nota MATTM n. DVA/4437 del 27.02.2017	Procopio	26.05.2017	Bruschi	29.05.2017	Polli	30.05.2017	



## SOMMARIO

---

SEZIONE I	Introduzione .....	11
<b>I.1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>11</b>
<b>I.2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>I.3</b>	<b>TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDITA' .....</b>	<b>14</b>
SEZIONE II	Siti di produzione e di riutilizzo: inquadramento urbanistico, idrogeologico e storico .....	15
<b>II.1</b>	<b>ANALISI DEI SITI DI PRODUZIONE .....</b>	<b>15</b>
	<b><i>II.1.1 Inquadramento del sito .....</i></b>	<b><i>18</i></b>
	II.1.1.1 Uso pregresso del sito e cronistoria delle attività svolte.....	18
	II.1.1.2 Inquadramento urbanistico .....	23
	II.1.1.3 Inquadramento geologico e idrogeologico.....	26
	<b><i>II.1.2 Descrizione delle bonifiche e delle indagini ambientali svolte nei siti di produzione .....</i></b>	<b><i>34</i></b>
	II.1.2.1 Bonifiche ambientali già eseguite .....	34
	II.1.2.2 Risultati di indagini già eseguite .....	36
	II.1.2.3 Caratterizzazione ambientale ed indagini da eseguire prima della partenza della TBM..	43
<b>II.2</b>	<b>ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – SANTA BARBARA.....</b>	<b>63</b>
	<b><i>II.2.1 Inquadramento del sito .....</i></b>	<b><i>63</i></b>
	II.2.1.1 Inquadramento territoriale.....	63
	II.2.1.2 Inquadramento urbanistico .....	66
	II.2.1.3 Inquadramento geologico e idrogeologico.....	69
	<b><i>II.2.2 Descrizione delle attività svolte nel sito.....</i></b>	<b><i>75</i></b>
	II.2.2.1 Risultati indagini già eseguite .....	75
	II.2.2.2 Modalità di realizzazione della collina schermo.....	82
<b>II.3</b>	<b>ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – EX CAVA BRUNI.....</b>	<b>84</b>
	<b><i>II.3.1 Inquadramento generale del sito ed autorizzazioni .....</i></b>	<b><i>84</i></b>
	<b><i>II.3.2 Tipologie di materiali da conferire presso il sito ex Cava Bruni .....</i></b>	<b><i>86</i></b>
SEZIONE III	Tecnologie di scavo .....	88
<b>III.1</b>	<b>SCAVO IN TRADIZIONALE.....</b>	<b>88</b>
<b>III.2</b>	<b>SCAVO CON FRESA TBM .....</b>	<b>88</b>
	<b><i>III.2.1 Modalità di scavo con fresa TBM.....</i></b>	<b><i>88</i></b>
	<b><i>III.2.2 Caratteristiche chimiche attese dai materiali di risulta .....</i></b>	<b><i>91</i></b>
	III.2.2.1 Scavo in tradizionale.....	91

III.2.2.2	Scavo con fresa TBM.....	92
SEZIONE IV	Volumi.....	97
<b>IV.1.1</b>	<b>Volumetrie attese.....</b>	<b>97</b>
IV.1.1.1	Scavo in tradizionale.....	99
IV.1.1.2	Scavo con fresa TBM.....	99
SEZIONE V	Operazioni di Normale pratica industriale.....	100
<b>V.1.1</b>	<b>Operazioni di normale pratica industriale prevista.....</b>	<b>100</b>
SEZIONE VI	Modalita' di movimentazione, trasporto e tracciabilita' .....	102
<b>VI.1.1</b>	<b>Movimentazione del materiale nel cantiere di produzione.....</b>	<b>102</b>
VI.1.1.1	Movimentazione materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo in tradizionale.....	102
VI.1.1.2	Movimentazione materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo meccanizzato con fresa TBM.....	102
<b>VI.1.2</b>	<b>Movimentazione interessata al luogo di destinazione.....</b>	<b>103</b>
<b>VI.1.3</b>	<b>Tracciabilita' e documento di trasporto .....</b>	<b>105</b>
<b>VI.1.4</b>	<b>Tracciabilita' e documento di trasporto dal sito di Santa Barbara all'ex Cava Bruni .....</b>	<b>107</b>
SEZIONE VII	Istruzione operativa per il monitoraggio dei parametri della TBM .....	108
SEZIONE VIII	Piano di campionamento ed analisi da effettuare in corso d'opera.....	112
<b>VIII.1.1</b>	<b>Piazzole di campionamento.....</b>	<b>112</b>
VIII.1.1.1	Modalita' costruttive piazzole.....	113
VIII.1.1.2	Piazzole di campionamento – Implementazione futura .....	115
<b>VIII.1.2</b>	<b>Modalita' di campionamento materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo in tradizionale.....</b>	<b>117</b>
VIII.1.2.1	Determinazioni analitiche di laboratorio .....	118
VIII.1.2.2	Verifiche di conformita'.....	121
<b>VIII.1.3</b>	<b>Modalita' di campionamento materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo meccanizzato con TBM.....</b>	<b>122</b>
VIII.1.3.1	Protocollo di verifica geotecnica.....	125
VIII.1.3.2	Protocollo di verifica ambientale .....	128
VIII.1.3.3	Verifica di conformita'.....	132
<b>VIII.1.4</b>	<b>Campo prova del "Protocollo" .....</b>	<b>132</b>
<b>VIII.1.5</b>	<b>Sintesi delle determinazioni analitiche.....</b>	<b>134</b>
<b>VIII.2</b>	<b>PIANI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>135</b>
<b>VIII.2.1</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>135</b>

<b>VIII.2.2</b>	<b><i>Monitoraggio acque superficiali e sotterranee lungo il tracciato degli scavi .....</i></b>	<b>137</b>
<b>VIII.2.3</b>	<b><i>Monitoraggio acque superficiali e sotterranee nei siti di deposito provvisorio e finale di S. Barbara .....</i></b>	<b>138</b>
<b>VIII.3</b>	<b>MONITORAGGIO DEGLI SCARICHI IN ACQUE SUPERFICIALI O IN FOGNATURA.....</b>	<b>139</b>
<b>VIII.3.1</b>	<b><i>Premessa .....</i></b>	<b>139</b>
<b>VIII.3.2</b>	<b><i>Scarichi cantiere Campo di Marte .....</i></b>	<b>139</b>
<b>VIII.3.3</b>	<b><i>Scarichi cantiere Stazione AV .....</i></b>	<b>140</b>
<b>VIII.3.4</b>	<b><i>Scarichi cantiere Santa Barbara – Terminal Bricchette.....</i></b>	<b>141</b>

\* § \*

## INDICE DELLE TABELLE

---

Tabella 1. Ripartizione dei volumi di scavo complessivi, al lordo delle detrazioni di cui sopra, per tipologia di scavo e cantiere di riferimento.....	17
Tabella 2. Parametri analizzati sui campioni dell'area Stazione .....	37
Tabella 3. Campioni prelevati nell'ambito TR01 .....	41
Tabella 4. Parametri analizzati sui campioni dell'area Campo di Marte.....	42
Tabella 5. Scavo in tradizionale.....	92
Tabella 6. Ripartizione dei volumi di scavo complessivi, al lordo delle detrazioni di cui sopra, per tipologia di scavo e cantiere di riferimento.....	98
Tabella 7. Scavo in tradizionale: volumetrie attese .....	99
Tabella 8. Scavo con fresa TBM: Volumetrie attese .....	99
Tabella 9. Terre provenienti da scavo in tradizionale: check list analitica "2" .....	120
Tabella 10. Valutazione dei consumi dei prodotti utilizzati nel corso dello scavo con fresa TBM (fonte: Tabella 8.1 dello studio del CNR, pag. 131/146).....	125
Tabella 11. Criterio per il riconoscimento in cantiere dei terreni tipo .....	126
Tabella 12. Terre provenienti da scavo meccanizzato con TBM di tipologia EPB: check list analitica "1" ...	131
Tabella 13. Sintesi dei campioni e delle determinazioni analitiche previste.....	134

\* § \*

## INDICE DELLE FIGURE

---

Figura 1. Corografia sito di produzione .....	19
Figura 2. Ripresa aerofotogrammetrica del centro storico di Firenze .....	20
Figura 3. Stralcio della "Carta dei dintorni di Firenze – Foglio 1" – IGMI 1875-1876.....	21
Figura 4. Stralcio della "Carta topografica di Firenze e dintorni – Foglio 4 – Firenze Est" – IGMI 1923.....	22
Figura 5. Stralcio Variante generale al PRG del Comune di Firenze – Area Stazione (fonte: <a href="http://prg.comune.fi.it/">http://prg.comune.fi.it/</a> ) .....	24
Figura 6. Stralcio Variante generale al PRG del Comune di Firenze – Area Campo di Marte (fonte: <a href="http://prg.comune.fi.it/">http://prg.comune.fi.it/</a> ) .....	25
Figura 7. Stralcio della Tavola della mobilità del Piano strutturale del Comune di Firenze dove in blu è indicato il tratto interessato dall'intervento.....	26
Figura 8. Porzione della Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale (C.N.R.) in Scala 1:250.000.....	27
Figura 9. Porzione della Geological Map of the Northern Apennines (C.N.R., 1970) in Scala 1:500.000.....	28
Figura 10. Schema della stratigrafia del sottosuolo di Firenze.....	32
Figura 11. Carta della trasmissività degli acquiferi (da Piano di Bacino del Fiume Arno).....	33
Figura 12. Planimetria con indicazione delle aree di bonifica .....	34
Figura 13. bonifica della cisterna interrata (Scavo ubicato nell'area arancione).....	35
Figura 14. Planimetria con ubicazione dei sondaggi: in giallo i sondaggi eseguiti nel 2005, in verde quelli eseguiti nel 2010.....	36
Figura 15. Planimetria con ubicazione dei sondaggi aggiuntivi.....	38
Figura 16. Cantiere Campo di Marte .....	39
Figura 17. Planimetria con ubicazione dei sondaggi (in giallo i sondaggi eseguiti nel 2003, in verde quelli eseguiti nel 2010) .....	40
Figura 18. Corografia del sito .....	64
Figura 19. Aree di cantiere - realizzazione della collina schermo .....	65
Figura 20. Stralcio della tavola di RU "Meleto – Santa Barbara".....	67
Figura 21. Stralcio della tavola di RU "Disciplina del sistema ambientale e paesaggistico" e relativa legenda .....	68
Figura 22. Sezione geologica tra Greve e la Croce di Pratomagno in risulta assai evidente la piega anticlinale coricata e fagliata che rappresenta il fronte della Falda Toscana.....	70
Figura 23. Modello geologico stratigrafico relativo alle sezioni AA' e CC': per l'identificazione delle tracce di sezione si veda la Figura 25.....	73
Figura 24. Planimetria ubicazione indagini svolte nell'area (in verde è indicata l'ubicazione dei sondaggi geognostici, mentre in rosso l'ubicazione delle prove penetrometriche).....	77
Figura 25. Collina schermo di Santa Barbara: piano delle indagini ambientali eseguite .....	78

Figura 26. Planimetria di progetto della collina schermo con indicazione delle opere a verde.....	83
Figura 27. Tunnel Boring Machine .....	90
Figura 28. Prospetto del sistema di copertura delle piazzole con telaio scorrevole.....	101
Figura 29. Prospetto del sistema di copertura delle piazzole con capriate scorrevole .....	101
Figura 30. Cassoni “open top” e relativa scheda tecnica .....	104
Figura 31. Ubicazione delle piazzole – realizzazione collina schermo .....	114
Figura 32. Dettaglio planimetrico delle piazzole attuali .....	114
Figura 33 Configurazione delle piazzole a seguito di variante .....	116
Figura 34. Fusi granulometrici del terreno di tipo 1 (rosso) e terreno di tipo 2 (nero).....	126
Figura 35. Curve di costipamento da Proctor Modificata del terreno1 in zolle e del terreno 2 vagliato a 25 mm (fonte: Figura 2.20 dello studio del CNR, pag. 31/146).....	127

\* § \*

## ALLEGATI

### Allegato 1 –

Schede di sicurezza ed informative dei prodotti:

- Tensioattivi (Polyfoamer ECO/100)
- Polimeri (Mapedrill XG01)
- Grassi (Condat GR217 e Condat HBW NG)

Dichiarazione MAPEI sulla rispondenza dei materiali rispetto a quelli testati nel Protocollo del CNR

- MAPEI Dichiarazione MAPEDRILL XG01
- MAPEI Dichiarazione POLYFOAMER ECO 100

### Allegato 2 – DDT per convogli ferroviari

### Allegato 3

- Tavolo tecnico del 13.01.2014 (primo incontro) con allegato protocollo iniziale CNR
- Tavolo tecnico del 28.03.2014 (secondo incontro)
- Tavolo tecnico del 26.06.2014 (terzo incontro)
- Tavolo tecnico del 13.02.2015 (quarto incontro)
- Tavolo tecnico del 10.04.2015 (quinto incontro)
- Tavolo tecnico del 05.06.2015 (sesto incontro)
- Tavolo tecnico del 05.08.2015 (settimo incontro)
- Protocollo CNR

- Addendum al protocollo CNR
- Relazione Fase 1 del CNR
- Relazione Finale del CNR
- Addendum alla relazione finale CNR

**Allegato 4** – Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze con riferimento all'utilizzo degli additivi, della pasta di tenuta e del lubrificante della fresa utilizzata durante gli scavi (ISPRA).

- Nota DVA prot. n. U.0010288 del 15.04.2016 - Parere 2032 CTVA del 01.04.2016
- Nota DVA prot. n. U.0004437 del 27.02.2017 - Parere 2309 CTVA del 17.02.2017

**Allegato 5** – Sondaggi preliminari lungo il tracciato delle gallerie per caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo

- Sondaggi preliminari lungo il tracciato delle gallerie per caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo - Planimetria (cod. elab. FEW140CZZP8IM0003201A)
- Report sui sondaggi lungo i tracciati delle gallerie (rev. B)
- Stratigrafie dei sondaggi geognostici – relazione a cura del Dott. Geol. Silvio Cavallucci
- Rapporti di prova granulometrie TecnoLab S.r.l.
- Rapporti di prova CSC terre e rocce – laboratorio Alpha Ecologia
- Rapporti di prova acque sotterranee – laboratorio Alpha Ecologia
- Rapporti di prova CSC terre e rocce – laboratorio CSA con Dipartimento Scienze della Terra UNIFI
- Nota Arpat prot. n. FI.01.13.16/43.4 del 17.05.2017

**Allegato 6** – Piani di Monitoraggi del Nodo AV di Firenze

**Allegato 7** – Piano di Monitoraggio Ambientale - Riambientalizzazione area mineraria S. Barbara – (cod. elab. FEW140VZZRHIM0202001E)

**Allegato 8** – Piano di gestione dei Rifiuti

- C.Li.Ri. S.r.l. Via di Vallin Buoi – Livorno, con autorizzazioni
  - o AD 209/2009 (Livorno)
  - o AD 141/2013 (Livorno)
  - o AD 212/2014 (Livorno)
- Varvarito Lavori Via del Ferro 300 – Prato con autorizzazione
  - o Aut. n.160 del 05.02.2016 (Prato)



- Adrastea S.r.l. – Via Canestrini – Porta Medaglia – ROMA, con autorizzazioni
  - o Det. B6278 del 04/12/2009 (D15)
  - o Det. B01203 del 27 febbraio 2012 nulla osta oltre Metro C
  - o Det. A05175 del 20.06.13
  - o Richiesta Rinnovo della B6278 DOC221214
  - o 2014.12.09 Regione Lazio Determina rinnovo autorizzazioni discariche
  - o 2014.12.22 Rinnovo Adrastea discarica

**Allegato 9** – Documentazione relativa al sito alternativo della Serravalle Ambiente S.r.l. posto nel Comune di Serravalle Pistoiese (PT)

- Dichiarazione di disponibilità ad accogliere i materiali – nota prot. 17/001 del 31.05.2017 della società Serravalle Ambiente S.r.l.
- Convenzione per il Piano Particolareggiato di recupero ambientale della ex Cava bruni in località Masotti, stipulata fra il Comune di Serravalle Pistoiese e la Società Serravalle Ambiente S.r.l. (Repertorio 35971 del 23/12/2017)
- Autorizzazione Unica Ambientale n. 46 del 11/11/2015 ed allegati
- Autorizzazione Unica Ambientale n. 18 del 27/04/2017 ed allegati

\* § \*

## TAVOLE

**Tavola 1** – Sito di produzione – stato di fatto

**Tavola 2** – Sito di produzione – stato di progetto

**Tavola 3** – Sito di produzione – Sezioni geologiche ed idrogeologiche interpretative – Area Stazione;

**Tavola 4** – Sito di produzione – Sezioni geologiche ed idrogeologiche interpretative – Area Campo di Marte;

**Tavola 5** – Sito di riutilizzo – stato di fatto

**Tavola 6** – Sito di riutilizzo – stato di progetto

**Tavola 7** – Sito di riutilizzo – dettaglio tecnico piazzole

**Tavola 8** – Movimentazione materiale da sito di produzione a sito di riutilizzo

**Tavole 9** – Sito di riutilizzo – implementazione piazzole

**I.1 PREMESSA**

Il documento costituisce il Piano di Utilizzo Terre redatto per descrivere la gestione dei materiali di scavo prodotti dai lavori di realizzazione della “Penetrazione Urbana della linea AV nel Nodo di Firenze”.

Con nota DVA/2013/24358 del 24/10/2013 la Direzione Generale ha disposto la sospensione a titolo cautelare della Determina Dirigenziale DVA/2013/583 del 10/01/2013 e ha comunicato l’avviso di un procedimento di supplemento istruttorio relativo al Piano di Utilizzo terre precedentemente presentato sottoponendo alla Commissione Tecnica di verifica dell’Impatto Ambientale VIA/VAS i seguenti temi di approfondimento:

- 1) *Verifica della destinazione urbanistica – paesaggistica dell’area dell’ex sito minerario di Santa Barbara, a cui sono destinate le terre da scavo risultanti dallo scavo nell’ambito dell’AV Firenze, al fine di stabilire se va rispettata la colonna A (come sostiene la tesi accusatoria della Procura della Repubblica di Firenze) ovvero la colonna B (come sembra affermarsi nel dispositivo, ma non anche nella parte motiva, del parere della commissione VIA-VAS) dell’allegato 5, parte V del D.Lgs. 152/2006, quanto ai valori di CSC;*
- 2) *Nuovo accertamento, a carico della parte richiedente il PUT, del valore CSC delle terre risultanti dallo scavo con fresa, condizionato con gli additivi indicati nel PUT e nel presupposto parere, per il termine di istituto pubblico, nonché, se del caso, per conto del MATTM, da parte di ISPRA;*
- 3) *Verifica dell’idoneità, anche sotto il profilo statico, delle terre risultanti dallo scavo con fresa, condizionata con gli additivi rispetto al fine a cui risultano destinate (realizzando collina nell’ex sito minerario di S. Barbara).*

In merito a quanto richiesto, in data 20/12/2013, la Commissione Tecnica, per meglio rispondere ai requisiti posti dalla Direzione, ha chiesto l’istituzione di un Tavolo Tecnico (nel seguito denominato TT1) coordinato da ISPRA e composto ITALFERR (società di progettazione del Gruppo Ferrovie dello Stato incaricato da RFI dell’Alta Sorveglianza), NODAVIA, CNR e, su coinvolgimento del CNR, l’ISS per la determinazione delle CSC. Le attività del TT1 si sono svolte nel periodo compreso fra gennaio 2014 e agosto 2015 e si sono concluse con la consegna da parte del CNR, in data 05.08.2015, dell’elaborato tecnico – scientifico “Relazione finale – Attività di sperimentazione sui terreni condizionati derivanti dalla realizzazione del passante AV del nodo di Firenze” e successivo addendum alla Relazione Finale “Sperimentazione geotecnica sui terreni condizionati Nodo AV Firenze, consegnato in data 27.11.2015, che completa la risposta al punto 3 del supporto richiesto.

Lo studio effettuato non ha portato alla definizione delle CSC per le sostanze condizionanti menzionate nella nota del MATTM prot. DVA 24358 del 24.10.2013 e le attività di ricerca documentale nella banca dati dell’ISS su sostanze con una struttura chimica affine alle sostanze in esame (per le quali già si conosce la CSC) non hanno prodotto risultati.

Posto quanto sopra, alla consegna da parte del CNR dell’elaborato tecnico – scientifico “Relazione Finale – Attività di sperimentazione sui terreni condizionati derivanti dalla realizzazione del Passante AV del nodo ferroviario di Firenze” ha fatto seguito l’atto documentale di ISPRA, consegnato in data 27 agosto 2015, “Considerazioni tecniche sulla relazione finale del CNR”.

Ispra ha rilevato che *“..non è stato possibile elaborare le CSC richieste con riferimento agli additivi, mancando i dati specifici” e che “sotto il profilo meramente tecnico- scientifico si ritiene che l'unica strada attualmente percorribile, ai fini della qualificazione in cantiere delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, sia prevedere la definizione, ad opera di soggetti con adeguate competenze tecnico – scientifico, e la successiva applicazione di un protocollo che contempli puntuali controlli che includono l'applicazione di opportuni biotest sul materiale scavato nel contesto sito – specifico”*

Sulla base delle considerazioni di cui sopra da parte di ISPRA, la Direzione del MATTM, con nota DVA-2015-27549 del 03.11.2015, ha istituito un nuovo Tavolo Tecnico (nel seguito denominato TT2) coordinato da ISPRA e costituito, oltre che da ISPRA, dal CNR, dall'ISS e dall'ARPA Toscana, con lo scopo di addivenire rapidamente a uno specifico Protocollo finalizzato all'aggiornamento del Piano di Utilizzo Terre; le attività del TT2 si sono svolte nel periodo compreso fra novembre 2015 e febbraio 2016 e sono terminate con la consegna del *“Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze”*.

Il TT2, come peraltro citato nell'introduzione del Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze, *“ha definito le procedure di caratterizzazione e di campionamento in corso d'opera delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze. Le attività hanno riguardato la verifica ambientale dei materiali e la verifica della resistenza geotecnica”*.

La Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, in esito ai lavori svolti dai citati TT1 TT2, si è espressa con proprio parere n. 2032 del 01.04.2016, trasmesso con nota 1301/CTVA del 12.04.2016, acquisita al prot. 1301/DVA del 12.04.2016, richiamando il rapporto del CNR per il quale *“è possibile seguendo un criterio conservativo che presuppone la realizzazione in corso d'opera di*

- 1. Analisi finalizzate a determinare che la concentrazione del tensioattivo SLES scenda al di sotto di 15 mg/kg;*
- 2. Test eco-tossicologici sull'embrione di pesce Danio rerio (FET) e sul batterio Vibrio fischeri fino a raggiungere un livello di tossicità considerato accettabile.*

*Quando queste condizioni si raggiungono, il materiale ha finito il processo di maturazione e può essere riutilizzato come terra e roccia da scavo, come da progetto approvato”,* esprimendo il seguente parere:

- 1) In ordine alla destinazione urbanistica si conferma che il sito dove verrà realizzata la collina schermo è classificato “F4f4” con conseguente possibile conferimento di materiali conformi alla colonna B. Il sito del progetto di implementazione (da intendersi come porzione aggiuntiva) della collina schermo ha invece destinazione urbanistica “E” con conseguente conferimento di materiali conformi alla colonna A della Tab. 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006. In ordine alla destinazione urbanistica il quesito posto dalla DVA è superato in quanto il Proponente autonomamente e coerentemente con quanto richiesto dalla Regione Toscana e da ARPAT trasferirà a Santa Barbara soltanto terre conformi ai limiti di cui alla colonna A.*
- 2) Il documento finale del CNR prot. CTVA 2753 del 2015 (con addendum prot. CTVA 4157 del 2015), nonché quello di ISPRA prot. CTVA 2867 del 27 agosto 2015 nonché, infine, il “Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze” prot. CTVA 631 del 2016 hanno già fornito ogni necessario approfondimento, per cui la Commissione non può che richiamarsi alle relative risultanze tecniche, riservandosi ogni ulteriore valutazione in concerto, con il concorso del Tavolo tecnico “TT2”, del nuovo PUT che dovrà essere presentato dal Proponente.*

- 3) *Le indagini eseguite e di cui si da conto in motivazione confermano l'utilizzabilità geotecnica dei materiali provenienti dagli scavi per la realizzazione della collina schermo, previa esecuzione in corso d'opera del monitoraggio sotto controllo di ARPAT Toscana, non risultando peraltro necessario il trattamento a calce.*
- 4) *Il Proponente, tenuto conto degli approfondimenti tecnico – scientifici emersi nel corso dei tavoli tecnici “TT1” e TT2” svolti e, in modo particolare, del “Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV Firenze”, dovrà presentare prima dell’inizio dei lavori il PUT modificato ed aggiornato, che sarà sottoposto ad approvazione del MATTM e da questi corredato di un apposito quadro prescrittivo per tutto io necessari approfondimenti “in campo”.*

Il MATTM, in esito al procedimento di supplemento istruttorio avviato con la determina del 24/10/2013, con nota prot. DVA.U.0010288 del 15/04/2016 ha trasmesso il parere n.2032 del 01/04/2016 della Commissione Tecnica VIA/VAS con l'allegato *“Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce di scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze con riferimento all'utilizzo degli additivi, della pasta di tenuta e del lubrificante della fresa durante gli scavi”*, richiedendo la trasmissione del Piano di Utilizzo aggiornato, ai fini dell'approvazione ai sensi del DM 161/2012, secondo quanto indicato nel suddetto parere e tenendo conto di quanto previsto dal citato Protocollo Operativo.

Il Piano di Utilizzo Terre è stato trasmesso in data 05.08.2016, con nota del CG n. prot. 3675NV-16,

Successivamente è stato effettuato un invio informatico in data 20.09.2016 con nota CG n. prot. 4219NV-16.

Con l'invio della nota del CG prot. n. 5427NV-16 del 18.11.2016 è stato completato l'invio dei documenti richiesti.

Il MATTM ha inviato la comunicazione di avvio dell'istruttoria in data 05.12.2016 con nota DVA n. prot. 0029504

In merito al Piano di Utilizzo Terre trasmesso con nota prot. n. 4219NV-16 del 20.09.2016, i ndata 22.02.2017, il MATTM trasmetteva il Parere n. 2309 del 17 febbraio 2017 della Commissione Tecnica VIA/VAS

A seguito di tale Parere si sono succeduti incontri fra il CG, il MATTM, la Commissione Tecnica VIA/VAS (di seguito CTVA) e la Committente (RFI S.p.A. con Italferr S.p.A.), in data 23 marzo, 11 e 19 maggio 2017 e tra il CG, il MATTM e la CTVA nelle date del 7 aprile, 5 maggio, che hanno portato ai chiarimenti necessari per la redazione del presente Piano di Utilizzo Terre. Successivamente all'incontro del 23 marzo il CG, con nota prot. n. 1467 del 30.03.2017 ed inviata ai partecipanti, ha sintetizzato le risultanze dell'incontro.

## **I.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Relativamente all'opera in oggetto sono già stati emessi e sottoposti al parere degli Enti i seguenti documenti:

- Piano di gestione terre (cod. elaborato FAE600DMARGIA0000001A, del maggio 2008). Il documento è stato oggetto di approvazione, con prescrizioni (vedi nota ARPAT n. 41951 del 14/05/2008) dall'OA in data 14 maggio 2008;

- Piano di gestione delle terre 2010 (aggiornamento PGT 2008, cod. elaborato FEW140CZZRGIM0000002C, del 27/07/2010). Il documento è stato oggetto di approvazione, con prescrizioni (vedi nota ARPAT n. 56100 del 30/07/2010) dall'OA in data 30 luglio 2010.
- Passante AV – Lotto 2, Piano Utilizzo Terre (all. 5 DM 10 agosto 2012, n. 161) – cod. elaborato FEW140CZZRGIM0000006A. Il documento è stato oggetto di approvazione in data 10/01/2013 da parte del Ministero Ambiente Tutela Territorio e Mare.
- Passante AV – Lotto 2, Piano Utilizzo Terre (all. 5 DM 10 agosto 2012, n. 161) – cod. elaborato FEW140VZZRGIM0000007A. Il documento è stato inviato telematicamente in data 20 settembre 2016 e consegnato cartaceo presso il Ministero dell'Ambiente in data 21 settembre 2016

Sono stati utilizzati come riferimenti tecnico/normativo il “Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze” ed il Parere 2309 del 17 febbraio 2017 della CTVA ed i successivi chiarimenti a seguiti degli incontri intercorsi fra MATTM, CTVA, CG, RFI ed Italferr.

### **I.3 TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDITA'**

La realizzazione delle opere avrà durata complessiva di circa 5 anni. Pertanto il presente PUT avrà durata di almeno 5 anni.

## SEZIONE II SITI DI PRODUZIONE E DI RIUTILIZZO: INQUADRAMENTO URBANISTICO, IDROGEOLOGICO E STORICO

### II.1 ANALISI DEI SITI DI PRODUZIONE

Il sito di produzione è posto nelle aree in cui sarà realizzata la nuova Stazione Ferroviaria AV di Firenze ed il Passante AV, presso il cantiere di Cantiere Campo di Marte (vedi tavole 1, 2, 3, 4, 5).

Il progetto della nuova Stazione AV prevede la realizzazione di un camerone sotterraneo di due piani lungo circa 450 m, largo 52 m e profondo 25 m, contenente, oltre ai servizi necessari per l'esercizio ferroviario, uffici e spazi commerciali. Il Camerone è coperto da una struttura semicilindrica con due sbalzi di 50 m in direzione dei due ingressi.

Il Passante AV consiste in tutte le opere necessarie per la realizzazione delle gallerie che consentiranno alla futura linea AV di transitare al di sotto della città di Firenze, partendo dal punto in cui questa si interrerà, in corrispondenza della stazione di Campo di Marte, fino al punto in cui, dopo aver transitato per la futura stazione, riemergerà presso l'area di Rifredi.

Alla data di presentazione del presente documento, le lavorazioni porteranno alla produzione complessiva di circa 1.670.800,00 mc di materiali scavati.

Fra le quantità da scavare ci sono circa 22.000 mc provenienti dagli scavi della Stazione AV e Campo di Marte che, a seguito della prescrizione Regionale n. 900 e 901 del 15.10.2012 non possono essere riutilizzati presso il sito di destinazione di Santa Barbara in quanto hanno dato risultanze analitiche tra la colonna A e la colonna B della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.; tali materiali saranno essere gestiti in regime di sottoprodotto entro la Colonna B in un sito alternativo (si veda capitolo "Analisi del sito di riutilizzo – ex Cava Brunì) .

Nel corso dell'esecuzione dei lavori di realizzazione della galleria si renderà inoltre necessario effettuare interventi di manutenzione della TBM che richiederanno la messa in sicurezza del fronte per mezzo di un membrana con fanghi bentonitici, che avrà lo scopo di formare una barriera impermeabile all'aria ed all'acqua consentendo di operare in condizioni di sicurezza. Tutto il volume così trattato, stimato in circa 2.500 metri cubi fioriti per tutto il tracciato, sarà gestito nell'ambito della normativa dei rifiuti.

Oltre alle quantità di cui sopra saranno gestiti nell'ambito della disciplina dei rifiuti i materiali di demolizione dei terreni preventivamente consolidati attraversati dalla TMB. Tali quantitativi non rientrano nel computo dei materiali da gestire come sottoprodotti in quanto equiparabili a materiali provenienti dalle demolizioni e non rientranti nell'ambito del DM 161/2012 come materiali da scavo, contenenti anche calcestruzzi o miscele.

Lungo il tracciato, anche al di fuori del primo tratto di scavo, a causa della presenza di terreni con permeabilità elevata e carenza della componente fine, potrebbe essere necessario utilizzare prodotti, per la messa in sicurezza del fronte di scavo, non compresi nelle attività di studio e ricerca del "Protocollo". Anche in tal caso, tutti i materiali così condizionati, saranno gestiti nell'ambito della disciplina dei rifiuti.

In sintesi si riporta il seguente elenco con volumi scavati e destinazioni.

#### Scavi in tradizionale

- Materiale complessivo proveniente dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV – **643.400 mc, di cui:**

- Materiali provenienti dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV non conformi alla colonna A della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., sulla base delle indagini preliminari, da inviare ad un sito alternativo a quello di Santa Barbara (ex Cava Bruni nel comune di Serravalle Pistoiese come specificato nei paragrafi successivi) – **22.000 mc**. Si faccia riferimento al paragrafo “Descrizione delle bonifiche e delle indagini ambientali svolte nei siti di produzione.
- Materiale proveniente dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV utilizzabile, fatti salvi i risultati sulle CSC da ripetersi prima della messa a dimora ed al netto delle detrazioni di cui sopra, per la realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara – **621.400 mc**

### Scavi meccanizzati

- Materiale complessivo proveniente dallo scavo meccanizzato delle gallerie del Passane AV del Nodo di Firenze – **1.027.400 mc, di cui:**
  - Materiale proveniente da interventi di ispezione e manutenzione da gestirsi nell’ambito della disciplina dei rifiuti (discarica) – **2.500 mc**. Derivano dai materiali scavati successivamente all’esecuzione delle attività di manutenzione per le quali sarà utilizzata bentonite per il sostegno del fronte. Si stimano la necessità di otto soste, quattro per galleria.
  - Materiali provenienti dalla demolizione dei tratti di terreno consolidato da inviare a recupero o discarica – **30.000 mc**. Saranno prodotti in corrispondenza di:
    - L’avvio dello scavo nella Galleria Artificiale 02 del cantiere di Campo di Marte, sia per la galleria del binario pari sia per il binario dispari, per circa 12 metri per ciascuna galleria,
    - nell’ingresso del cosiddetto Camerone AV della Nuova Stazione AV, per il binario dispari per circa 9 metri
    - dell’attraversamento della TBM dal Pozzo di Ventilazione Nord (PZ01) e per i tratti consolidati, per circa 21 metri per il binario pari e circa 14 metri per il binario dispari. Siamo, per il binario pari, indicativamente fra le progressive 4+830 e 4+866 mentre, per il binario dispari orientativamente fra le progressive 4+820 e 4+856.
    - lo scavo dei tratti consolidati presso il cantiere di arrivo dello Scavalco Ferroviario, prima dell’arrivo al pozzo di arrivo frese, indicativamente negli ultimi 120 metri (orientativamente fra le progressive 6+760 e 6+890 per le due gallerie).
  - Materiali provenienti dallo scavo meccanizzato nell’attraversamento di formazioni con permeabilità elevata e carenza della componente fine, sulla base di quanto risultante dal profilo geologico di progetto, da gestirsi nell’ambito della disciplina dei rifiuti (discarica) – **84.640 mc**.
    - I tratti con permeabilità elevata sono attesi dall’inizio dello scavo, a valle dei tratti consolidati, fino alla progressiva 1+455 km e, circa, fra le progressive 3+600 e 3+900, per entrambe le gallerie.
  - Materiali provenienti dallo scavo meccanizzato utilizzati per testare il “Protocollo” (campo prova direttamente in discarica) – **30.000 mc**
  - Materiale proveniente dagli scavi meccanizzati, fatti salvi i risultati delle prove prescritte dal “Protocollo” e quelli sulle CSC da ripetersi prima della messa a dimora ed al netto delle detrazioni di cui sopra, per la realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara – **880.260 mc**

Per quanto sopra, i volumi di materiali da scavo che potranno essere gestiti ai sensi del DM 161/2012 e ss.mm.ii. e del “Protocollo” ammontano a **1.501.660 metri cubi scavati rispetto al totale scavato di 1.670.800**.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei siti di produzione e dei volumi di materiali da scavo complessivi che saranno generati in corrispondenza di ogni sito.



Tabella 1. Ripartizione dei volumi di scavo complessivi, al lordo delle detrazioni di cui sopra, per tipologia di scavo e cantiere di riferimento

<b>Tipologia di scavo</b>	<b>Cantiere di Riferimento</b>	<b>Volume di scavo totale in banco (mc)</b>	<b>Volume di scavo totali sciolti (mc)</b>
Scavo in tradizionale	Stazione AV – ex Macelli	422.080	590.900
	Campo di Marte (escluso gallerie naturali)	37.500	52.500
Scavo meccanizzato con fresa TBM	Campo di Marte (gallerie naturali)	733.860	1.027.400
Totale		1.193.440	1.670.800

### **II.1.1            *Inquadramento del sito***

In conformità a quanto previsto dall'allegato 5 al DM 161 del 10 Agosto 2012 il presente paragrafo va a descrivere in modo dettagliato le caratteristiche del sito di produzione facendo particolare riferimento alle seguenti sezioni:

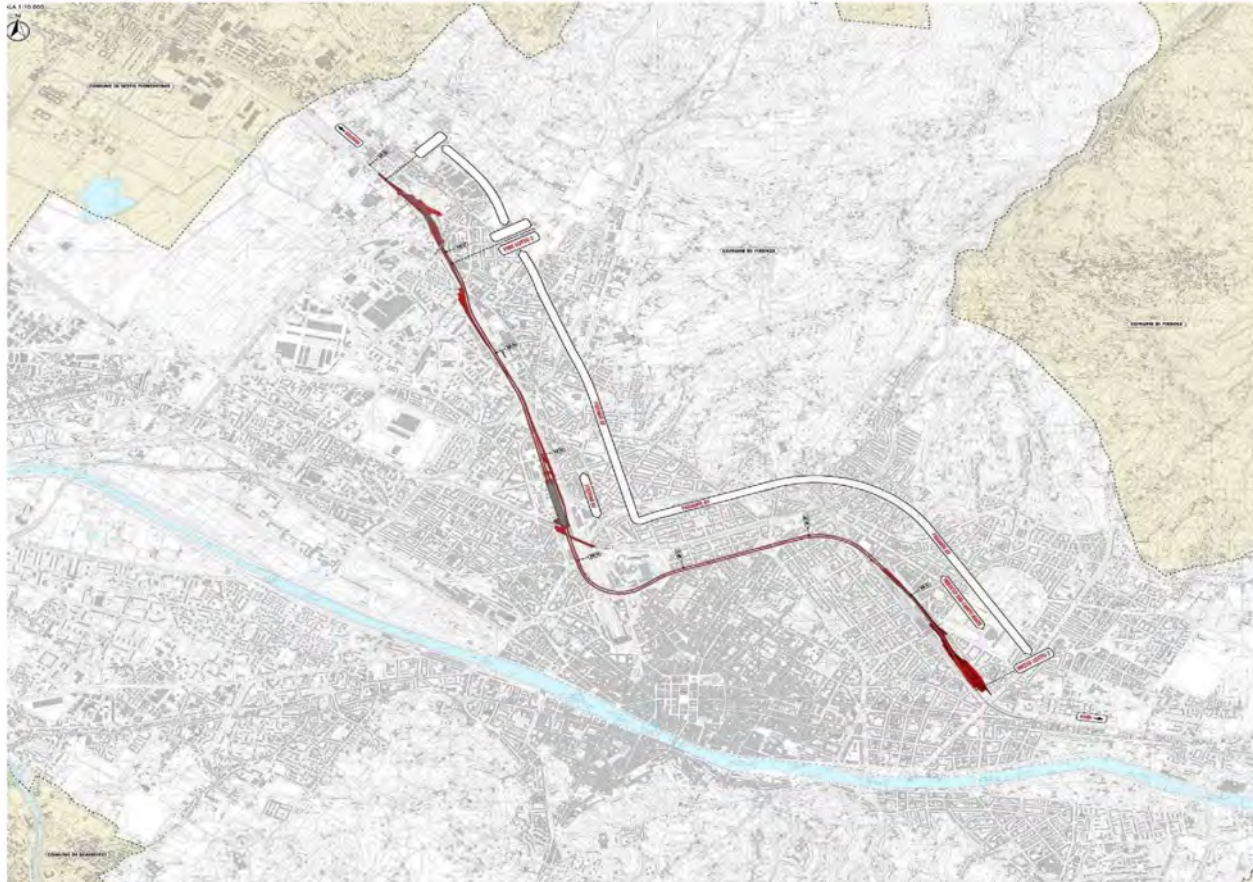
- 1) *Inquadramento territoriale* all'interno della quale si vanno descrivere le caratteristiche del sito in termini di:
  - ✓ Denominazione del sito;
  - ✓ Ubicazione del sito;
  - ✓ Corografia del sito;
- 2) *Inquadramento urbanistico* all'interno del quale si va definire la destinazione d'uso urbanistica del sito.
- 3) *Inquadramento geologico e idrogeologico* all'interno del quale si andranno ad evidenziare i seguenti aspetti:
  - ✓ Descrizione del contesto geologico della zona;
  - ✓ Ricostruzione stratigrafica del suolo/sottosuolo;
  - ✓ Descrizione del contesto idrogeologico della zona;

#### **II.1.1.1            Uso pregresso del sito e cronistoria delle attività svolte**

L'opera risulta suddivisa in due cantieri principali che si sviluppano lungo l'infrastruttura in costruzione per una lunghezza di 7,5 km. In ragione dell'estensione dell'opera e, conseguentemente, in ragione del diverso contesto cittadino nel quale si vengono a collocare i diversi cantieri nel presente paragrafo si va a trattare l'uso pregresso del sito per ciascun cantiere principale, come segue:

- Cantiere Ex Macelli-Belfiore per la Nuova Stazione AV;
- Cantiere Campo di Marte;

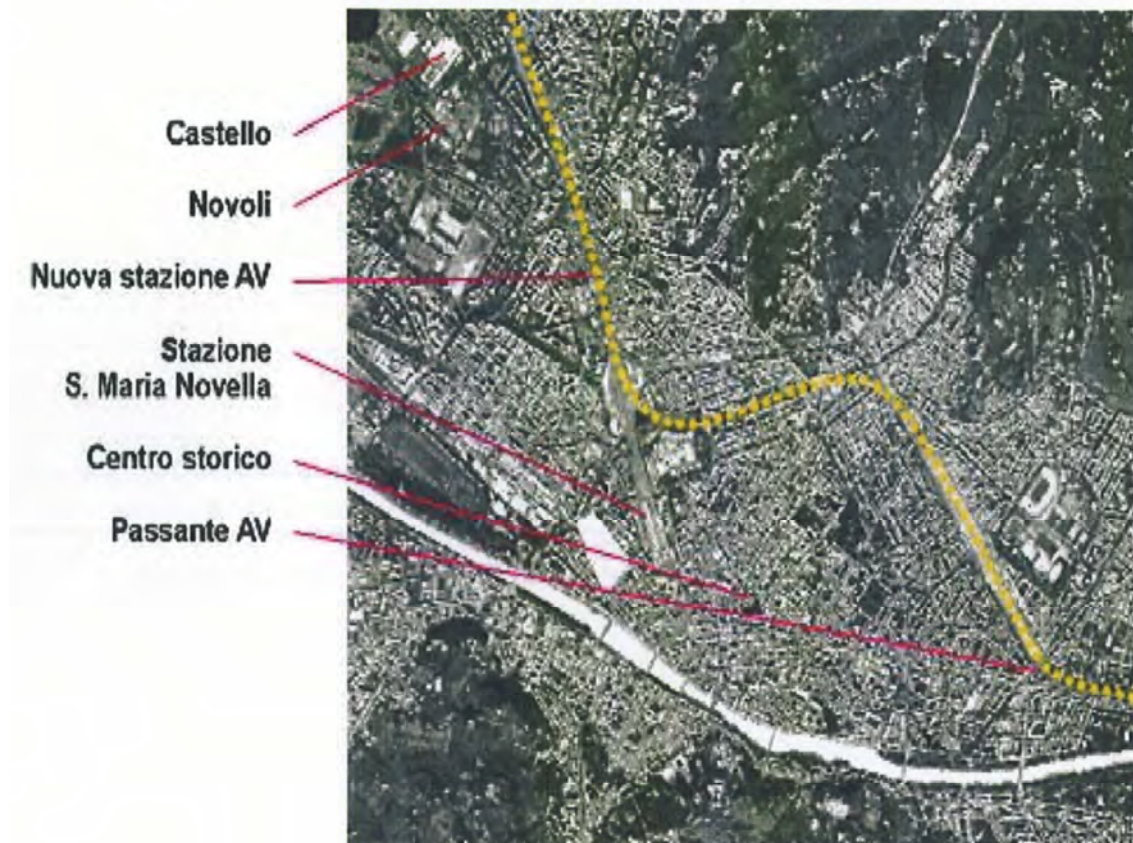
Figura 1. Corografia sito di produzione



### Cantiere Ex Macelli-Belfiore - Stazione AV

Il sito di produzione descritto nel seguente paragrafo è ubicato nella parte nord-occidentale della città di Firenze, in un quartiere sviluppato tra la fine del 1800 e la metà del 1900 è costituito principalmente da edifici residenziali e dalla storica area ferroviaria. Il sito si trova a metà strada tra il centro storico di Firenze e le aree industrializzate di Novoli e Castello, come raffigurato di seguito. In Figura 2 si riporta la corografia del sito.

**Figura 2. Ripresa aerofotogrammetrica del centro storico di Firenze**



L'area ferroviaria sopra menzionata comprende i binari di corsa della linea che collega la stazione di Rifredi con Santa Maria Novella e, seguendo lo sviluppo dei binari da nord verso sud per il tratto interessato dal cantiere qui descritto, affianca il lato est del camerone della Stazione AV, ed è separata dallo stesso dal corridoio attrezzato.

La stessa area ferroviaria, proseguendo in direzione di Santa Maria Novella è occupata anche dai binari di transito e da un'area estesa di binari di stazionamento (tronchini) e di ricovero di locomotive. In questa zona, denominata Belfiore dalla toponomastica cittadina, il torrente Mugnone sotto attraversa trasversalmente l'intero fascio di binari, mediante una condotta a sezione rettangolare lunga circa 300 m. Il corso del torrente, prima e dopo il suddetto tratto tombato, scorre all'interno di un canale artificiale rettilineo, racchiuso su entrambi i lati dai rilevati artificiali. La parte sud dell'area ferroviaria in parola è delimitata dall'incrocio tra Viale Belfiore, Via Benedetto Marcello e Viale Redi che converge con i due fornici del sottopasso del rilevato ferroviario approssimativamente a +44 m s.l.m. Gli edifici presenti lungo il fronte di Viale Redi sono prevalentemente residenziali. Un grande fabbricato è situato all'angolo con Viale Belfiore e Viale Redi

nonché un deposito ferroviario soggetto a tutela dei beni artistici e storici si sensi della legge 1089/39. Una torre di deposito acqua è localizzata nella parte sud del capannone.

L'area destinata alla realizzazione della struttura del camerone della Stazione AV è delimitata da Via Circondaria a nord, dal tratto tombato del Torrente Mugnone a sud, dai binari di linea anzi descritti ad est ed infine sul lato ovest del camerone sono ubicati pochi edifici sparsi.

### **Cantiere Passante AV presso Campo di Marte**

L'area del cantiere di Campo di Marte è interamente ricompresa all'interno del perimetro dell'attuale stazione omonima. La Stazione di Campo Marte fu realizzata agli inizi del 1900. Dal confronto tra la cartografia storica delle 2 figure seguenti (1875-76 la Figura 3 e 1923 la Figura 4) risulta evidente lo spostamento della linea ferroviaria e l'ubicazione della nuova stazione, localizzata in un'area prima esterna alla Città, nelle immediate vicinanze del "Campo di Marte", ampia area un tempo destinata alle esercitazioni, manovre e parate militari ed oggi trasformata in area sportiva.

