

INDICE

- 1.	PREMESSA	1
- 2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	4
- 3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLOGIA DEL SITO	6
- 4.	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO	9
- 5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	14
- 6.	ANALISI DEL PIANO STRALCIO REDATTO DALL'AUTORITÀ DI BACINO	15
- 7.	PLUVIOMETRIA E IDROLOGIA	17
- 8.	RISCHIO SISMICO, V_{s30} E CATEGORIA DI SUOLO	18
- 9.	CONCLUSIONI	21

ALLEGATO

- 1.	FASCICOLO DELLE INDAGINI	
------	--------------------------	--

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Pannarano (BN) ha conferito al sottoscritto Dott. Geol. **MAURIZIO GALLO**, con Det. n. 169 del 15/12/2015, l'incarico di redigere la relazione geologico-tecnica relativa al Progetto Esecutivo dei ***"Lavori di bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica comunale sita in località "Bosco Caccese". Cod. Sito CSPI 2047 C001 del Comune di Pannarano.***

Il sito in questione (ex discarica comunale) è ubicato nella porzione sud orientale del territorio comunale, che ricade nella fascia pedemontana dei Monti del Partenio, in corrispondenza dello spartiacque fra due incisioni torrentizie, ad una quota compresa fra le isoipse 405 e 415 m s.l.m.. L'area di forma pressoché rettangolare è completamente di proprietà comunale ed è delimitata ad ovest da una strada comunale, a monte ed a valle confina con proprietà private mentre sul lato est è presente una incisione torrentizia.

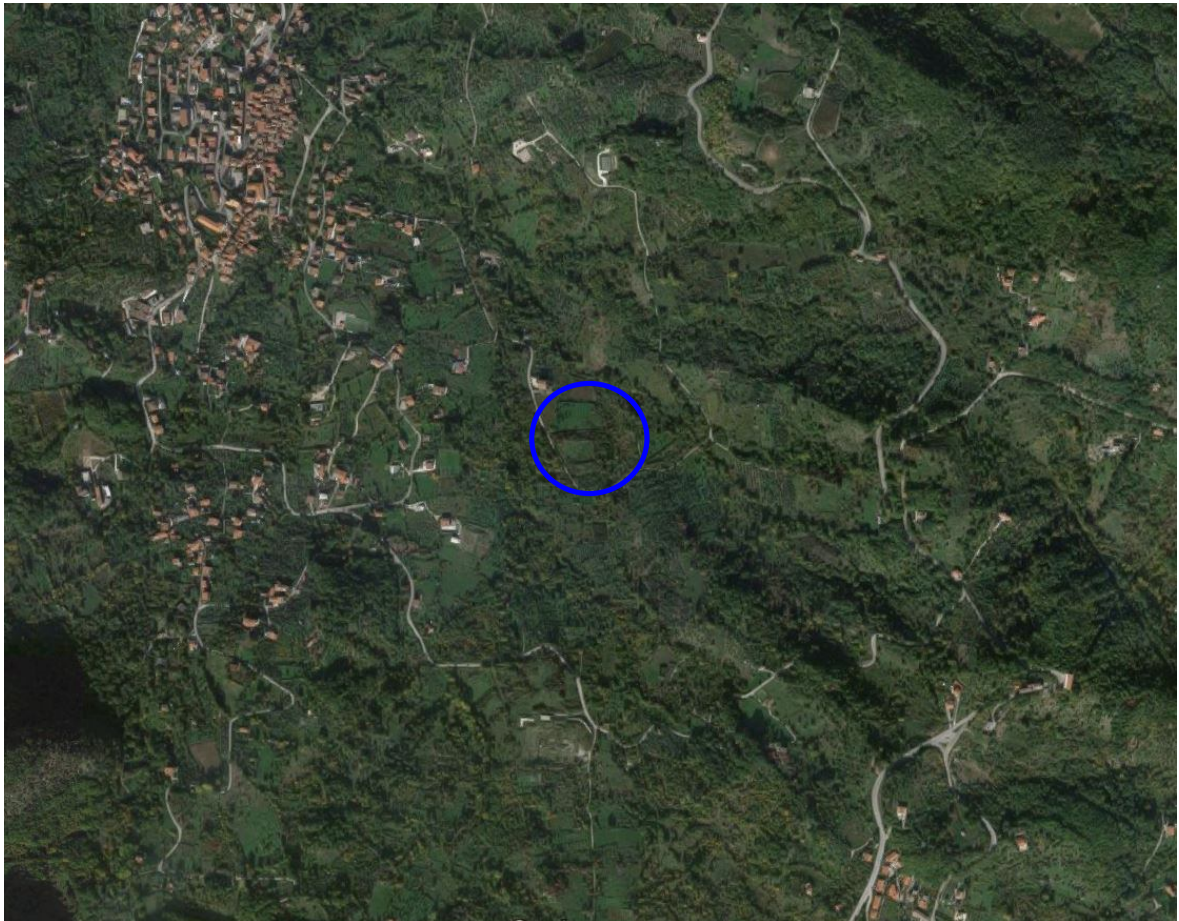


Fig 1: Area della ex discarica di Pannarano (BN).

Nella delibera di conferimento dell'incarico viene indicato di dare risposta a quanto richiesto dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri Garigliano e Volturno in sede di Conferenza dei Servizi convocata per l'approvazione del Progetto Operativo di Bonifica. L'Ente, pur

esprimendo per le specifiche finalità della Conferenza dei Servizi parere favorevole al progetto operativo di bonifica e messa in sicurezza della discarica, segnalava la necessità di un approfondimento sui livelli di stabilità delle aree in frana e sulla loro interferenza con il corpo della discarica e con le opere progettate, per il corretto dimensionamento degli interventi.

La presente documentazione geologica, è stata redatta in ottemperanza delle vigenti normative tecniche per le costruzioni ricadenti in zona sismica (D.M. 11.03.1988; O.P.C.M. n°3274 20.03.2003; NTC D.M.14.01.2008) ed in considerazione del fatto che il comune di Pannarano (BN) è attualmente inserito (Delibera della Giunta Regionale della Campania del 7 novembre 2002 pubblicata sul BURC n° 56 del 18/11/2002) in una zona macrosismica di seconda categoria ($S = 9$), per la realizzazione di opere in tali aree, dovrà essere valutata la stabilità dei manufatti in presenza di azioni indotte da sismi, adottando i coefficienti di sicurezza dettati dalla microzonazione del territorio effettuata in base alla L.R. 7 gennaio 1983 n.9.

Di seguito vengono illustrati i metodi e i risultati delle indagini svolte per la modellazione geologica e geotecnica del sito di interesse e le considerazioni fatte sulla sismicità dell'area, con particolare riguardo alla valutazione della pericolosità sismica. Vengono altresì introdotti gli elementi geotecnici per la verifica della compatibilità dell'intervento in progetto, in termini di stabilità e di prestazioni del futuro manufatto stradale, nell'osservanza del livello di sicurezza previsto dalle norme che disciplinano la progettazione sismoresistente delle costruzioni (NTC - D.M. 14.01.2008) e, più in generale, delle opere di ingegneria civile.

Per ottenere dati puntuali sia di carattere geotecnico che sismologico dell'area, sul sito di diretto interesse sono state effettuate le seguenti indagini:

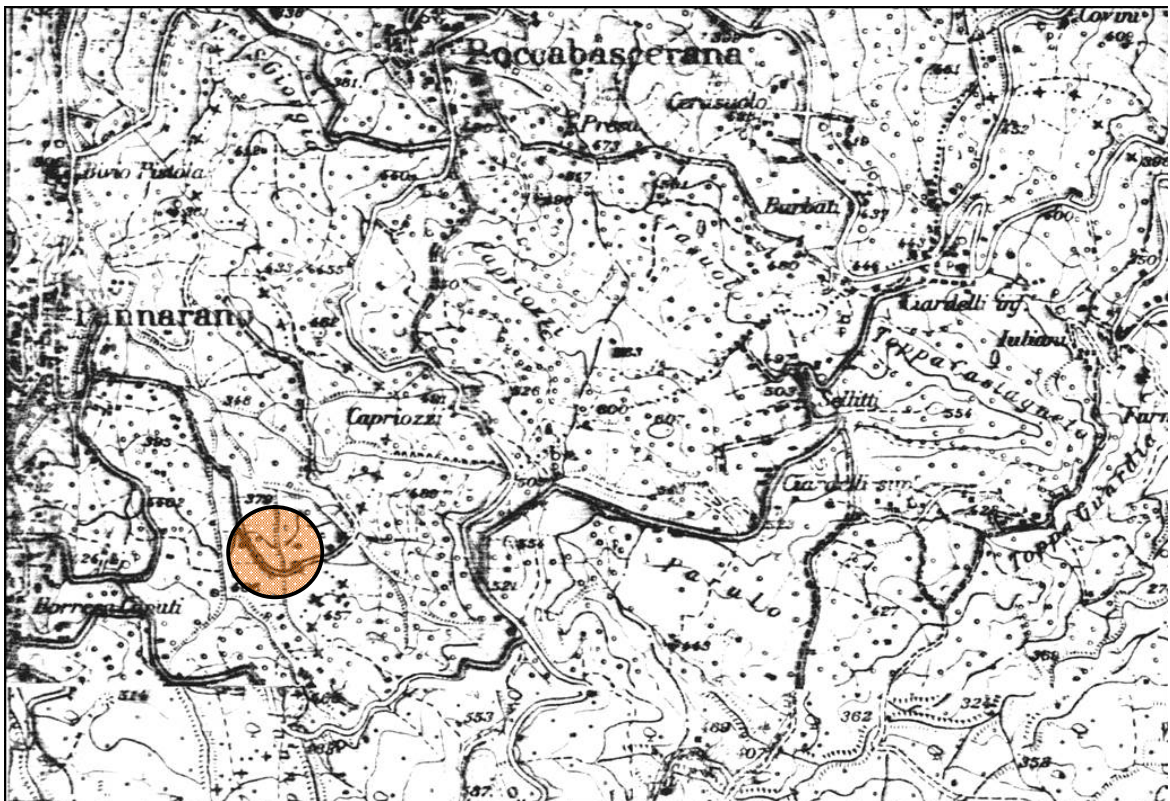
- Raccolta dati bibliografici, con la consultazione sia dello studio geologico eseguito per la redazione del P.R.G. del Comune di Pannarano che dei dati pluviometrici disponibili presso il Servizio Idrografico di Stato;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di campagna;
- Realizzazione di una campagna di indagini geognostiche con esecuzione di n° 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- Prelievo di n°2 campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio.

L'esame di tutti i dati ha quindi consentito di caratterizzare il sito indagato dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

La discarica comunale di Pannarano, ubicata in Località Bosco Caccese del territorio comunale di Pannarano, è inserita nell'elenco dei siti potenzialmente inquinati (**Codice Sito CSPI 2047C001**) allegato al DGR n° 400 del 28/03/2006 e DD n. 208 del 03/04/2006.

Inquadramento territoriale del sito



L'area interessata dalla discarica è di proprietà pubblica e risulta inserita per intero nel P.R.G. come "Zona Agricola Normale En"; solo uno spigolo dell'area ricade in una fascia di rispetto a tutela dei corsi d'acqua (D.Lgs. 42/04 art.142).

La discarica, pur essendo unica, va distinta in due zone; una parte di monte, dell'estensione di circa 3.000 mq, attiva fin dagli anni 80 ed una parte di valle che è stata destinata a discarica più di recente e più precisamente nel periodo 1998-2002 a seguito della emergenza rifiuti ed è stata interrotta nel 2003. Attualmente risulta dimessa da alcuni anni.

Per quanto riguarda il tipo di rifiuti sversati, da notizie raccolte presso fonti ufficiali è emerso che essi sono composti principalmente da Rifiuti Solidi Urbani, oltre che di occasionali apporti di materiali provenienti da demolizioni e da scavi. Non è stata rilevata la presenza di fusti o altri tipi di rifiuti speciali.

La discarica ha una forma pressoché rettangolare, con una superficie di circa 7.000 mq, di cui la parte più vecchia, situata a monte, risulta priva di impermeabilizzazione mentre il bacino di valle, dell'estensione di circa 4.000 mq ha il fondo protetto con telo

impermeabile, non sempre integro, ed è interessato da un piccolo smottamento che ha interessato il terrapieno di contenimento dell'invaso ed ha coinvolto anche il telo impermeabilizzante su cui poggiano i rifiuti.

Considerato il completo stato di abbandono, negli ultimi anni la zona ha assunto un aspetto fortemente alterato e degradato nei suoi aspetti morfologici ed ambientali, esponendo l'area ad un rischio elevato per la vulnerabilità sia di tipo idrologico che ambientale dell'intero sito.

