



COMUNE DI BUGGERRU



INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE DISCARICHE PRESENTI IN PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGIA DI BUGGERRU E MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLE VECCHIE DIGHE STERILI A RIDOSSO DELL'AREA PORTUALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA - Rev.1

*SDG
Studio Di Geologia
Dott. Geol. Franco Cherchi
Via Malpighi n 1 – Iglesias
Tel 078124009
e-mail francocherchi2015@gmail.com*

*SDI
Studio Di Ingegneria
Dott. Ing. Salvatore Angelo Figus
Via Giusti n 10 – Iglesias
Tel 07811986250
e-mail angelo.figus@gmail.com*

INDICE

1 - PREMESSA	3
2 - DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI	3
2.1. - Area parcheggio camper	4
2.1. - Area campo sportivo	28
2.2 - Area parcheggio barche	32
2.3 – Discarica sottostante strada provinciale	36
2.4 - Prove di costipamento	40
3 - STABILITA' DEI VERSANTI	43
3.1 - Area abbancamento fini	43
3.2 - Corpo discarica.....	45

1 - PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dall'intervento di messa in sicurezza permanente delle discariche minerarie retrostanti l'arenile di Buggerru e dei resti di fini di flottazione ancora presenti sullo stesso litorale.

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica del sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

Le informazioni a disposizione per l'elaborazione della presente relazione si riferiscono al programma di ricerche geognostiche che l'Amministrazione Comunale di Buggerru ha affidato nel mese di Marzo 2017 ad una ditta specializzata, un'altra parte di informazioni sono desunte dal Piano di Caratterizzazione predisposto dalla IGEA SpA in riferimento al programma di bonifica ambientale previsto per il sito.

2 - DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI

Le recenti indagini di cui si è riferito in precedenza sono state eseguite in quattro siti specifici oggetto di intervento, corrispondenti alle seguenti aree:

- parcheggio camper;
- campo sportivo;
- l'area di rimessa barche antistante il porto;
- sommità dei cumuli minerari sottostanti la Strada Provinciale.

Area parcheggio camper

- 9 sondaggi geognostici spinti alla profondità di 10 m dal p.c. da cui sono stati prelevati 18 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio (18 Classificazioni CNR UNI 10006;
- 8 prove penetrometriche statiche;

Campo sportivo

- 10 pozzetti geognostici da cui sono stati prelevati 16 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio (10 Classificazione CNR UNI 10006 e 3 prove Proctor);

Piazzale barche

- 12 pozzetti geognostici da cui sono stati prelevati 16 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio (10 Classificazione CNR UNI 10006 e 3 prove Proctor);

Area discarica

- 9 pozzetti geognostici con prelievo di 2 campioni rimaneggiati mediante quartatura dei vari cumuli, da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio (2 Classificazioni CNR UNI 10006);

I risultati analitici delle indagini sono riportati nell'Allegato 1 "Indagini Geognostiche e Geotecniche – Marzo 2017", il quale contiene inoltre:

- diagrammi ed elaborazione geotecnica prove CPT;
- colonne stratigrafiche;
- schede pozzetti geognostici;
- report fotografico;
- elaborati prove di laboratorio.

2.1. - Area parcheggio camper

Il piano di indagini previsto per quest'area comprendeva una campagna di 9 sondaggi a carotaggio e 8 prove penetrometriche.

Sondaggi

I sondaggi a carotaggio sono stati eseguiti mediante sonda idraulica cingolata mod. MASSENZA M18. Il materiale di perforazione era costituito da carotiere semplice del diametro di 101 mm, corona diamantata e aste di perforazione del diametro di 76 mm a filettatura tronco-conica.

Tutti i sondaggi sono stati effettuati nell'area parcheggio camper e sono stati spinti fino ad una profondità di 10,00 dal p.c.. La perforazione è stata eseguita a secco ed il materiale carotato è stato riposto in apposite cassette catalogatrici e successivamente fotografate.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella planimetria di figura 1.

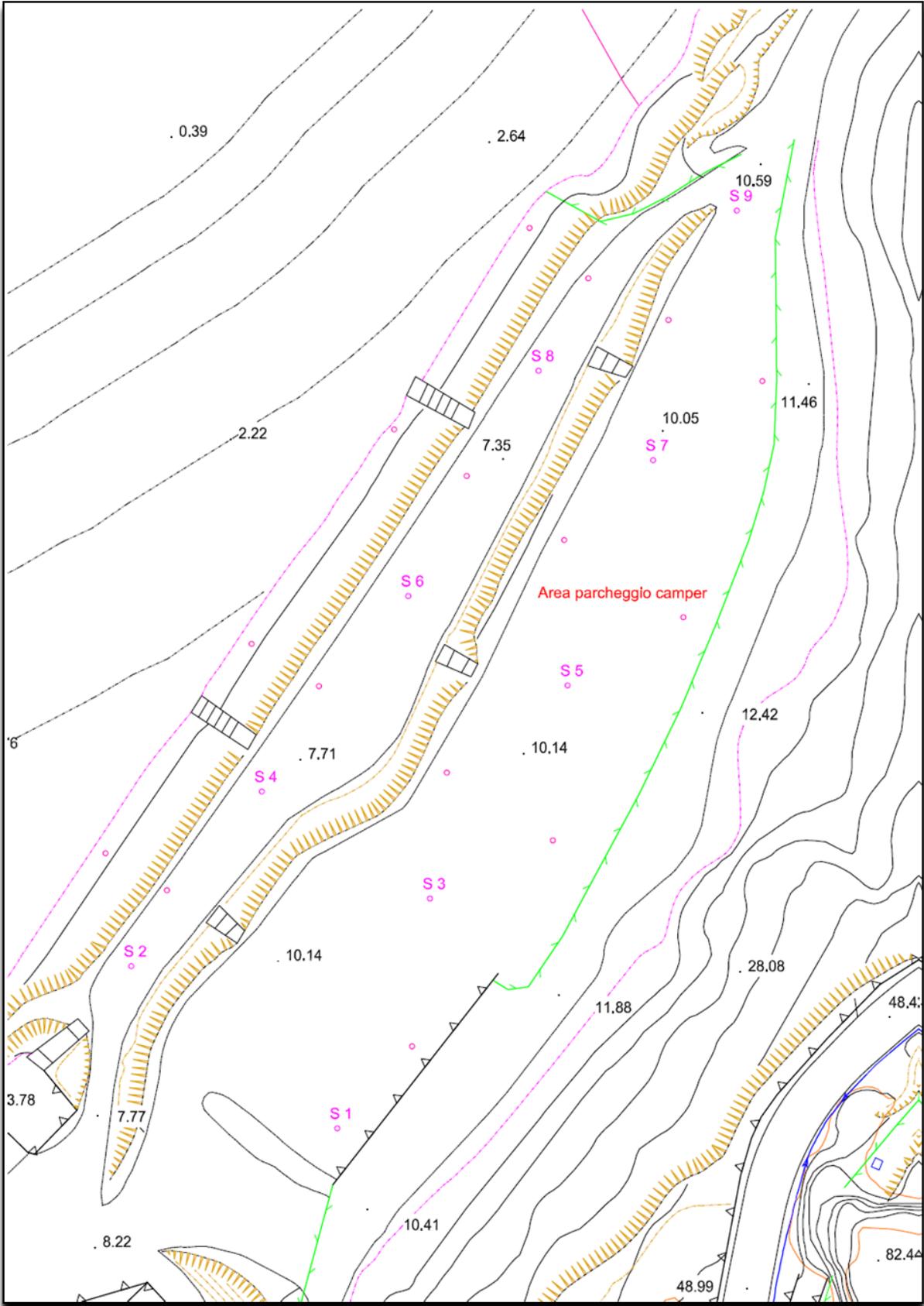


Figura 1 – Ubicazione dei sondaggi a carotaggio

Di seguito sono riportate le stratigrafie dei terreno esplorati con i sondaggi.



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Comittente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		1	1					
Operatore		Indagine	Cantiere		Inizio/Fine Esecuzione					
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia		30/03/2017					
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda						
Dott. Geol. A. Angius		S1	Rotaz. continuo 101mm	Massenza M18						
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.C.D.	S.P.T.	Frattura Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa in matrice sabbiosa fine, giallastra, asciutta, addensata.	1.30							
2		Terreno di riporto: sabbia incoerente con pochi microciottoli, asciutta, da biancastra a beige.	2.70							
3		Fanghi di flottazione: sabbiosi per i primi 40 cm, poi argilloso-limosi, saturi, da rossiccio-marroncini a grigiastri, plastici.								
4										
5										
6			6.00							
7		Fanghi di flottazione: da microciottolosi a sabbiosi, da marroncini a grigi, saturi.								
8										
9		Depositi di spiaggia: sabbia microciottolosa, ossidata, incoerente, debolmente cementata da -9.00 m.	8.90							
10			10.00							
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		2	1					
Operatore		Indagine	Cantiere	Inizio/Fine Esecuzione						
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia.	03/04/2017						
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y					
Dott. Geol. A. Angius		S2	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Scal. (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R-Q.D.	S.P.T.	Probet Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Mischi Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica e spigolosa con poca matrice sabbiosa fine, da biancastra a giallastra, asciutta.	1.10							
2		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa, con matrice sabbiosa, ossidata, beige, asciutta.	2.60							
3		Clasti e sabbia frammenti fanghi di flottazione, marroncino, asciutto.	3.00							
4		Sabbia fina incoerente con microciottoli, da biancastra a beige, asciutta.								
5			5.60							
6		Sabbia granulometricamente assortita, incoerente con livelli debolmente cementati, da biancastra a beige.	7.10							
7		Sabbia microciottolosa, ossidata, nocciola, da umida a satura.	9.00							
8										
9		Ghiaia e blocchi, spigolosi (diametro 5 - 15 cm), con pochissima matrice sabbiosa, beige chiaro-biancastra.	10.00							
10										
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		3	1					
Operatore		Indagine	Cantiere		Inizio/Fine Esecuzione					
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia		28/03/2017					
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y					
Dott. Geol. A. Angius		S3	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Scala (cm)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Penet. Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa, in matrice sabbiosa fine, giallastra, asciutta.	1.00							
2		Terreno di riporto: sabbia con pochi clasti, asciutta, biancastra.	2.50							
3		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa in matrice sabbiosa fine, giallastra, da -3.60 a -5.00 m molto umida o satura, da beige a biancastra.								
4										
5									4.60	
6			6.30						4.50	
7		Terreno di riporto: sabbia e clasti, da beige a biancastra, asciutta.	7.40						7.00	
8		Livello limoso e microciottoloso, nerastro.							7.30	
9		Terreno di riporto: sabbia ossidata e clasti, giallo-arancio, asciutto.	8.70							
10		Depositi di spiaggia: sabbia fine e media, incoerente, sfumante in sabbia microciottolosa, giallo-beige, da asciutta ad umida.	10.00							
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Comittente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		4	1					
Operatore		Indagine	Cantiere		Inizio/Fine Esecuzione					
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia		31/03/2017					
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio		Tipo Sonda					
Dott. Geol. A. Angius		S4	Rotaz. continuo 101mm		Massenza MIS					
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio P.Q.D.	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa in matrice sabbiosa fine, biancastra, asciutta.	1.50							
2		Fanghi di flottazione: microciottolosi e sabbiosi, marroncini, debolmente umidi.	3.30							
3		Sabbia incoerente con qualche blocco, biancastra, asciutta.	4.00							
4		Sabbia incoerente con livelli debolmente cementati, biancastra, asciutta.	7.80							
5										
6										
7										
8		Sabbia microciottolosa, ossidata, satura.	10.00							
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEONOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		5	1					
Operatore		Indagine	Cantiere	Inizio/Fine Esecuzione						
Munzittu Pierpaolo		Geonostica	Discariche minerarie porto e spiaggia	29/03/2017						
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda		Coordinate X Y				
Dott. Geol. A. Angius		S5	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Scat. (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carbonghi R.Q.D.	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Penetrazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa con poca matrice sabbiosa fine, da beige a biancastra, asciutta.								
2			2.50							
3		Fanghi di flottazione: argilloso-limosi con sabbia, rossicci, da umidi a saturi, plastici.								
4			4.70						4.00	
5		Fanghi di flottazione: argilloso-limosi e sabbiosi, da grigi a nocciola, saturi, poco consistenti.							4.20	
6		Fanghi di flottazione: sabbia grigia con clasti, umida, moderatamente addensata.	6.00						5.60	
7		Fanghi di flottazione: sabbia microciottolosa, legata, beige, molto addensata.	6.40						5.80	
8		Sabbia biancastra asciutta e blocchi di dolomia.	7.10							
9			9.60							
10		Depositi di spiaggia: sabbia microciottolosa, ossidata, incoerente, rossiccia, umida.	10.00							
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		6	1					
Operatore		Indagine	Cantiere	Tipo Sonda		Inizio/Fine Esecuzione				
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia	Massenza MI8		31/03/2017				
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Coordinate X Y						
Dott. Geol. A. Angius		S6	Rotaz. continuo 101mm							
Scali (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Prova Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Marcio Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, spigolosa con poca matrice sabbiosa fine, biancastra, asciutta.	0.90							
2		Terreno di riporto: sabbia con pochi clasti, debolmente legata, nocciola, asciutta.							1.70	
3		Fanghi di flottazione: sabbia grossa e clasti, nocciola-rossastro, umido.	2.80						1.90	
4		Sabbia incoerente, da beige a biancastra, asciutta.	3.70						3.50	
5		Sabbia e microciottoli spigolosi, ossidata, marroncina, umida.	4.30						3.60	
6		Sabbia incoerente, con livelletti debolmente cementati, biancastra, asciutta.	7.30							
7		Sabbia incoerente, con livelletti debolmente cementati, biancastra, asciutta.	8.10							
8		Sabbia microciottolosa, con livelli debolmente cementati, da beige chiaro a nocciola, umida nei primi 50 cm.								
9		Sabbia microciottolosa, con livelli debolmente cementati, da beige chiaro a nocciola, umida nei primi 50 cm.								
10		Sabbia microciottolosa, con livelli debolmente cementati, da beige chiaro a nocciola, umida nei primi 50 cm.	10.00							
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		7	1					
Operatore		Indagine	Cantiere	Inizio/Fine Esecuzione						
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia	30/03/2017						
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y					
Dott. Geol. A. Angius		S7	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Rock Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica e blocchi, debolmente arrotondata, in matrice sabbiosa fine, da beige a biancastra, asciutta.	1.90							
2		Terreno di riporto: sabbia con pochi clasti, da beige a grigia, poco addensata, asciutta.	2.70							
3		Fanghi di flottazione: sabbia fine con argilla e limo, rossicci, umidi, poco consistenti.							3.15	
4			4.50						3.45	
5		Fanghi di flottazione: grigio-giallastri, limoso-argillosi saturi, molli o plastici.	5.40						5.00	
6		Fanghi di flottazione: da sabbiosi fini a sabbioso-limosi, grigi, saturi.	6.60						5.30	
7		Sabbia media con microciottoli, beige, passante a sabbia eolica biancastra, debolmente cementata.	7.40							
8		Sabbia eolica debolmente cementata, beige, con blocchi di dolomia.								
9			9.60							
10		Depositi di spiaggia: sabbia microciottolosa incoerente marroncina, umida o satura.	10.00							
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEONOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		8	1					
Operatore		Indagine	Cantiere	Inizio/Fine Esecuzione						
Munzittu Pierpaolo		Geonostica	Discariche minerarie porto e spiaggia	31/03/2017						
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y					
Dott. Geol. A. Angius		S8	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Sonda (cm)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Penetrazione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, debolmente arrotondata, in matrice sabbiosa fine, beige.	2.00							
2		Fanghi di flottazione, Sabbiosi, quasi incoerenti, nocciola.	3.20							
3		Fanghi di flottazione, sabbiosi, debolmente legati, beige.	3.70							
4		Fanghi di flottazione, argilloso-limosi, rossicci.	4.90							
5		Sabbia incoerente, grigia, umida.	5.50							
		Limo argilloso, grigio, plastico.	5.80							
6		Ghiaia e sabbia incoerente, beige chiara.	8.00							
8		Sabbia granulometricamente assortita e microciottolosa, ossidata, marroncina.	10.00							
10										
11										
12										
13										
14										
15										



Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Committente		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina					
Comune di Buggerru		-10		9	1					
Operatore		Indagine	Cantiere		Inizio/Fine Esecuzione					
Munzittu Pierpaolo		Geognostica	Discariche minerarie porto e spiaggia		30/03/2017					
Responsabile		Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y					
Dott. Geol. A. Angius		S9	Rotaz. continuo 101mm	Massenza MI8						
Sola (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Percussione	Falda
1		Terreno di riporto: ghiaia eterometrica, debolmente arrotondata, in matrice sabbiosa fine, da biancastra a beige, asciutta.								
2			2.40							
3		Fanghi di flottazione: sabbia inizialmente microciottolosa a spigoli vivi poi fina e limosa, beige-nocciola, da umida a satura.								
4										
5		Fanghi di flottazione: sabbia incoerente beige e limo argilloso grigio, plastico, umido.	5.00							
6			5.90							
7		Ghiaia (clasti di diametro 2-10 cm) e sabbia incoerente, da biancastra a beige, asciutta.								
8			7.80							
9		Sabbia grossolana, incoerente, con livelli debolmente cementati, da biancastra a beige chiaro.								
10			10.00							
11										
12										
13										
14										
15										

Modello geologico

Dall'esame complessivo delle stratigrafie si rileva che i terreni presenti al di sotto del p.c. dell'area parcheggio camper è costituita da:

- terreno di riporto costituito da ghiaie eterometriche a spigoli vivi, in matrice sabbiosa con spessori variabili da 0,90 m e 2,50 m;
- fanghi di flottazione ritrovato per uno spessore massimo di 6,20 (S1) e spessori minori ritrovati nei sondaggi S4, S5, S6, S7, S8, S9 – lo spessore minimo dei fanghi è di 0,90 m (S6);
- in corrispondenza dei sondaggi S2 ed S3 non sono stati trovati i fanghi di flottazione, in essi si ritrovano invece sabbie eterogenee e ghiaie talvolta grossolane (S2).

Da ogni sondaggio sono stati prelevati due campioni di materiale per essere sottoposti a prove geotecniche di laboratorio. La tabella 3 riporta le profondità di prelievo dei campioni e l'indicazione del materiale campionato mentre la tabella 4 riporta la classificazione dei terreni secondo le norme CNR-UNI 10006.

Tabella 1 – Profondità di prelievo dei campioni e tipologia del materiale prelevato

Sondaggio	Profondità campione (m)	Materiale campionato
S1	4,20 ÷ 4,50	<i>Fanghi di flottazione</i>
	5,40 ÷ 5,60	<i>Fanghi di flottazione</i>
S2	2,50 ÷ 2,80	<i>Fanghi di flottazione con sabbia e clasti</i>
	4,50 ÷ 4,80	<i>Sabbia</i>
S3	4,60 ÷ 4,90	<i>Ghiaia sabbiosa</i>
	7,00 ÷ 7,30	<i>Sabbia e clasti</i>
S4	6,20 ÷ 6,50	<i>Sabbia</i>
	9,30 ÷ 9,50	<i>Sabbia microciottolosa</i>
S5	4,00 ÷ 4,20	<i>Fanghi di flottazione</i>
	5,60 ÷ 5,80	<i>Fanghi di flottazione</i>
S6	1,70 ÷ 1,90	<i>Sabbia</i>
	3,50 ÷ 3,60	<i>Fanghi di flottazione con sabbia e clasti</i>
S7	3,15 ÷ 3,45	<i>Fanghi di flottazione</i>
	5,00 ÷ 5,30	<i>Fanghi di flottazione</i>
S8	4,80 ÷ 5,00	<i>Sabbia</i>
	5,50 ÷ 5,70	<i>Fanghi di flottazione</i>
S9	2,50 ÷ 2,80	<i>Fanghi di flottazione con sabbia e clasti</i>
	5,80 ÷ 6,00	<i>Fanghi di flottazione</i>

Prospetto I - Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre ghiaia-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-7	A 7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,4 UNI 2332 %	30	50	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,075 UNI 2332 %	15	25	10	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Indice di plasticità	6		N. P.	10	10 max.	10	10	10	10	10	10	10	10
											(IP LL-30)	(IP LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0			4	8	12	16		20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa					Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento * - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento * - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

Sulla base degli indici di riferimento riportati in tabella 2 sono stati classificati i materiali campionati durante i sondaggi (Tabella 2).

Tabella 2 – Classificazione dei terreni campionati secondo la Class. CNR-UNI 10006

Sondaggio	Prof. dal p.c. (m)	LL, LP, IP	Indice di gruppo	Class. CNR UNI 10006
1	4.20-4.50	40, 22, 18	11	A6
1	5,40-5,60	24, 18, 6	8	A4
2	2,50-2,80	ND, NP, NP	2	A4
2	4,40-4,80	ND, NP, NP	0	A2-4
3	4,60-4,90	ND, NP, NP	0	A2-4
3	7,00-7,30	ND, NP, NP	0	A1-a
4	6,20-6,60	ND, NP, NP	0	A3
4	9,30-9,50	ND, NP, NP	0	A1-b
5	4.00-4.20	29, 19, 10	8	A4
5	5,60-5,80	36, 21, 15	10	A6
6	1,70-1,90	19, 14, 5	3	A4
6	3,40-3,60	ND, NP, NP	3	A4
7	3,15-3,45	37, 21, 16	10	A6
7	5.00-5.30	ND, NP, NP	8	A4
8	3,80-4,00	32, 18, 14	10	A6
8	5,50-5,70	24, 16, 8	8	A4
9	2,50-2,80	29, 19, 10	0	A2-4
9	5,90-6,00	ND, NP, NP	0	A1-b

CPT

La caratterizzazione geotecnica dei terreni relativi “all’area parcheggio camper” è stata effettuata mediante l’esecuzione di 8 prove CPT eseguite nell’area di intervento.

Per l’esecuzione delle prove penerometriche è stato utilizzato un penetrometro cingolato statico 20 KN dinamico DPSH, avente le seguenti caratteristiche:

- punta conica meccanica tipo “Begemann”: $\varnothing = 35,7$ mm;
- angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$; area punta (A_p) = 10 cm²;
- manicotto laterale di attrito tipo “Begemann”: ($\varnothing 35,7$ mm; h 133 mm, superf. lat. $A_m = 150$ cm²);
- velocità di avanzamento costante: $V = 2$ cm/s ($\pm 0,5$ cm/s);
- spinta max nominale dello strumento: S_{max} variabile a seconda del tipo;
- costante di trasformazione (lett. =>spinta): $C_t = \text{spinta (kg)}/\text{Lettura al manometro}$.

L’ubicazione delle prove penetrometriche è indicata nella figura 9.

