

Appendice 1

Caratterizzazione ambientale terre e rocce da scavo

**Caratterizzazione ambientale terre e
rocce da scavo – Impianto Pilota
Geotermico Montenero**

Committente: Steam srl - Pisa

29 luglio 2015

Riferimenti

Titolo Caratterizzazione ambientale terre e rocce da scavo – Impianto Pilota Geotermico Montenero
Cliente Steam srl
Redatto Alberto Riva

Verificato e Paolo Picozzi
Approvato Riccardo Corsi

Numero di progetto 2363_00
Numero di pagine 20 (esclusi gli allegati)
Data 29 luglio 2015

Tauw Italia S.r.l.
Piazza Leonardo da Vinci, 7
20133 Milano
Telefono +39 02 26 62 61 1
Fax +39 02 26 62 61 52

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tauw Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tauw Italia che opera in conformità con gli standard di qualità ed è accreditata:

- UNI-EN-ISO 9001:2000

Indice

Riferimenti	3
1 Premessa e sintesi dei risultati.....	7
2 Inquadramento territoriale.....	10
2.1 Assetto geologico strutturale del territorio	10
2.2 Assetto geomorfologico e stratigrafico	11
3 Attività di indagine svolta.....	12
3.1 Individuazione aree oggetto di scavo e reinterri.....	12
3.2 Ubicazione sondaggi	13
3.3 Esecuzione delle indagini ed analisi.....	14
4 Esiti delle indagini.....	18
4.1 Assetto litologico	18
4.2 Analisi chimiche.....	18
5 Conclusioni.....	19

Allegati

Allegato 1 – Documentazione fotografica

Allegato 2 – Certificati di analisi

Tavole:

Tavola 1 : Ubicazione sondaggi tracciato tubazione reiniezione

Tavola 2 : Ubicazione sondaggi area MN1 e ORC

Tavola 3 : Ubicazione sondaggi area MN2

1 Premessa e sintesi dei risultati

Tauw Italia S.r.l. con sede in Milano ha ricevuto incarico dalla società Steam S.r.l., con sede in Pisa, per l'esecuzione di una indagine di caratterizzazione ambientale dei terreni che saranno oggetto di scavo nell'ambito della realizzazione di un Impianto Pilota geotermoelettrico denominato "Montenero" ubicato nel territorio comunale di Castel del Piano in provincia di Grosseto.

Il progetto pilota Montenero presentato dalla società Gesto Italia Srl ha già ottenuto parere favorevole dal CIRM/MiSE nella seduta del 27 novembre 2014, come da comunicazione MiSE del 30 luglio 2015 n°. 0017869

L'impianto ORC, le postazioni di produzione e reiniezione e le tubazioni di collegamento impianto-pozzi sorgeranno su un'area collinare con blandi pendii e pertanto si rende necessario un intervento di rimodellamento dei versanti mediante attività di sbancamento e reinterro dei terreni naturali presenti al fine di livellare la superficie su cui saranno realizzati gli impianti stessi.

Le attività di scavo riguardano in particolare due aree distinte su cui sorgeranno gli impianti denominate (vedi **Figura 1.1**):

- MN1 (postazione di produzione) + Impianto ORC
- MN2 (postazione di reiniezione)

Ulteriore attività di scavo è correlata alla posa nel sottosuolo della tubazione di reiniezione che collega le due aree citate.

Al fine di verificare la sussistenza delle condizioni per la gestione dei terreni che verranno scavati, di cui la maggior parte verrà impiegata per reinterri all'interno dell'area di cantiere ed una minima parte (in esubero) allontanata dal sito, sono state condotte sui terreni in oggetto attività di indagine ambientale con campionamenti ed analisi chimiche di laboratorio.

Le indagini sono state eseguite conformemente alle indicazioni del D.M. 161/2012 relativamente al riutilizzo delle terre e rocce da scavo; i risultati analitici sono stati confrontati con le CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) di cui alla tabella 1 Colonna A (uso del suolo a verde residenziale) e Colonna B (uso del suolo a commerciale – industriale) del D. Lgs 152/06 Titolo IV, Allegato 5.