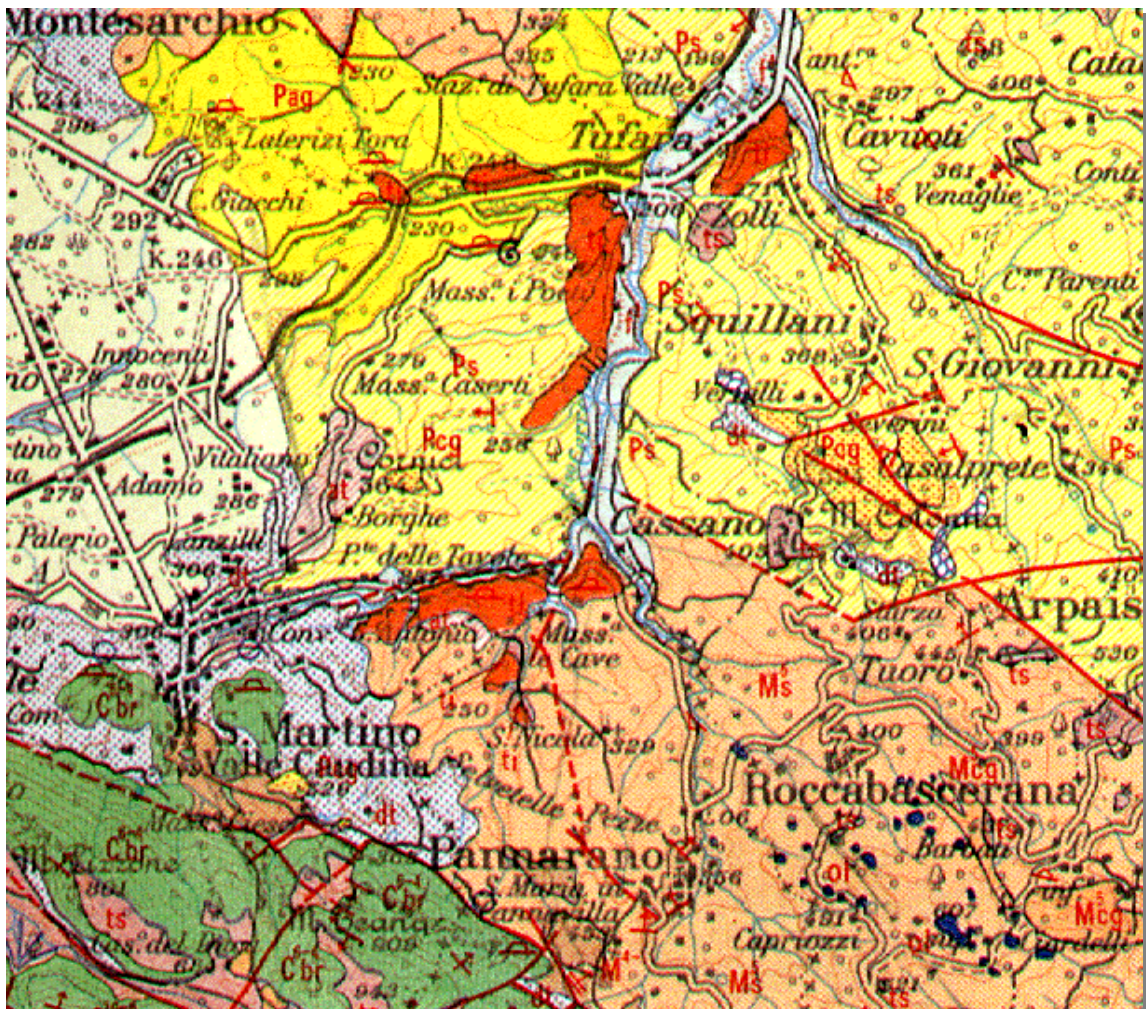
Per tale motivo è stato realizzato un Piano di Caratterizzazione della discarica, a seguito del quale è stato redatto il ***Piano di messa in sicurezza permanente della discarica comunale sita in località "Bosco Caccese"*** di cui la presente relazione è parte integrante.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOLOGIA DEL SITO

L'area interessata dal progetto ricade nella porzione Sud-Est del territorio comunale di Pannarano ed è riportata nella Tavoletta I.G.M. "Altavilla Irpina", quadrante II S.O. del Foglio Geologico n° 173 *Benevento*.

Morfologicamente essa ricade ad una quota compresa tra circa 405 mt s.l.m. e circa 415 mt s.l.m., nella fascia pedemontana della catena montuosa del Partenio, dove sono presenti dorsali costituite da depositi terrigeni che presentano pendenze che vanno dal 13% al 25% circa degradando verso Nord.

Dal punto di vista litologico, la Carta Geologica ufficiale della zona (di cui si riporta uno stralcio ingrandito) riporta le formazioni terrigene contraddistinte dalle sigle **M⁴⁻¹** e **Ms⁵** composte in prevalenza rispettivamente da sedimenti argillosi del Miocene inferiore e da molasse, arenarie, marne ed argille riferibili invece al Miocene superiore (*Ciclo d'Altavilla*).



Prendendo in considerazione però anche studi più recenti condotti sulle zone in esame è lecito collocare gran parte dei suddetti depositi al Miocene medio interpretandoli come sedimenti arenacei appartenenti prevalentemente al Flysch Irpino e in particolare alla *Formazione di Castelvete*. Essa poggia con un contatto pseudo trasgressivo sulla serie carbonatica ed ha un carattere di Wild Flysch inglobando blocchi calcarei di varie dimensioni noti in letteratura con il nome di olistoliti. Altresì presenti sul territorio sono i sedimenti del complesso delle *Argille varicolori*, riferibili in prevalenza alla Formazione di Perticara, formati da differenti litotipi quali argilloscisti rossastri e verdastri, marnoscisti, calcari microdetritici e intercalazioni di molasse giallastre.

Sovrapposti ai terreni suddetti si rinvencono i depositi che costituiscono l'unità di *Altavilla Irpina* composti da sedimenti argilloso-marnosi passanti a depositi sabbioso-arenacei e ad evaporiti verso l'alto.

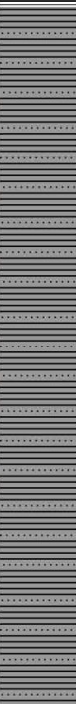
A copertura dei suddetti terreni si rinvencono i sedimenti più recenti costituiti da:

Piroclastiti di caduta. Sono residui più o meno estesi e potenti delle coltri piroclastiche che a più riprese hanno ricoperto la regione. Sono Cineriti ocracee o grigio scure, sottilmente stratificate e con frequenti processi di argillificazione, alternate a livelli di pomici grigiastre. In esse si possono osservare paleosuoli e, al piede dei pendii, livelli e lenti detritiche.

Depositi colluviali. Sono costituiti dal materiale proveniente dalla degradazione del rilievo ed è costituito da elementi, sciolti e di piccole dimensioni, inglobati in una matrice che può essere limosa o argillosa. Esso ricopre gli affioramenti arenaceo argillosi e, dove l'accumulo è stato più veloce o dove vi sono pendenze più dolci, ha formato potenze considerevoli.

Depositi alluvionali e di fondovalle: affiorano lungo il Torrente Serretelle e quello Acqualta, con spessori massimi di 3 m, depositi alluvionali (blocchi, ghiaie e sabbie) e colluviali (limi argillosi). Tali depositi hanno un'estensione limitata e testimoniano la passata attività deposizionale dei torrenti.

Considerando le stratigrafie ottenute dai sondaggi eseguiti per il presente lavoro, nonché quelli realizzate nelle fasi precedenti, si evidenzia che i sedimenti superficiali sono costituiti da una coltre eluvio-colluviale e materiale di riporto che sovrasta il substrato dell'area rappresentato da litotipi composti dapprima da Argille sabbiose varicolori e poi da argille grigie con intercalazioni marnose. Seguono, a profondità maggiori di quelle di interesse, arenarie compatte di colore grigio con intercalazioni di marne ed Argille Varicolori. Nell'ambito delle formazioni argillose ed arenacee del substrato si rinvencono numerosi blocchi calcarei fratturati che rappresentano gli olistoliti calcarei provenienti dai retrostanti rilievi carbonatici.

 tecnologia a servizio dell'ambiente C.so Vittorio Emanuele, 43 - 82011 - Paolisi (BN)			 Autorizzazione Ministeriale per l'esecuzione delle indagini in sito Settore C - Prot. n° 157 del 19/04/2011									
COMMITTENTE: Comune di Pannarano (BN)			Coordinate:		SONDAGGIO: S2	CERTIFICATO n°: S127 - 15						
PROGETTO: Lavori di Bonifica ex Discarica Comunale			Coordinate:		Met. di perforazione: Continuo a rotazione	COMMESSA n°: W19x - 15						
LOCALITA' - COMUNE Ex discarica Comunale - Loc. Caccese - Pannarano (BN)			Quota:		Diametro foro: 101,0 mm	Inizio / Fine Esecuzione: 18 Dicembre 2015						
Note:			Tipo Sonda: CMV MK 600 M		Profondità raggiunta: 15,0 metri		N° di cassette: 3 N° di foto: 42		Rivestimento: 3,0 m		Falda: Pagina: 1 di 1	
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom. / D-Hole		
-1		Limo argilloso di colore marrone con livelli di argilla grigiastra	-1.20	%C=90								
-2		Alternanze di argille sabbiose di colore grigiastre, argille sabbiose di colore marrone e livelli sabbiosi di colore marrone. Presenza di clasti calcarei	-3.50	%C=90	10 - 10 - 11 -2.50 PC			-2.00 -2.50				
-4		Argilla sabbiosa prevalentemente grigiastra con livelli lapidei calcareo-marnosi. Consistente.	-5.53	%C=98	12 - 14 - 13 -4.40 PC			-4.00 -4.40				
-6		Alternanze di livelli arenaceo-sabbiosi di colore grigiastro (prevalenti fino a 12,0 m) e livelli di Argilla sabbiosa di colore prevalentemente grigiastra (prevalenti a profondità maggiori di 12,0)	-15.00	%C=95								
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio:Continuo a rotazione			Sonda:CMV MK 600 M			Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l. Operatore sonda: Giuseppe Mazzariello Resp. Tecnico in sito: Geol. Domenico Ferraro						
Condizionamento foro:												

4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico, il paesaggio locale è condizionato dalla facile erodibilità dei terreni affioranti e, infatti, la presenza della coltre allentata superficiale, la esposizione dei versanti ai fattori meteorologici, la presenza di un reticolo idrografico diffuso e mal regimentato e valori medio-alti di pendenze dei versanti creano condizioni favorevoli ai fenomeni erosivi che evolvono a vere e proprie forme di dissesto (colamento o scivolamento) prevalentemente superficiali ma che possono interessare a volte anche la roccia in posto coinvolgendo quindi significativi volumi di terreno.

In particolare, la discarica è ubicata in un'area prevalentemente collinare con un allineamento delle dorsali nord ovest – sud est ossia perpendicolare alle principali linee tettoniche plioceniche (SE-NO).

La continuità delle colline è interrotta da strette e profonde incisioni vallive ed in particolare si osservano due grosse incisioni una ad ovest (valle del torrente Acqualta) ed una a nord est (valle del torrente Serretelle – Corvo). Le creste di suddette colline (poco più alte di 500 m. s.l.m.) coincidono con l'affioramento di terreni più resistenti all'erosione (arenarie friabili e conglomerati) e costituiscono delle antiche paleosuperfici di erosione.

Non vi sono versanti regolarizzati, si osservano frequenti rotture di pendenza e l'evoluzione dei versanti è generalmente lenta, ove si eccettuino locali fenomeni di evoluzione rapida dovuta a frane e ad erosione.

Le dislocazioni neotettoniche (Plioceniche) hanno riattivato i processi di erosione lineare e i movimenti di massa, identificabili con crolli, scorrimenti rotazionali, colate di fango e detrito, colamenti e creep accompagnati dai processi di dilavamento hanno dato al versante le tipiche forme concavo-convexe e le rotture di pendenze.

Il complesso dei fenomeni descritti, è, ovviamente condizionato dalla litologia dei sedimenti affioranti: dove affiorano terreni più resistenti all'erosione si osservano versanti con pendenze elevate e scarpate subverticali e dove affiorano terreni più teneri (argille) si osservano pendenze più dolci.

In virtù della presenza di tali forme di dissesto è stato determinato il grado di stabilità morfologica della zona, così come riportato nella sezione seguente.

Stabilità morfologica dell'area

Come accennato in precedenza per ottenere una indicazione preliminare sulla instabilità potenziale della zona in esame si è proceduto a ricercare il suo grado di stabilità morfologica prendendo in considerazione le principali caratteristiche che concorrono nella valutazione di tale parametro.

In particolare sono state considerate la **pendenza** dei versanti, la **litologia**, la **giacitura** delle rocce e la **copertura vegetale** indicizzando le varie classi possibili secondo i valori elencati nelle tabelle seguenti:

Pendenza		Valore di influenza
Classe		
$p < 10 \%$	+	2
$10 \% \leq p < 20 \%$	+	1
$20 \% \leq p < 35 \%$	+	0
$35 \% \leq p \leq 50 \%$	-	1
$p > 50 \%$	-	2

Litologia		Valore di influenza
Descrizione		
Terreno incoerente a struttura caotica (argille scagliose)	+	1
Roccia pseudocoerente con strati di roccia coerente (argilliti con strati isolati di calcari o arenarie)	+	2
Roccia coerente stratificata o no sovrastante a roccia a coesione minore (calcare, arenarie ecc., su argilla)	+	3
Roccia pseudo coerente senza stratificazione (argille, limi)	+	4
Roccia incoerente (sabbia, ghiaie, detriti)	+	5
Roccia incoerente (sabbia, limo) con intercalazioni di roccia coerente (tufi, tufiti)	+	6
Roccia semicoerente (arenarie friabili, tufi, graniti e calcari molto fratturati, scisti con facile fissilità)	+	6
Roccia coerente e pseudocoerente a strati alterni (flysch)	+	7
Roccia coerente con sottili intercalazioni di roccia semicoerente o pseudo coerente (calcari o arenarie con interstrati marnosi o argillosi)	+	8
Roccia coerente stratificata (calcari, arenarie, gneiss)	+	9
Roccia coerente non stratificata (graniti, calcari ecc.)	+	10

Giacitura degli strati		Valore di influenza
Descrizione		
Unità litologiche prive di strutture ed in condizioni di massima caoticità ed eterogeneità	+	1

Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica	+	2
Strati a reggipoggio con fessure a franapoggio	+	3
Strati a franapoggio con inclinazione uguale a quella del pendio	+	4
Strati con direzione obliqua a quella del pendio (< 45°)	+	5
Strati con direzione trasversale a quella del pendio (45 - 90 gradi)	+	6
Strati verticali o quasi verticali	+	7
Strati a franapoggio con inclinazione maggiore a quella del pendio	+	8
Strati orizzontali	+	9
Strati a reggipoggio o rocce massicce prive di stratificazione	+	10

Uso del suolo		Valore di influenza
Descrizione		
Formazioni boschive di alto fusto (pinete, abetaie ecc.)	+	2
Bosco ceduo non degradato	+	1
Rimboschimenti recenti	+	1
Prato permanente, prato - pascolo		0
Castagneto da frutto, querceti, pioppeti		0
Aree urbanizzate		0
Zone sterili ed incolte	-	1
Zone cespugliate o con copertura arborea molto scarsa	-	1
Culture specializzate (vigneti, frutteti, orti, ecc.)	-	1
Seminativo semplice o arborato	-	2
Aree interessate da attività estrattiva	-	2
Terreni degradati o aree denudate	-	2

Sommando gli indici parziali, gli incroci possibili sono raggruppati in cinque classi di instabilità principali:

<i>Instabilità massima</i>	per territori compresi nella classe tra	0 e 4
<i>Instabilità forte</i>	per territori compresi nella classe tra	5 e 8
<i>Instabilità media</i>	per territori compresi nella classe tra	9 e 12
<i>Instabilità limitata</i>	per territori compresi nella classe tra	13 e 16
<i>Situazione stabile</i>	per territori compresi nella classe tra	17 e 25

Per la zona in oggetto, considerando le pendenze dei versanti comprese tra il 13% ed il 20%, litologie costituite da sedimenti flyschoidi e da sedimenti arenitici con intercalazioni di argille e marne, in giacitura caotica e con strati piegati, una copertura vegetale adibita a colture specializzate (vigneti, uliveti, frutteti ecc.) e/o a seminativo semplice e considerando i valori minimi e massimi ottenibili dalle diverse combinazioni, si sono ottenuti i seguenti indici totali a cui corrispondono i seguenti gradi di instabilità:

$I_{\max}$	=	10	⇒	Instabilità media
$I_{\min}$	=	8	⇒	Limite tra Instabilità forte e instabilità media

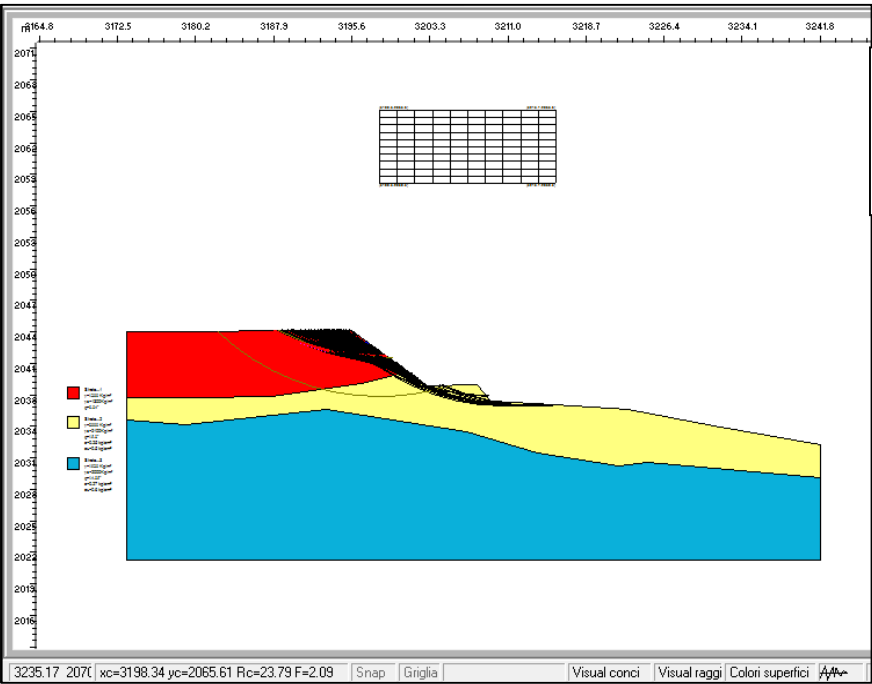
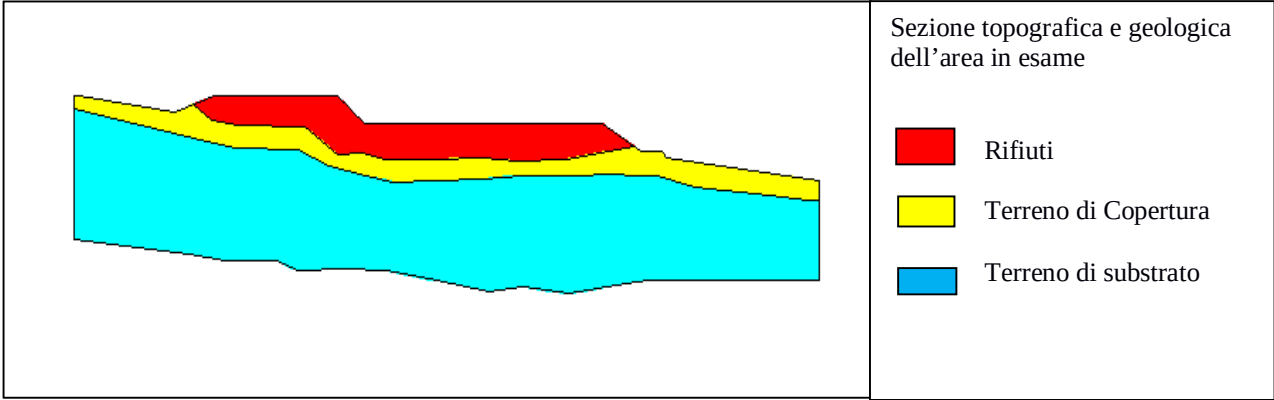
Tutto questo, considerando anche il riscontro pratico dell'esistenza di forme di dissesto in zona, indica che la situazione morfologica della zona non è certo statica, immutabile nel tempo, bensì vi è un continua evoluzione del paesaggio verso forme di maggiore equilibrio che si esplica attraverso fenomeni di erosione diffusi e concentrati e attraverso lo scivolamento verso il basso di terreni in precarie condizioni di stabilità. Vi è da tener presente quindi che una situazione del genere risente in modo sensibile tutti i cambiamenti, sia naturali che antropici che si esplicano sui versanti e che specie le variazioni indotte dall'uomo, essendo esse brusche e repentine, portano spesso verso condizioni peggiorative.

Da qui sorge quindi la necessità di adoperarsi al massimo affinché qualunque intervento sui versanti in esame sia preceduto da uno studio di dettaglio finalizzato alla messa in sicurezza dell'intera area, rispettando la naturale evoluzione dinamica del paesaggio e adottando criteri atti ad aumentare, e mai a diminuire, la stabilità del territorio.

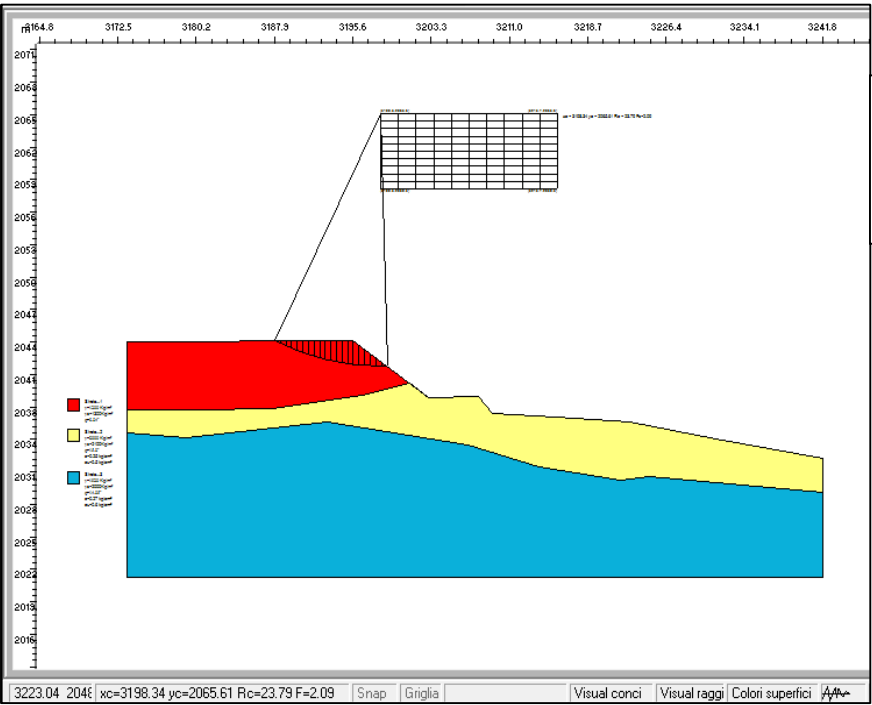
Detto questo, è stata effettuata una verifica di stabilità della porzione di versante maggiormente a rischio, a valle della discarica.

Il metodo utilizzato è quello di Fellenius e il risultato ha mostrato che considerando un ampio range di ipotetiche superfici di rottura, in condizioni sismiche (zona sismica 2 ; $S = 9$; categoria di suolo B), il coefficiente di sicurezza risulta essere sempre maggiore di 1,3 con $F_{min} = 2.09$.

Inoltre, visto che il progetto prevede la realizzazione di una gabbionata a valle, nel calcolo è stata inserita anche tale opera, conferendo all'area una maggiore stabilità.



Potenziali Superfici di rottura individuate dalla maglia dei centri



Superficie individuata con Fattore di sicurezza minimo = 2.09

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I dati riguardanti le caratteristiche fisico-meccaniche degli orizzonti individuati sono stati tratti dalle analisi e dalle prove condotte su campioni delle litologie prelevati nel corso della indagine svolta per il presente lavoro, nonché confrontando le indagini svolte per la redazione dei Piani urbanistici. I risultati sono stati mediati potendo attribuire alle fasce litologiche i seguenti parametri geotecnici:

Fascia 1 - Coltre degradata superficiale: Limo con argilla debolmente sabbiosa;
da 0 a - 4 metri.

Peso di volume naturale	γ_n	=	2,0	g/cm^3
Angolo di attrito	φ	=	23.35	gradi
Coesione	c	=	0,25	Kg/cm^2
Modulo edometrico ($1 \div 2 \text{ Kg/cm}^2$).....	E_{ed}	=	60,0	Kg/cm^2

Fascia 2 - Terreni del substrato composti da; Argilla con limo sabbiosa
debolmente ghiaiosa e da alternanze di arenarie ed argille.
da - 4 metri fino ad almeno -20 metri di profondità.

Peso di volume naturale	γ_n	=	1,92	g/cm^3
Angolo di attrito	φ	=	21.16	gradi
Coesione	c	=	0,27	kg/cm^2
Modulo edometrico ($1 \div 2 \text{ Kg/cm}^2$).....	E_{ed}	=	140,0	Kg/cm^2

6. ANALISI DEL PIANO STRALCIO REDATTO DALL'AUTORITÀ DI BACINO

Il Comune di Pannarano (BN) ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Per tutto il territorio di propria competenza, quindi anche per l'area di interesse, l'Autorità di Bacino, ai sensi della legge 4 dicembre 1993 n° 493 e successive modifiche ed integrazioni, ha redatto il "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico" pubblicato sulla G.U. n°88 del 15/04/2003.

Per le aree individuate e perimetrate quali aree esposte a rischio idrogeologico sono state definite delle misure di salvaguardia e tutela del territorio così come previsto dall'art. 6-bis della legge n. 183 del 1989.

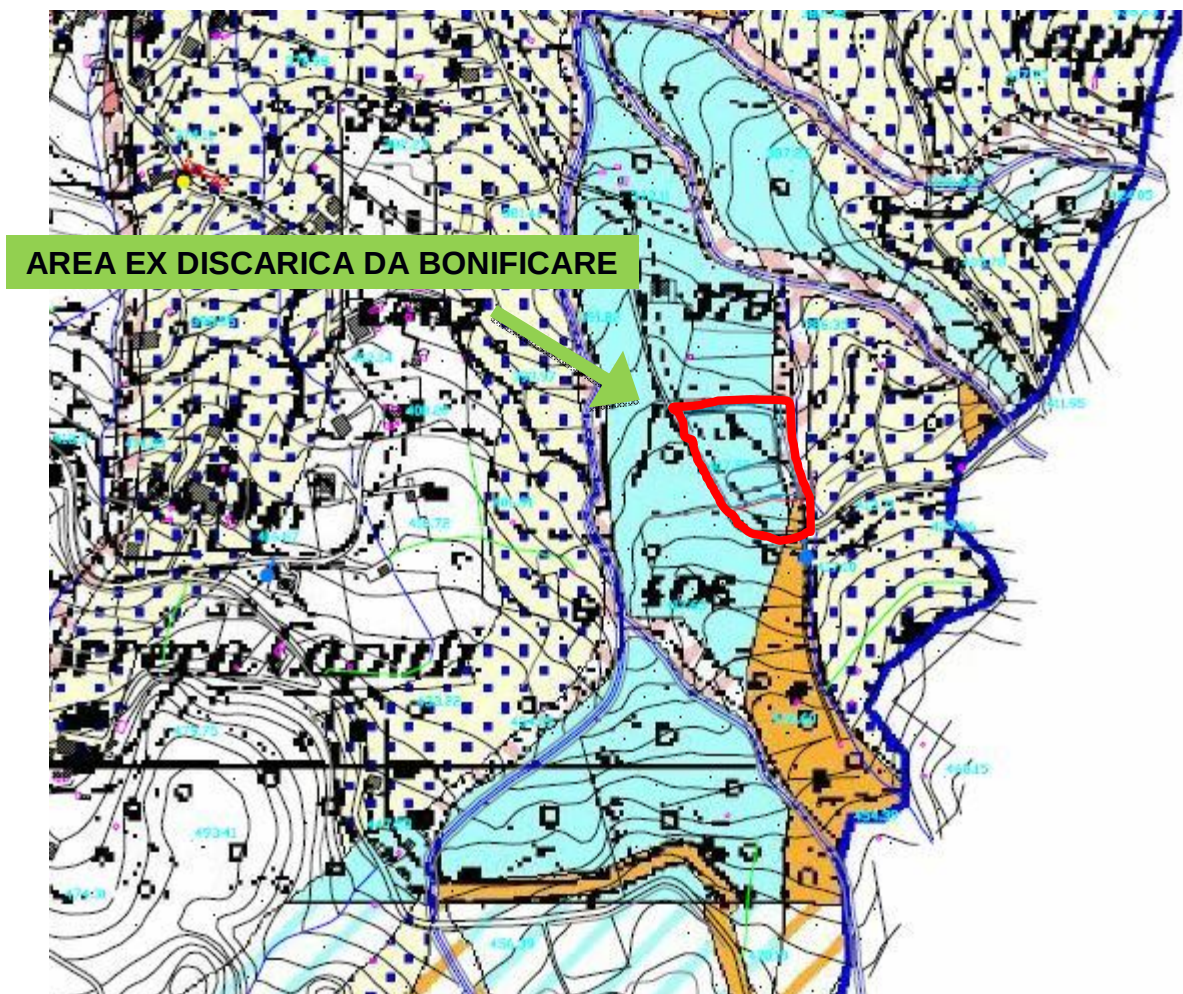


Fig. 1 - Stralcio della Carta del **Rischio Frana** redatta nell'anno 2006 a seguito dell'aggiornamento del "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" ad opera dall'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno sovrapposta al rilievo aereofotogrammetrico alla scala 1.5.000 del comune di Pannarano con ubicazione delle opere da realizzare.

Dall'esame della "Carta del rischio frana" redatta dall'Autorità di Bacino, e sovrapponendola con il rilievo aereofotogrammetrico alla scala 1:5.000 dal comune di Pannarano (BN), si evince che la zona oggetto degli interventi ricade in un'area perimetrata come "Area a *rischio idrogeologico medio*".

Per tali aree, le Norme di Attuazione del PSAI, al fine di perseguire gli obiettivi di *sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale*, prevedono che *le costruzioni e gli interventi in generale siano subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio ed alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area*.