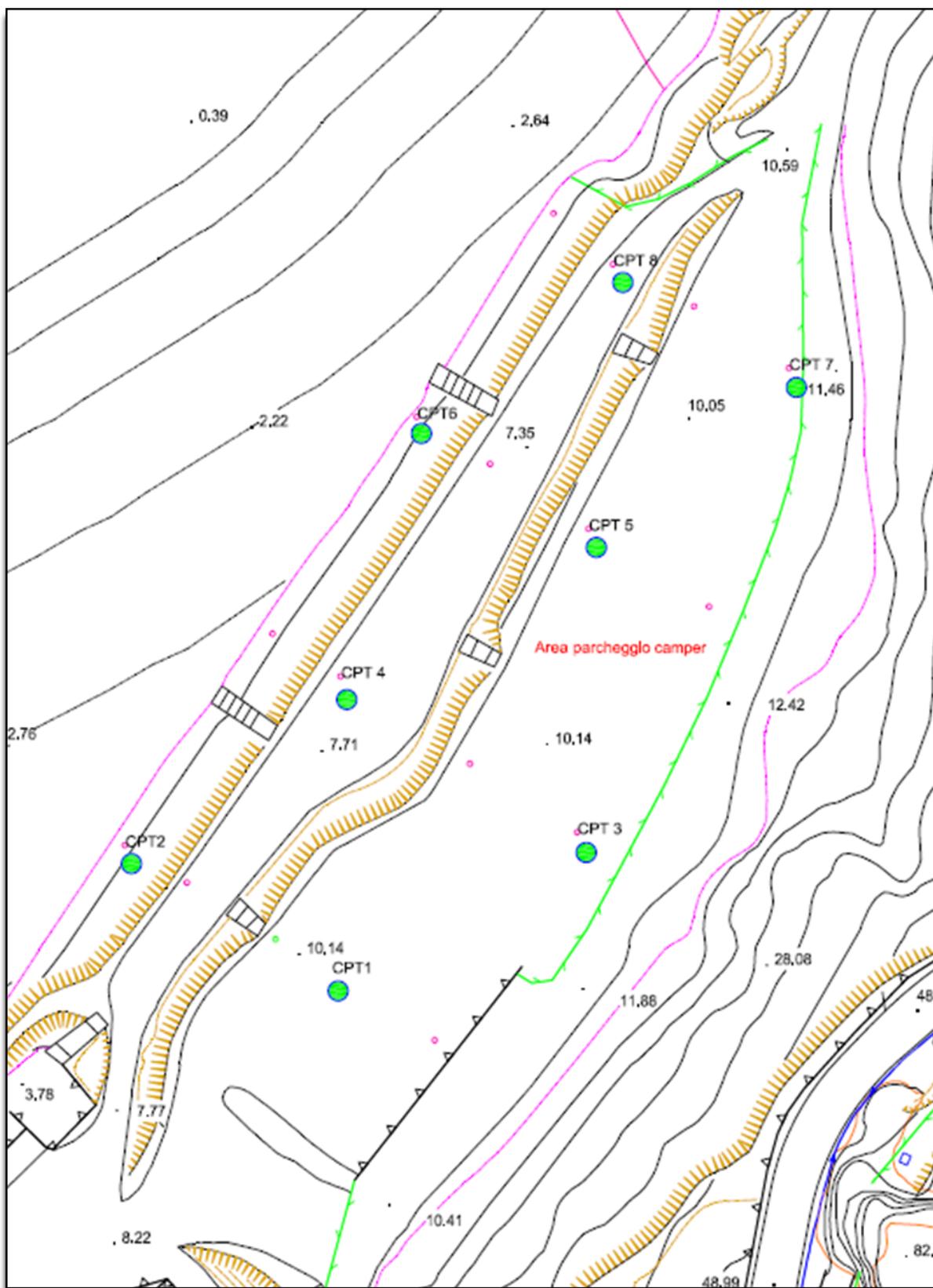


Figura 9 – Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite nell'area camper

La finalità delle prove penetrometriche statiche è stata quella di indagare un volume di terreno superiore rispetto a quello indagato tramite il campione di suolo prelevato e testato in laboratorio, e di ottenere registrazioni continue di parametri attraverso le quali si è potuto ricostruire il profilo stratigrafico del terreno e le corrispondenti variazioni delle proprietà meccaniche.

Il profilo stratigrafico ottenuto da prove CPT è stato ricavato utilizzando il metodo di BEGEMANN il quale si basa sul rapporto della resistenza della punta conica (qc) e la resistenza laterale locale (fs).

Una volta eseguite le prove penetrometriche sono stati ricavati i valori di resistenza misurati ad intervalli di 0,2 m di profondità per un totale massimo di 10 m. Le tabelle relative ai valori di resistenza misurati per ogni CPT ed i rispettivi grafici sono riportati nell'Allegato 1.

Con i valori di resistenza suddetti sono stati ricavati i principali parametri geotecnici dei suoli attraversati. Tali parametri sono corrispondenti ai valori di resistenza misurati alle varie quote.

Di seguito si riportano le tabelle dei parametri geotecnici relativi ad ogni CPT eseguito:

PROVA PENETROMETRICA STATICA														CPT 1									
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI														2.0105-PG037									
- committente : Comune di Buggerru														- data : 31/03/2017									
- lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili														- quota inizio : Piano Campagna									
- località : Buggerru (CI)														- falda : Falda non rilevata									
- resp. cantiere :														- data di emissione : 04/04/2017									
- assist. cantiere :																							
- note : Preforo di -0.80 m																							
NATURA COESIVA														NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p/vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	112	65	3:...	1,85	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	34	0,258	187	280	336		
1,20	63	50	2:...	1,85	0,22	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	42	32	0,233	105	158	189		
1,40	29	36	3:...	1,85	0,26	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	38	29	0,137	48	73	87		
1,60	25	34	3:...	1,85	0,30	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	36	28	0,114	42	63	75		
1,80	34	39	3:...	1,85	0,33	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	37	29	0,135	57	85	102		
2,00	90	96	3:...	1,85	0,37	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	41	33	0,232	150	225	270		
2,20	23	29	4:...	1,85	0,41	0,87	16,2	148	221	69	43	34	36	39	41	34	28	0,088	38	58	69		
2,40	11	24	2:...	1,85	0,44	0,54	8,0	107	160	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,60	11	24	2:...	1,85	0,48	0,54	7,2	119	179	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,80	7	26	2:...	1,85	0,52	0,35	3,8	146	218	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,00	13	24	2:...	1,85	0,55	0,60	7,0	139	209	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,20	18	22	2:...	1,85	0,59	0,75	8,4	141	211	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,40	35	44	3:...	1,85	0,63	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	29	0,097	58	88	105		
3,60	10	25	2:...	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3,80	8	30	4:...	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24		
4,00	7	26	2:...	1,85	0,74	0,35	2,5	186	280	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,20	9	27	2:...	1,85	0,78	0,45	3,2	216	323	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,40	7	26	2:...	1,85	0,81	0,35	2,2	192	289	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4,60	18	39	4:...	1,85	0,85	0,75	5,4	232	348	56	17	30	33	36	39	28	27	0,032	30	45	54		
4,80	9	27	2:...	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
5,00	46	63	3:...	1,85	0,93	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	33	31	0,097	77	115	138		
5,20	42	63	3:...	1,85	0,96	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	30	0,087	70	105	126		
5,40	166	89	3:...	1,85	1,00	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	39	37	0,221	277	415	498		
5,60	237	76	3:...	1,85	1,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	395	593	711		
5,80	268	73	3:...	1,85	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	447	670	804		
6,00	295	74	3:...	1,85	1,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	492	738	885		
6,20	290	76	3:...	1,85	1,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	483	725	870		
6,40	125	69	3:...	1,85	1,18	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	35	0,176	208	313	375		
6,60	40	75	3:...	1,85	1,22	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	30	0,070	67	100	120		
6,80	48	90	3:...	1,85	1,26	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	31	0,082	80	120	144		
7,00	50	94	3:...	1,85	1,30	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,094	83	125	150		
7,20	48	90	3:...	1,85	1,33	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,079	80	120	144		
7,40	43	92	3:...	1,85	1,37	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,069	72	108	129		
7,60	46	86	3:...	1,85	1,41	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	31	0,073	77	115	138		
7,80	45	84	3:...	1,85	1,44	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	31	0,070	75	113	135		
8,00	62	93	3:...	1,85	1,48	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	32	32	0,094	103	155	186		
8,20	47	88	3:...	1,85	1,52	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	31	0,070	78	118	141		
8,40	122	73	3:...	1,85	1,55	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	36	35	0,153	203	305	366		
8,60	136	68	3:...	1,85	1,59	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	35	0,153	227	340	408		
8,80	174	67	3:...	1,85	1,63	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	37	37	0,187	290	435	522		
9,00	191	72	3:...	1,85	1,66	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	38	37	0,196	318	478	573		
9,20	166	69	3:...	1,85	1,70	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	37	0,179	277	415	498		
9,40	201	70	3:...	1,85	1,74	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	38	38	0,198	335	503	603		
9,60	134	65	3:...	1,85	1,78	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	35	35	0,153	223	335	402		
9,80	172	72	3:...	1,85	1,81	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	37	0,178	287	430	516		
10,00	188	--	3:...	1,85	1,85	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	37	37	0,186	313	470	564		

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

2.0105-PG037

- committente : Comune di Buggerru
- lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili
- località : Buggerru (CI)
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 31/03/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 9,00 da quota inizio

- data di emissione : 04/04/2017

- note : Preforo di -1.40 m

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ²	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	124	69	3	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	35	0,258	207	310	372	
1,80	67	56	3	1,85	0,33	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	40	32	0,206	112	168	201	
2,00	43	43	3	1,85	0,37	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	38	30	0,151	72	108	129	
2,20	37	43	3	1,85	0,41	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	36	30	0,130	62	93	111	
2,40	71	53	3	1,85	0,44	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	39	32	0,190	118	178	213	
2,60	40	37	3	1,85	0,48	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	36	30	0,126	67	100	120	
2,80	20	23	4	1,85	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60	
3,00	15	20	2	1,85	0,55	0,67	7,9	134	201	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,20	13	19	2	1,85	0,59	0,60	6,4	183	230	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	14	21	2	1,85	0,63	0,64	6,4	163	245	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	16	22	2	1,85	0,67	0,70	6,6	170	256	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	22	24	4	1,85	0,70	0,85	7,9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0,055	37	55	66	
4,00	61	40	3	1,85	0,74	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	36	32	0,137	102	153	183	
4,20	99	42	3	1,85	0,78	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	34	0,183	165	248	297	
4,40	140	58	3	1,85	0,81	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	36	0,218	233	350	420	
4,60	146	56	3	1,85	0,85	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	39	36	0,219	243	365	438	
4,80	143	51	3	1,85	0,89	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	39	36	0,214	238	358	429	
5,00	101	50	3	1,85	0,93	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	34	0,172	168	253	303	
5,20	98	52	3	1,85	0,96	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	34	0,166	163	245	294	
5,40	85	44	3	1,85	1,00	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	36	33	0,149	142	213	255	
5,60	51	36	3	1,85	1,04	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	31	0,099	85	128	153	
5,80	85	42	3	1,85	1,07	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	33	0,144	142	213	255	
6,00	121	48	3	1,85	1,11	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	35	0,177	202	303	363	
6,20	153	59	3	1,85	1,15	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	38	36	0,201	255	383	459	
6,40	158	62	3	1,85	1,18	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	38	36	0,202	263	395	474	
6,60	143	61	3	1,85	1,22	--	--	--	--	--	79	39	41	43	44	38	36	0,188	238	358	429	
6,80	141	60	3	1,85	1,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,184	235	353	423	
7,00	163	54	3	1,85	1,30	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	38	36	0,198	272	408	489	
7,20	232	58	3	1,85	1,33	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	40	39	0,237	387	580	696	
7,40	310	70	3	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	517	775	930	
7,60	145	62	3	1,85	1,41	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	36	0,179	242	363	435	
7,80	290	67	3	1,85	1,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,257	483	725	870	
8,00	275	63	3	1,85	1,48	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0,248	458	688	825	
8,20	300	60	3	1,85	1,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,257	500	750	900	
8,40	345	74	3	1,85	1,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	575	863	1035	
8,60	360	67	3	1,85	1,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	600	900	1080	
8,80	400	86	3	1,85	1,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	
9,00	350	66	3	1,15	1,65	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	583	875	1050	
9,20	400	--	3	1,15	1,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

2.0105-PG037

- committente : Comune di Buggerru
 - lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili
 - località : Buggerru (CI)
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :
 - note : Preforo di -1.20 m