**Figura 3. Stralcio della "Carta dei dintorni di Firenze – Foglio 1" – IGMI 1875-1876**



Figura 4. Stralcio della “Carta topografica di Firenze e dintorni – Foglio 4 – Firenze Est” – IGMI 1923



### II.1.1.2 Inquadramento urbanistico

I cantieri ricadono entro i confini amministrativi del Comune di Firenze.

La classificazione d'uso dei terreni oggetto dell'infrastruttura, desunta dall'art.45 del Regolatore Urbanistico assunto dal Comune di Firenze con Delibera n.2015/C/00025 del 02/04/2015, è "Rete Ferroviaria".

Nella foto sottostante la mappa, desumibile dal sito internet <http://regolamentourbanistico.comune.fi.it/mappaInterattiva/>.

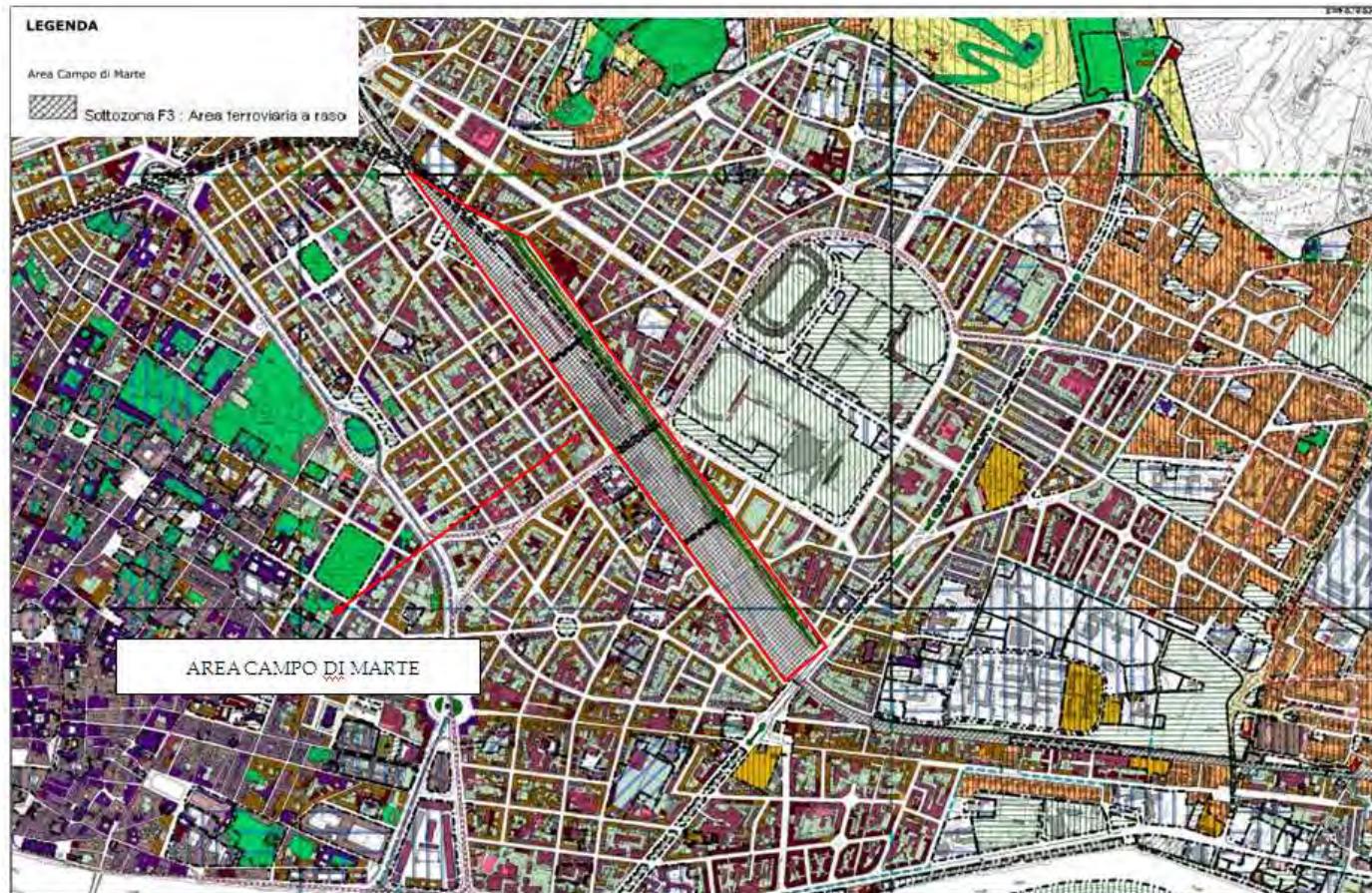


Figura 5. Stralcio Variante generale al PRG del Comune di Firenze – Area Stazione (fonte: <http://prg.comune.fi.it/>)



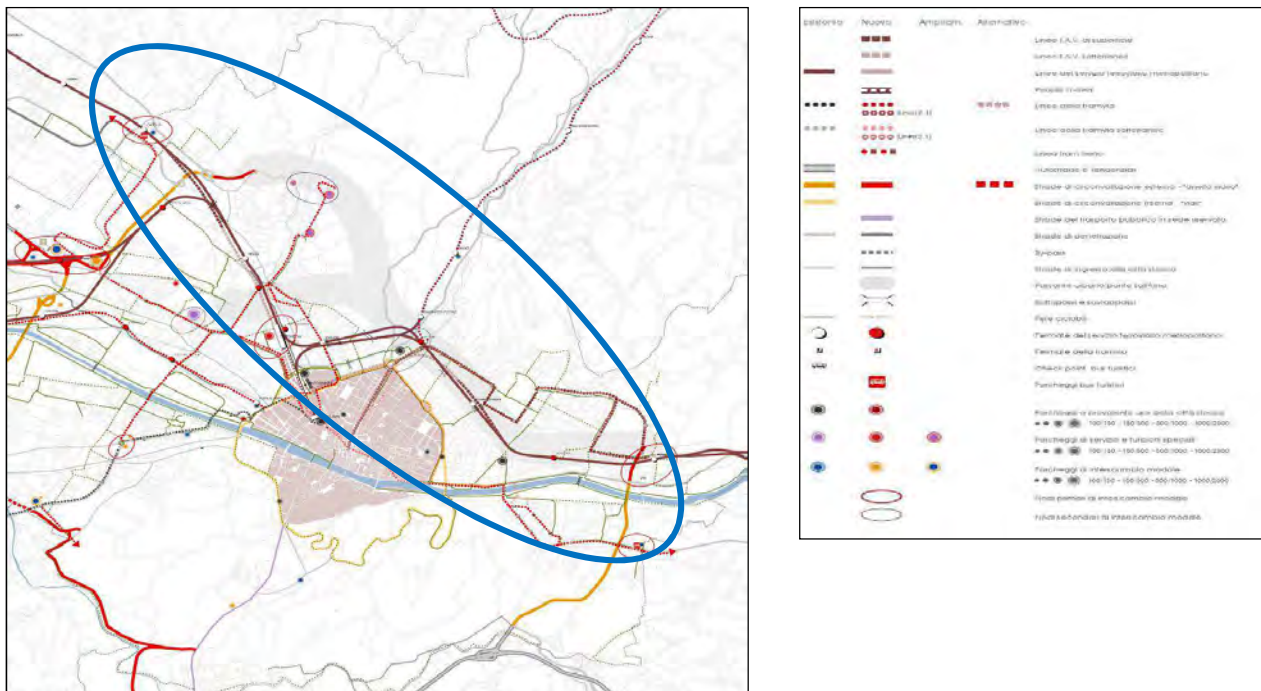


Figura 6. Stralcio Variante generale al PRG del Comune di Firenze – Area Campo di Marte (fonte: <http://prg.comune.fi.it/>)



Il **Piano Strutturale**, approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 66 del 29/11/2000, costituisce parte del Piano Regolatore Generale. Tra gli obiettivi principali che il piano stesso si prefigge, è fatto specifico riferimento al completamento del sistema dell'Alta Velocità ferroviaria nel nodo di Firenze.

**Figura 7. Stralcio della Tavola della mobilità del Piano strutturale del Comune di Firenze dove in blu è indicato il tratto interessato dall'intervento**



### II.1.1.3 Inquadramento geologico e idrogeologico

#### Inquadramento geologico dell'area vasta

Il sito in esame è ubicato nella pianura alluvionale del Fiume Arno, non lontano dai rilievi collinari che cingono la città di Firenze sul suo lato nord.

L'area fiorentina è collocata nel settore sud-orientale del bacino di Firenze-Prato-Pistoia che si estende per una lunghezza di più di 40 km ed una ampiezza massima di circa 10 km.

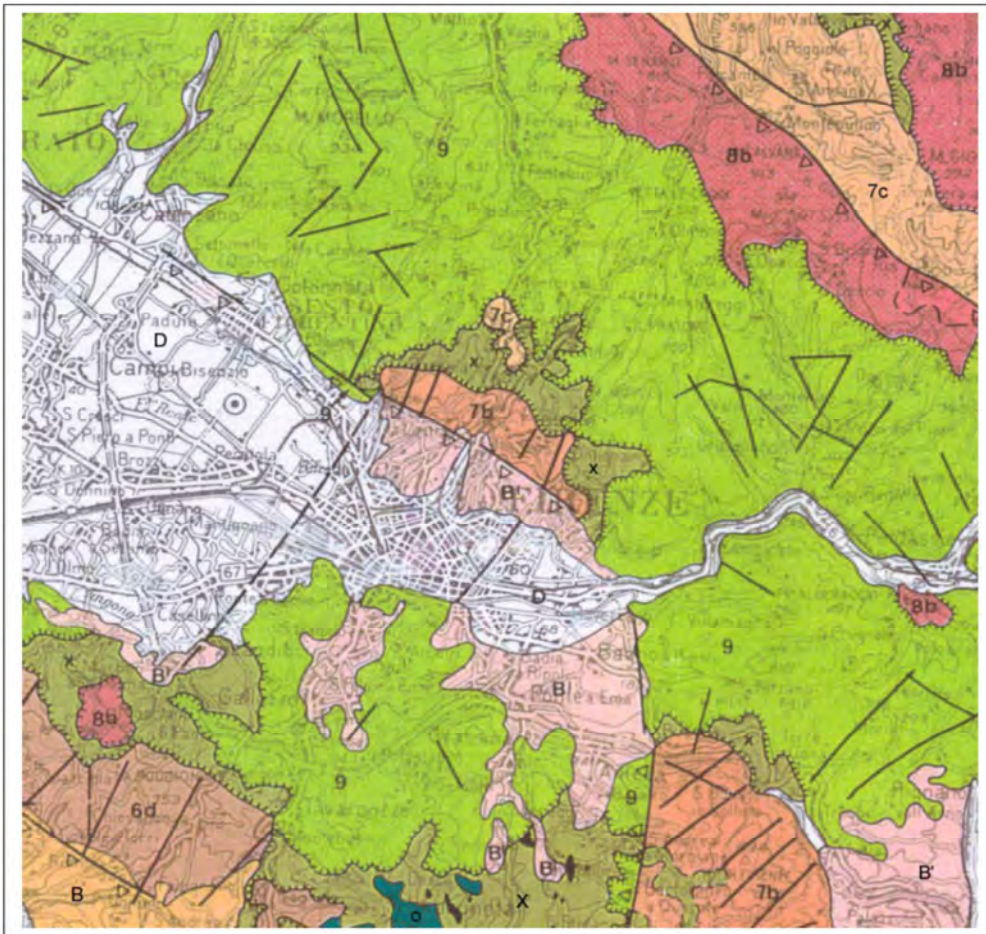
Essa fa parte dell'Appennino toscano che comprende una fascia orientata circa NW-SE, a SW dello spartiacque della catena appenninica.

Le unità presenti, che mostrano rapporti tettonici di sovrascorrimento piuttosto complessi, sono rappresentate dalla Successione Umbro- Romagnola, dall'Unità Cervarola-Falterona, dalle Unità del Dominio Ligure Esterno, in particolar modo dal Supergruppo della Calvana (Unità di Monte Morello), dall'Unità di Canetolo, e dalla Falda Toscana.

All'attività tettonica disgiuntiva recente si deve la formazione dei bacini intermontani appenninici, tra i quali quello di Firenze-Prato-Pistoia.

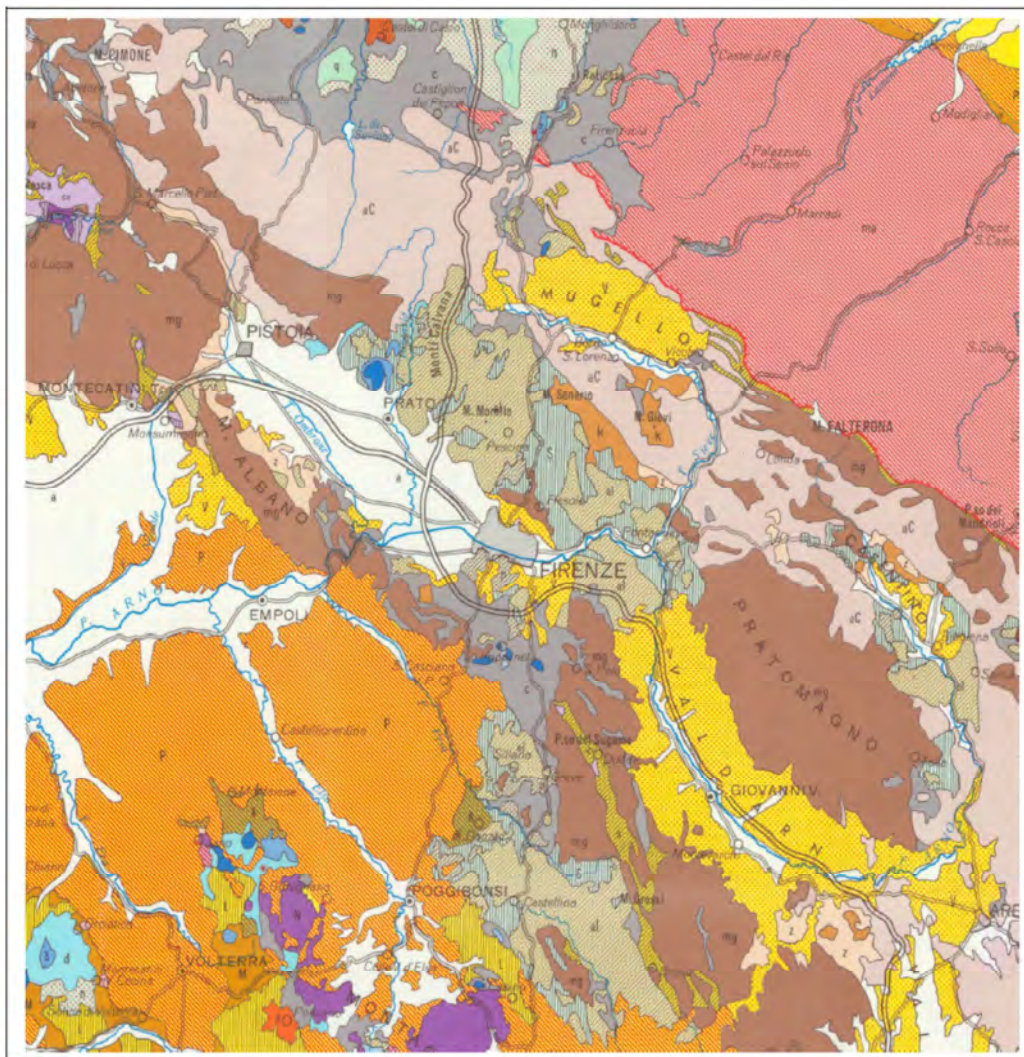
In tali bacini intermontani si sono instaurati vasti ambienti deposizionali di pianura costiera e alluvionale, lacustri e palustri, che hanno consentito l'accumulo di potenti coltri sedimentarie

**Figura 8. Porzione della Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale (C.N.R.), in Scala 1:250.000**



*Legenda: D) depositi continentali post-Villafranchiano, B') Sedimenti lacustri plio-villafranchiani, B) Sedimenti marini pliocenici, 9) Unità di Monte Morello, x) Complesso Caotico, o) Masse ofiolitiche sparse, 8b) Unità di Canetolo, 7c) Torbiditi arenacee marnose del Cervarola e di Castel Guerrino, 7b) Torbiditi arenacee del Pratomagno e del Falterona*

Figura 9. Porzione della Geological Map of the Northern Apennines (C.N.R., 1970) in Scala 1:500.000



Legenda: V) depositi lacustri plio-quadernari, M) Formazione Gessoso-solfifera, L) depositi lacustri del Tortoniano superiore, τ) rocce effusive e piroclastiche mio-quadernarie, A) Formazione dell'Antola, d) Argille a Palombini e Calcari a Calpionelle, δ) diabase, σ) serpentiniti n) Arenarie di Monghidoro; q) Formazione di Monte Venere; al) Formazione di Monte Morello, S) Formazione di Sillano, k) Formazione di Monte Senario, z) Argille e Calcari del Canetolo, c) Complesso Caotico ed Indifferenziato, ma) Marnoso-Arenacea, aC) Arenarie del Cervarola, mg) Macigno, s) Scisti Policromi, cs) depositi mesozoici della Falda Toscana, N) Calcare Cavernoso.

L'area in esame sorge dunque su terreni clastici di natura fluvio-lacustre e alluvionale caratterizzati da un'accentuata varietà di facies verticale e laterale con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi occorsi nell'ambito di un processo sedimentario prevalente.

Altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici che, nella maggior parte dei casi, non sono di semplice sovrapposizione, ma di incastro ed accostamento laterale secondo superfici sedimentarie eteropiche o secondo superfici erosive anche complesse e ripetute.

L'assetto geologico-strutturale dell'area di Firenze è il risultato di più fasi tettoniche succedutesi nel tempo a partire dal Cretaceo superiore.

Dal Pliocene inferiore l'area appenninica toscana risulta essere soggetta ad un sollevamento continuo, mentre nella fascia costiera più occidentale si verifica un generale abbassamento come effetto della tettonica estensiva, alternato a momenti di stasi tettonica o a locali sollevamenti riferibili al tardo Pliocene ed al Pleistocene medio.

In questo quadro, il bacino di Firenze-Prato-Pistoia si delinea a partire dal Pliocene superiore come area sottoposta ad un generale abbassamento, alternato a movimenti di sollevamento differenziale documentati soprattutto nel Pleistocene; l'evoluzione tettonica del bacino si differenzia nel Pleistocene medio, con un sollevamento parziale dell'area di Firenze rispetto all'area più occidentale del bacino.

Ai fini della caratterizzazione tipologica dei terreni del bacino considerato, la successione clastica neogenica dell'area fiorentina è stata suddivisa utilizzando il criterio delle UBSU (Unità Stratigrafiche a Limiti Inconformi) che prevede la suddivisione dei terreni studiati in Sintemi<sup>1</sup> a loro volta raggruppati in Supersintemi o divisibili in Subsintemi.

L'utilizzo delle UBSU ben si adatta alla classificazione dei terreni clastici fluvio-lacustri dell'area considerata in quanto caratterizzati da un'accentuata varietà di facies verticale e laterale e da frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi; altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici che nella maggior parte dei casi non sono di semplice sovrapposizione, ma di incastro ed accostamento laterale secondo superfici sedimentarie eteropiche o secondo superfici erosive anche complesse e ripetute.

Di secondaria importanza, ma non per questo trascurabile, è il problema dello spessore frequentemente modesto o discontinuo, che si può far risalire sia ad un'originaria discontinuità od episodicità delle aree di accumulo, sia come conseguenza di intercorsi fenomeni erosivi.

In questa ottica sono stati meglio definiti e dettagliati i rapporti tra i corpi sedimentari fluvio-lacustri e quelli alluvionali, oltre ai rapporti tra tali depositi e le aree di provenienza.

In base alle informazioni di carattere litostratigrafico disponibili, è possibile attribuire l'area considerata al Supersintema dell'Arno. Considerando le caratteristiche sedimentologiche e petrografiche, risulta plausibile riferirla al Sintema Terzolle-Lastra.

Quest'ultimo risulta costituito dai depositi alluvionali recenti dei torrenti indicati: si tratta dunque di materiale ghiaioso-ciottoloso, spesso con abbondante matrice limoso-sabbiosa, alternato a corpi limosi di origine palustre e/o d'esondazione.

---

<sup>1</sup>Sintema= Corpo roccioso di origine comune definito alla base ed al tetto da superfici di discontinuità o da superfici topografiche

## **Stratigrafia dell'area**

L'insieme dei dati di terreno unitamente ai dati derivanti dalle perforazioni geognostiche (sia quelle eseguite nel tempo nella pianura fiorentina, sia quelle appositamente realizzate per l'opera di interesse) ha consentito di definire per l'area di cantiere relativa al passante AV la seguente successione stratigrafica:

SUBSTRATO PRE-LACUSTRE: costituito da:

- ✓ Falda Toscana (Marne di San Paolo e Macigno)
- ✓ Unità del Monte Morello (Formazione di Sillano e Pietraforte)

DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI costituito da:

- ✓ Depositi del Mugnone (ciottolami con lenti e livelli di sabbie e limi);
- ✓ Depositi palustri

SUPERSINTEMA DEL LAGO FIRENZE-PRATO-PISTOIA (Pliocene Superiore-Pleistocene inferiore; Villafranchiano) costituito da:

- ✓ Sintema delle Argille Turchine (depositi limo argillosi del lago):

SUPERSINTEMA DI FIRENZE (Pleistocene Superiore) costituito da:

- ✓ Sintema del margine (limi bruni ghiaiosi a clasti spigolosi centimetrici di natura eminentemente carbonatica).
- ✓ Sintema del Lago Prato-Pistoia (depositi limoso-argillosi del lago di Prato-Pistoia all'interno dei quali sono dispersi corpi lentiformi ghiaioso-sabbiosi);
- ✓ Sintema del paleo-Arno (ciottolami e ghiaie, più o meno sporchi, frammisti a livelli sabbioso-limosi bruni);
- ✓ Sintema del Greve-Ema (ciottolami sparsi e ghiaie sporche; la è nell'ordine della decina di metri).
- ✓ Sintema dei Torrenti minori (depositi alluvionali antichi lasciati dai vari torrenti)

SUPERSINTEMA DELL'ARNO (Olocene) costituito da:

- ✓ Sintema dell'Arno (ciottolati e ghiaie, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie)
- ✓ Sintema dell'Affrico (SA7), Sintema del San Gervasio (SA6), Sintema del Mugnone (SA5), Sintema dell'Arcovata - Montughi (SA3), Sintema del Terzolle-Lastra (depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, spesso con abbondante matrice limoso-sabbiosa, alternati a corpi limosi palustri e/o d'esondazione);
- ✓ Sintema palustre (depositi limno-palustri delle residue zone umide dell'Osmannoro, Gondilaghi,
- ✓ Depositi di conoide dei torrenti minori (sono depositi clastici sporchi, ghiaie in matrice limoso-sabbiosa)

Per quanto riguarda l'area di cantiere interessata dalla realizzazione della stazione le indagini effettuate hanno evidenziato la seguente successione stratigrafica:

SUPERSINTEMA DELL'ARNO (Olocene) costituito da:

- ✓ Sintema del Terzolle-Lastra (depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, spesso con abbondante matrice limoso-sabbiosa, alternati a corpi limosi palustri e/o d'esondazione);

- ✓ Sintema dell'Arno (ciottolati e ghiaie, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie)

SUPER SINTEMA DEL LAGO FIRENZE-PRATO-PISTOIA (Pliocene Superiore-Pleistocene inferiore; Villafranchiano) costituito da:

- ✓ Sintema delle Argille Turchine (depositi limoso-argillosi del lago)
- ✓ Sintema del paleo-Terzolle (ciottolati e ghiaie spesso sabbiosi, da lenti argilloso –limose marroni e occasionalmente da livelli di limi sabbiosi).

### **Inquadramento idrogeologico dell'area**

Il sito in esame ricade all'interno della pianura di Firenze la cui falda principale fa parte del ben più vasto bacino del sistema Firenze – Prato – Pistoia. I sedimenti di riempimento lacustre (cui è attribuita età villafranchiana) ed i connessi depositi fluviali, denotano giacitura suborizzontale, in discordanza sulle rocce preplioceniche affioranti sulle colline circostanti.

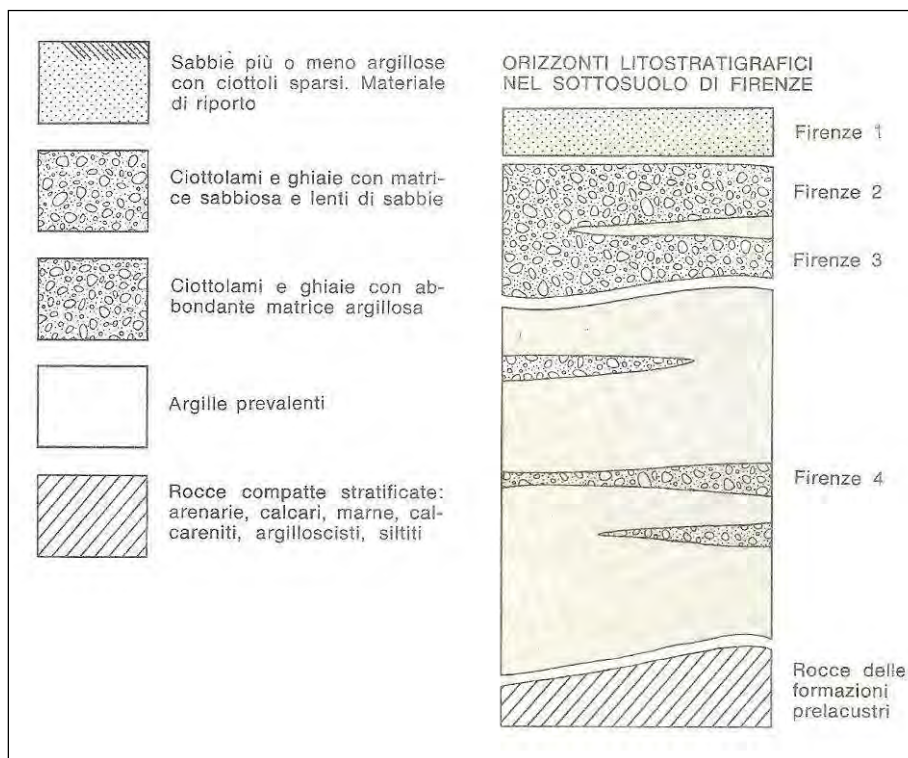
La deposizione in ambiente lacustre si protrae per buona parte della storia dell'area (Pliocene superiore – Pleistocene medio); la deposizione della componente fluviale macroclastica è invece riferibile all'ultimo periodo glaciale (Pleistocene superiore) ed ai tempi storici. La deposizione del livello alluvionale superiore è frutto delle esondazioni avvenute nelle ultime centinaia di anni.

I sedimenti lacustri affiorano estesamente ai margini della conca di Firenze dove formano parte delle colline più basse circostanti. A Sud-Est essi sono costituiti in prevalenza da ciottoli, anche grossolani, solo localmente cementati, mentre le sabbie e le argille sono presenti in lenti di estensione limitate intercalate ai ciottolati. A Nord di Firenze tali depositi lacustri sono costituiti da sabbie e ciottoli in abbondante matrice argillosa. Altri sedimenti lacustri affiorano lungo il margine Sud-Ovest del bacino, tra Scandicci e Signa, in cui prevalgono i termini più fini (argille più o meno sabbiose). I dati disponibili sull'assetto idrogeologico dell'area in esame consentono di osservare come le formazioni attribuibili al substrato litoide pre - Pliocenico siano costituite da rocce a permeabilità generalmente bassa per la frequenza di strati argillitici e marnosi; i valori di permeabilità maggiori possono essere individuati nella *Formazione di Monte Morello* (permeabilità per frattura e/o carsismo) e del *Macigno* (permeabilità per frattura e/o per litologia).

Nelle colline a ridosso della città, specie a nord, affiorano sedimenti costituiti in prevalenza da limi argillosi con livelli lentiformi e discontinui di ghiaie con notevole matrice limosa-argillosa, con permeabilità da bassa a molto bassa (solo in alcuni orizzonti media). Conseguentemente, si ha una ridotta infiltrazione efficace sulle colline ed una modesta alimentazione profonda ai depositi alluvionali recenti che formano l'attuale pianura; al contrario, un discreto contributo proviene invece dalle acque di ruscellamento superficiale e da quelle del deflusso ipodermico che si infiltrano nei conoidi ai margini della pianura e nel colluvium pedecollinare.

La caratterizzazione idrogeologica e stratigrafica nell'area fiorentina si avvale di numerosi studi disponibili in Letteratura, che individuano la successione litostratigrafica dei sedimenti fluvio-lacustri ed alluvionali, distinti in 4 orizzonti (sabbie più o meno argillose con ciottoli sparsi (materiali di riporto), ciottolami e ghiaie con matrice sabbiosa e lenti di sabbie, ciottolami e ghiaie con abbondante matrice argillosa e argille prevalenti) oltre alle sottostanti rocce del paleo-invaso.

**Figura 10. Schema della stratigrafia del sottosuolo di Firenze**



Da tale analisi risulta evidente come la falda idrica più importante della pianura sia localizzata negli orizzonti macroclastici che fanno parte del sistema del paleo – Arno e dei vari sistemi raggruppati nel sistema dell’Arno, corrispondenti agli Orizzonti Firenze 2 e Firenze 3.

Si tratta in generale di una falda libera, con la tavola d’acqua ad una profondità compresa tra 1 e 10 metri, secondo le zone e secondo le stagioni. In alcuni casi si tratta di una falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si situa in corrispondenza del limo di copertura (Orizzonte Firenze 1) che, come visto, ha le caratteristiche di acquitardo.

Laddove lo strato di terreno superficiale risulti costituito da limo molto argilloso e presenti, quindi, una permeabilità molto bassa, appare opportuno considerare l’acquifero sottostante come confinato: ciò si verifica nella zona di Novoli - Castello, dove sono assenti le ghiaie alluvionali recenti dell’Arno e dei suoi affluenti (Orizzonte Firenze 2) e l’acquifero è costituito dall’insieme delle lenti di ghiaie a permeabilità relativamente bassa presenti nella successione fluvio - lacustre.

Anche i livelli ghiaioso – sabbiosi con elevata matrice limosa presenti (Orizzonte Firenze 4) all’interno della successione fluvio – lacustre sono acquiferi confinati che contengono falde in pressione, alimentate dalle zone apicali dei conoidi e dalla lenta infiltrazione dalla superficie.

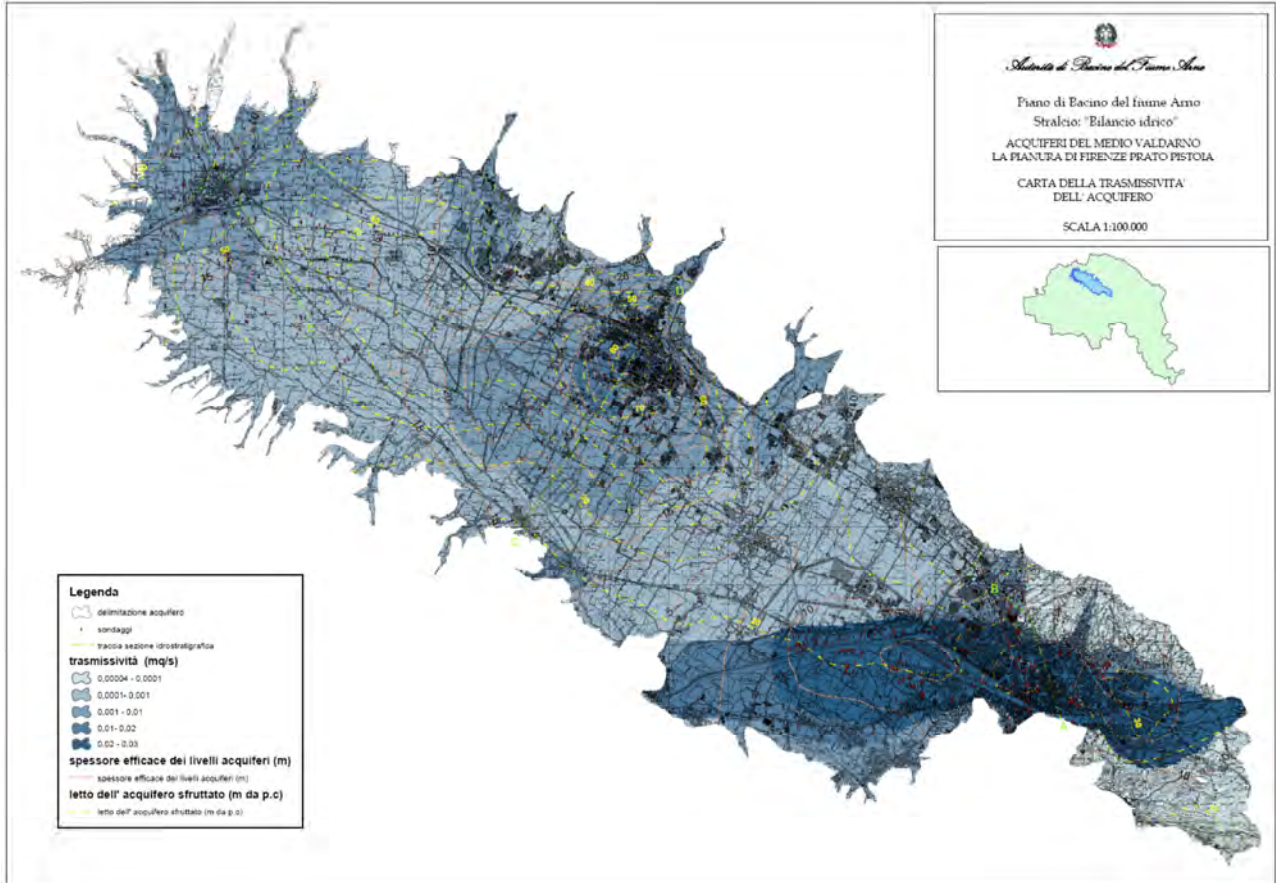
Le acque sotterranee sono alimentate dai corsi d’acqua, dalle piogge e dalle acque di ruscellamento superficiale che scendono dalle colline e si infiltrano nei detriti di versante e nei depositi colluviali pedecollinari.

Per quanto concerne la conducibilità idraulica  $K$ , a livello generale è disponibile una cartografia della trasmissività  $T$  dell’acquifero (data dal prodotto tra conducibilità idraulica e spessore dell’acquifero), dalla quale si osserva che nella zona di Firenze interessata dal tracciato i valori sono variabili ma intorno a 2-3



$\cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s; nella parte settentrionale tali valori si riducono a  $1-2 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Nella stessa cartografia sono segnalati anche gli spessori efficaci di acquifero che nella zona centrale sono variabili da 15 a 20 m.

**Figura 11. Carta della trasmissività degli acquiferi (da Piano di Bacino del Fiume Arno)**



## **II.1.2            *Descrizione delle bonifiche e delle indagini ambientali svolte nei siti di produzione***

Il cantiere Ex Macelli-Belfiore interessa esclusivamente la realizzazione della Nuova Stazione AV, con scavi tradizionali a cielo aperto preceduti dalla realizzazione di pali e diaframmi; nel cantiere Campo di Marte gli scavi avvengono sia con la perforazione in sotterraneo che con metodi tradizionali e nei cantieri minori gli scavi sono svolti in tradizionale a cielo aperto preceduti dalla realizzazione di diaframmi.

Di seguito si procederà a descrivere, per i diversi cantieri, le attività già svolte suddividendole in:

1. Bonifiche ambientali;
2. Indagini eseguite.

### **II.1.2.1            Bonifiche ambientali già eseguite**

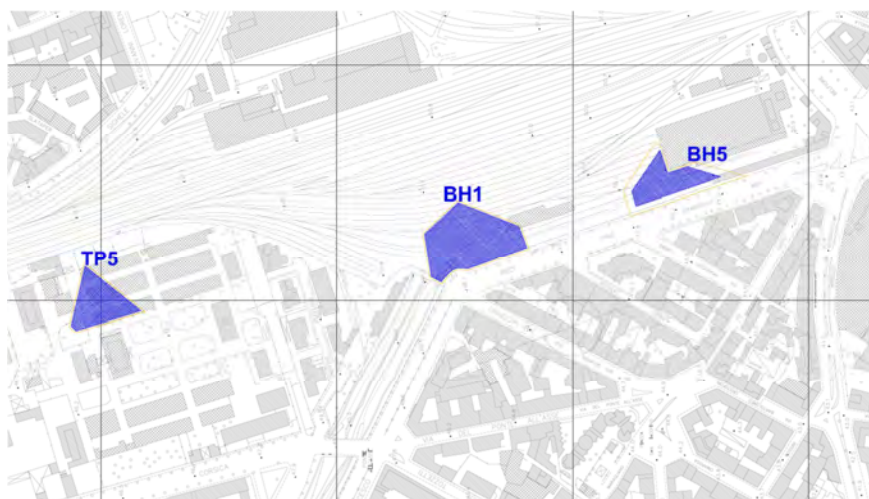
#### ***Cantiere Ex Macelli-Belfiore***

L'area del cantiere ex Macelli-Belfiore è stata indagata fin dal 2005. In occasione delle indagini di tale periodo fu eseguita una campagna di analisi geognostiche atte a prelevare campioni di terra, sia superficiali che profondi, nelle zone che, potenzialmente, avrebbero potuto necessitare di bonifiche.

Le indagini realizzate nel 2005 consentirono di rilevare contaminazioni da idrocarburi. A valle di tali rinvenimenti fu avviato un procedimento amministrativo di bonifica in ottemperanza a quanto previsto dall'allora vigente D.M. 471/99 (oggi sostituito dal D.Lgs. 152/06). Il procedimento portò alla redazione di un progetto operativo di bonifica, debitamente approvato in Conferenza di Servizi e autorizzato mediante Delibera Comunale n. 2007/G/00240.

La perimetrazione delle aree bonificate è riportata nella Figura 12

**Figura 12. Planimetria con indicazione delle aree di bonifica**



In relazione alla disposizione delle aree di scavo, le aree di intervento furono suddivise in tre lotti: TP5 (interno all'ambito operativo della Nuova Stazione AV), BH1 (esterno alle aree di interesse del presente P.U.T.) e BH5 (esterno alle aree di interesse del presente P.U.T.).

Sulla base delle risultanze delle analisi chimiche eseguite in osservanza al Piano di Caratterizzazione, l'asportazione delle terre contaminate si attestò a 0,3 m dal p.d.c. in corrispondenza dei lotti TP5 e BH1,

mentre raggiunse 3,3 m dal p.d.c. in corrispondenza di BH5. Complessivamente furono asportati circa 8.000 m<sup>3</sup> di materiale (in banco).

L'intervento si concluse con la certificazione di avvenuta bonifica ai sensi del D.lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii.

### **Cantiere Campo di Marte**

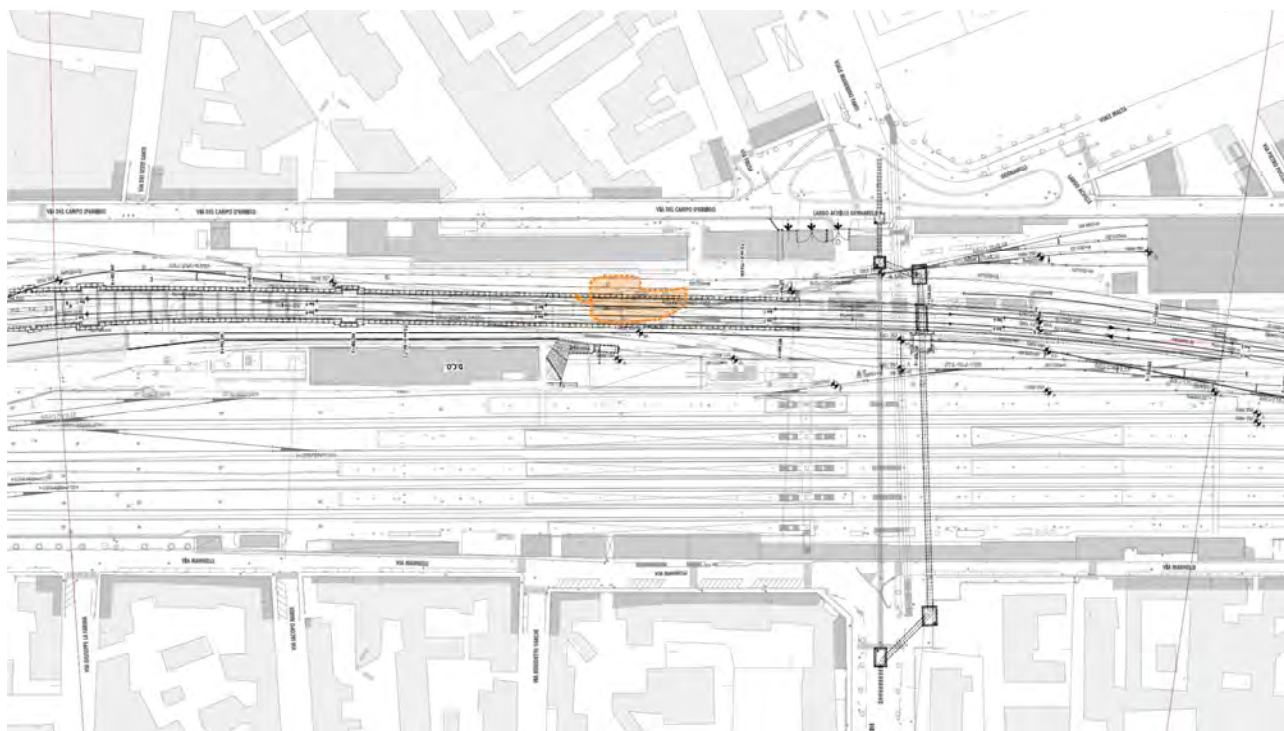
L'area di Campo di Marte è stata oggetto di indagini dal 2003. In occasione di tali indagini fu eseguita una campagna di analisi geognostiche atte a prelevare campioni di terra, sia superficiali sia profondi lungo l'asse degli interventi.

Le indagini realizzate nel 2003 sui terreni consentirono di escludere contaminazioni dei terreni. L'unica operazione di bonifica ambientale effettuata consistette nella rimozione di una cisterna interrata di gasolio. Il serbatoio interrato in esame era censito e riportato all'interno della Tabella 19 "Elenchi serbatoi interrati" – Allegato 5 al Piano Provinciale Gestione Rifiuti della Provincia di Firenze.

La bonifica fu effettuata nel tratto della trincea TR01, secondo quanto progettato, e la fruibilità dell'area fu ottenuta con provvedimento dirigenziale della Direzione Ambiente Servizio qualità Ambientale del Comune di Firenze n° 2011/DD/01088 del 2/2/2011.

In figura 13 viene riportato uno stralcio della planimetria con ubicato lo scavo per la rimozione della cisterna ed i campioni di controllo realizzati.

**Figura 13. bonifica della cisterna interrata (Scavo ubicato nell'area arancione)**



## II.1.2.2 Risultati di indagini già eseguite

### **Cantiere Ex Macelli-Belfiore – ambito Nuova Stazione AV**

L'area della Nuova Stazione è stata oggetto di due campagne di caratterizzazione *in situ* svoltesi nel 2005 e, successivamente, nel 2010-2011. La prima fu volta ad individuare – in fase di progettazione – eventuali contaminazioni nelle aree di scavo per la realizzazione della Stazione AV, la seconda è stata eseguita in ottemperanza al Piano di Gestione delle Terre autorizzato dall'Osservatorio Ambientale in data 30/07/2010 (ARPAT prot. n. 56100), in parte eseguite in presenza dei TPA del locale dipartimento provinciale ARPAT. L'esecuzione delle indagini ambientali, oltre a definire lo stato di qualità ambientale delle aree, ha consentito di ricostruire il modello geologico e idrogeologico sito-specifico che è riportato, per completezza, nella tavola 3.

Le indagini descritte in questa sezione e i risultati ottenuti sono quelli relativi alla caratterizzazione ambientale svolte nel 2010.

Le attività di caratterizzazione dei terreni in situ sono state eseguite dopo aver realizzato le bonifiche ambientali.

**Figura 14. Planimetria con ubicazione dei sondaggi: in giallo i sondaggi eseguiti nel 2005, in verde quelli eseguiti nel 2010**



### *Modalità realizzative dei sondaggi*

I sondaggi ambientali furono eseguiti mediante ausilio di sonda di perforazione a carotaggio continuo a secco (diametro 101/127 mm), ossia senza circolazione di fluidi nelle aste di perforazione per evitare l'innescare di fenomeni di diffusione dell'eventuale inquinamento per dilavamento e/o percolazione.

La perforazione fu caratterizzata da un basso numero di giri utilizzando un carotiere semplice di diametro 101 mm. A completamento della lavorazione fu messo in opera il rivestimento metallico del foro con diametro 127 mm allo scopo di evitare il crollo delle pareti del foro. Il carotaggio a basso numero di giri consentì, inoltre, di ottenere carote indisturbate evitando il surriscaldamento del terreno e la conseguente volatilizzazione dei contaminanti più volatili.

Le carote, una volta estratte, furono alloggiare in apposite cassette per poter essere successivamente campionate. Durante la fase di realizzazione dei sondaggi ambientali furono adottate tutte le cautele necessarie ad evitare fenomeni di contaminazione incrociata operando la pulizia del carotiere utilizzato con apposite spazzole e tenendo i carotieri e le aste di raccordo su cavalletti per impedirne il contatto diretto con sostanze potenzialmente inquinanti.

#### *Numero di campioni e determinazioni*

Nel complesso furono realizzati 20 sondaggi, tutti spinti fino a 27 m di profondità. Ogni carota fu suddivisa in tratti di 3 m, prelevando un campione rappresentativo del tratto. In ciascun sondaggio furono prelevati 9 campioni: da 0 a 3 m, da 3 a 6 m, da 6 a 9 m, da 9 a 12 m, da 12 a 15 m, da 15 a 18 m, da 18 a 21 m, da 21 a 24 m e da 24 a 27 m. Nel complesso prelevarono 180 campioni, un campione ogni 4.600 m<sup>3</sup> circa.

Il campionamento del terreno e la successiva analisi furono eseguite previa quartatura, in accordo con le modalità previste dal D.Lgs. 152/06 e dalla metodica IRSA-CNR Quad. 64, effettuata nel modo più rapido possibile per non perdere i contaminanti volatili.

Il campionamento fu eseguito secondo la seguente procedura operativa:

- campionamento del terreno dalla carota estratta;
- vagliatura del campione mediante utilizzo di setaccio manuale a maglia pari a 2 cm;
- prelievo di n.1 aliquota da destinare al laboratorio chimico di analisi.

I campioni così prelevati furono inviati alle determinazioni analitiche di laboratorio per la ricerca degli analiti riportati in Tabella 2.

**Tabella 2. Parametri analizzati sui campioni dell'area Stazione**

<b>Parametro</b>
Arsenico
Cadmio
cromo totale
Nichel
Piombo
Mercurio
Rame
Zinco
idrocarburi leggeri C<12
idrocarburi pesanti C>12
IPA
Alifatici clorurati cancerogeni
Alifatici alogenati cancerogeni

I limiti normativi sono quelli indicati nella tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006, riferiti sia alla colonna A sia alla colonna B.