Le Norme di Attuazione del PSAI stabiliscono inoltre che tali progetti siano corredati da uno Studio di Compatibilità Idrogeologica, commisurato alla importanza e dimensione degli interventi ed alla tipologia di rischio e di fenomeno.

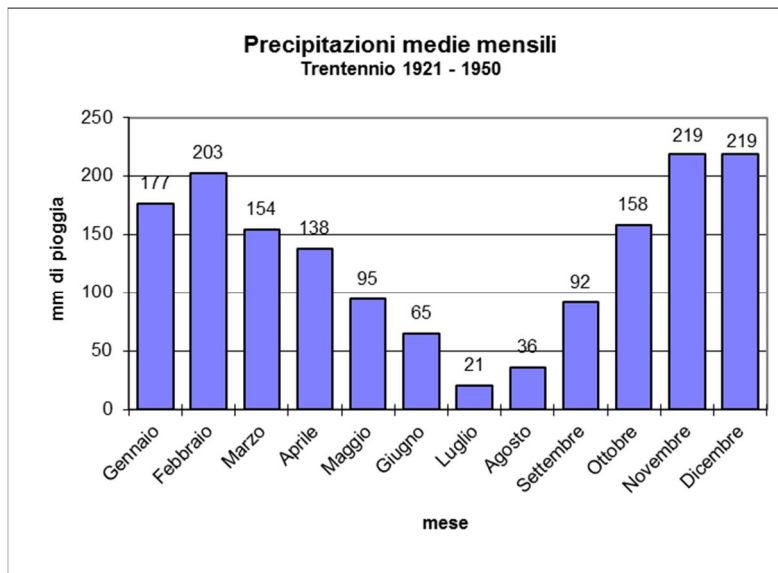
Il presente progetto consiste in un intervento di bonifica ambientale nell'ambito del quale si prevede la realizzazione di opere di sostegno con gabbionate di altezza limitata (3-4 metri circa) la cui funzione è quella di sostenere in prevalenza il cumulo di rifiuti, materiale prevalentemente di origine antropica e di garantire una migliore stabilità dello stesso.

Da una indagine morfologica dell'area, non sono state rilevate evidenze morfologiche che possano far ipotizzare la presenza di fenomeni franosi significativi in atto. Uno smottamento superficiale nella parte a valle della vasca del percolato, è limitato alla coltre superficiale che, appesantita dal cumulo di rifiuti ed in condizioni di saturazione, ha collassato. Allo scopo di valutare la profondità di tali dissesti ed individuare un orizzonte integro in cui attestare il piede delle gabbionate, sono state eseguite indagini geognostiche puntuali che hanno permesso di individuare a circa 1,50 di profondità la presenza del substrato integro.

Nei paragrafi precedenti è stata eseguita anche una valutazione della stabilità di insieme dell'area dalla quale si evidenzia il miglioramento di tali condizioni a seguito della realizzazione delle opere progettate.

7. PLUVIOMETRIA E IDROLOGIA

Il territorio comunale di Pannarano è ubicato ai piedi dei versanti settentrionali dei Monti del Partenio e date le caratteristiche di esposizione, altitudine ed ubicazione dell'area, l'analisi delle precipitazioni meteoriche è stata impostata sulla stazione di S. Martino Valle Caudina (AV); i dati pluviometrici esaminati sono quelli pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.



Il valore di precipitazione media annua è stato quindi ricavato prendendo in considerazione un periodo di registrazione trentennale, stimandolo uguale a circa 1577 mm di pioggia annua. Come mostrano i valori delle precipitazioni medie mensili ricavati per la stazione in esame, le piogge si concentrano nel

semestre Ottobre-Marzo evidenziando valori di picco nei mesi di Novembre-Dicembre e minimi nel mese di Luglio.

Nell'ambito del trentennio 1921-1950 la massima piovosità è stata registrata nell'anno 1937 con 2186 mm di pioggia mentre l'anno in cui si è avuto il minimo di piovosità è stato il 1942 con 1090 mm di pioggia.

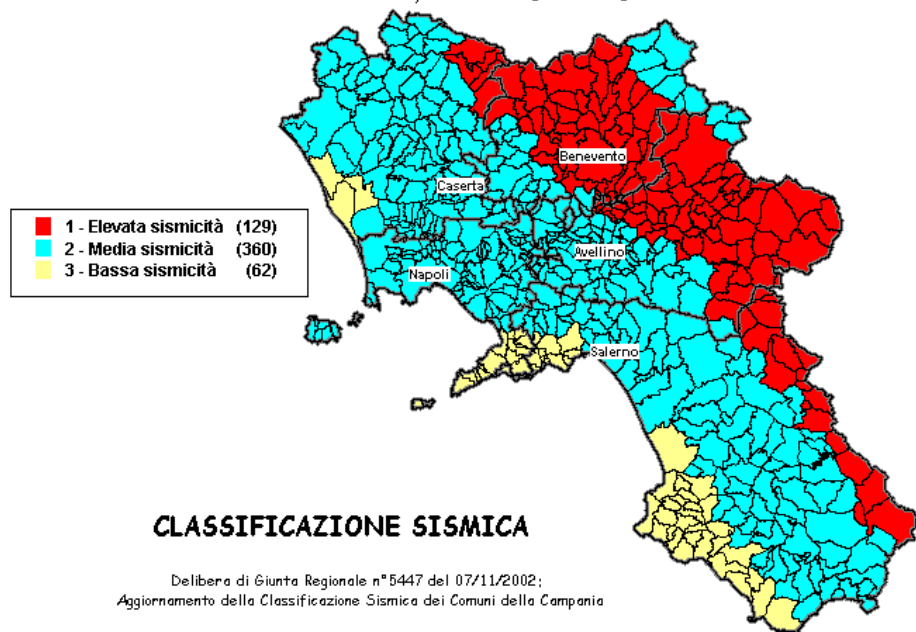
Particolare importanza assumono inoltre le piogge a carattere intenso capaci di dilavare ed erodere i terreni superficiali affioranti sul territorio, i quali essendo di natura prevalentemente limo-argillosa e sabbiosa presentano un coefficiente di deflusso (% di acqua che ruscella rispetto alla pioggia totale) che supera il valore di 0,7.

8. RISCHIO SISMICO, Vs30 E CATEGORIA DI SUOLO

Il territorio italiano è stato suddiviso in tre categorie di rischio nelle quali sono stati inseriti i territori comunali. La normativa vigente (Legge n°64 del 02/02/1974, D.M. 07/03/1981 e la Delibera di Giunta della Regione Campania n°5447 del 07/11/2002) ha assegnato e confermato al territorio di Pannarano (BN) un grado di sismicità (S) pari a 9, corrispondente all'area sismica di II^a categoria.



*Regione Campania - Area Generale di Coordinamento Lusso Pubblico, Opere Pubbliche, Attrezzature, Esposizione
Settori Difesa del Suolo, Geotecnica, Geotecnica*



Secondo quanto disposto dalle norme più recenti in materia di classificazione sismica e di mitigazione dei rischi connessi ad eventi tellurici, l'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003 e s.m.i. suddivide il territorio nazionale in quattro zone sismiche, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) calcolata per un suolo di categoria "A", (roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido).

Anno	Data	Longitudine	Latitudine	Intensità	Zona Epicentrale
1895	01/02	41.01	14.37	VI	Cervinara - Montesarchio
1902	16/12	41.02	14.36	V – VI	Cervinara - Montesarchio
1903	01/04			IV	Rotondi
1903	04/05	41.02	14.42	VIII	Montesarchio
1903	22/05	41.02	14.42	VII	Montesarchio
1903	01/08	41.02	14.36	V	Cervinara – Baiano
1905	04/10	41.00	14.36	V	Cervinara – Baiano
1923	21/08	41.00	14.36	V	Cervinara – Baiano
1936	03/04	41.02	14.35	VI	Airola - Montesarchio
1954	06/02	41.03	14.35	V	Montesarchio

I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g ($9,81 \text{ m/s}^2$), da adottare in ciascuna delle zone sismiche sono:

Zona sismica	Accelerazione orizzontale massima a_g
1 (S = 12)	0,35g
2 (S = 9)	0,25g
3 (S = 6)	0,15g
4 (N.C.)	0,05g

L'Ordinanza n°3274/2003, il D.M. 14/09/2005 e il D.M. 14/01/2008 propongono, altresì, l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A-B-C-D-E, più altri due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}). Si riportano le categorie di suolo previste:

- A** – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B** - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250 \text{ kPa}$).
- C** - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$; $70 < c_u < 250 \text{ kPa}$).
- D** - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180 \text{ m/s}$ ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70 \text{ kPa}$).
- E** - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$.

In aggiunta a queste categorie, per le quali nel punto 3.2 dell'Ordinanza vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1** - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100 \text{ m/s}$ ($10 < c_u < 20 \text{ kPa}$).
- S2** - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Per caratterizzare il tipo di suolo dell'area in oggetto, si è fatto riferimento al risultato ottenuto da prove sismiche di tipo Masw eseguite nell'ambito del territorio comunale su terreni analoghi.

Le indagini considerate hanno fornito differenti profili di V_s lungo la verticale di 30 m dai quali sono stati ricavati i valori di V_{s30} utilizzando la formula:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_i)$$

dove:

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo;

V_i = Velocità dell'onda di taglio nello strato i-esimo;

N = Numero di strati,

si ottiene pertanto un valore medio di V_{s30} di **450,0 m/s** che fa ascrivere i terreni alla categoria "**B**" ovvero ***"Rocce tenere e depositi di terreni a grana molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30,0 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s ($N_{SPT} > 50$)"***

9. CONCLUSIONI

L'Amministrazione Comunale di Pannarano (BN), con Det. n. 169 del 15/12/2015, ha conferito al sottoscritto Dott. Geol. **MAURIZIO GALLO**, l'incarico di redigere la relazione geologico-tecnica relativa al Progetto Esecutivo dei **"Lavori di bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica comunale sita in località "Bosco Caccelle". Cod. Sito CSPI 2047 C001 del Comune di Pannarano.**

Tutto quanto esposto nella presente relazione può essere sintetizzato attraverso le seguenti considerazioni conclusive:

- Il substrato del sito oggetto degli interventi progettuali è caratterizzato litologicamente da formazioni Mioceniche costituite prevalentemente da siltiti ed arenarie con intercalazioni di sabbie limose, argille sabbiose e marne. Associati a questi sedimenti si rinvencono, inoltre, numerosi olistoliti di età cretacea in blocchi calcarei anche di notevoli dimensioni. La parte superficiale (circa 4 metri di spessore) è invece composta da depositi terrigeni derivanti dal disfacimento di quelli sottostanti e formati da limi (silt) argillosi e sabbie con presenza di pezzame lapideo eterometrico.
Le caratteristiche fisiche e meccaniche di tali terreni, desunte da prove di laboratorio, sono state fornite nell'apposito paragrafo ribadendo che, vista la eterogeneità litologica sia in senso orizzontale che verticale, eventuali situazioni geologiche non rientrabili nel modello proposto e riscontrabili in fase esecutiva dovranno essere tempestivamente oggetto di rigorosi accertamenti puntuali.
- L'assetto geomorfologico dell'area è quello di versanti collinari variamente modellati e con valori delle pendenze compresi all'incirca nell'intervallo di 13-25 gradi. Il rilevamento geomorfologico ha evidenziato la presenza di dissesti superficiali di colamento e di scorrimento determinati dalla presenza di falde acquifere episuperficiali e da avversi eventi pluviometrici, tanto da conferire alla zona un carattere di *Instabilità morfologica medio-forte*. Questo vuol dire che l'attuale situazione è notevolmente suscettibile di variazioni, specie in senso peggiorativo, se vengono realizzati interventi antropici che non valutano attentamente il delicato stato di esistenza dei luoghi.
- Per quanto concerne la circolazione idrica, il reticolo idrografico superficiale è di tipo subparallelo-dendritico, con aste fluvio-torrentizie ben sviluppate che hanno origine anche nelle zone di affioramento dei calcari; laddove esse incidono i sedimenti terrigeni Miocenici i corsi d'acqua presentano un regime torrentizio e fenomeni di erosione regressiva e di erosione laterale di sponda.
Le acque meteoriche che vengono intercettate da tali depositi vanno ad alimentare piccole falde idriche stagionali poste a letto della coltre superficiale allentata e che hanno deflussi sub-paralleli alla superficie topografica. La percolazione verso il basso

(nei termini arenaceo-marnosi) è invece praticamente impedita dagli strati impermeabili argilloso-marnosi e si esplica preferenzialmente in corrispondenza di discontinuità litologiche verticali, quali fratture e intercalazioni sabbiose con la formazione di falde idriche sospese che a volte vengono a giorno lungo le falde dei versanti con la formazione di piccole sorgenti.

Tale situazione idrogeologica quindi comporta spesso l'esistenza di un livello lubrificato alla base della fascia superficiale con conseguente decadimento delle proprietà fisico-meccaniche del terreno. Inoltre il disordinato deflusso delle acque superficiali riscontrato nella zona in esame determina, durante eventi piovosi intensi, dapprima un aumento del contenuto in acqua nei terreni allentati e, una volta raggiunta la saturazione, un ruscellamento diffuso sul versante con dilavamento delle frazioni fini. Queste azioni innescano fenomeni di scivolamento verso il basso della coltre superficiale accelerati anche dalle pendenze dei versanti, nonché fenomeni di erosione spondale negli alvei dei corsi d'acqua.

Paolisi, Febbraio 2016

Il Geologo

COMUNE DI PANNARANO (BN)

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI PANNARANO

**OGGETTO: PROGETTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA
DELLA EX DISCARICA COMUNALE**

LOCALITA': BOSCO CACCESE - PANNARANO (BN)

**INDAGINE GEOGNOSTICA - PROVE GEOTECNICHE IN
SITO - PROVE DI LABORATORIO**

REPORT FINALE INDAGINI

- Committente:	Amministrazione Comunale di Pannarano	- Data:	18 dicembre 2015
- Lavoro:	Progettazione esecutivo di bonifica/messa in sicurezza della ex discarica comunale di Pannarano	- Commessa:	W195-15
- Località:	"Bosco Caccelle" – Pannarano (BN)		

**Spett.le Dott. Geol. Maurizio Gallo
Paolisi (BN)**

Sotto la Vs. DD.LL. sono state eseguite nell'area innanzi descritta le seguenti indagini in sito:

N°2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Del tipo a carotaggio continuo ciascuno profondo 15.0 m per un totale di 30 metri di perforazione ripartiti per intervalli di profondità secondo la seguente tabella;

INTERVALLO DI PROFONDITA'	U.M.	QUANTITA'
Perforazione da 0,00 a 20,00 m	ml	30,0
Perforazione da 20,00 a 40,00 m	ml	00,0
TOTALE		30,0

La profondità massima investigata è di 15,0 m. Il dettaglio dei quantitativi di perforazione effettuati, delle profondità e della tipologia di perforazione effettuata è riportato nella allegata colonna stratigrafica. Il sondaggio è stato realizzato con le seguenti attrezzature di perforazione:

n.1 perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed attrezzatura per il rivestimento del foro di perforazione.