- data : 31/03/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 04/04/2017

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE																
			Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	129	81	3:...	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	35	0,258	215	323	387	
1.60	50	34	3:...	1,85	0,30	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	39	31	0,183	83	125	150	
1.80	57	36	3:...	1,85	0,33	--	--	--	--	--	79	39	41	43	44	39	31	0,188	95	143	171	
2.00	59	35	3:...	1,85	0,37	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	39	32	0,184	98	148	177	
2.20	36	34	3:...	1,85	0,41	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	36	30	0,127	60	90	108	
2.40	210	70	3:...	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	38	0,258	350	525	630	
2.60	305	104	3:...	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	508	763	915	
2.80	286	107	3:...	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	477	715	858	
3.00	360	115	3:...	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	600	900	1080	
3.20	313	117	3:...	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	522	783	939	
3.40	325	122	3:...	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	542	813	975	
3.60	320	107	3:...	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	533	800	960	
3.80	365	110	3:...	1,85	0,70	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	608	913	1095	
4.00	350	95	3:...	1,85	0,74	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	583	875	1050	
4.20	255	83	3:...	1,85	0,78	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	39	0,258	425	638	765	
4.40	99	46	3:...	1,85	0,81	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	38	34	0,179	165	248	297	
4.60	96	46	3:...	1,85	0,85	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	38	34	0,173	160	240	288	
4.80	75	45	3:...	1,85	0,89	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	32	0,144	125	188	225	
5.00	113	71	3:...	1,85	0,93	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	34	0,184	188	283	339	
5.20	125	72	3:...	1,85	0,96	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	35	0,192	208	313	375	
5.40	93	46	3:...	1,85	1,00	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	37	33	0,158	155	233	279	
5.60	64	48	3:...	1,85	1,04	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	32	0,119	107	160	192	
5.80	63	52	3:...	1,85	1,07	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	34	32	0,115	105	158	189	
6.00	75	56	3:...	1,85	1,11	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	32	0,129	125	188	225	
6.20	70	58	3:...	1,85	1,15	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	34	32	0,121	117	175	210	
6.40	57	61	3:...	1,85	1,18	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	31	0,100	95	143	171	
6.60	54	62	3:...	1,85	1,22	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	32	31	0,094	90	135	162	
6.80	55	63	3:...	1,85	1,26	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	32	31	0,094	92	138	165	
7.00	60	82	3:...	1,85	1,30	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	32	0,099	100	150	180	
7.20	60	82	3:...	1,85	1,33	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	33	32	0,098	100	150	180	
7.40	41	68	3:...	1,85	1,37	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	30	30	0,066	68	103	123	
7.60	43	64	3:...	1,85	1,41	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	30	30	0,068	72	108	129	
7.80	81	71	3:...	1,85	1,44	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	33	0,119	135	203	243	
8.00	103	70	3:...	1,85	1,48	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	172	258	309	
8.20	120	62	3:...	1,85	1,52	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	36	35	0,153	200	300	360	
8.40	151	54	3:...	1,85	1,55	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	36	0,175	252	378	453	
8.60	133	57	3:...	1,85	1,59	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,160	222	333	399	
8.80	131	60	3:...	1,85	1,63	--	--	--	--	--	69	38	40	42	44	36	35	0,157	218	328	393	
9.00	124	62	3:...	1,85	1,66	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	35	35	0,150	207	310	372	
9.20	252	71	3:...	1,85	1,70	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	39	40	0,230	437	655	786	
9.40	275	92	3:...	1,85	1,74	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	39	40	0,234	458	688	825	
9.60	310	78	3:...	1,85	1,78	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0,247	517	775	930	
9.80	350	75	3:...	1,85	1,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	583	875	1050	
10.00	370	--	3:...	1,85	1,85	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	617	925	1110	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 6

2.0105-PG037

- committente : Comune di Buggerru
- lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili
- localit  : Buggerru (CI)
- resp. cantiere :
- assist. cantiere :

- data : 31/03/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata
- data di emissione : 04/04/2017

- note : Preforo di -1.20 m

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	�1s (�)	�2s (�)	�3s (�)	�4s (�)	�dm (�)	�my (�)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	160	75	3:~:~:	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	36	0,258	267	400	480	--
1,60	81	64	3:~:~:	1,85	0,30	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	41	33	0,239	135	203	243	--
1,80	43	46	3:~:~:	1,85	0,33	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	38	30	0,159	72	108	129	--
2,00	162	66	3:~:~:	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	270	405	486	--
2,20	34	51	3:~:~:	1,85	0,41	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	36	29	0,122	57	85	102	--
2,40	32	53	3:~:~:	1,85	0,44	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	35	29	0,111	53	80	96	--
2,60	32	53	3:~:~:	1,85	0,48	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	35	29	0,106	53	80	96	--
2,80	25	42	3:~:~:	1,85	0,52	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	33	28	0,081	42	63	75	--
3,00	39	49	3:~:~:	1,85	0,55	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	35	30	0,114	65	98	117	--
3,20	24	36	3:~:~:	1,85	0,59	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	32	28	0,070	40	60	72	--
3,40	28	38	3:~:~:	1,85	0,63	--	--	--	--	--	40	34	36	38	41	32	28	0,079	47	70	84	--
3,60	33	41	3:~:~:	1,85	0,67	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	33	29	0,089	55	83	99	--
3,80	32	40	3:~:~:	1,85	0,70	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	29	0,083	53	80	96	--
4,00	37	46	3:~:~:	1,85	0,74	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	33	30	0,092	62	93	111	--
4,20	28	42	3:~:~:	1,85	0,78	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	31	28	0,067	47	70	84	--
4,40	52	56	3:~:~:	1,85	0,81	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	34	31	0,116	87	130	156	--
4,60	98	59	3:~:~:	1,85	0,85	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	38	34	0,175	163	245	294	--
4,80	275	111	3:~:~:	1,85	0,89	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	458	688	825	--
5,00	173	63	3:~:~:	1,85	0,93	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	40	37	0,233	288	433	519	--
5,20	111	44	3:~:~:	1,85	0,96	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	38	34	0,179	185	278	333	--
5,40	100	48	3:~:~:	1,85	1,00	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	34	0,165	167	250	300	--
5,60	14	30	4:~:~:	1,85	1,04	0,64	3,4	291	437	48	4	28	32	35	38	26	26	0,009	23	35	42	--
5,80	9	27	2:~:~:~:	1,85	1,07	0,45	2,1	249	374	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	7	26	2:~:~:~:	1,85	1,11	0,35	1,5	204	307	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	24	2:~:~:~:	1,85	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	26	35	3:~:~:	1,85	1,18	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0,041	43	65	78	--
6,60	119	48	3:~:~:	1,85	1,22	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	37	35	0,168	198	298	357	--
6,80	246	65	3:~:~:	1,85	1,26	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	39	0,249	410	615	738	--
7,00	298	69	3:~:~:	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	497	745	894	--
7,20	330	71	3:~:~:	1,85	1,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	550	825	990	--
7,40	345	74	3:~:~:	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	575	863	1035	--
7,60	360	77	3:~:~:	1,85	1,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	600	900	1080	--
7,80	400	--	3:~:~:	1,85	1,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 7

2.0105-PG037

<p>- committente : Comune di Buggerru - lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili - località : Buggerru (CI) - resp. cantiere : - assist. cantiere :</p>	<p>- data : 31/03/2017 - quota inizio : Piano Campagna - falda : Falda non rilevata - data di emissione : 04/04/2017</p>
<p>- note : Preforo di -1.20 m</p>	

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	46	69	3:////	1,85	0,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	40	31	0,184	77	115	138	--
1,60	10	25	2:////	1,85	0,30	0,50	12,1	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	3	22	2:////	1,85	0,33	0,15	2,3	81	122	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	80	40	3:////	1,85	0,37	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	40	33	0,218	133	200	240	--
2,20	275	83	3:////	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	458	688	825	--
2,40	400	109	3:////	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	667	1000	1200	--
2,60	265	78	3:////	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	442	663	795	--
2,80	59	55	3:////	1,85	0,52	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	38	32	0,159	36	148	177	--
3,00	29	33	3:////	1,85	0,55	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	33	29	0,089	48	73	87	--
3,20	24	30	4:////	1,85	0,59	0,89	10,4	151	227	72	36	33	36	38	41	32	28	0,070	40	60	72	--
3,40	21	29	4:////	1,85	0,63	0,82	8,8	149	223	63	30	32	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63	--
3,60	215	73	3:////	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	38	0,258	358	538	645	--
3,80	137	79	3:////	1,85	0,70	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	35	0,228	228	343	411	--
4,00	18	27	2:////	1,85	0,74	0,75	6,4	192	288	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	15	28	2:////	1,85	0,78	0,67	5,2	213	320	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	12	26	2:////	1,85	0,81	0,57	4,0	227	341	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	11	24	2:////	1,85	0,85	0,54	3,5	240	360	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	9	27	2:////	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	7	26	2:////	1,85	0,93	0,35	1,9	198	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	13	28	2:////	1,85	0,96	0,60	3,5	271	407	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	41	28	4:////	1,85	1,00	1,37	9,3	238	357	123	41	34	36	39	41	32	30	0,083	68	103	123	--
5,60	18	27	2:////	1,85	1,04	0,75	4,2	289	434	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	36	45	3:////	1,85	1,07	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,069	60	90	108	--
6,00	10	25	2:////	1,85	1,11	0,50	2,3	271	406	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	24	2:////	1,85	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	19	28	2:////	1,85	1,18	0,78	3,7	334	501	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	22	30	4:////	1,85	1,22	0,85	4,0	341	512	66	15	30	33	36	39	27	28	0,029	37	55	66	--
6,80	45	37	3:////	1,85	1,26	--	--	--	--	--	39	33	36	38	41	31	31	0,077	75	113	135	--
7,00	183	54	3:////	1,85	1,30	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	39	37	0,211	305	458	549	--
7,20	265	76	3:////	1,85	1,33	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	40	0,253	442	663	795	--
7,40	304	72	3:////	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	507	760	912	--
7,60	323	76	3:////	1,85	1,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	538	808	969	--
7,80	218	68	3:////	1,85	1,44	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	39	38	0,222	363	545	654	--
8,00	187	64	3:////	1,85	1,48	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	38	37	0,203	312	468	561	--
8,20	175	64	3:////	1,85	1,52	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	37	0,193	292	438	525	--
8,40	288	72	3:////	1,85	1,55	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	40	0,250	480	720	864	--
8,60	350	81	3:////	1,85	1,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	583	875	1050	--
8,80	335	77	3:////	1,85	1,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	558	838	1005	--
9,00	400	--	3:////	1,85	1,66	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	--

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 8

2.0105-PG037

- committente : Comune di Buggerru
 - lavoro : Discariche minerarie e dighe sterili
 - località : Buggerru (CI)
 - resp. cantiere :
 - assist. cantiere :
 - data : 31/03/2017
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata
 - data di emissione : 04/04/2017
 - note : Preforo di -1.40 m

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE															
			Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	--	--	???	1,85	0,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	--	--	???	1,85	0,26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	114	78	3	1,85	0,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	34	0,258	190	285	342	
1,80	60	43	3	1,85	0,33	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	40	32	0,194	100	150	180	
2,00	38	38	3	1,85	0,37	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	37	30	0,139	63	95	114	
2,20	90	75	3	1,85	0,41	--	--	--	--	--	90	41	42	44	45	41	33	0,224	150	225	270	
2,40	22	27	4	1,85	0,44	0,85	14,1	144	216	66	40	34	36	39	41	33	28	0,079	37	55	66	
2,60	24	30	4	1,85	0,48	0,89	13,5	151	227	72	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72	
2,80	33	55	3	1,85	0,52	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	34	29	0,104	55	83	99	
3,00	30	50	3	1,85	0,55	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	34	29	0,092	50	75	90	
3,20	17	28	2	1,85	0,59	0,72	8,1	142	213	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	35	52	3	1,85	0,63	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	29	0,097	58	88	105	
3,60	30	37	3	1,85	0,67	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	29	0,081	50	75	90	
3,80	26	30	4	1,85	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78	
4,00	27	29	4	1,85	0,74	0,95	8,5	175	263	81	34	33	35	38	41	31	28	0,067	45	68	81	
4,20	27	29	4	1,85	0,78	0,95	8,0	186	279	81	33	33	35	38	41	31	28	0,064	45	68	81	
4,40	66	55	3	1,85	0,81	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	36	32	0,138	110	165	198	
4,60	156	65	3	1,85	0,85	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	36	0,227	260	390	468	
4,80	145	68	3	1,85	0,89	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	39	36	0,215	242	363	435	
5,00	193	66	3	1,85	0,93	--	--	--	--	--	96	42	43	44	46	40	38	0,246	322	483	579	
5,20	148	44	3	1,85	0,96	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	39	36	0,211	247	370	444	
5,40	123	46	3	1,85	1,00	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	38	35	0,187	205	308	369	
5,60	135	52	3	1,85	1,04	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	38	35	0,195	225	338	405	
5,80	112	48	3	1,85	1,07	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	34	0,172	187	280	336	
6,00	85	41	3	1,85	1,11	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	33	0,141	142	213	255	
6,20	72	42	3	1,85	1,15	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	32	0,123	120	180	216	
6,40	86	42	3	1,85	1,18	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	33	0,138	143	215	258	
6,60	184	67	3	1,85	1,22	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	39	37	0,217	307	460	552	
6,80	205	54	3	1,85	1,26	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	39	38	0,227	342	513	615	
7,00	254	60	3	1,85	1,30	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	39	0,250	423	635	762	
7,20	275	69	3	1,85	1,33	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	458	688	825	
7,40	300	64	3	1,85	1,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	500	750	900	
7,60	315	68	3	1,85	1,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	525	788	945	
7,80	350	75	3	1,85	1,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	583	875	1050	
8,00	400	--	3	1,85	1,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	667	1000	1200	

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa): – simboli - correlazioni – bibliografia:

- γ' = peso dell'unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni: γ' - qc - natura] (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982);
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ');
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni: Cu - qc];
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni: OCR - Cu – σ'_{vo}] (Ladd et al. 1972/1974/1977 - Lancellotta 1983);
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl.: Eu - Cu - OCR – Ip; Ip= indice plastico];
- Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50% e 25% (Duncan & Buchigani 1976);
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni: E' - qc];
- E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50% e 25% (coefficiente di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente) (Schmertmann 1970/1978 - Jamiolkowski et al. 1983);
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl.: Mo - qc - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973);
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni: Dr - qc – σ'_{vo}] (Schmertmann 1976);

- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl.: ϕ' - Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956/1976);
- ϕ_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata;
- ϕ_{3s} - sabbia grossa uniforme/media ben gradata;
- ϕ_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ghiaietto uniforme;
- ϕ_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ_{my} - (Meyerhof) sabbie limose;
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione terreni granulari); (g = acc. gravità) (Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni: (A_{max}/g) - Dr];

Nonostante si disponesse della ricostruzione stratigrafica dei terreni desunta dai carotaggi effettuati, è stata effettuata una classificazione delle litologie incontrate durante le prove penetrometriche (BEGEMANN e SCHERMERTMANN) con lo scopo di ottenere una comparazione che consentisse di valutare il livello di attendibilità delle prove eseguite.