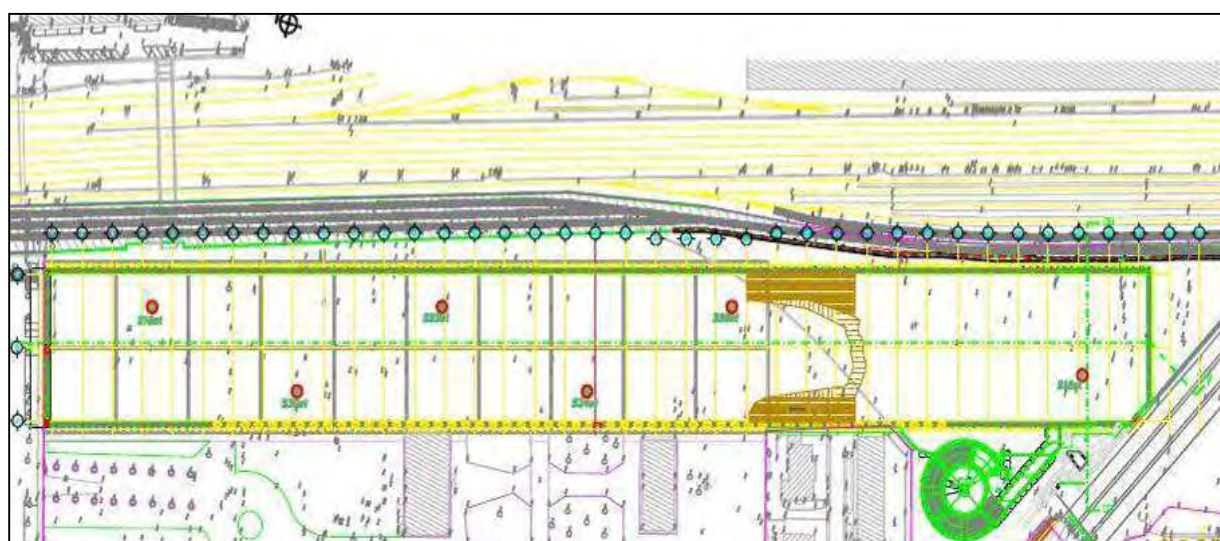
Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.lgs. 152/06, le determinazioni analitiche di laboratorio furono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm; la concentrazione

dell'analisi nel campione fu, invece, determinato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro a 2 cm.

#### *Indagini integrative*

Al fine di rispondere alle richieste formulate da ARPAT con nota prot. 49979.cl.03.04 del 21/07/2011, nel 2011 furono svolte una serie di indagini integrative. Le indagini furono eseguite in contraddittorio con i funzionari dell'Arpat. In figura 15 si riporta la planimetria con indicata l'ubicazione dei sondaggi eseguiti.

**Figura 15. Planimetria con ubicazione dei sondaggi aggiuntivi**



In totale furono realizzati n. 6 sondaggi ambientali spinti fino alla profondità di 27 m dal p.d.c.

In corrispondenza di ciascun sondaggio ambientale si effettuarono le seguenti determinazioni analitiche:

- intervallo litostratigrafico 0-3 m da p.c.: prelievo di n. 3 campioni rappresentativi degli intervalli 0-1 m da p.c., 1-2 m da p.c. e 2-3 m da p.c. Ciascun campione fu sottoposto a determinazioni analitiche finalizzate a valutare il superamento delle CSC di cui alla tab. 1, all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii. per la destinazione d'uso sito specifica. Là dove la verticale di perforazione intercettò strati di riporto il campione fu sottoposto ad analisi di classificazione rifiuto ai sensi della Dec. CEE/CEA/CECA n. 532/2000;
- intervallo litostratigrafico 3-27 m da p.c.: prelevati – per ciascuna verticale di indagine – n. 8 campioni della matrice ambientale suolo e sottosuolo (con intervalli di campionamento pari a 3 m).

Fu analizzata anche la parte finale dei sondaggi a profondità di 27 metri, allo scopo di prelevare un campione sottofalda, come richiesto da Arpat durante l'incontro del 26.8.2011.

#### *Sintesi dei risultati delle indagini*

Il complesso delle indagini sono state eseguite nel 2010-2011 hanno indicato che tutti i campioni analizzati risultarono conformi alle CSC di cui alla colonna A, Tabella 2, allegato 5 Parte IV Titolo V del D. Lgs.152/2006, fatta eccezione per alcuni campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi S9 e S12, S16 e

S18 i cui risultati furono inferiori alle CSC di cui alla col. B (siti a destinazione d'uso "commerciale, industriale ed artigianale") tab. 1, alle. 5, parte quarta, titolo quinto del D.lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii.

Anche i campioni prelevati ed analizzati nell'ambito delle indagini aggiuntive svolte nel mese di novembre 2011 mostrarono in linea generale la conformità alle concentrazioni di colonna A, fatta eccezione per alcuni dei campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi S26, S30 e S34 che, pur rientrando all'interno dei valori limite stabiliti per l'uso industriale (colonna B), presentarono, per alcuni dei parametri ricercati, valori superiori alle CSC di cui alla colonna A.

In conclusione solo una piccola parte dei campioni analizzati mostrarono concentrazioni, per alcuni dei parametri ricercati, non conformi alle CSC stabilite dalla normativa vigente per l'uso verde. Tali valori risultarono comunque conformi alle CSC di cui alla colonna B, Tabella 2, allegato 5 Parte IV Titolo V del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii.

### **Cantiere Campo di Marte**

Il cantiere "Campo Marte" interessa le progressive dal Km 0+503 al Km 1+318 del Lotto 2. Tale cantiere è interamente ricompreso nell'attuale stazione di Campo di Marte ed è la zona in cui la linea ferroviaria ad Alta Velocità verrà progressivamente interrata per sottopassare la città di Firenze.

**Figura 16. Cantiere Campo di Marte**



Come indicato nella precedente Figura 16, il Cantiere è diviso in 3 ambiti:

- ✓ TR1, a Sud, è la trincea di imbocco della galleria, lunga circa 500 m;
- ✓ GA3 è la galleria artificiale, lunga circa 100 m;
- ✓ GA2, a Nord, lungo circa 300 m, è il pozzo di lancio della fresa.

I tre ambiti hanno visto la realizzazione preliminare dei diaframmi, all'interno dei quali sono stati effettuati i successivi ribassamenti del terreno fino alle quote di progetto, tranne che per la GA3 ancora da scavare.

Le indagini descritte nel presente paragrafo sono state effettuate nel 2010. L'area Campo di Marte è già stata oggetto di prima caratterizzazione ambientale nel 2003 per l'individuazione di eventuali contaminazioni. Tale indagine non rilevò alcun superamento dei limiti normativi. In tale area fu effettuata soltanto un'operazione di bonifica ambientale legata alla presenza di un serbatoio interrato.

L'esecuzione delle indagini ambientali, oltre a definire lo stato di qualità ambientale delle aree, consentì di ricostruire il modello geologico e idrogeologico sito specifico riportato, per completezza, nella tavola 4.

**Figura 17. Planimetria con ubicazione dei sondaggi (in giallo i sondaggi eseguiti nel 2003, in verde quelli eseguiti nel 2010)**



#### *Modalità realizzative dei sondaggi*

I sondaggi ambientali furono eseguiti mediante ausilio di escavatore meccanico laddove le profondità di scavo risultavano inferiori a 4 metri e mediante ausilio di sonda di perforazione a carotaggio continuo laddove le profondità di scavo risultavano superiori a 4 metri.

I sondaggi a carotaggio continuo furono eseguiti a secco (diametro 101/127 mm), ossia senza circolazione di fluidi nelle aste di perforazione per evitare l'innescio di fenomeni di diffusione dell'eventuale inquinamento per dilavamento e/o percolazione.

La perforazione fu caratterizzata da un basso numero di giri utilizzando un carotiere semplice di diametro 101 mm. Il carotaggio è stato seguito dal rivestimento metallico del foro con diametro 127 mm allo scopo di evitare il crollo delle pareti del foro.

Il carotaggio a basso numero di giri consentì, inoltre, di ottenere carote indisturbate evitando il surriscaldamento del terreno e la conseguente volatilizzazione dei contaminanti più volatili.



Le carote, una volta estratte, furono alloggiare in apposite cassette, per poter essere campionate.

Durante la fase di realizzazione dei sondaggi ambientali furono adottate tutte le cautele necessarie ad evitare fenomeni di contaminazione incrociata operando la pulizia del carotiere utilizzato con apposite spazzole e tenendo i carotieri e le aste di raccordo su cavalletti per impedirne il contatto diretto con sostanze potenzialmente inquinanti

#### *Numero di campioni e determinazioni*

Per la caratterizzazione furono realizzati n.13 sondaggi a carotaggio continuo, omogeneamente distribuiti all'interno di una maglia di indagine di dimensioni massime pari a 50 x 30 m. In relazione alla quota variabile degli scavi previsti, il cantiere da sottoporre a caratterizzazione fu suddiviso in tratte all'interno delle quali sono stati ubicati in punti di indagine secondo quanto di seguito riportato:

**Tratto GA02:** n.4 sondaggi attestati a profondità di 12 metri con prelievo di complessivi n.16 campioni (n.4 campioni per ciascuna verticale di indagine rappresentativi di orizzonti aventi estensione pari a 3 metri).

**Tratto GA03:** n.2 sondaggi attestati a profondità di 9 metri con prelievo di complessivi n.6 campioni (n.3 campioni per ciascuna verticale di indagine rappresentativi di orizzonti aventi estensione pari a 3 metri).

**Tratto TR01:** n.7 sondaggi attestati a profondità variabile in funzione della quota di fondo scavo, con prelievo di complessivi n.12 campioni.

Nel caso degli ambiti GA02 e GA03, ogni carota fu suddivisa in tratti di 3 m, prelevando un campione rappresentativo del tratto.

Nell'ambito TR01, in relazione alla profondità variabile dell'opera, furono prelevati i seguenti campioni, sempre miscelando il materiale per ciascun tratto:

**Tabella 3. Campioni prelevati nell'ambito TR01**

<b>Sondaggio</b>	<b>Prof. Totale (m)</b>	<b>Campione 1 (da m a m)</b>	<b>Campione 2 (da m a m)</b>
S7	9.00	0.00-4.50	4.50-9.00
S8	8.00	0.00-4.00	4.00-8.00
S9	7.00	0.00-3.50	3.50-7.00
S10	6.00	0.00-3.00	3.00-6.00
S11	5.00	0.00-2.50	2.50-5.00
S12	4.00	0.00-4.00	
S13	3.00	0.00-3.00	

Nel complesso furono prelevati 34 campioni. Ogni campione prelevato risultò rappresentativo di circa 4.700 m<sup>3</sup> da scavare.

Il campionamento del terreno e le successive analisi furono eseguite previa quartatura, in accordo con le modalità previste dal D.Lgs. 152/06 e dalla metodica IRSA-CNR Quad. 64, effettuata nel modo più rapido possibile per non perdere i contaminanti volatili.

Il campionamento fu eseguito secondo la seguente procedura operativa:

- campionamento del terreno dalla carota estratta;
- vagliatura del campione mediante utilizzo di setaccio manuale a maglia pari a 2 cm;

- prelievo di n.1 aliquota da destinare al laboratorio chimico di analisi.

I campioni così prelevati, furono inviati alle determinazioni analitiche di laboratorio per la ricerca degli analiti riportati nella successiva tabella.

**Tabella 4. Parametri analizzati sui campioni dell'area Campo di Marte**

<b>Parametro</b>
Arsenico
Cadmio
cromo totale
Nichel
Piombo
Mercurio
Rame
Zinco
idrocarburi leggeri C<12
idrocarburi pesanti C>12
IPA
Alifatici clorurati cancerogeni
Alifatici alogenati cancerogeni

I limiti normativi sono quelli indicati nella tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, riferiti sia alla colonna A sia alla colonna B.

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D. Lgs. 152/06, le determinazioni analitiche di laboratorio furono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm; la concentrazione dell'analita nel campione fu, invece, determinato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro a 2 cm.

#### *Sintesi dei risultati delle indagini*

Il complesso delle indagini eseguite dal 2003 ad oggi hanno consentito di verificare che i terreni in situ non presentano evidenze di superamenti delle CSC di cui alla colonna A, tabella 2, allegato 5, Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/06. Soltanto i campioni più superficiali prelevati in corrispondenza dei sondaggi S3, S6 e S11 hanno evidenziato valori superiori alla colonna A ma comunque rientranti nei limiti relativi all'uso industriale (colonna B).

### II.1.2.3 Caratterizzazione ambientale ed indagini da eseguire prima della partenza della TBM

Conformemente a quanto previsto dagli Allegati 1 e 2 del DM 161/2012 è stata eseguita una campagna di indagini preliminari alla partenza della TBM, finalizzata all'accertamento dei requisiti di qualità ambientale dei materiali terrigeni in situ.

La richiesta di eseguire i sondaggi lungo il tracciato deriva altresì dalla prescrizione del Parere 2309: *“Il Proponente provvederà a presentare un piano di localizzazione e ad effettuare n.5 sondaggi, mediamente distanti 1000 m l'uno dall'altro, sul tracciato del passante AV per quanto possibile, con prelievo alla quota di scavo in riferimento all'Allegato 2 del DM 161/2012, al fine di ottenere una corretta caratterizzazione litologica dei terreni interessati dalla fresa TBM/EPB, al fine di quantificare il volume degli additivi che saranno utilizzati e le concentrazioni dei tensioattivi sul terreno condizionato. I risultati dovranno essere comunicati e verificati da ARPAT e poi trasmessi al MATTM” di cui alla nota prot. DVA 10288 del 15.04.2016”.*

Rispetto alla richiesta contenuta nel Parere 2309 sono stati realizzati 12 sondaggi, 6 per ogni tracciato (considerando il tracciato binario pari e quello per il binario dispari), le cui ubicazioni sono riportate nell'elaborato grafico FEW1.4.0.C.ZZ.P8.IM.00.0.3.201 *“Sondaggi preliminari lungo il tracciato delle gallerie per caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo - Planimetria ubicazione sondaggi”*, proposto in allegato al presente documento (Allegato 6).

Oltre alla determinazione della corretta caratterizzazione litologica dei terreni interessati dalla fresa TBM/EPB, al fine di quantificare il volume degli additivi che saranno utilizzati e le concentrazioni dei tensioattivi sul terreno condizionato, i sondaggi sono stati finalizzati alla ricerca delle CSC sul futuro terreno di scavo e sulle acque sotterranee.

La caratterizzazione eseguita è aggiuntiva rispetto a quella che sarà effettuata presso il sito di utilizzo, secondo le modalità rappresentate nel presente documento e sulla base delle prescrizioni sia dell'Allegato 8 del DM 161/2012 sia del “Protocollo”.

Le modalità di campionamento sia dei terreni sia delle acque di sottosuolo sono descritte nella relazione tecnica allegata al presente Piano di Utilizzo Terre (Sondaggi preliminari lungo il tracciato delle gallerie per caratterizzazione ambientale di materiali di scavo – Relazione Tecnica - cod. elab. FEW1.4.0.C.ZZ.RH.IM.00.0.3.201).

Il CG ha effettuato i sondaggi comunicandone l'inizio alla Committente ed alla Direzione dei Lavori, la quale ha partecipato in campo ai prelievi programmati.

Ciascun sondaggio è stato realizzato a distruzione per la prima parte di scavo fino a raggiungere la sezione della futura galleria e, successivamente, estraendo e preservando i campioni, per quanto possibile in funzione del terreno attraversato, indisturbati.

Gli esiti dei risultati dei sondaggi litologici, geologici ed ambientali sono stati trasmessi dal CG all'ARPAT, al MATTM, alla CTVA, ad RFI ed a Italferr con nota prot. 2016NV-17 del 09.05.2017.

A seguito di tali invio, in riscontro alla richiesta del MATTM contenuta nel Parere 2309 (*“I risultati dovranno essere comunicati e verificati da ARPAT e poi trasmessi al MATTM”*), ARPAT ha comunicato, con nota Fi.01.13.16/43.4 del 17.05.2017, che *“(…) i risultati non mostrano composizioni granulometriche al di fuori del range individuato dal Protocollo”* e, inoltre, che *“Salvo locali diversità, non appaiono nel complesso marcate differenze fra i profili litotecnici del PAC del 2010 e gli attuali sondaggi”*. (All. 5)

Alla luce di alcuni superamenti dei valori soglia del cobalto, sono state ripetute le analisi sui metalli utilizzando i campioni di riserva confezionati insieme agli altri durante le perforazioni.

I risultati delle analisi, effettuati tramite il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze con la collaborazione del laboratorio Gruppo CSA Istituto di Ricerca, hanno confermato i superamenti, inviati ad ARPAT, MATTM, CTVA, RFI ed Italferr con nota prot. 2323NV-17 del 26.05.2017, ed hanno portato alla riemissione del "Report sui sondaggi lungo il tracciato delle gallerie" (cod. elab. FEW140CZZRHIM0003202B), così come richiesto dalla stessa Agenzia con propria nota FI.01.13.16/60.4 del 29.05.2017 (nota di riscontro CG prot. n. 2371NV-17 del 31.05.2017).

In relazione ai superamenti delle CSC sulle acque sotterranee, peraltro storici e già noti agli enti anche a seguito dei risultati dei monitoraggi ambientali effettuati da parte di Italferr sul Nodo AV di Firenze dal 2002, è stato inviato, su segnalazione di Arpat con nota prot. n. FI.01.13.16/43.4 del 17.05.2017, apposito rapporto da parte del CG (rif. Prot. n. 2473NV-17 del 08.06.2017 All. 5) atto ad informare i proprietari dei siti (RFI e Comune di Firenze) dei superamenti al fine di provvedere per quanto di competenza ai sensi del D.lgs. 152/06 e ss.mm.i.

Si riportano di seguito le attività eseguite.

#### Indagini Ambientali:

- Contaminazioni di Soglia Critica per le terre e rocce di scavo - I valori ottenuti sono stati confrontati con i valori della Tabella 1 allegato 5 alla parte, titolo quinto, del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., così come prescritto dall'Allegato 4 del DM 161/2012.
- Contaminazioni di Soglia Critica per le acque sotterranee - I valori ottenuti sono stati confrontati con i valori della Tabella 2 dell'Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto, del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Per tutti i campionamenti i tecnici di laboratorio hanno garantito, per la possibile presenza di sostanze volatili, tecniche adeguate per conservare la significatività del prelievo.

Le indagini geotecniche sono state svolte sia sulla stratigrafia presente in situ, senza alterazione del campione prelevato, sia su un campione rappresentativo della sezione di scavo della TBM così da ottenere un mix che meglio ha rappresentato, nelle prove di laboratorio, il futuro terreno di scavo.

#### Indagini Geotecniche:

- Stratigrafia del terreno in situ
- Granulometria del terreno in situ
- Granulometria del terreno significativo della sezione di galleria

Per ciascun sondaggio sono state effettuate le stratigrafie e relativa documentazione fotografica riportate nella relazione "Stratigrafie dei sondaggi geognostici", allegata al presente Piano.

Per ciascuna campionatura, ricavata dai sondaggi, è stata confrontata la curva granulometrica, ottenuta per setacciatura effettuata con la serie UNI e sedimentazione, con le curve rappresentative dei terreni di tipo T1 e T2 ricavate graficamente dal documento "Tavolo tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT per Protocollo finalizzato all'aggiornamento del Piano Utilizzo Terre riferito alla realizzazione del passante AV Nodo ferroviario di Firenze – Nota MATMM prot. DVA-2015-0027549 del 03/11/2015", in modo da verificare l'appartenenza ai gruppi di terreni sopra citati.

Il criterio di riconoscimento dell'appartenenza del campione ai terreni tipo T1 e T2 è quello riportato nella tabella sottostante estratta dal documento "Tavolo tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT per Protocollo finalizzato all'aggiornamento del Piano Utilizzo Terre riferito alla realizzazione del passante AV Nodo ferroviario di Firenze – Nota MATMM prot. DVA-2015-0027549 del 03/11/2015" che prevede, per la definizione della parte fine, la determinazione della percentuale passante al setaccio ASTM 200 / UNI 0.075 mm.

<b>Tipo terreno</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Criterio</b>
Terreno T1	Limo-argilla Limo o argilla sabbioso ghiaioso	Valore passante > 75%
Terreno T2	Ghiaia-sabbia in matrice limoso-argillosa	35% > valore passante > 10%

La relazione e tutti gli allegati, compresi i rapporti di prova ambientali e geognostici, sono proposti in allegato, le tabelle riassuntive sui risultati ottenuti sono di seguito riportate.

#### Indagini Ambientali - risultati

#### **TERRE E ROCCE**

<b>Campione</b>	<b>Data di Perforazione</b>	<b>Data prelievo terreno</b>	<b>Rapporto di prova</b>	<b>Data rapporto di prova</b>	<b>Parametro fuori limiti colonna A</b>	<b>Data prelievo acque dopo spurgo</b>
SD01 Passante AV Area Campo di Marte	23/03/2017	23/03/2017	201707897	05/04/2017	-	14/04/2017
SP02 Passante AV via Frà Bartolommeo	03/04/2017	03/04/2017	201709304	24/04/2017	Co 21,5 mg/kg	18/04/2017
SD03 Passante AV Piazza Libertà	04/04/2017	04/04/2017	201709741	18/04/2017	-	14/04/2017
SP04 Passante AV viale Spartaco Lavagnini	05/04/2017	05/04/2017	201709746	18/04/2017	-	18/04/2017
SD05 Passante AV Fortezza da Basso	10/04/2017	10/04/2017	201710093	27/04/2017	-	14/04/2017
SP06 Passante AV Via delle Ghiacciaie	06/04/2017	06/04/2017	201709898	18/04/2017	-	14/04/2017
SD 07 Stazione AV Area Belfiore	21-22/03/2017	21-22/03/2017	201707888	05/04/2017	-	14/04/2017
SP08 Stazione AV Area Pozzo Nord	21/03/2017	21/03/2017	201707891	05/04/2017	-	14/04/2017
SD09 Passante AV viale Corsica	07/04/2017	07/04/2017	201709903	18/04/2017	Co 38,5 mg/kg	14/04/2017
SP10 Passante AV via del Terzolle	11/04/2017	11/04/2017	201710127	27/04/2017	Co 25,5 mg/kg	14/04/2017

<b>Campione</b>	<b>Data di Perforazione</b>	<b>Data prelievo terreno</b>	<b>Rapporto di prova</b>	<b>Data rapporto di prova</b>	<b>Parametro fuori limiti colonna A</b>	<b>Data prelievo acque dopo spurgo</b>
SP11 Stazione AV Area Tre Pietre	20/03/2017	20/03/2017	201707837	05/04/2017	-	14/04/2017
SD12 Passante AV Area Scavalco	22/03/2017	22/03/2017	201707892	05/04/2017	-	13/04/2017

## ACQUE SOTTERRANEE

Campione	Data di Perforazione	Data prelievo acque dopo spurgo	Rapporto di prova	Data rapporto di prova	Parametro fuori limiti Tabella 2 all.5, p. IV, titolo V, d.Lgs. 152/2006 e s.m.i.
SD01 Passante AV Area Campo di Marte	23/03/2017	14/04/2017	201710675	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 2306,5 µg/l</li> <li>•Ferro 1336,2 µg/l</li> <li>•Manganese 110,2 µg/l</li> <li>•Triclorometano 1,35 µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 34,75 µg/l</li> <li>•Somatoria organo alogenati 36,38 µg/l</li> </ul>
SP02 Passante AV via Frà Bartolommeo	03/04/2017	18/04/2017	201710682	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nitriti 2490 µg/INO2</li> </ul>
SD03 Passante AV Piazza Libertà	04/04/2017	14/04/2017	201710676	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 274,1 µg/l</li> <li>•Manganese 303,5µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 1,36 µg/l</li> </ul>
SP04 Passante AV viale Spartaco Lavagnini	05/04/2017	18/04/2017	201710681	05/05/2017	-
SD05 Passante AV Fortezza da Basso	10/04/2017	14/04/2017	201710677	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 364,1 µg/l</li> <li>•Manganese 253,1 µg/l</li> <li>•Nitriti 902 µg/INO2</li> <li>•Triclorometano 1,43µg/l0,</li> <li>•Tetracloroetilene 12,02 µg/l</li> <li>•Somatoria organo alogenati 13,89 µg/l</li> </ul>
SP06 Passante AV Via delle Ghiacciaie	06/04/2017	14/04/2017	201710678	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 328,7 µg/l</li> <li>•Ferro 477,5 µg/l</li> <li>•Triclorometano 1,33 µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 2,88 µg/l</li> </ul>
SD 07 Stazione AV Area Belfiore	21- 22/03/2017	14/04/2017	201710672	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 1688,6 µg/l</li> <li>•Manganese 397,9 µg/l</li> <li>•Triclorometano 0,27 µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 3,04 µg/l</li> </ul>
SP08 Stazione AV Area Pozzo Nord	21/03/2017	14/04/2017	201710671	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manganese 770,7 µg/l</li> <li>•Nitriti 554 µg/INO2</li> <li>•Triclorometano 0,21 µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 2,24 µg/l</li> </ul>
SD09 Passante AV viale Corsica	07/04/2017	14/04/2017	201710673	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 832,9 µg/l</li> <li>•Manganese 511,6 µg/l</li> <li>•Nitriti 787 µg/INO2</li> <li>•Triclorometano 1,32 µg/l</li> <li>•1,1 – Dicloroetilene 0,357 µg/l</li> <li>•Tricloroetilene µg/l 1,5</li> <li>•Tetracloroetilene 191,05 µg/l</li> <li>•Somatoria organo alogenati 194,7 µg/l</li> </ul>

Campione	Data di Perforazione	Data prelievo acque dopo spurgo	Rapporto di prova	Data rapporto di prova	Parametro fuori limiti Tabella 2 all.5, p. IV, titolo V, d.Lgs. 152/2006 e s.m.i.
SP10 Passante AV via del Terzolle	11/04/2017	14/04/2017	201710674	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alluminio 1590,3 µg/l</li> <li>•Manganese 361,5µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 4,96 µg/l</li> </ul>
SP11 Stazione AV Area Tre Pietre	20/03/2017	14/04/2017	201710670	05/05/2017	-
SD12 Passante AV Area Scavalco	22/03/2017	13/04/2017	201710677	05/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nitriti 756 µg/INO2</li> <li>•Triclorometano 1,55 µg/l</li> <li>•Tetracloroetilene 1,33 µg/l</li> </ul>

Le fibre di amianto sono superiori ai limiti di rilevabilità nei campioni:

- SD 03
- SP 06
- SP 08
- SD 12

A seguito dei superamenti dei limiti del cobalto, per confermare o meno tali risultati, sono state ripetute le analisi sui campioni di riserva, commissionandole al Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

I risultati delle analisi hanno confermato i superamenti del valore di Cobalto rispetto alla Colonna A per due campioni su tre rispetto alle prime analisi e, precisamente, quelli provenienti dalle perforazioni di via Frà Bartolommeo (SP02) e viale Corsica (SD09), rilevando inoltre altri tre superamenti del valore del Cobalto, sempre rispetto alla Colonna A, nei campioni di Viale Spartaco Lavagnini (SP04), dell'Area Belfiore del cantiere Stazione AV (SD07) e dell'Area Tre Pietre (SP11), come evidenziato nella tabella di confronto sottostante.

Campione	Rapporto di prova ALHA ECOLOGIA	Data rapporto di prova ALHA ECOLOGIA	ANALISI ALPHA ECOLOGIA Valori di Cobalto (in rosso i superamenti)	Rapporto di prova UNIFI	Data rapporto di prova UNIFI	ANALISI UNIFI Valori di Cobalto (in rosso i superamenti)
SD01 Passante AV Area Campo di Marte	201707897	05/04/2017	Co 15,0 mg/kg	1707334-001	24/05/2017	Co 12,5 mg/kg
SP02 Passante AV via Frà Bartolommeo	201709304	24/04/2017	<b>Co 21,5 mg/kg</b>	1707334-007	24/05/2017	<b>Co 29,4 mg/kg</b>
SD03 Passante AV Piazza Libertà	201709741	18/04/2017	Co 16,3 mg/kg	1707334-002	24/05/2017	Co 19,3 mg/kg
SP04 Passante AV viale Spartaco Lavagnini	201709746	18/04/2017	Co 14,0 mg/kg	1707334-008	24/05/2017	<b>Co 21,5 mg/kg</b>
SD05 Passante AV Fortezza da Basso	201710093	27/04/2017	Co 18,0 mg/kg	1707334-003	24/05/2017	Co 17,6 mg/kg



Campione	Rapporto di prova ALHA ECOLOGIA	Data rapporto di prova ALPHA ECOLOGIA	ANALISI ALPHA ECOLOGIA Valori di Cobalto (in rosso i superamenti)	Rapporto di prova UNIFI	Data rapporto di prova UNIFI	ANALISI UNIFI Valori di Cobalto (in rosso i superamenti)
SP06 Passante AV Via delle Ghiacciaie	201709898	18/04/2017	Co 13,5 mg/kg	1707334-009	24/05/2017	Co 5,6 mg/kg
SD 07 Stazione AV Area Belfiore	201707888	05/04/2017	Co 14,2 mg/kg	1707334-004	24/05/2017	<b>Co 21,3 mg/kg</b>
SP08 Stazione AV Area Pozzo Nord	201707891	05/04/2017	Co 12,8 mg/kg	1707334-010	24/05/2017	Co 18,7 mg/kg
SD09 Passante AV viale Corsica	201709903	18/04/2017	<b>Co 38,5 mg/kg</b>	1707334-005	24/05/2017	<b>Co 25,4 mg/kg</b>
SP10 Passante AV via del Terzolle	201710127	27/04/2017	<b>Co 25,5 mg/kg</b>	1707334-011	24/05/2017	Co 14,8 mg/kg
SP11 Stazione AV Area Tre Pietre	201707837	05/04/2017	Co 13,4 mg/kg	1707334-012	24/05/2017	<b>Co 23,3 mg/kg</b>
SD12 Passante AV Area Scavalco	201707892	05/04/2017	Co 9,3 mg/kg	1707334-006	24/05/2017	Co 7,6 mg/kg

Visto che le indagini in banco sono state eseguite ogni 500 metri di futuro tracciato della galleria, e visto che anche le analisi di riscontro dell'UNIFI hanno confermato i superamenti e dato che non è possibile determinare con certezza le aree interessate, al fine di confermare o meno i valori rilevati, tutti i materiali, una volta scavati, saranno comunque trasportati su ferro al sito di Santa Barbara, nel quale saranno eseguite tutte le analisi previste dalla legge e dal presente documento, così come descritto nel capitolo relativo al sito di riutilizzo.

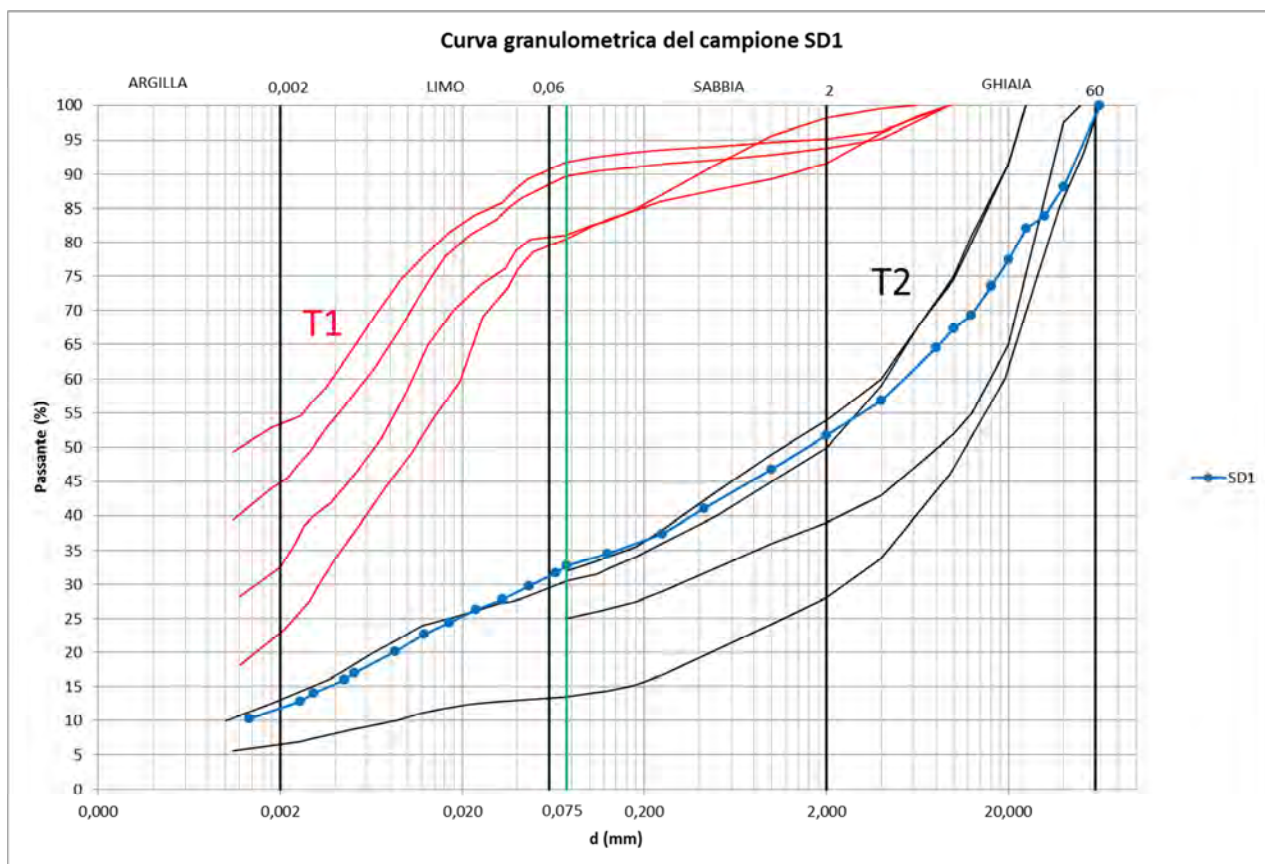
I materiali che saranno conformi alle prescrizioni del "Protocollo" ed ai limiti della colonna A Tabella 1 allegato 5 alla parte, titolo quinto, del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., così come prescritto dall'Allegato 4 del DM 161/2012, avranno la qualifica di sottoprodotti ed impiegati per la realizzazione della collina schermo (**SI VEDA PARAGRAFO "ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – SANTA BARBARA"**). I materiali che rispetteranno i limiti della Colonna B del suddetto decreto saranno invece inviati al sito alternativo di riutilizzo di Serravalle Pistoiese "ex Cava Bruni" (**SI VEDA PARAGRAFO "ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – EX CAVA BRUNI"**).

### Indagini Geotecniche – risultati

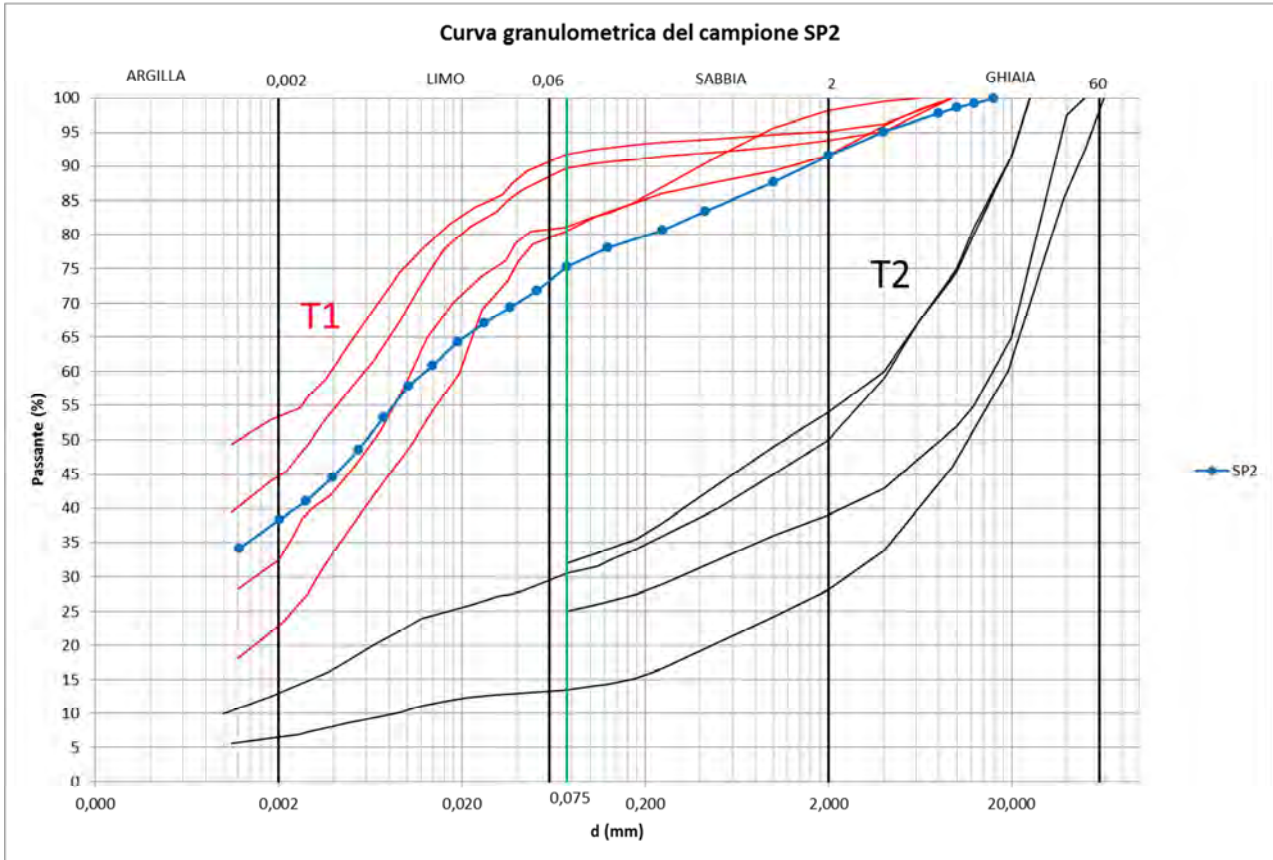
Nella tabella seguente sono riportati i valori percentuali del passante al setaccio UNI 0.075 mm ottenuti dalle analisi granulometriche.

<b>SONDAGGIO</b>	<b>Valore % passante setaccio ASTM 200 / UNI 0.075 mm</b>	<b>Tipologia terreno (T1/ T2/ intermedio)</b>
SD 01 Passante AV - Area Campo di Marte	32.8	T2
SP02 Passante AV - via Frà Bartolommeo	75.2	T1
SD 03 Passante AV - Piazza Libertà	78.5	T1
SP04 Passante AV - Viale Spartaco Lavagnini	74.2	Intermedio
SD 05 Passante AV - Fortezza da Basso	52.4	Intermedio
SP06 Passante AV- via delle Ghiacciaie	40.5	Intermedio
SD 07 Stazione AV - Area Belfiore	76.2	T1
SP 08 Stazione AV- Area Pozzo Nord	78.6	T1
SD 09 Passante AV - viale Corsica	56.6	Intermedio
SP10 Passante AV - via del Terzolle	60.8	Intermedio
SP 11 Stazione AV - Area Tre Pietre	57.5	Intermedio
SD 12 Passante AV - Area Scavalco	62.0	Intermedio

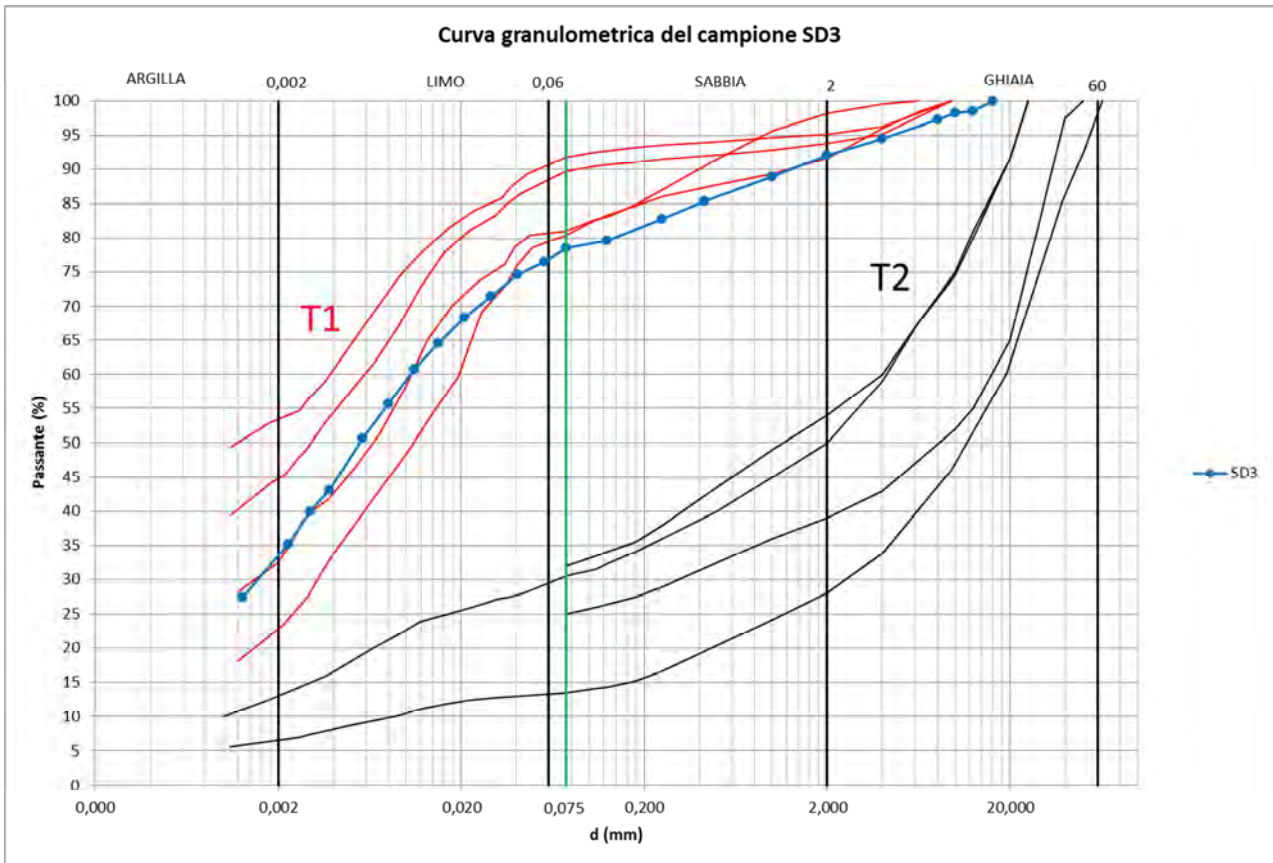
Di seguito si riportano le curve granulometriche dei campioni indagati confrontate con i fusi dei terreni di Tipo T1 e T2.