N°2 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test)

Sono state eseguite n° 2 prove S.P.T Standard Penetration Test eseguite nel corso del sondaggio a rotazione. Le prove sono state eseguite utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. Le caratteristiche strumentali sono riportate nel modulo S.P.T. allegato

N°2 PRELIEVO DI CAMPIONI

È stato effettuato nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione e prelevato con campionatore a pressione tipo Shelby. Il campione prelevato è di tipo indisturbato.

N°2 ANALISI DI LABORATORIO

Eseguite sul campione di terreno indisturbato. Gli esiti delle prove di laboratorio sono riportati nei certificati allegati.

Paolisi, 18 Dicembre 2015

TECNOGEO S.r.l.
Il Direttore Tecnico

RELAZIONE SULLE INDAGINI

Sondaggio geognostico

Del tipo a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale secondo le richieste della DD.LL..
La profondità massima investigata è di 15,00 m.

Il sondaggio è stato realizzato con attrezzatura di perforazione costituita da una perforatrice idraulica marca CMV modello MK 420 D, munita di carotiere semplice e doppio e tubazioni di rivestimento del foro di perforazione

Esso è stato effettuato con l'utilizzo della tecnica di avanzamento a rotazione, a secco.

Il carotaggio continuo del terreno, con carotiere semplice di diametro $\phi = 101$ mm, ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica del sito. Le carote di terreno prelevate sono state disposte in adeguate cassette catalogatrici.

Prelievo di campione

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione sono stati prelevati n.2 campioni di terreno di tipo indisturbato con l'ausilio di campionatore a pressione tipo Shelby. Il campione di terreno, prelevato con fustella a parete sottile in acciaio inossidabile e di diametro di 80 mm è stato immediatamente sigillato per proteggerlo contro perdite di umidità ed è stato inviato prontamente in laboratorio per l'esecuzione di analisi e prove geotecniche.

Misura delle Vs30 con il metodo MASW

Il MASW analizza la proprietà dispersiva del modo fondamentale delle onde Rayleigh che si propagano orizzontalmente lungo la superficie direttamente dal punto di energizzazione ai ricevitori. L'inversione della curva di dispersione fornisce un accurato profilo delle onde di taglio al centro dell'array fino ad una profondità che in genere è $\frac{1}{2}$ della lunghezza d'onda campionata. Il principale vantaggio di questa tecnica è l'approccio multicanale che permette di discriminare il segnale ricercato da altri tipi in base alla coerenza.

Sono stati utilizzati 24 ricevitori a 4,5 Hz collegati ad un sismografo multicanale. Ogni registrazione multicanale consiste di 24 sismogrammi, disposti in ordine e corrispondenti al moto rilevato ad ogni geofono. La sorgente utilizzata è stata una piccola carica esplosiva e, nell'eseguire le singole energizzazioni, si è atteso un momento di relativo silenzio.

Inoltre, si sono ripetute le energizzazioni più volte, sommando successivamente i segnali ottenuti in modo aritmetico, ottenendo così un aumento del rapporto segnale-rumore.

La sorgente è stata sempre posizionata esternamente all'array, e sempre in asse con esso, prima del primo geofono ad una distanza di circa 2 metri dal primo geofono.

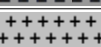
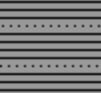
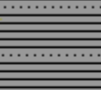
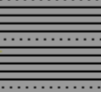
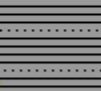
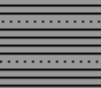
Il metodo della rifrazione dei microtremori (Remi) è un metodo sismico passivo che registra il rumore sismico ambientale per un tempo sufficiente affinché questo mostri alcune regolarità. Se le sorgenti, infatti, sono indipendenti e distribuite attorno al punto di misura in modo statisticamente uniforme, allora la parte 'persistente' del campo d'onda sarà quella associata alle sole caratteristiche comuni a tutti i treni d'onda presenti ossia alle caratteristiche strutturali del terreno. Da questo segnale si estrae così la curva di dispersione delle onde Rayleigh (ossia la variazione della velocità di fase con la frequenza), che dipenderà in maniera sensibile dalla struttura del sottosuolo (spessore degli strati), dalla velocità delle onde S ed in maniera meno sensibile da quella delle onde P e dal peso di volume del terreno.

Tanto dovevasi, distinti saluti

Paolisi, 18 Dicembre 2015

Tecnogeo S.r.l.

SONDAGGI GEOGNOSTICI

COMMITTENTE: Comune di Pannarano (BN)				Coordinate:		SONDAGGIO: S1		CERTIFICATO n°: S126 - 15					
PROGETTO: Lavori di Bonifica ex Discarica Comunale				Coordinate:		Met. di perforazione: Continuo a rotazione		COMMESSA n°: W195 - 15					
LOCALITA' - COMUNE Ex discarica Comunale - Loc. Caccese - Pannarano (BN)				Quota:		Diametro foro: 101,0 mm		Inizio / Fine Esecuzione: 18 Dicembre 2015					
Note:				Tipo Sonda: CMV MK 600 M		Profondità raggiunta: 15.0 metri		N° di cassette: 3 N° di foto: 42		Rivestimento: 3,0 m		Falda: Pagina: 1 di 1	
Scala (m)	Litologia	Descrizione		Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)		PocketTest kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole	
-1		Pietrisco calcareo		-1.00									
-2		Limo argilloso di colore marrone - rossiccio		-2.20									
-3		Argilla grigiastra con pietrame calcareo-marnoso		-3.00									
-4		Materiale lapideo di natura cementizia		-3.50									
-5		Rifiuti Solidi Urbani con vetro, plastica ecc.		-6.80									
-7		Limo argilloso di colore marrone, poco consistent, con pietrame calcareo		-7.60									
-8		Argilla sabbiosa di colore prevalentemente grigiastra, con livelli sabbiosi verdastri. Si presenta scarsamente consistente, almeno fino alla profondità di circa 12,0 metri.											
-9		Dalla profondità di 12 metri il materiale si presenta maggiormente sabbioso ed aumenta la consistenza.											
-10													
-11													
-12													
-13													
				-15.00									
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio:Continuo a rotazione Condizionamento foro:						Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l. Operatore sonda: Giuseppe Mazzariello Resp. Tecnico in sito: Geol. Domenico Ferraro							

PROVE S.P.T.

SONDAGGIO n°	2	Rif.	S 127 - 15	COMMESSA:	W195 - 15
- Committente:	Comune di Pannarano (BN)	- Data:	18 dicembre 2015		
- Lavoro:	Lavori Bonifica ex discarica comunale	- Quota terreno:			
- Località:	Loc. Caccese- Pannarano (BN)	- Prof. falda:			

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI		
		Da metri	A metri		N1	N2	N3
	2015						

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	P
	senza campione	NP
scarpa chiusa	senza campione	C

1	ST 190	2.50	2.65	C	10		
		2.65	2.80			10	
		2.80	2.95				11
2	ST 191	4.00	4.15	C	12		
		4.15	4.30			14	
		4.30	4.45				13
3	ST						
4	ST						
5	ST						
6	ST						
7	ST						
8	ST						
9	ST						
10	ST						

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
<u>Campionatore Raymond</u>	
φ esterno	= 50,8 mm
φ interno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note

- **SONDAGGIO:** S1
- **Committente:** Comune di Pannarano (BN)
- **Lavoro:** Lavori di Bonifica ex discarica comunale
- **Località:** Pannarano (BN)

- **Certificato:** S126- 15
- **Data:** 18 Dicembre 2015
- **Commessa:** W195 - 15



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0

COMMITTENTE: Comune di Pannarano (BN)			Coordinate:		SONDAGGIO: S2		CERTIFICATO n°: S127 - 15			
PROGETTO: Lavori di Bonifica ex Discarica Comunale			Coordinate:		Met. di perforazione: Continuo a rotazione		COMMESSA n°: W195 - 15			
LOCALITA' - COMUNE Ex discarica Comunale - Loc. Caccese - Pannarano (BN)			Quota:		Diametro foro: 101,0 mm		Inizio / Fine Esecuzione: 18 Dicembre 2015			
Note:			Tipo Sonda: CMV MK 600 M	Profondità raggiunta: 15.0 metri	N° di cassette: 3 N° di foto: 42		Rivestimento: 3,0 m		Falda: Pagina: 1 di 1	
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	PocketTest kg/cm ^q	Vane Test kg/cm ^q	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole
-1		Limo argilloso di colore marrone con livelli di argilla grigiastra	-1.20	%C=90	10 - 10 - 11 -2.50 PC			-2.00 R -2.50		
-2		Alternanze di argille sabbiose di colore grigiastre, argille sabbiose di colore marrone e livelli sabbiosi di colore marrone. Presenza di clasti calcarei	-3.50	%C=90						
-4		Argilla sabbiosa prevalentemente grigiastra con livelli lapidei calcareo-marnosi. Consistente.	-5.53	%C=98	12 - 14 - 13 -4.40 PC			-4.00 R -4.40		
-6		Alternanze di livelli arenaceo-sabbiosi di colore grigiastro (prevalenti fino a 12,0 m) e livelli di Argilla sabbiosa di colore prevalentemente grigiastra (prevalenti a profondità maggiori di 12,0)	-15.00	%C=96						
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio:Continuo a rotazione Condizionamento foro:					Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l. Operatore sonda: Giuseppe Mazzariello Resp. Tecnico in sito: Geol. Domenico Ferraro					

- **SONDAGGIO:** S2
- **Committente:** Comune di Pannarano (BN)
- **Lavoro:** Lavori di Bonifica ex discarica comunale
- **Località:** Pannarano (BN)

- **Certificato:** S127- 15
- **Data:** 18 Dicembre 2015
- **Commessa:** W195 - 15



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0

PROVE DI LABORATORIO

Soil Project s.a.s

Viale Europa sna, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)
Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0096/11/2015 del 23/12/2015

Numero Accettazione : 092/15 del 23/12/2015

Committente:

Comune di Pannarano

Opera:

**Redazione relazione geologica a supporto del progetto
esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale di loc.
"Bosco Caccelle" – Pannarano (BN)**

Data Emissione Certificati: 08/01/2016



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 del 12/09/2013

Soil Project s.a.s

Viale Europa sna, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)
Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0096/11/2015 del 23/12/2015

Numero Accettazione : 092/15 del 23/12/2015

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto del Comune di Pannarano, ha effettuato sui campioni S1C1, S1C2 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometriche
- Sedimentazione
- Prova di taglio diretto (su tre provini)



	SOIL PROJECT s.a.s. Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN) Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it; email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624		pag. 1/1 Rev. 1 del 07/01/2013
	APERTURA CAMPIONE		MOD L7.05/1c
	Data accettazione: 23/12/2015 Data apertura: 23/12/2015	Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15	Data Emissione 08/01/2016

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

DATI GENERALI		PROVE ESEGUITE	
Richiedente	Comune di Pannarano	N. Cod.	Prova
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	A	Apertura campione X
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	B	Caratteristiche fisico-volumetriche X
Impresa	Tecnogeo srl	C	Analisi granulometrica X
Tecnico		D	Limiti di Atterberg
		E	Prova di permeabilità
		F	Prova edometrica
		G	Prova di taglio diretto X
		H	Prova di taglio residuo
		I	Prova triassiale CID
		L	Prova triassiale CIU
		M	Prova triassiale UU
		N	Prova espansione laterale libera
		O	Prova di compattazione

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO X	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
			Rotaz.- carotiere	X
			Rotaz.doppio carot.	
			Percussione	
			Spirale	
			Campionatore:	
Data Prelievo	18/12/2015	Shelby	X	
N. Sondaggio	S1	Osterberg		
Prof. Sondaggio (m)		Mazier		
N. Campione	C1	Carotiere rotativo		
Prof. Campione (m)	4,00-4,40	Carotiere doppio rot.		
Diametro campione		Cucchiaio		
Altezza campione		Altro		

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no	Granulare medio	Granulare/coesivo	Coesivo	X								
CONSISTENZA		Colore	Grigio	Classe campione sfustellato								
X		Struttura	Omogenea									
		Tessitura	Fina									
PRESENZA MAT. ORG.		FESSURAZIONE										
X		X										
BUONA MEDIO-BUONA MEDIA MODESTA SCARSA	ALTA MEDIA SCARSA	DISGREGATO	NON DISGREGATO	PERSISTENTE								
					MEDIA	ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO			
										X		

Note:

Presenza di inclusi calcarei con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche

Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore

Delella



Il Direttore del laboratorio

Sobruno De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE

(ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2220 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	71,68	72,72	72,72
Peso contenitore+campione umido (g)	211,58	215,76	212,22
Peso campione umido (g)	139,9	143,0	139,5
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,055	19,483	19,000
MEDIA	19,18		

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
MEDIA			

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione		
	1	2	3
Picnometro	A	B	C
Peso campione secco (g)	26,60	26,70	26,32
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	166,24	163,60	150,82
Peso picnometro + acqua (g)	149,5	146,9	134,3
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,46	26,29	26,34
MEDIA	26,36		

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
MEDIA			

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	55,52	57,44	56,92
Peso cont. + peso camp. umido (g)	190,08	190,16	172,96
Peso cont. + peso camp. secco (g)	168,68	168,52	154,82
Peso campione secco (g)	113,16	111,08	97,90
Contenuto d'acqua w (%)	18,91	19,48	18,53
MEDIA	18,97		

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		

Note

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	16,1
Indice dei vuoti e	0,64
Porosità n (%)	38,8
Grado di saturazione (Sr) %	80,3
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19,9
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,1

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini	
	1	2
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
MEDIA		



Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]

**SOIL PROJECT s.a.s.**

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura: 23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

2221 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	17,34	3,46	3,46	96,54
4	4,750	16,82	3,36	6,82	93,18
8	2,360	13,00	2,60	9,42	90,58
10	2,000	10,46	2,09	11,50	88,50
16	1,180	4,04	0,81	12,31	87,69
20	0,850	5,50	1,10	13,41	86,59
30	0,600	2,78	0,56	13,96	86,04
40	0,425	6,82	1,36	15,33	84,67
60	0,250	9,90	1,98	17,30	82,70
80	0,180	12,46	2,49	19,79	80,21
100	0,150	10,88	2,17	21,96	78,04
200	0,075	30,22	6,03	27,99	72,01
FONDO	//	360,66	72,01	100,00	//
TOTALE		500,88	100,00	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