Prove di laboratorio

Sui campioni di suolo prelevati dai carotaggi eseguiti nell'area parcheggio camper sono state eseguite alcune prove di laboratorio; queste sono consistite in analisi granulometriche per setacciatura e determinazione dei limiti di Atterberg.

I certificati delle prove suddette sono riportati nell'Allegato 1.

2.1. - Area campo sportivo

Nell'area "campo sportivo", il piano di indagini previsto è consistito nella realizzazione di 10 pozzetti geognostici da cui sono stati prelevati 10 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio.

Pozzetti di indagine

Per ciascun pozzetto è stata eseguita l'analisi stratigrafica che viene riepilogata nella tabella 4, che riporta la descrizione dei terreni incontrati in funzione degli spessori più significativi e la profondità di prelievo dei campioni.

Le schede complete delle stratigrafie e la relativa documentazione fotografica dei pozzetti sono riportate nell'Allegato 1, mentre la corrispondente ubicazione topografica si può osservare nella figura 4.

Lo schema dell'ubicazione dei pozzetti rispetta una maglia regolare che ha consentito di indagare l'intera superficie del campo sportivo fino ad una profondità massima di 4,00 m dal p.c..

La scelta di indagare il suolo dell'area campo sportivo mediante pozzetti scavati con mezzo meccanico si è basata sulla necessità osservare visivamente gli strati sottostanti il piano di campagna per una estensione areale sufficientemente ampia ed una profondità tale da ottenere un giudizio sulla tipologia dei suoli più precisa possibile.

A titolo rappresentativo, si riportano le immagini dei pozzetti Pz 18 e Pz 20 nelle quali è si può osservare in maniera chiara la natura dei terreni indagati e la netta stratificazione degli stessi.

Modello Geologico

Dall'esame stratigrafico si evince che il sottosuolo dell'area è costituito da due strati principali costituiti da terreno di riporto (strato superficiale) e fanghi di flottazione (strato sottostante).

Nei pozzetti Pz 13, Pz 15, Pz 18 e Pz 21, Pz 22 e Pz 23, ubicati rispettivamente sul lato Est e sul lato Nord del campo sportivo il terreno di riporto si rinviene con gli spessori maggiori che variano tra 1,40 m del Pz 21 e 3,20

m del Pz 15 ; in quest'ultimo alla base è stata incontrata la roccia in posto. Al disotto dello strato di terreno di riporto sono presenti i fanghi di laveria in percentuale massima del 40% frammisti a terreno di riporto.

Nei restanti pozzetti (Pz 16, Pz 17, Pz 19 e Pz 20) il terreno di riporto ha lo spessore minimo di 0,70 m (Pz 20) e quello massimo di 1,80 m, al di sotto del quale si individuano i fanghi di laveria fino alla massima profondità dello scavo.

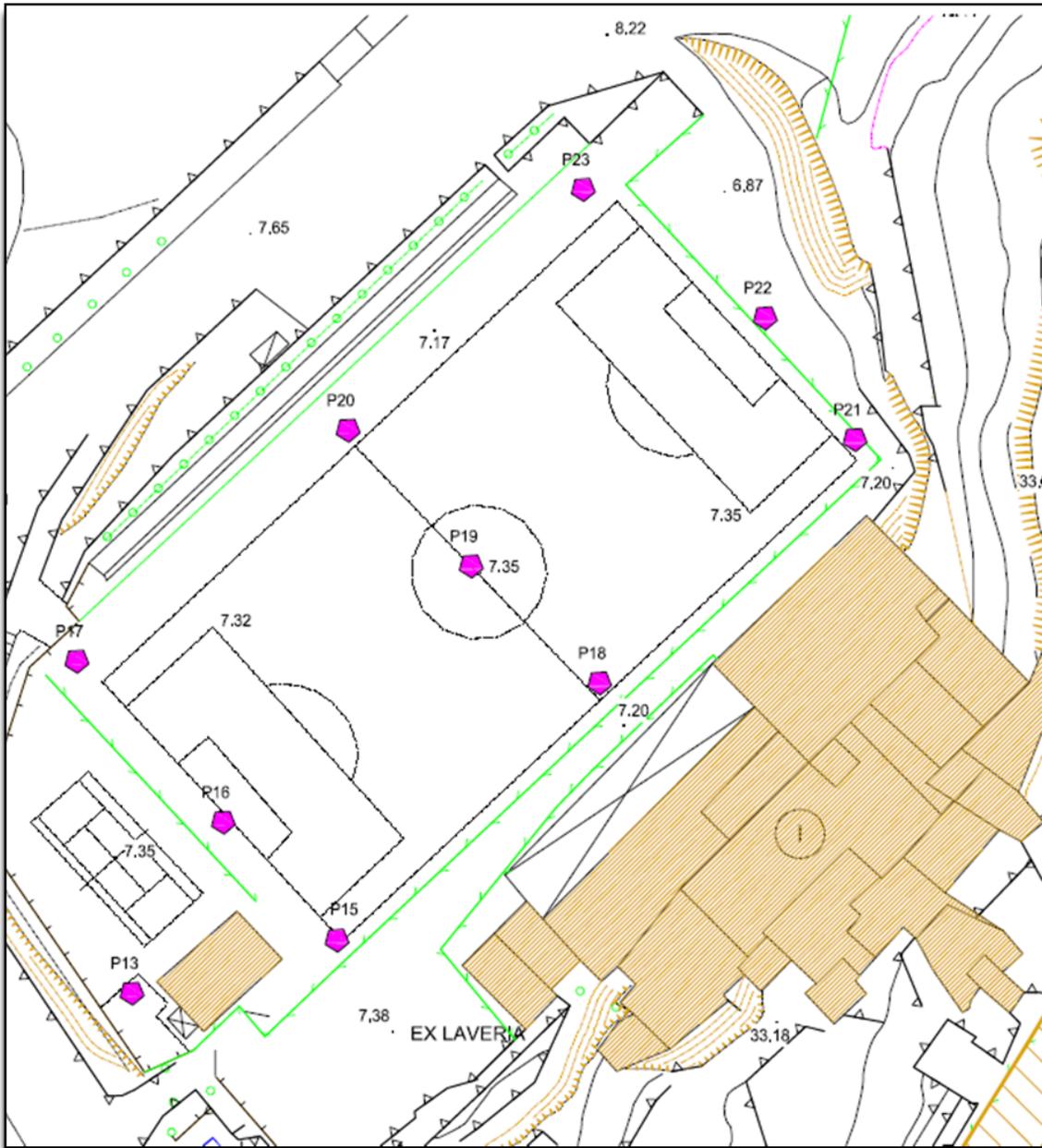


Figura 10 – Ubicazione dei pozzetti eseguiti nell'area campo sportivo

Tabella 6 – Riepilogo delle stratigrafie dei pozzetti eseguiti nell'area campo sportivo

Stratigrafia dei pozzetti			
Pozzetto	(m)	Descrizione dei terreni	Profondità campione (m)
Pz 13	0,00 ÷ 2,00	Terreno di riporto: blocchi e ghiaia in matrice terroso-sabbiosa e poco materiale di discarica, marrone, asciutto.	2,00 ÷ 3,00
	2,00 ÷ 3,20	Come sopra con piccole sacche di fanghi di flottazione via via più frequenti procedendo verso il basso.	
Pz 15	0,00 ÷ 3,20	Terreno di riporto: ghiaia e blocchi (diam. 10-20 cm) e materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	2,00 ÷ 3,00
	3,20 ÷	Roccia (impossibile avanzare).	
Pz 16	0,00 ÷ 1,20	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. Max 10-20 cm) e poco materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	1,50 ÷ 3,00
	1,20 ÷ 4,00	Fanghi di flottazione, da marroncini a grigi, da molto umidi a semisaturi, da molli a plastici.	
Pz 17	0,00 ÷ 1,20	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. Max 10-20 cm) e poco materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	1,20 ÷ 2,00
	1,20 ÷ 2,20	Fanghi di flottazione, marroncini, da sabbioso limosi a microciottolosi, umidi, poco consistenti.	
	2,20 ÷ 3,80	Fanghi di flottazione, marroncini, da sabbioso limosi a microciottolosi, semisaturi, da molli a plastici.	
Pz 18	0,00 ÷ 2,00	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. Max 10-20 cm) e poco materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	2,00 ÷ 3,00
	2,00 ÷ 3,20	Fanghi di flottazione, marroncini, sabbioso limosi con circa il 30% di clasti diam. 4-6 cm, incoerenti, sciolti.	
Pz 19	0,00 ÷ 1,80	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. Max 10-20 cm) e poco materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	1,80 ÷ 3,00
	1,80 ÷ 3,40	Fanghi di flottazione, marroncini, sabbioso limosi con clasti diam. 4-6 cm, debolmente umidi, poco consistenti.	
	3,40 ÷ 3,50	Fanghi di flottazione, grigi, sabbioso limosi, debolmente umidi, moderatamente consistenti.	
Pz 20	0,00 ÷ 0,70	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. Max 10-20 cm) e poco materiale di discarica in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	1,00 ÷ 1,80 1,80 ÷ 4,00
	0,70 ÷ 1,80	Fanghi di flottazione, beige, argilloso-limosi, umidi, poco consistenti.	
	1,80 ÷ 4,00	Fanghi di flottazione, da beige a grigio-nerastri, argilloso-limosi, umidi, plastici.	
Pz 21	0,00 ÷ 1,40	Terreno di riporto: ghiaia con blocchi (diam. 2-10 cm) in matrice terroso-sabbiosa ossidata, marrone, asciutto.	1,40 ÷ 3,20
	1,40 ÷ 3,20	Terreno di riporto: ghiaia spigolosa (clasti diametro 4-20 cm) con poca matrice costituita da sabbia e fanghi di flottazione, incoerente, beige, da asciutto a debolmente umido.	
Pz 22	0,00 ÷ 2,00	Terreno di riporto: ghiaietto con pochi blocchi (diam. 2-6 cm) in matrice sabbiosa ossidata, marrone-rossiccia, asciutto.	2,00 ÷ 3,40
	2,00 ÷ 3,40	Terreno di riporto: ghiaietto con pochi blocchi (clasti diametro 2-6 cm) con 30-40% di fanghi di flottazione, incoerente, marrone rossiccio, asciutto.	
Pz 23	0,00 ÷ 0,80	Terreno di riporto: blocchi (diam. 2-10 cm) in matrice terroso-sabbiosa ossidata, bruna, asciutta.	0,80 ÷ 3,00
	0,80 ÷ 3,00	Terreno di riporto: ghiaietto spigoloso totalmente incoerente, sciolto, asciutto.	