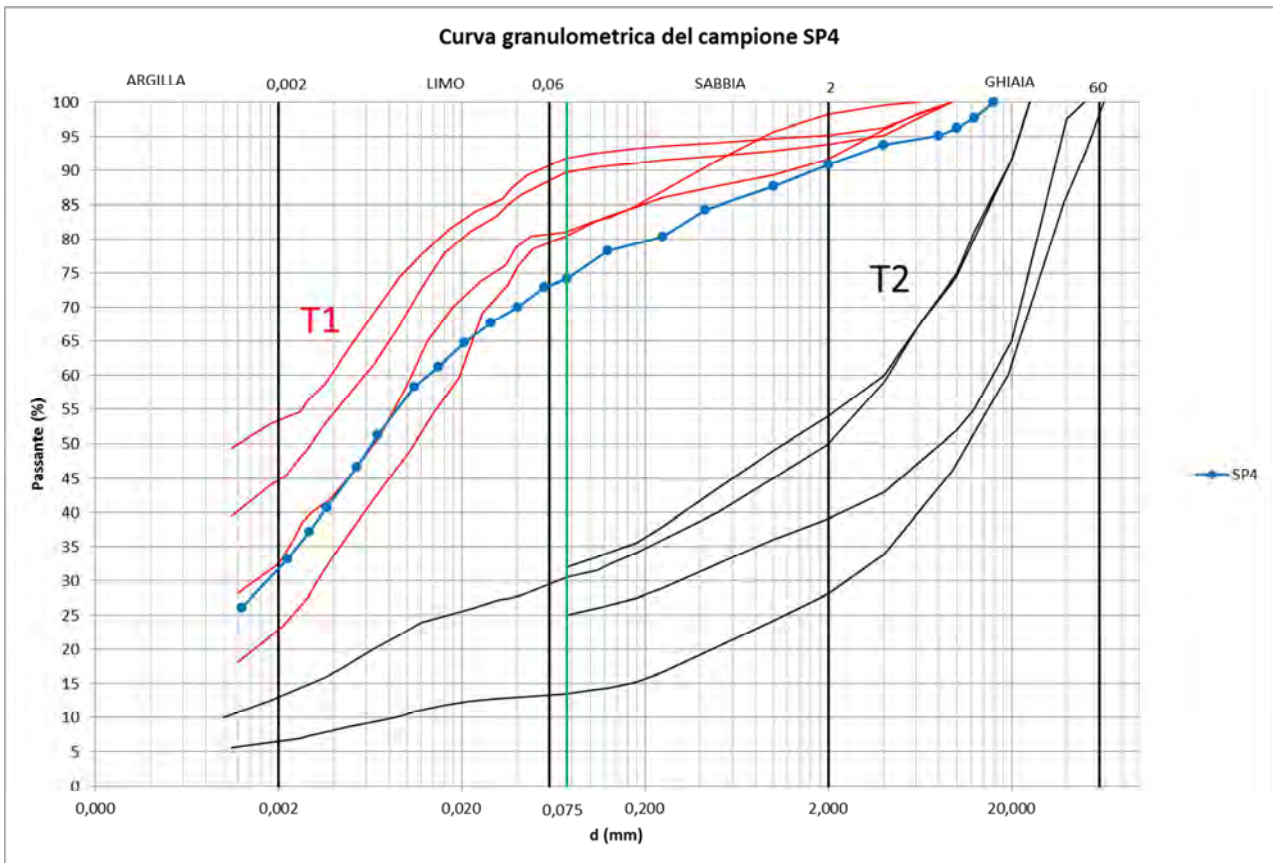
**Campione SD1**



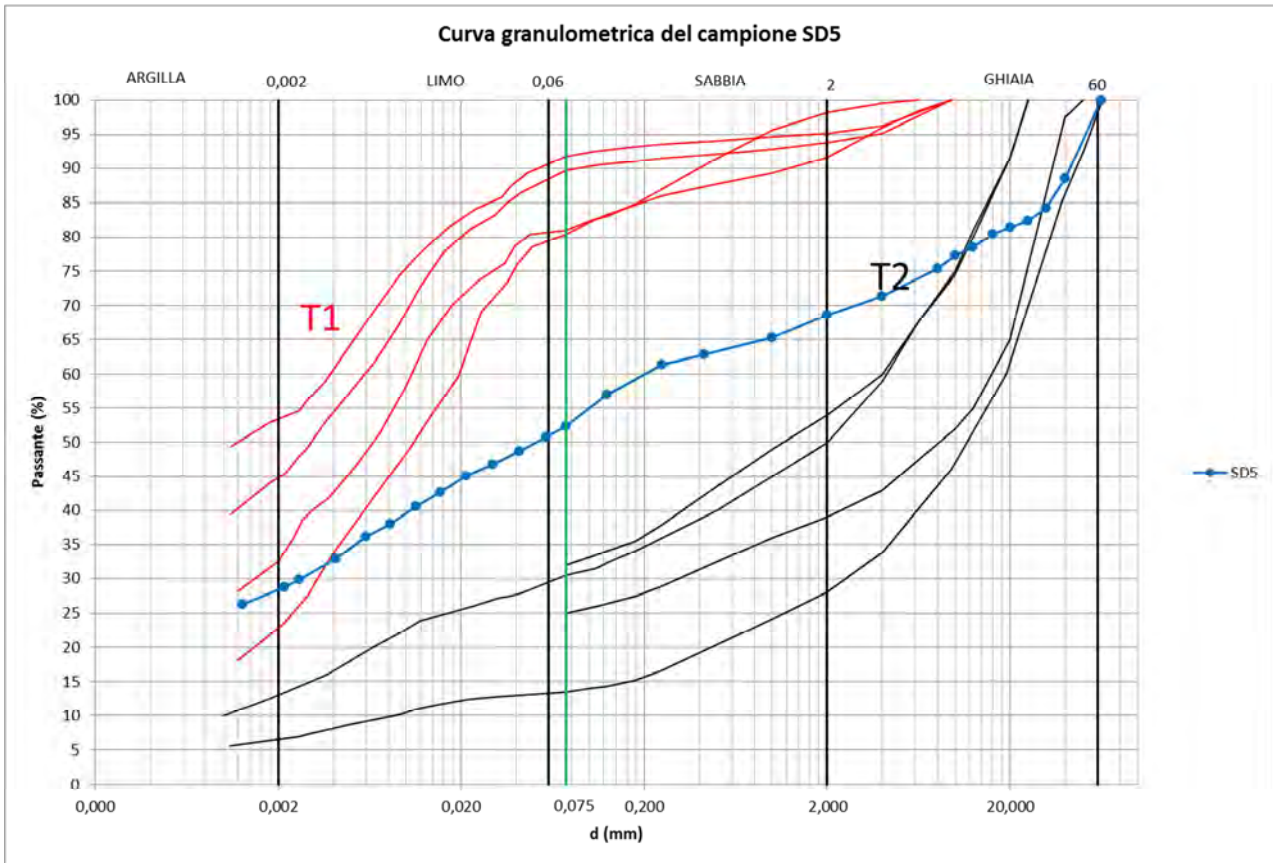
**Campione SP2**



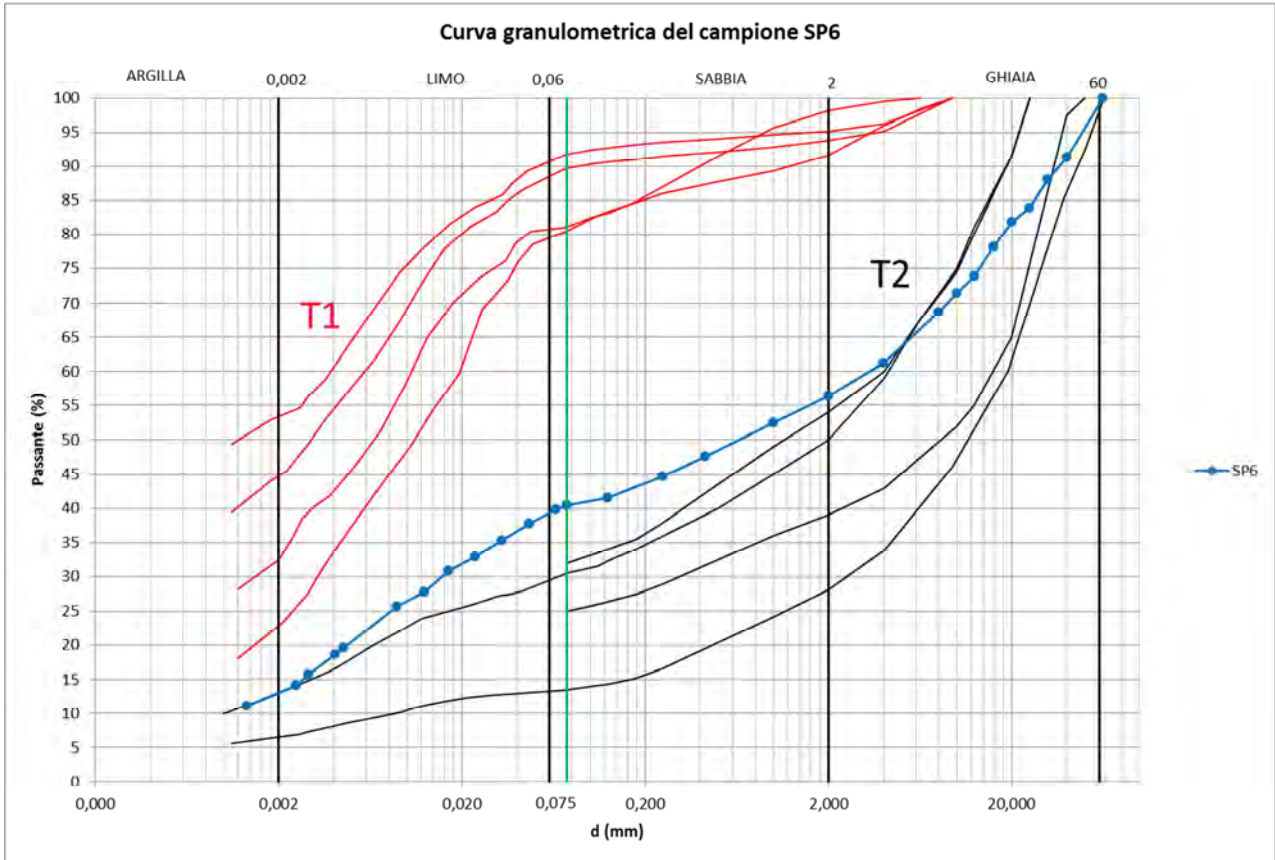
**Campione SD3**



**Campione SP4**

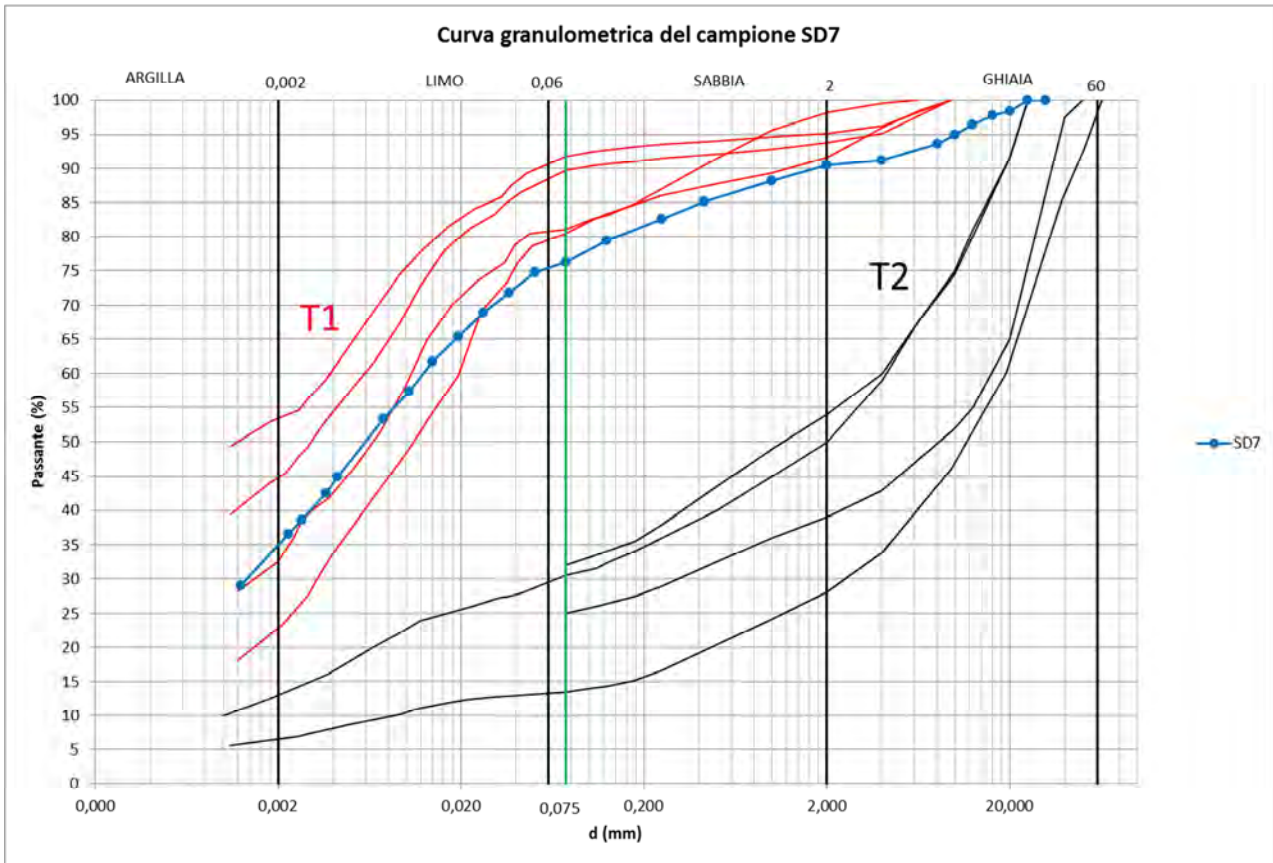


**Campione SD5**

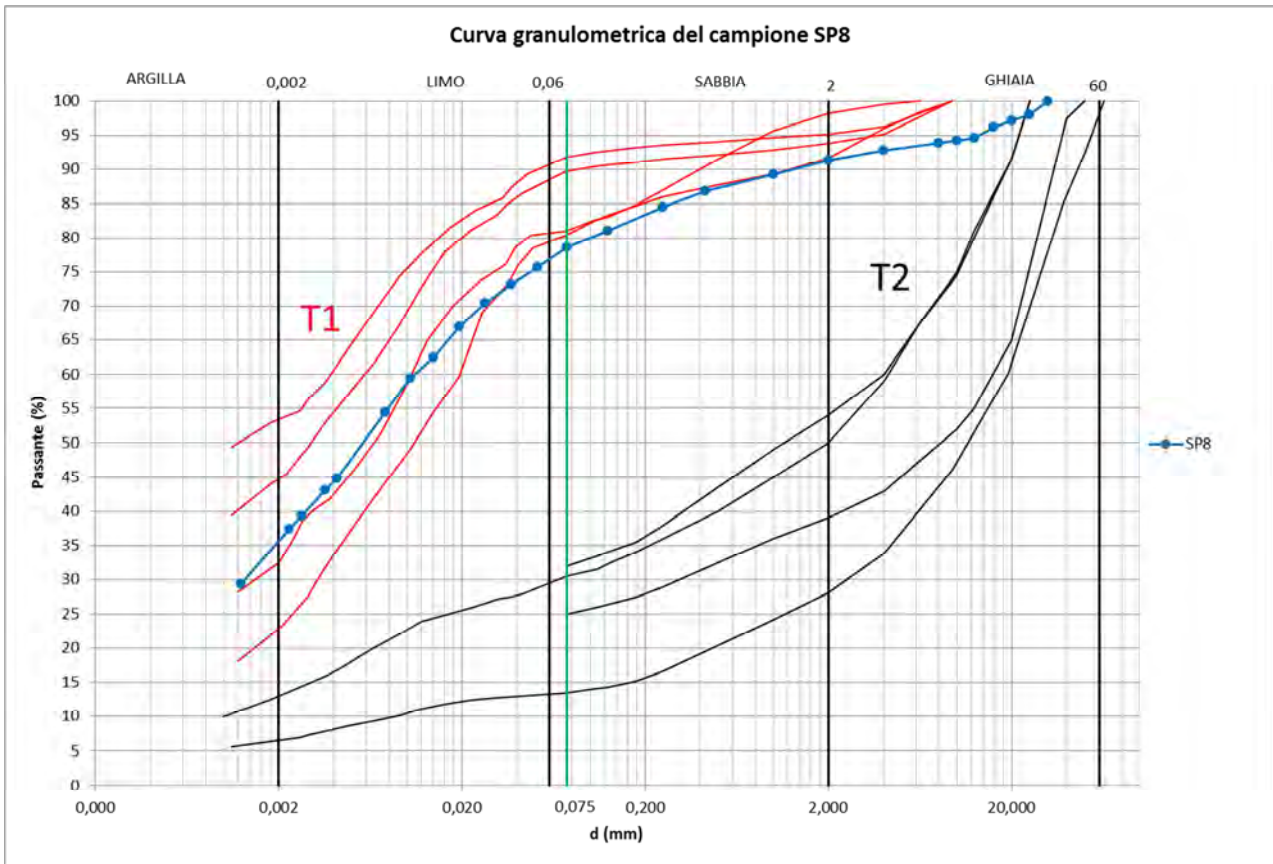


**Campione SP6**

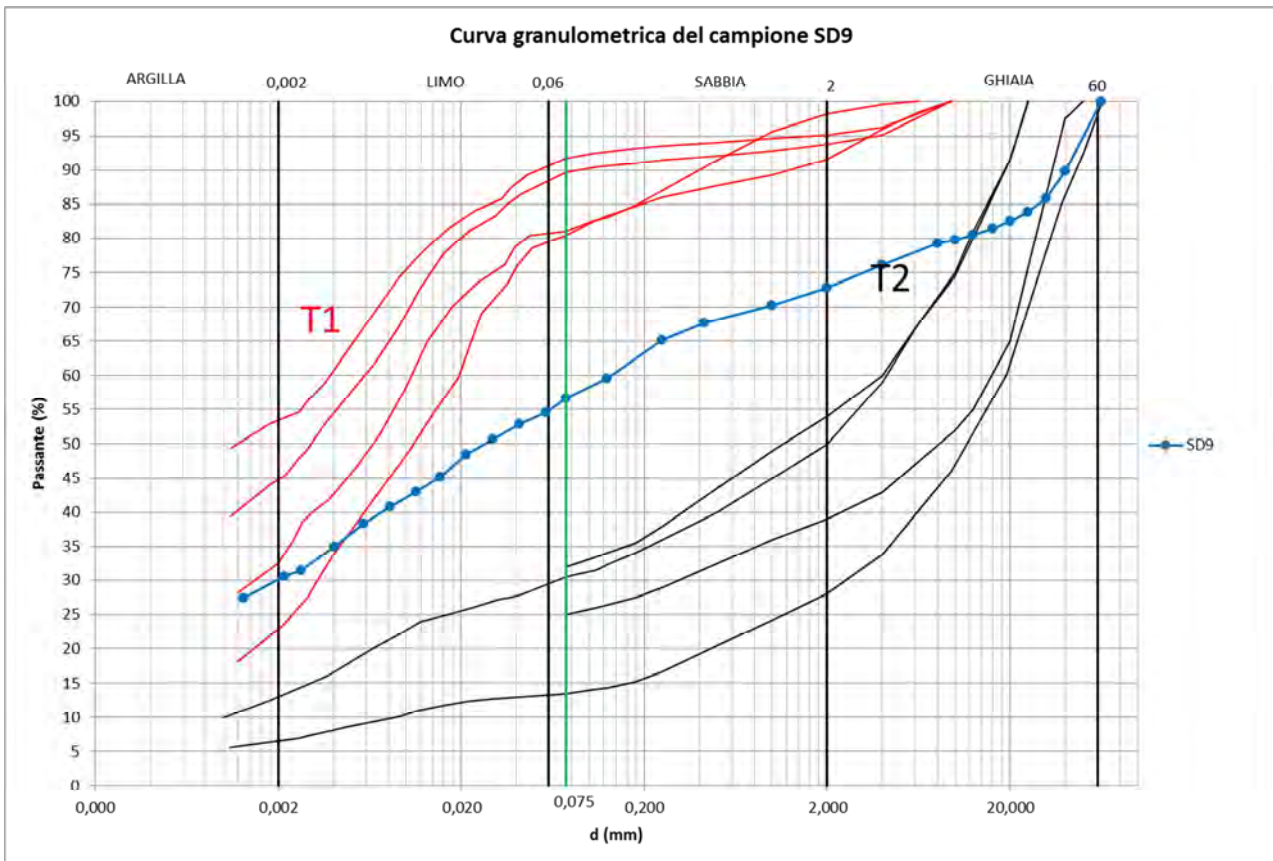




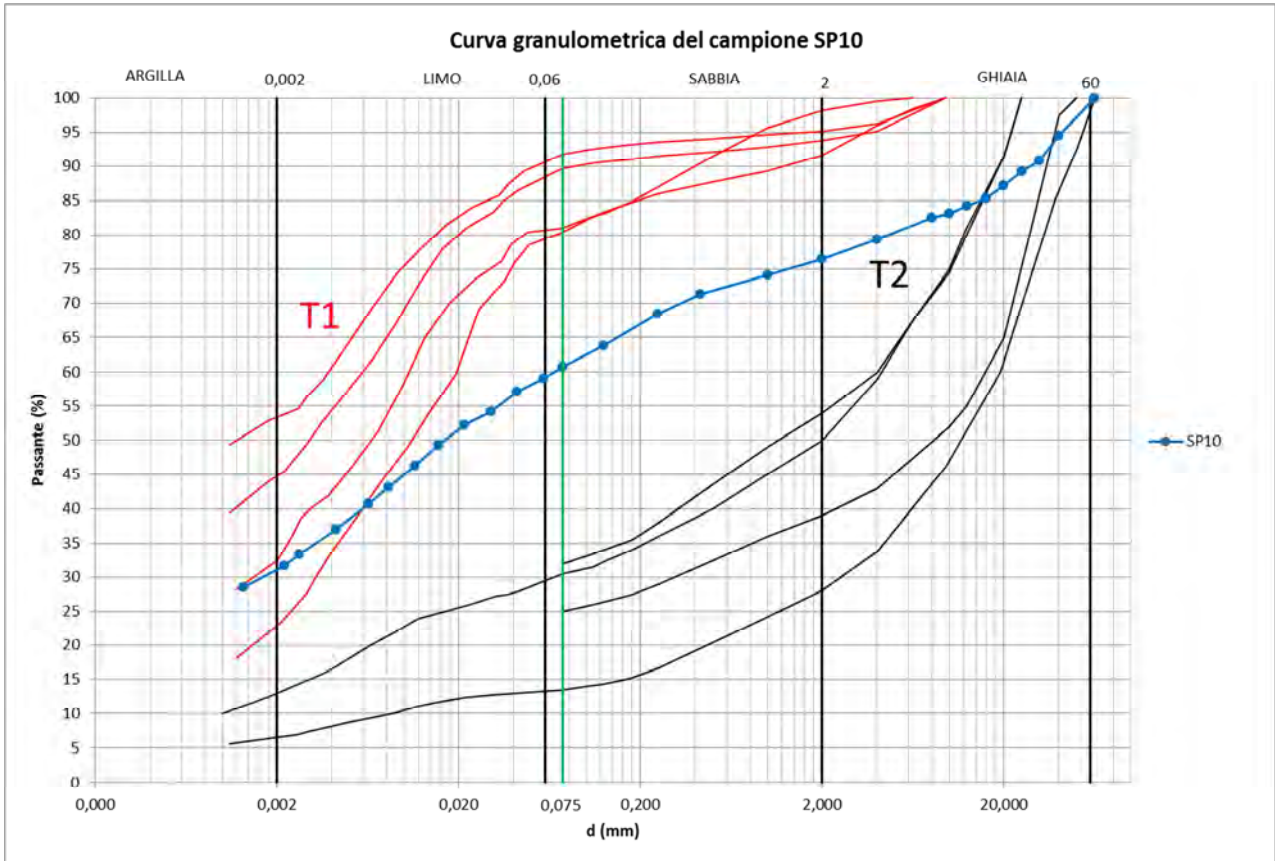
**Campione SD7**



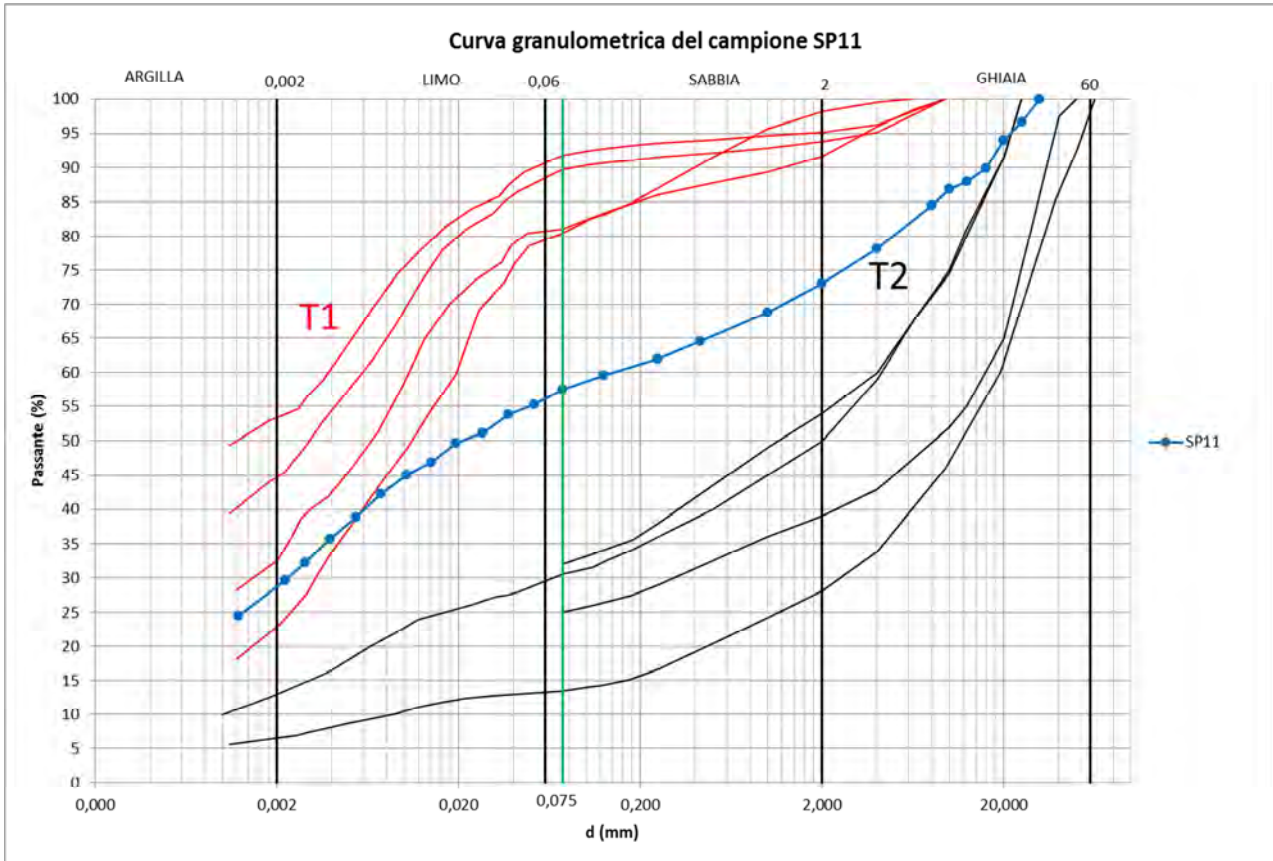
**Campione SP8**



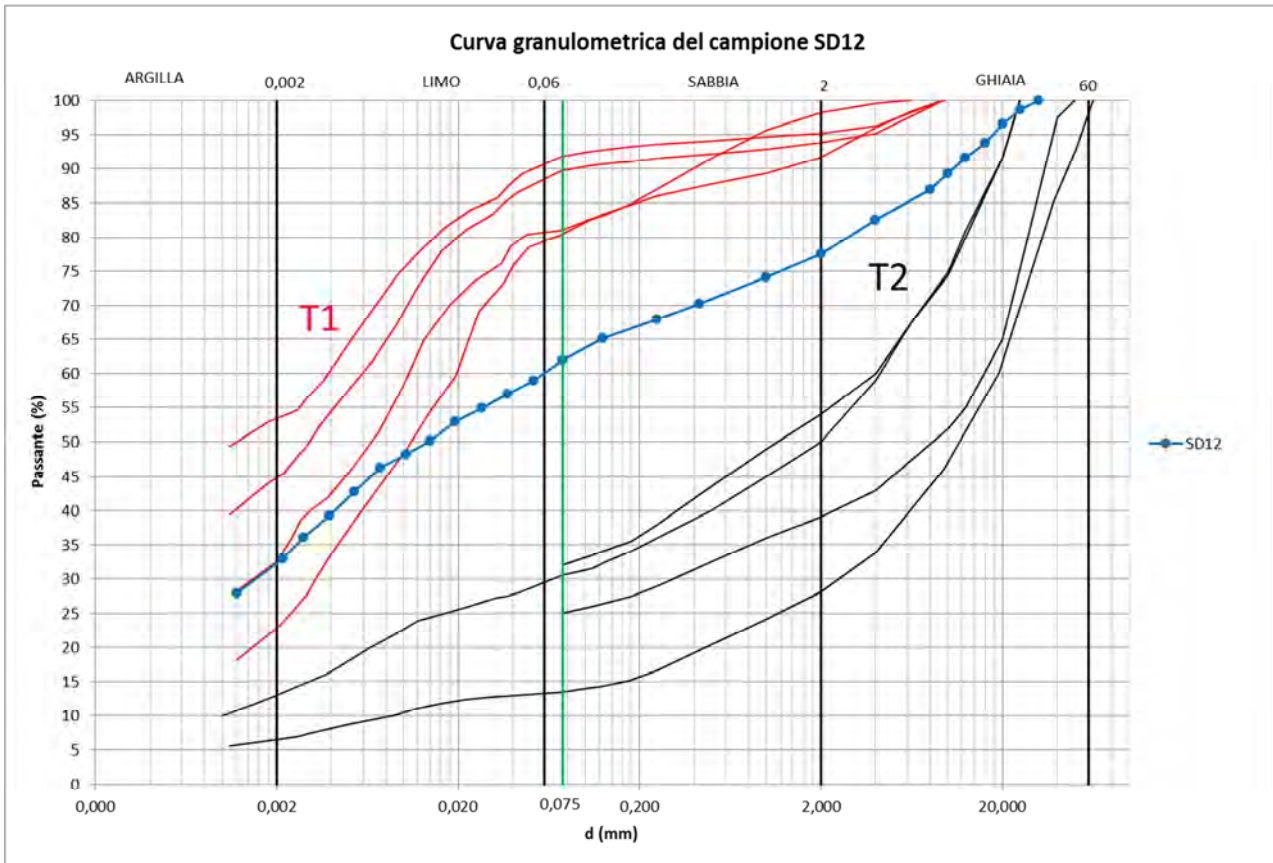
Campione SD9



**Campione SP10**



**Campione SP11**



**Campione SD12**

## II.2 ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – SANTA BARBARA

I materiali di scavo provenienti dal Nodo AV di Firenze saranno conferiti nell'ambito degli interventi di recupero della ex miniera di lignite di Santa Barbara per la schermatura della centrale Enel; in particolare il materiale di scavo sarà utilizzato per la realizzazione di una collina schermo, tra il Lago di Castelnuovo e la zona industriale di Santa Barbara, da realizzarsi nell'ambito della riambientalizzazione da effettuarsi con sottoprodotti provenienti dal Nodo AV di Firenze per la quale Enel Produzione S.p.A. ha realizzato un Progetto Esecutivo di Ottemperanza al Decreto VIA DS-DEC-2009-000938 del 29.07.2009 per la formazione della suddetta collina.

Il progetto prevede la realizzazione di una collina schermo di 1.350.000 mc, così come previsto nell'ambito della procedura di V.I.A. (rif. Decreto VIA DS-DEC-2009-000938 del 29.07.2009 e relative verifiche di ottemperanza).

I materiali derivanti sia dagli scavi in tradizionale per la realizzazione della Stazione AV e del Passante AV e dallo scavo meccanizzato con la fresa TBM saranno conferiti nelle piazzole ove verranno eseguite le indagini necessarie alla verifica delle caratteristiche dei materiali come meglio descritto nel seguito del presente Piano.

### II.2.1 *Inquadramento del sito*

In conformità a quanto previsto dall'allegato 5 al DM 161 del 10 Agosto 2012 il presente paragrafo va a descrivere in modo dettagliato le caratteristiche del sito di riutilizzo facendo particolare riferimento alle seguenti sezioni:

- 1) ***Inquadramento territoriale*** all'interno della quale si vanno descrivere le caratteristiche del sito in termini di:
  - Denominazione del sito;
  - Ubicazione del sito;
  - Estremi cartografici da CTR;
  - Corografia del sito;
  - Individuazione dei sottoservizi presenti nell'area di interesse.
- 2) ***Inquadramento urbanistico*** all'interno del quale si va definire la destinazione d'uso urbanistica del sito.
- 3) ***Inquadramento geologico e idrogeologico*** all'interno del quale si andranno ad evidenziare i seguenti aspetti:
  - a. Descrizione del contesto geologico della zona;
  - b. Ricostruzione stratigrafica del suolo/sottosuolo;
  - c. Descrizione del contesto idrogeologico della zona;

#### II.2.1.1 Inquadramento territoriale

Il sito di riutilizzo ricade entro i confini amministrativi del Comune di Caviglia in provincia di Arezzo. Nella seguente figura si riporta la corografia dell'area in questione, mentre nella Figura 19 è illustrata la cantierizzazione della collina schermo.

Figura 18. Corografía del sitio

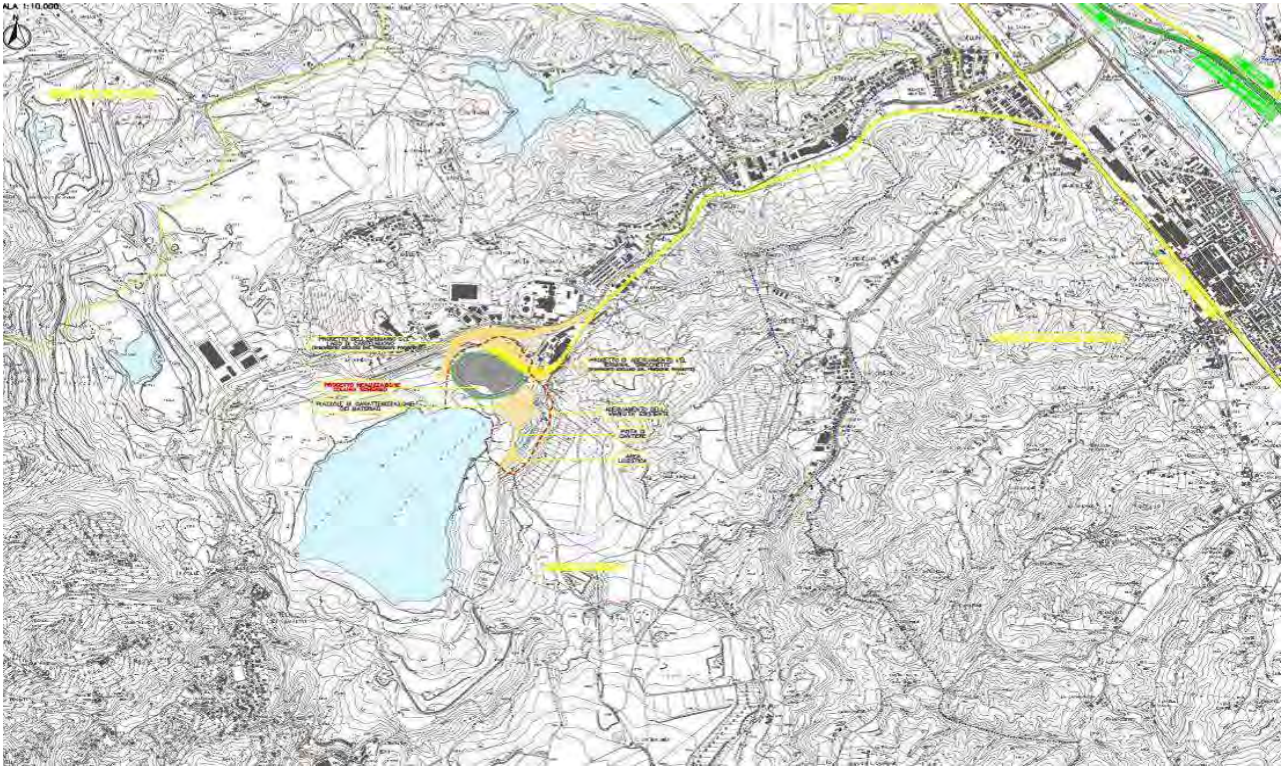
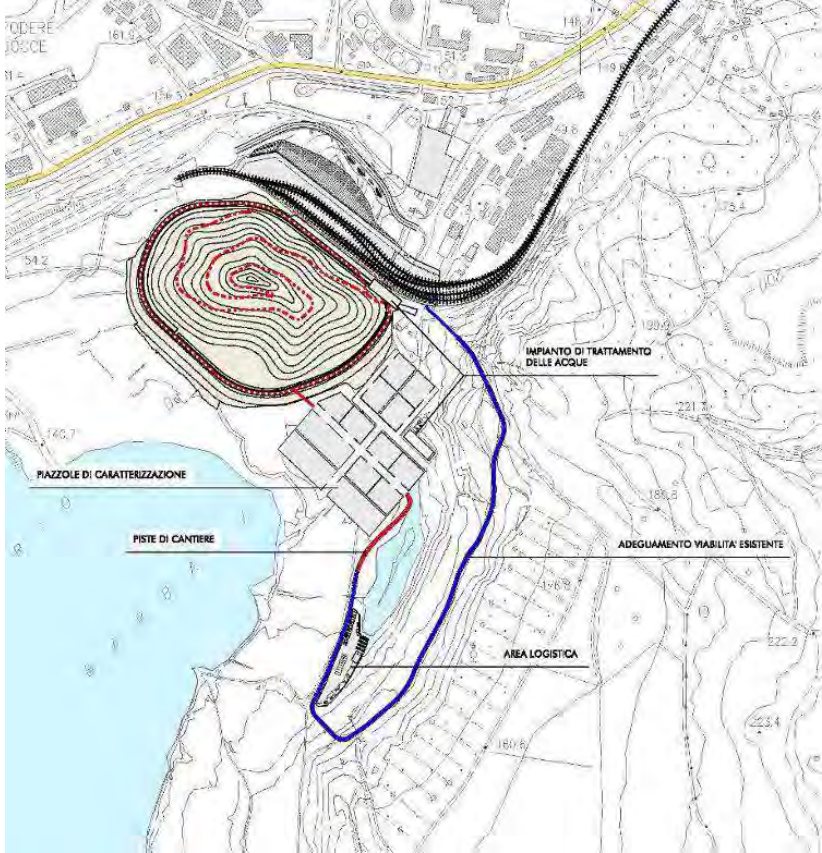




Figura 19. Aree di cantiere - realizzazione della collina schermo



**LEGENDA:**

**TERRITORIO**

- VIABILITA' PROVINCIALE
- LINEE FERROVIARIE
- CORSI D'ACQUA E PRESENZE IDROGRAFICHE PRINCIPALI

**CANTIERIZZAZIONE**

- AREE DI CANTIERIZZAZIONE LOGISTICA E PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI
- AREE DI CANTIERIZZAZIONE DEL SEDIME DELLA COLLINA SCHERMO
- ADEGUAMENTO DELLA VIABILITA' ESISTENTE
- PISTE DI CANTIERE
- VIABILITA' DI CANTIERE NELL'AMBITO DEL SEDIME DI PROGETTO

## II.2.1.2 Inquadramento urbanistico

Il sito di riutilizzo ricade entro i confini amministrativi del Comune di Cavriglia in provincia di Arezzo.

Pertanto di seguito si procederà ad analizzare il Piano Strutturale e il Regolamento Urbanistico del Comune di Cavriglia.

### **Il Piano Strutturale e il Regolamento Urbanistico del Comune di Cavriglia**

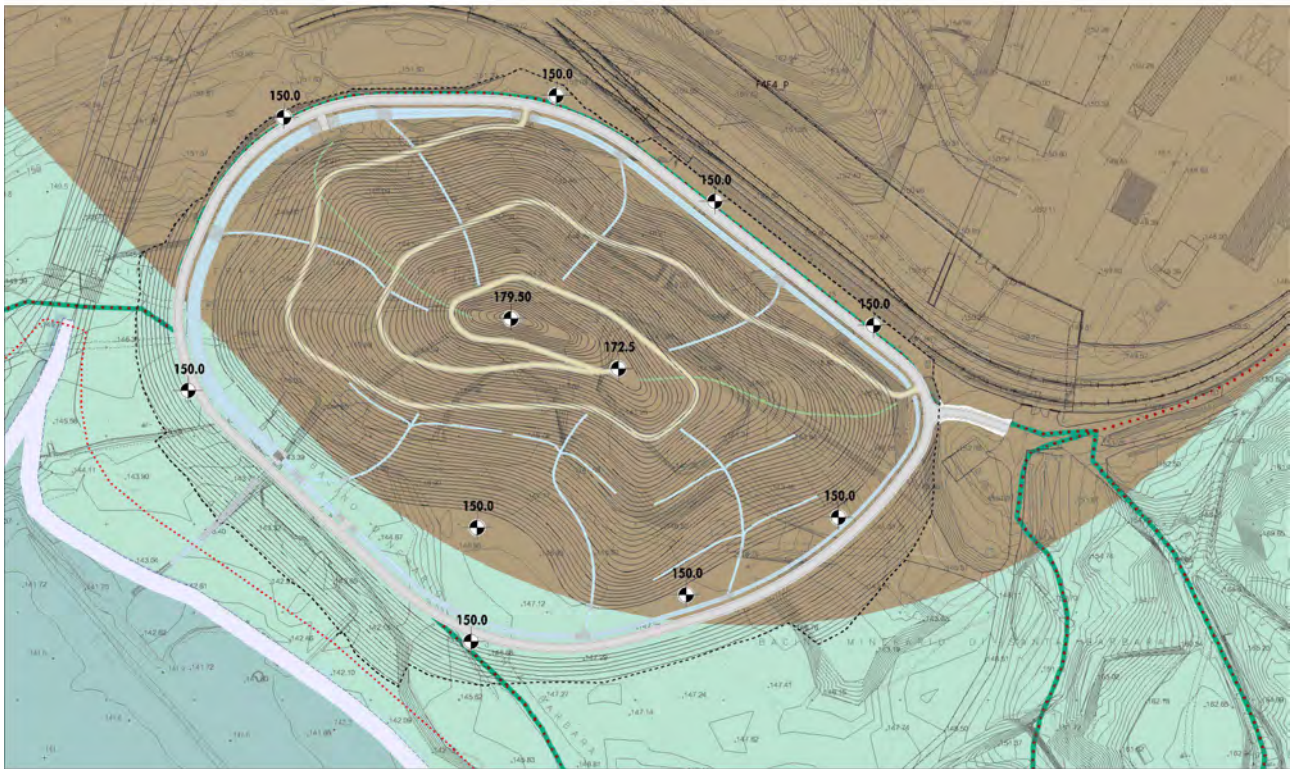
Il **Piano Strutturale**, approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 66 del 29/11/2000, costituisce parte del Piano Regolatore Generale. Tra gli obiettivi principali che si prefigge è il recupero e riassetto dell'area mineraria dismessa e la ricomposizione territoriale attraverso la riacquisizione del sito come patrimonio della collettività.

Il Comune di Cavriglia è altresì dotato di **Regolamento Urbanistico**, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 50 del 23/12/2003 e successiva variante generale al Regolamento Urbanistico, approvata con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 80 del 09/11/2007.

Con Delibera del Consiglio Comunale n. 21 del 28/04/2010 è stato adeguato il Regolamento Urbanistico. La tavola oggetto di modifica è la numero 6 *Meleto – Santa Barbara*, che classifica parte degli ambiti di cantierizzazione come *Area per attrezzature private di interesse pubblico, sottozona F4F4*.

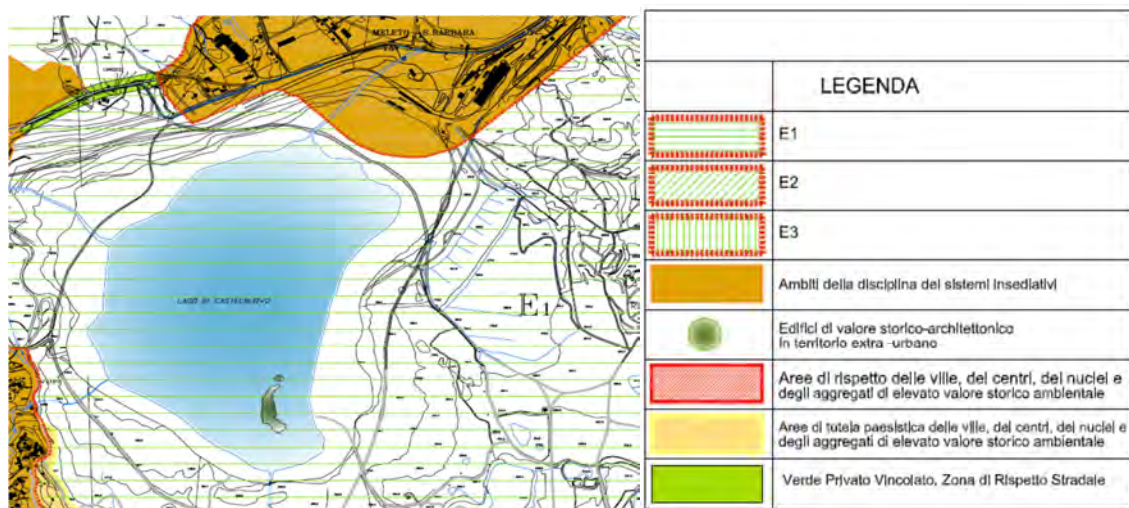
Tale definizione identifica quelle aree che comprendono sottozone del territorio comunale destinate ad ospitare attività di pubblico interesse da realizzarsi, prevalentemente, da parte di privati, quali attrezzature per il traffico ed attività connesse, strutture socio - sanitarie private, attrezzature di servizio alle attività produttive, attività ricreative e per il ristoro.

Figura 20. Stralcio della tavola di RU “Meleto – Santa Barbara”



Il Regolamento Urbanistico disciplina, inoltre, il sistema insediativo e quello ambientale e paesaggistico, individuando, per l'area di interesse, due differenti destinazioni: la prima, come premesso, rimanda alla tavola 6 Meleto – Santa Barbara di maggior dettaglio, la quale definisce un'Area per attrezzature private di interesse pubblico (Artt. 34 – 38 delle NTA del RU), la seconda è di tipo rurale e ricondotta alla sottozona E1.

**Figura 21. Stralcio della tavola di RU "Disciplina del sistema ambientale e paesaggistico" e relativa legenda**



L'Articolo 26 SOTTOZONE "E1" (di fondovalle e dell'ex zona mineraria) indica che: *"In tali sottozone, oltre a quanto previsto all'art. 25 per tutto il territorio rurale, sono ammessi i seguenti interventi edilizi:*

*e) impianti pubblici o di pubblico interesse...*

*... La realizzazione degli impianti pubblici o di pubblico interesse è subordinata al rilascio di apposito permesso di costruire, previa valutazione degli effetti ambientali prodotti dal nuovo inserimento.*

### **Conclusioni**

Sulla base di quanto descritto sussistono le condizioni di conformità urbanistica richieste per la realizzazione delle collina schermo, che si inserirà nel quadro degli interventi previsti per il recupero dell'intero bacino minerario Santa Barbara che rappresenta uno specifico obiettivo del Piano Strutturale vigente.

Inoltre, dall'analisi del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Cavriglia, si evidenzia che la sottozona F4 risulta compatibile anche con i terreni conformi alla colonna B della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D. L. vo 152/2006 ovvero terreni compatibili con aree aventi destinazioni d'uso commerciale e industriale, mentre nella sottozona E1, invece, potranno essere conferiti esclusivamente i terreni conformi alla colonna A della tabella 1, Allegato 5 alla Parte Quarta del D. L.vo 152/2006, ovvero i terreni compatibili con aree verdi e residenziali.

In ogni caso, pur in presenza delle condizioni che consentirebbero il riutilizzo del terreno conforme alle CSC individuate alla Tabella 1, colonna B, dell'Allegato 5 alla parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e smi, a seguito delle prescrizioni dalla Regione Toscana con Delibere nn. 900 e 901 del 15/10/2012 ovvero sulla base della Comunicazione degli esiti istruttori del MATTM di cui alla nota prot. n. 0010288 del 15/04/2016 e relativi allegati, per la realizzazione della collina schermo saranno utilizzati esclusivamente i terreni conformi alle CSC individuati in tab. 1, col. A (verde pubblico, privato e residenziale), all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi.

### II.2.1.3 Inquadramento geologico e idrogeologico

#### Inquadramento geologico generale

L'area di studio fa parte dell'Appennino Settentrionale (Coli, 1992), catena orogenica strutturalmente complessa formatasi a partire dal Cretacico superiore in seguito alla chiusura dell'oceano Ligure - Piemontese ed alla susseguente collisione della placca europea (Corso-Sarda) con quella Adriatica. In questa lunga storia tettonica si possono distinguere una fase oceanica ed una intracontinentale.

La fase oceanica inizia nel Cretacico e termina nell'Eocene medio a seguito della completa chiusura dell'oceano Ligure-Piemontese.

Nella fase continentale, a partire dell'Eocene medio-superiore, si ha uno sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W delle Unità Toscane, prima e di quelle Umbro-Marchigiane, poi, sotto le Unità Liguri precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale con migrazione del fronte verso E seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del bacino tirrenico.

Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce longitudinalmente contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

Il regime tettonico distensivo ha portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso ovest, allo smembramento della catena a falde precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi-graben (bacini intermontani), via più giovani da ovest verso est. I più antichi di tali bacini risultano essere quelli della Val di Fine - Val di Cecina e di Viareggio - Val di Magra (dal Tortoniano terminale - Messiniano), seguiti poi in serie, da ovest verso est, da quelli dell'Era e dell'Elsa (dal Pliocene inferiore), e poi da quelli della Lunigiana - Garfagnana e del Valdarno - Val di Chiana (dal Pliocene superiore) ed infine da quelli di Firenze - Prato - Pistoia, del Mugello, del Casentino e dell'alta Val Tiberina attivi dal Pleistocene inferiore.

La struttura tettonica di tali bacini vede normalmente una serie di faglie normali a gradinata immergenti verso ovest, poste sul margine orientale, probabilmente listriche e raccordanti in basso su una faglia basale crostale (Coli, 1990), eventuali faglie antitetiche sul margine occidentale, ed il basculamento in genere verso est dei depositi neogenici di riempimento dei bacini stessi depositi che possono raggiungere anche lo spessore di diverse centinaia di metri.

Recenti studi strutturali sui depositi di riempimento dei bacini intermontani hanno evidenziato che tali depositi sono stati soggetti anche a pulsazioni tettoniche compressive, plurime e sincrone su tutta la catena nord-appenninica, che si sono quindi intervallate alla più generale tettonica estensiva, l'intera catena nord-appenninica risulta segmentata in blocchi da fasci deformativi, trasversali alla catena stessa (NE-SW), che

consentono un movimento differenziale tra blocco e blocco, con entità e modalità di compressione sull'esterno, e di distensione, sull'interno, diverse. Le modalità deformative di questi fasci trasversali vengono quindi ad essere estremamente complicate, con prevalenza a seconda del momento e del luogo di componenti principali transtensive, transpressive o puramente trascorrenti. Pertanto la loro espressione geologica sul terreno può essere oltremodo varia, e corrispondere di volta in volta ad accidenti tettonici diversi (faglie normali, inverse, trascorrenti, pieghe, flessure, terminazioni od arcature di strutture e/o bacini).