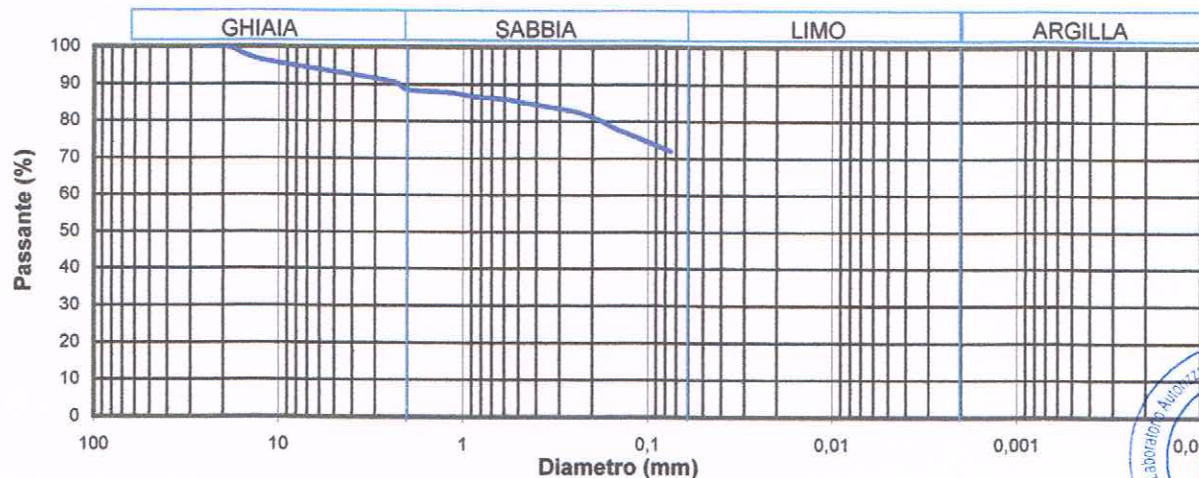
Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	178,02
Peso campione umido (g)	599,5
Peso campione secco (g)	500,88
Peso campione secco lavato (g)	140,22
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	360,66
Responso perdita	0,00

Risultato

GHIAIA	Grossa	0
	Media	5
	Fine	7
SABBIA	Grossa	3
	Media	4
	Fine	13
20		
LIMO/ARGILLA	68	68

Coefficienti granulometrici

D60	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)		

Descrizione campione**CURVA GRANULOMETRICA**

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:

23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura:

23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

2222 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	500,9
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	360,7
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,36

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4 0,22	
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

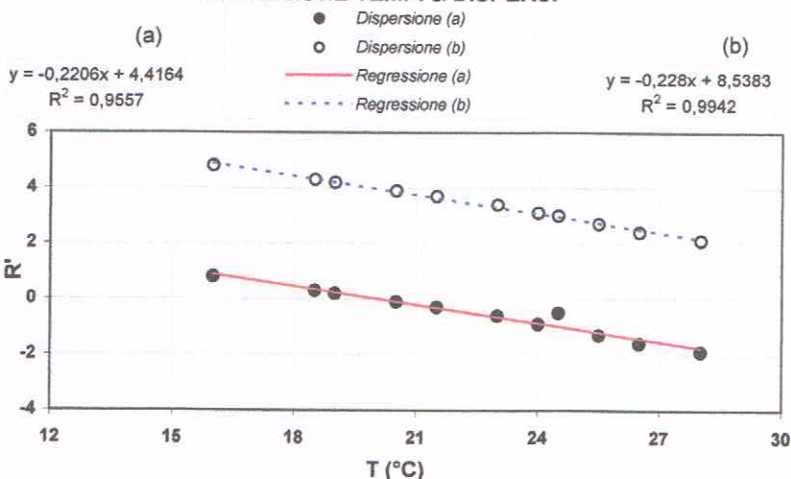
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

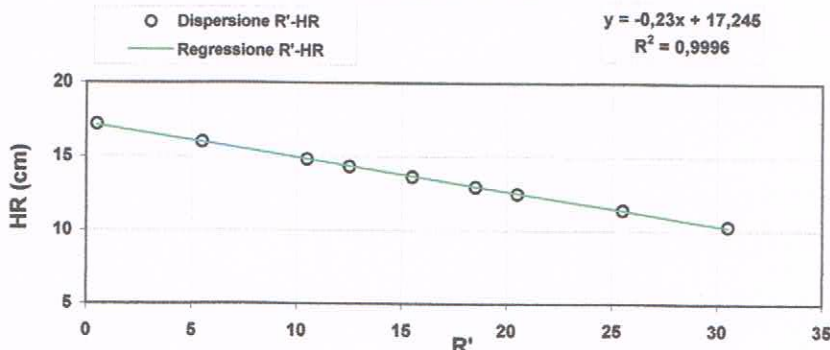
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-H_R



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore

Daniela Pizzelli



Il Direttore del laboratorio

Sabina De Luca





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 345 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:

23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura:

23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

2223 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0556	23,40	67,0
1	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0399	22,40	64,1
2	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0286	21,40	61,3
4	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0205	20,40	58,4
8	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0146	19,40	55,6
15	20,0	22,0		8,2	22,5	9,665	0,00	0,9982	0,000	0,0108	18,40	52,7
30	20,0	21,0		8,2	21,5	9,9	0,00	0,9982	0,000	0,0077	17,40	49,8
60	20,0	20,0		8,2	20,5	10,125	0,00	0,9982	0,000	0,0055	16,40	47,0
120	20,0	19,0		8,2	19,5	10,355	0,00	0,9982	0,000	0,0040	15,40	44,1
300	20,0	18,0		8,2	18,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	0,0025	14,40	41,2
600	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0018	13,40	38,4
1440	20,0	15,0		8,2	15,5	11,275	0,00	0,9982	0,000	0,0012	11,40	32,6

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	96,5
4	4,750	93,2
8	2,360	90,6
10	2,000	88,5
16	1,180	87,7
20	0,850	86,6
30	0,600	86,0
40	0,425	84,7
60	0,250	82,7
80	0,180	80,2
100	0,150	78,0
200	0,075	72,0
S	0,0556	67,0
S	0,0399	64,1
S	0,0286	61,3
S	0,0205	58,4
S	0,0146	55,6
S	0,0108	52,7
S	0,0077	49,8
S	0,0055	47,0
S	0,0040	44,1
S	0,0025	41,2
S	0,0018	38,4
S	0,0012	32,6

Coefficienti granulometrici

D60 (mm)	
D30 (mm)	
D10 (mm)	
Coef. Uniformità (Cu)	
Coef. Curva (Cc)	

Percentuale passaggio

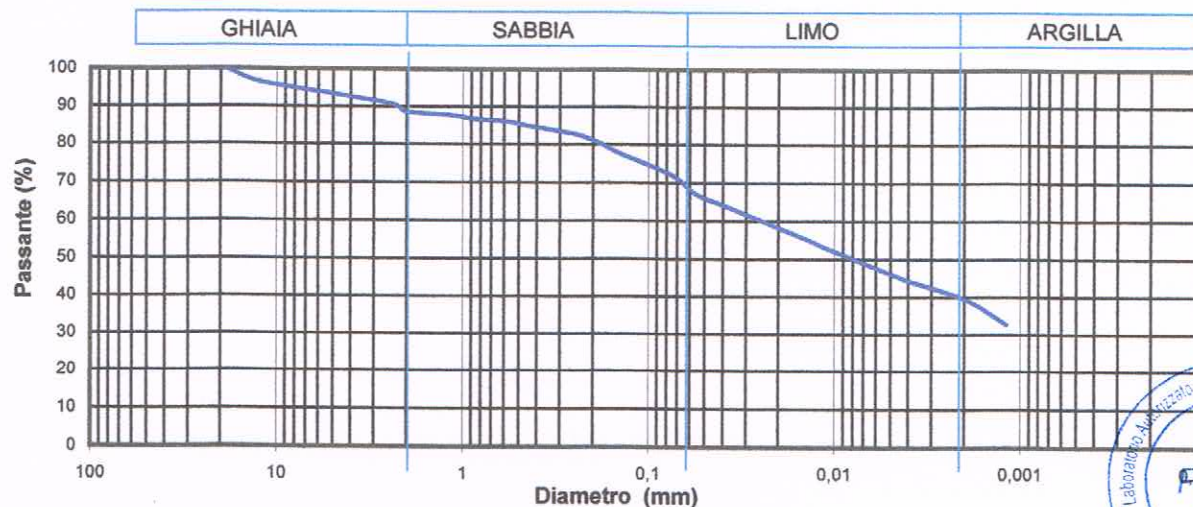
GHIAIA (%)	12
SABBIA (%)	20
LIMO (%)	28
ARGILLA (%)	40

Descrizione campione (AGI) :

Argilla con limo sabbiosa deb. ghiaiosa

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

De la Spella



Il Direttore del laboratorio

Sabino De Luca





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1818688; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag.1/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2224 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm ²)	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm ³)	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

Curva di consolidazione di Taylor

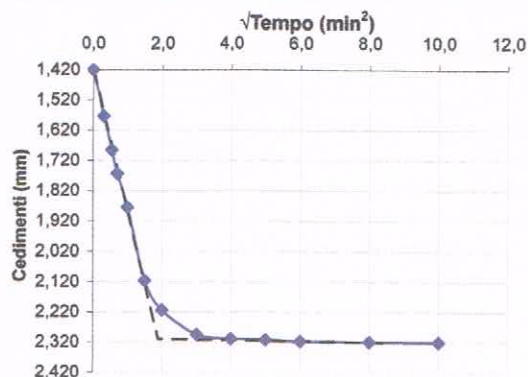
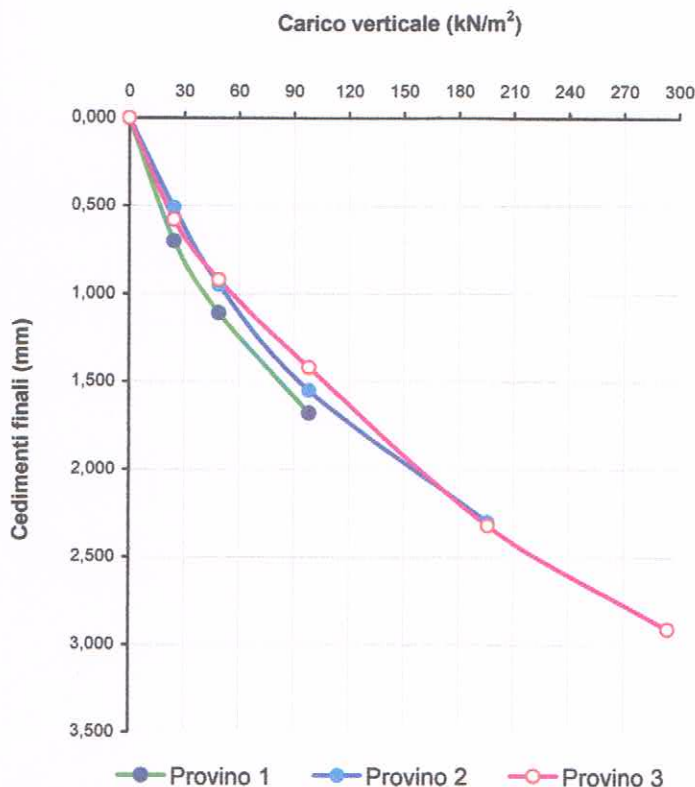
Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m² a 196,13 kN/m²

Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min ^{1/2}	√t ₁₀₀ min ^{1/2}
1,420	0,00	0,00	1,89
1,574	0,10	0,32	
1,685	0,30	0,55	t ₁₀₀
1,763	0,50	0,71	min
1,875	1,00	1,00	3,57
2,116	2,25	1,50	
2,214	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
2,295	9,00	3,00	10
2,310	16,00	4,00	
2,313	25,00	5,00	Spost. Rott.
2,317	36,00	6,00	mm
2,319	64,00	8,00	4,00
2,320	100,00	10,00	

Carico verticale kN/m ²	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.
	mm	mm	mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,700	0,510	0,580
49,03	1,110	0,950	0,920
98,07	1,680	1,550	1,420
196,13		2,300	2,320
294,21			2,910

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

De la P. L.



Il Direttore del laboratorio

Sabine A. L.





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

MOD L7.05/6C

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2225 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,02	14,11	0,03	0,05	17,97	0,03	0,05	23,22
0,05	0,05	24,19	0,04	0,08	35,12	0,04	0,08	45,39
0,08	0,07	30,24	0,07	0,11	47,37	0,07	0,13	61,22
0,10	0,10	34,27	0,09	0,15	57,17	0,09	0,16	73,89
0,13	0,13	38,30	0,13	0,18	65,33	0,13	0,20	84,44
0,15	0,15	42,34	0,15	0,20	71,05	0,15	0,23	91,83
0,18	0,18	44,35	0,18	0,23	75,95	0,18	0,25	98,17
0,20	0,21	46,37	0,20	0,24	79,22	0,20	0,27	102,39
0,23	0,24	50,40	0,23	0,26	82,48	0,23	0,29	106,61
0,25	0,26	50,40	0,25	0,28	84,12	0,25	0,32	108,72
0,28	0,28	52,42	0,28	0,31	87,38	0,28	0,34	112,94
0,30	0,30	54,43	0,30	0,32	89,83	0,30	0,36	116,11
0,33	0,32	54,43	0,33	0,34	93,92	0,33	0,38	121,39
0,35	0,33	56,45	0,35	0,35	95,55	0,34	0,39	123,50
0,38	0,35	56,45	0,38	0,37	98,00	0,38	0,41	126,67
0,40	0,37	56,45	0,40	0,38	99,63	0,40	0,42	128,78
0,43	0,38	56,45	0,43	0,38	100,45	0,43	0,43	129,83
0,45	0,39	58,46	0,45	0,39	101,27	0,45	0,43	130,89
0,48	0,41	58,46	0,48	0,40	101,27	0,48	0,44	130,89
0,50	0,42	58,46	0,50	0,40	102,90	0,50	0,45	133,00
0,53	0,42	60,48	0,53	0,41	102,90	0,53	0,45	133,00
0,55	0,43	60,48	0,55	0,41	103,72	0,55	0,46	134,06
0,58	0,44	62,50	0,58	0,42	103,72	0,58	0,47	134,06
0,60	0,44	62,50	0,60	0,43	103,72	0,60	0,48	134,06
0,63	0,44	64,51	0,63	0,44	102,90	0,63	0,49	135,11
0,65	0,44	64,51	0,65	0,46	102,08	0,65	0,51	135,11
0,68	0,44	64,51	0,68	0,47	101,27	0,68	0,52	137,22
0,70	0,44	62,50	0,70	0,48	100,45	0,70	0,53	138,28
0,73	0,44	60,48				0,73	0,55	139,33
0,75	0,44	58,46				0,75	0,56	139,33
						0,78	0,57	140,39
						0,80	0,57	140,39
						0,83	0,58	139,33
						0,85	0,58	138,28
						0,88	0,58	137,22

Lo Sperimentatore

Deh Felli



Il Direttore del laboratorio

Sebrino A. Luca





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

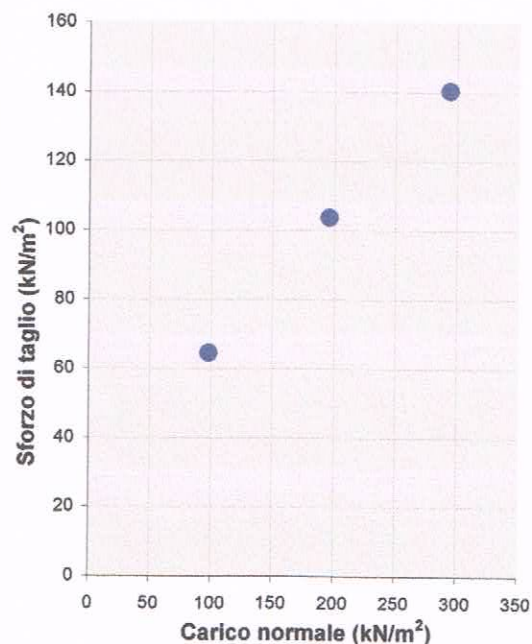
Data accettazione:	23/12/2015	Cod. Qualità:	0096/15/L del 23/12/15	N° Certificato
Data apertura:	23/12/2015	N° ACC.:	092/15 del 23/12/15	2226 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonificadell'ex discarica comunale.	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	4,00-4,40
Tecnico		Note	

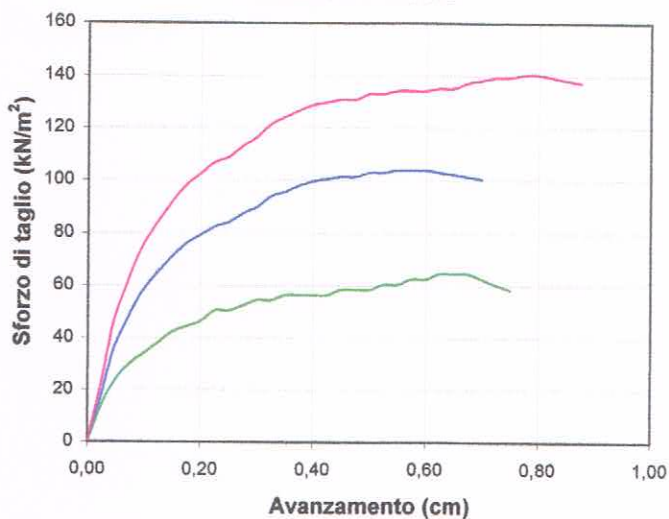
Contenuto d'acqua naturale (%)	18,97
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,18
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,12
Indice dei vuoti	0,64
Porosità (%)	38,85
Peso specifico (kN/m ³)	26,36
Grado di saturazione (%)	80
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

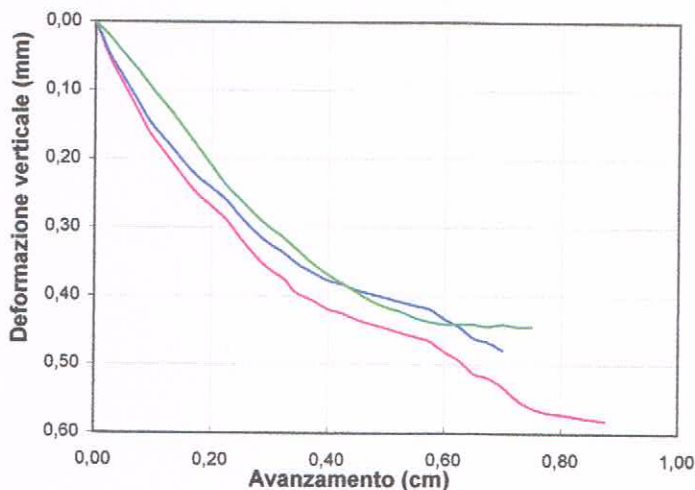


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	27,00
	Valore angolare (°)	21,16

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore

De la p. ll



Il Direttore del laboratorio

Soborno de luce





Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

Tel: 0824 1816668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it | 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione:	23/12/2015	Cod. Qualità:	0096/15/L del 23/12/15
Data apertura:	23/12/2015	N° ACC.:	092/15 del 23/12/15

Data Emissione
08/01/2016

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

DATI GENERALI

Richiedente	Comune di Pannarano
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)
Impresa	Tecnogeo srl
Tecnico	

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

	IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
	X					Rotaz. - carotiere	X
						Rotaz.doppio carot.	
						Percussione	
						Spirale	
						Campionatore:	
Data Prelievo				18/12/2015		Shelby	X
N. Sondaggio				S1		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)						Mazier	
N. Campione				C2		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)				2,00-2,50		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione						Cucchiaino	
Altezza campione						Altro	

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Scolto				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

[illegible]

Note:

Documentazione fotografica:

[illegible]

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE

(ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2227 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n° 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione

	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	71,68	72,72	72,72
Peso contenitore+campione umido (g)	220,34	220,18	219,56
Peso campione umido (g)	148,7	147,5	146,8
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	72,00
Peso di volume γ (kN/m ³)	20,248	20,085	20,000
MEDIA	20,11		

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
MEDIA			

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

	Campione		
	1	2	3
Picnometro	A	B	C
Peso campione secco(g)	26,54	26,58	26,55
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00
Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³)	9,80665	9,80665	9,80665
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	159,08	151,12	166,32
Peso picnometro + acqua (g)	142,2	134,3	149,5
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,89	26,71	26,76
MEDIA	26,78		

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm ³)			
Peso di volume γ (kN/m ³)			
MEDIA			

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	56,48	47,32	49,34
Peso cont. + peso camp. umido (g)	158,76	175,52	180,12
Peso cont. + peso camp. secco (g)	142,14	154,70	158,82
Peso campione secco (g)	85,66	107,38	109,48
Contenuto d'acqua w (%)	19,40	19,39	19,46
MEDIA	19,42		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	16,8
Indice dei vuoti e	0,59
Porosità n (%)	37,1
Grado di saturazione (Sr) %	89,8
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	20,5
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ' (kN/m ³)	10,7

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini	
	1	2
Determinazioni n.		
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
MEDIA		

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm ³)		
Assorbimento reazione (cm ³)		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		

Note



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto H. Lusa



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668, cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15 N° Certificato
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15 2228 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	1,12	0,20	0,20	99,80
8	2,360	2,00	0,36	0,57	99,43
10	2,000	3,26	0,59	1,16	98,84
16	1,180	2,00	0,36	1,52	98,48
20	0,850	1,74	0,32	1,83	98,17
30	0,600	0,60	0,11	1,94	98,06
40	0,425	0,52	0,09	2,04	97,96
60	0,250	0,28	0,05	2,09	97,91
80	0,180	0,30	0,05	2,14	97,86
100	0,150	0,52	0,09	2,24	97,76
200	0,075	0,92	0,17	2,40	97,60
FONDO	//	538,24	97,60	100,00	//
TOTALE		551,5	100,00	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	231,14
Peso campione umido (g)	658,8
Peso campione secco (g)	551,50
Peso campione secco lavato (g)	13,26
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	538,24
Responso perdita	0,00

Risultato

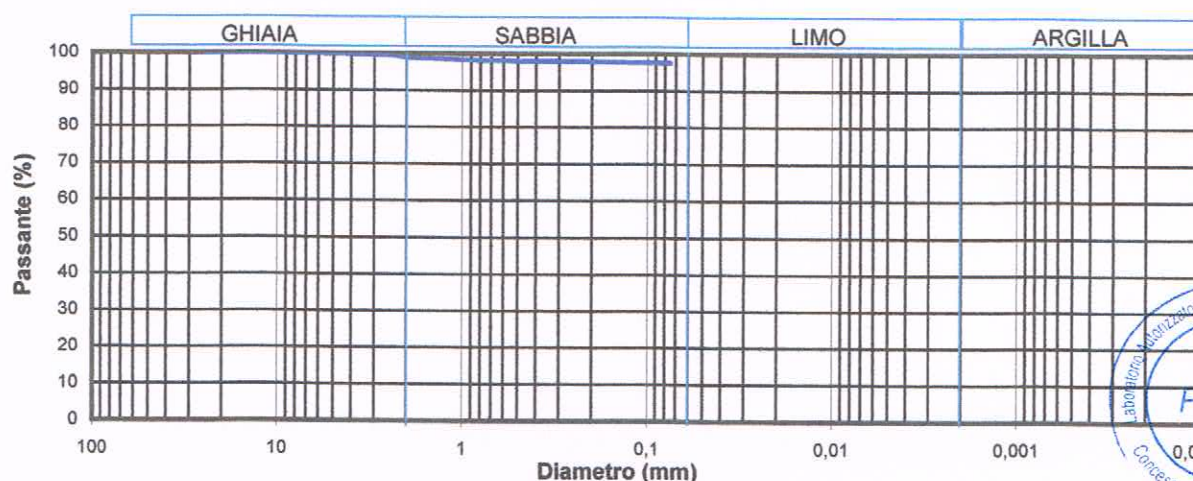
GHIAIA	Grossa	0
	Media	0
	Fine	2
SABBIA	Grossa	1
	Media	1
	Fine	5
LIMO/ARGILLA		93

Coefficienti granulometrici

D60	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)		

Descrizione campione

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore

Deh P. Pill



Il Direttore del laboratorio

Sabone Di Lucca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 348 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:

23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura:

23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

2229 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Volume bulbo densimetro (cm ³)	V _B	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H _B	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm ²)	S _C	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	551,5
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	538,2
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,78

Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C _M		0,5
Correzione temperatura	C _T	-4,4 0,22	
Correzione dispersione	C _D	(4,4-8,5)	-4,1

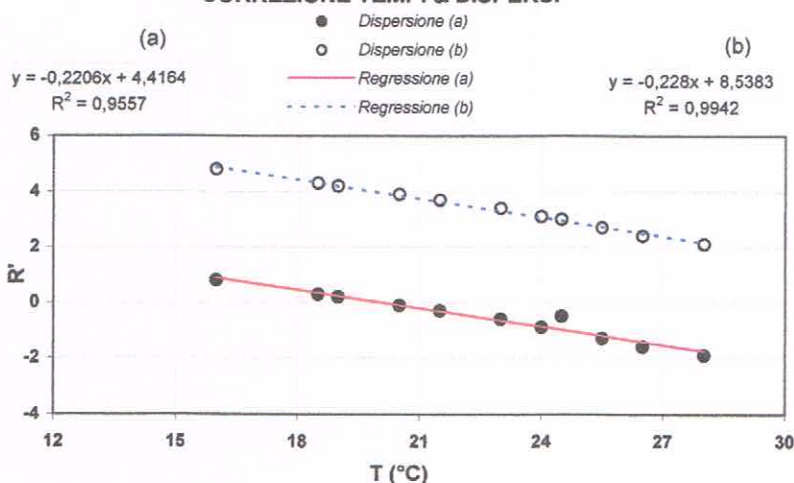
Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R _{lett.}	R' (a)	T (°C)	R _{lett.}	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

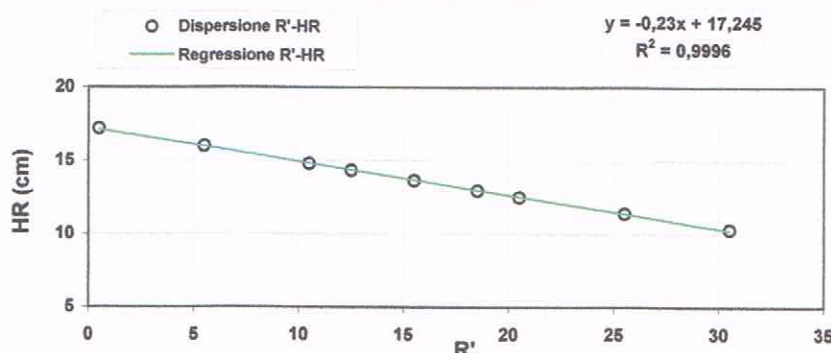
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-H_R



R _{lett.}	R'	H ₁	H _R
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8

b -0,23

Lo Sperimentatore

Dele Pipicelli



Il Direttore del laboratorio

Soborne Al





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:

23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura:

23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

2230 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R _{lett.}	H ₁ (cm)	H _R (cm)	R'	H _R (cm)	C _T	γ _L	η _L	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0549	23,40	90,0
1	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0394	22,40	86,1
2	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0282	21,40	82,3
4	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0202	20,40	78,4
8	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0145	19,40	74,6
15	20,0	21,5		8,2	22,0	9,78	0,00	0,9982	0,000	0,0107	17,90	68,8
30	20,0	20,0		8,2	20,5	10,1	0,00	0,9982	0,000	0,0077	16,40	63,1
60	20,0	18,0		8,2	18,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	0,0056	14,40	55,4
120	20,0	16,5		8,2	17,0	10,93	0,00	0,9982	0,000	0,0040	12,90	49,6
300	20,0	14,5		8,2	15,0	11,39	0,00	0,9982	0,000	0,0026	10,90	41,9
600	20,0	12,5		8,2	13,0	11,85	0,00	0,9982	0,000	0,0019	8,90	34,2
1440	20,0	10,5		8,2	11,0	12,31	0,00	0,9982	0,000	0,0012	6,90	26,5

Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	100,0
4	4,750	99,8
8	2,360	99,4
10	2,000	98,8
16	1,180	98,5
20	0,850	98,2
30	0,600	98,1
40	0,425	98,0
60	0,250	97,9
80	0,180	97,9
100	0,150	97,8
200	0,075	97,6
S	0,0549	90,0
S	0,0394	86,1
S	0,0282	82,3
S	0,0202	78,4
S	0,0145	74,6
S	0,0107	68,8
S	0,0077	63,1
S	0,0056	55,4
S	0,0040	49,6
S	0,0026	41,9
S	0,0019	34,2
S	0,0012	26,5

Coefficienti granulometrici

D ₆₀ (mm)	
D ₃₀ (mm)	
D ₁₀ (mm)	
Coef. Uniformità (Cu)	
Coef. Curva (Cc)	

Percentuale passaggio

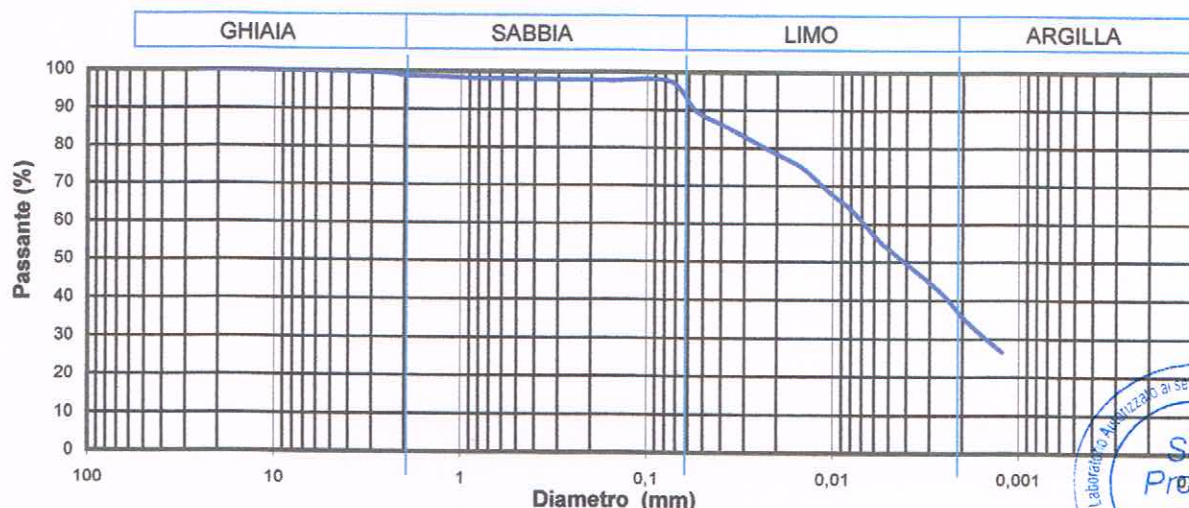
GHIAIA (%)	2
SABBIA (%)	5
LIMO (%)	57
ARGILLA (%)	36

Descrizione campione (AGI):

Limo con argilla debolmente sabbiosa

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto Di Marco



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816658; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag.1/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 23/12/2015 Cod. Qualità: 0096/15/L del 23/12/15
Data apertura: 23/12/2015 N° ACC.: 092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2231 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm ²)	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm ³)	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

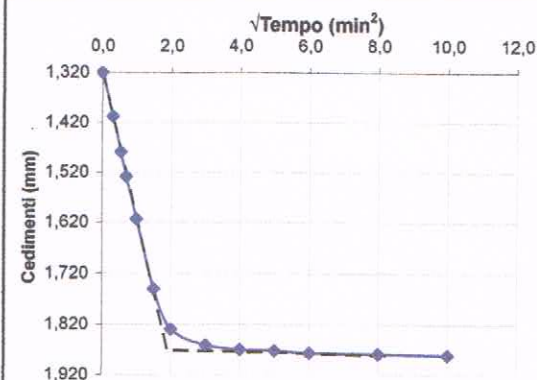
Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

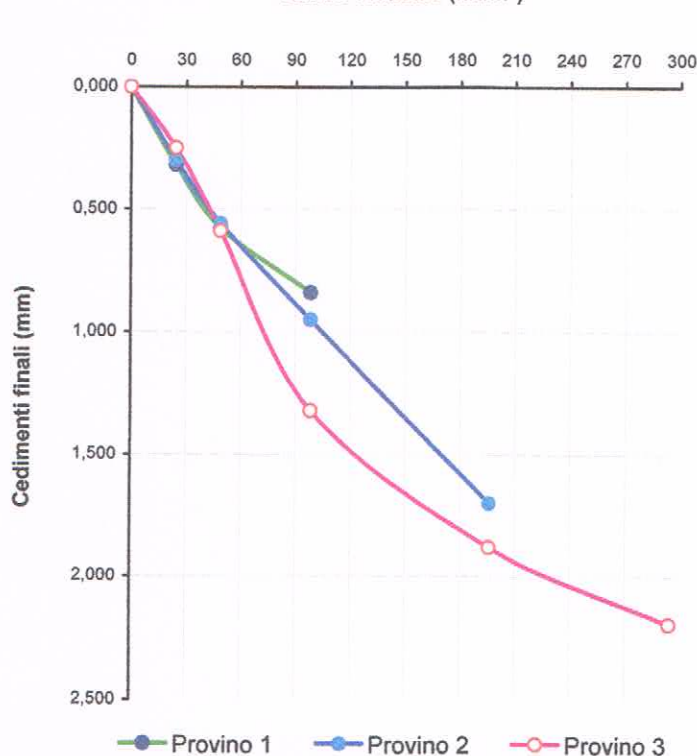
Carico verticale kN/m ²	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,320	0,300	0,250
49,03	0,580	0,560	0,590
98,07	0,840	0,950	1,320
196,13		1,700	1,880
294,21			2,190

Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3			
Gradino di carico verticale	da	98,07 kN/m ²	
	a	196,13 kN/m ²	
Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min ^{1/2}	√t ₁₀₀ min ^{1/2}
1,320	0,00	0,00	1,89
1,408	0,10	0,32	
1,480	0,30	0,55	t ₁₀₀
1,529	0,50	0,71	min
1,614	1,00	1,00	3,57
1,750	2,25	1,50	
1,830	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,861	9,00	3,00	10
1,870	16,00	4,00	
1,872	25,00	5,00	Spost. Rott.
1,876	36,00	6,00	mm
1,878	64,00	8,00	4,00
1,880	100,00	10,00	



Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]





Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

Rev. 1
del 07/01/2013

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione:	23/12/2015	Cod. Qualità:	0096/15/L del 23/12/15
Data apertura:	23/12/2015	N° ACC. :	092/15 del 23/12/15

N° Certificato
2232 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Provino 1									Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m2)	(mm)	(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(kN/m2)	(mm)	(mm)	(kN/m2)	(mm)	(mm)	(kN/m2)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,02	14,97	0,03	0,05	18,85	0,03	0,05	20,77	0,03	0,05	20,77	0,03	0,05	20,77
0,05	0,05	25,66	0,04	0,08	36,85	0,04	0,08	44,82	0,04	0,08	44,82	0,04	0,08	44,82
0,08	0,07	32,08	0,07	0,11	49,70	0,07	0,13	64,50	0,07	0,13	64,50	0,07	0,13	64,50
0,10	0,10	38,36	0,09	0,15	59,98	0,09	0,16	79,80	0,09	0,16	79,80	0,09	0,16	79,80
0,13	0,13	40,63	0,13	0,18	68,55	0,13	0,20	92,92	0,13	0,20	92,92	0,13	0,20	92,92
0,15	0,15	44,91	0,15	0,20	74,55	0,15	0,23	100,57	0,15	0,23	100,57	0,15	0,23	100,57
0,18	0,18	47,05	0,18	0,23	79,69	0,18	0,25	110,41	0,18	0,25	110,41	0,18	0,25	110,41
0,20	0,21	49,19	0,20	0,24	83,12	0,20	0,27	116,97	0,20	0,27	116,97	0,20	0,27	116,97
0,23	0,24	53,46	0,23	0,26	86,55	0,23	0,29	122,43	0,23	0,29	122,43	0,23	0,29	122,43
0,25	0,26	53,46	0,25	0,28	88,26	0,25	0,32	127,90	0,25	0,32	127,90	0,25	0,32	127,90
0,28	0,28	55,60	0,28	0,31	91,69	0,28	0,34	132,27	0,28	0,34	132,27	0,28	0,34	132,27
0,30	0,30	57,74	0,30	0,32	94,26	0,30	0,36	135,55	0,30	0,36	135,55	0,30	0,36	135,55
0,33	0,32	57,74	0,33	0,34	98,55	0,33	0,38	137,74	0,33	0,38	137,74	0,33	0,38	137,74
0,35	0,33	59,88	0,35	0,35	100,26	0,34	0,39	139,92	0,34	0,39	139,92	0,34	0,39	139,92
0,38	0,35	59,88	0,38	0,37	102,83	0,38	0,41	142,11	0,38	0,41	142,11	0,38	0,41	142,11
0,40	0,37	59,88	0,40	0,38	104,54	0,40	0,43	144,30	0,40	0,43	144,30	0,40	0,43	144,30
0,43	0,38	59,88	0,43	0,39	105,40	0,43	0,44	146,48	0,43	0,44	146,48	0,43	0,44	146,48
0,45	0,39	62,02	0,45	0,40	106,26	0,45	0,46	147,57	0,45	0,46	147,57	0,45	0,46	147,57
0,48	0,41	62,02	0,48	0,41	106,26	0,48	0,47	149,76	0,48	0,47	149,76	0,48	0,47	149,76
0,50	0,42	62,02	0,50	0,42	107,97	0,50	0,48	150,85	0,50	0,48	150,85	0,50	0,48	150,85
0,53	0,42	64,16	0,53	0,43	107,97	0,53	0,48	153,04	0,53	0,48	153,04	0,53	0,48	153,04
0,55	0,43	64,16	0,55	0,44	108,83	0,55	0,50	153,04	0,55	0,50	153,04	0,55	0,50	153,04
0,58	0,44	66,29	0,58	0,45	108,83	0,58	0,51	153,04	0,58	0,51	153,04	0,58	0,51	153,04
0,60	0,44	66,29	0,60	0,45	108,83	0,60	0,52	151,40	0,60	0,52	151,40	0,60	0,52	151,40
0,63	0,45	68,43	0,63	0,46	107,97	0,63	0,52	149,76	0,63	0,52	149,76	0,63	0,52	149,76
0,65	0,45	68,43	0,65	0,46	107,12	0,65	0,52		0,65	0,52		0,65	0,52	
0,68	0,45	68,43												
0,70	0,46	66,29												

Lo Sperimentatore

Don't p. M.



Il Direttore del laboratorio

Sobryna Lopez



**SOIL PROJECT s.a.s.**

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 346 8554913 - 340 6867752; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 23/12/2015

Cod. Qualità:

0096/15/L del 23/12/15

N° Certificato

Data apertura: 23/12/2015

N° ACC.:

092/15 del 23/12/15

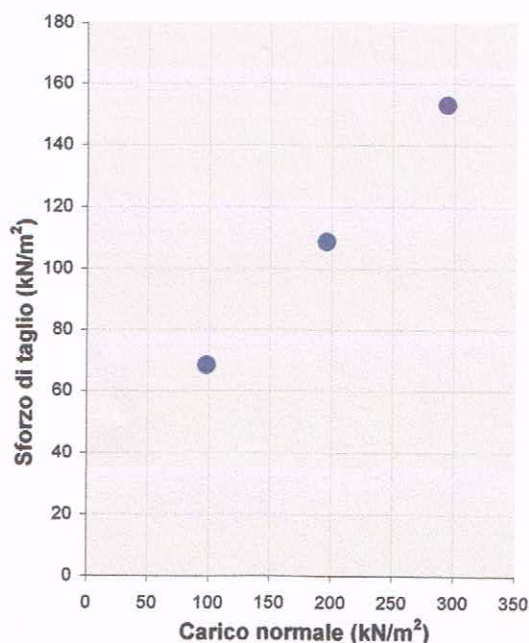
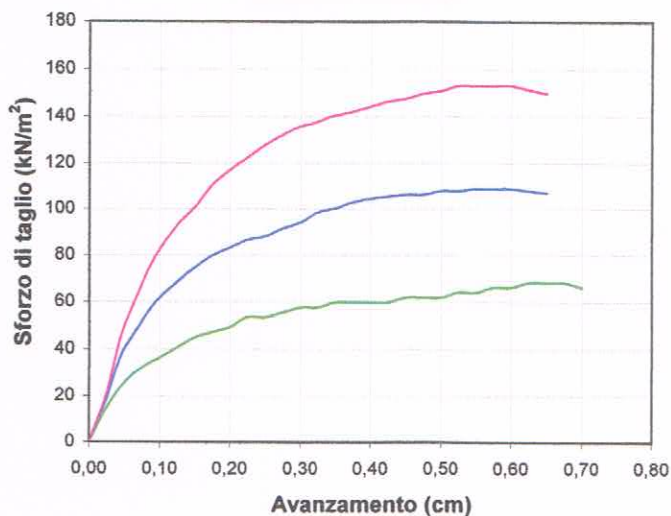
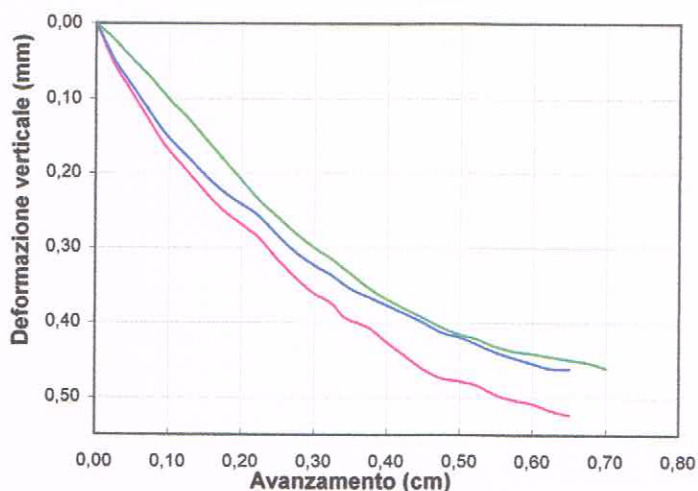
2233 del 08/01/16

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 7255 Del 12/09/2013

Richiedente	Comune di Pannarano	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Redazione relazione geologica a supporto del progetto esecutivo di bonifica dell'ex discarica comunale	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Loc. "Bosco Caccelle" - Pannarano (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Tecnogeo srl	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico		Note	

Contenuto d'acqua naturale (%)	19,42
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20,11
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,84
Indice dei vuoti	0,59
Porosità (%)	37,12
Peso specifico (kN/m ³)	26,78
Grado di saturazione (%)	90
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

SFORZO DI TAGLIO**DEFORMAZIONE**

Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	25,49
	Valore angolare (°)	23,35

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