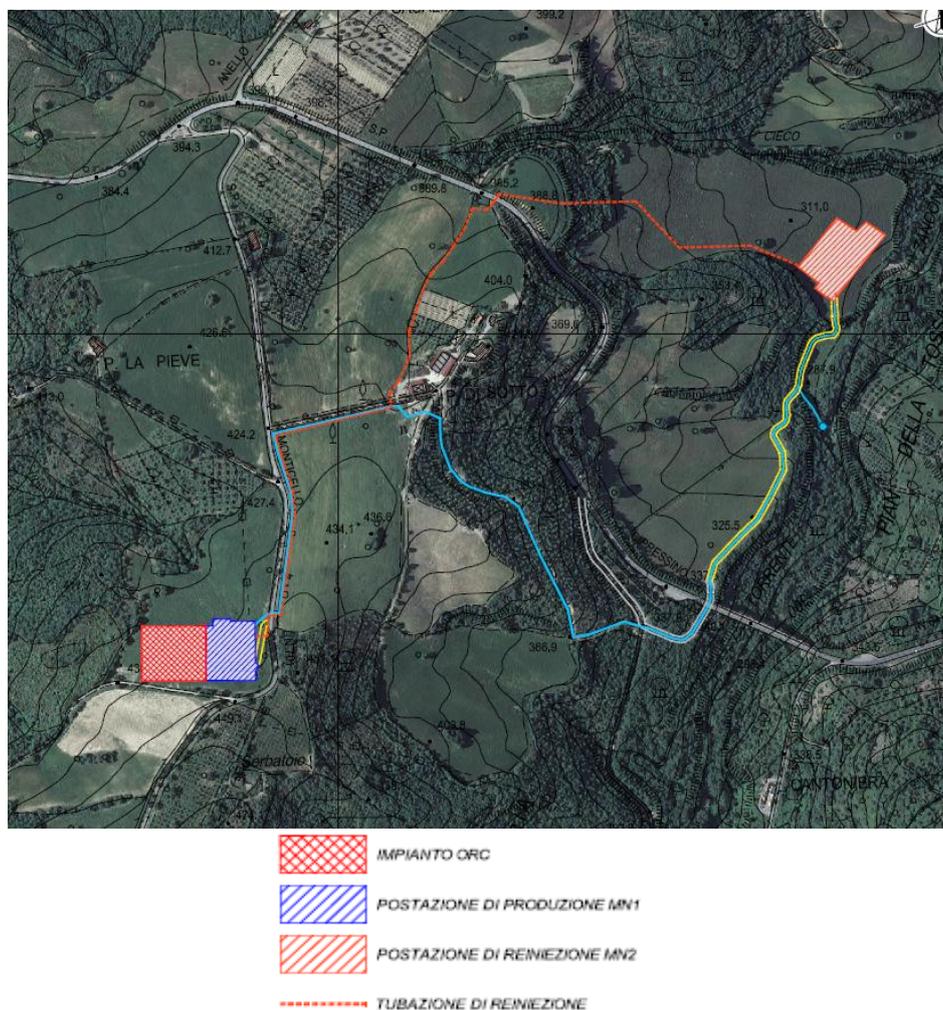


Figura 1.1 – Ubicazione aree di indagine

Le attività di indagine in campo sono state eseguite nei giorni 15 e 16 luglio 2015.

Nelle seguenti **Tabella 1.1** e **Tabella 1.2** sono riportati in sintesi gli esiti delle attività di laboratorio svolte.

Sulla base dei dati analitici ottenuti è emerso che la qualità del sottosuolo è conforme ai requisiti della normativa ambientale vigente sia per aree ad utilizzo verde – residenziale aree che ad utilizzo commerciale/industriale.

Il sito in esame può quindi considerarsi come non contaminato.

Tabella 1.1 – Sintesi risultati indagini

MATRICI INDAGATE	CONFORMITA'	MOTIVO	ATTIVITA' DI BONIFICA	STIMA COSTI DI BONIFICA (€)
	USO COMMERCIALE INDUSTRIALE			
SOTTOSUOLO INSATURO	SI	Nessun Superamento delle CSC indicate nella tabella 1 Colonna B del D. Lgs 152/06 Titolo IV, Allegato 5, aree ad uso commerciale/industriale.	Attività di bonifica non necessaria <u>Sito non contaminato</u>	n.a.*
MATRICI INDAGATE	USO VERDE RESIDENZIALE	MOTIVO	ATTIVITA' DI BONIFICA	STIMA COSTI DI BONIFICA (€)
SOTTOSUOLO INSATURO	SI	Nessun Superamento delle CSC indicate nella tabella 1 Colonna A del D. Lgs 152/06 Titolo IV, Allegato 5, aree ad uso verde pubblico e residenziale.	Attività di bonifica non necessaria <u>Sito non contaminato</u>	n.a.*