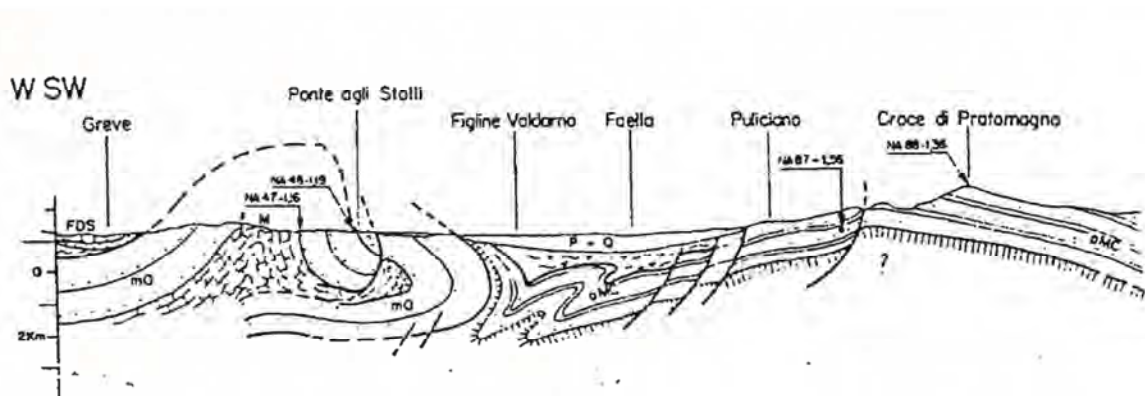
L'area centrale di catena, corrispondente alla fascia dallo spartiacque verso la pianura esterna padano-adriatica, non è stata ancora interessata dalla tettonica estensiva tirrenica e si trova tuttora in uno stadio tensionale di sollevamento.

#### Evoluzione geologica dell'area

L'area in esame, si colloca entro il bacino fluvio-lacustre del Valdarno superiore che è un bacino intermontano allungato in direzione NW-SE per 35 Km e con una larghezza massima di 15 Km. Questo bacino è ubicato a SE di Firenze, ed è compreso fra la Dorsale del Pratomagno, costituito dalle Arenarie del Falterona ed i Monti del Chianti, rappresentati dal Macigno

Il bacino del Valdarno superiore rappresenta uno dei principali bacini tettonici originatisi durante le fasi distensive dell'orogenesi appenninica (Figura 22) e si è impostato su di un semigraben, con faglie principali a direzione appenninica sul versante nord-orientale (Dorsale del Pratomagno).

**Figura 22. Sezione geologica tra Greve e la Croce di Pratomagno in risulta assai evidente la piega anticlinale coricata e fagliata che rappresenta il fronte della Falda Toscana**



Legenda: FDS: Flysch di Farina-Dosso-Sporno-Luretta-Morello; mQ: Macigno; M: Mesozoico e Terziario Toscana; P+Q: Pliocene e Quaternario; aMC: Arenarie del Monte Cervarola (da Reutter et alii, 1980)

Il bacino si è sviluppato a partire dal tardo Terziario fino al Quaternario, ed è riempito da sedimenti continentali di origine fluviale e fluvio-lacustre (Fig. 2) che, nelle aree depocentrali, raggiungono spessori massimi di circa 550m con un'età compresa fra il Pliocene medio ed il Pleistocene medio (Abbate E., 1983).

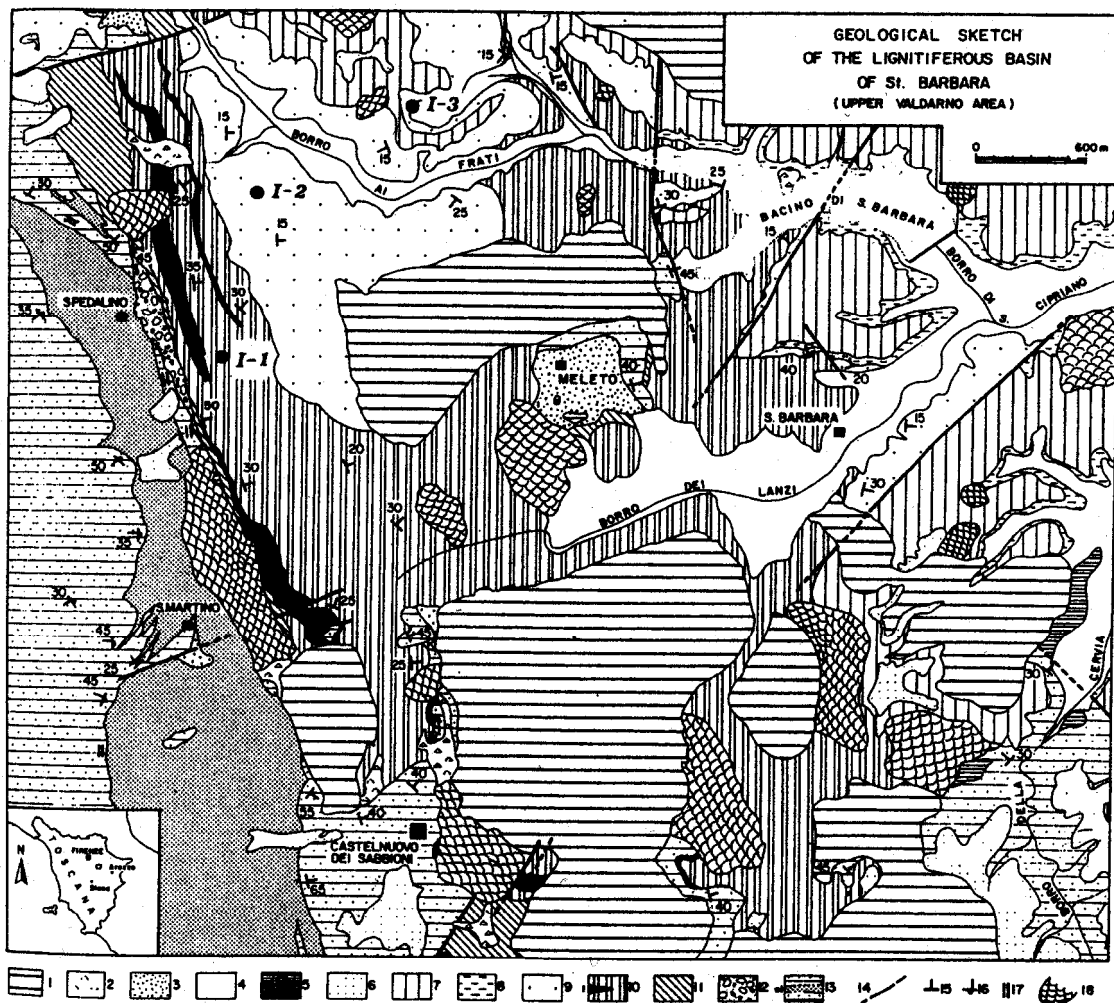


Fig. 2 - Carta geologica del bacino lignifero di S. Barbara nel Valdarno superiore (da LAZZAROTTO & LIOTTA, 1991).

1: discariche di miniera, 2: materiali di riporto, 3: detrito di macigno, 4: alluvioni recenti, 5: alluvioni terrazzate, 6: depositi fluviali di Monticello (Pleistocene medio), 7: Sabbie del Tasso (successione di Montevarchi, Pleistocene inferiore), 8: depositi lacustri di Montevarchi (Pliocene terminale-Pleistocene inferiore), 9: Sabbie di S. Donato (Pliocene superiore), 10: limi e argille (Argille di Meleto, Pliocene superiore), 11: livelli di lignite, 12: Ciottolami di Spedalino (Pliocene inferiore), 13: macigno (Oligocene), ol= olistostroma, 14: faglie, 15: strati normali, 16: strati rovesciati, 17: strati verticali, 18: frane.

Dal punto di vista strutturale l'area del bacino minerario di Santa Barbara la si può schematizzare (Figura 22) come una piega anticlinale coricata, fagliata e poi, successivamente erosa, il cui asse è disposto in direzione appenninica (NW-SE). In pratica questa struttura corrisponde al fronte della Falda Toscana. Le faglie, a partire dal Pliocene, hanno prima individuato e poi elaborato la fossa tettonica (meglio il semigraben vista la notevole differenza di quota della Croce del Pratomagno e del monte S. Michele), che risulta bordata da una gradinata di faglie a delimitazione del paleoinvaso lacustre. L'altra fascia di terreni, in posizione più orientale, corrisponde agli affioramenti dei sedimenti plio - pleistocenici, di origine fluvio - lacustre che giacciono depositi al di sopra della fase prelacustre, in discordanza angolare, e con al limite una lacuna temporale. Le faglie del substrato, talvolta, interessano anche i sedimenti pliocenici e post pliocenici, ma non sono particolarmente evidenti, se non alla scala dell'affioramento. La struttura dei sedimenti fluvio - lacustri, che

risultano separati da discordanze angolari, lacune deposizionali e superfici erosive estese su tutto il bacino (Sagri et al. 1994), si è conformata durante tre fasi successive (Fig 3)

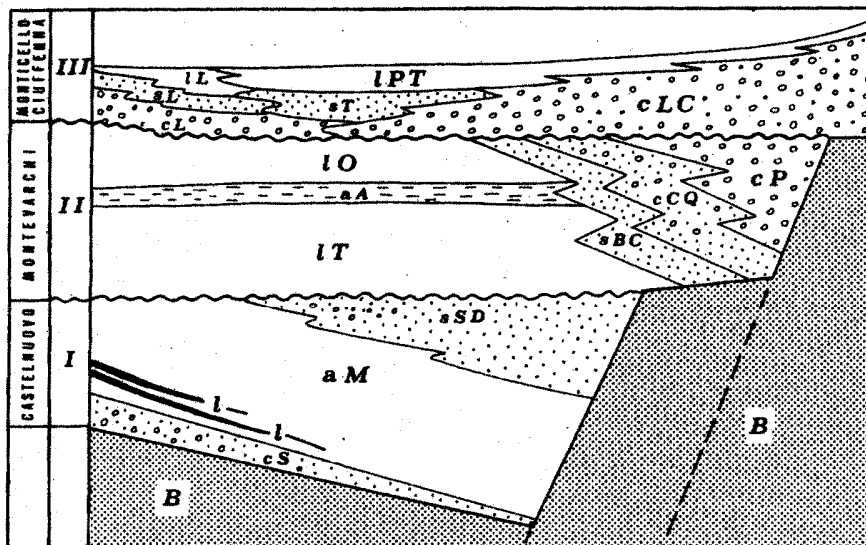


Fig. 3 - Schema stratigrafico dei depositi di riempimento del bacino plio-pleistocenico del Valdarno superiore.

III: terza successione (sedimenti fluviali di Monticello e depositi delle conoidi alluvionali del Ciuffenna, Pleistocene medio); IL: Limi di Latereto, sL: Sabbie di Levane, cL: Ciottolami di Laterina, IPT: Limi di Pian di Tegna, sT: Sabbie del Tasso, cLC: Ciottolami di Loro Ciuffenna.

II: seconda successione (depositi palustro-lacustri e di delta- conoide di Montevarchi, Pliocene terminale-Pleistocene inferiore); IO: Limi e Sabbie del T. Oreno, aA: Argille del T. Ascione, IT: Limi di Terranova, sBC: Sabbie di Borro alle Cave, cCQ: Ciottolami e Sabbie di Casa la Quercia, cP: Ciottolami della Penna.

I: prima successione (depositi fluvio-lacustri di Castelnuovo, Pliocene superiore); sSD: Sabbie di San Donato, aM: Argille di Meleto, l: livelli di lignite; cS: Ciottolami e Sabbie di Spedalino.

B: rocce del substrato.

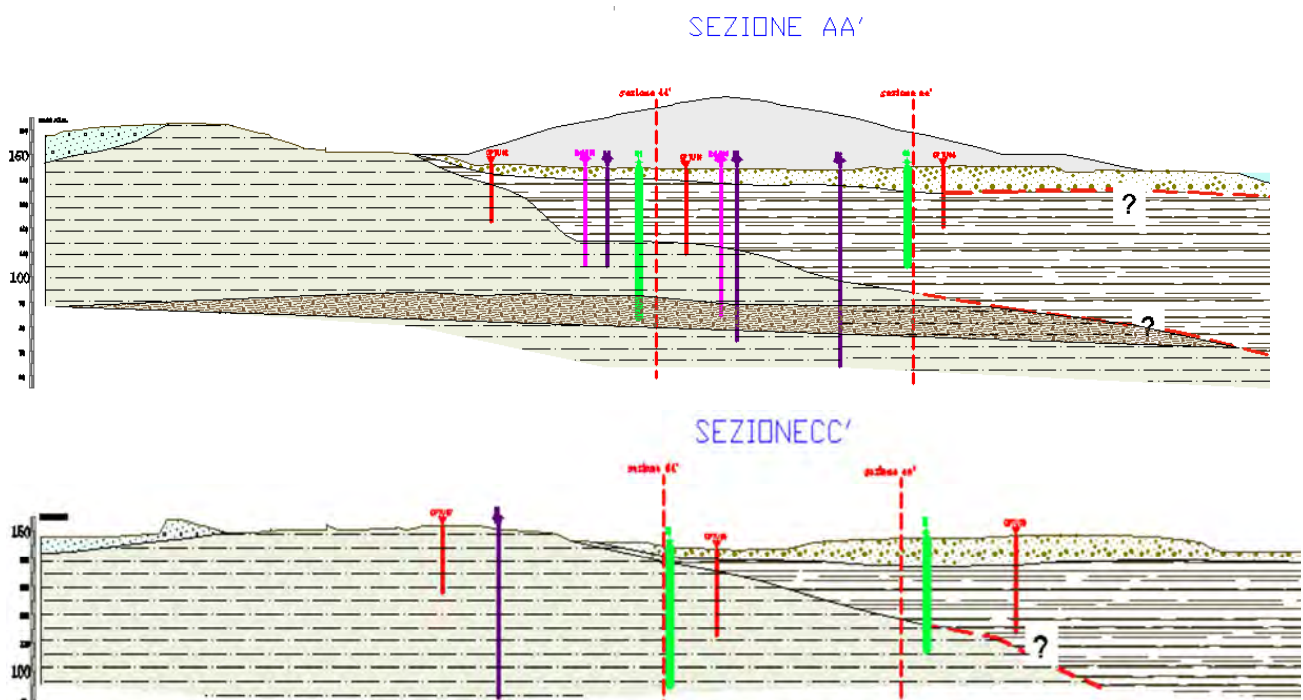


## Modello stratigrafico locale

Il modello geologico del tracciato è stato ricostruito integrando i dati derivanti dall'interpretazione aereofotogrammetrica, con quelli bibliografici e dal rilievo di campagna eseguito. Dal confronto tra le informazioni acquisite dall'interpretazione aereofotogrammetrica, dal rilievo geologico di superficie e dalle indagini eseguite è stato definito un modello geologico - stratigrafico locale. Nel modello stratigrafico riconosciuto vengono differenziati i terreni naturali in posto dai terreni di riempimento della fossa creata dalla attività mineraria.

Di seguito a titolo esemplificativo viene riportato il modello geologico – stratigrafico relativo alle sezioni trasversali AA' – CC'.

**Figura 23. Modello geologico stratigrafico relativo alle sezioni AA' e CC': per l'identificazione delle tracce di sezione si veda la Figura 25**



## TERRENI NATURALI IN POSTO

*Alluvioni recenti:* sono costituite dai depositi lasciati dai corsi d'acqua principali, in genere in epoca recente, che hanno coperto in alcuni punti le formazioni preesistenti. In genere tali sedimenti sono molto evidenti dal punto di vista morfologico.

L'indagine effettuata non ha intercettato tali terreni anche, se dal punto di vista bibliografico, vengono descritti come limi sabbie ed argille, variamente interdigrate, con locali ghiaie e ciottoli. Si tratta di corpi in

genere stratificati, tra loro compenetrati ed interdigitati. Dal punto di vista geologico essi non verranno interessati dai lavori in progetto.

*Argille di Meleto*: si tratta di argille debolmente limose grigie, talora marnose, da mediamente consistenti (nella parte più superficiale) a semilitoidi e sono di prevalente origine lacustre.

Si presentano in strati con giunti e fessure, sono scarsamente bioturbate e risultano molto ricche di resti vegetali. Frequenti sono le lenti ed i noduli di siderite. Localmente si rilevano livelli centimetrici (1-2 cm) di limi sabbiosi e sabbie fini micacee limose e rari residui di lignite o materiale organico indecomposto. Talvolta in queste sabbie è possibile il rinvenimento di qualche ciottolo decimetrico proveniente dai terreni liguri.

Esse rappresentano il terreno di imposta del terminal ferroviario ed il substrato su cui è impostato il riporto delle discariche minerarie. Esse nell'area descrivono una forma a catino, a causa dell'escavazione mineraria, e si approfondiscono progredendo dal terminal ferroviario verso l'attuale lago. Tale formazione durante le indagini è stata intercettata dai sondaggi S1 - S3 e S4 a profondità rispettivamente di 28.2m, 5.6 e 30.9 metri dal p.c..

*Lignite*: alla base delle Argille di Meleto, intercalate ad esse è presente un banco di lignite xiloide, potente in genere 15 - 20 metri, che presenta localmente resti di tronchi d'albero con le radici in posizione originaria e lenti di sabbie quarzose con noduli di siderite. Tale banco è stato intercettato solamente dal sondaggio S1 ad una profondità di circa 52 metri dal p.c., per uno spessore di almeno 9 -10 metri.

## TERRENI DI RIPORTO

**Livello A**: si tratta dell'orizzonte antropico di copertura della discarica mineraria entro il quale sarà impostata la collina in progetto. Esso è costituito da clasti, blocchi e ciottoli arenaceo - marnosi di natura flyschoidale, in matrice argilloso - limoso - sabbiosa, di varie dimensioni, riconducibili alla Formazione del Macigno. Tali sedimenti provengono sia dalle ultime lavorazioni minerarie e sia dalla pulizia dei versanti e dalla stabilizzazione dei dissesti al bordo occidentale del bacino minerario.

Tale corpo è stato individuato in tutti e 4 i sondaggi, a profondità mediamente comprese tra 4m (S1 ed S3) e 10 metri (S2 ed S4); sembrerebbe aumentare di spessore dal bordo del catino minerario procedendo verso il centro (lago). In realtà, secondo le prospezioni geoelettriche eseguite, da cui risulta nettamente un livello più resistivo superficiale, esso risulta comunque avere uno spessore che non supera mai i 10 - 15 metri, anche per le porzioni più interne (traversa geoelettrica E3).

**Livello B**: si tratta dei terreni di riempimento delle vecchie attività minerarie costituiti da argille limose, talora debolmente sabbiose e marnose provenienti dallo smarino argilloso della copertura del banco principale di lignite. Esso è stato rilevato in tutti e 4 i sondaggi effettuati al di sotto del livello A di copertura, fino a 28.2 metri in S1, oltre 40 metri in S2, 5.6 metri in S3 e 30.9 in S4. Per la ricostruzione morfologica del bacino di riempimento minerario, hanno fornito indicazioni utili anche le prove penetrometriche e l'indagine geofisica. Con riferimento alle sezioni geologiche allegate, in cui si riporta il modello ricostruito, si evidenzia un corpo di riporto con tipica conformazione a catino che si approfondisce progredendo dal terminal ferroviario verso l'attuale lago. In realtà tale approfondimento non sembra uniforme ma in realtà, come si può vedere nella sezione AA', sembra esserci un tratto subpianeggiante nella zona compresa tra S1 e CPTEU 3, raccordata da 2 rampe a maggior pendenza. Nella sezione CC' l'approfondimento del bacino minerario sembra essere invece più regolare, sulla base dei dati forniti dai sondaggi S3 ed S4 e CPTEU 8 e CPTEU 9.

Longitudinalmente l'invaso minerario sembra mostrare una maggiore regolarità, con profondità massime che si dovrebbero aggirare intorno ai 30-35 metri nella sezione DD' e di 55-60 metri in EE'. In questa sezione, si segnala però un'asimmetria del fianco orientale, che risulta meno ripido di quello occidentale.

Dal punto di vista idrogeologico l'elemento più caratteristico è dato dalla presenza del lago e di una serie di specchi d'acqua minori, che costituiscono il livello di base della circolazione idrica superficiale, ipogea ed ipodermica. Entro i piezometri attrezzati nei fori di sondaggio non è stata rilevata una falda vera e propria ma una zona satura sostenuta dai livelli argilloso – limosi impermeabili, costituenti i riporti più profondi (LIVELLO B) e localizzata all'interno del livello antropico di chiusura superficiale (Livello A) più permeabile.

Il reticolo idrografico risulta influenzato in gran parte dall'attività mineraria la quale ha portato, nel tempo, alla creazione di piccoli bacini, briglie, sbarramenti, deviazioni e quindi ad uno stravolgimento della circolazione idrica di superficie e di sottosuolo.

Tale fatto si constata osservando che in alcune parti del bacino di Santa Barbara vi sono corsi d'acqua che s'interrano, laghetti e vaste aree non drenate dove sono possibili ristagni d'acqua, in caso di precipitazioni intense e prolungate.

### **Inquadramento idrogeologico generale**

Quindi più che ad un'alimentazione sotterranea del lago è ragionevole pensare ad una sorta di catino naturale, impermeabilizzato perimetralmente dai terreni impermeabili presenti (Bedrock e terreni argilloso limosi plio - pleistocenici) ed anche sul fondo dalla presenza dello smarino argilloso – limoso (LIVELLO B), che risulta alimentato continuamente dai rivi e corsi d'acqua che scendono dai pendii circostanti. Tali rii, che durante la fase di escavazione del bacino, erano stati imbrigliati e deviati in altre zone, ultimato il riempimento ed il ripristino dell'area, sono stati nuovamente deviati in direzione del lago in direzione quindi del loro sbocco naturale.

La circolazione idrica di versante, una volta sfociata nella piana, va ad alimentare la zona satura presente entro il livello A, che a sua volta alimenta il lago ed alcuni specchi d'acqua minori. In tal senso è interessante notare che la quota del pelo libero del lago e dei laghetti circostanti è simile, con differenze inferiori al metro, compatibili con le cadenti piezometriche che ci si aspetta per tali materiali. Nel tempo, in funzione degli apporti meteorici, il materiale può saturarsi fino in prossimità della superficie, con cicli stagionali di imbibizione ed essiccamento e con conseguenti risalite e fasi di secca dello specchio lacustre.

Dal punto di vista delle permeabilità i terreni affioranti nell'area possiedono una permeabilità primaria legata tendenzialmente alla porosità dei materiali. Si riconosce un'unità di base impermeabile (unità idrogeologica B) costituita dalle Argille di Meleto in posto e dai riporti argillosi (Livello B), la quale costituisce il livello di base della circolazione idrica di versante. I depositi antropici di copertura costituiscono un'unità idrogeologica a permeabilità media (unità idrogeologica A) in cui all'interno s'insedia una fascia satura, che risulta in equilibrio con il laghetto e con gli specchi d'acqua circostanti.

## **II.2.2            *Descrizione delle attività svolte nel sito***

### **II.2.2.1            Risultati indagini già eseguite**

Di seguito si vanno a descrivere tutte le indagini svolte sul sito in questione e i relativi risultati ottenuti. In particolare il sito è stato oggetto delle seguenti indagini:

- Indagini geognostiche;
- Indagini ambientali sulla qualità delle terre presenti nell'area interessata dalla Collina

## **Indagini geognostiche**

Al fine di valutare le condizioni geologiche e geotecniche del sito interessato dalla costruzione della collina sono state svolte indagini geognostiche, perforazioni geotecniche e prove penetrometriche, e di indagini geofisiche di tipo elettrico e sismico.

Relativamente alle **indagini geognostiche** in particolare sono stati realizzati n. 4 sondaggi geognostici, S1-S4, e n. 11 prove penetrometriche statiche con misura della pressione dei pori, CPTU1-CPTU11. Per l'ubicazione dei n. 4 sondaggi geognostici e delle n. 11 prove penetrometriche si veda la successiva Figura 25

I sondaggi, a carotaggio continuo, sono stati spinti a profondità variabile dai 40 m ai 61 m.

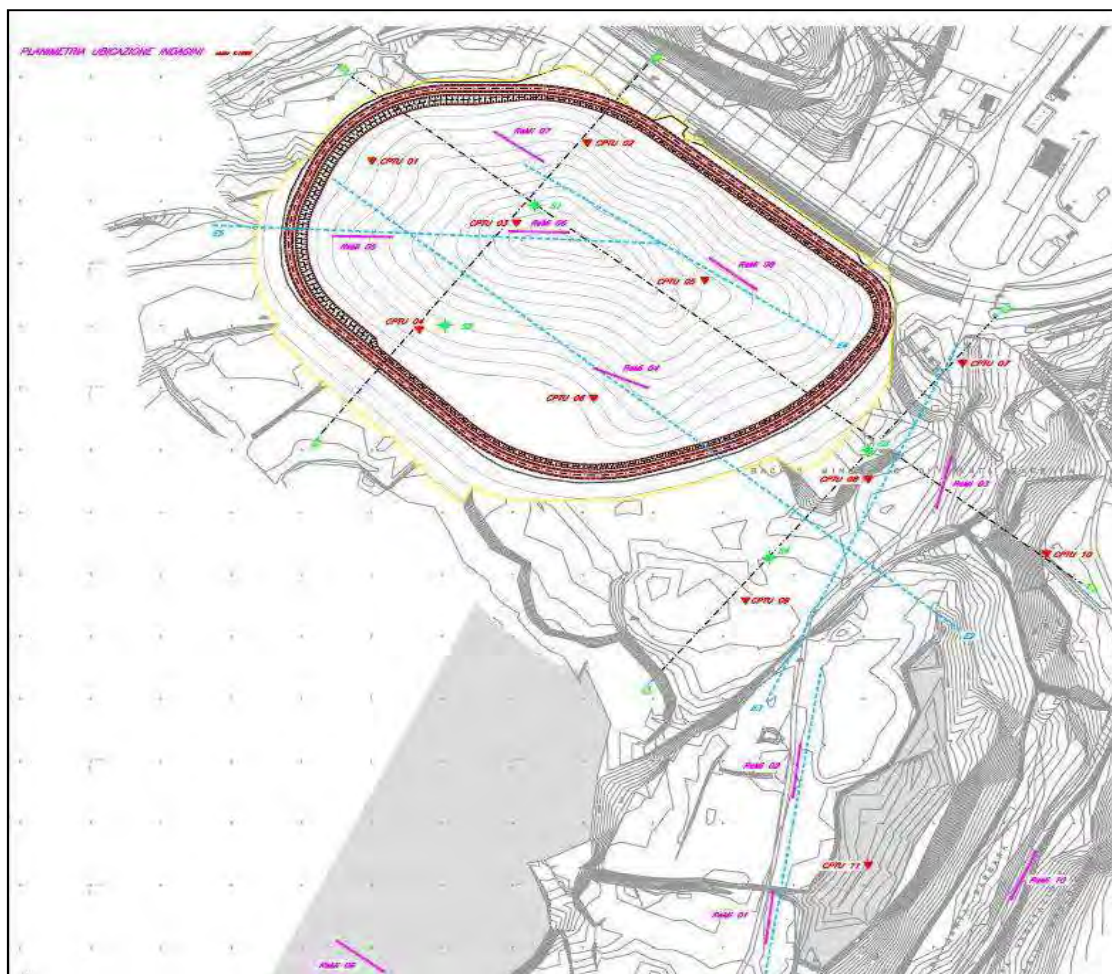
Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati numerosi campioni indisturbati e sono state fatte prove SPT nei materiali non campionabili allo stato indisturbato; sono inoltre state effettuate n. 10 prove pressiometriche.

Al termine della perforazione in ciascuno dei sondaggi S2 ed S3 sono stati installati n. 2 piezometri tipo Casagrande mentre nei sondaggi S1 ed S4 sono stati installati tubi in pvc fino alla profondità di 40 m entro cui sono state successivamente fatte prove *down hole* per la misura della velocità delle onde sismiche longitudinali e trasversali.

I campioni prelevati sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico comprendenti prove di classificazione, di compressibilità in edometro e prove di resistenza al taglio sia in condizioni drenate che non drenate.

Grazie a queste informazioni è stato possibile definire l'assetto stratigrafico dell'area (vedi paragrafi precedenti)

**Figura 24. Planimetria ubicazione indagini svolte nell'area (in verde è indicata l'ubicazione dei sondaggi geognostici, mentre in rosso l'ubicazione delle prove penetrometriche)**

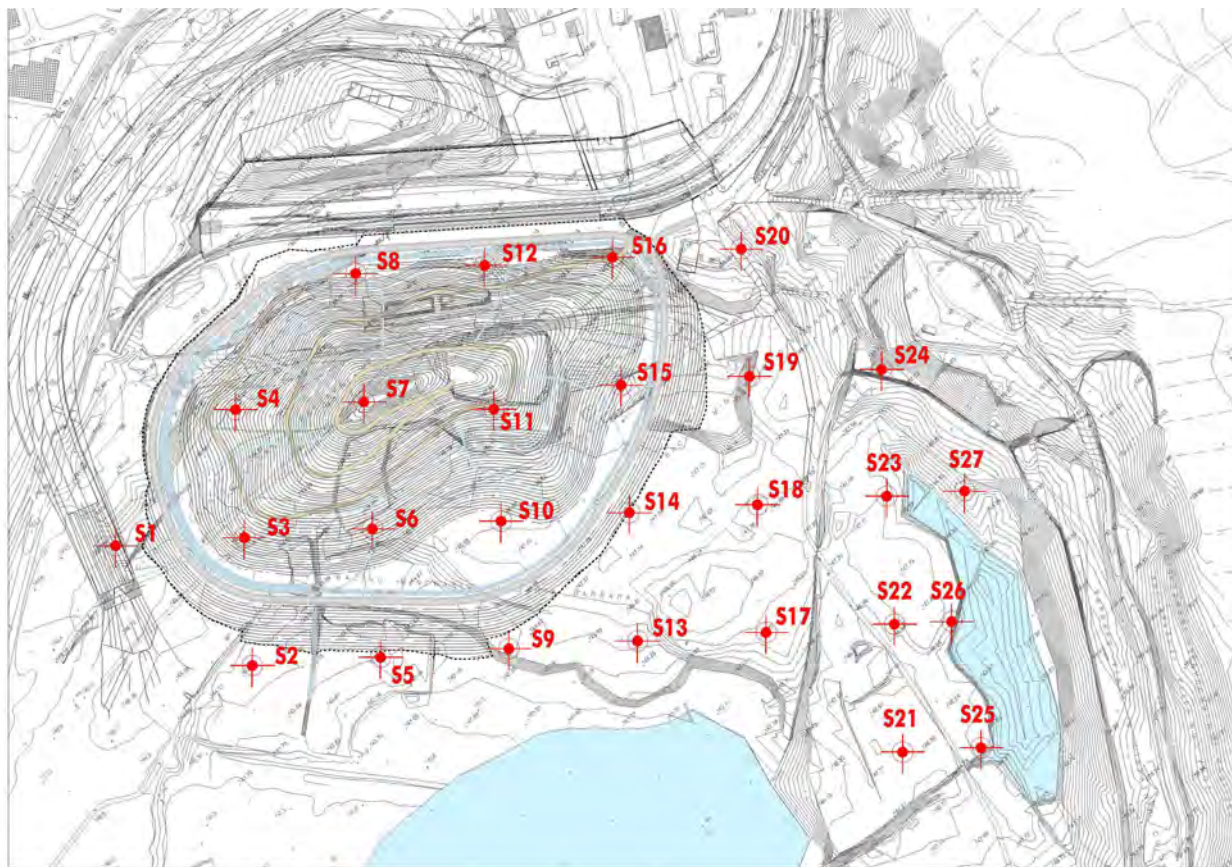


### **Indagini ambientali sulla qualità delle terre presenti nell'area interessata dalla Collina**

In funzione dell'ingombro della collina schermo è stata predisposta una maglia quadrata regolare con lato di 100 m, sulla base della quale sono stati ubicati i sondaggi necessari sia per l'identificazione delle tipologie di terreni presenti, che per effettuare il campionamento degli stessi.

Le indagini, ubicate sulla base delle maglia stabilita a priori e modificata soltanto in presenza di impedimenti oggettivi, sono state eseguite mediante escavatore meccanico che ha raggiunto mediamente la profondità di 1.50 m da p.c. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico delle indagini eseguite.

Figura 25. Collina schermo di Santa Barbara: piano delle indagini ambientali eseguite



Nel corso della realizzazione della campagna di sondaggi è stata redatta una stratigrafia e sono state effettuati prelievo dei campioni, a cui è seguita l'analisi di laboratorio.

È stato prelevato un solo campione per ciascun sondaggio miscelando tutti i terreni estratti.

Nel corso del campionamento si è scelto di non distinguere tra i terreni più superficiali, che teoricamente dovrebbero rappresentare la matrice suolo, e quelli sottostanti (la matrice sottosuolo), poiché, visto il limitato tempo di deposizione dei materiali non è ancora avvenuta la pedogenizzazione di tali depositi.

Il terreno vegetale segnalato nei sondaggi, infatti, fa riferimento esclusivamente alla presenza delle radici della modesta vegetazione presente.

La scelta dei parametri da analizzare è stata basata su quanto già previsto per i terreni di scavo delle gallerie della Linea Ferroviaria Milano-Napoli, Nodo di Firenze – Penetrazione Urbana Linea A.V.

I parametri analizzati risultano sicuramente più ampi di quanto richiesto dalla normativa in relazione alla tipologia dei materiali inerti scaricati nell'area ed alle attività svolte nella stessa.

Le analisi effettuate ed i metodi di analisi sono riportati in Tabella 6.

**Tabella 6. Parametri analizzati e metodi di misura**

<i>Parametro</i>	<i>U.di m.</i>	<i>Metodo</i>
Umidità	%	(712) D.M. 13/9/1999 n.185 met.II.2
Scheletro	% s.s.	(712) D.M. 13/9/1999 n.185 met.II.1
<b>Metalli</b>		
Piombo	mg/Kg s.s.	(719-11) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3230 Man 29 2003
Cadmio	mg/Kg s.s.	(719-4) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3120 Man 29 2003
Zinco	mg/Kg s.s.	(719-17) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3320 Man 29 2003
Rame	mg/Kg s.s.	(719-12) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3250 Man 29 2003
Cromo tot.	mg/Kg s.s.	(719-6) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3150 Man 29 2003
Nichel	mg/Kg s.s.	(719-10) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3220 Man 29 2003
Arsenico	mg/Kg s.s.	(719-2) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3080 Man 29 2003
Mercurio	mg/Kg s.s.	(719-9) EPA 3051A:07 + APAT CNR IRSA 3200 Man 29 2003
<b>Idrocarburi</b>		
Idrocarburi C>12	mg/Kg s.s.	(707) ISO TR 11064 ed. 1994
Idrocarburi C>12	mg/Kg s.s.	(717) EPA 5035A:69 + EPA 8015D:2003
<b>IPA</b>		
Pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Benzo(a)antracene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Crisene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Benzo(b)fluorantene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Benzo(k)fluorantene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Benzo(a)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Dibenzo(a,h)antracene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Benzo(g,h,i)perilene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Dibenzo(a,l)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Dibenzo(a,h)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Dibenzo(a,i)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Dibenzo(a,e)pirene	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
Sommatoria IPA (da 25 a 34)	mg/Kg s.s.	(704) CNR IRSA 25A Q64 vol 3 1998
<b>Composti alifatici clorurati cancerogeni</b>		
Clorometano	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
Diclorometano	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
Triclorometano	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
Cloruro di vinile	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
1,2-Dicloroetano	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
1,1-Dicloroetilene	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006
Tricloroetilene	mg/Kg s.s.	(705/706) EOA 5035A:2002 + EPA 8260C:2006

I risultati delle analisi sono riportati nelle seguenti Tabelle



**Tabella 7. Risultati delle analisi per metalli e idrocarburi**

U.di m.	Umidità		Metalli								Idrocarburi	
	%	% s.s.	Piombo	Cadmio	Zinco	Rame	Cromo tot.	Nichel	Arsenico	Mercurio	Idrocarburi C>12	Idrocarburi C<12
			mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.
uso Ind. Comm.			1000	15	1500	600	800	500	50	5	750	250
uso Ver. Pubb. e Res.			100	2	150	120	150	120	20	1	50	10
Campioni	S1	20.4	21.4	9	n.r.	72	32	33	59	1.5	n.r.	n.r.
	S2	9.5	39	8	n.r.	50	49	21	28	2.1	n.r.	n.r.
	S3	6.5	50.2	6	n.r.	44	25	18	31	17	0.06	n.r.
	S4	6.4	38.4	6	n.r.	45	40	17	25	1.2	0.07	n.r.
	S5	7.5	47.4	6	n.r.	50	31	17	25	1.2	n.r.	n.r.
	S6	6.5	37.1	7	n.r.	36	11	31	43	1.8	n.r.	n.r.
	S7	9.2	46.2	6	n.r.	43	26	14	28	1.7	0.06	n.r.
	S8	31	26.2	11	n.r.	64	32	30	64	1.6	n.r.	9
	S9	7.5	52.1	n.r.	n.r.	48	19	12	17	1.6	0.07	8
	S10	10.1	35.1	7	n.r.	36	17	31	41	1.3	0.09	8
	S11	14.2	57.7	6	n.r.	42	37	16	23	1.5	0.09	n.r.
	S12	29.1	13	12	n.r.	83	42	38	83	1.7	n.r.	n.r.
	S13	7.5	51	5	n.r.	51	19	13	18	1.8	n.r.	n.r.
	S14	8.2	34.1	5	n.r.	34	11	41	48	n.r.	0.09	n.r.
	S15	11.3	36.8	6	n.r.	62	21	21	34	1.8	0.09	n.r.
	S16	30.8	12.4	12	n.r.	95	42	45	71	n.r.	n.r.	n.r.

**Tabella 8. Risultati delle analisi per idrocarburi policiclici aromatici**

U.di m.	IPA														Somatoria IPA (da 25 a 34)
	Pirene	Benzo(a)antracene	Crisene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(k)fluorantene	Benzo(a)pirene	Indeno(1,2,3-c-d)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Benzo(g,h,i)perilene	Dibenzo(a,l)pirene	Dibenzo(a,h)pirene	Dibenzo(a,i)pirene	Dibenzo(a,e)pirene		
	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	mg/Kg s.s.	
uso Ind. e Comm.	50	10	50	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	100	
uso Ver. Pubb. Res.	5	0.5	5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	10	
Campioni	S1	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
	S2	0.015	n.r.	0.023	0.030	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.011	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.082
	S3	0.017	n.r.	0.030	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.015
	S4	0.013	n.r.	0.027	0.014	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.011	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.087
	S5	n.r.	n.r.	0.038	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.083
	S6	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S7	0.013	n.r.	0.024	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.069
	S8	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S9	0.018	0.021	0.021	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.082
	S10	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S11	0.021	n.r.	0.027	0.061	n.r.	0.021	n.r.	0.049	n.r.	0.036	n.r.	n.r.	n.r.	0.219
	S12	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S13	0.018	n.r.	0.020	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0.065
	S14	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S15	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
	S16	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

In 1025 delle 1026 analisi effettuate i parametri risultano conformi ai valori limite previsti dal D.lgs. 152/2006 parte IV, All.to. 5, Tab. 1, Colonne A (utilizzo a verde pubblico, privato e residenziale) e B (utilizzo commerciale ed industriale).

Soltanto il parametro Idrocarburi C>12 è risultato superiore ai valori della colonna A nel campione S23. Considerato tuttavia che in tutti i sondaggi circostanti non si hanno altre tracce di inquinamento da idrocarburi, l'evento è da ricondursi in un ambito estremamente localizzato che non altera le condizioni chimiche del sito.

#### II.2.2.2 Modalità di realizzazione della collina schermo

La Collina Schermo della centrale Enel Santa Barbara si svilupperà per una lunghezza di circa 440 metri, parallelamente al terminal ferroviario delle Bricchette, frapponendosi tra questo e le sponde del lago Castelnuovo con un sedime di larghezza massima 350 metri ed un'altezza massima da piano campagna di circa 38 metri. In Figura 26 si riporta una planimetria del progetto.

Il materiale proveniente dagli scavi dell'intervento AV di Firenze sarà trasportato nel sito di S. Barbara mediante cassoni posti su convogli ferroviari.

A tal fine è stato adeguato il terminal di Bricchette, di proprietà Enel, collegato con raccordo ferroviario alla stazione di S. Giovanni V.no.

Figura 26. Planimetria di progetto della collina schermo con indicazione delle opere a verde



## **II.3 ANALISI DEL SITO DI RIUTILIZZO – EX CAVA BRUNI**

I materiali di scavo provenienti dal Nodo AV di Firenze, in esubero rispetto a quelli destinati alla Collina Schermo ovvero quelli rientranti fra la colonna A e la B della Tabella 1 Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., saranno conferiti nell'ambito dell'intervento di recupero ambientale della ex cava Bruni in località Masotti. La convenzione per il piano di recupero ambientale della cava, nasce da un accordo fra il Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l sancito il giorno 01.12.2014. La convenzione è allegata al presente documento.

L'attività di recupero ambientale della cava prevede una quantità di materiale di riempimento per il completamento dell'intervento per salvaguardia e la sicurezza del territorio pari a circa 2.000.000 mc.

Il materiale di riempimento deve essere costituito da terre e rocce di scavo definite secondo la normativa vigente (aventi concentrazioni soglia di contaminazioni conformi alle colonne A e B della Tabella 1 Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) secondo le modalità, i termini e le condizioni descritte nella convenzione stipulata.

Tale convenzione rimarrà valida e efficace tra le parti (Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l.) fino al completamento delle opere di recupero ambientale che saranno ultimate, salvo casi di forza maggiore, entro 10 anni dalla data della concessione (allegata al presente documento), eventualmente rinnovabili. Il periodo di validità di 5 anni richiesto per l'applicazione del presente P.U.T. è interamente contenuto nel tempo di validità della concessione e dell'A.U.A rilasciata al Gestore.

### ***II.3.1 Inquadramento generale del sito ed autorizzazioni***

Il sito della ex Cava Bruni è situato nel Comune di Serravalle Pistoiese, a Sud della Via Provinciale Lucchese e dell'Autostrada A11, a monte della località Masotti in Via delle Ville, 4.

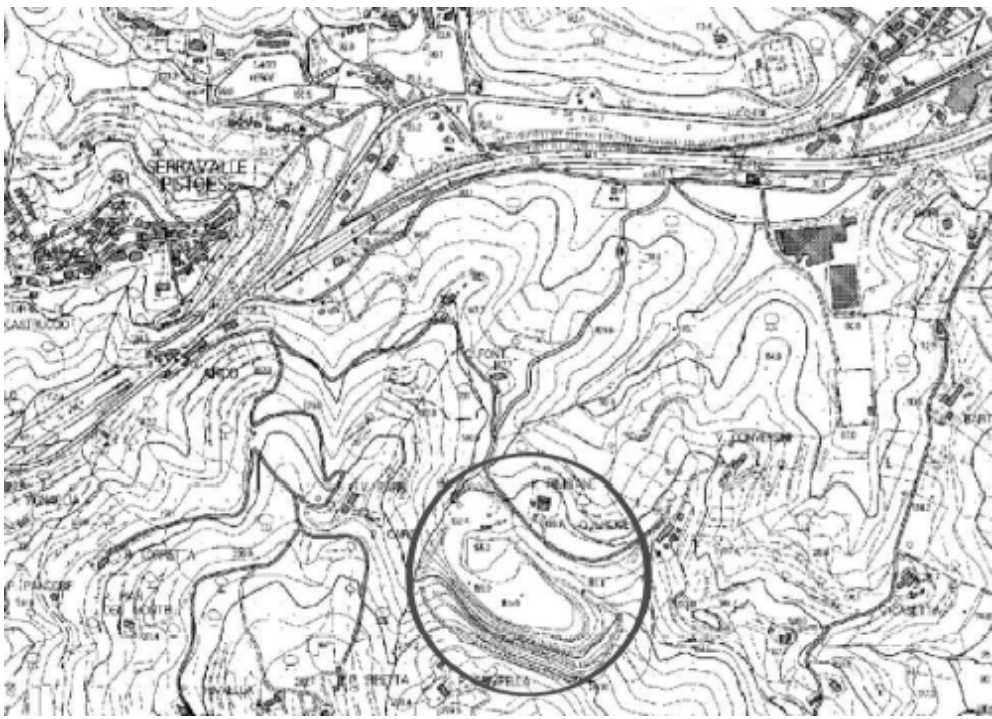
Il contesto della circostante la cava è a bassa densità di insediamenti abitativi, con prevalenza di aree agricole sui terreni circostanti.

A valle della cava, a Nord-Est in prossimità dell'abitato Masotti, è presente un insediamento industriale sostanzialmente separato dalla zona residenziale tramite la via Provinciale Lucchese.

L'area di intervento è localizzata nella parte di territorio individuata nella seguente figura.



Il sito in oggetto è localizzato al catasto del Comune di Serravalle Pistoiese, nei mappali 125, 136, 137, 138, 139, 235, 412 e 419 del Foglio n. 14 e al mappale 162 del Foglio 15 (vedi figura seguente).



Il Comune di Serravalle Pistoiese ha inoltre rilasciato un'Autorizzazione Unica SUAP n. 46 del 11.11.2015; l'Autorizzazione Unica Ambientale ai sensi del D.P.R 59/2013 con una validità di 15 anni.

L'A.U.A. di cui sopra è stata in seguito aggiornata e implementata attraverso l'Autorizzazione Unica SUAP n. 18 del 27.04.2017.

Tale modifica è nata in seguito alle esigenze di:

- collocare all'interno del sito un impianto mobile di vagliatura al fine di selezionare, quando possibile, parte delle terre e rocce da scavo da utilizzare per l'intervento di ripristino ambientale;
- implementare l'impianto di trattamento delle acque meteoriche dilavanti realizzato a seguito dell'Atto Unico SUAP n. 46 del 11.11.2015.

Oltre alle prescrizioni e alle valutazioni sullo scarico idrico di AMD in corpo idrico superficiale (Fosso Spina), alle emissioni in atmosfera, e all'impatto acustico del sito, il Comune di Serravalle Pistoiese prescrive che, considerando il trattamento cui vengono sottoposte le acque meteoriche contaminale, l'eluato delle terre e rocce conformi soltanto alla Colonna B della Tabella 1 – Allegato 5 – D.lgs. n. 152/2006, sulle quali è previsto di eseguire a partire dal sito di provenienza il test di cessione a recupero secondo le indicazioni dell'A.U.A. n. 18 del 27.04.2017.

Il sito è attualmente attivo e le autorizzazioni qui richiamate sono proposte in allegato.

Le attività di controllo e monitoraggio saranno eseguite dalla Società che gestisce il sito, coerentemente con le prescrizioni dell'Autorizzazione Unica Ambientale, mentre i test per la conformità dei sottoprodotti fra le colonne A e B, ai sensi Tabella 1 Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto del D.lgs. 152/2006, e quelli di cessione, in funzione al D.M. 05.03.1998 e ss.mm.ii., saranno eseguiti dal CG.

### ***II.3.2 Tipologie di materiali da conferire presso il sito ex Cava Brunì***

Le terre in esubero, provenienti sia dagli scavi meccanizzati sia da quelli tradizionali del Nodo AV di Firenze, ovvero quelle rientranti fra la Colonna A e la Colonna B della Tabella 1 Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., non impiegabili nella realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara, saranno trasportati all'ex Cava Brunì secondo i seguenti schemi.