Foto pozzetto Pz 18

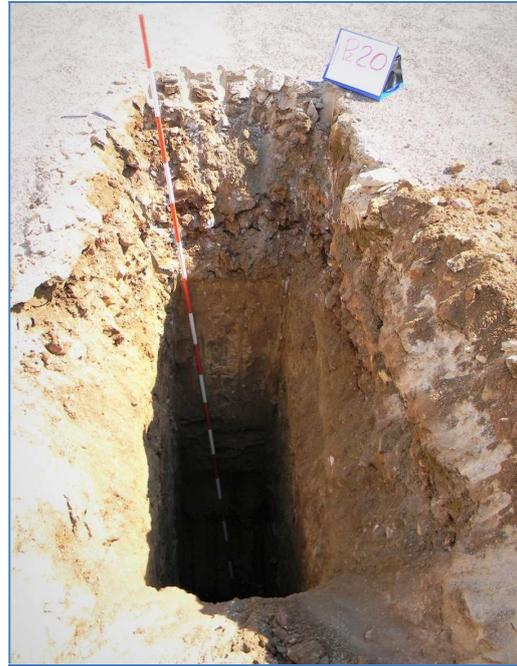


Foto pozzetto Pz 20

2.2 - Area parcheggio barche

Nell'area "parcheggio barche", il piano di indagini è consistito nella realizzazione di 12 pozzetti geognostici da cui sono stati prelevati 10 campioni rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche in laboratorio (Classificazione CNR UNI 10006 e ? prove Proctor).

Pozzetti di indagine

Lo schema di indagine dell'area parcheggio barche rispecchia quello adottato nell'area campo sportivo. Anche in questo caso, per ciascun pozzetto, è stata eseguita l'analisi stratigrafica che viene riepilogata nella tabella 5, nella quale viene indicata la descrizione dei terreni incontrati in funzione degli spessori più significativi e la profondità di prelievo dei campioni.

Le schede complete delle stratigrafie e la relativa documentazione fotografica dei pozzetti sono riportate nell'Allegato 1, mentre la corrispondente ubicazione topografica si può osservare nella figura 5.

L'ubicazione dei pozzetti, come nel caso precedente rispetta una maglia regolare che ha consentito di indagare l'intera superficie dell' area di parcheggio barche fino ad una profondità massima di 3,60 m dal p.c..

A titolo rappresentativo, si riportano le immagini dei pozzetti Pz 4 e Pz 11 nelle quali è si può osservare in maniera chiara la natura dei terreni indagati.



Foto pozzetto Pz 4



Foto pozzetto Pz 11

Modello Geologico

Dall'esame stratigrafico mette in evidenza che il sottosuolo dell'area è costituito principalmente da tre strati principali costituiti da terreno di riporto (strato superficiale, fanghi di flottazione (strato intermedio) e sabbie marine (strato inferiore).

I fanghi di flottazione sono stati ritrovati solamente nei pozzetti Pz 2, Pz 6, Pz 9 e Pz 10; gli spessori variano tra 0,1 m (Pz 10) e 2,0 m (Pz6). I fanghi di laveria si ritrovano sistematicamente al di sotto dello strato di riporto.

Il terreno di riporto sovrasta completante l'intera area del parcheggio barche estendendosi anche oltre. Lo spessore dello strato varia da 0,3 m (Pz 2, Pz 9 e Pz 10) ad un massimo di 3,0 (Pz 11).

Le sabbie, invece, costituiscono lo strato profondo del pozzetto e solo nei pozzetti Pz 2 e Pz 4 si rilevano per l'intera profondità dello scavo. Diversamente giacciono sequenzialmente al di sotto dei fanghi di laveria già a pochi decimetri dal suolo superficiale (Pz 3: 0,4 m; Pz 10: 0,3 m).

Tabella 7 – Riepilogo delle stratigrafie dei pozzetti eseguiti nell'area parcheggio barche

Stratigrafia dei pozzetti			
Pozzetto	(m)	Descrizione dei terreni	Profondità campione (m)
Pz 1	0,00 ÷ 0,30	Sabbia incoerente con pochi clasti, giallastro-marroncina, asciutta.	0,50 ÷ 2,00
	0,30 ÷ 2,00	Scorie di aspetto sabbioso-ciottoloso, da rossastre a nerastre, asciutto o debolmente umido.	
	2,00 ÷ 3,50	Sabbia media, beige-giallastra, incoerente, debolmente umida.	
Pz 2	0,00 ÷ 3,00	Terreno di riporto: terra sabbiosa con blocchi, materiale di discarica e scorie, da beige a marrone scuro, da asciutto a debolmente umido.	1,00 ÷ 3,00
	3,00 ÷ 3,50	Sabbia media, beige-giallastra, incoerente, debolmente umida.	
Pz 3	0,00 ÷ 0,40	Terreno di riporto: terra sabbiosa, nerastra, asciutta.	0,50 ÷ 2,00
	0,40 ÷ 2,00	Fanghi di flottazione, limoso-argillosi, giallo-arancio, debolmente umidi e moderatamente consistenti sino a - 1,20 metri poi umidi e plastici.	
	2,00 ÷ 3,60	Sabbia incoerente, debolmente umida, beige.	
Pz 4	0,00 ÷ 2,60	Sabbia media, incoerente con qualche blocco e poco materiale di discarica, beige, asciutta.	
	2,60 ÷ 3,00	Sabbia media con rari blocchi, incoerente, beige, asciutta o debolmente umida.	
Pz 5	0,00 ÷ 2,60	Terreno di riporto: terra sabbiosa con blocchi scorie e materiale di discarica, da beige a marrone scuro, da asciutto a debolmente umido.	
	2,60 ÷ 3,00	Sabbia media, beige-giallastra, incoerente, debolmente umida.	
Pz 6	0,00 ÷ 0,80	Terreno di riporto: terra sabbiosa, nerastra, asciutta.	0,80 ÷ 2,80
	0,80 ÷ 2,80	Fanghi di flottazione, limoso-argillosi, giallo-arancio, da umidi a semisaturi, plastici.	
	2,80 ÷ 3,50	Sabbia incoerente, debolmente umida, beige.	
Pz 7	0,00 ÷ 0,70	Terreno di riporto: terra sabbiosa con pochi inerti, nerastra, asciutta. Nei primi 20 cm da p.c. sono presenti fanghi di flottazione.	0,80 ÷ 1,80
	1,80 ÷ 4,00	Sabbia incoerente, da asciutta a debolmente umida, beige-marroncina.	
Pz 8	0,00 ÷ 0,60	Terreno di riporto: blocchi e sabbia media, incoerente, beige, asciutta.	1,40 ÷ 3,20
	0,60 ÷ 3,00	Sabbia media, incoerente, beige, asciutta.	
Pz 9	0,00 ÷ 0,30	Terreno di riporto: terra sabbiosa con blocchi e poco materiale di discarica, da beige a marrone scuro, da asciutto a debolmente umido.	1,00 ÷ 3,00
	0,30 ÷ 1,00	Fanghi di flottazione, beige, debolmente umidi.	
	1,00 ÷ 3,20	Terreno di riporto: terra sabbiosa con molti blocchi, da bruna a nerastra, da asciutta a debolmente umida.	
Pz 10	0,00 ÷ 0,30	Terreno di riporto: terra sabbiosa con blocchi e poco materiale di discarica, da beige a marrone scuro, da asciutto a debolmente umido.	0,50 ÷ 1,80
	0,30 ÷ 0,40	Fanghi di flottazione, beige-giallastri, asciutti.	
	0,40 ÷ 1,80	Terreno di riporto: terra sabbiosa con pochi blocchi, bruna, da asciutta a debolmente umida.	
	1,80 ÷ 3,50	Sabbia incoerente, beige, debolmente umida.	
Pz 11	0,00 ÷ 3,00	Terreno di riporto: sabbia terrosa con blocchi (diam. Sino a 20-30 cm) e materiale di discarica, marrone, asciutta.	1,00 ÷ 3,00
	3,00 ÷ 3,50	Sabbia incoerente, da asciutta a debolmente umida, beige-marroncina.	
Pz 12	0,00 ÷ 1,50	Terreno di riporto: sabbia terrosa con blocchi (diam. Max 20-30 cm) e materiale di discarica, marrone, asciutta.	2,00 ÷ 3,00
	1,50 ÷ 3,20	Sabbia incoerente, da asciutta a debolmente umida, beige-marroncina.	

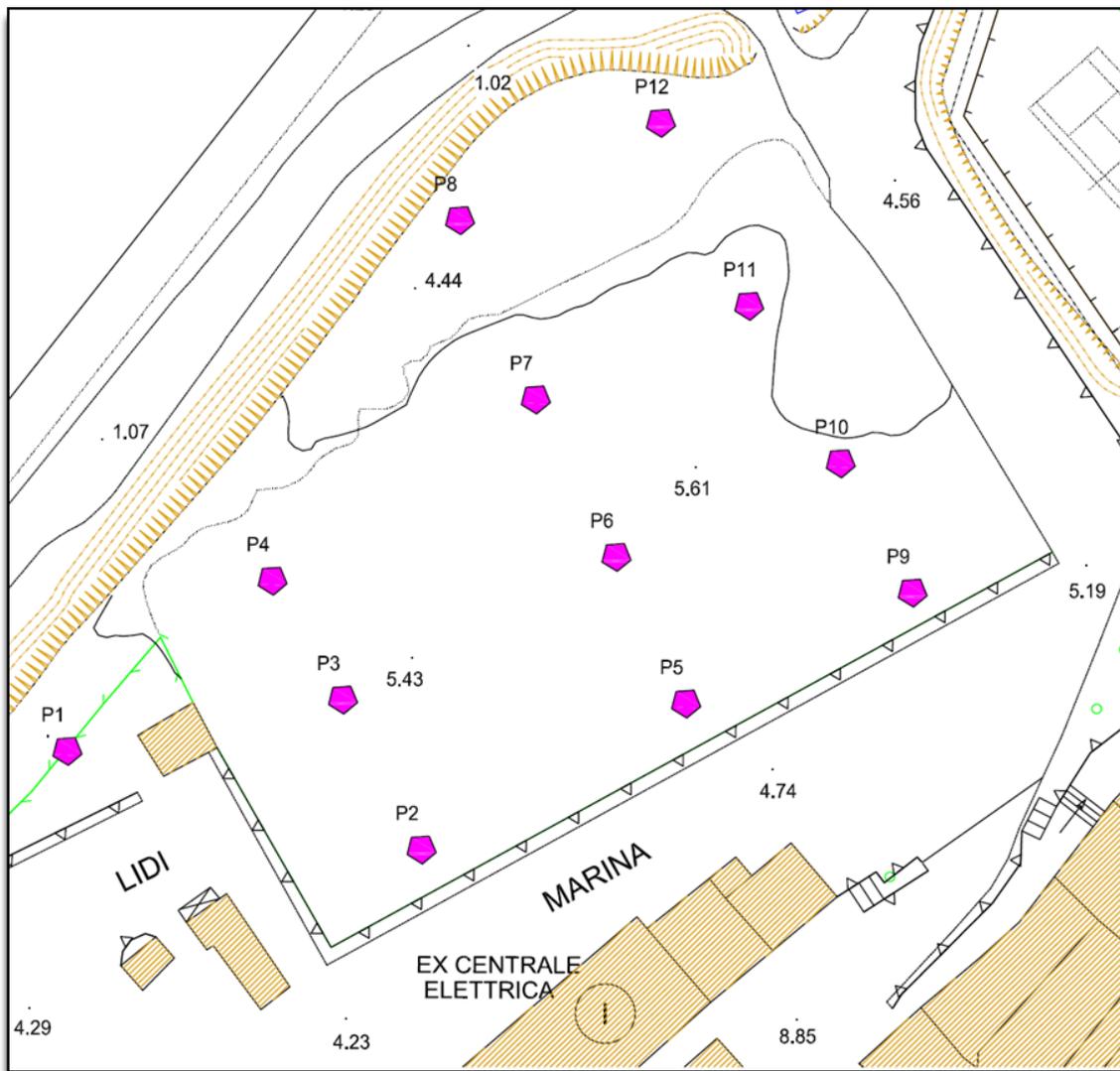


Figura 11 – Ubicazione dei pozzetti eseguiti nell'area parcheggio barche

2.3 – Discarica sottostante strada provinciale

Nella sommità delle discariche costituita da scarti delle coltivazioni minerarie che corrisponde all'area sottostante la Strada Provinciale Buggerru-Fluminimaggiore, sono stati realizzati 9 pozzetti geognostici, al fine di valutare l'eterogeneità del materiale di scarto così come si osserva sulla superficie della discarica.

Pozzetti di indagine

Lo schema relativo alla ubicazione dei pozzetti segue una disposizione casuale facendo attenzione ad una distribuzione omogenea dei pozzetti tale coprire l'intera superficie piana della sommità della discarica. Non ostante la profondità del pozzetto non abbia raggiunto la base della discarica per ovvie ragioni, anche in questo caso, per ciascun pozzetto, è stata eseguita l'analisi stratigrafica che viene riepilogata nella tabella 6, nella quale viene indicata la descrizione dei terreni incontrati. Il campione di materiale è stato ottenuto per quartatura da un mix rappresentativo di materiale scavato.

Le schede complete delle stratigrafie e la relativa documentazione fotografica dei pozzetti sono riportate nell'Allegato 1, mentre la corrispondente ubicazione topografica si può osservare nella figura 12.

Lo scavo dei pozzetti è stato spinto da un minimo di 2,50 m ad un massimo di 3,00 m dal p.c..

A titolo rappresentativo, si riportano le immagini dei pozzetti Pz 28 e Pz 31 nelle quali è si può osservare in maniera chiara la natura dei terreni indagati.



Foto pozzetto Pz 28

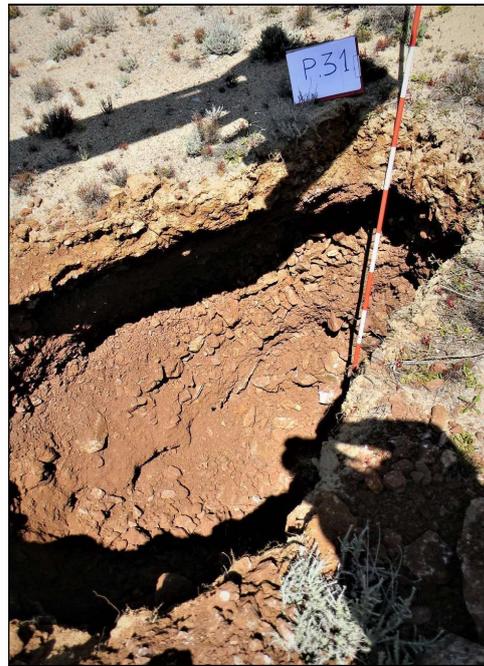


Foto pozzetto Pz 31

Tabella 8 – Riepilogo delle stratigrafie dei pozzetti eseguiti nell'area sottostante la Strada Provinciale

Stratigrafia dei pozzetti			
Pozzetto	(m)	Descrizione dei terreni	Profondità campione (m)
Pz 14	0,00 ÷ 2,80	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con poca matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 24	0,00 ÷ 2,50	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con pochissima matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 25	0,00 ÷ 3,00	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con 10-20% di matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 26	0,00 ÷ 2,50	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con pochissima matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 27	0,00 ÷ 3,00	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con circa 20% di matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 28	0,00 ÷ 2,50	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con pochissima matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 29	0,00 ÷ 2,50	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con poca matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 30	0,00 ÷ 3,00	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con poca matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix
Pz 31	0,00 ÷ 2,80	Terreno di riporto: blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con poca matrice limoso-terrosa, ossidata, marrone, asciutto, incoerente.	Mix

Modello Geologico

L'analisi visiva dei pozzetti evidenzia la rispondenza tra l'interno della discarica con quanto si osserva esternamente sulla superficie di quest'ultima. Si osserva inoltre che il terreno di riporto è formato da blocchi spigolosi (diam. 10-30 cm) con poca matrice limoso-terrosa ossidata di colore marrone; il materiale si presenta anidro e incoerente.

Solo localmente si riscontra un aumento della matrice nel terreno di riporto che verosimilmente potrebbe derivare da una manipolazione antropica dei suoli successiva a quella mineraria.

Figura 12 – Ubicazione dei pozzetti eseguiti nell'area sottostante la Strada Provinciale

2.4 - Prove di costipamento

Una volta ottenute le superfici finite nelle tre aree soggette a valorizzazione (area sosta barche, area campo sportivo e area sosta camper) mediante asportazione e riporto dei materiali fini di flottazione, si procederà con una stesa di materiali di riporto (tout venant proveniente dalla vicina discarica di scarti di coltivazione) per uno spessore di 0,3 su cui sarà realizzata una soletta in c.a. dello spessore di 0,2 m.

A tal riguardo è importante conoscere se il materiale che si intende usare come sottofondo ha le caratteristiche meccaniche idonee per sostenere i carichi determinati dal peso della soletta in c.a. e del traffico veicolare soprastante, oppure le proprietà meccaniche del terreno debbano essere migliorate per raggiungere tale scopo.

Nel caso specifico, si prevede che il materiale prelevato dal piede della discarica per la realizzazione del sottofondo debba essere compattato meccanicamente al fine di migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno.

Per conoscere il livello massimo di compattazione e di conseguenza e di conseguenza ricavare i valori dei parametri geotecnici del suolo compattato, sono stati prelevati campioni di suolo rappresentativo del materiale di riporto che sarà impiegato per il sottofondo, per essere sottoposti a prove Proctor.

I test di costipamento (Prove Proctor) sono eseguiti al fine di valutare le qualità meccaniche del terreno studiando l'influenza che il contenuto d'acqua e energia di compattazione hanno sul comportamento del materiale. Si riesce in tal modo ad individuare un range di quali valori del contenuto d'acqua del terreno che permette il raggiungimento del massimo grado di addensamento per un fissata energia di costipamento.

Le prove di laboratorio utilizzate in questo caso è stata la prova Proctor modificata (o modified A.A.S.H.T.O. test).

Nella prova si impiegano diversi campioni dello stesso terreno facendo variare il contenuto d'acqua e mantenendo nel contempo costante l'energia di compattazione, in tal modo si può calcolare la densità secca e rappresentare in un diagramma la variazione del peso di volume secco in funzione del contenuto d'acqua.

Si ottiene, infine, una curva a campana il cui punto massimo rappresenta la condizione ottimale di compattazione. I valori di densità del secco e del contenuto in acqua corrispondenti a tale punto massimo sono rispettivamente il massimo peso per unità di volume del secco e il contenuto ottimale d'acqua.

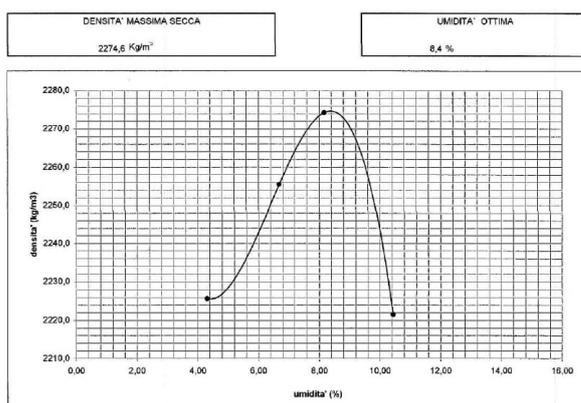
Per ogni terra l'optimum e il maximum, così come la forma della curva, varia con l'energia di costipamento e con i diversi metodi utilizzabili. Pertanto, stabilita la tipologia di prova, di fondamentale importanza è l'energia di costipamento applicata al campione in esame.

L'importanza dell'energia di costipamento applicata è evidente, al crescere dell'energia di costipamento aumenta il peso di volume secco massimo e diminuisce il contenuto d'acqua optimum.

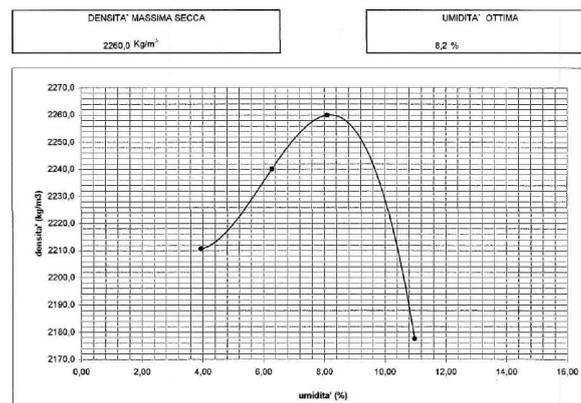
Nella presente indagine geognostica sono stati esaminati in totale 6 campioni di cui 3 erano costituiti da una miscela di suolo prelevato dalla discarica di tout-venant a cui è stato integrato e incrementato di volta in volta il 10 % di fanghi (campioni 9a, 9b e 9c); i campioni rimanenti sono erano costituiti da una miscela costituita dal suolo prelevato dall'area sosta barche e area campo sportivo a cui è stato integrato e incrementato di volta in volta il 10% di fanghi (campioni 10a, 10b e 10c) (Tabella 9).

Tabella 9 – Riepilogo delle prove Proctor

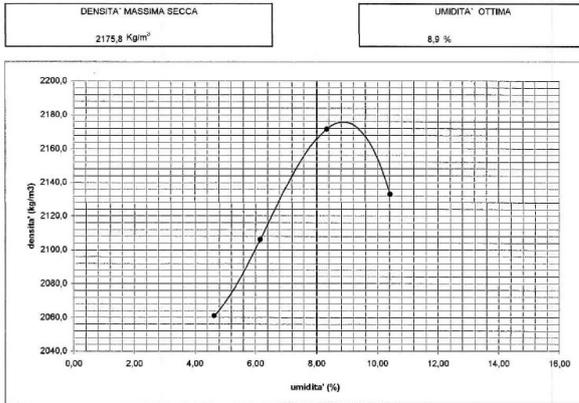
Prove di costipamento AASHO			
Campione	Densità massima secca kg/mc	Umidità ottimale %	Quantità fanghi %
9a	2.274,6	8,4	10,0
9b	2.260,0	8,2	20,0
9c	2.175,8	8,9	30,0
10a	2.217,4	8,3	10,0
10b	2.198,3	8,1	20,0
10c	2.149,3	8,0	30,0



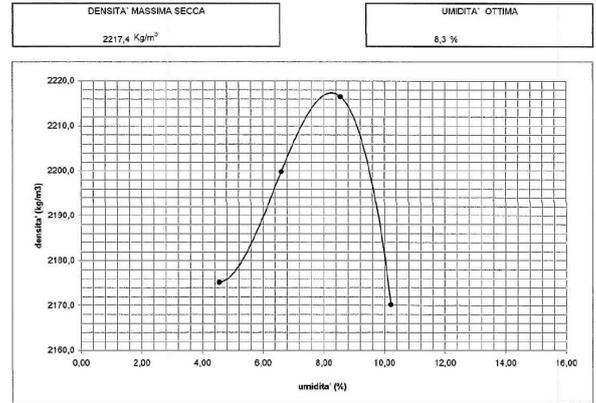
Campione 9a



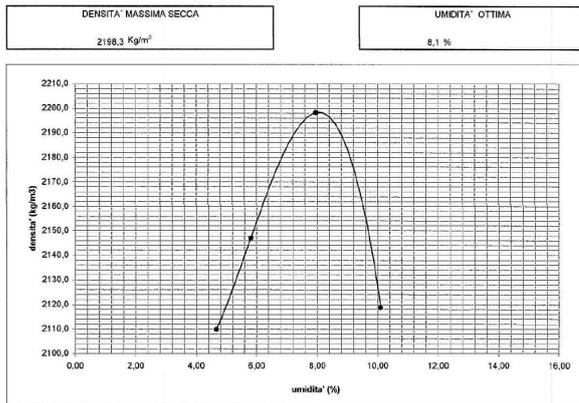
Campione 9b



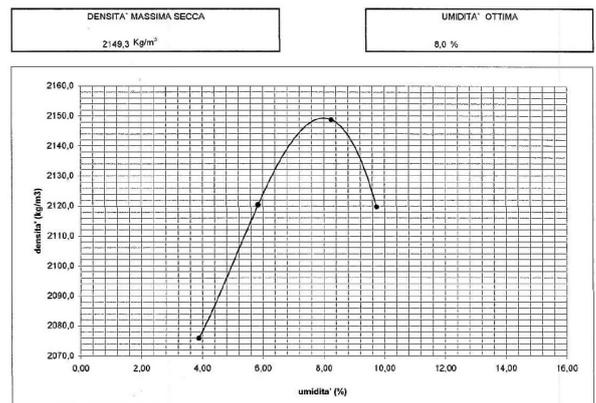
Campione 9c



Campione 10a



Campione 10b



Campione 10c

Dai risultati ottenuti si evince che la massima densità del suolo costipato si raggiunge con una miscela formata dal 90% di suolo e il 10% di fanghi, mentre il contenuto ottimale di umidità varia tra 8,0% e 8,4% con una punta massima di 8,9% (campione 9c).

3 - STABILITA' DEI VERSANTI

3.1 - Area abbancamento fini

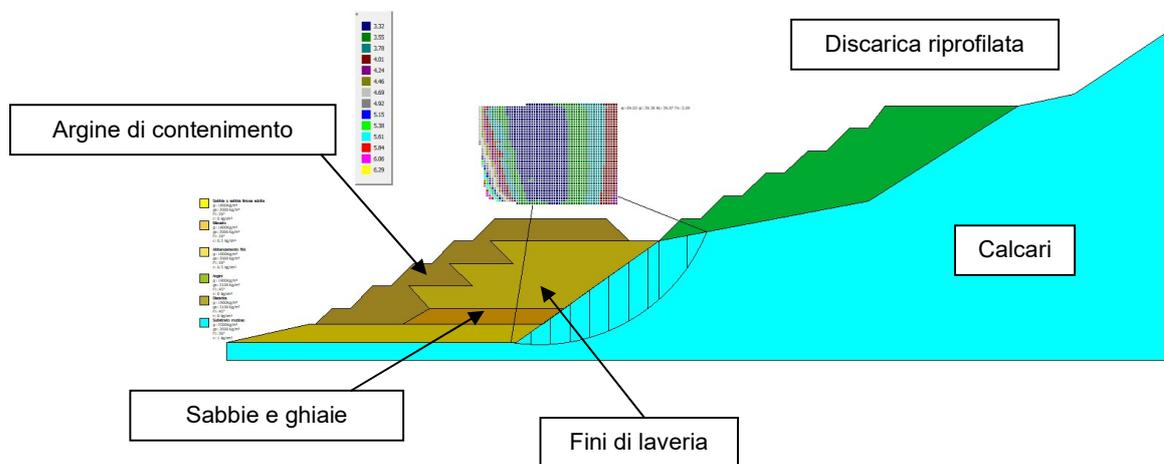
Il progetto prevede l'abbancamento dei materiali scavati nell'area barche e nel campo sportivo nell'area attualmente individuata come area piazzale camper.

Le indagini eseguite in tale area (cpt, sondaggi, prove di laboratorio) hanno permesso di determinare i parametri geotecnici delle diverse tipologie di materiali, da utilizzare per la verifica di stabilità dell'area di abbancamento e degli argini.

I risultati delle indagini geognostiche eseguite nell'area individuata per l'abbancamento dei fini, hanno messo in luce su tutta l'area la presenza di uno strato di materiale di riporto di buone caratteristiche geotecniche, avente uno spessore medio di circa 2.50 m. Al di sotto di tale strato è stata rilevata la presenza di materiali granulari (sabbie frammiste a ghiaie) e di limi (fini di flottazione) poggianti sulle sabbie costituenti l'arenile. Al di sotto delle sabbie è stato individuato il basamento carbonatico a profondità

La presenza dei limi non è diffusa su tutta l'area di abbancamento ma è stata riscontrata con gli spessori maggiori in prossimità del sondaggio S7 e del CPT 5, in corrispondenza della sezione di progetto S13.

La verifica è stata eseguita in corrispondenza della sezione 13 (sezione in corrispondenza della quale sono stati rilevate le condizioni peggiori dal punto di vista stratigrafico per la presenza di uno spessore di limi pari a 2.50 m.



Si riporta di seguito la stratigrafia utilizzata per il calcolo con i parametri geotecnici determinati

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0	39	1850	2000	Sabbia
2	0	45	1900	2100	Argini rilevato
3	0.5	28	1800	2000	Fini di flottazione
4	0	45	1900	2100	Discarica modellata
5	0.5	28	1800	2000	rilevato con materiale di scavo
6	1	50	2300	2500	Substrato roccioso

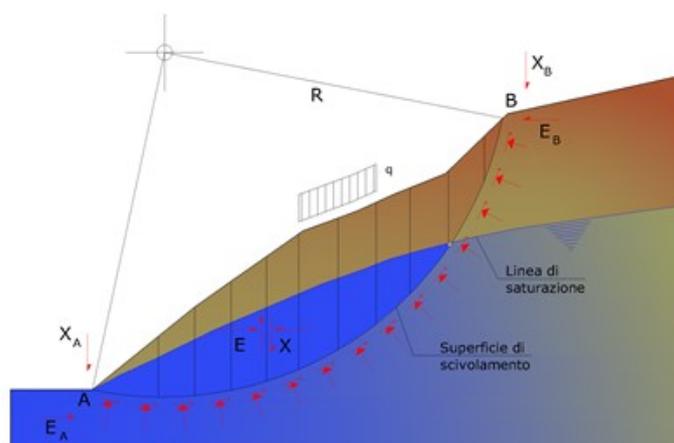
Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_j agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_j ;
- $(n-1)$ forze normali E_j agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_j agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_j ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_j ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_C) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore

sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i -esima del concio generico i .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i -esima faccia del concio i , e λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_C , λ e F , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

$$F_{sm} = F_{sf}$$

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)

```
=====
```

Zona	Buggerru
Lat./Long.	39.24/8.24
Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	6.0

Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

=====

Maglia dei Centri

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	52.28 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	30.62 m
Ascissa vertice destro superiore xs	85.78 m
Ordinata vertice destro superiore ys	52.51 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

=====

Sisma

=====

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.001
---	-------

=====

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	63.96	0.0
3	95.51	22.5
4	141.63	31.4
5	174.67	52.5
6	186.88	55.0
7	209.17	70.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	18.35	4.0
3	19.65	4.0
4	38.91	4.0
5	69.7	4.09
6	74.48	7.5
7	78.96	10.7
8	95.51	22.5
9	141.63	31.4
10	174.67	52.5
11	186.88	55.0
12	209.17	70.0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	18.35	4.0
3	19.65	4.0
4	38.91	4.0
5	44.82	7.5
6	74.48	7.5
7	78.96	10.7
8	95.51	22.5
9	141.63	31.4
10	174.67	52.5
11	186.88	55.0
12	209.17	70.0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	18.35	4.0
3	19.65	4.0
4	34.64	4.0
5	38.91	4.0
6	44.82	7.5
7	40.23	12.5
8	54.23	12.5

9	49.23	17.5
10	63.23	17.5
11	58.23	22.5
12	95.51	22.5
13	141.63	31.4
14	174.67	52.5
15	186.88	55.0
16	209.17	70.0

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	18.35	4.0
3	19.65	4.0
4	23.23	7.5
5	27.28	7.5
6	32.23	12.5
7	36.23	12.5
8	41.23	17.5
9	45.23	17.5
10	50.23	22.5
11	54.23	22.5
12	59.23	27.5
13	83.86	27.5
14	88.86	22.5
15	95.51	22.5

16	141.63	31.4
17	174.67	52.5
18	186.88	55.0
19	209.17	70.0

Vertici strato5

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	63.96	0.0
3	95.51	22.5
4	98.06	25.11
5	100.38	27.5
6	104.5	27.5
7	109.66	32.5
8	113.78	32.5
9	118.93	37.5
10	123.05	37.5
11	128.21	42.5
12	132.33	42.5
13	137.46	47.5
14	141.52	47.5
15	145.31	52.5
16	174.67	52.5
17	186.88	55.0
18	209.17	70.0

Coefficienti parziali azioni

=====		
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
=====		

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====		
Tangente angolo di resistenza al taglio		1.25
Coesione efficace		1.25
Coesione non drenata		1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno		No
=====		

Risultati analisi pendio

=====		
Fs minimo individuato		3.02
Ascissa centro superficie		69.03 m
Ordinata centro superficie		32.81 m
Raggio superficie		33.32 m
=====		

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 69.03 yc = 32.812 Rc = 33.32 Fs=3.025

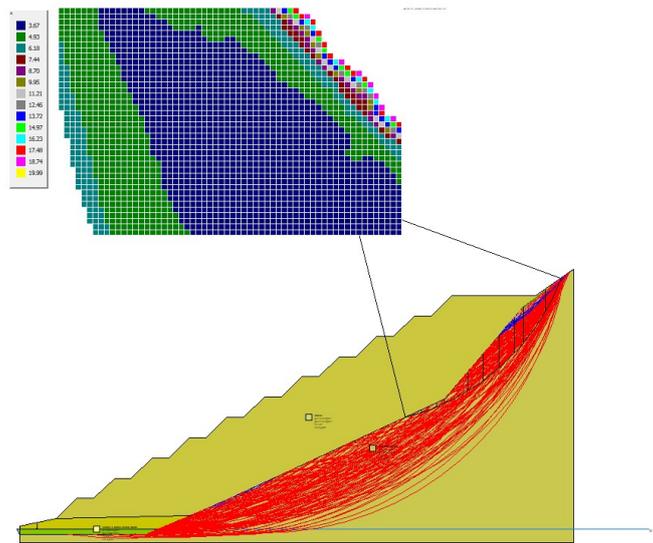
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	3.78	-6.75	3.81	18680.76
2	3.78	-0.22	3.78	45316.99
3	3.78	6.31	3.8	67884.14
4	3.78	12.92	3.88	86307.05
5	3.78	19.71	4.02	100332.4
6	3.78	26.81	4.24	109470.6
7	3.78	34.4	4.58	112860.4
8	3.78	42.77	5.15	108938.3
9	2.03	49.92	3.16	53242.2
10	5.53	63.26	12.29	93143.67

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	-11231.29	24887.37	0.0	0.0	32628.35	21200.86	0.0
2	-39087.77	59650.61	-11231.29	24887.37	73305.4	34482.88	0.0
3	-53132.02	87045.09	-39087.77	59650.61	78423.54	36226.54	0.0
4	-54348.75	105299.8	-53132.02	87045.09	81229.24	37354.66	0.0
5	-47022.55	113329.3	-54348.75	105299.8	84851.04	38921.46	0.0
6	-35186.66	109724.2	-47022.55	113329.3	88768.22	40813.67	0.0
7	-22035.37	93210.46	-35186.66	109724.2	91605.65	42698.09	0.0
8	-10080.33	63645.6	-22035.37	93210.46	91270.98	44154.56	0.0
9	-3121.91	44726.57	-10080.33	63645.6	44277.49	23230.98	0.0
10	0.0	0.01	-3121.91	44726.57	80447.64	60272.65	0.0

3.2 - Corpo discarica

Analogamente è stata eseguita l'analisi di stabilità del corpo discarica riprofilato. La verifica in questo caso è stata eseguita in corrispondenza della sezione di progetto n° 3. Anche in questo caso la scelta è ricaduta cautelativamente nella sezione più sfavorevole.



Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)

Zona	BUGGERRU
Lat./Long.	39.3961/8.4014
Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5.17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	72.38 m
Ascissa vertice destro superiore xs	89.33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	128.48 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

=====

Sisma

=====

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0008
Coefficiente azione sismica verticale	0.0004

=====

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	-4.26	-1.36
2	26.73	-1.37
3	44.85	6.4
4	99.76	31.9
5	119.06	54.77
6	131.39	64.08

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	-5.0	0.0
2	150.0	0.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	-4.26	0.77
2	4.65	2.5
3	37.39	3.2
4	44.85	6.4
5	99.76	31.9
6	119.06	54.77
7	131.39	64.08

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	-4.26	0.77
2	4.65	2.5
3	9.77	7.5
4	13.84	7.5
5	18.94	12.5
6	23.03	12.5
7	28.13	17.5
8	32.21	17.5
9	37.31	22.5

10	41.39	22.5
11	46.49	27.5
12	50.57	27.5
13	55.67	32.5
14	59.75	32.5
15	64.85	37.5
16	68.93	37.5
17	74.03	42.5
18	78.11	42.5
19	83.21	47.5
20	87.29	47.5
21	92.38	52.5
22	96.46	52.5
23	101.56	57.5
24	122.0	57.5
25	131.39	64.08

Coefficienti parziali azioni

=====

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

=====

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno

No

=====

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0	0	28	1800	2000	Sabbia o sabbia limosa sciolta	
2	0	0	38	1950	2150	Ghiaia	
3	1	0	45	2300	2500	Substrato roccioso	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	0	0	0	0	0

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato 2.42
Ascissa centro superficie 76.71 m
Ordinata centro superficie 80.79 m
Raggio superficie 55.0 m

=====