* non applicabile

Tabella 1.2 – Altre problematiche ambientali

ALTRE PROBLEMATICHE AMBIENTALI	CONFORMITA'	MOTIVO	ATTIVITA' PREVISTA	STIMA COSTI INTERVENTO (€)
Riporti	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.
EDIFICI	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.*
SERBATOI INTERRATI	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.*
VASCHE INTERRATE	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.*
RIFIUTI	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.*
IMPIANTI	n.a.	Non presenti	Nessuna	n.a.*

* non applicabile

Tutto ciò premesso la presente relazione contiene:

- descrizione generale del sito
- attività di indagine svolta
- risultati e valutazioni

Si segnala che le informazioni relative all'inquadramento generale del sito e alle caratteristiche degli impianti, trattate in sintesi nella presente relazione, sono state desunte dalla documentazione progettuale esistente e già inoltrata alle autorità competenti a cui si rimanda per ogni dettaglio.

2 Inquadramento territoriale

2.1 Assetto geologico strutturale del territorio

L'area del Permesso di Ricerca Montenero per lo Sviluppo di un Impianto Pilota è situata nel bordo nordoccidentale della grande anomalia geotermica del Monte Amiata, a circa 10 km a Nord-Ovest del campo geotermico di Bagnore, compreso nella omonima Concessione di coltivazione geotermica di Enel Green Power.

La storia geologica della zona circostante il Monte Amiata è molto complessa, comprendendo eventi sedimentari e tettonici che si sono susseguiti tra il Mesozoico (Giurassico, 200 milioni di anni fa) ed il Quaternario recente (150 mila anni fa).

Il Vulcano del Monte Amiata si trova al centro di un'area fortemente sollevata come testimoniato dalla presenza di sedimenti marini Mio- Pliocenici a quote comprese tra 600 e 1.000 m.

Il sollevamento della zona amiatina è conseguente alla risalita di una grande intrusione magmatica anatettica, lunga 50 km e larga 35 km, all'interno delle successioni del Basamento metamorfico (Gianelli et al, 1988). Questo corpo, attualmente in raffreddamento, è situato ad una profondità ipotizzata fra i 4 ed i 7 km (Batini et al., 1986; Gianelli et al, 1988; Marinelli et al, 1993; Acocella, 2000).

La dorsale dell'alto strutturale di Montalcino Castellazzara deriva dall'attività tettonica compressiva sin-collisionale occorsa tra l'Oligocene superiore ed il Miocene medio, che ha determinato la sovrapposizione delle liguridi s.l. al di sopra della Falda Toscana (a sua volta avanscorsa sulle unità metamorfiche) ed anche dall'attività di sistemi di faglie normali ad alto angolo sviluppatasi durante le successive fasi tettoniche distensive nel Miocene Sup.-Pliocene.

In particolare, per quanto riguarda la tettonica sin-collisionale, sono evidenti nell'area numerose superfici di sovrascorrimento che non solo portano all'impilamento delle Unità Liguri e sub-Ligure sulla Falda Toscana, ma anche a raddoppi tettonici all'interno delle suddette Unità (Brogi & Lazzarotto, 2002; Pandeli et al., 2005).

Questo stile tettonico sembra anche caratterizzare la sequenza paleozoica del sottostante "Basamento Metamorfico". Nell'ambito della dorsale del Monte Amiata, il basamento metamorfico dei campi geotermici di Bagnore e Piancastagnaio è caratterizzato da strutture tipo "Duplex" (Bertini et al., 1995; Pandeli et al., 1988).

Tale complesso edificio strutturale è stato interessato, a partire dal Miocene medio superiore, da fenomeni estensionali sin e post collisionali che, con sistemi di faglie normali a basso angolo, hanno disarticolato non solo le formazioni del Dominio Toscano (Falda Toscana - nella quale sono presenti localmente vistose elisioni tettoniche – Serie Toscana Ridotta Auct.) ma anche quelle della più complessa sequenza tettonica delle Liguridi e sub - liguridi (Pandeli et al., 2005). Gli obiettivi del lavoro svolto possono essere così individuati:

2.2 Assetto geomorfologico e stratigrafico

Le aree di intervento sono localizzate all'interno di due pianori leggermente ondulati con pendenza dei versanti molto blanda; non sono stati riscontrati elementi che possano far pensare a movimenti di tipo gravitativo od a fenomeni di erosione accelerata delle porzioni di versante sulle quali si prevedono le opere di progetto.