1. Sottoprodotti provenienti dagli scavi in tradizionale del cantiere Stazione AV e Passante AV in esubero rispetto alla capienza della Collina Schermo di Santa Barbara: i materiali in esubero saranno rianalizzati in banco secondo le disposizioni di legge e le prescrizioni della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l. Direttamente dallo scavo saranno caricati sui container ferroviari e trasportati fino all'interporto di Prato, dal quale, dopo trasferimento su mezzi gommati, raggiungeranno il sito di destino dell'ex Cava Brunì. I sottoprodotti saranno accompagnati dai DDT secondo le disposizioni del DM 161/2012 e sulla base del format allegato al presente Piano di Utilizzo Terre.
2. Sottoprodotti provenienti dagli scavi in tradizionale del cantiere Stazione AV e Passante AV rientranti fra la colonna A e la B: i materiali che a seguito delle indagini preventive hanno evidenziato alcuni superamenti dei limiti della Colonna A (si veda paragrafo "Descrizione delle bonifiche e delle indagini ambientali svolte nei siti di produzione") saranno rianalizzati in banco secondo le disposizioni di legge e le prescrizioni della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l. Direttamente dallo scavo saranno caricati sui container ferroviari e trasportati fino all'interporto

di Prato, dal quale, dopo trasferimento su mezzi gommati, raggiungeranno il sito di destino dell'ex Cava Bruni. I sottoprodotti saranno accompagnati dai DDT secondo le disposizioni del DM 161/2012 e sulla base del formato allegato al presente Piano di Utilizzo Terre.

3. Sottoprodotti provenienti dagli scavi meccanizzati del cantiere Passante AV in esubero rispetto alla capacità della Collina Schermo di Santa Barbara: i materiali in esubero saranno comunque trasportati nelle piazzole di Santa Barbara e, al termine del periodo di maturazione, saranno eseguite le prove ed i test previsti sia dal Protocollo sia dalla normativa vigente al fine di verificarne la rispondenza alle caratteristiche di sottoprodotti. I materiali in esubero saranno analizzati altresì secondo le prescrizioni della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l. Al termine della verifica di conformità saranno caricati sui container ferroviari ed allontanati su ferro dal Terminal di Bricchette e, da lì, raggiungeranno l'interporto di Prato, dal quale, dopo trasferimento su mezzi gommati, raggiungeranno il sito di destino dell'ex Cava Bruni. I sottoprodotti saranno accompagnati dai DDT secondo le disposizioni del DM 161/2012 e sulla base del formato allegato al presente Piano di Utilizzo Terre.
4. Sottoprodotti provenienti dagli scavi meccanizzati del cantiere Passante AV rientranti fra la colonna A e la B: i materiali che al termine del periodo di maturazione nelle piazzole di Santa Barbara, nelle quali saranno eseguite le prove ed i test previsti sia dal Protocollo sia dalla normativa vigente al fine di verificarne la rispondenza alle caratteristiche di sottoprodotti, dovessero rientrare nelle prescrizioni del "Protocollo", nelle prescrizioni della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l. e nei limiti della Colonna B della Tabella 1 Allegato 5 alla parte quarta, titolo quinto del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. ma non nei limiti della Colonna A, saranno caricati sui container ferroviari ed allontanati su ferro dal Terminal di Bricchette e, da lì, raggiungeranno l'interporto di Prato, dal quale, dopo trasferimento su mezzi gommati, raggiungeranno il sito di destino dell'ex Cava Bruni. I sottoprodotti saranno accompagnati dai DDT secondo le disposizioni del DM 161/2012 e sulla base del formato allegato al presente Piano di Utilizzo Terre.

Si precisa altresì che la Società Serravalle Ambiente S.r.l. ha dichiarato la propria disponibilità ad accettare i materiali presso il sito dell'ex Cava Bruni con nota prot. n. 17/001 del 31.05.2017, allegata al presente documento (All. 9).

### III.1 SCAVO IN TRADIZIONALE

Come già evidenziato per la realizzazione della Stazione AV e per una piccola parte degli scavi del Passante AV saranno eseguiti esclusivamente con scavi in tradizionale, ovvero esclusivamente mediante il solo ricorso a mezzi meccanici senza l'impiego di altre metodologie di scavo che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

### III.2 SCAVO CON FRESA TBM

#### III.2.1 *Modalità di scavo con fresa TBM*

Gli scavi per la realizzazione delle gallerie del Passante AV saranno effettuati mediante l'impiego di una fresa a sezione piena, denominata TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance). Tale fresa è un vero e proprio cantiere mobili che avanzano nel sottosuolo portando con sé tutte le attrezzature necessarie allo scavo, all'allontanamento dei materiali di risulta dalle attività della fresa e alla realizzazione del rivestimento della galleria.

Condizione fondamentale perché le operazioni possano essere effettuate è che il terreno asportato al fronte di scavo si muova dalla camera di scavo al punto di scarico in modo uniforme. A tal fine il terreno sarà additivato – tramite ugelli disposti sulla testa della fresa – con i soli fluidificanti (schiuma e polimero biodegradabili) oggetto della sperimentazione del Tavolo Tecnico TT2 e conclusosi con il “Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze”.

Il materiale derivante dallo scavo con le frese TBM, verrà estratto dalla camera di scavo in maniera controllata attraverso un trasportatore a coclea, per essere scaricato in un sistema di nastri trasportatori, tramite i quali verrà portato dalla coclea sino a cassoni caricati su carri ferroviari, posizionati a fianco al pozzo lancio frese in area di cantiere Campo di Marte e da qui indirizzati – via ferro – al terminal ferroviario Bricchette, presso la centrale Enel di Santa Barbara.

Al fine di definire, sin d'ora, le caratteristiche dei materiali terrigeni che saranno scavati tramite la TBM si va, nei successivi paragrafi, a descrivere nel dettaglio la TBM, il meccanismo di funzionamento e gli additivi che saranno utilizzati per la corretta esecuzione degli scavi.

#### **Caratteristiche di funzionamento della fresa TBM utilizzata**

La TBM è una fresa studiata per l'attraversamento di terreni incoerenti non consolidati essendo dotata di un sistema di condizionamento del terreno scavato e di una camera di confinamento (camera a pressione) del materiale, utilizzata per controbilanciare la pressione del terreno al fronte di scavo, che, da una parte garantisce la sicurezza dello scavo, e dall'altra impedisce il rilassamento del terreno a monte del fronte, garantendo minimi cedimenti superficiali.

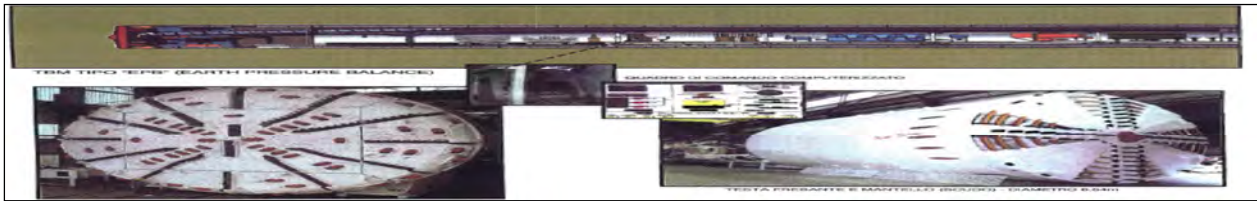
Le caratteristiche di questo tipo di macchine sono le seguenti:

- ✓ Scavo integrale: lo scavo viene condotto da una testa che, avanzando e contemporaneamente ruotando lungo un asse longitudinale, realizza integralmente lo scavo della galleria;



- ✓ Pressione al fronte: occorre una macchina che possa esercitare una corretta pressione sul fronte di scavo, in modo continuo ed in ogni fase della lavorazione, al fine di non decomprimere il nucleo di terreno in avanzamento.
- ✓ Scudo: il contorno dello scavo deve immediatamente essere contenuto dal mantello o scudo: un cilindro di acciaio, di diametro appena inferiore alla testa fresante e posto dietro di essa, all'interno del quale viene montato il rivestimento, in modo che il terreno non sia mai in condizioni di decomprimersi, ingenerando cedimenti superficiali;
- ✓ Rivestimento in conci prefabbricati: consente un migliore controllo della qualità del calcestruzzo e velocità di avanzamento elevate (non bisogna aspettare la maturazione del cls); il rivestimento in conci prefabbricati consente inoltre di risolvere il problema dell'impermeabilizzazione, attraverso l'uso di guarnizioni lungo apposite scanalature ricavate in corrispondenza dei bordi dei conci;
- ✓ Betoncino estruso – back filling: altra caratteristica indispensabile (presente solo sulle macchine di ultima generazione) è la possibilità di colmare lo spazio anulare tra i conci ed il terreno mediante un betoncino estruso in pressione a tergo del mantello; tale tecnologia consente una perfetta aderenza tra il rivestimento in conci ed il terreno ed evita ogni possibile vuoto e detensionamento durante il passaggio dello scudo e la posa del rivestimento.

**Figura 27. Tunnel Boring Machine**



La macchina TBM che sarà utilizzata è del tipo EPB (Earth Pressure Balance). In tale tipologia di macchine l'immissione di speciali schiume tensioattive tra la testa e il fronte provoca la disaggregazione del terreno che può rifluire all'interno di una camera di scavo, isolata (come nel metodo precedente) dall'esterno. La pressione sul fronte può essere regolata agendo sui martinetti che hanno contrasto sui conchi del rivestimento già in opera, sulla velocità della testa, oppure variando la velocità della coclea che svolge la funzione di allontanare dalla camera di scavo il "cake" composto di terreno disagregato più schiume.

Ciò premesso il terreno in situ sarà additivato – tramite ugelli disposti sulla testa della TBM – con fluidificanti (schiume e polimeri biodegradabili) che svolgeranno le seguenti principali funzioni:

- ✓ Funzione fluidificante, al fine di diminuire le frizioni tra le particelle del terreno e facilitarne lo scorrimento;
- ✓ Funzione di filler, al fine di evitare la segregazione delle varie frazioni granulometriche;
- ✓ Funzione di inibitore di rigonfiamento, al fine di contenere il naturale fenomeno di rigonfiamento dei limi e delle argille che saranno attraversati per la realizzazione delle gallerie.

L'additivo si compone di un tensioattivo biodegradabile addizionato ad un agente stabilizzante miscelato con acqua. L'emulsione viene quindi insufflata con aria compressa per ottenere una schiuma che viene distribuita sul terreno sia sul fronte di scavo che nella camera a pressione.

In particolare i prodotti additivanti che saranno utilizzati sulla base delle prescrizioni ricevute nella sperimentazione del CNR, richiamata in premessa, e in seguito al Parere n. 2032 del 01.04.2016 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS trasmesso dal MATTM con prot. 10288 del 15.04.2016, saranno i seguenti:

#### Agenti schiumogeni condizionanti con polimeri

- a) Polyfoamer ECO/100 (commercializzato dalla ditta MAPEI S.p.a.) per i terreni di tipo 1 ovvero per i terreni costituiti da argille limose come definiti al punto 2.2 del "Protocollo di verifica geotecnica" del "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione del Passante AV di Firenze".
- b) Polyfoamer ECO/100 e Mapedrill XG01 (commercializzati dalla ditta MAPEI S.p.a.) per i terreni di tipo 2 ovvero ghiaie in matrice limoso - sabbioso – argilloso e per i terreni di tipo intermedio ai due così come definiti al punto 2.2 del "Protocollo di verifica geotecnica" del "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione del Passante AV di Firenze".

#### Altri prodotti

- c) Grasso lubrificante Condat GR 217 EP e pasta sigillante Condat HBW NG, utilizzati per entrambe le tipologie di terreni e oggetto di sperimentazione insieme agli additivi Polyfoamer ECO/100 e Mapedrill XG01.

Si confermano pertanto i prodotti da utilizzarsi nell'ambito dello scavo meccanizzato, pur ribadendo la possibilità di gestire i materiali di scavo in regime di rifiuto limitatamente ai casi in cui, per la messa in sicurezza del fronte di scavo (fermi per manutenzione fresa e tratti in terreni ad elevata permeabilità), dovranno essere utilizzati dei prodotti differenti (quali bentonite oppure polimeri) rispetto a quelli indicati nel Protocollo.

Per gli attraversamenti dei tratti di terreno preventivamente consolidati, trattandosi di disaggregazione di blocchi in cls, i prodotti di scavo saranno gestiti come rifiuti.

### **III.2.2            *Caratteristiche chimiche attese dai materiali di risulta***

#### **III.2.2.1            Scavo in tradizionale**

I materiali derivanti da scavi tradizionali sono costituiti da terreni posti immediatamente al di sotto del manto stradale. La giacitura di tali materiali ne influenza direttamente le caratteristiche merceologiche, dalle quali dipende direttamente la gestione operativa.

Si ricorda che le indagini svolte presso i cantieri "Stazione AV" e "Campo di Marte" hanno permesso di verificare che i terreni in situ fino ad oggi analizzati non presentano evidenze di contaminazioni; la maggior parte dei campioni analizzati risultano essere conformi alle CSC di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.lgs. 152/2006. Una minima parte dei campioni oggetto di scavo ha evidenziato

modesti superamenti dei limiti di cui alla col. A, tab. 1, all. 5, parte IV, titolo V del D.lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii., pur rispettando i limiti per la destinazione d'uso "commerciale, industriale ed artigianale" (col. B).

Pertanto, a seguito delle prescrizione della Regione Toscana con Delibera nn. 900 e 901 del 15/10/2012 ovvero per quanto ribadito all'interno "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione del Passante AV di Firenze", saranno utilizzati per la realizzazione della Collina Schermo esclusivamente i terreni conformi alle CSC individuate in tab. 1, col. A (verde pubblico, privato e residenziale), all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. Tuttavia, in presenza delle condizioni che consentono il riutilizzo del terreno conforme alle CSC individuate in tab. 1 col. B all. 5, parte quarta, Titolo V del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., i materiali con la qualifica di sottoprodotti saranno portati presso l'ex Cava Bruni, verificate le condizioni per il riutilizzo in tale sito secondo le disposizioni previste dalla Convenzione fra il Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l.

**Tabella 5. Scavo in tradizionale**

<b>Ambito Operativo</b>	<b>Terre e rocce da scavo (materiale fiorito "banco +40%") mc ca.</b>	<b>Scavo in regime di rifiuto (materiale fiorito "banco +40%") mc ca.</b>
Stazione AV	+ 590.900	- 22.000
Passante AV	+ 52.500	
<b>TOTALE da gestire in regime di DM 161/2012</b>		<b>+ 621.400</b>

### III.2.2.2 Scavo con fresa TBM

Come anticipato, il materiale terrigeno da asportare dal fronte di scavo da parte della fresa TBM sarà miscelato con additivi biodegradabili già oggetto della sperimentazione del CNR.

L'uso di tali additivi è pratica comune nell'utilizzo delle frese TBM di tipologia EPB (vedi paragrafi precedenti) per la realizzazione di tunnel nell'ambito di lavori per la realizzazione – in tempi recenti – di infrastrutture lineari ferrate in sotterraneo.

Le caratteristiche dei materiali terrigeni che saranno attraversati dalla fresa sono stati oggetto di una specifica indagine preliminare, come già evidenziato nei paragrafi precedenti ed alle cui conclusioni si rimanda. Le indagini preliminari effettuate presso il cantiere Passante AV hanno, ad oggi, riguardato l'area Campo di Marte.

Come descritto nel Protocollo base del CNR le attività sperimentali sono state eseguite selezionando le seguenti tipologie di terreni:

- "terreno 1", costituito da argille e limi sabbiosi
- "terreno 2", costituito da ghiaie con matrice sabbiosa- limosa-argillosa.
- "terreno intermedio" come determinato dalle analisi granulometriche e dalle prove Proctor prescritte dal "Protocollo"

I terreni sono stati sottoposti ai seguenti studi preliminari:

- ✓ Sperimentazione geotecnica;
- ✓ Studio biodegradazione SLES;

- ✓ Test eco-tossicologici.

I cui procedimenti sono ampiamente descritti e dettagliati negli allegati proposti.

### **Conclusioni sui risultati ottenuti dai test di biodegradabilità ed eco-tossicologici**

Come precisato nel Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV Firenze, della CTVA di cui al Parere n. 2032 del 01/04/2016, trasmesso dal MATTM con prot. n. 10288 del 15.04.2016, allegato al presente documento, le analisi di biodegradabilità ed eco tossicologiche sui materiali scavati e condizionati con schiumogeni, polimeri e grassi di stillicidio hanno dato i seguenti risultati:

- Gli schiumogeni, i polimeri ed i grassi di stillicidio risultano effettivamente biodegradabili;
- La tossicità rispetto al batterio Vibrio fischeri è nulla solo alla fine del processo di biodegradazione;
- I test di germinazione con Lepidium sativum dimostrano che i terreni non sono tossici nemmeno al tempo T0;
- I test di immobilizzazione del crostaceo Daphnia magna dimostrano che producono un effetto negativo elevato al T0 mentre tale effetto negativo sparisce praticamente già al 7° giorno;
- I test di tossicità sull'embrione di pesce Danio rerio (FET) hanno rilevato una mortalità del 100% per tutta la durata delle sperimentazione per un prodotto (MasterRoc SLF41), mentre per l'altro (Polyfoamer ECO/100) si raggiunge il valore soglia accettabile di mortalità al massimo al 28° giorno.

Inoltre le misure di carbonio organico disciolto (DOC) eseguite e il contenuto di metalli pesanti misurato negli estratti acquosi, sempre in riferimento al "Protocollo" di cui sopra, hanno evidenziato quanto segue:

- il DOC misurato nei terreni condizionati non presenta significative differenze tra il T0 e il T28;
- il contenuto di metalli pesanti negli estratti acquosi è sempre inferiore ai limiti previsti dalla norma.

Sulla base dei risultati ottenuti il CNR, con l'ausilio dell'Istituto Superiore della Sanità, raggiunge i seguenti risultati:

- a) il terreno chiamato 2 (più ghiaioso) trattato con prodotto Polyfoamer ECO/100 è da considerarsi privo di tossicità e, quindi, terra e roccia da scavo utilizzabili al 14° giorno;
- b) il terreno chiamato 1 (più argilloso) trattato con il prodotto Polyfoamer ECO/100 è da considerarsi privo di tossicità e, quindi, terra e roccia da scavo utilizzabile al 28° giorno;
- c) i terreni sia di tipo 1 (più argilloso) sia di tipo 2 (più ghiaioso) trattati con il prodotto MasterRoc SLF41 sono da considerarsi tossici e, quindi, rifiuto.

In riferimento a quanto sopra, il CNR nel suo rapporto conclusivo evidenzia che l'utilizzo dei materiali scavati con TBM come terre e rocce da scavo è possibile seguendo un criterio conservativo che presuppone la realizzazione in corso d'opera di:

1. Analisi finalizzate alla determinazione della concentrazione del tensioattivo, che deve raggiungere valori inferiori a 15 mg/Kg.
2. Test di eco-tossicità sull'embrione Danio rerio (FET) e sul batterio Vibrio fischeri al fine di verificare che il livello di tossicità raggiunga un livello considerato accettabile;

Posto quanto sopra le condizioni di ammissibilità per la qualificazione ai fini ambientali delle terre e rocce da scavo, prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze, come sottoprodotti sono condizionate dai risultati dei test di eco-tossicità sul FET e sul Vibro Fischeri, la determinazione sullo SLES ha la sola funzione di accertarne la biodegradazione ma non direttamente a qualificare la natura di smarino dopo maturazione.

Le condizioni di cui sopra sono state ribadite nel Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV Firenze qui più volte richiamato.

### **Comunicazione esito istruttoria sull'aggiornamento al Piano di Utilizzo Terre – nota MATTM DVA.U.0004437 del 27.02.2017**

In esito alla conclusione del procedimento istruttorio relativo al Piano di Utilizzo Terre il MATTM ha inviato la nota DVA.U.0004437 in data 27.02.2017.

Nella nota istruttoria la CTVA disponeva quanto segue:

1. *“Qualora il Proponente volesse/dovesse utilizzare additivanti e/o condizionanti e/o grassi lubrificanti diversi da quelli individuati e studiati in via sperimentale nel corso della definizione del "Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale/e delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze" di cui alla nota prot. DVA 10288 del 15.04.2016, il Proponente dovrà prevedere la riattivazione del Tavolo Tecnico, al fine di confermare la validità del Protocollo esistente o invece predisporre un nuovo protocollo specifico per le nuove sostanze”*

A seguito dell'incontro avvenuto presso il MATTM in data 23.03.2017, alla presenza dei rappresentanti della CTVA, della Committente RFI, dell'AS Italferr e del CG è stata confermata da parte del MATTM e della CTVA la possibilità di gestire i materiali di scavo in regime di rifiuto limitatamente ai casi in cui, per la messa in sicurezza del fronte di scavo (fermi per manutenzione fresa e tratti in terreni ad elevata permeabilità), dovranno essere utilizzati dei prodotti differenti (quali bentonite oppure polimeri) rispetto a quelli indicati nel Protocollo.

Per gli attraversamenti dei tratti di terreno preventivamente consolidati, trattandosi di disgregazione di blocchi in cls, è stato confermato che i prodotti di scavo saranno gestiti come rifiuti.

Conseguentemente, per i casi suddetti non sarà necessario riattivare il Tavolo Tecnico e prevedere un nuovo Protocollo.

Pertanto, restano sostanzialmente confermate le previsioni del P.U.T. presentato in merito alle casistiche da gestire come rifiuti, ferma restando la rettifica dei quantitativi come richiesto nel parere in relazione alla comunicazione del CG del 02/01/2017.

2. *Il Proponente provvederà a presentare un piano di localizzazione e ad effettuare, durante le fasi di avanzamento dello scavo, puntuali controlli sulle caratteristiche litologiche del materiale scavato, anche per confermare che gli scavi interessino le uniche due tipologie di terreno utilizzate dal Tavolo Tecnico - terreno "tipo 1" e "tipo 2" - nella definizione del "Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze" di cui alla nota prot. DVA 10288 del 15.04.2016. A questo proposito - con oneri a proprio carico - il Proponente provvederà a presentare un programma e a realizzare un presidio attrezzato sul posto, che consenta ad ARPAT di analizzare e verificare il mix-design (ante operam) e la biodegradazione successivamente*

*all'estrazione del materiale di scavo e, in generale, che vengano rispettate le ipotesi poste a base della definizione del Protocollo e le relative risultanze. Qualora, invece, dall'analisi emerga la presenza di terreni in sito significativamente diversi da quelli di "tipo 1" o di "tipo 2", già analizzati nel corso della sperimentazione per la definizione del suddetto Protocollo si renderà necessario attuare una fase preliminare, durante la quale sia nuovamente coinvolto il Tavolo Tecnico, al fine di confermare la validità del Protocollo esistente o invece effettivamente presenti nel sito.*

*Una volta effettuati i test sui terreni scavati, secondo il "Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze" di cui alla nota prot. DVA 10288 del 15.04.2016, o secondo altri Protocolli eventualmente definiti dal Tavolo Tecnico in base alle esigenze (si vedano punti precedenti), il Proponente richiederà il pronunciamento del Tavolo Tecnico sugli esiti dei suddetti test e, in particolare, di ISS in merito alla non pericolosità per la salute umana. Il Proponente, infine, provvederà a trasmettere l'esito di tali consultazioni al MATTM.*

*Qualora gli esiti siano negativi, il Proponente provvederà ad interrompere immediatamente i lavori dandone contemporanea comunicazione al MATTM.*

A seguito di quanto prescritto e degli incontri che si sono succeduti con il MATTM, CTVA, RFI e Italferr, a valle dei quali il CG ha trasmesso anche relativa nota (nota prot. n. 1467 del 30.03.2017) si precisa quanto di seguito riportato:

1. Le prescrizioni sono state definite considerando che i controlli saranno effettuati senza interrompere le attività di scavo meccanizzato ed il relativo ciclo produttivo, stante la necessità che questo proceda con regolarità e continuità anche in relazione al rispetto dei parametri di progetto per quel che concerne subsidenza dei terreni e cedimenti attesi;
2. Le prescrizioni sono state definite tenendo presente che i controlli in corso d'opera saranno eseguiti sulla base dei prelievi effettuati direttamente presso il sito di destino di S. Barbara (piazze);
3. I controlli in corso d'opera, come indicato dal MATTM, saranno coordinati dall'ISPRA e seguiti da ARPAT, che saranno attivati ed incaricati dal MATTM stesso;
4. il pronunciamento del Tavolo Tecnico e dell'ISS verrà richiesto da ISPRA e non dal CG; tale pronunciamento sarà richiesto solo laddove si rilevino situazioni difformi da quelle previste dal Protocollo;
5. Per materiali "significativamente diversi" si devono intendere quelli di caratteristiche geomeccaniche tali da risultare al di fuori dai campi di applicazione del Protocollo (terreni tipo 1, tipo 2 ed intermedi) e quindi tali da poter determinare una diversa biodegradazione dell'additivo nel tempo.
6. Se dai controlli in corso d'opera dovessero emergere materiali significativamente diversi nell'accezione sopra riportata, il Tavolo Tecnico dovrà definire le modalità per la gestione di tali materiali (applicabilità del protocollo o gestione diversa).
7. La prescrizione "*Qualora gli esiti siano negativi, il Proponente provvederà ad interrompere immediatamente i lavori dandone contemporanea comunicazione al MATTM*" comporta che il materiale di scavo che risulterà non rispondente alle caratteristiche necessarie per essere messo a dimora definitiva (realizzazione Collina Schermo) non dovrà essere ivi conferito. Il terreno eventualmente non conforme dovrà essere separato da quello conforme.
8. Il Tavolo Tecnico, convocato da ISPRA, si pronuncerà sulle modalità di gestione dei materiali non rientranti nei limiti di Protocollo in tempistiche compatibili con la necessità di garantire il

regolare sgombero delle piazzole e la prosecuzione dei lavori di scavo meccanizzato e trasporto a S. Barbara.

9. Le procedure di esecuzione dei controlli in corso d'opera e le modalità di gestione dei materiali difformi sono dettagliate e riportate nel presente P.U.T. (Piano di Gestione Rifiuto, proposto come allegato, che descrive le modalità di gestione dei materiali non conformi).



## SEZIONE IV VOLUMI

### IV.1.1 Volumetrie attese

Le lavorazioni porteranno alla produzione complessiva di circa 1.670.800,00 mc di materiali scavati.

#### Scavi in tradizionale

- Materiale complessivo proveniente dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV – **643.400 mc, di cui:**
  - Materiali provenienti dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV non conformi alla colonna A della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., sulla base delle indagini preliminari, da inviare ad un sito alternativo a quello di Santa Barbara (ex Cava Bruni nel comune di Serravalle Pistoiese come specificato nei paragrafi successivi) – **22.000 mc**. Si faccia riferimento al paragrafo “Descrizione delle bonifiche e delle indagini ambientali svolte nei siti di produzione.
  - Materiale proveniente dagli scavi in tradizionale dei cantieri Campo di Marte e Stazione AV utilizzabile, fatti salvi i risultati sulle CSC da ripetersi prima della messa a dimora ed al netto delle detrazioni di cui sopra, per la realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara – **621.400 mc**

#### Scavi meccanizzati

- Materiale complessivo proveniente dallo scavo meccanizzato delle gallerie del Passane AV del Nodo di Firenze – **1.027.400 mc, di cui:**
  - Materiale proveniente da interventi di ispezione e manutenzione da gestirsi nell'ambito della disciplina dei rifiuti (discarica) – **2.500 mc**. Derivano dai materiali scavati successivamente all'esecuzione delle attività di manutenzione per le quali sarà utilizzata bentonite per il sostegno del fronte. Si stimano la necessità di otto soste, quattro per galleria.
  - Materiali provenienti dalla demolizione dei tratti di terreno consolidato da inviare a recupero o discarica – **30.000 mc**. Saranno prodotti in corrispondenza di:
    - L'avvio dello scavo nella Galleria Artificiale 02 del cantiere di Campo di Marte, sia per la galleria del binario pari sia per il binario dispari, per circa 12 metri per ciascuna galleria,
    - nell'ingresso del cosiddetto Camerone AV della Nuova Stazione AV, per il binario dispari per circa 9 metri
    - dell'attraversamento della TBM dal Pozzo di Ventilazione Nord (PZ01) e per i tratti consolidati, per circa 21 metri per il binario pari e circa 14 metri per il binario dispari. Siamo, per il binario pari, indicativamente fra le progressive 4+830 e 4+866 mentre, per il binario dispari orientativamente fra le progressive 4+820 e 4+856.
    - lo scavo dei tratti consolidati presso il cantiere di arrivo dello Scavalco Ferroviario, prima dell'arrivo al pozzo di arrivo frese, indicativamente negli ultimi 120 metri (orientativamente fra le progressive 6+760 e 6+890 per le due gallerie).
  - Materiali provenienti dallo scavo meccanizzato nell'attraversamento di formazioni con permeabilità elevata e carenza della componente fine, sulla base di quanto risultante dal profilo geologico di progetto, da gestirsi nell'ambito della disciplina dei rifiuti (discarica) – **84.640 mc**.
    - I tratti con permeabilità elevata sono attesi dall'inizio dello scavo, a valle dei tratti consolidati, fino alla progressiva 1+455 km e, circa, fra le progressive 3+600 e 3+900, per entrambe le gallerie.
  - Materiali provenienti dallo scavo meccanizzato utilizzati per testare il “Protocollo” (campo prova direttamente in discarica) – **30.000 mc**
  - Materiale proveniente dagli scavi meccanizzati, fatti salvi i risultati delle prove prescritte dal “Protocollo” e quelli sulle CSC da ripetersi prima della messa a dimora ed al netto delle

detrazioni di cui sopra, per la realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara – **880.260 mc**

Per quanto sopra, i volumi di materiali da scavo che potranno essere gestiti ai sensi del DM 161/2012 e ss.mm.ii. e del “Protocollo” ammontano a **1.501.660 metri cubi scavati rispetto al totale scavato di 1.670.800.**

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei siti di produzione e dei volumi di materiali da scavo complessivi che saranno generati in corrispondenza di ogni sito.

Tabella 6. Ripartizione dei volumi di scavo complessivi, al lordo delle detrazioni di cui sopra, per tipologia di scavo e cantiere di riferimento

Tipologia di scavo	Cantiere di Riferimento	Volume di scavo totale in banco (mc)	Volume di scavo totali sciolti (mc)
Scavo in tradizionale	Stazione AV – ex Macelli	422.080	590.900
	Campo di Marte (escluso gallerie naturali)	37.500	52.500
Scavo meccanizzato con fresa TBM	Campo di Marte (gallerie naturali)	733.860	1.027.400
Totale		1.193.440	1.670.800

In sintesi:

- I materiali che risponderanno alla qualifica di sottoprodotti entro i valori delle CSC della Colonna A, sulla base delle prescrizioni di “Protocollo” e di legge saranno utilizzati nell’ambito della realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara.
- I materiali in esubero che risponderanno alla qualifica di sottoprodotti, sulla base delle prescrizioni di “Protocollo”, di legge e della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l., che non saranno utilizzati nell’ambito della realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara, saranno inviati al sito dell’ex Cava Bruni nel Comune di Serravalle Pistoiese.
- I materiali che risponderanno alla qualifica di sottoprodotti entro i valori delle CSC, fra la Colonna A e la Colonna B, sulla base delle prescrizioni di “Protocollo”, di legge e della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l., che non saranno utilizzati nell’ambito della realizzazione della Collina Schermo di Santa Barbara, saranno inviati al sito dell’ex Cava Bruni nel Comune di Serravalle Pistoiese.
- I materiali che non risponderanno alla qualifica di sottoprodotti sulla base delle prescrizioni di “Protocollo” o di legge saranno gestiti nell’ambito della disciplina dei rifiuti.

IV.1.1.1 Scavo in tradizionale

Si prevede la produzione complessiva di circa **643.400 mc** (volume fiorito) da gestire ai sensi del DM 161/2012.

**Tabella 7. Scavo in tradizionale: volumetrie attese**

n°	Cantiere	Terre e rocce da scavo complessive (materiale fiorito "Banco +40%")	Materiali destinati all'ex Cava Bruni
1	Stazione AV	+ 590.900 mc	- 22.000 mc
2	Passante AV	+ 52.500 mc	
	<b>TOTALE</b>	<b>+ 643.400 mc</b>	<b>- 22.000 mc</b>
<b>TOTALE da gestire ai sensi del DM 161/2012</b> Nell'abito della Collina di Santa Barbara – V.I.A. Enel Produzione S.p.A.		<b>c.a. 621.400 mc</b>	

IV.1.1.2 Scavo con fresa TBM

Si prevede la produzione complessiva di circa 1.027.400 mc (volume fiorito) di materiale terrigeno proveniente da scavi meccanizzati (TBM) di tipologia EPB, di cui 880.260 metri cubi da gestire come sottoprodotto nell'ambito normativo del D.M. 161/2012 (oggetto del presente PUT), come dettagliato nella sotto stante tabella.

n°	Descrizione	Terre e rocce da scavo da gestire ai sensi del DM 161/2012 (materiale fiorito "Banco +40%")
1	Scavo meccanizzato	+1.027.400 mc
2	Interventi di ispezione e manutenzione	- 2.500 mc
3	Attraversamento tratti di terreno consolidato	- 30.000 mc
4	Attraversamento di formazioni con permeabilità elevata e carenza della componente fine	- 84.640 mc
5	Materiali utilizzati per testare il Protocollo	- 30.000 mc
	<b>Materiali da gestire nell'ambito del DM 161/2012</b>	<b>+880.260 mc</b>

**Tabella 8. Scavo con fresa TBM: Volumetrie attese**

**V.1.1 Operazioni di normale pratica industriale prevista**

I materiali terrigeni provenienti dai lavori per la realizzazione del Passante AV - 2° lotto e dalla Stazione AV - 2° lotto potranno essere sottoposti presso il sito di destinazione a operazioni di *normale pratica industriale* come definite ai sensi dell'art. 1, co. 1, lettera p) e Allegato 3 del DM 161 del 10 Agosto 2012, come segue:

- Deposito in piazzola al fine di favorire:
  - o il naturale processo di asciugatura e maturazione per conferire agli stessi idonee caratteristiche di movimentazione e stesura
  - o la naturale biodegradazione degli additivi impiegati durante lo scavo meccanizzato.

Le operazioni, come previsto dall'allegato 3 al DM 161 del 10 Agosto 2012, sono configurabili in qualità di **“normali pratiche industriali”** (come definito ai sensi dell'art. 3 del decreto).

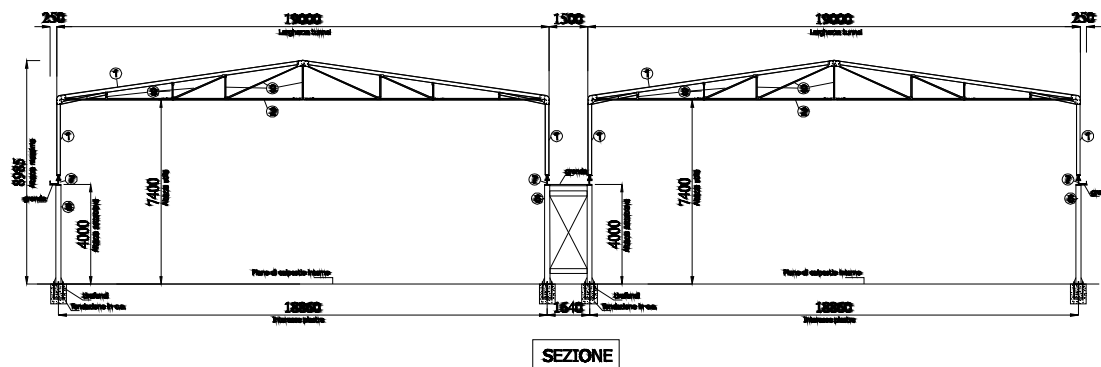
Le operazioni saranno finalizzate al miglioramento delle caratteristiche merceologiche dei materiali scavati per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace in osservanza alle prescrizioni del Protocollo di Verifica Ambientale e al Protocollo di Verifica Geotecnica, così come da “Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze” trasmesso in allegato alla nota del DVA con nota prot. 0010288 del 15.04.2016.

Il materiale di provenienza dallo scavo meccanizzato, in funzione dell'additivazione con il polimero e la schiuma biodegradabile e sulla base del “Protocollo”, viste altresì le caratteristiche geotecniche che potrebbero non essere immediatamente compatibili con gli intervalli determinati in contenuto d'acqua, potrà essere sottoposto ad idratazione o essiccamento. Per quanto riguarda gli scavi in tradizionale, di contro, è attesa la produzione di materiali di scavo che – per quanto rimaneggiati e rigonfiati rispetto alla loro condizione naturale, presenteranno una consistenza nettamente superiore rispetto ai materiali di risulta dalla realizzazione delle gallerie.

**L'operazione di sosta del materiale terrigeno nelle piazzole**, oltre che per mere esigenze di controllo della qualità chimica dei materiali stessi (attività finalizzata a verificare il soddisfacimento dei requisiti di qualità ambientale espressi in art. 4, co. 1, lettera d del decreto e in allegato 4: vedi oltre, § VIII.1.3.3), risulta finalizzata a consentire il naturale raggiungimento delle caratteristiche geotecniche (in termini di umidità) richieste per la realizzazione della collina di Santa Barbara. A tal fine il materiale disposto in piazzola potrà essere rivoltato con erpici a dischi o *ripper* nell'ottica di aumentare la superficie evapotraspirante della massa terrigena. Per tale motivo – al fine di ridurre le tempistiche di asciugatura stimate – le piazzole saranno dotate di una tensostruttura presentante un sistema di copertura semovente con teli in PVC.

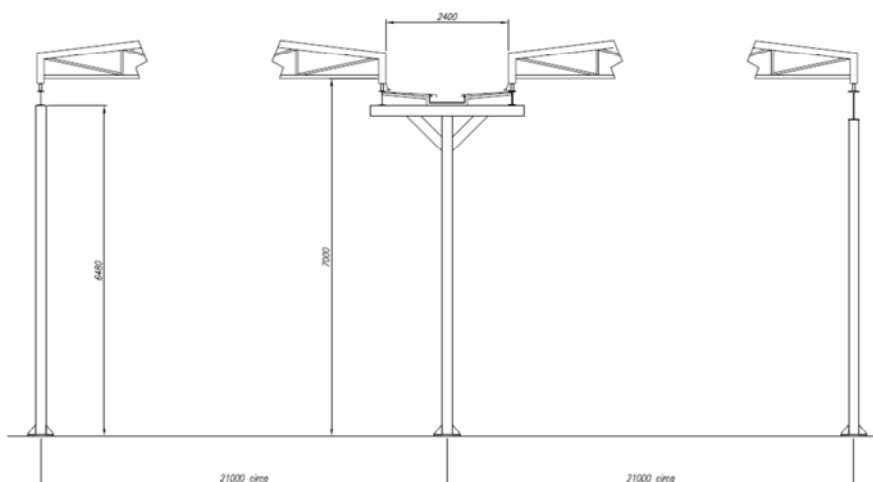
Si precisa che a seguito delle indagini eseguite, al fine dell'utilizzo dei materiali scavati per la realizzazione della collina schermo, non risulta necessario il trattamento a calce.

**Figura 28. Prospetto del sistema di copertura delle piazzole con telaio scorrevole**



I teli potranno coprire la piazzola durante l'evento piovoso garantendo altresì la ventilazione e la circolazione dell'aria e consentire così l'avanzamento del processo di asciugatura e maturazione richiesto per il raggiungimento delle ottimali percentuali di umidità dei terreni.

**Figura 29. Prospetto del sistema di copertura delle piazzole con capriate scorrevole**



L'accorgimento di cui sopra garantirà di raggiungere, soprattutto nei periodi dell'anno a maggiore criticità (mesi di novembre, dicembre e gennaio) le ottimali concentrazioni di umidità nei suoli (con particolare riferimento alle terre di risulta dalle attività di scavo meccanizzato con fresa TBM) in tempi in linea con i tassi di produzione del cantiere di origine.

## SEZIONE VI MODALITA' DI MOVIMENTAZIONE, TRASPORTO E TRACCIABILITÀ'

Il progetto esecutivo della Penetrazione Urbana AV prevede che il materiale proveniente dagli scavi delle gallerie sia messo a dimora presso l'area della "ex miniera" ENEL di S. Barbara, utilizzando il raccordo ferroviario esistente di proprietà dell'ENEL che si dirama dalla Stazione di S. Giovanni Valdarno a Bricchette (area di deposito).

Si ricorda che per la realizzazione del progetto saranno utilizzate due differenti modalità di scavo:

- Scavo in tradizionale
- Scavo con fresa TBM.

Di seguito si vanno a descrivere le modalità di movimentazione del materiale scavato dal sito di produzione al sito di riutilizzo.

### **VI.1.1 *Movimentazione del materiale nel cantiere di produzione***

#### **VI.1.1.1 Movimentazione materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo in tradizionale**

Gli scavi per la realizzazione della Stazione AV e una piccola parte degli scavi per la realizzazione del Passante AV saranno effettuati con scavo tradizionale.

In questo ambito il terreno prodotto da escavatori verrà movimentato dal punto di scavo ai piedi del mezzo meccanico e successivamente caricato direttamente su cassoni.

I materiali derivanti dalla Stazione AV saranno direttamente caricati sui cassoni che saranno posizionati sui convogli ferroviari per mezzo gru portuali.

I materiali scavati in tradizionale presso il cantiere di Campo Marte verranno caricati sui cassoni e, tramite stakers, posti direttamente sui convogli ferroviari destinati al sito di Santa Barbara.

Ogni treno conterrà al massimo 20 carri su ciascuno dei quali saranno posizionati due cassoni.

#### **VI.1.1.2 Movimentazione materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo meccanizzato con fresa TBM**

Gli scavi per la realizzazione delle gallerie del Passante AV, come già descritto, saranno effettuati mediante l'impiego di una fresa a sezione piena, denominata TBM (Tunnel Boring Machine).

Per i materiali prodotti dallo scavo con fresa TBM si prevedono le seguenti fasi di movimentazione:

- Dal fronte scavo tramite serie di nastri trasportatori si arriverà al punto di carico del materiale sui cassoni caricati su carri ferroviari, posizionati a fianco al pozzo lancio frese in area di cantiere Campo di Marte; il convoglio sarà costituito da 20 carri;
- Carico del convoglio di 40 cassoni (2 cassoni per ogni carro) articolato in 4 fasi operative per un fronte di carico di circa 70 m (5 carri) e manovre di posizionamento sotto carico (un piazzamento iniziale e tre posizionamenti per completare il carico del convoglio);
- Trasferimento ferroviario da Firenze Campo di Marte al Terminal di Bricchette - Santa Barbara.

### **VI.1.2            *Movimentazione interessata al luogo di destinazione***

Il materiale scavato, sia quello proveniente dallo scavo in tradizionale che quello prodotto dallo scavo con fresa TBM, una volta posizionato all'interno dei cassoni, sarà trasportato nel sito di utilizzo (miniere S. Barbara) su ferro.

I cassoni utilizzati per il trasporto del materiale scavato saranno cassoni del tipo "open top" a tenuta (vedi Figura 31), al fine di evitare perdite di materiale durante le fasi di carico dei convogli e di trasporto su ferrovia/strada. Per la Stazione AV i box potranno anche essere di tipologia diversa rispetto a quelli del Passante AV.

Alla luce di quanto sopra, considerando che un convoglio ferroviario potrà essere composto da massimo 40 cassoni (20 carri) e che il peso di volume "fiorito" (dopo scavo) dei materiali da trasportare sia di 1,4 tons/m<sup>3</sup> si può facilmente stimare che la quantità massima di materiale scavato trasportabile da un convoglio ferroviario sia circa 700 m<sup>3</sup> in banco.

È importante sottolineare che il trasporto delle terre provenienti dallo scavo in tradizionale e dallo scavo con fresa TBM avverrà su linee produttive separate, in modo tale che le due tipologie di materiali **non vadano mai a mescolarsi**. A questo scopo i materiali prodotti dalle diverse modalità di scavo non verranno mai caricati all'interno dello stesso cassoni, ma ogni cassoni avrà **una sola tipologia di materiale in modo tale da creare una netta distinzione tra le terre provenienti dallo scavo in tradizionale e dallo scavo con fresa**. Il convoglio ferroviario costituito da 40 cassoni potrà pertanto contenere entrambe le tipologie di terreno scavato, in quanto la rintracciabilità sarà su cassoni.

Il materiale così trasportato, una volta giunto a destinazione sarà scaricato con l'impiego di stackers e posto su mezzi gommati operanti esclusivamente all'interno dell'area di riutilizzo, definita come l'insieme del Terminal ferroviario di Bricchette e l'area mineraria di Santa Barbara dove i sottoprodotti saranno messi a dimora.

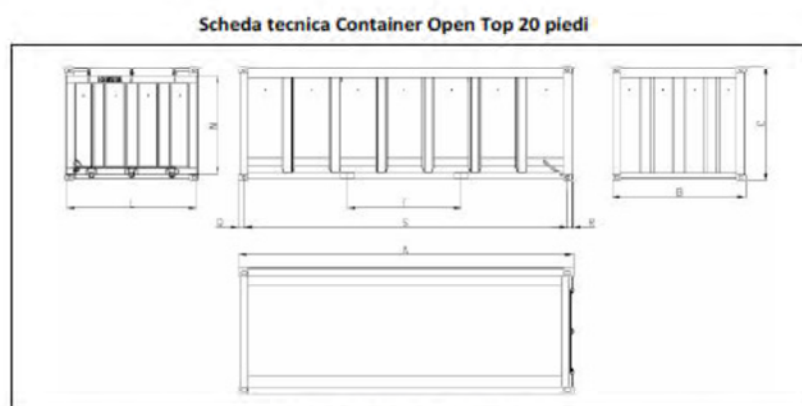
I mezzi scaricheranno nella piazzola fino al completo riempimento della stessa.

Al termine del riempimento saranno eseguite le analisi previste dal "Protocollo" del tempo T=0.

Durante il tempo di maturazione saranno svolte le analisi finalizzate alla corretta caratterizzazione geologica dei terreni scavati, sulla base delle prescrizioni del "Protocollo di verifica geotecnica".

I materiali stazioneranno nella piazzola fino al completamento dei tempi di maturazione previsti dal Protocollo, al termine dei quali saranno effettuate tutte le analisi prescritte dal Protocollo stesso e quelle previste dalla normativa.

Figura 30. Cassoni “open top” e relativa scheda tecnica



**SPECIFICHE TECNICHE**

REF.	DIMENSIONI	Unità	Valore	MASSE	Unità	Valore
A	Lunghezza massima	mm	8.056	Massa complessiva	Kg	30.400
B	Larghezza massima	mm	2.438	Tara (versione base)	Kg	2.700
C	Altezza massima	mm	2.200	Portata utile	Kg	27.700
	Lunghezza interna	mm	5.782	Volume interno	Mc	28.60
	Larghezza interna	mm	2.200	Capacità di stivaggio (pallet 600x1200 mm)	Pz	0
	Altezza interna	mm	2.035			
G	Larghezza porta posteriore	mm	---	<b>DATI TECNICI</b>		
H	Altezza porta posteriore	mm	---	Profilo ferroviario	---	
L	Larghezza portellone	mm	2.268	Impiabilità a carico	3 (1+2) Altezza	
M	Altezza portellone	mm	1.836	Impiabilità a vuoto	8 (1+8) Altezza	
	Diametro interno botola porta	mm	---	Tipo contenitore	Open Top	
	Diametro interno botola tetto	mm	---	Tipo apertura porta posteriore	---	
Q	Sbazzo anteriore	mm	102	Tipo apertura portellone	BASCULANTE	
R	Sbazzo posteriore	mm	102	Numero botole tetto	0	
S	Interasse blocchi d'angolo	mm	5.853	Prese per forche	SI	
T	Interasse prese per forche	mm	2.060	Prese per pinze laterali	NO	
U	Interasse prese per pinze	mm	---	Blocchi d'angolo inferiori	SI	
				Blocchi d'angolo superiori	SI	
				Normative e Standard applicabili	UIC, ISO, CSC, RID/ADR, RINA	





### **VI.1.3 Tracciabilità e documento di trasporto**

Preventivamente al trasporto del materiale da scavo verrà inviata agli Enti preposti al controllo una comunicazione attestante le generalità della stazione appaltante, della ditta esecutrice degli scavi, della ditta che trasporterà il materiale, della ditta che riceverà il materiale e del luogo di destinazione, identificazione del convoglio ferroviario utilizzato per il trasporto, sito di provenienza, data e ora del carico, quantità e tipologia del materiale trasportato.