I versanti sono costituiti da formazioni sedimentarie con litotipi marnosi e calcareo marnosi caratterizzati da una debole scistosità.

Lo schema stratigrafico individua due terreni: un substrato argilloso/litoide ("Flysch di Monteverdi Marittimo") e una coltre di alterazione soprastante di spessore variabile attorno ai 2.0 m la cui presenza è stata messa in evidenza dalle indagini svolte.

Le acque di precipitazione sono drenate con regolarità da tutta una serie di piccoli corsi d'acqua a carattere stagionale, alimentati esclusivamente dalle piogge, che rimangono asciutti per gran parte dell'anno.

La rete idrografica superficiale è ben sviluppata a testimonianza di una generale scarsa permeabilità dei terreni argillosi.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, il complesso argilloso-litoide che costituisce il Flysch è da considerare un complesso a permeabilità medio - bassa, che non permette quindi accumuli interni di riserve idriche; l'assenza di strutture idrogeologiche è testimoniata anche dalla assenza di sorgenti o di altri punti di presa di acqua destinata al consumo umano in tutta l'area indagata.

Una possibile circolazione idrica si può saltuariamente instaurarsi all'interno della coltre di alterazione che ricopre il substrato, in concomitanza con i periodi più piovosi dell'anno; al momento dell'indagine, soltasi in un periodo molto secco, non è stata rilevata presenza di acqua nei sondaggi svolti.

3 Attività di indagine svolta

3.1 Individuazione aree oggetto di scavo e reinterri

L'impianto pilota geotermico di Montenero sarà costituito in sintesi dai seguenti componenti principali:

- n.3 pozzi di produzione (tutti nella stessa postazione MN1) di acqua calda, dotati ciascuno di pompa di sollevamento;
- l'impianto ORC (adiacente a MN1), che consentirà la produzione di energia elettrica attraverso il recupero di calore dall'acqua calda geotermica;
- n.3 pozzi di reiniezione dell'acqua geotermica che risulta raffreddata a seguito dello scambio termico avvenuto nell'impianto ORC, tutti ubicati nella stessa area (MN2);
- una tubazione di collegamento dell'acqua raffreddata in uscita dall'impianto ORC sino ai pozzi di reiniezione.

Le aree dove sono previste attività di scavo/reinterro per la realizzazione delle opere sono quindi rappresentate da:

- area di produzione MN1 con adiacente centrale ORC: circa 15.000 mq
- area di reiniezione MN2: circa 8.100 mq
- area di posa tubazione reiniezione: circa 1.500 metri lineari di sviluppo (collegamento ORC e MN2).

Per quanto riguarda le aree MN1, MN2 e ORC, si prevede un rimodellamento del pendio esistente mediante sbancamento dei terreni nelle porzioni rialzate (a maggior quota) e posa degli stessi a valle nelle zone ribassate al fine di ottenere un livellamento che consentirà la edificazione delle opere civili previste.

La maggior parte del terreno scavato in queste aree sarà pertanto riutilizzato in loco all'interno delle aree di cantiere per il reinterro e le sistemazioni varie dell'area di cantiere e la parte eccedente sarà inviata ad idonei centri di recupero/smaltimento.

Per quanto riguarda il tracciato di collegamento ORC – MN2, la tubazione di reiniezione sarà posata su terreno agricolo e la profondità di scavo sarà tale da evitare interferenze con gli attrezzi utilizzati per le lavorazioni agricole.

Il terreno scavato sarà in parte utilizzato per il rinterro e in parte conferito ad idonei centri di recupero/smaltimento.

3.2 Ubicazione sondaggi

Ai fini della caratterizzazione del sottosuolo oggetto di scavo, si sono seguiti i criteri indicati all'Allegato 2 del D.M. 161/12 che prevede un numero di sondaggi pari a:

- per aree < 2.500 m² – minimo 3;
- per aree 2.500 – 10.000 m² – 3 + 1 ogni 2.500 m²;
- per aree > 10.000 m² – 7 + 1 ogni 5.000 m²;
- per opere lineari – 1 ogni 500 metri.

Nel caso specifico per le aree in esame sono state quindi individuate le seguenti quantità di sondaggi:

Tabella 3.1 – Riepilogativo quantità sondaggi svolti

Area	Estensione/lunghezza	n. sondaggi
MN1 + ORC	circa 15.000 mq	8
MN2	circa 8.000 mq	6
Tracciato tubazione	circa 1.500 metri lineari.	3

Per quanto riguarda le aree MN1, MN2 e ORC, prevedendo un rimodellamento del pendio esistente mediante sbancamento dei terreni nelle porzioni rialzate (a maggior quota) e rinterro a valle delle stesse nelle zone ribassate, è stato eseguito un maggior numero di sondaggi nelle zone oggetto di scavo (parte alta delle aree) garantendo una maggior rappresentatività della qualità dei terreni che verranno scavati; nelle zone ribassate sono comunque stati realizzati sondaggi al fine di avere un dato di qualità anche per tali zone dove andranno riposizionati i terreni scavati.

Nelle **Tavole 1, 2 e 3** sono riportati i posizionamenti dei 17 sondaggi realizzati.

3.3 Esecuzione delle indagini ed analisi

L'indagine ambientale sul sottosuolo è stata condotta nelle giornate del 15 e 16 luglio 2015 ed è consistita nella realizzazione di n° 17 scavi geognostici spinti alla profondità di 2,0 metri dal piano campagna.

Gli scavi, siglati da SC1 a SC17, sono stati realizzati mediante escavatore meccanico con la formazione di n° 2 cumuli di terreno per ogni scavo, corrispondenti al primo e secondo metro scavato.

Per ogni scavo è stata realizzata la descrizione litologica del materiale estratto e raccolta la documentazione fotografica.

In **Allegato 1** viene riportata la documentazione fotografica delle attività.

Nella seguente **Tabella 3.2** viene rappresentata la distribuzione degli scavi nelle tre aree di intervento.

Tabella 3.2 – Riepilogativo ubicazione sondaggi

Area	Sigla scavi	n. sondaggi
MN1 + ORC	Sc1 – SC8	8
MN2	Sc12 – Sc17	6
Tracciato tubazione	Sc 9 – Sc 11	3

Da ogni scavo sono stati prelevati n° 2 campioni di terreno medio rappresentativi del primo e del secondo metro.

In totale sono stati prelevati ed analizzati n° 34 campioni di terreno.

Il sito non è stato oggetto di pregresse lavorazioni con sostanze *marker* di contaminazione e si trova lontano da strade ad intenso traffico veicolare; in tal senso le analisi chimiche hanno previsto la ricerca dei seguenti parametri individuati sulla base dell'Allegato 4 del D.M. 161/2012:

- Idrocarburi Pesanti (C>12);
- Metalli: As, Cd, Co, Ni, Pb, Zn . Hg, Cr tot, Cr VI;
- Amianto

I campioni sono stati confezionati in aliquota singola in modo tale da essere rappresentativi del metro di spessore interessato previa vagliatura del materiale al setaccio con luce di 2 cm.

Nel corso delle indagini non sono state rilevate anomalie organolettiche o visive.

Tutti i campioni sono stati identificati mediante etichettatura riportante le seguenti informazioni:

- luogo;
- data prelievo;
- identificativo carotaggio;
- identificativo campione;
- quota prelievo.

Le analisi chimiche son state svolte dal laboratorio Chelab S.r.L. di Resana (TV) accreditato ACCREDIA; nella seguente **Tabella 3.3** vengono indicate le metodiche di analisi utilizzate.

Tabella 3.3 – Metodiche di analisi

Parametro	Metodica
Idrocarburi pesanti (HC>12)	ISO 16703:2004
As, Cd, Co, Ni, Pb, Zn	DM 13/09/1999 GU N°248 21/10/1999 MET.XI.1 + EPA 6010 C 2007
Hg, Cr tot, Cr VI	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992
Amianto	DM06/09/94 ALL. 1B

Nella seguente **Tabella 3.4** vengono riepilogate le informazioni relative agli scavi, alle quote dei campioni ed alle analisi chimiche effettuate.