Al fine di garantire la tracciabilità durante il percorso dal sito di produzione al sito di destino, i materiali scavati (come meglio definito nei paragrafi precedenti) dovranno essere dotati di un documento di trasporto.

I materiali verranno pesati riportando il quantitativo nel documento di trasporto caricati su cassoni adibiti al trasporto (le cui caratteristiche sono riportate in Figura 34). Ogni cassone – che non dovrà contenere più di ventisei tonnellate di materiale terrigeno – sarà contraddistinto con un codice alfanumerico al quale sarà associata la tipologia di materiale trasportato e la provenienza.

In questo modo si riuscirà ad avere una corrispondenza diretta fra l'area di scavo da cui deriva il materiale, la tipologia di materiale trasportato distinta per sito di provenienza e il cassone per il trasporto.

I cassoni così segnati verranno posizionati su dei carri che andranno a comporre il convoglio ferroviario. Ogni carro, che potrà ospitare massimo due cassoni, sarà contraddistinto dalla propria matricola.

Il convoglio ferroviario potrà essere costituito da un numero massimo di 20 carri (40 cassoni). Il sistema informatico garantirà la corrispondenza convoglio, carro, cassone e area di scavo, progressive (rintracciabilità minima per convoglio), storicizzando queste informazioni all'interno del database di riferimento. Le possibilità di errore, dovute a errata digitazione, saranno minimizzate grazie all'utilizzo di una banca dati nella quale saranno preventivamente inseriti i numeri identificati dei cassoni. Si ricorda che sulla base delle caratteristiche dei cassoni utilizzati per il trasporto ogni convoglio potrà trasportare massimo 700 mc di materiale scavato.

Al fine di garantire la tracciabilità dei materiali scavati durante il tragitto, dal sito di produzione al sito di riutilizzo, secondo quanto definito all'art. 12, co. 1 del DM 161 del 10 Agosto 2012, sarà predisposto un documento di trasporto (DDT o "Modulo A", riportato in allegato) dove verranno indicate le seguenti informazioni:

- Dati del committente;
- Causale del trasporto;
- Dati anagrafici della ditta che effettua il trasporto;
- Nome e cognome del trasportatore
- Dati anagrafici del sito di origine;
- Dati anagrafici del sito di destinazione;
- Descrizione dei materiali;
- Codifica treno sulla base delle indicazioni del vettore;
- Riferimenti area di scavo (lotto);
- Dati identificativi del trasporto (peso, identificativo cassone, identificativo carro e sigla convoglio ferroviario in funzione delle indicazioni del vettore).

Il DDT allegato è predisposto secondo quanto stabilito dall'allegato 6 del DM 161 del 10 Agosto 2012. Il DDT accompagnerà il convoglio ferroviario dal sito di produzione a quello di riutilizzo. Il documento di trasporto sarà redatto in tre copie: l'originale rimarrà al responsabile del sito di utilizzo, una copia al produttore e una copia al responsabile del trasportatore.

Giunto a destino il materiale, identificato come sopra dettagliato, sarà trasportato mediante camion alle piazzole di caratterizzazione, dove si procederà alla loro caratterizzazione. In questa fase sarà necessario continuare a garantire la rintracciabilità dei materiali definendo la corrispondenza tra convoglio ferroviario e autocarro. Ogni cassone, sarà caricato direttamente su un camion tramite uno stacker e portato alle piazzole. Al fine di garantire la tracciabilità si farà uso di un sistema informatizzato che registrerà l'arrivo del convoglio a destino e dando corrispondenza tra cassoni e piazzola. Durante la fase di carico del cassone sul mezzo all'operatore sarà data indicazioni sulla piazzola nella quale dovrà essere scaricato il materiale.

Il sistema di tracciamento consentirà al capo cantiere o al responsabile di cantiere presente al momento dello scarico di tenere sotto controllo il riempimento della piazzola. Al completamento della capacità della piazzola non sarà più consentito lo scarico dei materiali, la piazzola sarà considerata "chiusa", e saranno posti i cartelli identificativi prescritti dal Protocollo.

Pertanto, al fine di dare corrispondenza univoca fra carico in arrivo e piazzola, queste saranno preliminarmente identificate con opportuna segnaletica che dovrà indicare;

- Identificativo alfa-numeric della piazzola;
- Data di inizio dello deposito;
- Data di fine stesa dei materiali;
- Parametri utilizzati per il condizionamento dei materiali;
- Tipologia del materiale (terreno 1, terreno 2 o intermedio);
- Treatment Ratio rappresentativo dei convogli ferroviari che hanno costituito la piazzola (mediamente 4 - 5 convogli), relativo al Polyfoamer ECO/100, del Mapedrill XG01, delal pasta di tenuta HBW NG e del lubrificante GR217EP.

Il registro elettronico che sarà predisposto, e che si comporrà di volta in volta con le informazioni dei carichi in arrivo i cui dati saranno automaticamente inseriti dal software di gestione della tracciabilità dei materiali di scavo, consentirà altresì di indicare tutte quelle informazioni correlate alle attività di campionamento ed analisi da effettuare sui cumuli in base alle prescrizioni di "Protocollo".

In particolare, ad ogni cumulo registrato, saranno associate le seguenti informazioni:

- Data di campionamento per i parametri ambientali;
- Data di campionamento dei parametri geologici e meccanici delle terre;
- Indicazione delle analisi da svolgersi sul campione;
- Data rientro analisi dei parametri ambientali;
- Numero del Rapporto di Prova dell'analisi ambientale;
- Data rientro analisi dei parametri geologici e meccanici;

- Numero del Rapporto di Prova delle analisi geologiche e meccaniche;
- Conformità del materiale per riutilizzo in collina o gestione dello stesso come rifiuti (a valle del pronunciamento del Tavolo Tecnico come precedentemente indicato);

Sarà così possibile sia mantenere la rintracciabilità del materiale terrigeno dall'area di scavo alla piazzola, ove saranno effettuate le operazioni di maturazione, essiccazione, campionamento ambientale e verifica geotecnica, sia ottemperare alle richieste di identificazione del "Protocollo".

#### **VI.1.4 Tracciabilità e documento di trasporto dal sito di Santa Barbara all'ex Cava Bruni**

I materiali in esubero rispetto al quantitativo previsto per la realizzazione della collina schermi di 1.350.000 mc ovvero quelli che andranno a soddisfare le prescrizioni del "Protocollo" ma presenteranno valori delle CSC fra la Colonna A e la B della Tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del titolo V del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., saranno conferiti nel sito alternativo dell'ex Cava Bruni.

Il trasporto sarà eseguito sia su ferro, con l'impiego di cassoni su treni esattamente come il trasporto nel sito di Santa Barbara che, nel caso di esuberi di sottoprodotti o sottoprodotti prevenienti dallo scavo meccanizzato con valori entro i limiti della Colonna B continuerebbe a costituire il sito per la maturazione e biodegradazione dei materiali, sia su gomma, nel tratto del sito intermodale più vicino al sito di destino.

Il percorso su ferrovia sarà effettuato o dal Terminal Bricchette, presso il cantiere di Santa Barbara o, per i materiali scavati in tradizionale che presentino i limiti superiori alla Colonna A ma entro la Colonna B, direttamente dai cantieri della Nuova Stazione AV o da Campo di Marte fino all'interporto di Prato e, da lì, su gomma fino all'ex Cava Bruni.

La tracciabilità del materiale verso l'ex cava Bruni sarà garantita con le stesse modalità attuate per i terreni in arrivo a Santa Barbara ovvero predisponendo i documenti di trasporto sullo stesso format di quello allegato al presente Piano di Utilizzo Terre.

Nel documento di trasporto saranno indicati tutti i riferimenti ai rapporti di prova ottenuti durante le prove eseguite con il materiale in piazzola o in banco, così da attestare la conformità del materiale ai requisiti del sito di recupero.

Per ogni carico sarà redatto un DDT che accompagnerà il relativo cassone fino all'ex Cava Bruni.

Tutte le movimentazioni in uscita saranno inserite sul registro elettronico.

## SEZIONE VII ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DELLA TBM

Facendo seguito a quanto richiesto nel Parere n. 2309 del 17 febbraio 2017 della Commissione Tecnica VIA/VAS, trasmesso dal MATTM con nota DVA.U.0004437 del 27 febbraio 2017, si riportano nel presente paragrafo tutte le attività finalizzate alla verifica dei consumi dei prodotti utilizzati, con particolare attenzione al Treatment Ratio<sup>2</sup> (TR) in conformità a quanto richiesto nel *“Piano di intervento per la fase in corso d’opera”* al punto *“Qualora il Proponente utilizzi gli stessi prodotti condizionanti (agenti schiumogeni) già studiati nel Protocollo Operativo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del Passante AV di Firenze”* di cui alla nota prot. DVA 10288 del 15.04.2016, cioè *il Polyfoamer ECO/100, in fase realizzativa pianificherà controlli periodici, per garantire che le condizioni di scavo determinino un Treatment Ratio (TR, L/m<sup>3</sup>) dell’additivo non superiore ai valori riportati nel Protocollo stesso”*.

### **Fase di scavo**

La TBM registra costantemente durante la fase di scavo i volumi dei condizionanti in funzione della concentrazione, FER<sup>3</sup> e FIR<sup>4</sup>, che sono utilizzati per ottenere un materiale con una consistenza fluido-plastica. Il volume di tensioattivo utilizzato porta ad un valore di TR che è associabile, in modo automatico dal sistema di controllo della TBM, al volume di terreno scavato tra le progressive iniziali e finali di scavo.

Il terreno condizionato, mentre la TBM avanza, è estratto dalla camera di scavo tramite la coclea. Il materiale estratto è depositato su un nastro continuo sotto il quale sono installate due bilance che lo pesano, il peso cumulativo è evidenziato sul touchscreen disponibile all’operatore e confrontato con il peso teorico. Tutto ciò consente al pilota della TBM il controllo del peso del materiale estratto dalla camera di scavo e del TR relativo al terreno in fase di condizionamento e scavo.

Durante la fase di scavo, il pilota della TBM, oltre ai parametri meccanici, monitora costantemente su uno dei touchscreen di cui è dotata la macchina:

- a) Il valore del volume di agente condizionante Polyfoamer ECO 100 utilizzato per lo scavo, espresso in litri;
- b) il valore di TR medio rappresentativo del consumo medio di agente condizionante Polyfoamer ECO 100 per m<sup>3</sup> di scavo, espresso in l/m<sup>3</sup>;
- c) Il valore del volume di polimero Mapedrill XG01 eventualmente utilizzato per lo scavo, espresso in litri;
- d) il consumo medio di polimero Mapedrill XG01 eventualmente utilizzato su m<sup>3</sup> di scavo, espresso in l/m<sup>3</sup>;
- e) il valore del peso cumulato della pasta di tenuta HBW NG utilizzato per lo scavo, espresso in kg;
- f) il valore del peso cumulato di lubrificante GR217EP utilizzato per lo scavo, espresso in kg;

Il pilota della TBM segue, tramite telecamere, lo scarico dello smarino condizionato dalla coclea sul nastro della TBM e, da quest’ultimo, sul nastro, identificato come “L100”, utilizzato per il trasporto all’esterno dalla galleria.

---

<sup>2</sup> Treatment Ratio. Esprime il volume di agente schiumogeno (in litri) utilizzato per metro cubo di terreno scavato

<sup>3</sup> Foam Expansion Ratio. Indice della consistenza della schiuma; è per definizione il rapporto tra il volume di schiuma (aria + acqua + agente schiumogeno) e il volume di soluzione schiumogena (acqua + agente schiumogeno)

<sup>4</sup> Foam Injection Ratio. Indice che esprime la quantità di schiuma iniettata (V<sub>s</sub>) per condizionare un determinato volume di terreno (V<sub>t</sub>)

Per ogni anello di scavo (scavo realizzato per la messa in opera di un anello prefabbricato di rivestimento della galleria) sarà possibile conoscere:

- 1) Progressiva iniziale;
- 2) Progressiva finale;
- 3) Volume di agente condizionante Polyfoamer ECO/100 utilizzato;
- 4) Peso pasta di tenuta HBW NG utilizzato;
- 5) Peso lubrificante GR217EP utilizzato;
- 6) Volume polimero Mapedrill XG01 eventualmente utilizzato;
- 7) Peso materiale estratto tramite bilance TBM;

Il valore del TR medio sarà dato dal rapporto tra il volume del condizionante utilizzato e il volume teorico di materiale scavato tra la progressiva iniziale e finale.

Durante la fase di scavo, ad ogni progressiva, sarà associabile il peso dello smarino estratto e misurato tramite le due bilance posizionate sotto il nastro in prossimità dell'uscita dalla coclea.

Il ciclo di scavo di un anello è costituito da due fasi: la fase di scavo vera e propria e la fase di montaggio dell'anello prefabbricato. Al termine della fase di scavo, inizia il montaggio dell'anello di rivestimento costituito da sei elementi oltre alla chiave ed all'invert in calcestruzzo prefabbricato. Una volta terminato il montaggio del rivestimento lo scavo riprende ma, all'interno della camera di scavo, persiste parte dello smarino condizionato risultante dallo scavo precedente. Questo materiale, con consistenza fluido-plastica, è mantenuto all'interno della camera di scavo durante il fermo per la fase di montaggio del rivestimento in calcestruzzo per esercitare una pressione sul fronte di scavo, prevenendo così fenomeni di subsidenza in superficie. Questo materiale condizionato, come detto, è una parte risultante dallo scavo dell'anello precedente che alla ripartenza della TBM sarà estratto e sostituito con il materiale di scavo del nuovo anello. Il volume del materiale all'interno della camera di scavo corrisponde a circa un metro di avanzamento. Lo smarino dello scavo precedente che rimane all'interno della camera, seppur estratto con lo scavo seguente, è sempre associabile alla progressiva relativa di scavo e di conseguenza sono noti il peso estratto, volumi dei condizionanti e quindi il Treatment Ratio.

Questo materiale all'interno della camera di scavo non consente di conoscere i valori medi di condizionanti per anello che dovranno pertanto essere indicati per unità di treno.

Riassumendo, al termine di ogni scavo sarà possibile conoscere tutte le informazioni necessarie per l'identificazione del materiale di scavo:

- Provenienza
- Anello e/o progressiva
- Condizionanti in termini di concentrazione, FER, FIR e TR
- Quantità dei singoli grassi consumati

### **Gestione del carico**

Il materiale di scavo sarà trasportato all'esterno della galleria tramite un sistema di nastri trasportatori, e sarà convogliato sino alla zona di carico dei convogli ferroviari, per essere infine trasportato nell'area di deposito provvisorio.

Ogni convoglio ferroviario sarà composto da 40 cassoni che potranno trasportare circa mille tonnellate di materiale condizionato.

Le 220 tonnellate di materiale scavato condizionato ed estratto per ogni anello saranno caricate all'interno di circa 9 cassoni ferroviari.

La gestione del carico dei cassoni ferroviari è affidata ad un operatore costantemente in contatto con il pilota della TBM tramite radio.

Durante il riempimento dei cassoni il terreno condizionato è di nuovo pesato tramite un sistema elettronico di bilance posizionato sotto il nastro trasportatore, denominato "L200", nell'area di carico dei vagoni all'esterno della galleria. In questo modo l'operatore che gestisce il carico è nelle condizioni di riempire i cassoni senza superare il peso massimo consentito, avendo a disposizione un monitor tramite il quale è informato sul peso del materiale che passa sul nastro.

L'addetto al nastro, dopo aver accertato che il convoglio è correttamente posizionato sotto la zona di carico, informerà il pilota TBM il quale avvierà lo scavo.

L'addetto al nastro, allo stesso tempo, è in contatto col locomotorista del convoglio ferroviario e lo informerà, tramite radio, sullo stato d'avanzamento dell'operazione di carico in modo che posso eseguire la corretta movimentazione del convoglio.

I cassoni posizionati sotto l'impianto di carico sono riempiti dall'addetto al carico senza superare il peso massimo consentito. Una volta riempito un cassone, il nastro è manovrato, senza fermarsi, in maniera opportuna al fine di riempire un altro cassone. La lunghezza della zona di carico del nastro è di circa 70 metri ed è possibile caricare il materiale proveniente dallo scavo di un anello senza spostare il convoglio ferroviario; questa operazione è eseguita al termine dello scavo di ogni anello.

Come precedentemente indicato, ad ogni convoglio ferroviario è possibile attribuire il numero di anelli, il peso cumulato, la progressiva di scavo del materiale caricato.

Riassumendo, ad ogni convoglio è associabile:

- 1) Progressiva del tunnel ad inizio riempimento;
- 2) Progressiva del tunnel a fine riempimento;
- 3) Peso cumulato del terreno condizionato caricato
- 4) Volume cumulato di agente condizionante Polyfoamer ECO/100 utilizzato;
- 5) Peso cumulato pasta di tenuta HBW NG utilizzato;
- 6) Peso cumulato lubrificante GR217EP utilizzato;
- 7) Volume cumulato polimero Mappedrill XG01 eventualmente utilizzato;
- 8) TR sulla base delle informazioni di cui ai punti precedenti.

Per le modalità di scavo e per la presenza costante dei materiali nella camera di scavo, sarà possibile garantire la tracciabilità univoca del TR per prodotto per treno.

Ciascun treno sarà pertanto identificato dal rispettivo valore di TR: questa informazione sarà anche riportata sul cartello identificativo della piazzola al sito di destino che accoglierà tale materiale, in modo da indicare per ciascun cumulo i valori di TR che compongono l'insieme.

Le modalità di scavo saranno monitorate e controllate sia dal personale direttamente impiegato nelle operazioni di scavo sia da personale dell'Ufficio Ambiente e dell'Ufficio Qualità del CG.

A tal proposito è stato predisposto un Piano di Controllo Qualità relativo alle modalità di scavo ed al quantitativo dei materiali impiegati durante lo scavo meccanizzato.

Il Piano di Controllo Qualità riporterà, fra le altre, le seguenti informazioni minime:

Per ogni anello:

- Verifica della regolare avanzamento dello scavo (pressione di supporto del fronte di scavo, densità del materiale nella camera di scavo, pressione e volume della miscela iniettata a tergo del rivestimento; peso e volume del materiale di scavo, condizionamento del terreno).
- Verifica del corretto avanzamento dello scavo rispetto al tracciato teorico impostato

Ad ogni turno

- Calibrazione delle Balance

Per ogni treno saranno controllati :

- Consumo di prodotto condizionante / polimero per mc di terreno scavato (TR) - prodotto 1 Polyfoamer ECO100
- Consumo di prodotto condizionante polimero per mc di terreno scavato (TR) - prodotto 2 Mapedrill XG01
- HBW: Consumo pasta di tenuta
- EP2: Consumo lubrificanti
- Destinazione materiale treno

Si precisa che solo al termine delle indagini litologiche e geologiche, da eseguirsi direttamente sulle piazzole di Santa Barbara come meglio descritto al paragrafo VIII.1.3.1, potremo conoscere la tipologia di materiale mediamente scavato e, sulla base di quelle informazioni, si potrà confrontare il valor medio del TR con la tipologia dei terreni.

## SEZIONE VIII PIANO DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DA EFFETTUARE IN CORSO D'OPERA

Nel presente capitolo si descrivono l'insieme delle attività di campionamento e verifica analitica della qualità dei materiali di scavo, prodotti nell'ambito dei lavori per la realizzazione del Nodo AV di Firenze, per i quali sarà necessario procedere con le indagini ambientali durante la realizzazione dell'opera.

Le procedure di campionamento ed analisi saranno predisposte in un'istruzione operativa fra il CG ed Arpat prevedendo i seguenti aspetti:

- Sito di caratterizzazione e formazione dei cumuli.
- Segnaletica delle piazzole di caratterizzazione
- Comunicazione di inizio caratterizzazione
- Campionamento dalle piazzole di caratterizzazione
- Formazione dei campioni di analisi
- Conservazione dei campioni di analisi
- Trasferimento dei campioni
- Laboratori di riferimento per le analisi
- Metodi di analisi
- Esecuzione analisi (protocollo: granulometrica, SLES, Ecotox, cessione COD)
- Esecuzione analisi (altri parametri)
- Valutazione dei risultati e gestione del materiale di scavo.
- Comunicazione dei risultati delle analisi

Si precisa che tale prescrizione deriva dal punto i) del Protocollo di Verifica Ambientale, nell'ambito del "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo", emesso da ISPRA al termine del secondo Tavolo Tecnico (TT2) e trasmesso dal MATTM al CG con nota DVA.U.00110288 del 15.04.2016 (*"Dovranno essere concordate con l'Autorità di controllo le metodologie di analisi , prelievo e condizionamento e conservazione dei campioni, le modalità di comunicazione del programma dei controlli da parte del CG e i risultati delle analisi. L'autorità di controllo potrà in ogni momento eseguire campionamento autonomi"*).

L'istruzione operativa di cui sopra dovrà essere definitivamente approvata prima dell'avvio delle attività.

Presso il sito di Santa Barbara sarà prevista una baracca di cantiere per i tecnici di Arpat al fine di consentire loro l'esecuzione dei campionamenti. Come stabilito negli incontri presso il MATTM richiamati in premessa, le prove chimico-fisiche, di biodegradazione e geo meccaniche saranno infatti svolte presso laboratori esterni e non direttamente in cantiere.

Tutte le attività di controllo e campionamento saranno eseguite presso il sito di Santa Barbara, senza interrompere le attività di scavo meccanizzato ed il relativo ciclo produttivo, stante la necessità che questo proceda con regolarità e continuità anche in relazione al rispetto dei parametri di progetto per quel che concerne la subsidenza dei terreni e cedimenti attesi.

### **VIII.1.1 Piazzole di campionamento**

Il materiale terrigeno proveniente, via ferro, dai cantieri di produzione della Stazione AV, e Campo di Marte, sarà depositato all'interno di piazzole di caratterizzazione ubicate in posizione adiacente al terminal ferroviario di Bricchette.

In tali aree il materiale terrigeno stazionerà al fine di:

- consentire l'esecuzione dei campionamenti previsti;



- garantire la tracciabilità dei materiali di scavo;
- consentire – per ciò che riguarda i materiali terrigeni provenienti dallo scavo meccanizzato (TBM) di tipo EPB – il naturale processo di biodegradazione degli additivi utilizzati (schiume e polimeri biodegradabili) e l'essiccazione/idratazione dei terreni.

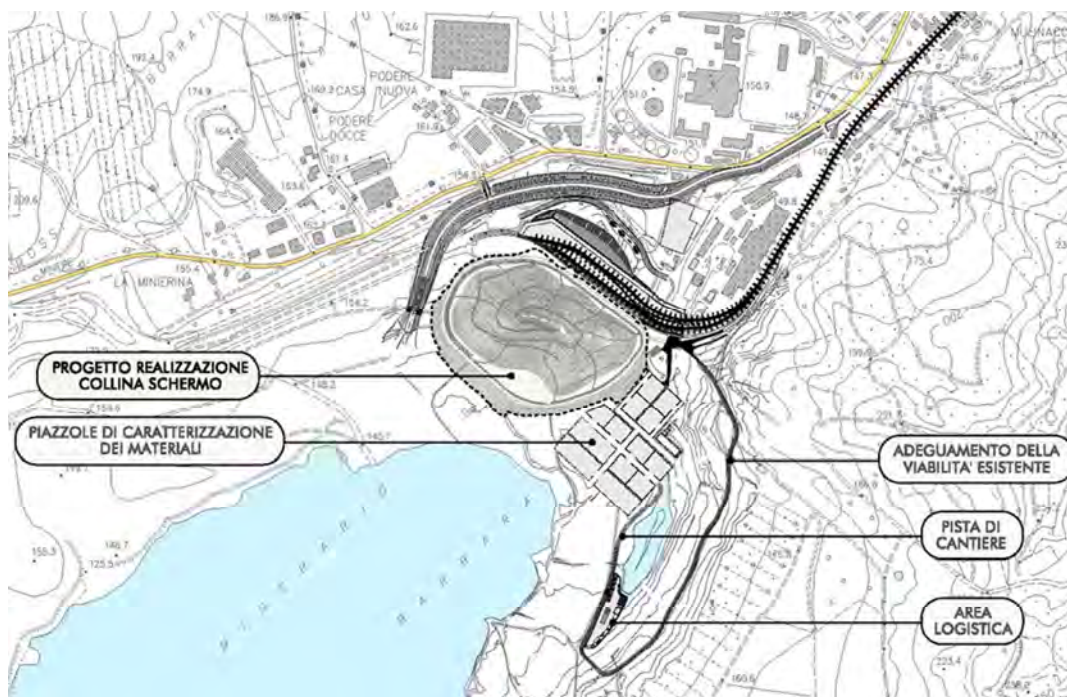
#### VIII.1.1.1 Modalità costruttive piazzole

Per la realizzazione della collina schermo le piazzole previste per il deposito in attesa di esecuzione delle determinazioni analitiche e per la maturazione ed essiccamento dei materiali terrigeni sono attualmente otto, disposte secondo lo stralcio planimetrico di seguito riportato, e presenteranno una superficie di circa 4.200 mq ognuna, delimitate sul perimetro da New Jersey di altezza pari ad 1 m.

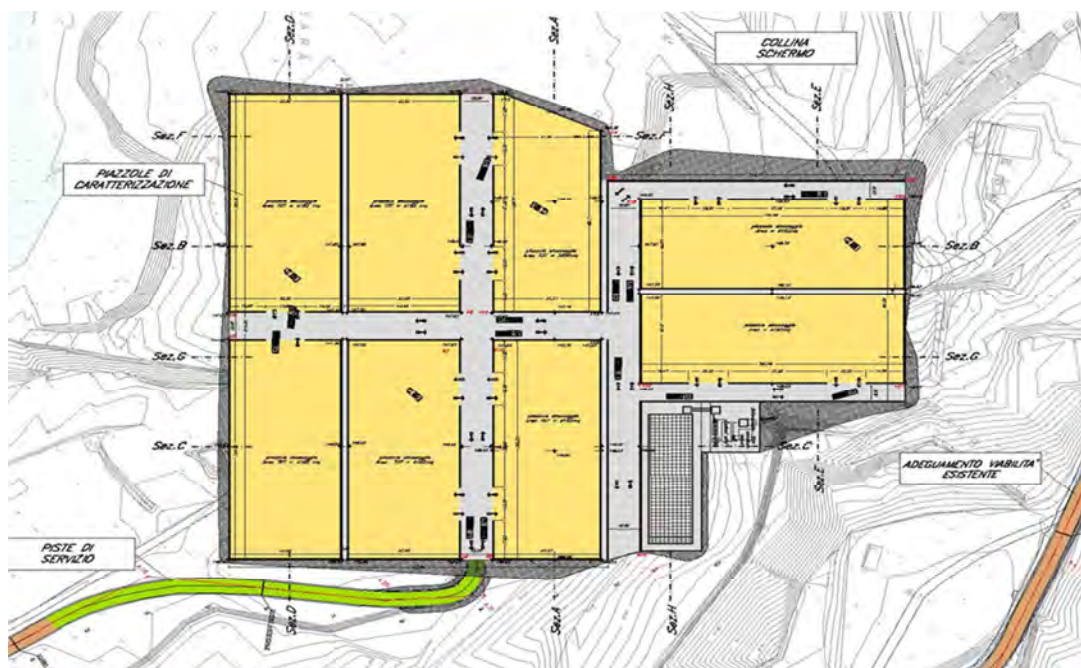
Come anticipato nel § V.1.1, le piazzole sono dotate di una copertura mobile, le cui capriate tramite un sistema di movimentazione motorizzato possono scorrere e, in funzione delle condizioni metereologiche, ricoprire o meno la superficie delle piazzole stesse. In corrispondenza di ogni piazzola sono localizzate due strutture di copertura, le cui dimensioni sono indicativamente di 20 m x 100 m.

La pavimentazione dei piazzali è stata realizzata con una sovrastruttura di tipo rigido, costituita da lastre in cls di spessore 25 cm poggiate su uno strato di calcestruzzo magro con spessore di 10 cm. Per avere una completa garanzia di impermeabilità, tra la soletta in c.a. ed il sottostante strato di livellamento in calcestruzzo magro, è interposto un geocomposito bentonitico. La parte sottostante la pavimentazione è costituita da uno strato di misto granulare stabilizzato di spessore pari a 20 cm.

**Figura 31. Ubicazione delle piazzole – realizzazione collina schermo**



**Figura 32. Dettaglio planimetrico delle piazzole attuali**



Le piazzole sono state realizzate in modo tale da garantire un adeguato smaltimento delle acque meteoriche.

Le acque raccolte dalle piazzole e dalla viabilità di servizio saranno convogliate in una vasca di accumulo, opportunamente strutturata per svolgere anche la funzione di dissabbiatore. Dalla vasca di

accumulo/dissabbiatore l'acqua sarà prelevata tramite pompe e inviata ad un disoleatore e ad un filtro a carboni attivi. L'acqua trattata viene poi in parte accumulata in serbatoi asserviti alle esigenze del cantiere ed in parte inviata, mediante un secondo impianto di sollevamento, allo scarico esistente ed autorizzato il cui allaccio è in prossimità del Terminal Bricchette.

#### VIII.1.1.2 Piazzole di campionamento – Implementazione futura

Nell'ambito del suddetto Protocollo il tempo necessario per la biodegradazione degli additivi utilizzati per lo scavo meccanizzato è stato valutato tra i 14 ed i 28 giorni a seconda della litologia del terreno.

Il tempo di maturazione di 28 giorni, relativo alla quota parte preponderante dello scavo meccanizzato, risulta maggiore di quello previsto nel progetto e sulla base del quale erano stati sviluppati i cicli di produzione, trasporto, stoccaggio provvisorio ed allontanamento per successiva collocazione in collina.

Si rende pertanto necessario adeguare il sistema di piazzole in maniera tale da consentire l'aumentato tempo di stoccaggio senza rallentare il ciclo produttivo.

Per tale motivo è stato ritenuto opportuno disporre i materiali di scavo in un primo tempo in modo da occupare una superficie ampia ed un ridotto spessore (circa ottanta centimetri come già previsto), massimizzando la superficie di contatto con l'atmosfera e la possibilità di lavorare il materiale con i mezzi di cantiere. Successivamente, una volta ridotto il contenuto d'acqua e di prodotti condizionanti, il materiale può essere trasferito in baie in cui viene abbancato per completare il processo di maturazione, conformemente al tempo prescritto dal protocollo del MATTM.

A tal fine è stato previsto l'utilizzo di n. 5 piazzole per asciugatura preliminare (spessore di stesa ottanta centimetri).

Le restanti tre piazzole saranno suddivise in tre baie ciascuna di capienza pari alle piazzole originarie (c.a. 3500 mc sciolti), utilizzando setti alti 4 metri (aree stoccaggio tipo B).

Sarà inoltre necessario prevedere una piazzola aggiuntiva di superficie pari alle altre (circa 1400 mq), in modo tale da avere due baie per ogni piazzola.

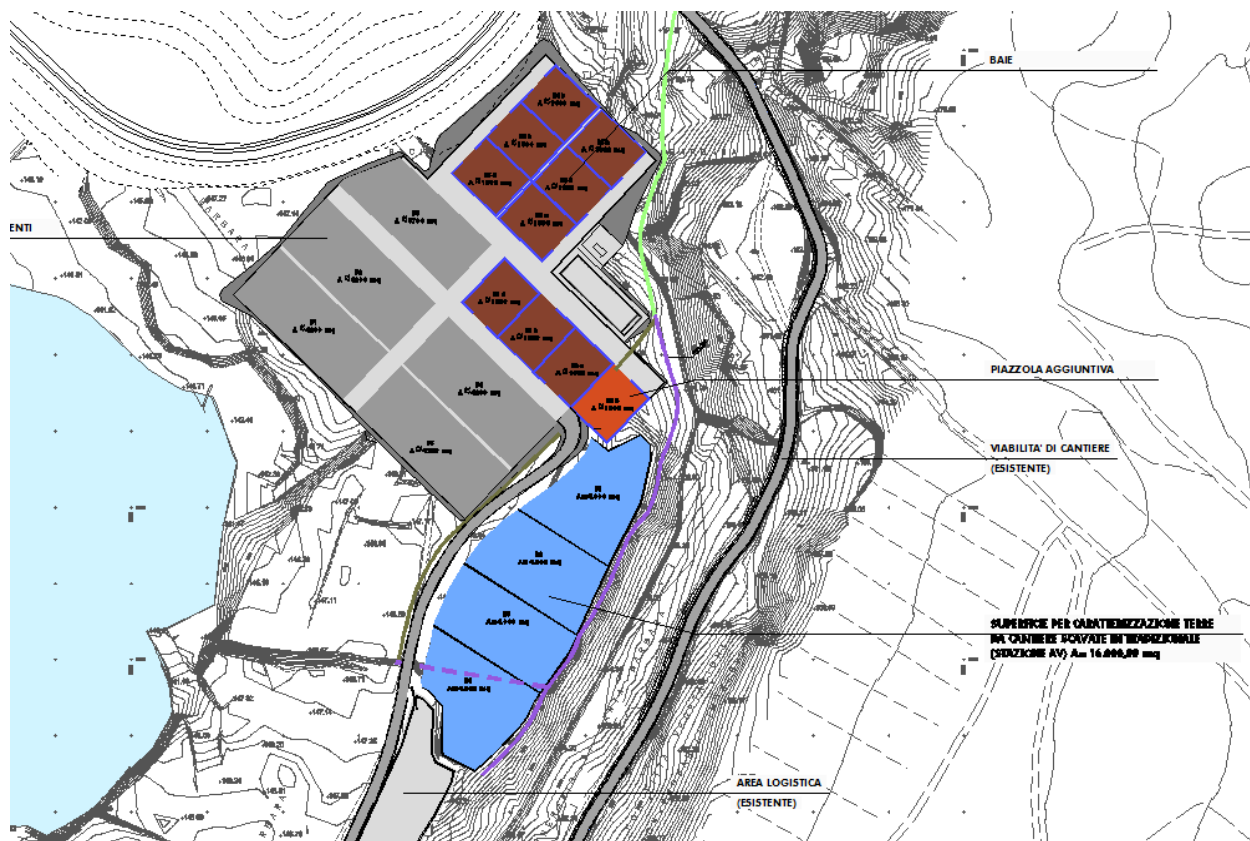
Nel secondo periodo i materiali saranno pertanto stoccati in baie di dimensioni ridotte aumentando, per garantire l'equivalenza dei volumi fra le due piazzole di dimensioni diverse, lo spessore fino ad un massimo di duecentoquaranta centimetri.

Lo stoccaggio dei materiali avverrà in un primo momento su superfici "a ciclo aperto", tali cioè da consentire il rimaneggiamento del terreno; in una seconda fase i materiali saranno abbancati nelle baie "a ciclo chiuso" nelle quali essi vengono mantenuti fino al raggiungimento del tempo indicato dal Protocollo.

Per le terre scavate in tradizionale saranno stata individuata un'ulteriore area, in prossimità delle piazzole esistenti come evidenziato nella figura sottostante, che si estenderà su di una superficie di circa 16.000 m<sup>2</sup>, sulla quale sarà possibile ricavare quattro baie di caratterizzazione di superficie 4.000 m<sup>2</sup>, ciascuna in grado di accogliere circa 5.000 m<sup>3</sup> di materiale.

Le quattro aree di caratterizzazione saranno delimitate da elementi di separazione in modo tale da garantire la tracciabilità dei materiali terrigeni in approvvigionamento.

Per ottemperare alla prescrizione di bagnare i terreni al fine di evitare il sollevamento delle polveri, si prevede per ogni area l'utilizzo di un irrigatore per grandi superfici con gittata massima di 50 metri, per un totale di 4 irrigatori che saranno alimentati dal lago attraverso una motopompa.



**Figura 33 Configurazione delle piazzole a seguito di variante**

In una prima fase saranno utilizzate le piazzole esistenti e, a valle dell'acquisizione delle autorizzazioni necessarie alla definizione della variante progettuale, saranno impiegate le piazzole. Implementate di cui al presente paragrafo.

### **VIII.1.2      *Modalità di campionamento materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo in tradizionale***

Come evidenziato i materiali prodotti nell'ambito dei lavori per la realizzazione del Passante AV e della Stazione AV sono già stati oggetto di indagini e che tali indagini non hanno in generale mostrato evidenza di contaminazione in quanto la maggior parte dei campioni analizzati presenta concentrazioni conformi alle CSC di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.Lgs. 152/2006, mentre solo una minima parte ha evidenziato modesti superamenti dei limiti di cui alla col. A, tab. 1, all. 5, parte IV, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi, pur rispettando i limiti per la destinazione d'uso "commerciale, industriale ed artigianale" (colonna B).

I materiali che presenteranno i limiti di contaminazione fra la colonna A e la colonna B saranno trasportati nel sito alternativo dell'ex Cava Bruni.

La procedura di campionamento prevede – per tutti i materiali terrigeni prodotti nell'ambito degli scavi in tradizionale – la realizzazione di un campione medio composito di una volumetria pari a 3.500 mc, ossia pari al volume stoccato in ciascuna piazzola di campionamento.

Tale approccio è sicuramente molto più cautelativo di quanto previsto dall'allegato 8 (Procedure di campionamento in fase esecutiva e per i controlli e le ispezioni) del DM 161 del 10 Agosto 2012 in quanto lo stesso prevede la deposizione dei materiali in attesa di campionamento in cumuli omogenei di volumetria compresa tra 3.000 e 5.000 mc ed un campionamento di un numero **m** dei totali **n** cumuli realizzabili dall'intera massa pari a:

$$m = k \cdot n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

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

k = costante, pari a 5

Considerando, quindi una volumetria totale pari a circa 621.400 mc che sarà disposta in cumuli di volumetria pari a 3.500 mc avremo::

$$n = 621.400/3.500 = 178 \text{ cumuli}$$

Conseguentemente avremo:

$$m = k \cdot n^{(1/3)} = 5 \cdot 178^{(1/3)} = 28 \text{ da campionare}$$

In tal senso **il previsto campionamento di tutti i cumuli che saranno realizzati (per un totale di 178 cumuli) risulta essere particolarmente cautelativo.**

Il campionamento, come previsto dallo stesso allegato 8 al DM 161 del 10 agosto 2012, 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 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati". In particolare si prevede di formare, per ciascun cumulo omogeneo di volume pari a 3.500 mc e dopo il periodo di maturazione di 14 o 28 giorni in relazione alla tipologia geologica del materiale omogeneo in piazzola, un campione medio composito prelevando da 10 a 20 incrementi rappresentativi della piazzola. In osservanza a quanto prescritto all'interno del "Protocollo" finalizzato all'aggiornato del Piano di Utilizzo terre del Passante AV Nodo Ferroviario di Firenze, le modalità di

campionamento saranno concordate con ARPA Toscana prima dell'avvio del conferimento dei materiali nelle piazzole. 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 di cui al seguente paragrafo.

Al termine di un periodo di sei mesi e di almeno novanta cumuli verificati, alla luce dei risultati ottenuti, potranno essere valutate con l'Autorità di controllo diverse frequenze.

Così come previsto dal "Protocollo", in una prima fase di valutazione della conformità, della durata approssimativa di due mesi, il CG raccoglierà i dati dei test di ecotossicità, per la medesima tipologia di terreno, di almeno 5 campioni compositi (si faccia riferimento alla procedura di confezionamento del campione prevista dal "Protocollo") prelevati da altrettante piazzole di maturazione. I risultati potranno costituire la base di dati per verificare se il test con Vibro fischeri è sempre conforme quando lo è quello FET. In tal caso, a seguito di assenso da parte dell'Autorità di controllo, nella fase successiva di verifica potrà essere usato solo il test con Vibro fischeri.

**I campioni medi prelevati in corrispondenza dei depositi destinati ad ospitare i materiali terrigeni provenienti dallo scavo in tradizionale** dovranno essere privi della frazione grossolana (*alias* scheletro; ossia presentante una granulometria  $\geq 2$  cm), che dovrà essere scartata in campo attraverso l'uso di idoneo vaglio. Parallelamente, nel corso delle operazioni di campionamento, si provvederà a formare un aliquota dello stesso campione *tal quale*. Da un punto di vista operativo, a seguito del prelievo degli incrementi suddetti e all'omogeneizzazione degli stessi al fine di ottenere un campione medio composito del cumulo si procederà come segue:

- Formazione di almeno n. 2 aliquote del campione: una **privata dello scheletro** per l'esecuzione delle determinazioni analitiche previste al paragrafo successivo e l'altra, **tal quale**, che sarà mantenuta nel caso in cui si dovessero osservare – nell'aliquota privata dello scheletro – superamenti delle CSC di cui alla tab. 1, col. A, all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 s.m.i., per l'esecuzione di analisi finalizzate a gestire il materiale terrigeno al di fuori dell'ambito di applicazione del DM161 del 10 Agosto 2012 (ossia in qualità di rifiuto). Ulteriori due aliquote saranno predisposte per l'esecuzione delle analisi finalizzate alla determinazione delle CSC, una a disposizione di ARPA Toscana e l'altra da conservare per eventuali contro analisi.
- Conservazione delle aliquote di terreno prelevate in barattoli di vetro provvisti di chiusura a vite (per la ricerca dei contaminanti persistenti) e in vials (per la ricerca dei VOC e sVOC), opportunamente etichettati e siglati al fine della riconoscibilità;
- Trasporto dei campioni così costruiti al laboratorio incaricato in contenitore refrigerato (+4°C) entro tempi brevi dal prelievo dello stesso;
- Conservazione dei campioni in attesa di analisi in luogo refrigerato (+4°C) presso il laboratorio di analisi.

#### VIII.1.2.1 Determinazioni analitiche di laboratorio

La definizione dei parametri chimici da ricercare e delle metodiche di analisi da utilizzare è funzione dell'utilizzo che si vuole fare del materiale di scavo stesso.

Nel caso specifico, in cui è previsto il riutilizzo dei materiali di scavo prodotti nell'ambito della realizzazione della Stazione AV e del Passante AV per la realizzazione della collina ubicata presso l'area Enel di Santa

Barbara ai sensi del DM 161 del 10 Agosto 2012, questi dovranno essere sottoposti a determinazioni analitiche di laboratorio sui campioni, formati come sopra indicato, volte alla ricerca degli analiti individuati in Tabella 4.1, Allegato 4 del decreto suddetto.

**Tabella 9. Terre provenienti da scavo in tradizionale: check list analitica “2”**

<b>Parametro</b>	<b>UdM</b>	<b>Limiti Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte Quarta, Titolo V D.Lgs. n. 152/2006 smi VERDE PUBBLICO, PRIVATO E RESIDENZIALE</b>
<b>Composti inorganici</b>		
Arsenico	mg/kg s.s.	20
Cadmio	mg/kg s.s.	2
Cobalto	mg/kg s.s.	20
Nichel	mg/kg s.s.	120
Piombo	mg/kg s.s.	100
Rame	mg/kg s.s.	120
Zinco	mg/kg s.s.	150
Mercurio	mg/kg s.s.	1
Cromo Totale	mg/kg s.s.	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	2
<b>Organici Aromatici</b>		
Benzene	mg/kg s.s.	0,1
Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,5
Stirene	mg/kg s.s.	0,5
Toluene	mg/kg s.s.	0,5
Xilene	mg/kg s.s.	0,5
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	mg/kg s.s.	1
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>		
Benzo (a) antracene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (a) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Benzo (b) fluorantene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (k) fluorantene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (g, h, i) perilene	mg/kg s.s.	0,1
Crisene	mg/kg s.s.	5
Dibenzo (a, e) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Dibenzo (a, l) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Dibenzo (a, i) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Dibenzo (a, h) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Dibenzo (a, h) antracene	mg/kg s.s.	0,1
Indenopirene	mg/kg s.s.	0,1
Pirene	mg/kg s.s.	5
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 smi (Calcolo)	mg/kg s.s.	10
<b>Alifatici clorurati cancerogeni</b>		
Clorometano	mg/kg s.s.	0,1
Diclorometano	mg/kg s.s.	0,1
Triclorometano	mg/kg s.s.	0,1
Cloruro di Vinile	mg/kg s.s.	0,01
1,2 - Dicloroetano	mg/kg s.s.	0,2
1,1 - Dicloroetilene	mg/kg s.s.	0,1
Tricloroetilene	mg/kg s.s.	1
Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg s.s.	0,5
<b>Alogenati cancerogeni</b>		
Tribromometano	mg/kg s.s.	0,5
1,2 - Dibromoetano	mg/kg s.s.	0,01
Dibromoclorometano	mg/kg s.s.	0,5



Parametro	UdM	Limiti Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte Quarta, Titolo V D.Lgs. n. 152/2006 smi VERDE PUBBLICO, PRIVATO E RESIDENZIALE
Bromodichlorometano	mg/kg s.s.	0,5
<b>Idrocarburi</b>		
Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	10
Idrocarburi C>12	mg/kg s.s.	50
<b>Altre sostanze</b>		
Amianto (Crisotilo)	mg/kg	1.000

Le *check list* di cui sopra, per quanto da ritenersi funzionale ad uno *screening* generale della qualità chimica dei materiali di scavo, potranno comunque essere ampliate o ristrette, in funzione delle eventuali indicazioni o prescrizioni provenienti degli Enti competenti.

In conformità a quanto previsto dall'Allegato 4 del DM 161 del 10 Agosto 2012 preme sottolineare che, in accordo con quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 s.m.i., le analisi chimiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, capaci di garantire una precisione strumentale tale da poter ottenere valori dieci volte inferiori rispetto alla CSC per la destinazione d'uso sito-specifica.

Le determinazioni analitiche, come anticipato, saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore ai 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro (ossia la frazione granulometrica compresa tra 2 mm e 2 cm).

#### VIII.1.2.2 Verifiche di conformità

In conformità a quanto previsto dall'art 4, co.1, lettera d) DM 161 del 10 Agosto 2012 e dall'allegato 4 relativo, affinché i materiali di scavo possano essere gestiti in qualità di terre e rocce da scavo, le determinazioni analitiche che saranno effettuate come indicato nei precedenti paragrafi dovranno mostrare il rispetto dei limiti indicati in tabella 1, Allegato 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi per la destinazione d'uso sito specifico dei siti di riutilizzo previsti.

Come ampiamente indicato nel § II.2, il sito di riutilizzo individuato presenta prevalentemente una destinazione d'uso "verde pubblico, privato e residenziale" sebbene una parte dello stesso sito sia adibito a destinazione d'uso assimilabile a "commerciale, industriale ed artigianale" secondo la suddivisione fatta dalla Parte quarta, Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi.

Preme ribadire, che pur in presenza delle condizioni che consentirebbero il riutilizzo del terreno conforme alle CSC individuate in tab. 1 col. B all. 5, parte quarta, titolo v del D.Lgs. 152/2006 e smi, a seguito delle prescrizione della Regione Toscana con Delibera nn. 900 e 901 del 15/10/2012, per la realizzazione della collina saranno utilizzati esclusivamente i terreni conformi alle CSC individuate in tab. 1, col. A (verde pubblico, privato e residenziale), all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. 152/2006 smi, mentre i materiali non conformi saranno gestiti in regime di sottoprodotto presso l'ex Cava Bruni direttamente nel sito di produzione.

Gli scenari che si svilupperanno come conseguenza dei risultati analitici che saranno osservati potranno essere i seguenti:

- Caso "A": campione mostrante valori di concentrazione degli inquinanti ricercati inferiori alle CSC di cui alla tabella 1, colonna A (siti a destinazione d'uso "verde pubblico, privato e residenziale"), allegato 5, parte quarta, Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi: il materiale terrigeno sarà collocato a costituzione della collina destinata ad uso "verde pubblico, privato e residenziale" e "commerciale, industriale ed artigianale";
- Caso "B": campione con valori di concentrazione degli inquinanti ricercati superiori alle CSC di cui alla tabella 1, colonna A (siti a destinazione d'uso "verde pubblico, privato e residenziale"), allegato 5, parte quarta, Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi: il materiale terrigeno non potrà essere gestito come sottoprodotto per la realizzazione della Collina Schermo (ai sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006 smi) in quanto a seguito della prescrizione della Regione Toscana con Delibera nn. 900 e 901 del 15/10/2012 è stato dichiarato che per la realizzazione della collina schermo saranno utilizzati esclusivamente i terreni conformi alle CSC individuate in tab. 1, col. A (verde pubblico, privato e residenziale), all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. 152/2006 smi. In tal caso, qualora il materiale sia rispondente alle prescrizioni della Convenzione fra Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l., sarà trasportato al sito di destino alternativo dell'ex Cava Bruni.

I risultati analitici, in relazione ai tempi tecnici minimi, potranno essere indicativamente disponibili in circa sette giorni dopo l'esecuzione del campionamento, salvo diverse indicazioni di analisi e metodiche da parte degli Enti di Controllo. La movimentazione verso i siti idonei (in base alle caratteristiche chimico-fisiche) sarà effettuata solo a conclusione degli accertamenti analitici.

Qualora si dovessero verificare le condizioni di cui al caso "B" suddetto, venendo a mancare i presupposti di cui all'art. 4, co. 1, lettera d) del DM 161 del 10 Agosto 2012, le terre saranno gestite come sottoprodotto nel sito alternativo dell'ex Cava Bruni di Serravalle Pistoiese e, eventualmente, come rifiuto qualora non dovessero soddisfare i criteri di accettabilità imposti alla cava con A.U.A. n. 18 del 27.04.2017.

### **VIII.1.3            *Modalità di campionamento materiali prodotti dall'esecuzione dello scavo meccanizzato con TBM***

Nel presente paragrafo si vanno a descrivere le modalità di campionamento in corso d'opera dei materiali terrigeni che saranno prodotti per la realizzazione delle gallerie del Passante AV che sarà effettuata mediante l'impiego di una fresa a sezione piena, denominata TBM.

A tale proposito si ricorda che, così come richiesto dal MATTM al fine di effettuare un nuovo accertamento del valore delle CSC delle terre risultanti dallo scavo con fresa, condizionate con gli additivi, è stato istituito un Tavolo Tecnico (TT1), coordinato da ISPRA, che si è concluso con la consegna da parte del CNR dell'elaborato tecnico – scientifico "Relazione finale – Attività di sperimentazione sui terreni condizionati derivanti dalla realizzazione del passante AV del nodo di Firenze" e successivo addendum alla Relazione Finale "Sperimentazione geotecnica sui terreni condizionati Nodo AV Firenze".

Il rapporto del CNR si conclude evidenziando che, in riferimento alle analisi eseguite, i materiali prodotti a seguito di scavo meccanizzato con TBM potranno essere utilizzati come terre e rocce da scavo ma a condizione che vengano eseguiti costanti e puntuali verifiche delle qualità del materiale scavato. Si precisa che all'interno del suddetto rapporto non sono contenuti i valori di CSC relativamente alle sostanze condizionanti che saranno utilizzate; inoltre, le attività di ricerca documentale nella banca dati dell'ISS, su

sostanze con una struttura chimica affine alla sostanze in esame (per le quali già si conosce la CSC) e che avrebbe permesso di identificare i valori delle CSC per analogia, non hanno prodotto risultati.

Alla luce di quanto emerso, il MATTM e il CTVA hanno valutato l'opportunità di proseguire lo studio, e, pertanto, nell'ambito dell'attività istruttoria all'epoca ancora in corso, con nota prot. DVA 27549 del 3 novembre 2015, il MATTM incaricò ISPRA di coordinare un nuovo Tavolo Tecnico (TT2), costituito, oltre che da ISPRA, dal CNR, dall'ISS e dall'ARPA Toscana con lo scopo di addivenire rapidamente a uno specifico Protocollo finalizzato all'aggiornamento del PUT.

Le attività del TT2 si sono svolte dal 3 novembre 2015 al 12 febbraio 2016 con la consegna del "*Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze*". Si specifica che tale protocollo è riferito esclusivamente all'utilizzo degli additivi nonché della pasta di tenuta e del lubrificante della fresa utilizzati durante gli scavi, in quanto non compresi nelle sostanze di cui alla Tabella 1 del DM 10 agosto 2012 n. 161 per le quali il D. Lgs. 152/2006 n. 152, Allegato 5 – parte quarta, tab. 1 colonne A e B fornisce le CSC che invece mancano per gli additivi e i grassi.

Il Protocollo di caratterizzazione di cui sopra sarà applicato ai materiali inviati tramite convoglio ferroviario alle piazzole di caratterizzazione e disposti in cumuli di volumetria pari a circa 3.500 mc, corrispondenti a circa 5 convogli di 40 cassoni cadauno.

All'interno delle piazzole il materiale sarà prima steso, fino al raggiungimento di uno spessore pari a circa 0,80 m, e successivamente omogenizzato.

Ogni piazzola sarà identificata dalle seguenti informazioni:

- ✓ data di inizio stesa (data dello scarico del materiale contenuto nel primo cassone) e di fine stesa (data dello scarico del materiale dell'ultimo cassone costituente la piazzola);
- ✓ tipologia di terreno;
- ✓ parametri per il condizionamento (FIR, FER, concentrazione di impiego del prodotto condizionante, consumo TR in litri di prodotto condizionante per mc di terreno scavato teorico);
- ✓ quantità di condizionante;
- ✓ tipologia di polimero ove utilizzato;
- ✓ consumo registrato di pasta di tenuta e di lubrificante.

Il livello di rintracciabilità per le informazioni di cui sopra sarà garantito fino ad un singolo convoglio ferroviario (40 cassoni corrispondente a circa 700 mc di materiale).

La procedura di campionamento prevede, la realizzazione di un campione medio composito di una volumetria pari a 3.500 mc, ossia pari al volume stoccato in ciascuna piazzola di campionamento.

Come previsto dal Protocollo ISPRA, il campionamento sarà effettuato sui cumuli dopo il periodo di maturazione di 14 giorni, nel caso di terreno assimilabile al terreno di tipo 2 e dopo 28 giorni in tutti gli altri casi, prelevando un campione composito rappresentativo del terreno delle piazzole nel suo complesso, costituito da 10-20 "incrementi" prelevati casualmente nell'intero spessore del terreno in maturazione.

L'approccio di prelevare un campione ogni 3.500 mc di materiale stoccato è molto più cautelativo di quanto previsto dall'allegato 8 (Procedure di campionamento in fase esecutiva e per i controlli e le ispezioni) del DM 161 del 10 Agosto 2012 in quanto lo stesso prevede la deposizione dei materiali in attesa di campionamento

in cumuli omogenei di volumetria compresa tra 3.000 e 5.000 mc ed un campionamento di un numero **m** dei totali **n** cumuli realizzabili dall'intera massa pari a:

$$m = k \cdot n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

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

k = costante, pari a 5

Nel caso in oggetto, pertanto, considerando una volumetria totale pari a circa 880.260 mc che sarà disposta in cumuli di volumetria pari a circa 3.500 mc avremo:

$$n = 880.260 / 3.500 = 252 \text{ cumuli}$$

Conseguentemente avremo:

$$m = k \cdot n^{(1/3)} = 5 \cdot 252^{(1/3)} = 32 \text{ cumuli c.a. da campionare}$$

In tal senso **il previsto campionamento di tutti i cumuli che saranno realizzati (per un totale di 252 cumuli) risulta essere particolarmente cautelativo.**

Nel caso in cui, inoltre, durante la fase di scavo si dovessero incontrare rilevanti cambiamenti di litologia o si dovessero avere significative variazioni nell'utilizzo dei parametri di condizionamento adottati (FIR, FER e Cf), saranno costituite piazzole di caratterizzazione omogenee.

Sulla base di quanto previsto dal "*Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze*", la verifica di qualità ambientale del materiale scavato in corso d'opera sarà effettuata in contraddittorio con ARPA Toscana eseguendo su ogni cumulo (volumetria pari a circa 3.500 mc) i seguenti accertamenti:

- 1) Verifica geotecnica (da effettuarsi a fine stesa):
  - ✓ analisi granulometrica;
  - ✓ contenuto in acqua;
  - ✓ prove triassiali.
- 2) Verifica ambientale (da effettuarsi a 28 per terreno 1 e intermedio e 14 giorni per terreno 2):
  - ✓ Test eco-tossicologici con embrioni del pesce Danio Rerio (FET) e con i batterio Vibrio fischeri;
  - ✓ Determinazione della concentrazioni dello SLES (Sodium Lauryl Ether Sulphate)
  - ✓ Determinazioni analitiche di caratterizzazione ambientale di cui alla Tabella 4.1, Allegato 4 del DM 161/2012 per la verifica della conformità ai limiti di cui alla Tabella 1, colonna A, Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/2006;
  - ✓ Test di cessione ex DM 5/2/1998, Allegato 2 e smi per la verifica della conformità del parametro COD al valore indicato di 30 mg/l.

Si precisa che il Protocollo potrà essere applicato solo nel caso in cui le condizioni di scavo determinino un TR uguale o inferiore ai valori riportati nella Tabella sottostante.

**Tabella 10. Valutazione dei consumi dei prodotti utilizzati nel corso dello scavo con fresa TBM (fonte: Tabella 8.1 dello studio del CNR, pag. 131/146)**

Prodotti	Consumi (TR)	Concentrazione di prodotto attesa nel terreno	Concentrazioni di tensioattivo anionico attesa nel terreno (SLES)
Nomi	l/m <sup>3</sup> terreno	mg/Kg	mg/Kg
<b>Terreno 1</b>			
Polyfoamer ECO/100	2,25	1.170	162,6
Pasta di tenuta 1 HBW NG	25 kg/anello di 1,5 m	120	
Lubrificante 2 GR217EP	12,5 kg/anello di 1,5 m	60	
<b>Terreno 2</b>			
Polyfoamer ECO/100	1,75	827	124,9
Mapedril	1,16	527	
Pasta di tenuta 1 HBW NG	25 kg/anello di 1,5 m	109	
Lubrificante 2 GR217EP	12,5 kg/anello di 1,5 m	55	

#### VIII.1.3.1 Protocollo di verifica geotecnica

##### **Analisi granulometrica**

In considerazione del fatto che il materiale derivante dalle attività di scavo avrà, presumibilmente, una composizione granulometrica differente da quella dei due tipi di terreno studiati in laboratorio, sarà necessario eseguire delle verifiche sulla pezzatura di almeno 3 campioni ritenuti rappresentativi del terreno contenuto in ogni piazzola, attraverso l'esecuzione di analisi granulometriche da eseguire per via umida secondo le raccomandazioni AGI 1994, tranne per la definizione della parte fine per la quale si utilizzerà il setaccio n. 200 ATSM.

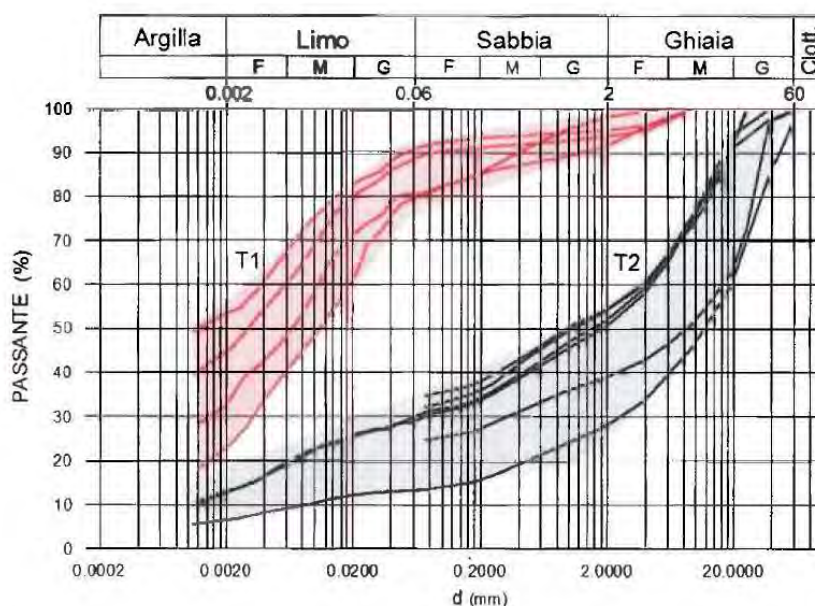
In fase di scavo sarà possibile determinare, sulla scorta dei dati di progetto, le differenti litologie attraversate dalla TBM. Sulla base dei dati dei dati di avanzamento monitorati dalla macchina ed in relazione alle progressive sarà possibile conoscere, con un discreto gradi di attendibilità, la litologia scavata. Resta comunque l'obbligo di effettuare le analisi richieste dal "Protocollo" come di seguito dettagliato.

Sulla base delle analisi svolte, il terreno potrà essere equiparato ai terreni tipo per confronto con la tabella 10 e con i fusi granulometrici di Figura 38.

**Tabella 11. Criterio per il riconoscimento in cantiere dei terreni tipo**

Tipologia terreno	Descrizione	Criterio
Terreno 1	Limo-argilla Limo o argilla sabbioso ghiaioso	Passante al setaccio 0,074 mm >75%
Terreno 2	Ghiaia-sabbia in matrice limoso-argilloso	35% > Passante al setaccio 0,074 mm > 10%

**Figura 34. Fusi granulometrici del terreno di tipo 1 (rosso) e terreno di tipo 2 (nero)**



Nel caso in cui l'analisi granulometrica mostrasse la presenza di terreni intermedi o diversi dal tipo 1 e 2 sarà eseguita una prova Proctor modificata per determinare la densità secca massima e il relativo contenuto in acqua all'ottimo in modo tale da avere un riferimento sullo stato ottimale del terreno al termine del costipamento; la descrizione dettagliata delle modalità di analisi è riportata all'interno del Protocollo di cui all'Allegato 4 del presente documento.

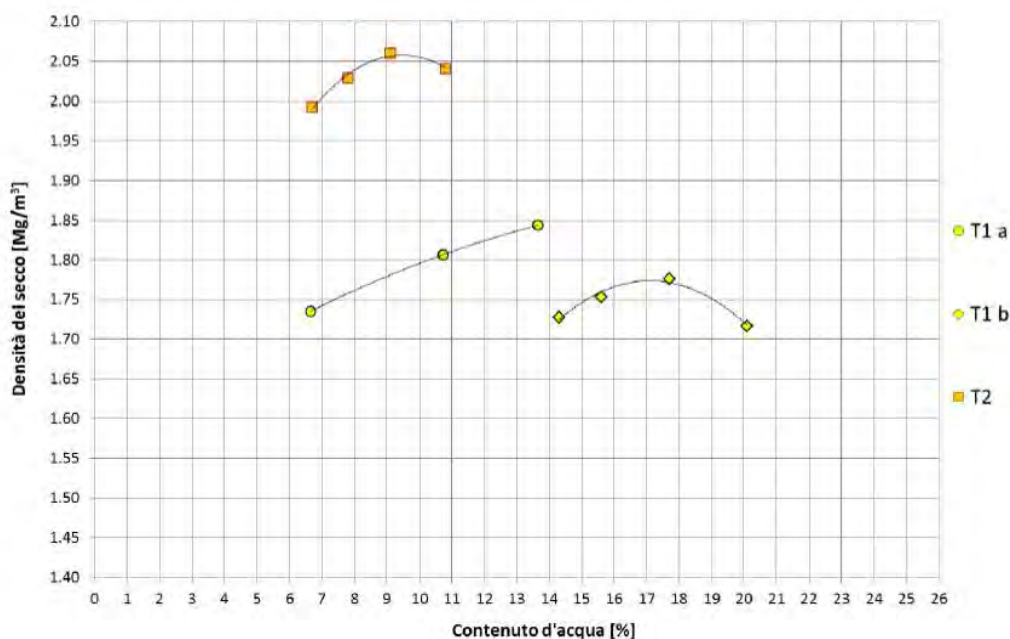
### Determinazione del contenuto in acqua

Per la determinazione del contenuto in acqua, al tempo di maturazione (14 o 28 giorni), saranno prelevati nelle piazzole n. 3 campioni a diverse profondità in almeno tre zone delle piazzole per un totale complessivo di n. 9 campioni.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle Prove Proctor eseguite dal CNR (vedi Figura 39), il contenuto d'acqua misurato dovrà ricadere nei seguenti intervalli:

- ✓ Terreno 1: 10-18%;
- ✓ Terreno 2: 6-12%.
- ✓ Terreni intermedi: si fa riferimento ai risultati della prova Proctor modificata eseguita al punto precedente.

**Figura 35. Curve di costipamento da Proctor Modificata del terreno1 in zolle e del terreno 2 vagliato a 25 mm (fonte: Figura 2.20 dello studio del CNR, pag. 31/146)<sup>5</sup>**



Nel caso in cui per i terreni 1 e 2 il contenuto d'acqua non ricadesse negli intervalli di cui sopra, sarà eseguita, sul terreno del cumulo, una prova Proctor finalizzata a verificare che il terreno non abbia un ottimo diverso da quello di riferimento.

Nel caso in cui il valore di umidità nel terreno non ricadesse nemmeno nell'intervallo stabilito con l'esecuzione della prova Proctor, il terreno sarà portato a livello conforme di umidità o per idratazione o per essiccamento.

<sup>5</sup> T1a terreno di tipo 1 con contenuto d'acqua ottimo pari al 14%

T1b terreno di tipo 1 con contenuto d'acqua ottimo pari al 17%

T2 terreno di tipo 2

L'essiccamento sarà la sola operazioni da svolgersi sui terreni oggetto di specifiche prove Proctor (terreni intermedi).

Una volta determinata al granulometria come previsto dal Protocollo la stessa sarà indicata nel cartello identificativo della piazzola.

### **Resistenza al taglio**

Al fine di verificare che i parametri di resistenza al taglio in tensione dei terreni scavati siano conformi a quelli individuati dalla sperimentazione eseguita dal CNR saranno eseguite delle prove triassiali.

Le prove triassiali saranno eseguite su campioni compattati ad una densità secca superiore al 90% del valore massimo. Tali prove saranno eseguite su ogni 5 cumuli per il terreno di tipo 1 e su ogni 10 cumuli su i terreni di diversa composizione granulometrica.

#### VIII.1.3.2 Protocollo di verifica ambientale

Secondo quanto previsto dal "Protocollo", la verifica di compatibilità ambientale avverrà attraverso l'esecuzione delle seguenti determinazioni/test:

- 1) Test eco-tossicologici con embrioni del pesce Danio Rerio (FET) e con i batterio Vibrio fischeri;
- 2) Determinazione della concentrazioni dello SLES (Sodium Lauryl Ether Sulphate);
- 3) Test di cessione ex DM 5/2/1998, Allegato 2 e s.m.i. per la verifica della conformità del parametro COD;
- 4) Determinazioni analitiche di caratterizzazione ambientale di cui alla Tabella 4.1, Allegato 4 del DM 161/2012 per la verifica della conformità ai limiti di cui alla Tabella 1, colonna A, Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006;

### **Modalità di campionamento**

Al termine del periodo di maturazione (14 o 28 giorni in funzione del terreno scavato) sarà prelevato un campione composito rappresentativo del terreno contenuto nella piazzola nel suo complesso, costituito da 10-20 incrementi prelevati in modo casuale all'interno dello spessore del materiale maturato. Il protocollo di campionamento potrà essere concordato con le autorità di controllo.

### **Test eco-tossicologici con embrioni del pesce Danio rario (FET) e con i batterio Vibrio fischeri**

Al fine di verificare l'assenza di tossicità dei terreni condizionati con additivi, saranno eseguiti test di eco-tossicità con embrione del pesce Danio Rerio e Vibrio Fischeri, sull'elutriato dei campioni prelevati dopo maturazione.

Di seguito si riportano le condizioni di ammissibilità, stabilite a seguito dello studio del CNR, per la qualificazione ai fini ambientali delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze come sottoprodotti:



		Riduzione bioluminescenza massima ammissibile rispetto al bianco	N. minimo embrioni viventi
Terreno 1			
	28	29,00%	14
Terreno 2	14	28,00%	13
	28	28,00%	13

Come stabilito nel Protocollo di caratterizzazione ISPRA, in una prima fase di valutazione della conformità (circa 2 mesi) si procederà a raccogliere i dati dei test eco-tossicologici, per la medesima tipologia di terreno, di almeno 5 campioni compositi prelevati da altrettante piazzole di maturazione.

Se nel corso delle verifiche il test con *Vibrio fischeri* è sempre conforme quando lo è quello FET, previo assenso da parte dell'Autorità di controllo, nelle fasi successive per la verifica della tossicità, potrà essere utilizzato solo il test con *Vibrio fischeri*.

#### **Determinazione della concentrazioni dello SLES (Sodium Lauryl Ether Sulphate)**

Al fine di accertare la biodegradabilità dello SLES si provvederà ad effettuare la sua determinazione, in corrispondenza di ogni piazzola, su campioni di terreno prelevati sia al termine della stesa sia al termine del tempo di maturazione (2 campioni ogni piazzola).

Tali determinazioni sono funzionali ad accertare la biodegradazione dello SLES ma non direttamente a qualificare la natura di smarino dopo maturazione, così come indicato nel "Protocollo di Verifica Ambientale" del "Protocollo" ISPRA inviato con nota DVA.U.0010288 del 15.04.2016 da parte del MATTM.

Le modalità di campionamento saranno quelle già descritte.

#### **Test di cessione ex DM 5/2/1998**

In corrispondenza di ogni piazzola sarà prelevato un campione tal quale, ossia senza scartare la frazione granulometrica maggiore di 2 cm, su cui eseguire il test di cessione ex DM 5/2/1998 per la determinazione del parametro COD il quale dovrà essere inferiore al valore di 30 mg/l. Le modalità di campionamento saranno quelle già descritte.

#### **Determinazioni analitiche di caratterizzazione ambientale**

In aggiunta a quanto sopra, al fine di verificare la possibilità di gestire i materiali provenienti dalle attività di scavo con TBM ai sensi del DM 161/2012, si prevede di eseguire al termine della stesa le analisi di caratterizzazione ambientale per la ricerca dei parametri individuati in Tabella 4.1, Allegato 4 del DM 161/2012 (vedi Tabella 15)

I campioni da sottoporre alle determinazioni analitiche di cui sopra saranno prelevati al tal quale ossia senza scartare la frazione granulometrica maggiore di 2 cm.

Da un punto di vista operativo, a seguito del prelievo degli incrementi suddetti e all'omogeneizzazione degli stessi al fine di ottenere un campione medio composito del cumulo si procederà come segue:

- Formazione di n. 2 aliquote del campione **tal quale** di cui una destinata all'esecuzione delle analisi per la ricerca dei parametri riportati in Tabella 11 e l'altra mantenuta nel caso in cui si dovessero osservare superamenti delle CSC di cui alla tab. 1, col. A, all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi, per l'esecuzione di analisi finalizzate a gestire il materiale terrigeno al di fuori dell'ambito di applicazione del DM 161 del 10 Agosto 2012 (ossia in qualità di rifiuto). Ulteriori due

aliquote saranno predisposte per l'esecuzione delle analisi finalizzate alla determinazione delle CSC, una a disposizione di ARPA Toscana e l'altra da conservare per eventuali contro analisi.

- Conservazione delle aliquote di terreno prelevate in barattoli di vetro provvisti di chiusura a vite (per la ricerca dei contaminanti persistenti<sup>6</sup>) e in vials (per la ricerca dei VOC<sup>7</sup> e sVOC<sup>8</sup>), opportunamente etichettati e siglati al fine della riconoscibilità;
- Trasporto dei campioni al laboratorio incaricato in contenitore refrigerato (+4°C) entro tempi brevi dal prelievo dello stesso;
- Conservazione dei campioni in attesa di analisi in luogo refrigerato (+4°C) presso il laboratorio di analisi.

La check list di seguito proposta va ad ampliare quella prevista nell'elaborato "Piano gestione terre" (cod. elaborato FEW140CZZRGIM0000002C)<sup>9</sup> nell'ottica di:

- a) Uniformare la check list minima all'insieme dei parametri previsti dalla tabella 4.1, allegato 4 del DM 161 del 10 Agosto 2012;
- b) Contestualizzare la check list con la classificazione d'uso del suolo del sito di provenienza che, si rammenta, risulta essere di carattere esclusivamente urbano;
- c) Assicurare – in conformità con quanto previsto dall'allegato 4 del DM 161 del 10 Agosto 2012<sup>10</sup> – la ricerca dei parametri che, in conseguenza dell'additivazione del terreno con schiume e polimeri biodegradabili per la realizzazione dello scavo meccanizzato (TBM), saranno presenti nei materiali di risulta prodotti dalla fresa.

---

<sup>6</sup> Metalli, idrocarburi C>12, amianto

<sup>7</sup> VOC = Volatile Organic Compounds (composti volatili)

<sup>8</sup> sVOC = semi-Volatile Organic Compounds (composti semi volatili)

<sup>9</sup> È importante sottolineare che la check list individuata nell'elaborato "Piano di gestione delle terre" citato aveva recepito le prescrizioni formulate da ARPAT (prot.n. 41951 del 14/05/2008) in merito al documento Piano Gestione Terre edizione 2008 (cod. elaborato FAE600DMARGIA0000001A).

<sup>10</sup> *"Il set di parametri analitici da ricercare dovrà essere definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, **nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera**. Il set minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1 fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare può essere modificata ed estesa in accordo con l'Autorità competente in considerazione delle attività antropiche pregresse"*

**Tabella 12. Terre provenienti da scavo meccanizzato con TBM di tipologia EPB: check list analitica**

“1”

Parametro	UdM	Limiti Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte Quarta, Titolo V D.Lgs. n. 152/2006 smi VERDE PUBBLICO, PRIVATO E RESIDENZIALE
<b>Composti inorganici</b>		
Arsenico	mg/kg s.s.	20
Cadmio	mg/kg s.s.	2
Cobalto	mg/kg s.s.	20
Nichel	mg/kg s.s.	120
Piombo	mg/kg s.s.	100
Rame	mg/kg s.s.	120
Zinco	mg/kg s.s.	150
Mercurio	mg/kg s.s.	1
Cromo Totale	mg/kg s.s.	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	2
<b>Organici Aromatici</b>		
Benzene	mg/kg s.s.	0,1
Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,5
Stirene	mg/kg s.s.	0,5
Toluene	mg/kg s.s.	0,5
Xilene	mg/kg s.s.	0,5
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	mg/kg s.s.	1
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>		
Benzo (a) antracene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (a) pirene	mg/kg s.s.	0,1
Benzo (b) fluorantene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (k) fluorantene	mg/kg s.s.	0,5
Benzo (g, h, i) perilene	mg/kg s.s.	0,1
Crisene	mg/kg s.s.	5
Dibenzo (a, e) pirene	mg/kg s.s.	0,1
<b>Alifatici clorurati cancerogeni</b>		
Clorometano	mg/kg s.s.	0,1
Diclorometano	mg/kg s.s.	0,1
Triclorometano	mg/kg s.s.	0,1
Cloruro di Vinile	mg/kg s.s.	0,01
1,2 - Dicloroetano	mg/kg s.s.	0,2
1,1 - Dicloroetilene	mg/kg s.s.	0,1
Tricloroetilene	mg/kg s.s.	1
Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg s.s.	0,5
<b>Alogenati cancerogeni</b>		
Tribromometano	mg/kg s.s.	0,5
Tribromometano	mg/kg s.s.	0,5
1,2 - Dibromoetano	mg/kg s.s.	0,01
Dibromoclorometano	mg/kg s.s.	0,5

<b>Parametro</b>	<b>UdM</b>	<b>Limiti Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte Quarta, Titolo V D.Lgs. n. 152/2006 smi VERDE PUBBLICO, PRIVATO E RESIDENZIALE</b>
Bromodichlorometano	mg/kg s.s.	0,5
<b>Idrocarburi</b>		
Idrocarburi C<12	mg/kg s.s.	10
Idrocarburi >12	mg/kg s.s.	50
<b>Altre sostanze</b>		
Amianto (Crisotilo)	mg/kg	1.000

### VIII.1.3.3 Verifica di conformità

In conformità a quanto previsto dall'art 4, co.1, lettera c) DM 161 del 10 Agosto 2012 e dall'allegato 4 relativo, affinché i materiali di scavo possano essere gestiti in qualità di terre e rocce da scavo, le determinazioni analitiche che saranno effettuate come indicato nei precedenti paragrafi dovranno mostrare anche il rispetto dei limiti indicati in tabella 1, Allegato 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 smi per la destinazione d'uso del sito specifico (Limiti Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte Quarta, Titolo V D.Lgs. n. 152/2006 smi "Verde Pubblico, privato e residenziale).

Nel caso in cui le prescrizioni di "Protocollo" dovessero essere soddisfatte ma i valori limiti delle CSC fossero fra la Colonna A e la Colonna B, i materiali saranno trasportati presso l'ex Cava Bruni di Serravalle Pistoiese.

### **VIII.1.4 Campo prova del "Protocollo"**

Al fine di mettere a punto le prescrizioni contenute nel "Protocollo", una prima parte del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato sarà gestita fuori dall'ambito della qualifica di sottoprodotto

Il campo prova su una prima parte del materiale proveniente dallo scavo con TBM sarà effettuato in condizioni ambientali quanto più comparabili con quelle che si presenteranno nel sito destino.

Questa soluzione consentirà di mettere in atto tutte quelle procedure di campionamento in contraddittorio con gli Enti di Controllo così come previsto nel paragrafo 2.1 del "Protocollo".

I suddetti materiali saranno gestiti come rifiuto dalla partenza della TBM, dal cantiere Campo di Marte nella Galleria Artificiale denominata "GA02", e compresi indicativamente fra le progressive 1+455 ed 1+762, per un quantitativo stimato in banco di circa 21.000 metri cubi corrispondenti, pressappoco, a 30.000 metri cubi fioriti.

La progressiva di inizio dello scavo per i materiali destinati al campo prova è la prima utile al termine dei tratti consolidati e ad elevata permeabilità nei quali saranno impiegati polimeri aggiuntivi.

Così come i materiali da riutilizzare come sottoprodotto anche il materiale gestito in regime di rifiuto sarà allontanato dal cantiere su treno, utilizzando procedure analoghe a quelle che saranno messe in atto per il trasporto dei materiali di scavo al sito di destino di Santa Barbara, e conferito in un sito in ottemperanza ai

dettami sulla normativa sulla gestione dei rifiuti, ma che altresì consenta a destino, laddove possibile, l'applicazione del "Protocollo".

Le analisi del campo prova dei materiali condizionati saranno effettuate presso l'impianto della società ADRASTEIA s.r.l., sito in Roma, via Canestrini s.n.c., autorizzato, con determinazione n. B6278 del 04/12/2009.

Il sito dispone di spazi e strutture tali da garantire la maturazione delle sostanze biodegradabili utilizzate nel corso delle attività di scavo secondo le tempistiche richiamate nel protocollo, il controllo di dette tempistiche e l'effettuazione, prima dell'avvio a smaltimento definitivo (D1), delle necessarie verifiche analitiche;

L'impianto della ADRASTEIA s.r.l. su richiamato ha, tra l'altro, già svolto attività simili nell'ambito dei lavori di grandi opere, gestendo fino a 3.000 t/g di terre da scavo, acquisendo, nel tempo, le necessarie conoscenze sia sulla tipologia del rifiuto in questione sia sulla gestione di detto rifiuto una volta addizionato con materiali necessari allo scavo attraverso la tecnologia TBM.

Al termine dello scavo del primo tratto di galleria (binario pari), successivo sulla base anche delle risultanze ottenute nell'applicazione e messa a punto del "Protocollo", il materiale sarà gestito in conformità a quanto previsto nel presente documento.

### VIII.1.5 Sintesi delle determinazioni analitiche

Di seguito si riporta un breve prospetto delle determinazioni analitiche che dovranno essere effettuate per ciascuna tipologia di materiale che sarà prodotto.

**Tabella 13. Sintesi dei campioni e delle determinazioni analitiche previste**

Tipologia di Scavo	Cumuli	Campioni	Tipologia analisi	
Scavo in tradizionale	178	178	Caratterizzazione ambientale	Set analitico 2
		178	Classificazione rifiuto e test di cessione	(Eventuale) Classificazione rifiuto
Scavo con fresa TBM	252	756 (n° 3 x cumulo)	Verifica geotecnica	Analisi granulometrica
		2268 (n° 9 x cumulo)		Contenuto d'acqua
		- 1 prova ogni 5 cumuli (terreno 1) - 1 prova ogni 10 cumuli (terreno 2 o altri)		Prove triassiali
		in una prima fase di valutazione della conformità (circa 2 mesi) si procederà a raccogliere i dati dei test ecotossicologici, per la medesima tipologia di terreno, di almeno 5 campioni composti prelevati da altrettante piazzole di maturazione.	Verifica ambientale	Test ecotossicologici
		- 252campioni dopo la stesa - 252campioni dopo la maturazione		Determinazione SLES
		252		Test di cessione DM 5/8/98 per COD
		252		Set analitico 1
		252	Classificazione rifiuto e test di cessione	Eventuale Classificazione rifiuto

I quantitativi eventualmente eccedenti a quelli necessari alla realizzazione della collina schermo saranno conferiti, come sottoprodotti, nel sito descritto al paragrafo II.3

## VIII.2 PIANI DI MONITORAGGIO

All'interno del Parere n. 2309 del 17.02.2017, trasmesso con nota DVA.U.0004437 dal MATTM, la CTVA ha prescritto, per la fase ante operam, in corso d'opera e post operam, l'esecuzione di monitoraggi per la verifica costante sulla presenza di eventuali contaminazioni, in particolare delle acque superficiali e sotterranee.

La Commissione si esprime come segue:

*"Il Proponente provvederà a presentare al MATTM un piano di monitoraggio per tutte le fasi (ante operam, in corso d'opera e post-operam), da concordare preventivamente con ARPAT e da attuarsi lungo il tracciato degli scavi e nei siti di deposito provvisorio, evidenziando i punti oggetto di monitoraggio, le modalità e le relative tecniche, che consenta un costante controllo di eventuali contaminazioni delle acque superficiali e sotterranee, sia durante gli scavi che in fase di deposito provvisorio e deposito finale, verificando la qualità delle acque sia in uscita dagli impianti di trattamento che nei corpi idrici ricettori. In particolare dovrà essere verificato il rispetto dei limiti previsti da:*

- *Allegato II Parte III del D.lgs. 152/06 "Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale";*
- *Allegato V parte III del D.lgs. 152/06 "Tabella 3 - Limiti di emissione degli scarichi idrici";*
- *Allegato V parte IV del D.lgs. 152/06 "Tabella 2 - Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee".*

*Il piano di monitoraggio dovrà essere ampliato, inoltre, per prevedere anche puntuali controlli ed indagini qualitative e quantitative durante la realizzazione dell'intervento e per almeno un anno successivamente alla conclusione dei lavori"*

A seguito di quanto richiesto ed in occasione dell'incontro del 23.03.2017 al MATTM, già citato in precedenza, è stato informato il Ministero dell'esistenza di un Piano di monitoraggio delle acque già eseguito dalla Committente, sia lungo il tracciato sia sul sito di deposito.

Nell'ambito del presente Piano di Utilizzo Terre si riporta una sintesi dei monitoraggi ambientali per le acque superficiali e sotterranee, già previsti dai Piani di Monitoraggio Ambientale del progetto e dal Piano di Monitoraggio ambientale del sito di deposito S. Barbara, precisando le correlazioni con le fasi di scavo.

In riferimento agli scarichi provenienti da impianti di trattamento acque o di prima pioggia, per i quali il CG ha le relative autorizzazioni, sono di seguito specificate le frequenze di campionamento ed i parametri da ricercare.

### VIII.2.1 Premessa

La Committenza, per mezzo della Società Italferr, attua il Piano di Monitoraggio Ambientale che si articola in tre fasi: ante operam, corso d'opera e post operam.

La redazione ed attuazione del Piano di Monitoraggio Ambientale deriva dall'Accordo Procedimentale del 3 marzo 1999, accordo che sanciva l'impegno della Committente, F.S. S.p.A. ora Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., alla realizzazione del Nodo dell'Alta Velocità di Firenze alle condizioni concordate con i Ministeri dell'Ambiente e dei Trasporti, della Regione Toscana, dell'ex Provincia di Firenze e del Comune di Firenze.

Fra le condizioni alla base dell'Accordo vi era la realizzazione di un monitoraggio ambientale la cui applicazione era, ed è, garantita dall'Osservatorio Ambientale di Firenze.

Le relazioni del Piano di Monitoraggio Ambientale della Committenza (di seguito PMA), approvate dall'Osservatorio Ambientale di Firenze e verificate in corso d'opera da ARPAT e ASL, sono redatte per le tre zone di sviluppo dell'infrastruttura: Area Nord Castello – Rifredi, Area Centro Viale Corsica – Viale Belfiore, Area Sud Campo di Marte – Rovezzano (con codifica Italferr rispettivamente: FEW120E22RGIM0000001 – FEW230EE22RGIM0000001 – FEW140EE22RGIM0000001).

Tutta la documentazione è disponibile per la consultazione al sito <http://osservatorioambientale.nododifirenze.it>, all'interno dell'area "Monitoraggio". Gli elaborati citati nella presente relazione e qui allegati sono quelli caricati sul sito indicato.

Il monitoraggio ha lo scopo di:

- Verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- Verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- Garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria;
- Rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti

Le attività di monitoraggio sono eseguite sulle componenti ambientali:

- Acque sotterranee
- Acque superficiali
- Atmosfera
- Rumore
- Vibrazioni alla persona
- Elettromagnetismo



### **VIII.2.2 Monitoraggio acque superficiali e sotterranee lungo il tracciato degli scavi**

Nel presente capitolo si riportano brevemente le tipologie di monitoraggio che sono espresse in dettaglio nelle relazioni del Piano di Monitoraggio Ambientale della Committenza, approvate dall'Osservatorio Ambientale di Firenze e verificate in corso d'opera da ARPAT, per le tre zone di sviluppo dell'infrastruttura: Area Nord Castello – Rifredi, Area Centro Viale Corsica – Viale Belfiore, Area Sud Campo di Marte – Rovezzano (con codifica Italferr rispettivamente: FEW120E22RGIM0000001 – FEW230EE22RGIM0000001 – FEW140EE22RGIM0000001).

Il progetto di monitoraggio ambientale delle acque superficiali e delle acque sotterranee lungo il tracciato degli scavi per la realizzazione del Nodo AV di Firenze, eseguito dalla Committenza per mezzo della società Italferr S.p.A., contiene le indicazioni relative alle sezioni da monitorare, alle metodologie, alle tempistiche di campionamento da applicare ed alle elaborazioni a cui devono essere sottoposti i dati del monitoraggio.

Il PMA è strutturato per tutte le fasi del lavoro ed è suddiviso in: ante operam, in corso d'opera e post-operam.

Italferr S.p.A. è responsabile della corretta esecuzione di tutte le fasi di monitoraggio.

Si precisa, al riguardo, che nel monitoraggio delle acque sotterranee sono analizzati in situ i valori di pH, Temperatura, Conduttività elettrica, Ossigeno disciolto, livelli piezometrici e, attraverso analisi chimico fisiche di laboratorio i parametri Residuo fisso, COD, Metalli, Inquinanti inorganici, Organoalogenati, Idrocarburi, Tensioattivi, Escherichiacoli.

Rientrano pertanto nei valori monitorati anche i tensioattivi presenti nei prodotti utilizzati nello scavo e inseriti nel "Protocollo".

Le postazioni di monitoraggio (ante, in corso e post operam) per le acque sotterranee sono 56. L'elaborato di progetto di riferimento è FEW140EE22N4IM0000005.

Anche per le acque superficiali il monitoraggio in situ ricerca: pH, Temperatura, Conduttività elettrica, Ossigeno disciolto, Potenziale, Portata, altezza idrometrica, mentre nei campioni analizzati in laboratorio sono ricercati COD, Metalli, Inquinanti inorganici, Solidi sospesi totali Idrocarburi, Tensioattivi, Escherichia coli.

Lungo il tracciato sono presenti 5 sezioni di misura per il monitoraggio ante, post ed in corso d'opera. In questo caso l'elaborato contrattuale di riferimento è FEW140EE22N4IM0000005.

Dall'attività di monitoraggio lungo il tracciato sarà pertanto possibile verificare costantemente i parametri ambientali richiamati, che prevede la costante e continua verifica di molti aspetti ambientali, compresi i parametri delle acque sotterranee.

I risultati dei monitoraggi sono pubblicati da Italferr S.p.A. su una piattaforma accessibile previa autorizzazione.

A tale piattaforma il CG ha accesso, per la verifica delle attività eseguite e per visionare i valori rilevati, a seguito di autorizzazione concessa dalla Committenza.

### ***VIII.2.3 Monitoraggio acque superficiali e sotterranee nei siti di deposito provvisorio e finale di S. Barbara***

Nel presente capitolo si riportano, in sintesi, le tipologie e i parametri di monitoraggio che sono esposte in dettaglio nella relazione del Piano di Monitoraggio Ambientale Collina Schermo Riambientalizzazione Area Mineraria S. Barbara riportati nell'allegato elaborato FEW140VZZRHIM0202001E.

Il progetto di monitoraggio ambientale delle acque superficiali nei siti di deposito provvisorio e finale di S. Barbara per la realizzazione della collina schermo, contiene le indicazioni relative alle sezioni da monitorare, alle metodologie, alle tempistiche di campionamento da applicare ed alle elaborazioni a cui devono essere sottoposti i dati del monitoraggio.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque sotterranee invece, l'area interessata dalla costruzione della Collina Schermo, a causa della ridotta permeabilità dei terreni presenti, non presenta una vera e propria falda acquifera ma si riscontra unicamente una modesta circolazione delle acque meteoriche e da rivi che discendono dai rilievi circostanti nell'ambito dei terreni di copertura più permeabili.

Le attività di realizzazione della collina non prevedono scavi e pertanto i lavori non entrano in contatto o alterano il decorso di tale falda superficiale.

Pertanto non è prevista alcuna attività di monitoraggio su questo tema.

Il PMA delle acque superficiali è strutturato per tutte le fasi del lavoro ed è suddiviso in: ante operam, in corso d'opera e post-operam.

Con il PMA Enel Produzione S.p.A. ottempera alle richieste avanzate in sede di procedura V.I.A. nell'ambito della riambientalizzazione dell'area mineraria di Santa Barbara.

### VIII.3 MONITORAGGIO DEGLI SCARICHI IN ACQUE SUPERFICIALI O IN FOGNATURA

#### VIII.3.1 Premessa

Per gli scarichi provenienti da impianti di trattamento acque o di prima pioggia, sono in seguito specificate, per i vari cantieri, le frequenze di campionamento ed i contaminanti da ricercare per ogni autorizzazione allo scarico in acque superficiali o in fognatura.

Tutte le autorizzazioni elencate nei paragrafi seguenti sono vigenti o in corso di rinnovo.

#### VIII.3.2 Scarichi cantiere Campo di Marte

Nel cantiere Campo di Marte, sono attualmente presenti due punti di scarico:

1. Autorizzazione allo scarico in pubblica fognatura di acque reflue industriali e meteoriche contaminate con l'autorizzazione n. 177 del 14/12/2011.

Per gli scarichi in pubblica fognatura di acque reflue industriali, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza trimestrale:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- OLI E GRASSI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO
- NICHEL

Per gli scarichi in pubblica fognatura di acque meteoriche contaminate, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza semestrale:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- OLI E GRASSI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO
- NICHEL

2. Autorizzazione allo scarico in acque superficiali di acque meteoriche contaminate con l'autorizzazione n. 306 del 17/12/2012.

Per tale autorizzazione, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza annuale:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- OLI E GRASSI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO,
- NICHEL

### ***VIII.3.3 Scarichi cantiere Stazione AV***

Nel cantiere Stazione AV, sono attualmente presenti sette punti di scarico:

1. Autorizzazione allo scarico in pubblica fognatura di acque reflue meteoriche contaminate con l'autorizzazione n. :

- 168 del 30.08.2012 Ex Centrale del Latte;
- 169 del 30.08.2012 Ex-Macelli;
- 170 del 30.08.2012 Corridoio Attrezzato RAMO A;
- 171 del 30.08.2012 Corridoio Attrezzato RAMO B;
- 172 del 30.08.2012 RAMO Belfiore;

Per tali autorizzazioni, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza semestrale:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- OLI E GRASSI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO,
- NICHEL

2. Autorizzazione allo scarico in pubblica fognatura di acque reflue meteoriche contaminate e acque reflue industriali con l'autorizzazione n. 200 del 20.09.2012 - Pozzo Costruttivo Nord.

Per tale autorizzazione, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza semestrale:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- OLI E GRASSI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO,
- NICHEL

3. Autorizzazione allo scarico in corpo idrico superficiale di reflui industriali e acque meteoriche di prima pioggia provenienti dall'attività di cantiere con l'autorizzazione n. 1427 del 17.04.2013.

Per tale autorizzazione, sono eseguite le seguenti analisi con cadenza trimestrale:

- PH,
- COD,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- TENSIOATTIVI TOTALI,
- OLI ANIMALI / VEGETALI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- FENOLI.

#### ***VIII.3.4 Scarichi cantiere Santa Barbara – Terminal Bricchette***

Nel cantiere Santa Barbara – Terminal Bricchette, sono attualmente presenti tre punti di scarico su corpo idrico superficiale:

1. Autorizzazione allo scarico in corpo idrico superficiale di meteoriche di dilavamento provenienti dalle piazzole di caratterizzazione, area logistica e area costruttiva a servizio della realizzazione della collina schermo con provvedimento dirigenziale n. 51/EC del 18/04/2013 rilasciato dalla Provincia di Arezzo.

Come specificato dall'autorizzazione, contestualmente all'attivazione dello scarico sono state effettuate le analisi di:

- PH,
- COD,
- BOD5,
- SOLIDI SOSPESI TOTALI,
- SOLFATI,

- CLORURI,
- ALLUMINIO,
- ARSENICO,
- BARIO,
- BORO,
- CROMO ESAVALENTE,
- FERRO,
- MANGANESE,
- MERCURIO,
- SELENIO,
- TENSIOATTIVI ANIONICI,
- TENSIOATTIVI CATIONICI,
- TENSIOATTIVI NON IONICI,
- IDROCARBURI TOTALI,
- PIOMBO,
- CADMIO,
- CROMO TOTALE,
- RAME,
- ZINCO
- NICHEL

Una volta iniziato il conferimento dei materiali di scavo provenienti dal Nodo AV di Firenze, inizieranno le campagne di monitoraggio delle acque del Lago di Castelnuovo ogni quattro mesi nel corso del primo anno con le metodologie e i parametri riportati nell'elaborato FEW140VZZRHIM0202001E.

2. Autorizzazione allo scarico in corpo idrico superficiale di acque di prima pioggia derivanti dal dilavamento del Terminal Ferroviario con provvedimento dirigenziale 274/EC del 29/07/2015 rilasciato dalla Provincia di Arezzo.