Tabella 3.4 – Riepilogativo sondaggi, campioni e analisi

Sigla sondaggio	Profondità sondaggio (m da p.c.)	Anomalie	Sigla Campione	Profondità Campione (m da p.c.)	Analisi Chimiche
Sc 01	2,0	NO	Sc 01/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 01/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 02	2,0	NO	Sc 02/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 02/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 03	2,0	NO	Sc 03/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 03/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 04	2,0	NO	Sc 04/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 04/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 05	2,0	NO	Sc 05/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 05/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 06	2,0	NO	Sc 06/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 06/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 07	2,0	NO	Sc 07/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 07/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 08	2,0	NO	Sc 08/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 08/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 09	2,0	NO	Sc 09/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 09/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 10	2,0	NO	Sc 10/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 10/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 11	2,0	NO	Sc 11/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 11/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 12	2,0	NO	Sc 12/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 12/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 13	2,0	NO	Sc 13/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 13/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 14	2,0	NO	Sc 14/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 14/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 15	2,0	NO	Sc 15/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 15/2	1,0 – 2,0	A+B+C

Sigla sondaggio	Profondità sondaggio (m da p.c.)	Anomalie	Sigla Campione	Profondità Campione (m da p.c.)	Analisi Chimiche
Sc 16	2,0	NO	Sc 16/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 16/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Sc 17	2,0	NO	Sc 17/1	0,0 – 1,0	A+B+C
			Sc 17/2	1,0 – 2,0	A+B+C
Parametri Chimici					
A	Idrocarburi Pesanti (C>12)				
B	Metalli: As, Cd, Co, Ni, Pb, Zn . Hg, Cr tot, Cr VI				
C	Amianto				

4 Esiti delle indagini

4.1 Assetto litologico

Sulla base delle attività di indagine, per l'area in oggetto, è stato possibile definire il seguente assetto litologico generalmente omogeneo in tutti i punti indagati:

- 0,0 – 0,1 Terreno vegetale;
- 0,1 – 2,0 limo argilloso debolmente sabbioso color ocra localmente con ghiaia e rari ciottoli (occasionalmente spigolosi e diametro anche decimetrico in particolare negli scavi in prossimità del tratto stradale.

Durante le attività in campo non sono state rilevate anomalie né presenza di acqua di falda o di impregnazione.

4.2 Analisi chimiche

Le analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno prelevati hanno dato i seguenti risultati:

- tutti i parametri ricercati, in tutti i campioni analizzati, presentano valori di concentrazione inferiori ai limiti di riferimento (CSC) per le aree ad uso industriale/commerciale;
- tutti i parametri ricercati, in tutti i campioni analizzati, presentano valori di concentrazione inferiori ai limiti di riferimento (CSC) per le aree ad uso verde/residenziale,

In **Allegato 2** sono riportati i certificati analitici

5 Conclusioni

Sulla base di quanto precedentemente esposto, le aree in oggetto sono da considerarsi quale sito NON CONTAMINATO in quanto tutti i parametri ricercati sui terreni presentano valori di concentrazione inferiori alle CSC previste sia per le aree ad uso verde /residenziale che ad uso industriale/commerciale (D.Lgs. 152/06 - “Norme in materia ambientale”, Parte IV, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1, Colonna A e Colonna B).

Tutte le aree oggetto di intervento sono caratterizzate omogeneamente dalla presenza dei suddetti terreni depositi secondo processi deposizionali naturali e sono prive della presenza di materiali di riporto di qualunque provenienza.

Pertanto le terre e rocce derivanti dagli scavi previsti in progetto avranno le medesime caratteristiche chimiche e fisiche dei depositi naturali presenti nell’area.

Inoltre sulla base delle informazioni raccolte, le aree non sono peraltro sottoposte ad procedura di bonifica né mai interessate da precedenti attività industriali. Se ne esclude pertanto ogni forma di contaminazione pregressa.

Accertate pertanto le caratteristiche dei materiali che saranno prodotti dalla realizzazione delle opere in progetto – materiali naturali privi di inquinamenti pregressi - se ne individua il successivo ed integrale riutilizzo all’interno delle aree di cantiere ad eccezione di una minima parte in esubero che sarà allontanata e conferita in idonei centri di recupero/smaltimento.

Il riutilizzo dello stesso materiale naturale nello stesso sito di produzione, avverrà nel rispetto della tutela ambientale ed inoltre garantirà la completa compatibilità chimico-fisica con il materiale in posto (della stessa natura) tale da non determinare rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate.