

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO

Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare C.S LL.PP. 7/2019

San Giorgio del Sannio, 11 Agosto 2020

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA - TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA).

- Ubicazione:

S.P. 147 "San Giovanni di Apollosa"

- Committente:

Provincia di Benevento

Visto del Tecnico Progettista:



Visto dell'Ente, Ditta o Persona Fisica committente:

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO
ING. MICHELAntonio PARIARESE

[Handwritten signature of Michele Antonio PARIARESE]

IL RUP

ARCH. ALESSANDRINA POPA

[Handwritten signature of Alessandra POPA]

Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 - e-mail danielepipicelli@libero.it

Il Geologo

Dott. Daniele Pipicelli

[Handwritten signature of Daniele Pipicelli]

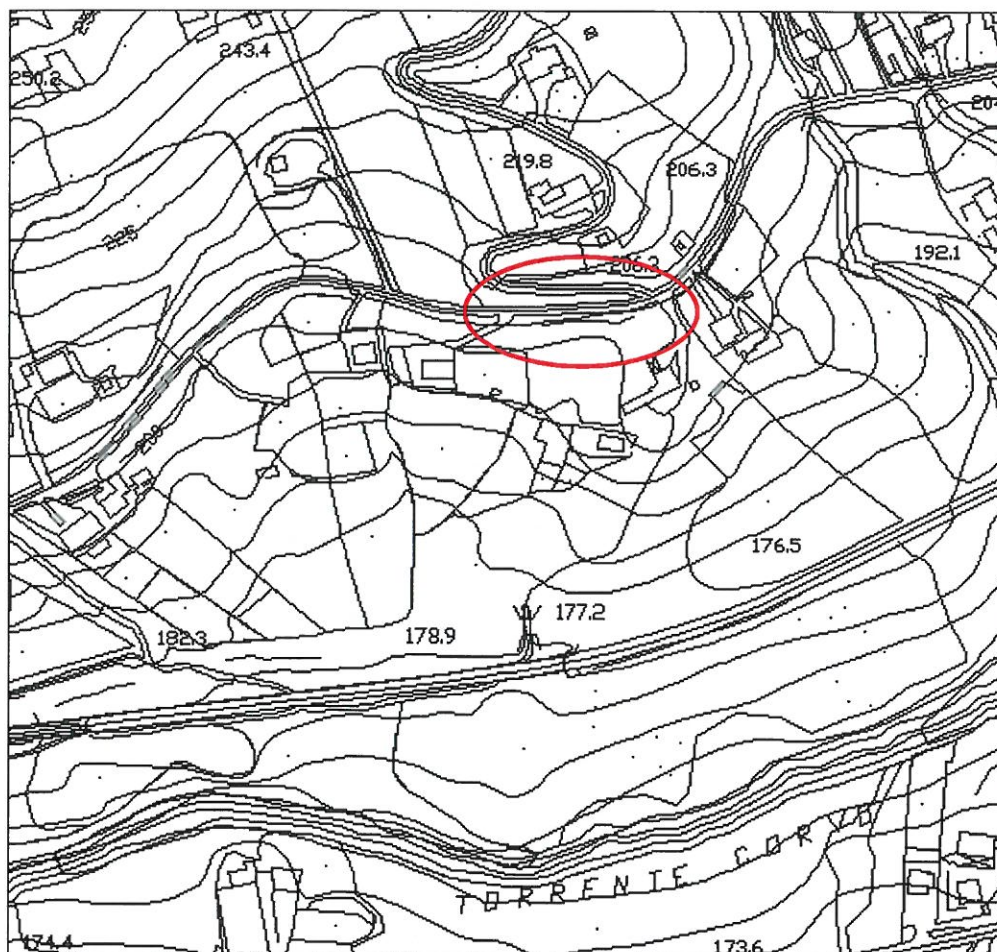
IL DIRIGENTE DEL SETTORE TECNICO
(Ing. Angelo Carmine GIORDANO)



Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 1
---	---------------------------	--------

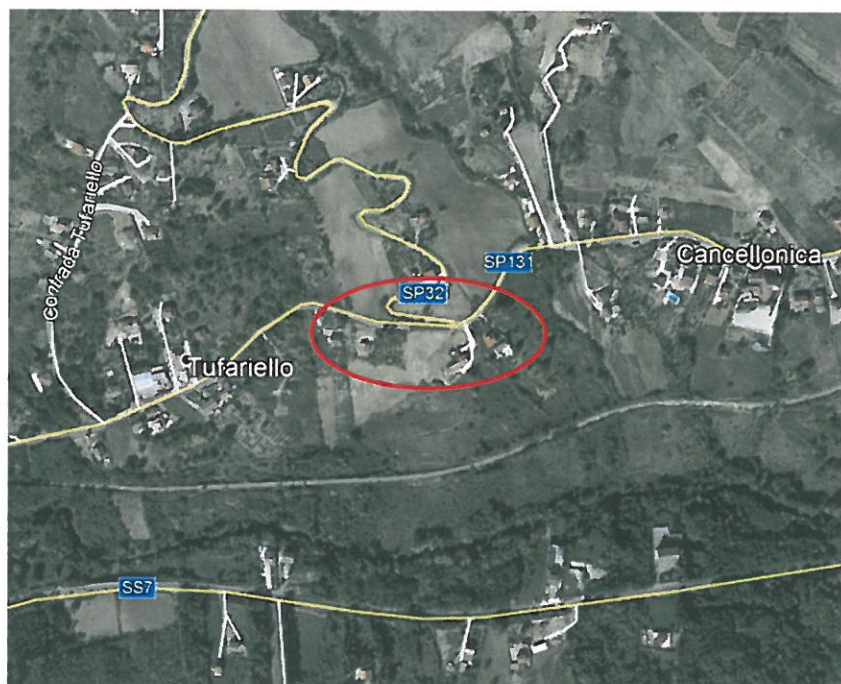
INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- 3. VINCOLI NORMATIVI GRAVANTI SULL'AREA**
- 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**
- 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**
- 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**
- 7. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI
GEOLOGICHE**
- 8. PERICOLOSITA' E PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE**
- 9. CONCLUSIONI**



Stralcio C.T.R. della Regione Campania- Elemento 432091

Quanto eseguito nella seguente relazione ha previsto la raccolta di informazioni geologiche e progettuali preliminari, l'esecuzione di indagini geognostiche, geotecniche in sito e laboratorio e sismiche finalizzate alla ricostruzione stratigrafica, delle caratteristiche geologico-geotecniche dei terreni e la valutazione delle componenti geologiche e geotecniche del progetto.



Stralcio della ortofoto riguardante l'area oggetto dell'intervento



Stralcio della ortofoto riguardante l'area oggetto dell'intervento - Particolare

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	5 Pag.
---	---------------------------	-----------

La ricostruzione dell'assetto geologico locale e la successiva caratterizzazione geotecnica dei terreni coinvolti (vedi *“Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno”*) o potenzialmente coinvolgibili dall'opera, sono interconnesse ed interdipendenti, quindi reciprocamente coerenti.

Il conseguente modello geologico-tecnico ricostruito è finalizzato a fornire informazioni di supporto per la progettazione dell'opera. Inoltre, i parametri geofisici forniti (vedi *“Relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione”*), individuati da specifici studi e in conformità del vigente D.M. 17/01/2018, saranno la base di partenza per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e dovranno essere introdotte per la verifica strutturale dell'opera.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- “Norme tecniche per le costruzioni”. D.M. 17/01/2018;
- Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018. Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019;
- Eurocodice EC7 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 6
---	---------------------------	--------

3. VINCOLI NORMATIVI GRAVANTI SULL'AREA

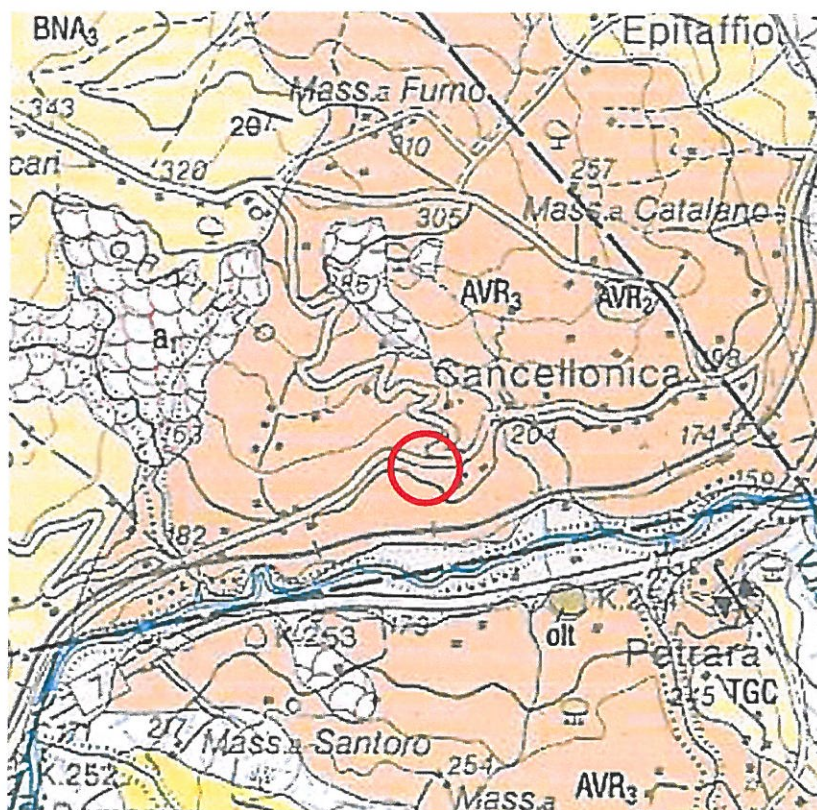
Per quanto riguarda le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, sono stati considerati ed escluse le presenze dei seguenti vincoli:

- Vincolo Ambientale D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002 n.137" (Parchi fluviali e riserve naturali)
- Vincolo Paesistico Legge n. 1497 del 29/06/1939 "Protezione bellezze naturali e panoramiche".
- Vincolo Paesistico D.Lgs n. 490 del 29/10/1999 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 Ottobre, n. 352" (ricomprensente la L. 1089/39, il D.M. 1/8/1985 e la L. 431/85 - Galasso)
- Vincolo Zona S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria) D.M. 25/03/2005 "Elenco dei siti di importanza comunitaria (S.I.C) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Vincolo Zona Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) D.M. 25/03/2005 "Elenco delle zone di protezione speciale (Z.P.S.), classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio)
- Analisi di compatibilità di intervento con Pianificazione di Bacino "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Rischio da Frana". Bacino dei Fiumi Liri-Volturno-Garigliano. 05/04/2006

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area d'indagine ricade interamente nel Foglio 173 (Benevento) in scala 1:100.000 della carta geologica d'Italia e nel Foglio Geologico 432 (Benevento) della nuova cartografia Geologica 1:50.000 del progetto CARG. Dall'indagine rivolta all'identificazione dei terreni affioranti, in prossimità della zona in esame, risulta che questi sono prevalentemente di origine sedimentaria, depositi in ambiente continentale o di transizione e rappresentano, nella maggior parte dei casi, i termini superiori della sequenza stratigrafica loro caratteristica.

I termini affioranti della sequenza stratigrafica riguardano principalmente terreni riconducibili alle "Argille Varicolori" in particolare al Membro Argillitico di Montaperto.



Questi terreni risultano essere in contatto con depositi riconducibili al membro "Sabbioso di Apollosa".

Stralcio del Foglio Geologico 432 (Benevento) della nuova cartografia Geologica 1:50.000 del progetto CARG.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 8
---	---------------------------	--------

LEGENDA CARTA GEOLOGICA 50000

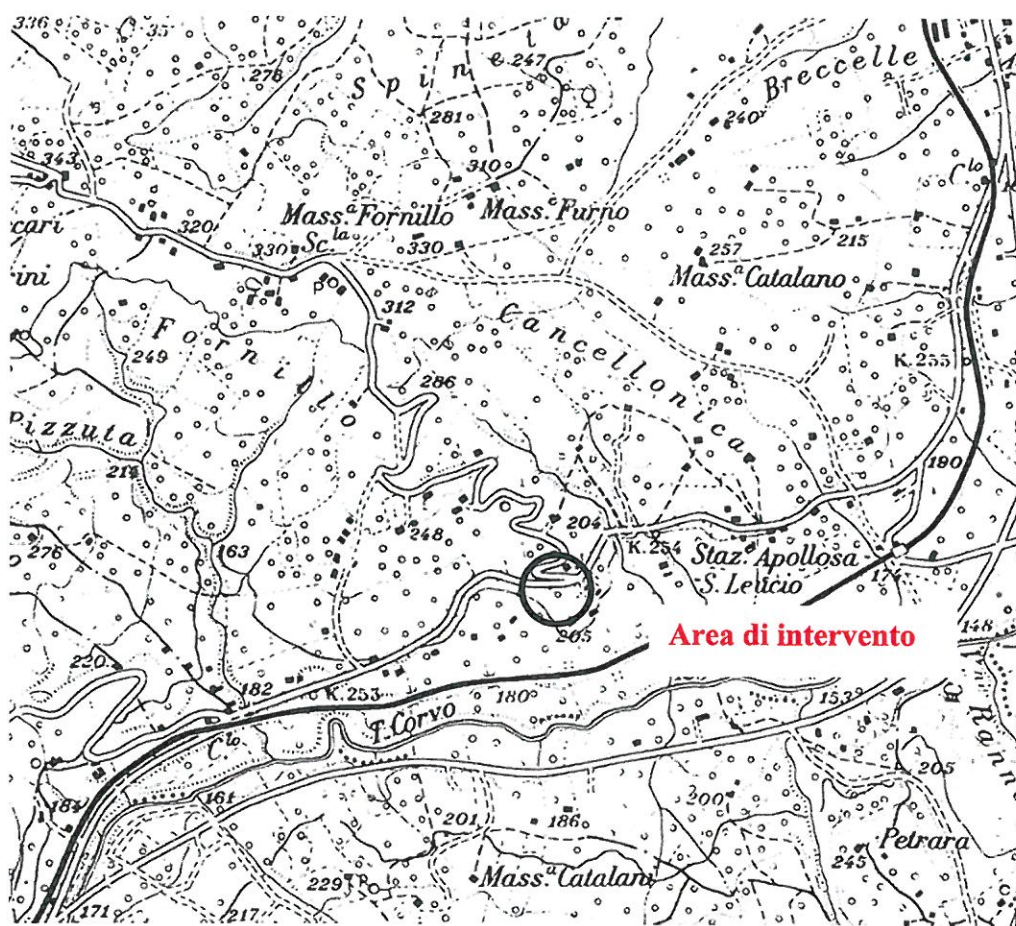
Formazione delle Argille Varicolori - Formazione suddivisa in tre membri.
OLIGOCENE - MIOCENE INFERIORE

	membro argillitico di Montaperto Argilliti varicolori, marne calcaree, marne argillose; calcari marnosi, marne grigie e calcareniti torbiditiche; selce in strati medio-sottili (AVR₂). Strutture sedimentarie: non osservabili. Spessore: non definibile con precisione, dell'ordine di alcune centinaia di metri. Foraminiferi: probabilmente dalla biozona <i>Globigerina angulicostata</i> a alla biozona a <i>Globigerinoides bisphaericus</i>. Nannofossili: biozone non chiaramente definibili, probabilmente dalla biozona MNP25 alla biozona MNN2. Sia tra i Foraminiferi che tra i Nannofossili sono presenti forme rielaborate del Cretaceo e dell'Oligocene. Età: Oligocene superiore-Burdigaliano. Ambiente deposizionale: pelagico da scarpata a piana sottomarina. membro calcareo-pelitico di Pietrelcina Calciuditi e calcareniti biancastre torbiditiche in strati medi, spessi e molto spessi, fino a megastrati, con rare intercalazioni di peliti policrome in strati molto sottili (AVR₂). Strutture sedimentarie: sequenze di Bouma T_{b-8} e T_{c-8}. Spessore: da poche decine di metri ad alcune decine di metri. Fossili: frammenti di macroraminiferi (alveoline e nummuliti), planctonici e nannofossili rimaneggiati in genere di età eocenica. Ambiente deposizionale: base di scarpata. membro arenaceo di Tufiello Arenarie vulcanoclastiche medio-grossolane ricche in mica (AVR₁). Strutture sedimentarie: massiva la facies A₁. Spessore: da pochi metri ad alcune decine di metri. Foraminiferi: assenti. Nannofossili: biozona NP22. Età: Oligocene inferiore. Ambiente deposizionale: base di scarpata.
---	--

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area si trova alla quota di circa 208 metri s.l.m. ed è situata alla località Cancellonica a sud del centro abitato di Apollosa lungo il versante che si raccorda con il sottostante Torrente Corvo.

L'assetto clivometrico evidenzia pendenze blande con valori di pendenza non superiori a 5-8 gradi.



Stralcio Carta IGM scala 1:25000

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 10
---	------------------------	---------

Dalla consultazione delle carte tematiche dell'Autorità di Bacino LIRI-VOLTURNO-GARIGLIANO si può constatare che l'area di intervento è perimetrata come "Area di possibile ampliamento di fenomeni franosi....." C1:



Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 - C1

N.B.: Nelle aree a contorno delle frane, quando non è indicato l'ambito morfologico significativo di riferimento, l'area di possibile ampliamento deve essere estesa fino allo spartiacque principale e/o secondario, già riportati nella carta geomorfologica.

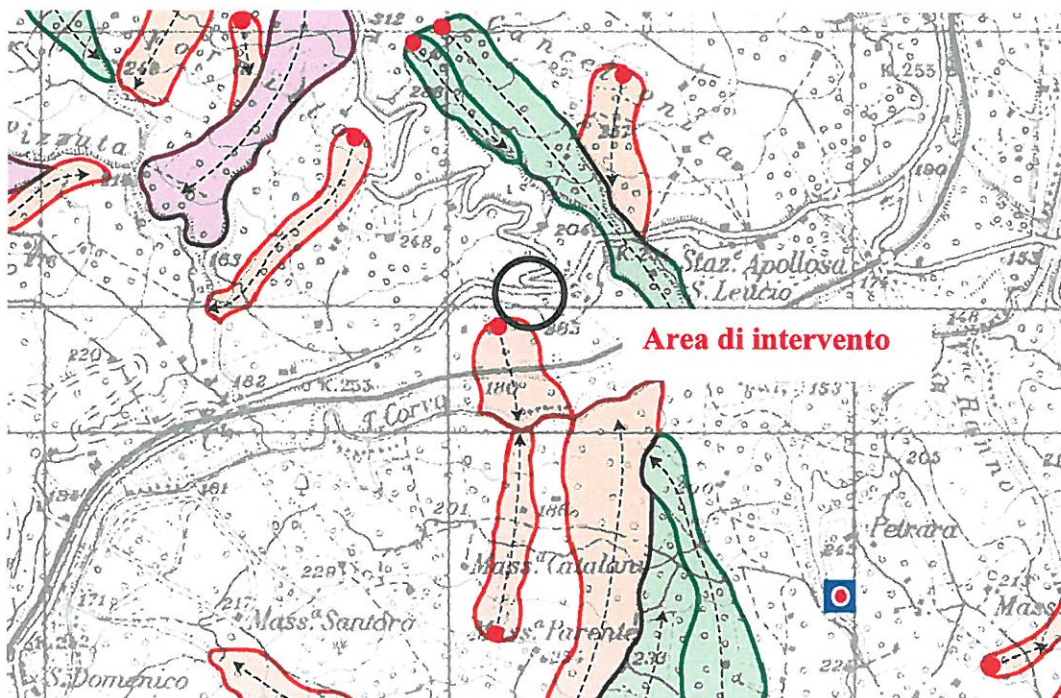
A valle dello stesso sito insiste ad una distanza comunque prossima all'area di intervento, insiste un'area perimetrata come Area a Rischio Medio A2: "Area non urbanizzata ricadente all'interno di una frana quiescente a massima intensità attesa media"



AREA A RISCHIO MEDIO - R2

Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

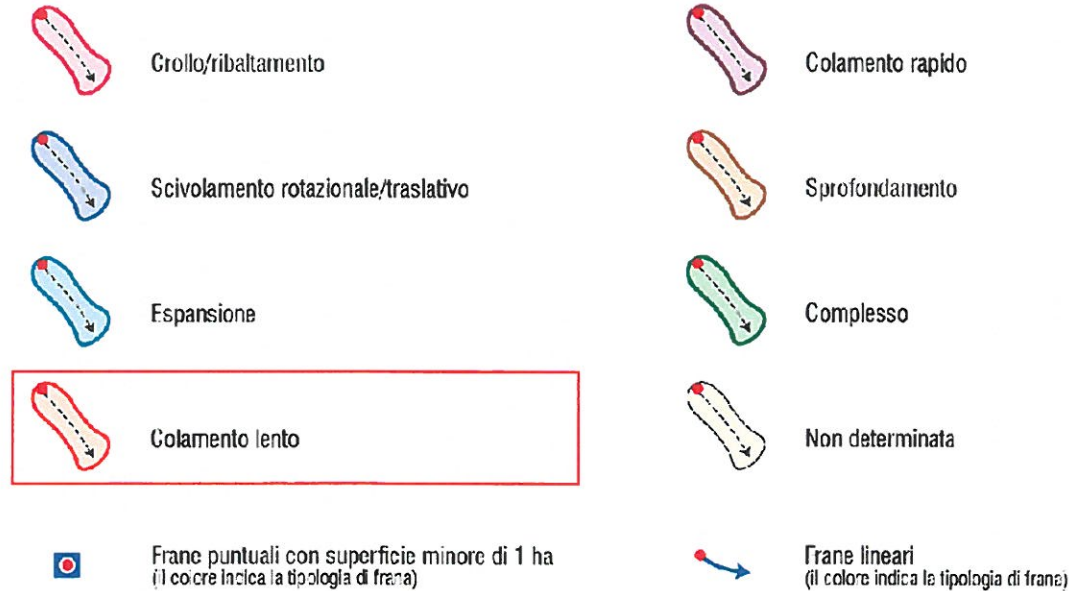
mentre dall'Inventario Fenomeni Franosi d'Italia (Progetto IFFI) è classificato come un "colamento lento".



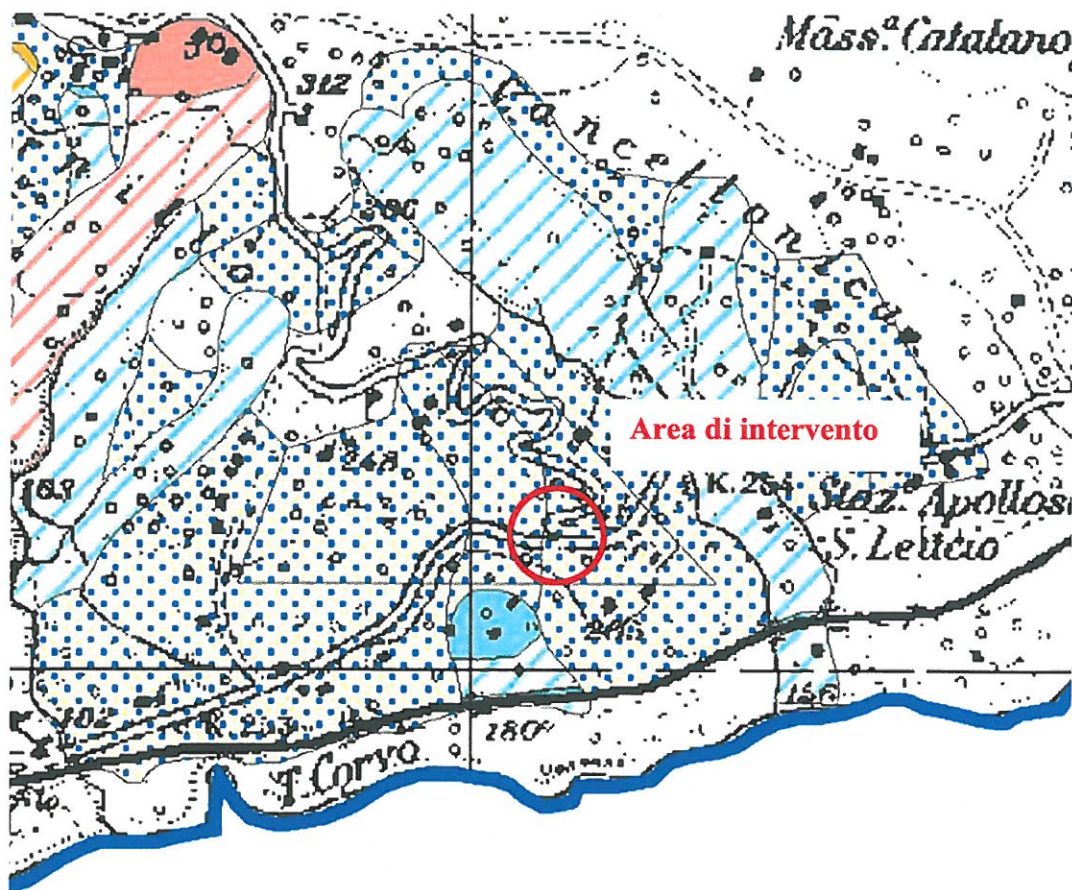
Stralcio Carta delle Frane - Progetto IFFI

TIPOLOGIA DI FRANA

Frana poligonale con direzione generale di scorrimento



La presenza a poca distanza di questo fenomeno franoso identificato come “colamento lento” (lungo una linea di drenaggio preferenziale) nonché le continue e ripetute perdite dovute alla rottura della condotta idrica posta proprio lungo il margine (lato valle) della carreggiata Provinciale, hanno determinato il dissesto del tratto di strada SP 147.



*Stralcio della carta degli scenari di franosità in funzione della massima intensità attesa
(Autorità di Bacino LIRI- GARIGLIANO-VOLTURNO)*

Quindi si può affermare che in tutta la zona si è in presenza di un diffuso dissesto idrogeologico dovuto alle particolari condizioni geologico-strutturali del territorio; tali situazioni dovranno essere oggetto di attenta valutazione in fase progettuale esecutiva in quanto sono ancora evidenti e visibili in superficie i segni delle riattivazioni dei dissesti idrogeologici e pertanto

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 13
---	---------------------------	---------

bisognerà porre molta attenzione alle eventuali interconnessioni tra lo stato di evoluzione di questi fenomeni con quelle che sono le modalità di esecuzione delle opere previste.

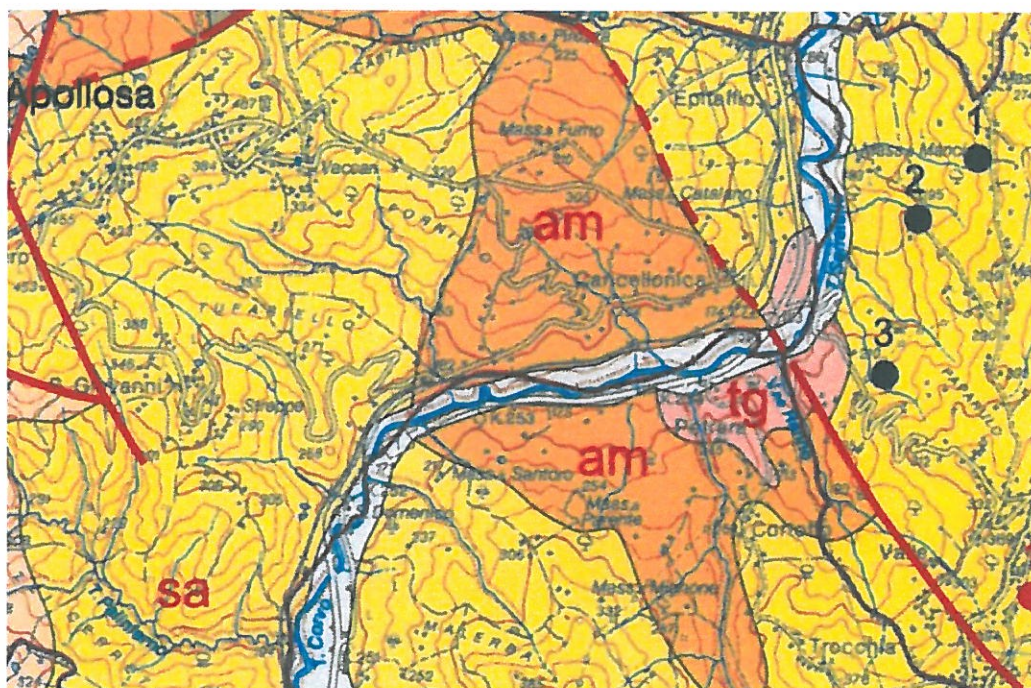
Il tutto con riferimento alla Normativa vigente, in relazione alla classificazione dal punto di vista idrogeologico dell'area, ed alle prescrizioni riguardanti la *“Realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non de localizzabili, purchè l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio.”* (con riferimento alle *“Norme di attuazione e misure di salvaguardia”* del *“Piano stralcio per l'assetto idrogeologico – Rischio da frana”* pubblicato dall'Autorità di Bacino Liri-Volturno-Garigliano nell'Aprile 2006).

Ritornando alla morfologia dell'area, la determinazione ed il calcolo della pendenza del sito sono importanti per definire la categoria topografica la quale andrà ad influenzare il calcolo delle azioni sismiche di progetto (vedi relazione sismica).

In questo caso la categoria topografica (tabella 3.2.IV delle NTC) definita in base al D.M. 17/01/2018 è T1 (*“superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°”*) cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica S_t pari a 1 (tabella 3.2.VI delle NTC).

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'intera zona, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche, si definiscono due grandi complessi idrogeologici: un complesso sabbioso-arenaceo ed uno argilloso-marnoso



Stralcio carta idrogeologica della Provincia di Benevento

(Esposito – Celico – Guadagno – Aquino)

Nell'area possiamo distinguere due grandi complessi idrogeologici:



Complesso sabbioso-argilloso

Sabbie ed arenarie di colore generalmente giallastro, con alternanza di livelli di puddinghe poligeniche, di ciottolame e di argille sabbiose grigiastre. Argille ed argille sabbiose grigio-giallastre. (Pliocene)



Complesso arenaceo-molassico

Sabbioni ed arenarie grigio-giallastre, talora gradate; argille arenacee grigio-azzurrognole, talora alternanti a livelli di calcareniti e marne; lenti di puddinghe poligeniche. (Miocene)

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	15 Pag.
---	---------------------------	------------

Il complesso *arenaceo-molassico*, affiorante nell'area oggetto di indagine, è caratterizzato spesso da corpi idrici modesti (la superficie piezometrica di solito è profonda intorno ai 20-25 metri dal p.c.). Questo è dovuto alla presenza delle coltri superficiali rese più permeabili dall'allentamento e dall'alterazione subaerea e alla presenza di un limite inferiore rappresentato dal substrato non alterato che funge da impermeabile relativo. Il grado di permeabilità è, ovviamente medio-basso, in funzione del diverso grado di alterazione.

Durante la fase di esecuzione dei due sondaggi geognostici (eseguiti a 21 e 19 metri dal p.c.) non è stata intercettata alcuna falda freatica superficiale o profonda rilevante se non una modesta circolazione idrica molto superficiale (6-7 metri dal p.c. nel punto di indagine del sondaggio S1) all'interno di un orizzonte ghiaioso.

7 . RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Nell'area sede dell'opera in progetto sono state eseguite delle indagini geofisiche superficiali (n.1 indagine sismica a rifrazione onde P); queste indagini (vedi "*Relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione*"), integrate con le conoscenze pregresse dell'area, con un rilevamento geologico delle zona in esame e con n.2 sondaggi geognostici eseguiti ai margini della carreggiata della S.P.147, hanno permesso di definire con precisione il modello geologico del sito, sia per quanto riguarda le tipologie litologiche presenti e sia per quanto riguarda i loro spessori.



Ubicazione dei punti di indagine

Il modello geologico è illustrato schematicamente nel seguente paragrafo con particolare riferimento ai sondaggi geognostici realizzati; questi ultimi, insieme a tutte le altre indagini eseguite (geotecniche e sismiche) sono contenute all'interno dell'Allegato "Indagini – sondaggi, prelievi e prove in sito".

I terreni osservati si riferiscono, in particolare, a depositi sabbioso-ghiaiosi che affiorano nei primi 5 metri dal p.c. che rappresentano in parte la massicciata al lato valle della sede stradale; Al di sotto di questi terreni si rinvencono argille-arenacee grigio-azzurrognole talora alternate a livelli marnosi.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	17 Pag.
---	---------------------------	------------

In definitiva il modello geologico, della zona sulla quale andrà ad insistere l'opera, può essere schematizzato come segue:

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO RIFERITO AI SONDAGGI S1 e S2

Strato	Profondità. (m)	Spessore (m)	Descrizione litologia
1	0	1.00	Pavimentazione stradale (massicciata)
2	1.00	4.20	Ciottoli in matrice argilloso-limosa
3	5.20	1.80	Limi-sabbiosi giallastri con venature argillose grigio-verdastre e rari livelletti di argille sabbiose grigie molto consistenti
4	7.00	2.00	Alternanza di livelli di ciottoli sub-arrotondati in matrice sabbiosa-limosa e livelli limo-argillosi.
5	9.00	1.20	Sabbia limosa giallastra molto consistente
6	10.20	10.80	Argille sabbiose grigio-azzurrognole con livelli litoidi di natura sabbiosa e marnosa.

8 . PERICOLOSITA' E PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE

In tutta la zona si nota un diffuso dissesto idrogeologico dovuto alle particolari condizioni geologico-strutturali del territorio; difatti nella zona in esame si nota un abbassamento del piano viabile (più volte ripristinato nel corso degli anni) in corrispondenza di un movimento franoso individuato a poca distanza dal sito di interesse; tale movimento franoso, individuato da vari studi e documenti ufficiali (carte tematiche dell'Autorità di Bacino e Progetto IFFI), si sviluppa in maniera più ampia a valle della sede stradale ed ha interessato in passato anche la linea ferroviaria; questa considerazione è avvalorata sia da evidenze di tipo morfologico (analisi

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	18 Pag.
---	---------------------------	------------

spicciola delle curve di livello e delle quote) e sia da evidenze visive sul territorio (posizione inclinata di alcuni pali della rete elettrica).

Per quanto riguarda la zona di monte, non ci sono evidenze di fenomenologie franose in atto.



FOTO 1 - Inquadramento della sede stradale S.P. 147.



FOTO 2 - Area interessata dal dissesto.

Sono evidenti sulla carreggiata i segni del movimento franoso in atto che ha determinato l'abbassamento del piano viabile lungo tutto il tratto interessato.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 20
---	---------------------------	---------



FOTO 3 - Intervento di ripristino della condotta idrica da parte dell'Ente Acquedottistico Alto Calore spa.

La condotta idrica posta al lato valle della sede stradale è stata ed è attualmente sede di numerosi interventi di ripristino durante tutto l'anno. Le continue perdite che si registrano non fanno altro che alimentare, accentuare ed accelerare una fenomenologia di dissesto di per sé molto lenta.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 21
---	---------------------------	---------

8. CONCLUSIONI

Le previsioni progettuali, sono state valutate secondo il grado di approfondimento previsto dalla normativa vigente, e risultano eseguibili senza particolari limitazioni di fattibilità geologica; questo a patto che vengano tenute in debita considerazione, in fase progettuale e di calcolo, le valutazioni e la caratterizzazione geotecnica (vedi *“Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno”*).

Nella zona in esame sono presenti una serie di dissesti idrogeologici di cui il più importante identificato a valle dell'area di intervento che potrebbe interferire con l'opera e quindi sulla base della loro presenza e caratteristiche verranno orientate le scelte progettuali per ridurre l'impatto sull'opera stessa.

Le condizioni geologiche dei luoghi sono buone per la realizzazione dell'intervento previsto: nell'area (al di sotto dei terreni di riempimento e/o riporto interessanti la sede stradale e la scarpata di valle) affiorano argille sabbiose con interstrati marnosi con consistenza crescente con la profondità le quali rappresentano il substrato nel quale dovranno ancorarsi le fondazioni dell'opera da realizzarsi.

Una particolare attenzione sarà rivolta alla regimentazione delle acque sia meteoriche che di ruscellamento a monte e valle delle opere.

Tanto per incarico ricevuto

San Giorgio del Sannio, lì Agosto 2020

Dott. Geol. Daniele Pipicelli



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO

Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare CS LL.PP. 7/2019

San Giorgio del Sannio, 11 Agosto 2020

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA - TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147/2019 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA).

- Ubicazione:

S.P. 147/2019 "San Giovanni di Apollosa"

- Committente:

Provincia di Benevento

Visto del Tecnico Progettista:

Visto dell'Ente, Ditta o Persona Fisica committente:

Il Geologo

Dott. Daniele Pipicelli

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 1
--	---------------------------	--------

INDICE

1. PREMESSA

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE SUI TERRENI

4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

5. CONCLUSIONI

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 2
--	---------------------------	--------

1. PREMESSA

Su incarico dell'amministrazione provinciale di Benevento – “*Settore Infrastrutture e viabilità*” si trasmette, in conformità al capitolo 6 del D.M 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e al paragrafo C6.2.2 della circolare esplicativa 21/01/2019 n. 7/2019 del C.S.LL.PP., la seguente “*Relazione geotecnica, sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo*” riguardante lo studio dei terreni interessati dai “**LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA – TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147/2019 “S. GIOVANNI DI APOLLOSA”, NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA)**”.

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini geognostiche e geotecniche, finalizzate alla definizione del modello geologico-tecnico così come indicato nel paragrafo C6.2.2 del D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” che recita “*Per Modello Geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali, e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico*”.

Sulla scorta di tali analisi sono stati forniti al progettista tutti gli elementi, di interesse prettamente geotecnico, per definire le caratteristiche fisico-meccaniche del sito; questi ultimi, definiti quali parametri caratteristici del terreno, dovranno essere utilizzati per la verifica strutturale dell'opera e per la progettazione ed il calcolo delle strutture.

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 3
--	---------------------------	--------

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- "Norme tecniche per le costruzioni". D.M. 17/2019/01/2018;
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018. Circolare C.S.LL.PP. n. 7/2019 del 21/01/2019;
- Eurocodice EC7/2019 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988

3. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE SUI TERRENI

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalla costruzione dell'opera sono state previste, oltre alla campagna d'indagine sismica, alcune indagini geognostiche e geotecniche; quest'ultime sono state eseguite fino ad un livello di approfondimento dettato da alcune condizioni precedentemente analizzate.

Particolare attenzione è stata data alla definizione del volume significativo di terreno da investigare: *"Il volume significativo è quello nel quale si osserva una influenza non trascurabile delle perturbazioni meccaniche o idrauliche provocate dalla costruzione dell'opera. Questa definizione non risolve il problema della determinazione del volume a cui vanno estese le indagini, perché, a rigore, esso dipende sia dalle caratteristiche dell'opera sia da quelle dei terreni presenti (in particolare dai valori relativi delle rigidità nei terreni stratificati) e, quindi, non è noto a priori. Per terreni molto eterogenei e nel caso di stratificazioni profonde di terreni di caratteristiche scadenti è opportuno aumentare le profondità esplorate; queste potranno invece essere ridotte nel caso in cui si rinvenga a piccola profondità un substrato lapideo."*

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	4 Pag.
--	---------------------------	-----------

Riguardo quest'aspetto le NTC (D.M. 17/01/2018) suggeriscono, come indicazione per la definizione del volume significativo, per fondazioni su pali, che le indagini siano approfondite rispetto alla profondità della punta dei pali di almeno 5 volte il diametro e comunque devono raggiungere una profondità non minore della dimensione minima in pianta della palificata.

Nel caso in esame, si è proceduto alla caratterizzazione di ben oltre il volume significativo (fino a circa 30 metri di profondità dal p.c. con definizione precisa e minuziosa dei parametri geo-meccanici e geotecnici dei vari strati di terreno presenti), sia in termini normativi che in termini di pressioni indotte nel terreno dalla struttura. Tuttavia c'è da sottolineare che non si rinvenivano particolari condizioni di criticità in quanto le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni aumentano linearmente con la profondità (come dimostrano le indagini geotecniche e sismiche eseguite).

La campagna geognostica eseguita, nell'area dove sarà realizzata la struttura, ha compreso la realizzazione del seguente quadro di indagini e prove geognostiche:

Realizzazione di n.2 sondaggi geognostici eseguiti in corrispondenza delle estremità del movimento franoso e spinti fino alla profondità rispettivamente di 21 metri S1 e 19 metri dal p.c. S2, con prelievo di n.3 campioni indisturbati a diverse profondità, al fine di caratterizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni argillosi.

Esecuzione prove geotecniche di laboratorio su n.3 campioni indisturbati di terreno, S1C1, S1C2, S1C3 prelevati durante l'esecuzione del sondaggio S1 con un campionatore tipo shelby alle profondità di 6,0/6,5 e 11,5/12,0 m 16,5/17/2019,0, in particolare:

- Caratteristiche fisiche e proprietà indice;
- Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione;
- Prove di taglio diretto consolidata drenata
- Prove di consolidazione edometrica;
- Prova ad espansione laterale libera;

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 5
--	---------------------------	--------

Prove geotecniche di laboratorio

Sono stati prelevati 3 campioni di terreno indisturbato, durante l'esecuzione dei due sondaggi geognostici, per eseguire alcune prove geotecniche in laboratorio; i campioni prelevati sono stati denominati:

S1 - C1 alla profondità di 6.0-6.5 m

S1 - C2 alla profondità di 11.5-12.0 m

S1 - C3 alla profondità di 16.5-17/2019.0 m

L'elenco delle prove eseguite sui 3 campioni di terreno prelevati è il seguente:

- Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione
- Determinazione del peso di volume (γ)
- Determinazione del peso specifico dei grani (γ_s)
- Determinazione grandezze di stato (γ_d , e, n, S_r)
- Determinazione del peso di volume immerso (γ_w) e saturo (γ_{sat})
- Determinazione del contenuto d'acqua (w)
- Prova di taglio diretto consolidata-drenata (CD)
- Prova di consolidazione edometrica (Ed)
- Prova ad espansione laterale libera (ELL)

Dalle prove eseguite sono state ottenute le seguenti caratteristiche granulometriche dei terreni riassunte nelle seguenti tabelle:

Analisi Granulometrica	S1 - C1
GHIAIA	3
SABBIA	14
LIMO	45
ARGILLA	38
Tipo di terreno analizzato	
LIMO CON ARGILLA SABBIOSO	

Analisi Granulometrica	S1 - C2
GHIAIA	0
SABBIA	4
LIMO	55
ARGILLA	41
Tipo di terreno analizzato	
LIMO CON ARGILLA	

Analisi Granulometrica	S1 - C3
GHIAIA	0
SABBIA	3
LIMO	42
ARGILLA	55
Tipo di terreno analizzato	
ARGILLA CON LIMO	

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 7
--	---------------------------	--------

Dalle prove eseguite sono state ottenute le seguenti caratteristiche fisico-volumetriche del terreno di fondazione riassunte nelle seguenti tabelle:

Parametri determinati – Analisi di laboratorio	S1 – C1
Peso di volume γ (KN/m ³)	20.00
Peso specifico dei grani γ_s (KN/m ³)	26.35
Peso volume secco γ_d (KN/m ³)	17/2019.10
Indice dei vuoti e	0,54
Porosità n (%)	35.30
Grado di saturazione S_r (%)	85.10
Contenuto d'acqua w (%)	17/2019.26

Parametri determinati – Analisi di laboratorio	S1 – C2
Peso di volume γ (KN/m ³)	19.54
Peso specifico dei grani γ_s (KN/m ³)	26.62
Peso volume secco γ_d (KN/m ³)	16.50
Indice dei vuoti e	0,61
Porosità n (%)	38.00
Grado di saturazione S_r (%)	81.40
Contenuto d'acqua w (%)	18.38

Parametri determinati – Analisi di laboratorio	S1 – C3
Peso di volume γ (KN/m ³)	19.55
Peso specifico dei grani γ_s (KN/m ³)	26.43
Peso volume secco γ_d (KN/m ³)	16.10
Indice dei vuoti e	0,64
Porosità n (%)	39.10
Grado di saturazione S_r (%)	90.10
Contenuto d'acqua w (%)	21.49

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 8
--	---------------------------	--------

Le prove di taglio sono state eseguite su tutti e 3 i campioni di terreno prelevati; dal grafico tensione applicata/deformazione (vedere allegato) si nota come il campione abbia una curva tipica dei terreni sovra-consolidati.

Dalla prove di taglio eseguita è possibile anche ricavare la coesione e l'angolo di attrito del campione e in particolare si ottiene:

$$\varphi' = 22,00^\circ \quad c' = 25,30 \text{ kPa} \quad (S1-C1)$$

$$\varphi' = 21,00^\circ \quad c' = 26,29 \text{ kPa} \quad (S1-C2)$$

$$\varphi' = 19,00^\circ \quad c' = 27/2019,1 \text{ kPa} \quad (S1-C3)$$

Dalle prove edometriche effettuate sui campioni sono stati ricavati i seguenti valori del modulo edometrico:

Parametri determinati - Prova edometrica S1-C1 (6.00-6.50 m)	$E_{ed} \text{ (Kn/m}^2\text{)}$
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 100 KPa	287/20193.34
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 200 KPa	4845.09
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 400 KPa	8236.47/2019
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 800 KPa	20611.91
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 1600 KPa	417/20197/20196.96
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 3200 KPa	80117/2019.7/20196

Parametri determinati - Prova edometrica S1-C2 (11.50-12.00m)	$E_{ed} \text{ (Kn/m}^2\text{)}$
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 100 KPa	3987/2019.44
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 200 KPa	57/201947/2019.29
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 400 KPa	9617/2019.40
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 800 KPa	25453.60
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 1600 KPa	48998.80

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 9
--	---------------------------	--------

Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 3200 KPa	124937/2019.98
--	----------------

Parametri determinati - Prova edometrica S1-C3 (16.50-17/2019.00m)	E_{ed} (Kn/m²)
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 100 KPa	5382.89
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 200 KPa	8230.98
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 400 KPa	14512.40
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 800 KPa	39981.10
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 1600 KPa	7/20191565.26
Modulo Edometrico su terreno vergine compresso fino a 3200 KPa	152163.99

I moduli edometrici sovra-elencati possono essere utilizzati per la stima dei cedimenti (in particolar modo si consigliano i valori consoni considerando il carico della struttura e il peso della colonna di terreno in termini di pressione alla profondità considerata).

4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Di seguito si forniscono al progettista strutturista tutti i parametri geotecnici del terreno di fondazione al fine di eseguire il calcolo di verifica strutturale dell'opera e delle fondazioni della stessa (verifica agli stati limite SLE e SLU).

Nell'ottica di una progettazione basata sul metodo degli stati limite, devono essere utilizzati parametri geotecnici opportunamente interpretati (*parametri caratteristici* X_k) e parametri ridotti (*parametri di progetto* X_d), ovvero ottenuti con una stima cautelativa di un dato parametro, in relazione agli stati limite considerati per il progetto.

Ripristino tratto stradale S.P. 147/2019 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 10
--	---------------------------	---------

Si forniscono al progettista i seguenti parametri caratteristici dei terreni di fondazione:

RIPORTO ANTROPICO (prof. da 0,00 a -5,00 mt dal p.c.)

$$\gamma_{\text{nat}} = 1,54 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,60 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 0,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 16^\circ$$

LIMI SABBIOSI (prof. da -5,00 metro dal p.c. fino a -10,00 mt)

$$\gamma_{\text{nat}} = 2,04 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,09 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 0,26 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 22^\circ$$

$$\text{Coesione non drenata } c_u = 1,98 \text{ kg/cm}^2$$

ARGILLE IMO-SABBIOSE (prof. da -10,00 metro dal p.c. fino a -20,00 mt)

$$\gamma_{\text{nat}} = 1,99 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,03 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coesione } c' = 1,7/20194 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{angolo di attrito } \varphi = 19^\circ$$

$$\text{Coesione non drenata } c_u = 4,46 \text{ kg/cm}^2$$

I moduli elastici (statici) sono stati ricavati per correlazione dai moduli elastici dinamici, a loro volta ricavati conoscendo sia il valore di V_s che del coefficiente di poisson; i moduli edometrici indicati invece sono stati ricavati in base alle prove di laboratorio eseguite.

Questi parametri saranno utilizzati nelle formule classiche a seconda delle combinazioni e degli approcci indicati dalla normativa (§6.4.2.1) e forniranno i carichi limite del terreno.

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO

Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione

Ai sensi del D.M. 17/01/2008 e della Circolare CS LL.PP. 7/2019

San Giorgio del Sannio, li Agosto 2020

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA - TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA).

- Ubicazione:

S.P. 147 "San Giovanni di Apollosa"

- Committente:

Provincia di Benevento

Visto del Tecnico Progettista:

Visto dell'Ente, Ditta o Persona Fisica committente:

Il Geologo

Dott. Daniele Pipicelli

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 1
---	---------------------------	--------

INDICE

1. PREMESSA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. ZONAZIONE SISMOGENETICA
4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE
5. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI
6. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO
7. CONCLUSIONI

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 2
---	---------------------------	--------

1. PREMESSA

Su incarico dell'amministrazione provinciale di Benevento - "*Settore Infrastrutture e viabilità*" si trasmette, in conformità al capitolo 3 del D.M 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*" e al paragrafo C3.2 della circolare esplicativa 21/01/2019 n. 7 del C.S.LL.PP., la seguente "*Relazione sulla modellazione sismica e pericolosità sismica di base*" riguardante lo studio delle azioni sismiche di progetto riguardante i **"LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA - TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA)"**.

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle indagini sismiche effettuate (Sismica superficiale tipo Masw), finalizzate alla determinazione della categoria di suolo di fondazione così come indicato nel paragrafo C3.2.2 del D.M 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" che recita "*...in assenza di tali analisi (risposta sismica locale), per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento*".

Inoltre è stata condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto; quest'ultime, individuate da specifici studi ed in conformità del vigente D.M. 17/01/2018, dovranno essere introdotte per il calcolo e la verifica strutturale dell'opera.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

- "Norme tecniche per le costruzioni". D.M. 17/01/2018;

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 3
---	------------------------	--------

- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018. Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019.
- Eurocodice EC7 per l'Ingegneria Geotecnica. Settembre 1988

3. ZONAZIONE SISMOGENETICA

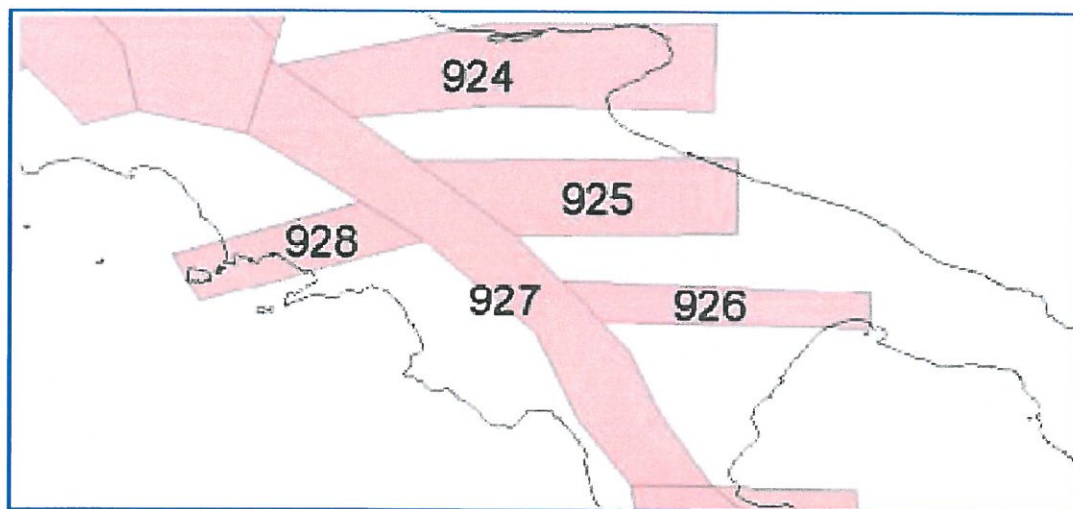
Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza P.C.M. 20/03/03 n. 3274) dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha sviluppato nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata "Zonazione Sismogenetica ZS9", alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

In base a questo rapporto l'area di progetto ricade all'interno della Zona sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) ed è caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0,7 milioni d'anni, sta interessando l'Appennino meridionale. Questa zona comprende le aree localizzate lungo l'asse della catena, fino al massiccio del Pollino. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili su terremoti verificatisi nei comuni Campani, la massima intensità macrosismica per il comune di Apollosa (BN) risulta di poco superiore alla Magnitudo 7; difatti per ciascuna zona sismogenetica è stato definito il valore di M-max atteso per un evento sismico avente tempo di ritorno pari a 475 anni, calibrato sui dati sismologici e geologici osservati.

Per la zona Sismogenetica 927 (Sannio-Irpinia-Basilicata) infatti è stata calcolata statisticamente una probabile Magnitudo massima attesa (M-max) di 7.06 gradi della scala Richter.

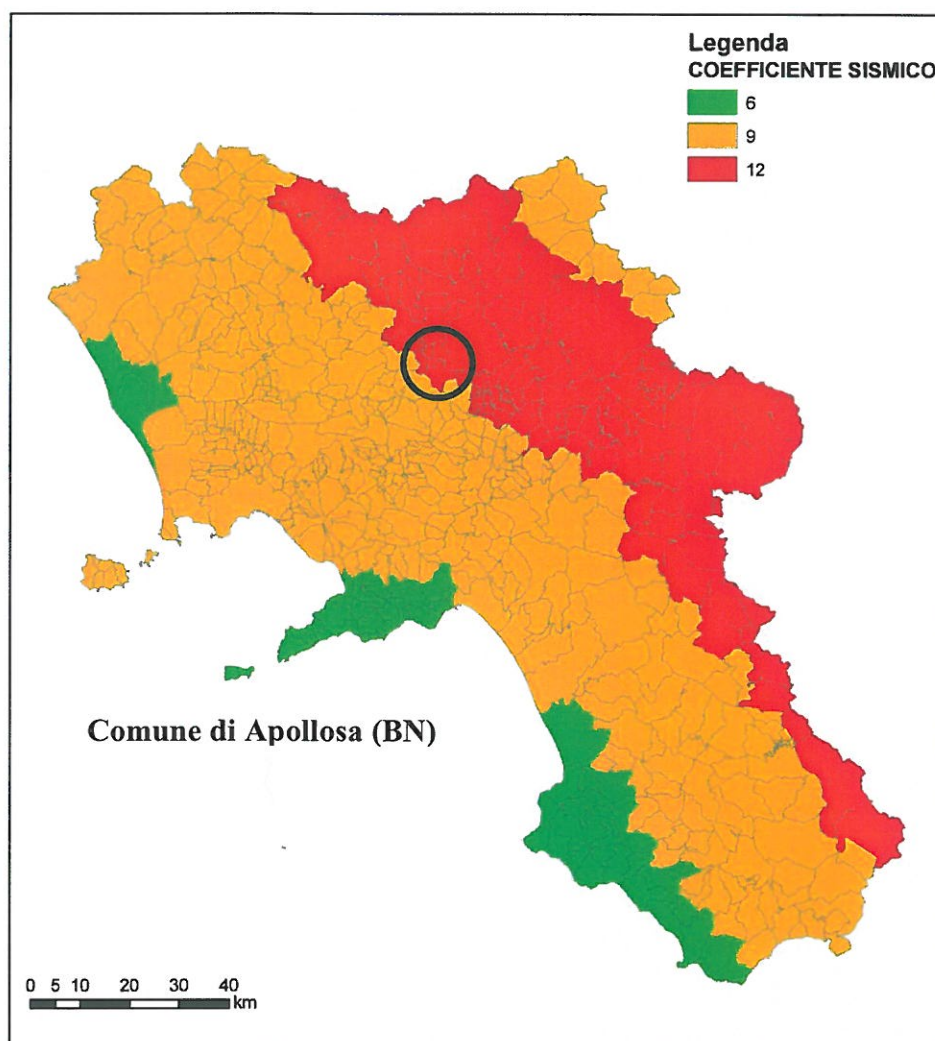
Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 4
---	------------------------	--------



Zonazione Sismogenetica ZS9 - INGV 2004

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

In anticipo rispetto alla normativa nazionale (Riclassificazione sismica del territorio nazionale "Attuazione del D.M. 14/05/2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 pubblicate sulla G.U. dell'11/05/2006), la Regione Campania ha adottato, con D.G.R. 5447 del 7 novembre 2002, la nuova classificazione sismica del territorio regionale formulata dal gruppo di lavoro costituito da esperti del Servizio Sismico Nazionale (SSN), dell'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV) e del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997 e le risultanze relative ai comuni della Campania.



Classificazione Sismica del comune Apollosa (BN) ai sensi della D.G.R.C. 5447/02

I comuni rientranti in Classe 1 con coefficiente sismico $S=12$ risultano essere 360, tra questi c'è il comune di Apollosa (BN) che precedentemente non faceva parte dei comuni che rientravano nella prima categoria sismica.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente del D.M. 17/01/2018 è cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche, per cui la "Pericolosità Sismica", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo (ag/g), mette in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 – San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 6
---	---------------------------	--------

Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ag/g	Classificazione Sismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Sismico (S)
1	>0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 – 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 – 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

Variazioni dell'intensità sismica a parità di classe (O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i).

5. INTERPRETAZIONI ED ANALISI DEI DATI

Ai fini della valutazione degli effetti sismici locali è stata effettuata un'apposita indagine sismica, costituita da un profilo sismico superficiale, mediante tecnica MASW, per la determinazione del parametro VsEQ e delle categoria del sottosuolo di fondazione (Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018).

$$V_{sEQ} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di n strati presenti ad una profondità H del substrato geologico con $V_S > 800$ m/s

Per i dettagli esecutivi del profilo e dell'elaborazione dei dati si rimanda alla relazione tecnica allegata.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 7
---	------------------------	--------

L'elaborazione delle indagine sismica Masw (eseguita lungo la banchina lato valle della sede stradale) ha permesso l'individuazione di 4 sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio V_s .

PARAMETRI DEL MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO (MASW)

MASW1 MODELLO TEORICO

Strati* N.	Ricevitori N.	Dist. Ricev. (m)	Modi consid. N.	Modi impiegati N.	Iterazioni N.	Errore (%)
4	24	2,0	3,00	3,00	25	5

* compreso il semispazio rigido

STRATO 1

Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
3.5	-3.5	1500	0,38	no	151.89	396,00	264	600

STRATO 2

Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
4.5	-8,00	1840	0,34	no	151.89	480,00	320	650

STRATO 3

Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
3.2	-11.2	1920	0,36	si	185.66	570,00	380	812

STRATO 4

Spessore (m)	Profondità (m)	Densità (Kg/m ³)	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca Vs min Vs max (m/s) (m/s)		Vs (m/s)	Vp (m/s)
0,00	-∞	2100	0,33	no	716.02	2100,00	1320	2621

L'elaborazione della prova, eseguita appositamente per la definizione della categoria del sottosuolo di fondazione (con la metodologia delle $V_{s_{eq}}$) nell'area di intervento, ha determinato una velocità media $V_{s_{30}}$ di 610 m/s dal p.c.

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 8
---	---------------------------	--------

La vigente normativa (D.M. 17/01/2018) prevede che il calcolo delle $V_{s_{eq}}$ venga fatto a partire dalla testa dei pali di fondazione come recita il paragrafo 3.3.2 delle NTC (“...mentre per le fondazioni profonde è riferita alla testa dei pali”);

Nel caso specifico abbiamo uno spessore di 11.20 mt di terreni su un substrato rigido con valore delle V_s di 1320 m/s.

Il Valore delle V_{Seq} ricalcolato solo per lo spessore di 11.20 è di:

Prospezione sismica	$V_{s_{eq}}$ (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW	313.00	E

Il sottosuolo di sedime delle opere in progetto rientra nella categoria di suolo di fondazione:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 – Tab. 3.2.II)

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 9
---	------------------------	--------

Mentre per quanto riguarda la categoria topografica la modesta pendenza del sito dove sorgerà l'opera fa ricadere il sito nella Categoria Topografica T1 = *Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$* .

6. AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dal calcolo della categoriali sottosuolo illustrata nella presente relazione sismica.

A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno (§3.2.3.2 delle NTC), la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio (§3.2.3.6); resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti dall'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico si forniscono al progettista tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente.

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) E

Categoria Topografica (Tab. 3.2.IV) T1

Coordinate geografiche:

WGS84: Lat 41.084377 - Lng 14.728087

ED50: Lat 41.085368 - Lng 14.728952

* coordinate geografiche per definire la pericolosità sismica di base in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g

Ripristino tratto stradale S.P. 147 - San Giovanni di Apollosa.	Provincia di BENEVENTO	Pag. 10
---	---------------------------	------------

Gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) ottenuti saranno rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo E - categoria topografica T1) individuata nell'area oggetto di indagine.

7. CONCLUSIONI

La seguente relazione è stata rivolta alla definizione dell'azione sismica di progetto seguendo i dettami della normativa sismica NTC D.M. 17/01/2018.

I risultati dell'indagine sismica eseguita (Indagine sismica Masw) hanno classificato il sottosuolo di fondazione come categoria E (spessore di 11.20 mt di terreni con velocità comprese tra 264 e 380 m/s su un substrato rigido con valore delle Vs di 1320 m/s) mentre, analizzata la geomorfologia ed in particolar modo le pendenze del sito, è stata assegnata al sito una Categoria Topografica T1 e quindi conseguentemente $St = 1,0$.

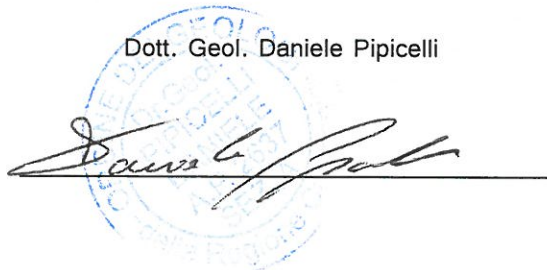
Successivamente sono stati forniti al progettista tutti i parametri di rilevanza geofisica al fine di calcolare gli spettri di risposta elastici per i vari stati limite previsti dalla normativa vigente (SLE e SLU).

Infine viste le caratteristiche litologiche dei terreni (i campioni C1-S1, C2-S1, C3-S1 mandati in laboratorio sono stati classificati come "Argilla con limo") può essere omessa la verifica a Liquefazione; il tutto con riferimento al punto 5 del paragrafo §7.11.3.4.2 delle NTC D.M.-14/01/2008 (*"Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1(a) e 7.11.1(b)."*).

Tanto per incarico ricevuto

San Giorgio del Sannio, lì Agosto 2020

Dott. Geol. Daniele Pipicelli



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO

Settore Tecnico - Servizio infrastrutture

ALLEGATO: 1

QUADERNO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECNICHE E SISMICHE

San Giorgio del Sannio, li Agosto 2020

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA - TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA).

- Ubicazione:

S.P. 147 "San Giovanni di Apollosa"

- Committente:

Provincia di Benevento

ALLEGATI:

- SONDAGGI GEOGNOSTICI S1 - S2
- PROVE DI LABORATORIO
- INDAGINE SISMICA MASW

Il Geologo

Dott. Daniele Pipicelli



Dott. Geol. Daniele Pipicelli, via Alcide De Gasperi n. 6 - 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

Tel.: 340 6867752 - e-mail danielepipicelli@libero.it



MARY

GEO



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture n. 5027 del 25.05.2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito - ART. 59 d.p.r. 380/2001

RAPPORTO DI PROVA N°6

Del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE INTERNA N°3

Del 03/03/2018

COMMITTENTE:

DOTT. GEOL. DANIELE PEPICELLI

LOCALITÀ:

CANCELLONIA – TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN)

OGGETTO:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITÀ CANCELLONIA-TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N.147 "S.GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA)

IL RESPONSABILE TECNICO

Dott. Geol. Pasquale D'Ambrosio

La ditta esecutrice

MARYGEO S.A.S.



MARYGEO

MARYGEO S.A.S. di Iadanza Elvira & C.
Via San Nicola Vecchio 10 - 82030 Campoli M.T. (BN) - Italy
C.F./P.IVA 01319180624
Cell: 347.1944445 - Telefax: 0824.873538
E-Mail: marygeo@virgilio.it - Web: www.marygeo.com

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

INDICE

1. INDAGINE GEOGNOSTICA

- a) Sondaggi a carotaggio continuo

2. INDAGINE GEOTECNICA

- b) Prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)
- c) Prelievo di campioni indisturbati

ALLEGATI

- Documentazione fotografica
- Certificati stratigrafici

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

PREMESSA

In seguito ad incarico conferitoci dal Dott. Geol. Daniele Pepicelli, sono state eseguite indagini geognostiche nel comune di Apollosa (BN), in località "Cancellonia-Tufariello", lungo la S.P. N.147 S.Giovanni di Apollosa, nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)

In particolare, i lavori eseguiti sono consistiti in:

1. Realizzazione di n°2 nuovi sondaggi per un totale di 40 mt complessivi di perforazione;
2. Esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche in foro di tipo SPT;
3. Prelievo di n° 3 campioni indisturbati;
4. Fornitura di n°8 cassette catalogatrici;
5. Assistenza geologica durante il corso di tutte le operazioni richieste, nonché redazione del report finale sui sondaggi.

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

1. INDAGINE GEOGNOSTICA

a) Sondaggio a carotaggio continuo

ATTREZZATURA USATA: sonda idraulica cingolata a rotazione modello MKD della CMV, con coppia 600kgm, velocità massima di rotazione 660giri/min, forza di tiro e spinta 1000Kg.

TECNICA DI PERFORAZIONE: carotaggio continuo con avanzamento con la minima quantità di acqua necessaria alle perforazioni per consentire il massimo carotaggio possibile e la più completa composizione granulometrica del materiale prelevato.

UTENSILI: carotieri semplici diametro (Φ 101mm) con corona a widia e tubi di rivestimento provvisori di diametro (Φ 127mm). Doppio carotiere T6S (Φ 101mm).

LAVORO ESEGUITO: sono stati eseguiti n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, per un totale di 40 mt complessivi di perforazione, nel territorio comunale di Apollosa (BN), in località "Cancellonia-Tufariello", lungo la S.P. N.147 S.Giovanni di Apollosa, nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

I sondaggi geognostici eseguiti sono stati siglati ed approfonditi secondo lo schema seguente:

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S1	21.00
S2	19.00

Le carote estratte durante la perforazione sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC e la stratigrafia osservata è riportata su n°2 certificati stratigrafici allegati alla presente.

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

"Cancellonia-Tufariello" comune di Apollosa (Bn)

Ubicazione indagini Geognostiche

<u>Sondaggio</u>	<u>Metri</u>	<u>Coordinate Geografiche</u>
S1	21,00	LAT. 41° 5'3.64"N LONG. 14°43'41.87"E
S2	19,00	LAT. 41° 5'3.57"N LONG. 14°43'40.42"E



Foto n.°1: Panoramica sondaggi S1 – S2

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018

COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli

LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)



MARY
GEO



Foto n.°2: S1 - 41° 5'3.64"N, 14°43'41.87"E



Foto n.°3: S2 - 41° 5'3.57"N, 14°43'40.42"E

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

2. INDAGINE GEOTECNICA

b) Prove Penetrometriche Dinamiche In Foro (S.P.T.)

Nel corso del sondaggio sono stati eseguiti complessivamente n° 3 prove penetrometriche dinamiche in foro del tipo S.P.T.

Attrezzatura standard avente le seguenti caratteristiche:

- Tubo campionatore con diametro est. 51mm e spessore 8,00mm;
- Lunghezza complessiva di scarpa e raccordo delle aste di 813 mm;
- Massa battente 63.5 Kg;
- Altezza di caduta 76.2 cm.

Vengono di seguito riportati, nella tabella riepilogativa dei dati, i risultati delle prove:

<u>Sondaggio</u>	<u>Prova</u>	<u>Profondità</u>	<u>N ° colpi</u>
S1	S.P.T. 1	m 6,50	N (6-9-14)
	S.P.T. 2	m 12,00	N (11-13-17)
	S.P.T. 3	m 17,00	N (11-22-38)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

c) **Prelievo di campioni indisturbati**

Nel corso del sondaggio a carotaggio continuo, per il foro di sondaggio S1, sono stati prelevati n°3 campioni indisturbati.

<u>Sondaggio</u>	<u>Campione</u>	<u>Profondità (mt)</u>
S1	C1	6,00 – 6,50
	C2	11,50 – 12,00
	C3	16,50 – 17,00

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n.°4: S. 1 cassetta n°1 (da 0 a 6,00 m)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018

COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli

LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località 'Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)



MARY
GEO



Foto n.°5: S. 1 cassetta n°2 (da 6,00 a 12,00 m)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018

COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli

LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località 'Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)



MARY

GEO



Foto n.°5: S. 1 cassetta n°3 (da 12,00 a 17,00 m)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018	
COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli	
LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)	
OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)	



Foto n.°5: S. 1 cassetta n°4 (da 17,00 a 21,00 m)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018

COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli

LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)



MARY
GEO



Foto n.°6: S. 2 cassette n°1-2 (da 0 a 11,00 m)

RAPPORTO DI PROVA n°6 del 16/03/2018

VERBALE DI ACCETTAZIONE n°3 del 20/02/2018

COMMITTENTE: Dott. Geol. Daniele Pepicelli

LOCALITÀ: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

OGGETTO: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla localita' Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)



MARY

GEO



Foto n.°7: S. 2 cassette n°3-4 (da 11,00 a 19,00 m)

Committente: Dott. Geol. Daniele Piccelli Coordinate X= 41° 5'3.64"N Data inizio: 20/02/2018 Operatore: Zampelli Costanzo		Località: Cancellonia-Tufanello del comune di Apollosa (Bn) Y= 14°43'41.87"E Data ultimazione: 20/02/2018 Responsabile della prova: D'Ambrosio Pasquale s = Shelby m = Mazier p = percussione		Perforazione: S1 Quota inizio = p.c. Tipo di attrezzatura: Sonda CMW-MK6000 Oggetto: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località "Cancellonia-Tufanello" del comune di Apollosa (Bn), lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)		MARY GEO																									
LEGENDA: C1,C2,C3 ... camp. induribili C1R,C2R,C3R ... camp. rimaneggiati		Decreto Ministeriale n. 5034 D.P.R. n. 380/2001 Art. 59		Certificato n. pag. 1 di 1		PROFONDITA' RILIEVO HD DURANTE LA PERFORAZIONE DATA LIVELLO FALDA																									
Altezza di perforazione		Tipo di corona		Rivestimento		Campioni		Profondità		Scala 1:100		Stratigrafia		Descrizione		Manovra dilatare/contrare		Carotaggio		R.Q.D.		Pocket penetrometer		Prof. SPT		N° colpi SPT		Quota prove		Tubo PVC	
W		W		Ø 127 mm		C1 6.00 C2 6.50		-1.00 -5.20 -7.00 -9.00 -10.20		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21		Pavimentazione stradale e riporto Alternanze di ciottoli sub-arrotondati in matrice limo-sabbiosa e strati limo-argillosi giallastri poco consistenti Limi sabbiosi giallastri con venature argillose grigio-verdastre e rari livelletti di argille sabbiose grigie molto consistenti Alternanza di livelli di ciottoli sub-arrotondati in matrice sabbiosa-limosa e livelli limo-argillosi Sabbia limosa giallastra molto consistente Argille sabbiose grigio-azzurrognole con livelli litoidi di natura sabbiosa e marnosa		-3.00 -6.00 -8.00 -11.50 -14.00 -16.50 -19.00 -21.00		20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900 920 940 960 980 1000 1020 1040 1060 1080 1100 1120 1140 1160 1180 1200 1220 1240 1260 1280 1300 1320 1340 1360 1380 1400 1420 1440 1460 1480 1500 1520 1540 1560 1580 1600 1620 1640 1660 1680 1700 1720 1740 1760 1780 1800 1820 1840 1860 1880 1900 1920 1940 1960 1980 2000 2020 2040 2060 2080 2100 2120 2140 2160 2180 2200 2220 2240 2260 2280 2300 2320 2340 2360 2380 2400 2420 2440 2460 2480 2500 2520 2540 2560 2580 2600 2620 2640 2660 2680 2700 2720 2740 2760 2780 2800 2820 2840 2860 2880 2900 2920 2940 2960 2980 3000 3020 3040 3060 3080 3100 3120 3140 3160 3180 3200 3220 3240 3260 3280 3300 3320 3340 3360 3380 3400 3420 3440 3460 3480 3500 3520 3540 3560 3580 3600 3620 3640 3660 3680 3700 3720 3740 3760 3780 3800 3820 3840 3860 3880 3900 3920 3940 3960 3980 4000 4020 4040 4060 4080 4100 4120 4140 4160 4180 4200 4220 4240 4260 4280 4300 4320 4340 4360 4380 4400 4420 4440 4460 4480 4500 4520 4540 4560 4580 4600 4620 4640 4660 4680 4700 4720 4740 4760 4780 4800 4820 4840 4860 4880 4900 4920 4940 4960 4980 5000 5020 5040 5060 5080 5100 5120 5140 5160 5180 5200 5220 5240 5260 5280 5300 5320 5340 5360 5380 5400 5420 5440 5460 5480 5500 5520 5540 5560 5580 5600 5620 5640 5660 5680 5700 5720 5740 5760 5780 5800 5820 5840 5860 5880 5900 5920 5940 5960 5980 6000 6020 6040 6060 6080 6100 6120 6140 6160 6180 6200 6220 6240 6260 6280 6300 6320 6340 6360 6380 6400 6420 6440 6460 6480 6500 6520 6540 6560 6580 6600 6620 6640 6660 6680 6700 6720 6740 6760 6780 6800 6820 6840 6860 6880 6900 6920 6940 6960 6980 7000 7020 7040 7060 7080 7100 7120 7140 7160 7180 7200 7220 7240 7260 7280 7300 7320 7340 7360 7380 7400 7420 7440 7460 7480 7500 7520 7540 7560 7580 7600 7620 7640 7660 7680 7700 7720 7740 7760 7780 7800 7820 7840 7860 7880 7900 7920 7940 7960 7980 8000 8020 8040 8060 8080 8100 8120 8140 8160 8180 8200 8220 8240 8260 8280 8300 8320 8340 8360 8380 8400 8420 8440 8460 8480 8500 8520 8540 8560 8580 8600 8620 8640 8660 8680 8700 8720 8740 8760 8780 8800 8820 8840 8860 8880 8900 8920 8940 8960 8980 9000 9020 9040 9060 9080 9100 9120 9140 9160 9180 9200 9220 9240 9260 9280 9300 9320 9340 9360 9380 9400 9420 9440 9460 9480 9500 9520 9540 9560 9580 9600 9620 9640 9660 9680 9700 9720 9740 9760 9780 9800 9820 9840 9860 9880 9900 9920 9940 9960 9980 100													

Comittente: Dott. Geol. Daniele Picicelli

Coordinate X= 41° 5'3.57"N

Data inizio: 22/02/2018

Operatore: Zampelli Costanzo

LEGENDA:

C1,C2,C3 ... camp. indisturbati

C1R,C2R,C3R ... camp. rimaneggiati

Località: Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)

Y= 14°43'40.42"E

Data ultimazione: 22/02/2018

Responsabile della prova: D'Ambrosio Pasquale

s = Shelby

m = Mazier

p = percussione

d = Denison

o = Osterberg

DM: corona diamantata

W: corona Widia

DW: corona Widia diamantata

Perforazione: S2

Quota inizio = p.c.

Tipo di attrezzatura: Sonda CMW-MK600D

Oggetto: Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località "Cancellonia-Tufariello del comune di Apollosa (Bn)", lungo la s.p. n.147 "S.Giovanni di Apollosa", nei pressi del ponte (Torrente Pizzuta)

MARY GEO

PROFONDITA'

FOCO

19.00 mt

revisione

00

RILEVO HD DURANTE LA PERFORAZIONE

LIVELLO FALDA

DATA

redatto

16/03/2018

approvato

D'Ambrosio Pasquale

Altrezzo di perforazione

CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 mm

W

W

Stratigrafia

Scala 1:100

Profondità

Campioni

Rivestimento

Tipo di corona

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

-4.20

-5.00

-5.50

-7.20

-10.00

-19.00

Ø 127 mm

Manovra dilatare

Carotaggio

R.Q.D.

Prof. SPT

N° colpi SPT

Quota prove

Tubo PVC

Down-Hole

Descrizione

Altezze di ciottoli sub-arrotondati in matrice limo-sabbiosa e strati limo-argillosi giallastri poco consistenti

Limmi sabbiosi giallastri con venature argillose grigio-verdastre e rari livelletti di argille sabbiose grigie molto consistenti

Altezze di ciottoli sub-arrotondati in matrice sabbiosa-limosa e livelli limo-argillosi

Sabbia limosa giallastra molto consistente con livelli di arenarie grigie

Altezze di ciottoli sub-arrotondati in matrice limo-sabbiosa a strati limo-argillosi giallastri poco consistenti e livelli di arenarie grigie

Argille sabbiose grigio-azzurrognole con livelli litioidi di natura sabbiosa e marnosa

Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;

email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0020/02/L del 20/02/2018

Numero Accettazione : 021/18 del 20/02/2018

Committente:

MaryGeo sas

Opera:

Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso alla località Cancellonia – Tufaniello del Comune di Apollosa, lungo la S.P. n° 147 “S. Giovanni di Apollosa”, nei pressi del Ponte (torrente Pizzuta). Apollosa (BN)

Data Emissione Certificati: 12/03/2018



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

Soil Project s.a.s

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

Codice Qualità : 0020/02/L del 20/02/2018

Numero Accettazione : 021/18 del 20/02/2018

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto dell'impresa MaryGeo, ha effettuato sui campioni S1C1, S1C2 e S1C3 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometria per setacciatura
- Analisi granulometria per sedimentazione
- Prova edometrica
- Prova di taglio diretto (su tre provini)
- Prova di espansione laterale libera



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

Data Emissione
12/03/2018

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

DATI GENERALI

Richiedente	MaryGeo sas
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)
Impresa	MaryGeo sas
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

	IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
						Rotaz.- carotiere	X
	X				Rotaz.doppio carot.		
					Percussione		
					Spirale		
						Campionatore:	
Data Prelievo				20/02/2018		Shelby	X
N. Sondaggio				S1		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)						Mazier	
N. Campione				C1		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)				6,00-6,50		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)				80		Cucchiaino	
Altezza campione (mm)				500		Altro	

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	☒
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	☒
C	Analisi granulometrica	☒
D	Limiti di Atterberg	☐
E	Prova di permeabilità	☐
F	Prova edometrica	☒
G	Prova di taglio diretto	☒
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				
Sciolti				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no				Granulare medio				Granulare/coesivo				Coesivo				X				
CONSISTENZA				Colore				Oliva				Classe campione sfustellato								
X				Struttura				Omogenea				Q1	Q2	Q3	Q4	Q5				
				Tessitura				Fina												
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	PRESENZA MAT. ORG							FESSURAZIONE					ALLUNGAMENTO			
								X				DISGREGATO	NON DISGREGATO	PERSISTENTE	MEDIA		ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO
																	X			

Note:

Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5201 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione

	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	71,68	72,72	109,06
Peso contenitore+campione umido (g)	219,04	220,24	190,00
Peso campione umido (g)	147,4	147,5	80,9
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	40,00
Peso di volume γ (kN/m ³)	20,071	20,093	19,844
	MEDIA		
			20,00
C.Q. $\gamma_{\text{sat}}/\%$	0,34	0,42	0,79

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)	26,33	26,42	26,63
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)	166,05	180,22	158,93
Peso picnometro + acqua (g)	149,5	163,6	142,2
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,40	26,33	26,33
	MEDIA		
			26,35
C.Q. $\gamma_s/\%$	0,19	0,08	0,10

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		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	17,1
Indice dei vuoti e	0,54
Porosità n (%)	35,3
Grado di saturazione (Sr) %	85,1
$\gamma_{\text{sat}} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	20,5
$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,7

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	194,94	195,28	195,28
Peso cont. + peso camp. umido (g)	295,12	356,70	284,88
Peso cont. + peso camp. secco (g)	280,54	332,98	271,52
Peso campione secco (g)	85,60	137,70	76,24
Contenuto d'acqua w (%)	17,03	17,23	17,52
	MEDIA		
			17,26
C.Q. $w/\%$	1,32	0,20	1,52

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

Lebrun de dea



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018

Cod. Qualità:

0020/18/L del 20/02/18

N° Certificato

Data apertura: 20/02/2018

N° ACC.:

021/18 del 20/02/18

5202 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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	8,42	1,61	1,61	98,39
8	2,360	2,88	0,55	2,16	97,84
10	2,000	1,82	0,35	2,51	97,49
16	1,180	1,48	0,28	2,79	97,21
20	0,850	2,50	0,48	3,27	96,73
30	0,600	1,48	0,28	3,55	96,45
40	0,425	2,66	0,51	4,06	95,94
60	0,250	3,22	0,62	4,68	95,32
80	0,180	3,09	0,59	5,27	94,73
100	0,150	2,14	0,41	5,68	94,32
200	0,075	19,12	3,66	9,34	90,66
FONDO	//	473,62	90,61	99,94	//
TOTALE		522,43	99,94	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	69,62
Peso campione umido (g)	613,3
Peso campione secco (g)	522,72
Peso campione secco lavato (g)	49,10
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	473,62
Responso perdita	0,29

Risultato

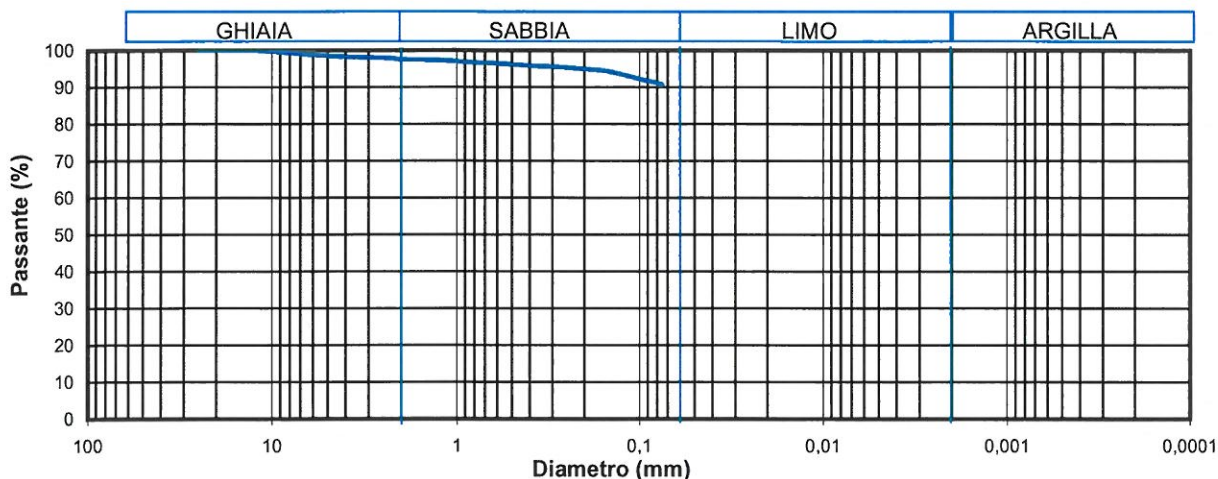
GHIAIA	Grossa	0
	Media	1
	Fine	3
SABBIA	Grossa	1
	Media	1
	Fine	14
LIMO/ARGILLA		83

Coefficienti granulometrici

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

Descrizione campione

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Luca De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5203 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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)	522,7
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	473,6
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,35

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

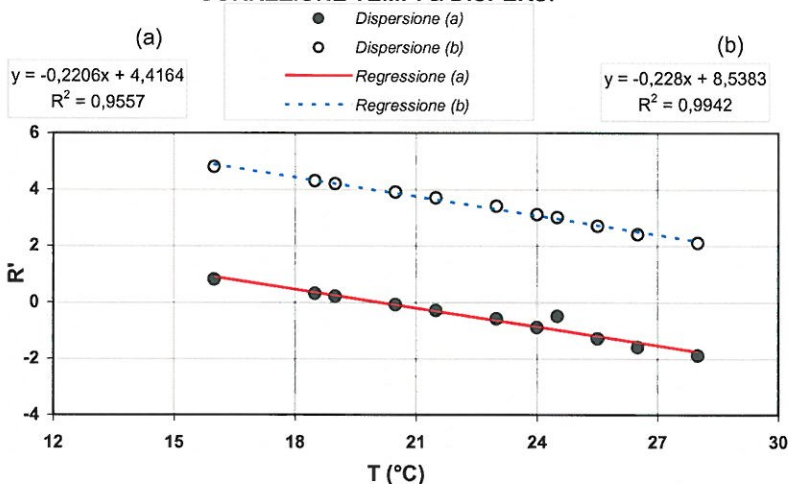
Analisi correzione

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

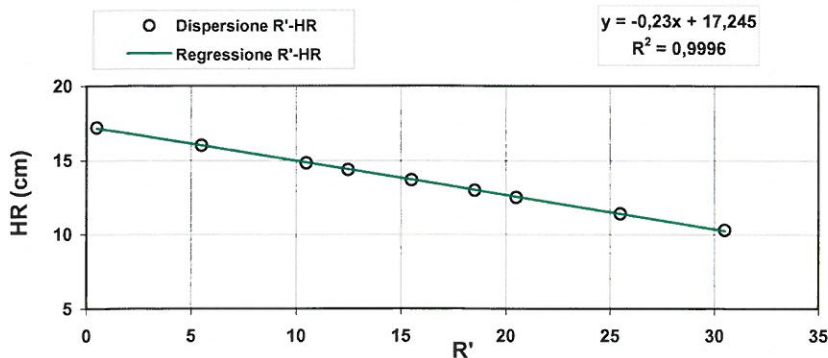
R'(b) = 8,5-0,22 T

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



R _{lett.}	R'	H _l	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



Il Direttore del laboratorio

Signature of the Laboratory Director



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5204 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0564	22,40	80,7
1	20,0	24,5		8,2	25,0	9,09	0,00	0,9982	0,000	0,0407	20,90	75,3
2	20,0	23,5		8,2	24,0	9,32	0,00	0,9982	0,000	0,0291	19,90	71,7
4	20,0	22,5		8,2	23,0	9,55	0,00	0,9982	0,000	0,0208	18,90	68,1
8	20,0	21,5		8,2	22,0	9,78	0,00	0,9982	0,000	0,0149	17,90	64,5
15	20,0	20,5		8,2	21,0	10,01	0,00	0,9982	0,000	0,0110	16,90	60,9
30	20,0	19,5		8,2	20,0	10,2	0,00	0,9982	0,000	0,0079	15,90	57,3
60	20,0	18,0		8,2	18,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	0,0057	14,40	51,9
120	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0040	13,40	48,3
300	20,0	15,5		8,2	16,0	11,16	0,00	0,9982	0,000	0,0026	11,90	42,9
600	20,0	14,0		8,2	14,5	11,505	0,00	0,9982	0,000	0,0019	10,40	37,5
1440	20,0	13,0		8,2	13,5	11,735	0,00	0,9982	0,000	0,0012	9,40	33,9

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	98,4
8	2,360	97,8
10	2,000	97,5
16	1,180	97,2
20	0,850	96,7
30	0,600	96,4
40	0,425	95,9
60	0,250	95,3
80	0,180	94,7
100	0,150	94,3
200	0,075	90,7
S	0,0564	80,7
S	0,0407	75,3
S	0,0291	71,7
S	0,0208	68,1
S	0,0149	64,5
S	0,0110	60,9
S	0,0079	57,3
S	0,0057	51,9
S	0,0040	48,3
S	0,0026	42,9
S	0,0019	37,5
S	0,0012	33,9

Coefficienti granulometrici

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

Percentuale passaggio

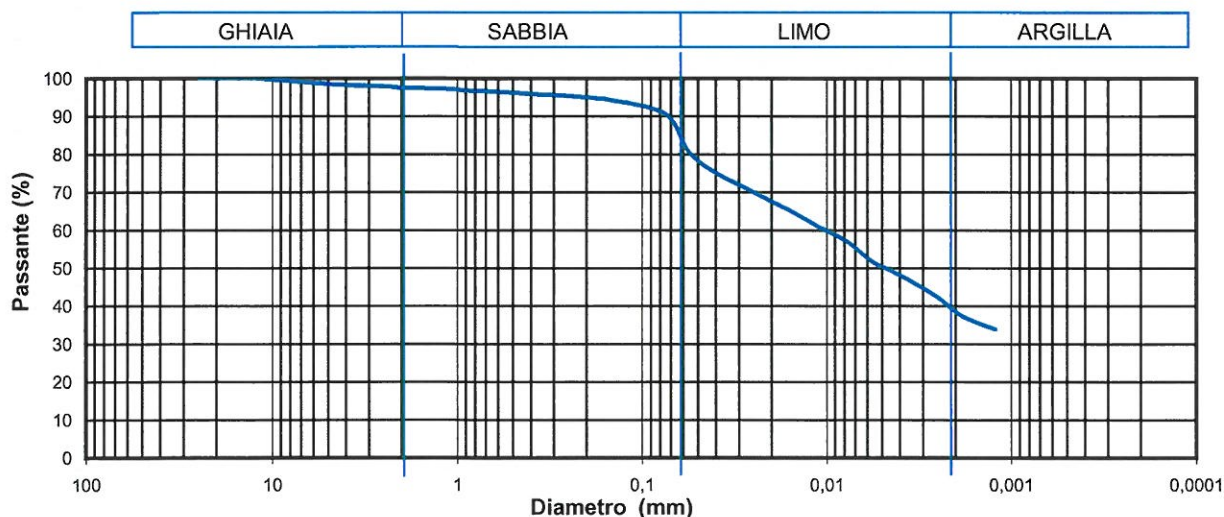
GHIAIA (%)	3
SABBIA (%)	14
LIMO (%)	45
ARGILLA (%)	38

Descrizione campione (AGI):

Limo con argilla sabbioso

Note

CURVA GRANULOMETRICA





SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5205 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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

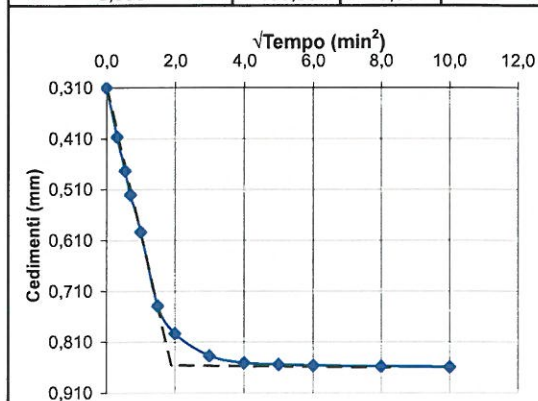
	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m ²
Provino 2	196,14 kN/m ²
Provino 3	294,21 kN/m ²

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	0,022	0,050	0,055
49,03	0,100	0,119	0,120
98,07	0,610	0,403	0,310
196,13		0,826	0,860
294,21			1,120

Curva di consolidazione di Taylor

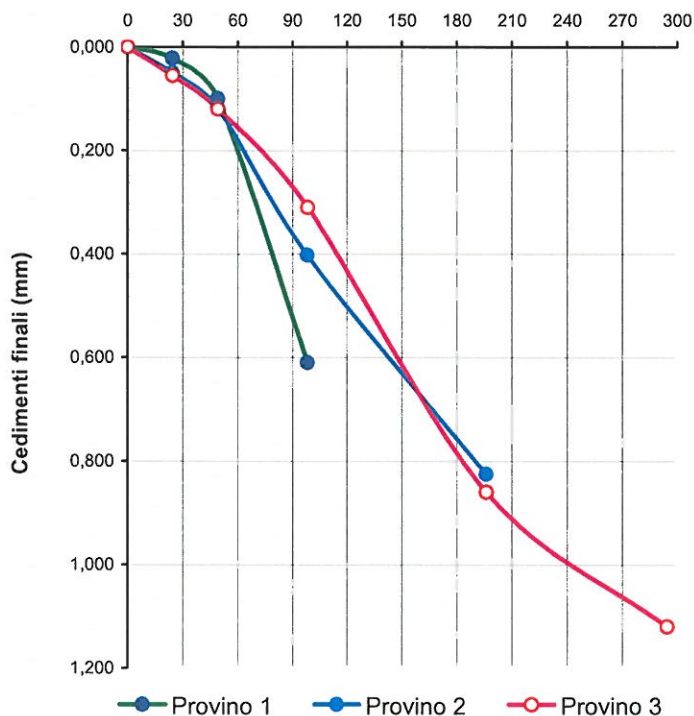
Determinata per provino n.	3
Gradino di carico verticale	da 98,07 kN/m ² a 196,13 kN/m ²

Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min ^{1/2}	√t ₁₀₀ min ^{1/2}
0,310	0,00	0,00	1,89
0,407	0,10	0,32	
0,474	0,30	0,55	
0,521	0,50	0,71	
0,594	1,00	1,00	3,57
0,740	2,25	1,50	
0,794	4,00	2,00	
0,838	9,00	3,00	
0,852	16,00	4,00	
0,855	25,00	5,00	
0,857	36,00	6,00	
0,859	64,00	8,00	
0,860	100,00	10,00	



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Carico verticale (kN/m²)



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Fabrizio de Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5206 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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	0,01	11,86	0,03	0,00	11,36	0,03	0,01	38,27
0,05	0,01	20,72	0,05	0,01	24,81	0,05	0,03	60,01
0,08	0,03	28,31	0,08	0,03	37,47	0,08	0,05	73,93
0,10	0,04	33,89	0,10	0,05	47,50	0,10	0,06	85,23
0,13	0,05	38,33	0,13	0,07	56,75	0,13	0,08	92,63
0,15	0,06	43,28	0,15	0,10	64,92	0,15	0,09	96,10
0,18	0,07	46,25	0,18	0,13	71,78	0,18	0,09	99,58
0,20	0,08	49,53	0,20	0,15	77,78	0,20	0,10	102,19
0,23	0,09	52,17	0,23	0,17	83,67	0,23	0,11	104,80
0,25	0,09	54,47	0,25	0,18	86,56	0,25	0,12	108,72
0,28	0,10	56,78	0,28	0,19	89,72	0,28	0,14	112,63
0,30	0,11	57,92	0,30	0,21	91,67	0,30	0,14	117,85
0,33	0,12	59,25	0,33	0,22	93,94	0,33	0,15	122,20
0,35	0,12	59,89	0,35	0,23	96,33	0,35	0,16	125,67
0,38	0,12	60,72	0,38	0,23	98,17	0,38	0,17	128,72
0,40	0,13	61,39	0,40	0,24	100,28	0,40	0,17	131,33
0,43	0,13	62,03	0,43	0,24	101,74	0,43	0,18	133,50
0,45	0,13	62,53	0,45	0,25	102,68	0,45	0,18	135,68
0,48	0,13	62,86	0,48	0,26	102,68	0,48	0,19	138,29
0,50	0,13	62,86	0,50	0,26	102,68	0,50	0,19	139,59
0,53	0,14	63,19	0,53	0,26	103,63	0,53	0,19	140,03
0,55	0,14	63,36	0,55	0,27	104,57	0,55	0,19	140,90
0,58	0,14	63,89	0,58	0,27	104,57	0,58	0,19	141,76
0,60	0,14	64,17	0,60	0,27	104,57	0,60	0,19	142,63
0,63	0,15	65,02	0,63	0,27	104,57	0,63	0,19	143,07
0,65	0,15	65,02	0,65	0,28	103,63	0,65	0,20	143,07
0,68	0,15	64,50	0,68	0,28	102,68	0,68	0,20	143,94
0,70	0,15	62,53	0,70	0,28	101,08	0,70	0,20	144,37
0,73	0,16	59,89				0,73	0,20	144,37
						0,75	0,20	144,37
						0,78	0,20	143,94
						0,80	0,20	143,50
						0,83	0,20	143,07

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

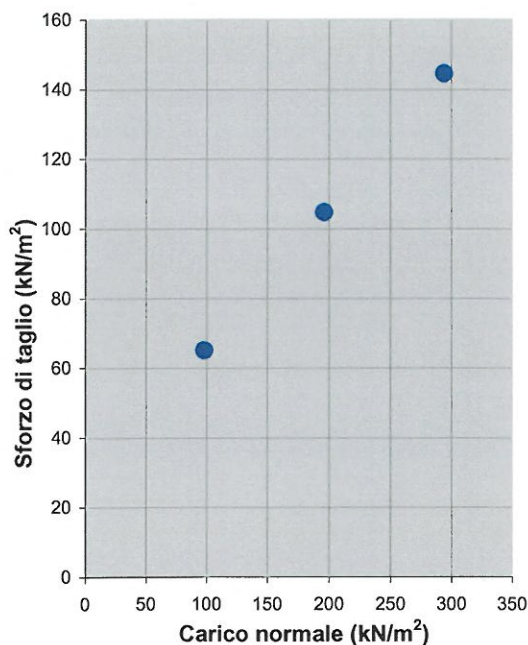
N° Certificato
5207 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

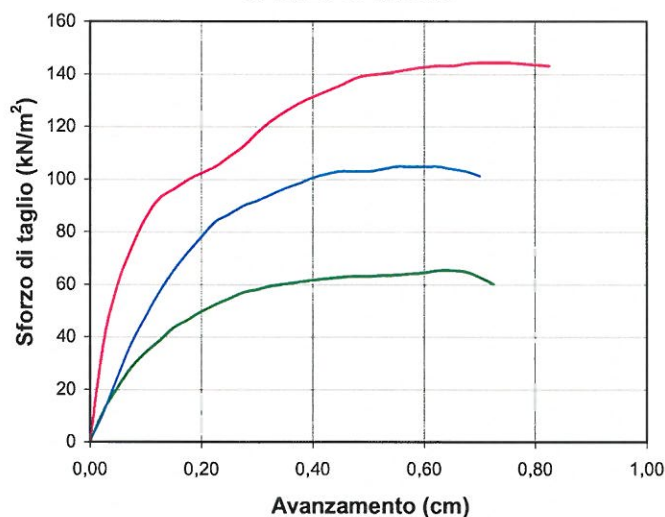
Contenuto d'acqua naturale (%)	17,26
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20,00
Peso di volume secco (kN/m ³)	17,06
Indice dei vuoti	0,54
Porosità (%)	35,27
Peso specifico (kN/m ³)	26,35
Grado di saturazione (%)	85
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

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

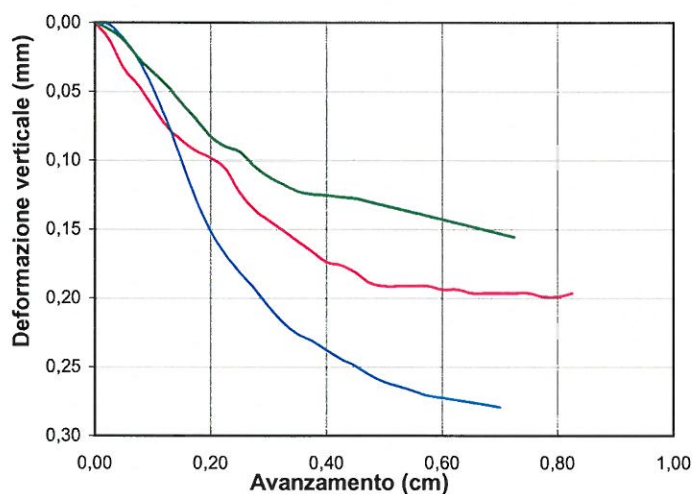


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	25,30
	Valore angolare (°)	22,04

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Libri de Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione:	20/02/2018	Cod. Qualità:	0020/18/L del 20/02/18	N° Certificato:
Data apertura:	20/02/2018	N° ACC.:	021/18 del 20/02/18	5208 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	Note	

Caratteristiche anello edometrico e provino

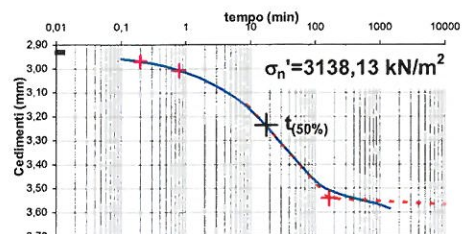
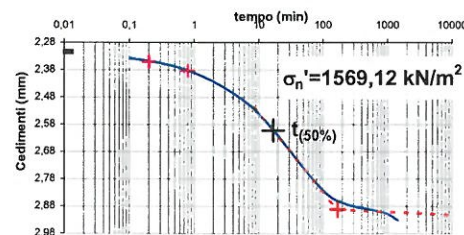
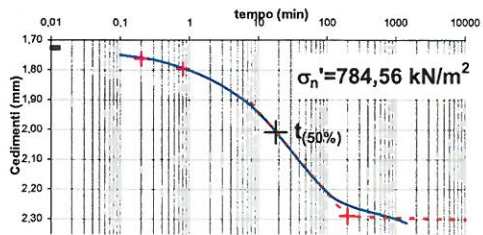
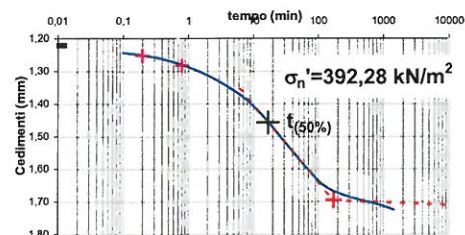
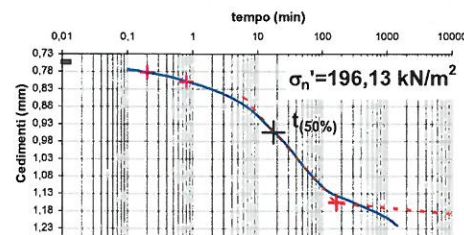
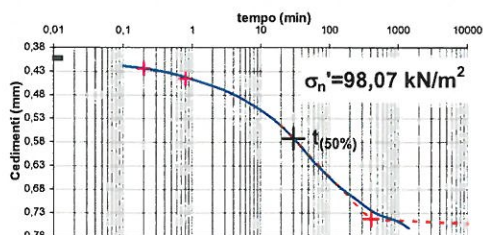
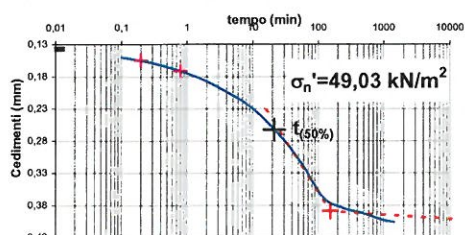
Peso anello (g)	109,06	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	190,00
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm ²)	19,62	Peso provino (g)	80,94

Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m ³)	17,41	19,93	2,52	Indice dei vuoti	0,54	0,339200666	0,20567
Peso di vol. secco (kN/m ³)	17,06	19,68	2,62	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,02	0,01	0,01

Consolidazione edometrica

Tempi (min)		6" 0,1	15" 0,25	30" 0,5	1' 1	2' 2	4' 4	8' 8	15' 15	30' 30	1 ^h 60	2 ^h 120	4 ^h 240	8 ^h 480	16 ^h 960	24 ^h 1440	2H (mm)
σ _v ' (kN/m²)		Cedimenti (mm)															
Carico	49,03	0,151	0,158	0,166	0,176	0,188	0,205	0,223	0,246	0,280	0,321	0,369	0,385	0,393	0,403	0,407	19,59
	98,07	0,419	0,427	0,435	0,448	0,462	0,480	0,504	0,531	0,572	0,622	0,666	0,701	0,732	0,748	0,762	19,24
	196,13	0,775	0,787	0,799	0,814	0,833	0,857	0,892	0,939	0,998	1,067	1,123	1,148	1,172	1,199	1,223	18,78
	392,28	1,244	1,255	1,268	1,288	1,314	1,348	1,390	1,445	1,517	1,589	1,651	1,680	1,698	1,713	1,727	18,27
	784,53	1,751	1,764	1,779	1,802	1,832	1,872	1,922	1,985	2,070	2,153	2,225	2,260	2,280	2,298	2,314	17,69
	1569,12	2,339	2,353	2,369	2,393	2,425	2,467	2,519	2,587	2,676	2,764	2,840	2,876	2,892	2,908	2,933	17,07
Scarico	3138,13	2,960	2,975	2,992	3,017	3,050	3,095	3,150	3,221	3,314	3,407	3,488	3,526	3,549	3,569	3,586	16,41
	784,53	3,529	3,529	3,529	3,529	3,521	3,521	3,521	3,521	3,513	3,513	3,505	3,505	3,496	3,497	3,497	16,50
	196,13	3,472	3,464	3,464	3,456	3,448	3,448	3,440	3,440	3,432	3,423	3,415	3,415	3,415	3,405	3,399	16,60
	49,03	3,348	3,342	3,342	3,335	3,323	3,316	3,316	3,310	3,304	3,297	3,291	3,284	3,278	3,273	3,265	16,73



σ'_n (kN/m ²)	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50
$t_{50\%}$ (min)	21,38	30,06	17,66	16,87	18,16	16,87	17,62	—	—	—
$t_{100\%}$ (min)	153,1	407,4	166,3	171,8	200,0	169,8	167,1	—	—	—
h_0 0% (mm)	19,86	19,60	19,25	18,78	18,09	17,48	16,85	16,41	16,50	16,60
h_f 100% (mm)	19,61	19,26	18,84	18,31	17,71	17,11	16,46	16,50	16,60	16,73
Δh (mm)	0,252	0,339	0,402	0,473	0,378	0,373	0,389	-0,09	-0,10	-0,13
e_0	0,545	0,525	0,499	0,468	0,431	0,401	0,371	0,339	0,346	0,354
e_f	0,525	0,499	0,468	0,431	0,401	0,371	0,339	0,346	0,354	0,365

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

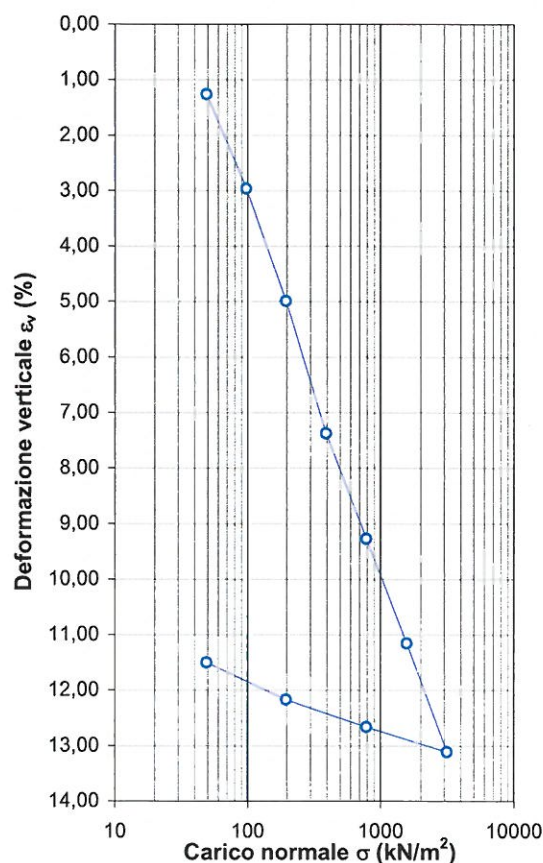
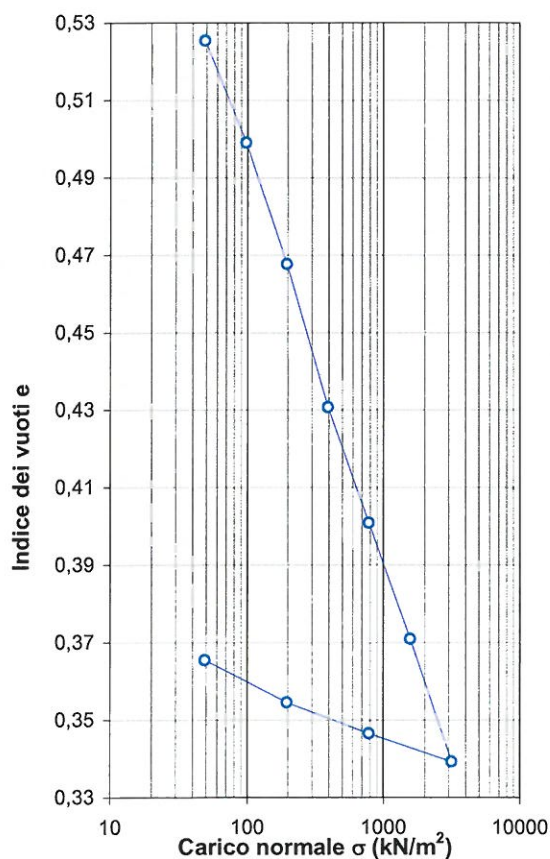
N° Certificato:
5209 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp.lità	Indice di Ri/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
σ_n' (kN/m ²)	ϵ_v (%)	e	E_{ed} (kN/m ²)	a_v (kN/m ²) ₁	C_r, C_c	C_{ra}	C_a (min) ⁻¹	C_v (cm ² /min)	K (m/min)
49,03	1,27	0,525	3870,68	0,00040	0,004	—	2,86E-01	0,009	2,24E-08
98,07	2,97	0,499	2873,34	0,00054	0,088	—	1,09E-03	0,006	2,07E-08
196,13	5,00	0,468	4845,09	0,00032	0,104	—	2,95E-03	0,010	1,99E-08
392,27	7,38	0,431	8236,47	0,00019	0,123	—	1,47E-03	0,009	1,04E-08
784,53	9,28	0,401	20611,91	0,00007	0,099	—	1,11E-03	0,008	4,04E-09
1569,06	11,16	0,371	41776,96	0,00004	0,099	—	1,83E-03	0,009	2,00E-09
3138,13	13,12	0,339	80117,76	0,00002	0,105	—	2,01E-03	0,008	9,22E-10
784,53	12,67	0,346	—	—	—	0,012	—	—	—
196,13	12,18	0,354	—	—	—	0,013	—	—	—
49,03	11,50	0,365	—	—	—	0,018	—	—	—



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Sebastiano de Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESSIONE A ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D2166)

MOD L7.05/9c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5210 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C1
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	6,00-6,50
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa campione	g	186,12	185,96	186,72
Altezza	cm	7,63	7,65	7,65
Diametro superiore	cm	3,80	3,81	3,80
Diametro medio	cm	3,80	3,81	3,81
Diametro inferiore	cm	3,80	3,81	3,80
Sezione media	cm ²	11,34	11,40	11,40
Volume	cm ³	86,53	87,22	86,87
Velocità	mm/min	0,50	0,50	0,50

Risultati Test (valori medi)			
Pressione finale alla rottura	391,99	kPa	
Coesione non drenata, Cu	195,99	kPa	

Provino 1

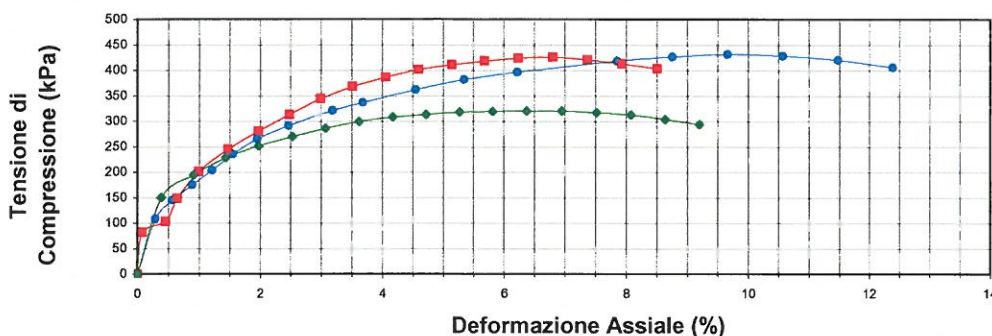
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm2	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
122,35	0,22	0,29	11,37	107,57
163,93	0,43	0,57	11,41	143,72
199,42	0,68	0,89	11,44	174,28
233,22	0,93	1,21	11,48	203,15
270,40	1,19	1,56	11,52	234,72
305,27	1,49	1,95	11,57	263,92
338,00	1,88	2,47	11,63	290,67
375,18	2,43	3,18	11,71	320,28
395,46	2,81	3,68	11,77	335,85
429,26	3,47	4,55	11,88	361,28
456,30	4,08	5,35	11,98	380,83
478,27	4,75	6,23	12,09	395,46
513,76	5,99	7,85	12,31	417,44
528,97	6,68	8,76	12,43	425,57
540,80	7,37	9,66	12,55	430,77
542,49	8,06	10,57	12,68	427,78
537,42	8,76	11,48	12,81	419,49
523,90	9,45	12,38	12,94	404,75

Provino 2

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm2	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
92,55	0,06	0,08	11,35	81,54
117,68	0,35	0,45	11,39	103,29
169,16	0,49	0,64	11,41	148,20
229,84	0,75	0,99	11,45	200,66
281,33	1,12	1,47	11,51	244,41
324,85	1,50	1,97	11,57	280,79
364,07	1,89	2,48	11,63	313,07
402,07	2,28	2,99	11,69	343,93
432,11	2,68	3,51	11,75	367,64
456,62	3,09	4,05	11,82	386,32
476,85	3,50	4,59	11,89	401,15
490,95	3,92	5,14	11,96	410,64
502,59	4,33	5,68	12,02	417,98
513,01	4,76	6,24	12,10	424,13
517,91	5,19	6,80	12,17	425,61
515,46	5,62	7,36	12,24	421,04
508,11	6,05	7,93	12,32	412,51
499,53	6,48	8,50	12,39	403,03

Provino 3

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm2	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
170,70	0,29	0,39	11,39	149,93
221,50	0,69	0,91	11,44	193,54
262,15	1,10	1,44	11,51	227,83
290,60	1,51	1,98	11,57	251,16
312,95	1,93	2,53	11,64	268,97
334,29	2,34	3,07	11,70	285,70
351,56	2,76	3,62	11,77	298,76
363,75	3,18	4,17	11,83	307,36
371,88	3,60	4,72	11,90	312,43
380,01	4,02	5,27	11,97	317,41
384,08	4,44	5,82	12,04	318,94
387,12	4,87	6,38	12,11	319,57
389,16	5,30	6,95	12,19	319,29
388,14	5,73	7,51	12,26	316,53
385,09	6,16	8,08	12,34	312,12
375,95	6,59	8,64	12,41	302,87
365,79	7,02	9,20	12,49	292,86



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

Data Emissione
12/03/2018

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

DATI GENERALI

Richiedente	MaryGeo sas
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147
Località	Cancellonia-Tufariello-Apolloso (BN)
Impresa	MaryGeo sas
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO X	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
			Rotaz.- carotiere	X
			Rotaz.doppio carot.	
			Percussione	
X			Spirale	
			Campionatore:	
Data Prelievo	20/02/2018		Shelby	X
N. Sondaggio	S1		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)			Mazier	
N. Campione	C2		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)	11,50-12,00		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)	80		Cucchiaio	
Altezza campione (mm)	500		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	X
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	X
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				
Sciolti				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo		X				
CONSISTENZA		Colore	Grigio		Classe campione sfustellato							
X		Struttura	Omogenea		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5			
		Tessitura	Fina									
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	PRESENZA MAT. ORG		FESSURAZIONE		ALLUNGAMENTO			

Note:

Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5211 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione

	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	71,68	72,72	108,78
Peso contenitore+campione umido (g)	216,04	215,50	188,36
Peso campione umido (g)	144,4	142,8	79,6
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	40,00
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,662	19,447	19,510
MEDIA	19,54		
C.C. $\gamma_{\text{sat}}/\%$	0,63	0,47	0,15

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)	26,42	26,15	26,66
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)	161,06	162,40	163,73
Peso picnometro + acqua (g)	144,3	145,9	146,9
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,71	26,46	26,71
MEDIA	26,62		
C.C. $\gamma_s/\%$	0,32	0,63	0,39

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			

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	16,5
Indice dei vuoti e	0,61
Porosità n (%)	38,0
Grado di saturazione (Sr) %	81,4
$\gamma_{\text{sat}} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	20,2
$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,4

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	195,22	195,32	195,22
Peso cont. + peso camp. umido (g)	309,30	301,18	300,86
Peso cont. + peso camp. secco (g)	291,32	284,82	284,62
Peso campione secco (g)	96,10	89,50	89,40
Contenuto d'acqua w (%)	18,71	18,28	18,17
MEDIA	18,38		
C.C. $w/\%$	1,77	0,57	1,19

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 de Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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:	20/02/2018	Cod. Qualità:	0020/18/L del 20/02/18	N° Certificato
Data apertura:	20/02/2018	N° ACC.:	021/18 del 20/02/18	5212 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,360	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,24	0,05	0,05	99,95
16	1,180	0,12	0,03	0,08	99,92
20	0,850	0,32	0,07	0,15	99,85
30	0,600	0,16	0,03	0,18	99,82
40	0,425	0,30	0,07	0,25	99,75
60	0,250	0,38	0,08	0,33	99,67
80	0,180	0,22	0,05	0,38	99,62
100	0,150	0,28	0,06	0,44	99,56
200	0,075	0,38	0,08	0,52	99,48
FONDO	//	457,34	99,47	100,00	//
TOTALE		459,74	100,00	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	79,98
Peso campione umido (g)	543,0
Peso campione secco (g)	459,76
Peso campione secco lavato (g)	2,42
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	457,34
Responso perdita	0,02

Risultato

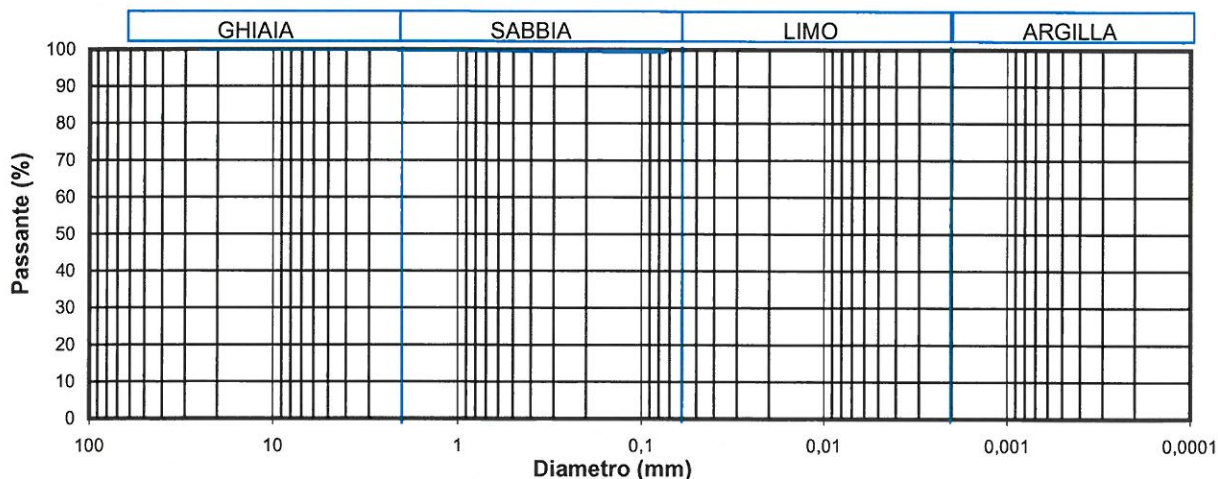
GHIAIA	Grossa	0
	Media	0
	Fine	0
0		
SABBIA	Grossa	0
	Media	0
	Fine	4
4		
LIMO/ARGILLA		96

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: 340 6867752 - 333 1153058; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5213 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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)	459,8
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	457,3
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,62

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

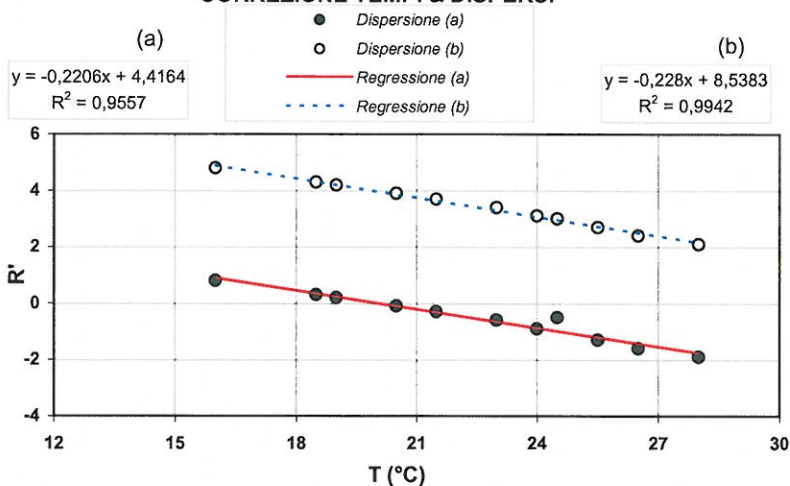
Analisi correzione

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

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

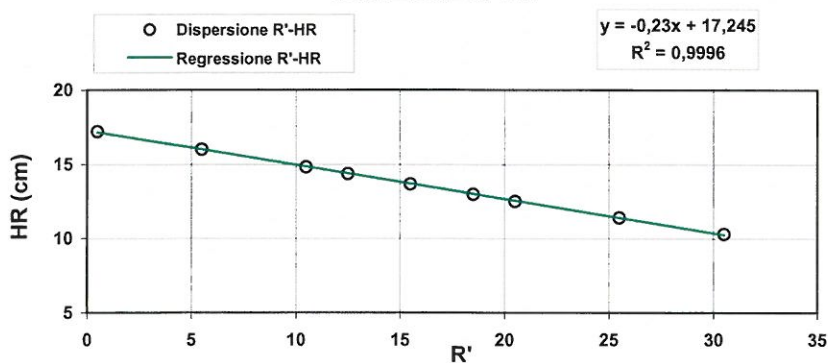
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



R _{lett.}	R'	H _l	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

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

$$a \ 14,8 \quad b \ -0,23$$

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5214 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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	27,5		8,2	28,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	0,0548	23,90	94,0
1	20,0	26,5		8,2	27,0	8,63	0,00	0,9982	0,000	0,0393	22,90	90,1
2	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0280	22,40	88,1
4	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0200	21,40	84,2
8	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0143	20,40	80,2
15	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0106	19,40	76,3
30	20,0	21,5		8,2	22,0	9,8	0,00	0,9982	0,000	0,0076	17,90	70,4
60	20,0	19,5		8,2	20,0	10,24	0,00	0,9982	0,000	0,0055	15,90	62,5
120	20,0	18,0		8,2	18,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	0,0040	14,40	56,6
300	20,0	15,5		8,2	16,0	11,16	0,00	0,9982	0,000	0,0026	11,90	46,8
600	20,0	14,0		8,2	14,5	11,505	0,00	0,9982	0,000	0,0019	10,40	40,9
1440	20,0	13,0		8,2	13,5	11,735	0,00	0,9982	0,000	0,0012	9,40	37,0

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	100,0
8	2,360	100,0
10	2,000	99,9
16	1,180	99,9
20	0,850	99,9
30	0,600	99,8
40	0,425	99,8
60	0,250	99,7
80	0,180	99,6
100	0,150	99,6
200	0,075	99,5
S	0,0548	94,0
S	0,0393	90,1
S	0,0280	88,1
S	0,0200	84,2
S	0,0143	80,2
S	0,0106	76,3
S	0,0076	70,4
S	0,0055	62,5
S	0,0040	56,6
S	0,0026	46,8
S	0,0019	40,9
S	0,0012	37,0

Coefficienti granulometrici

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

Percentuale passaggio

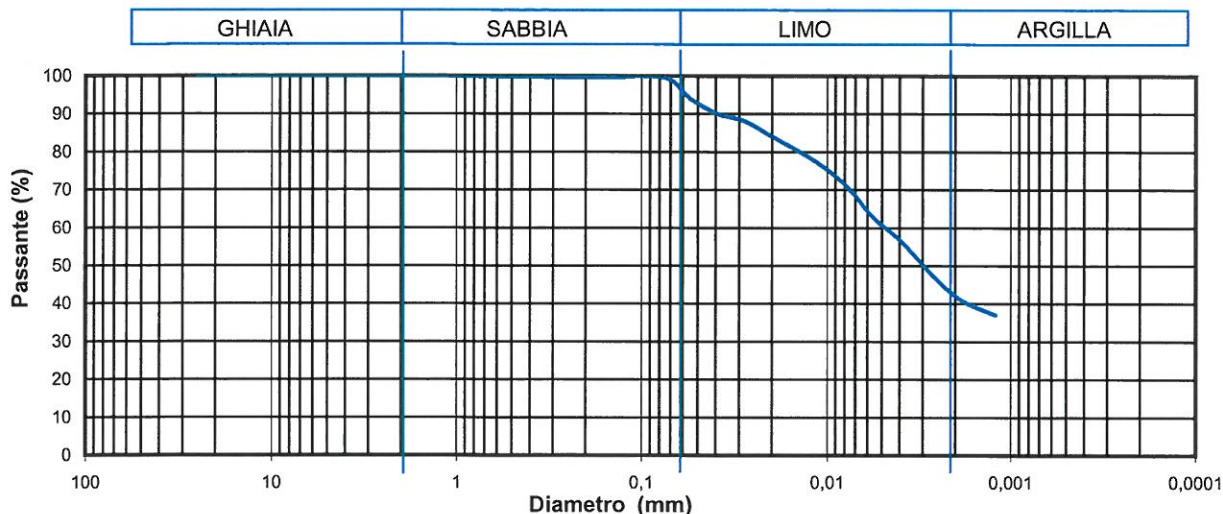
GHIAIA (%)	0
SABBIA (%)	4
LIMO (%)	55
ARGILLA (%)	41

Descrizione campione (AGI):

Limo con argilla

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Lechner De Luca

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

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5215 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

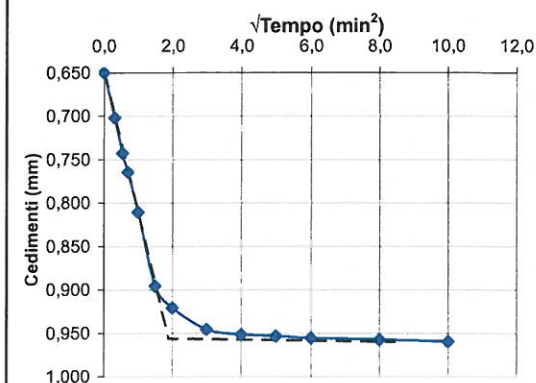
Consolidazione

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

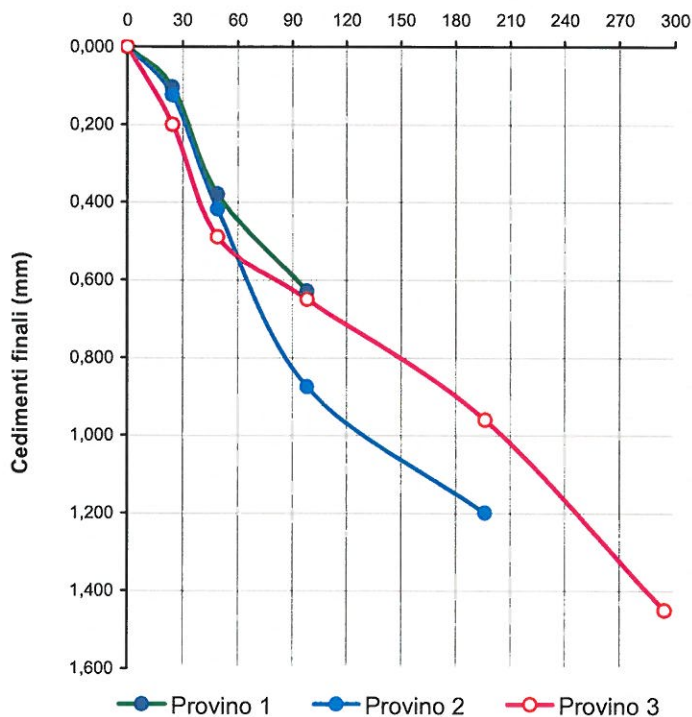
Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n.	3
Gradino di carico verticale	da 98,07 kN/m ² a 196,13 kN/m ²

Cedimento mm	Tempo min	$\sqrt{\text{Tempo}}$ min ^{1/2}	$\sqrt{t_{100}}$ min ^{1/2}
0,650	0,00	0,00	1,89
0,702	0,10	0,32	
0,743	0,30	0,55	t_{100}
0,765	0,50	0,71	min
0,811	1,00	1,00	3,57
0,896	2,25	1,50	
0,921	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
0,946	9,00	3,00	10
0,952	16,00	4,00	
0,954	25,00	5,00	Spost. Rott.
0,956	36,00	6,00	mm
0,958	64,00	8,00	4,00
0,960	100,00	10,00	



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	0,105	0,125	0,200
49,03	0,380	0,419	0,490
98,07	0,630	0,876	0,650
196,13		1,200	0,960
294,21			1,450

Carico verticale (kN/m²)

Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

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

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5216 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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	0,03	9,04	0,03	0,02	14,41	0,03	0,01	19,87
0,05	0,04	16,79	0,05	0,04	27,10	0,05	0,03	37,38
0,08	0,06	23,25	0,08	0,06	37,85	0,08	0,06	52,19
0,10	0,08	28,41	0,10	0,09	46,64	0,10	0,09	64,31
0,13	0,09	34,87	0,13	0,12	54,21	0,13	0,14	74,75
0,15	0,11	37,45	0,15	0,15	60,56	0,15	0,19	83,51
0,18	0,13	41,33	0,18	0,18	64,71	0,18	0,21	89,23
0,20	0,15	43,91	0,20	0,21	69,10	0,20	0,23	95,29
0,23	0,19	45,20	0,23	0,23	72,76	0,23	0,26	100,34
0,25	0,20	47,78	0,25	0,25	76,18	0,25	0,29	105,05
0,28	0,22	50,37	0,28	0,27	79,85	0,28	0,31	110,11
0,30	0,23	51,66	0,30	0,29	82,78	0,30	0,33	114,15
0,33	0,24	52,95	0,33	0,30	85,71	0,33	0,35	118,19
0,35	0,25	54,24	0,35	0,33	88,39	0,35	0,36	121,89
0,38	0,27	55,53	0,38	0,33	91,08	0,38	0,37	125,59
0,40	0,28	56,82	0,40	0,34	93,52	0,40	0,38	128,96
0,43	0,29	58,11	0,43	0,35	95,96	0,43	0,39	132,33
0,45	0,30	59,41	0,45	0,35	97,91	0,45	0,40	135,02
0,48	0,31	60,70	0,48	0,35	99,38	0,48	0,40	137,04
0,50	0,33	60,70	0,50	0,35	100,84	0,50	0,41	139,06
0,53	0,33	60,70	0,53	0,35	101,82	0,53	0,41	140,41
0,55	0,33	61,99	0,55	0,35	102,07	0,55	0,42	140,75
0,58	0,34	61,99	0,58	0,36	101,82	0,58	0,42	140,41
0,60	0,35	61,99	0,60	0,36	101,09	0,60	0,42	139,40
0,63	0,36	63,28	0,63	0,36	100,11	0,63	0,43	138,05
0,65	0,37	63,28	0,65	0,37	97,91	0,65	0,43	135,02
0,68	0,38	63,28	0,68	0,37	95,72	0,68	0,43	131,99
0,70	0,38	63,28	0,70	0,37	94,74	0,70	0,43	130,64
0,73	0,38	63,28				0,73	0,43	129,30
0,75	0,39	64,57						
0,78	0,39	64,57						
0,80	0,40	64,57						
0,83	0,40	63,72						
0,85	0,40	63,03						
0,88	0,41	61,11						

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

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

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 20/02/2018

Cod. Qualità:

0020/18/L del 20/02/18

N° Certificato

Data apertura: 20/02/2018

N° ACC.:

021/18 del 20/02/18

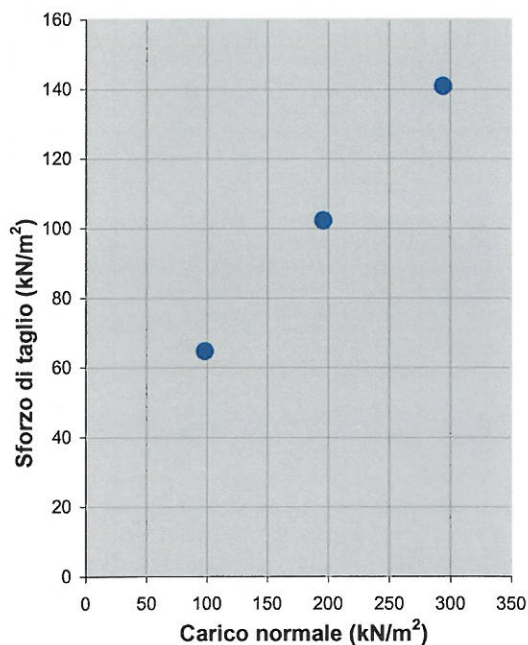
5217 del 12/03/18

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

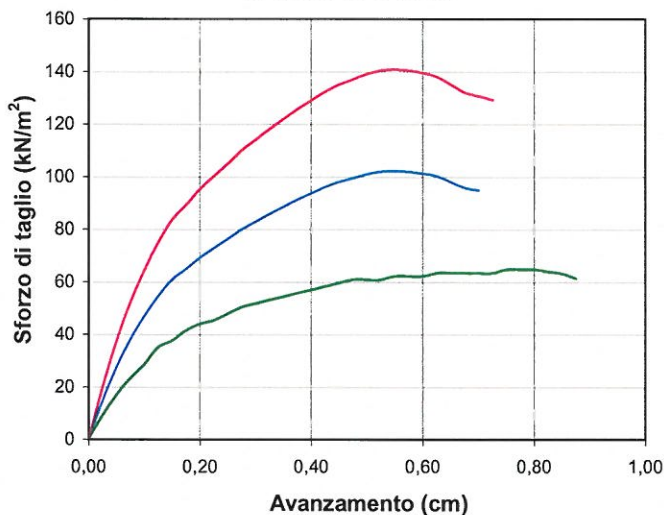
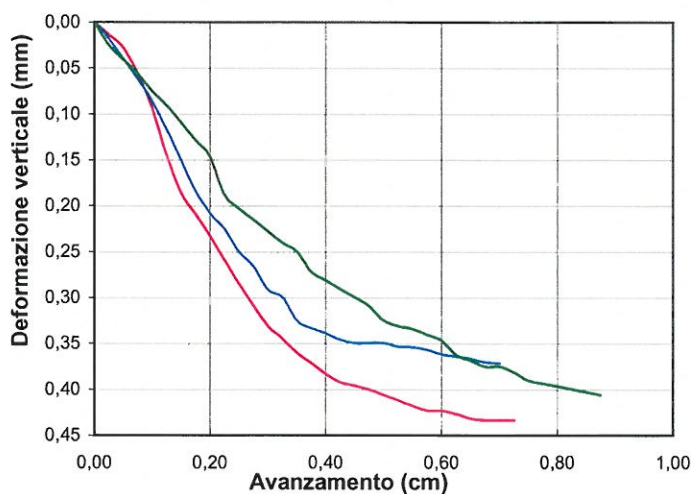
Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

Contenuto d'acqua naturale (%)	18,38
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,54
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,51
Indice dei vuoti	0,61
Porosità (%)	38,01
Peso specifico (kN/m ³)	26,62
Grado di saturazione (%)	81
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)	26,29
	Valore angolare (°)	21,24

SFORZO DI TAGLIO**DEFORMAZIONE**

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione:	20/02/2018	Cod. Qualità:	0020/18/L del 20/02/18	N° Certificato:
Data apertura:	20/02/2018	N° ACC.:	021/18 del 20/02/18	5218 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	Note	

Caratteristiche anello edometrico e provino

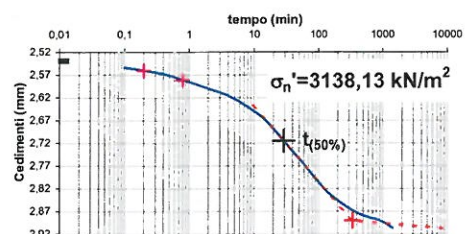
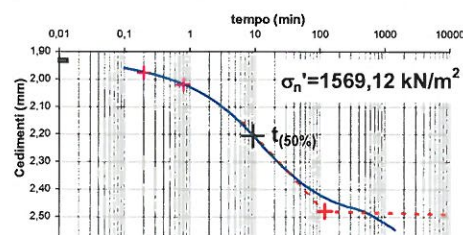
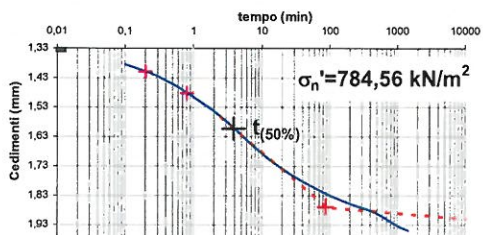
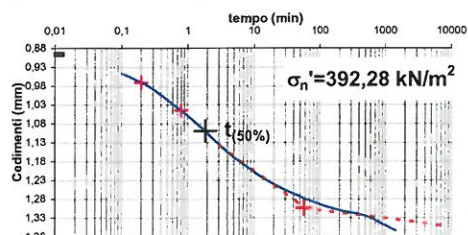
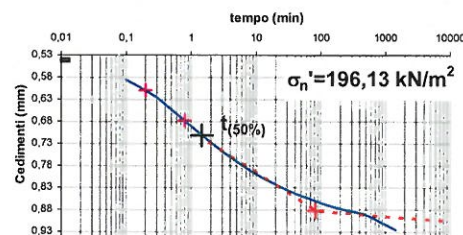
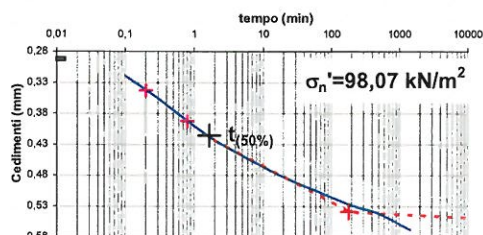
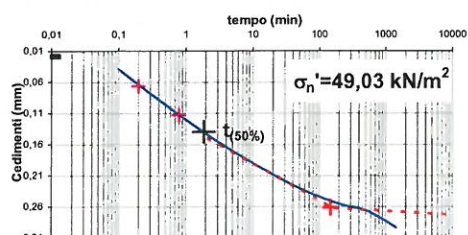
Peso anello (g)	108,78	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	188,36
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm ²)	19,62	Peso provino (g)	79,58

Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m ³)	16,89	18,79	1,91	Indice dei vuoti	0,61	0,439963315	0,17309
Peso di vol. secco (kN/m ³)	16,51	18,49	1,98	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,02	0,02	0,01

Consolidazione edometrica

Tempi (min)	6"	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 ^h	2 ^h	4 ^h	8 ^h	16 ^h	24 ^h	2H (mm)	
σ _v ' (kN/m²)	6,1	0,25	0,5	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	960	1440		
Cedimenti (mm)																	
Carico	49,03	0,034	0,067	0,091	0,116	0,138	0,160	0,180	0,197	0,215	0,231	0,243	0,254	0,261	0,278	0,290	19,71
	98,07	0,319	0,350	0,375	0,401	0,424	0,443	0,462	0,477	0,492	0,506	0,520	0,532	0,542	0,559	0,569	19,43
	196,13	0,586	0,619	0,654	0,691	0,728	0,762	0,792	0,815	0,836	0,854	0,870	0,882	0,891	0,913	0,926	19,07
	392,28	0,947	0,979	1,017	1,059	1,106	1,156	1,196	1,230	1,258	1,281	1,300	1,314	1,324	1,349	1,365	18,64
	784,53	1,385	1,418	1,452	1,496	1,544	1,604	1,668	1,720	1,767	1,804	1,839	1,867	1,890	1,932	1,950	18,05
	1569,12	1,961	1,980	2,002	2,030	2,068	2,120	2,188	2,258	2,330	2,389	2,432	2,461	2,481	2,522	2,548	17,45
Scarico	3138,13	2,554	2,563	2,572	2,586	2,601	2,617	2,641	2,670	2,719	2,768	2,819	2,855	2,879	2,893	2,908	17,09
	784,53	2,900	2,898	2,896	2,893	2,890	2,886	2,881	2,875	2,865	2,854	2,844	2,838	2,834	2,832	2,835	17,17
	196,13	2,826	2,823	2,820	2,818	2,814	2,809	2,804	2,796	2,785	2,772	2,761	2,754	2,749	2,747	2,750	17,25
	49,03	2,737	2,732	2,729	2,724	2,719	2,712	2,703	2,692	2,675	2,655	2,639	2,629	2,621	2,617	2,622	17,38



σ _n ' (kN/m ²)	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50
t _{50%} (min)	1,87	1,66	1,47	1,86	3,89	9,38	29,11	—	—	—
t _{100%} (min)	148,3	180,3	82,6	56,9	87,5	118,9	345,1	—	—	—
h _{0 0%} (mm)	19,99	19,71	19,46	19,10	18,44	17,84	17,36	17,09	17,17	17,25
h _{f 100%} (mm)	19,74	19,46	19,12	18,70	18,13	17,52	17,11	17,17	17,25	17,38
Δh (mm)	0,242	0,246	0,341	0,408	0,308	0,320	0,251	-0,07	-0,08	-0,13
e ₀	0,613	0,593	0,574	0,546	0,513	0,488	0,461	0,440	0,446	0,453
e _f	0,593	0,574	0,546	0,513	0,488	0,461	0,440	0,446	0,453	0,464

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

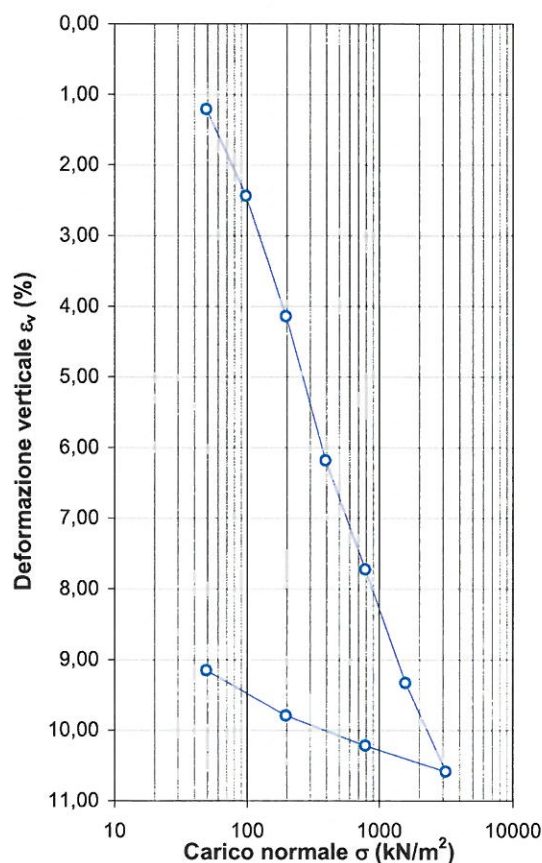
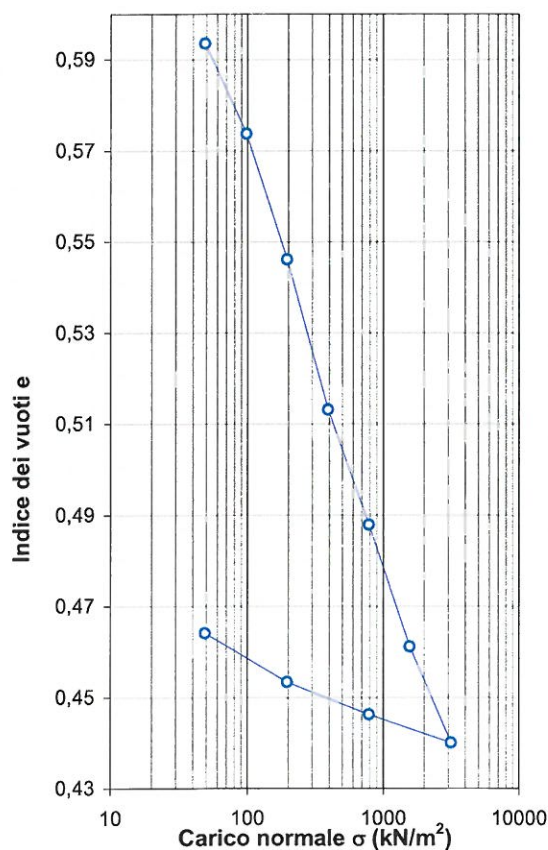
N° Certificato:
5219 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	Note	

Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp. lità	Indice di Ri/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
σ_n' (kN/m ²)	ε_v (%)	e	E_{ed} (kN/m ²)	a_v (kN/m ²) ₁	C_r, C_c	C_{ra}	C_{α} (min) ⁻¹	C_v (cm ² /min)	K (m/min)
49,03	1,21	0,593	4042,55	0,00040	0,004	—	3,20E-01	0,102	2,48E-07
98,07	2,44	0,574	3987,44	0,00040	0,066	—	1,38E-03	0,112	2,76E-07
196,13	4,15	0,546	5747,29	0,00028	0,092	—	1,67E-03	0,122	2,08E-07
392,27	6,19	0,513	9617,40	0,00017	0,110	—	2,27E-03	0,009	9,13E-09
784,53	7,73	0,488	25453,60	0,00006	0,084	—	3,19E-03	0,041	1,59E-08
1569,06	9,33	0,461	48998,80	0,00003	0,089	—	2,94E-03	0,016	3,20E-09
3138,13	10,59	0,440	124937,98	0,00001	0,070	—	9,70E-04	0,005	3,88E-10
784,53	10,22	0,446	—	—	—	0,010	—	—	—
196,13	9,80	0,453	—	—	—	0,012	—	—	—
49,03	9,16	0,464	—	—	—	0,018	—	—	—



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

F. De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESSIONE A ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D2166)

MOD L7.05/9c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5220 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apolloso (BN)	N. Campione	C2
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	11,50-12,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa campione	g	178,86	178,96	181,96
Altezza	cm	7,65	7,65	7,65
Diametro superiore	cm	3,81	3,80	3,81
Diametro medio	cm	3,81	3,80	3,81
Diametro inferiore	cm	3,81	3,80	3,81
Sezione media	cm ²	11,40	11,34	11,40
Volume	cm ³	87,22	86,76	86,87
Velocità	mm/min	0,50	0,50	0,50

Risultati Test (valori medi)			
Pressione finale alla rottura	885,21	kPa	
Coesione non drenata, Cu	442,61	kPa	

Provino 1

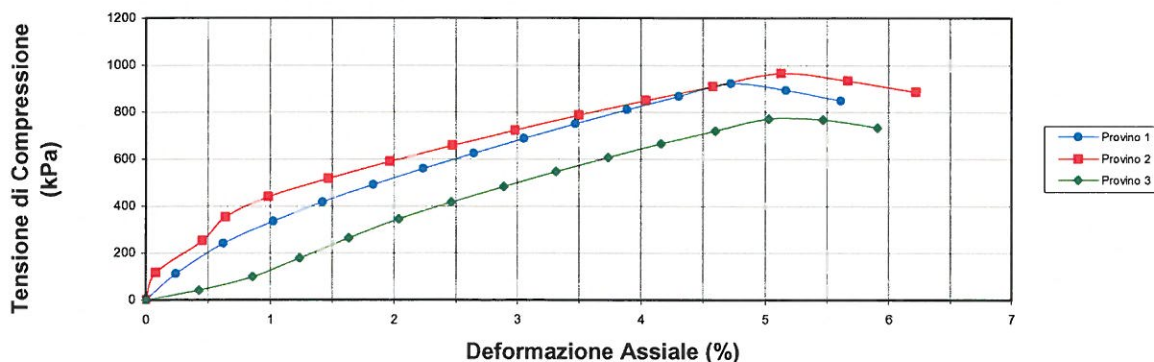
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,40	0,00
125,77	0,18	0,24	11,43	110,06
275,13	0,48	0,62	11,47	239,82
385,18	0,78	1,03	11,52	334,39
480,63	1,09	1,42	11,57	415,58
568,23	1,40	1,83	11,61	489,27
650,20	1,71	2,24	11,66	557,55
729,93	2,02	2,65	11,71	623,30
807,42	2,34	3,06	11,76	686,55
883,78	2,66	3,47	11,81	748,25
959,58	2,98	3,89	11,86	808,92
1032,0	3,30	4,31	11,91	866,21
1101,6	3,61	4,72	11,97	920,62
1071,6	3,95	5,17	12,02	891,35
1022,2	4,29	5,61	12,08	846,28

Provino 2

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,40	0,00
132,39	0,06	0,08	11,41	116,03
289,61	0,35	0,45	11,45	252,87
405,45	0,49	0,64	11,47	353,35
505,93	0,75	0,99	11,51	439,39
598,13	1,12	1,47	11,57	516,93
684,42	1,50	1,97	11,63	588,52
768,35	1,89	2,47	11,69	657,30
849,92	2,28	2,98	11,75	723,26
930,30	2,68	3,50	11,81	787,43
1010,1	3,09	4,04	11,88	850,18
1086,3	3,50	4,58	11,95	909,21
1159,6	3,92	5,13	12,02	964,99
1128,0	4,33	5,67	12,09	933,33
1076,0	4,76	6,22	12,16	885,07

Provino 3

Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,40	0,00
46,10	0,32	0,42	11,45	40,27
112,89	0,66	0,86	11,50	98,17
203,91	0,95	1,24	11,54	176,64
305,57	1,25	1,63	11,59	263,64
399,54	1,56	2,04	11,64	343,31
484,06	1,88	2,46	11,69	414,13
565,63	2,21	2,89	11,74	481,78
643,64	2,54	3,32	11,79	545,84
717,52	2,86	3,74	11,84	605,83
790,22	3,18	4,16	11,90	664,27
858,78	3,52	4,60	11,95	718,61
924,39	3,85	5,03	12,00	770,02
924,39	4,18	5,47	12,06	766,48
887,00	4,52	5,91	12,12	732,03



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

Data Emissione
12/03/2018

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

DATI GENERALI

Richiedente	MaryGeo sas
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)
Impresa	MaryGeo sas
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

	IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
						Rotaz. - carotiere	X
	X				Rotaz.doppio carot.		
					Percussione		
					Spirale		
						Campionatore:	
Data Prelievo				20/02/2018		Shelby	X
N. Sondaggio				S1		Osterberg	
Prof. Sondaggio (m)						Mazier	
N. Campione				C3		Carotiere rotativo	
Prof. Campione (m)				16,50-17,00		Carotiere doppio rot.	
Diametro campione (mm)				80		Cucchiaino	
Altezza campione (mm)				500		Altro	

PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	☒
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	☒
C	Analisi granulometrica	☒
D	Limiti di Atterberg	
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	☒
G	Prova di taglio diretto	☒
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				
Sciolti				

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no				Granulare medio				Granulare/coesivo				Coesivo				X			
CONSISTENZA				Colore				Grigio				Classe campione sfustellato							
X				Struttura				Omogenea				Q1	Q2	Q3	Q4	Q5			
				Tessitura				Fina											
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	PRESENZA MAT. ORG							FESSURAZIONE				ALLUNGAMENTO			
												X				ACCENTUATO		MODESTO	
					ALTA														
					MEDIA														
				SCARSA										X				SCARSO	
																			X

Note:

Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5221 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

Metodo campione

	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	72,72	71,68	109,08
Peso contenitore+campione umido (g)	215,92	215,78	188,70
Peso campione umido (g)	143,2	144,1	79,6
Volume contenitore (cm ³)	72,00	72,00	40,00
Peso di volume γ (kN/m ³)	19,504	19,627	19,520
	MEDIA		19,55
C.Q. γ_{100}	0,24	0,30	0,10

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)	26,15	26,50	26,33
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)	166,98	158,89	150,85
Peso picnometro + acqua (g)	150,5	142,2	134,3
Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³)	26,46	26,44	26,40
	MEDIA		26,43
C.Q. γ_{100}	0,11	0,01	0,12

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		

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco γ_d (kN/m ³)	16,1
Indice dei vuoti e	0,64
Porosità n (%)	39,1
Grado di saturazione (Sr) %	90,1
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19,9
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso γ (kN/m ³)	10,1

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	194,92	194,84	195,16
Peso cont. + peso camp. umido (g)	278,62	281,00	253,90
Peso cont. + peso camp. secco (g)	263,74	265,88	243,48
Peso campione secco (g)	68,82	71,04	48,32
Contenuto d'acqua w (%)	21,62	21,28	21,56
	MEDIA		21,49
C.Q. γ_{100}	0,61	0,96	0,35

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 De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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:	20/02/2018	Cod. Qualità:	0020/18/L del 20/02/18	N° Certificato
Data apertura:	20/02/2018	N° ACC.:	021/18 del 20/02/18	5222 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,360	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,10	0,02	0,02	99,98
16	1,180	0,04	0,01	0,03	99,97
20	0,850	0,08	0,02	0,05	99,95
30	0,600	0,06	0,01	0,06	99,94
40	0,425	0,14	0,03	0,09	99,91
60	0,250	0,26	0,06	0,15	99,85
80	0,180	0,14	0,03	0,18	99,82
100	0,150	0,28	0,06	0,25	99,75
200	0,075	0,48	0,11	0,35	99,65
FONDO	//	446,02	99,64	99,99	//
TOTALE		447,6	99,99	C.Q. > 97 %	

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	78,06
Peso campione umido (g)	544,8
Peso campione secco (g)	447,64
Peso campione secco lavato (g)	1,62
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	446,02
Responso perdita	0,04

Risultato

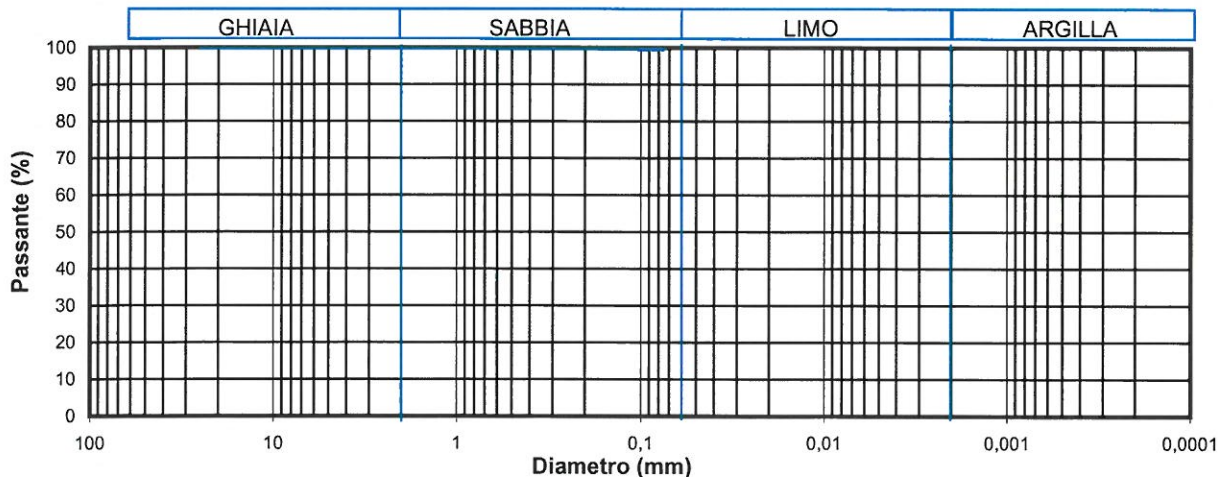
GHIAIA	Grossa	0
	Media	0
	Fine	0
0	Grossa	0
	Media	0
	Fine	3
SABBIA	Grossa	0
	Media	0
	Fine	3
3	Grossa	3
	Media	3
	Fine	3
LIMO/ARGILLA	Grossa	97
	Media	97
	Fine	97

Coefficienti granulometrici

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

Descrizione campione

CURVA GRANULOMETRICA



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: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5223 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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)	447,6
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	446,0
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m ³)	26,43

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

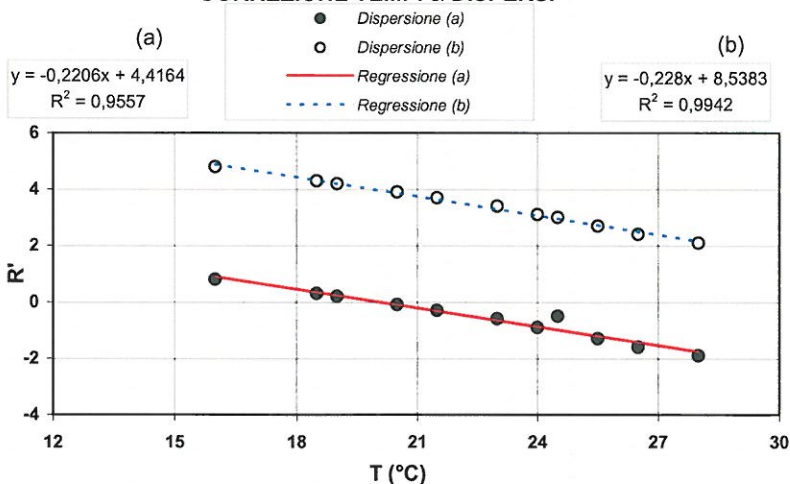
Analisi correzione

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

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

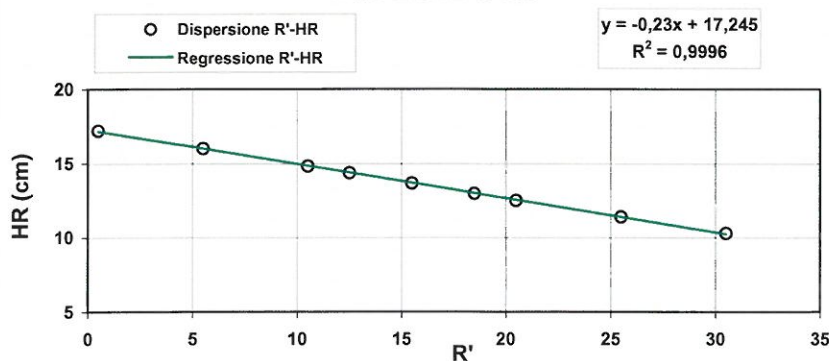
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



R _{lett.} (-)	R' (-)	H _l (cm)	H _R (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



Il Direttore del laboratorio

Luigi A. Lino



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5224 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	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	28,0		8,2	28,5	8,285	0,00	0,9982	0,000	0,0548	24,40	96,5
1	20,0	27,5		8,2	28,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	0,0390	23,90	94,5
2	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0278	23,40	92,6
4	20,0	26,5		8,2	27,0	8,63	0,00	0,9982	0,000	0,0198	22,90	90,6
8	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0141	22,40	88,6
15	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0104	21,40	84,7
30	20,0	24,0		8,2	24,5	9,2	0,00	0,9982	0,000	0,0075	20,40	80,7
60	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	0,0053	19,40	76,7
120	20,0	21,0		8,2	21,5	9,895	0,00	0,9982	0,000	0,0039	17,40	68,8
300	20,0	18,5		8,2	19,0	10,47	0,00	0,9982	0,000	0,0025	14,90	58,9
600	20,0	17,0		8,2	17,5	10,815	0,00	0,9982	0,000	0,0018	13,40	53,0
1440	20,0	15,0		8,2	15,5	11,275	0,00	0,9982	0,000	0,0012	11,40	45,1

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	100,0
8	2,360	100,0
10	2,000	100,0
16	1,180	100,0
20	0,850	100,0
30	0,600	99,9
40	0,425	99,9
60	0,250	99,8
80	0,180	99,8
100	0,150	99,8
200	0,075	99,6
S	0,0548	96,5
S	0,0390	94,5
S	0,0278	92,6
S	0,0198	90,6
S	0,0141	88,6
S	0,0104	84,7
S	0,0075	80,7
S	0,0053	76,7
S	0,0039	68,8
S	0,0025	58,9
S	0,0018	53,0
S	0,0012	45,1

Coefficienti granulometrici

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

Percentuale passaggio

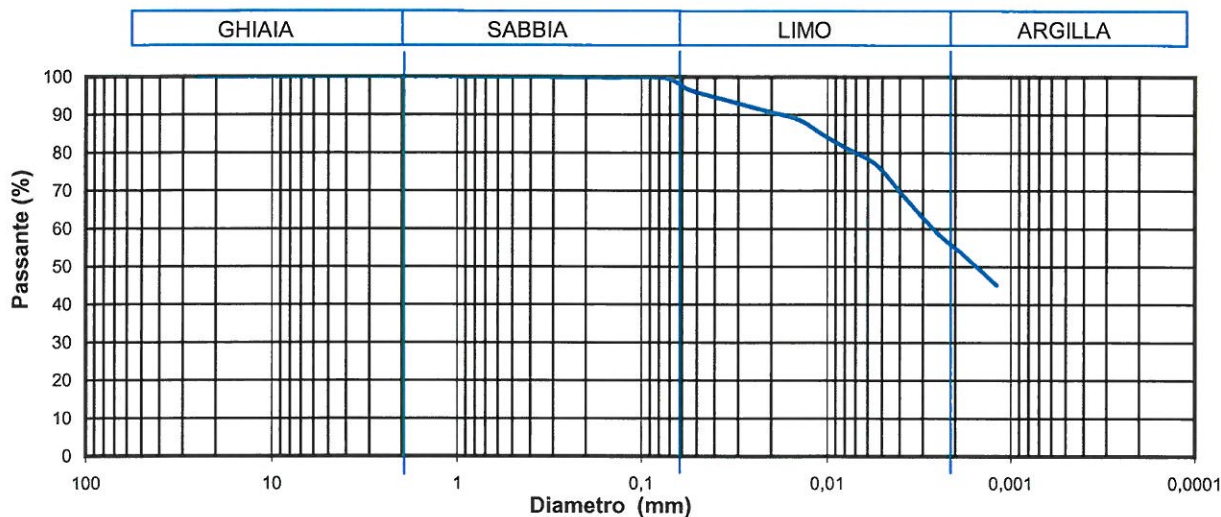
GHIAIA (%)	0
SABBIA (%)	3
LIMO (%)	42
ARGILLA (%)	55

Descrizione campione (AGI):

Argilla con limo

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto De Luca



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; 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: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5225 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	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
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

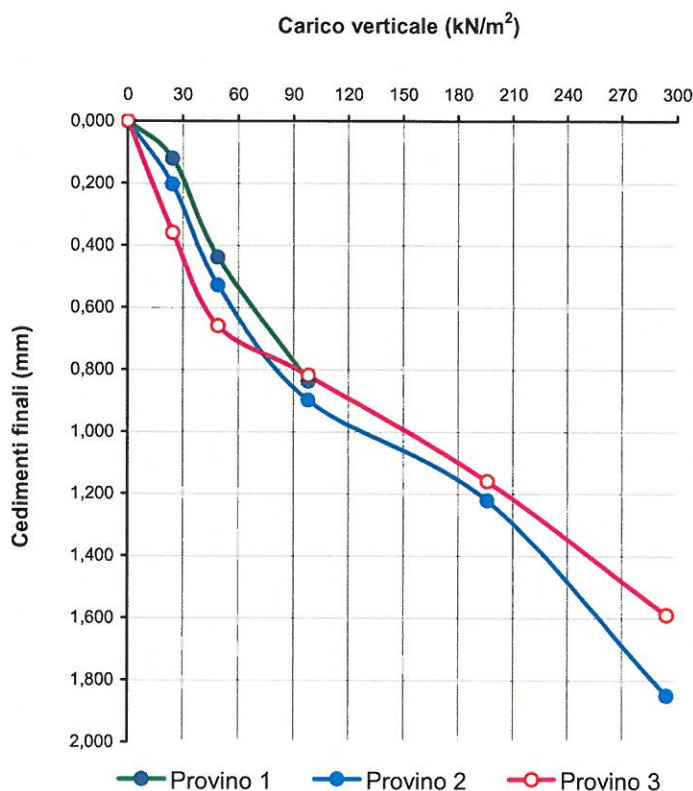
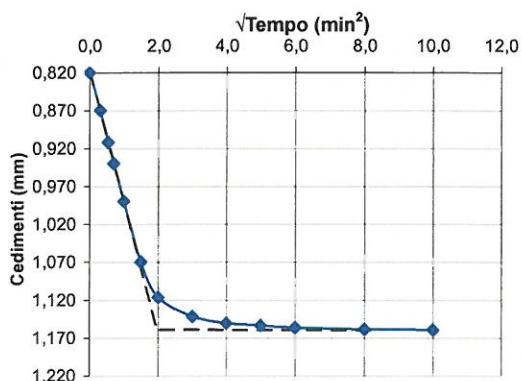
Consolidazione

	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 Cedim. Fin.	Provino 2 Cedim. Fin.	Provino 3 Cedim. Fin.
	mm	mm	mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,122	0,205	0,360
49,03	0,440	0,530	0,660
98,07	0,840	0,900	0,820
196,13		1,223	1,160
294,21		1,850	1,590

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}
0,820	0,00	0,00	1,97
0,870	0,10	0,32	
0,912	0,30	0,55	
0,940	0,50	0,71	t ₁₀₀ min
0,990	1,00	1,00	3,88
1,070	2,25	1,50	
1,117	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,142	9,00	3,00	10
1,151	16,00	4,00	
1,154	25,00	5,00	Spost. Rott. mm
1,157	36,00	6,00	4,00
1,159	64,00	8,00	
1,160	100,00	10,00	



Velocità di avanz. MAX 0,10 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Shirley Deane



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 20/02/2018

Cod. Qualità:

0020/18/L del 20/02/18

Data apertura: 20/02/2018

N° ACC.:

021/18 del 20/02/18

N° Certificato

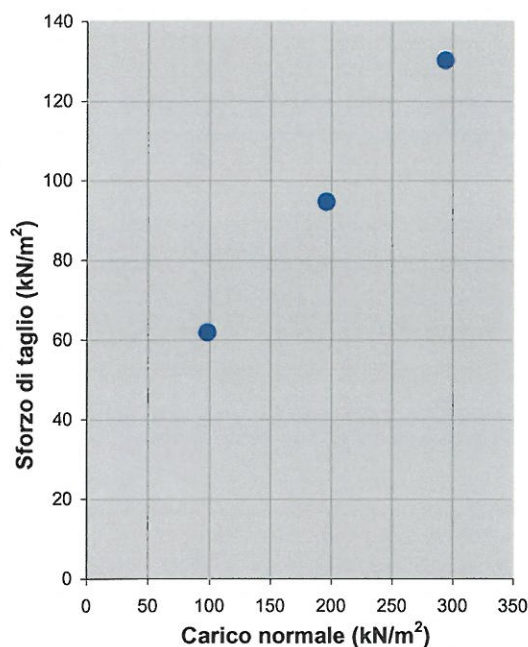
5227 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

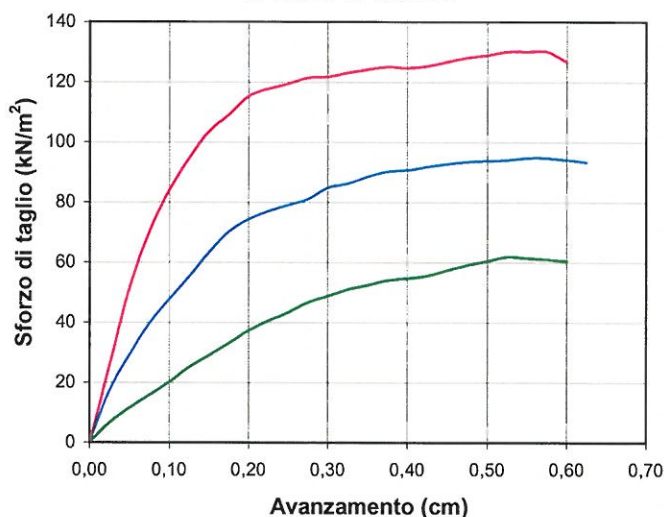
Contenuto d'acqua naturale (%)	21,49
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,55
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,09
Indice dei vuoti	0,64
Porosità (%)	39,12
Peso specifico (kN/m ³)	26,43
Grado di saturazione (%)	90
Sezione scatola di taglio (cm ²)	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

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

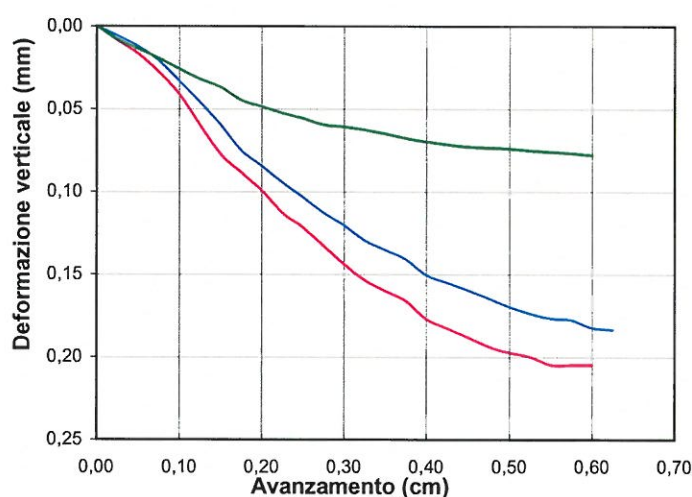


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m ²)	27,11
	Valore angolare (°)	19,23

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Lehmann de Luna



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/2

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione:	20/02/2018	Cod. Qualità:	0020/18/L del 20/02/18	N° Certificato:
Data apertura:	20/02/2018	N° ACC.:	021/18 del 20/02/18	5228 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Picicelli	Note	

Caratteristiche anello edometrico e provino

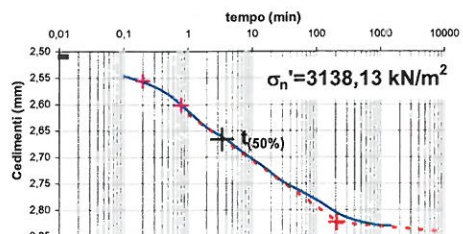
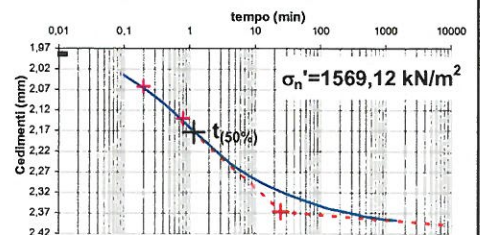
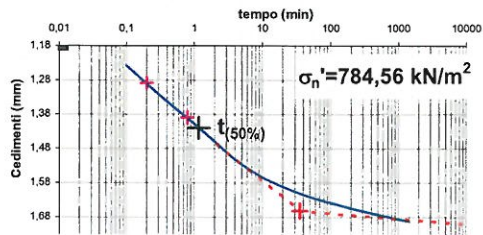
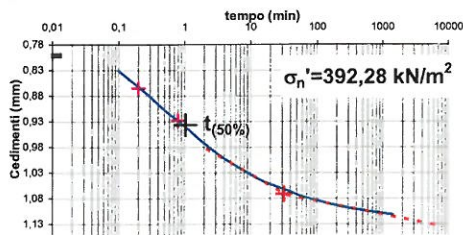
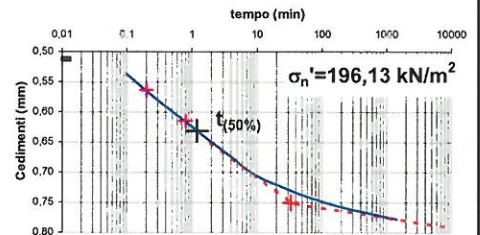
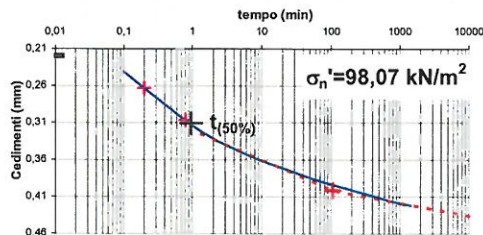
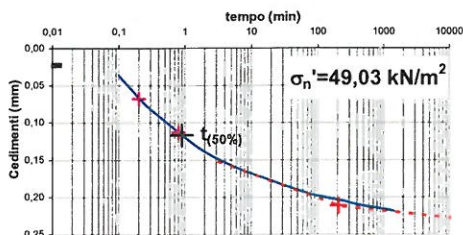
Peso anello (g)	109,08	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	188,70
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm ²)	19,62	Peso provino (g)	79,62

Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m ³)	16,48	17,77	1,29	Indice dei vuoti	0,64	0,516241289	0,12645
Peso di vol. secco (kN/m ³)	16,09	17,43	1,34	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,02	0,02	0,00

Consolidazione edometrica

Tempi (min)		6"	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 ^h	2 ^h	4 ^h	8 ^h	16 ^h	24 ^h	2H (mm)
σ _v ' (kN/m ²)		0,1	0,25	0,5	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	960	1440	
		Cedimenti (mm)															
Carico	49,03	0,037	0,076	0,098	0,120	0,139	0,154	0,166	0,174	0,184	0,194	0,201	0,206	0,212	0,217	0,219	19,78
	98,07	0,241	0,271	0,293	0,314	0,332	0,346	0,359	0,368	0,378	0,388	0,396	0,404	0,412	0,419	0,423	19,58
	196,13	0,538	0,574	0,599	0,624	0,651	0,675	0,701	0,716	0,729	0,741	0,752	0,761	0,768	0,775	0,779	19,22
	392,28	0,832	0,873	0,908	0,939	0,973	1,003	1,027	1,046	1,062	1,077	1,087	1,097	1,104	1,109	1,112	18,89
	784,53	1,238	1,309	1,359	1,407	1,460	1,513	1,553	1,582	1,607	1,628	1,644	1,659	1,673	1,687	1,693	18,31
	1569,12	2,036	2,078	2,116	2,163	2,205	2,248	2,280	2,303	2,325	2,342	2,359	2,369	2,380	2,386	2,388	17,61
Scarico	3138,13	2,546	2,562	2,581	2,612	2,644	2,667	2,695	2,719	2,747	2,767	2,788	2,810	2,823	2,830	2,831	17,17
	784,53	2,788	2,788	2,788	2,788	2,782	2,782	2,782	2,782	2,775	2,775	2,769	2,769	2,763	2,763	2,763	17,24
	196,13	2,744	2,738	2,738	2,732	2,726	2,726	2,720	2,720	2,713	2,707	2,701	2,701	2,701	2,693	2,688	17,31
	49,03	2,651	2,647	2,647	2,642	2,633	2,628	2,628	2,623	2,619	2,614	2,609	2,605	2,600	2,596	2,591	17,41



σ _n ' (kN/m ²)	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50
t _{50%} (min)	0,90	0,97	1,20	1,05	1,17	1,17	3,47	—	—	—
t _{100%} (min)	207,5	107,4	33,1	31,9	35,5	24,5	208,9	—	—	—
h ₀ 0% (mm)	19,98	19,78	19,49	19,20	18,53	17,85	17,38	17,17	17,24	17,31
h _f 100% (mm)	19,79	19,60	19,25	18,93	18,34	17,63	17,18	17,24	17,31	17,41
Δh (mm)	0,189	0,182	0,238	0,270	0,196	0,219	0,206	-0,07	-0,07	-0,10
e ₀	0,643	0,627	0,612	0,592	0,570	0,553	0,534	0,516	0,522	0,529
e _f	0,627	0,612	0,592	0,570	0,553	0,534	0,516	0,522	0,529	0,538

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev 1
del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

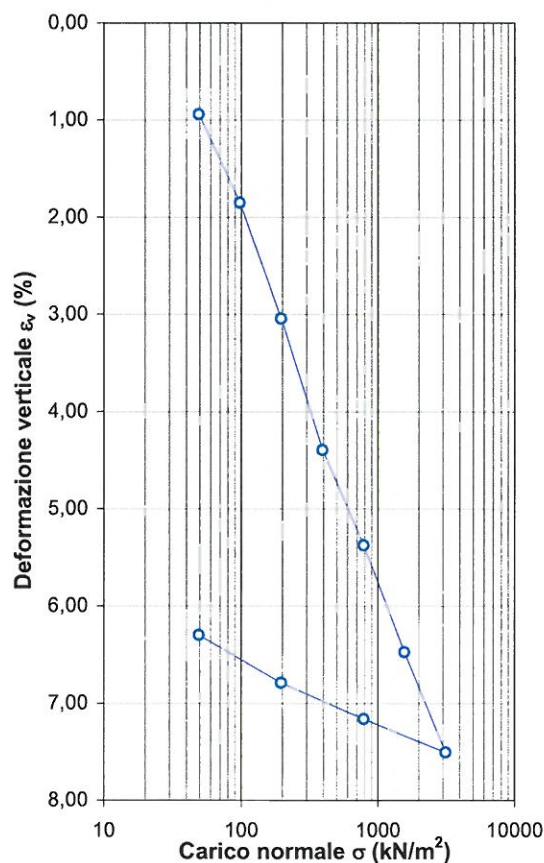
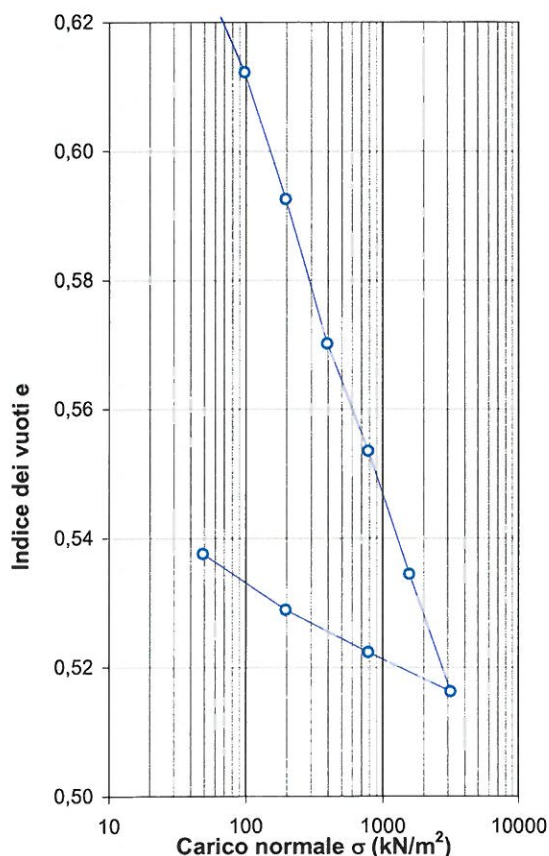
N° Certificato:
5229 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp. lità	Indice di Ri/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
σ_n' (kN/m ²)	ϵ_v (%)	e	E_{ed} (kN/m ²)	a_v (kN/m ²) ⁻¹	C_r, C_c	C_{ra}	C_α (min) ⁻¹	C_v (cm ² /min)	K (m/min)
49,03	0,95	0,627	5182,47	0,00032	0,003	—	3,68E-01	0,213	4,04E-07
98,07	1,86	0,612	5382,89	0,00031	0,050	—	8,67E-04	0,195	3,55E-07
196,13	3,05	0,592	8230,98	0,00020	0,065	—	9,26E-04	0,151	1,80E-07
392,27	4,40	0,570	14512,40	0,00011	0,074	—	1,39E-03	0,009	6,18E-09
784,53	5,38	0,553	39981,10	0,00004	0,055	—	1,04E-03	0,140	3,45E-08
1569,06	6,48	0,534	71565,26	0,00002	0,063	—	7,14E-04	0,130	1,78E-08
3138,13	7,51	0,516	152163,99	0,00001	0,060	—	3,90E-04	0,042	2,70E-09
784,53	7,17	0,522	—	—	—	0,010	—	—	—
196,13	6,79	0,529	—	—	—	0,011	—	—	—
49,03	6,30	0,538	—	—	—	0,014	—	—	—



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: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI COMPRESSIONE A ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D2166)

MOD L7.05/9c

Data accettazione: 20/02/2018 Cod. Qualità: 0020/18/L del 20/02/18
Data apertura: 20/02/2018 N° ACC.: 021/18 del 20/02/18

N° Certificato
5230 del 12/03/18

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

Richiedente	MaryGeo sas	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	Lavori di ripristino del tratto stradale interessato dal movimento franoso lungo la S.P. n. 147	Prof. Sondaggio (m)	
Località	Cancellonia-Tufariello-Apollosa (BN)	N. Campione	C3
Impresa	MaryGeo sas	Prof. Campione (m)	16,50-17,00
Tecnico	Dott. Geol. Daniele Pipicelli	Note	

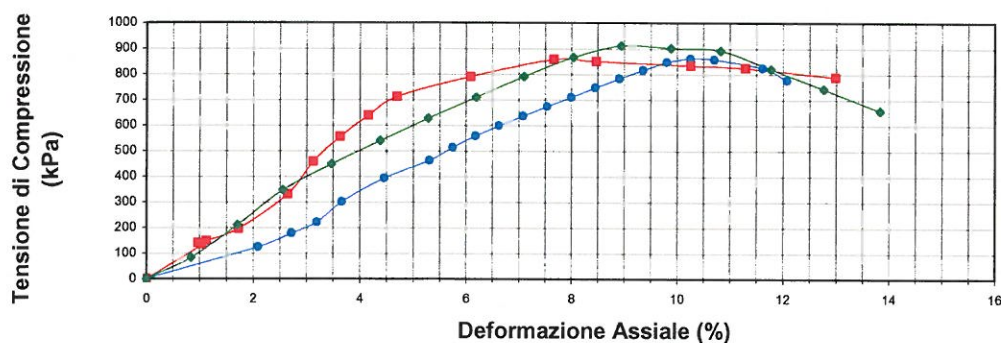
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa campione	g	177,70	177,54	178,00
Altezza	cm	7,65	7,65	7,63
Diametro superiore	cm	3,80	3,80	3,81
Diametro medio	cm	3,80	3,80	3,81
Diametro inferiore	cm	3,80	3,80	3,81
Sezione media	cm ²	11,34	11,34	11,40
Volume	cm ³	86,76	86,76	86,87
Velocità	mm/min	0,50	0,50	0,50

Risultati Test (valori medi)			
Pressione finale alla rottura	876,23	kPa	
Coesione non drenata, Cu	438,12	kPa	

Provino 1				
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
143,62	1,60	2,09	11,58	123,99
206,86	2,08	2,72	11,66	177,44
258,28	2,44	3,19	11,71	220,48
352,85	2,80	3,66	11,77	299,74
466,33	3,41	4,46	11,87	392,86
552,62	4,06	5,31	11,98	461,41
617,05	4,39	5,74	12,03	512,83
673,79	4,73	6,18	12,09	557,39
725,80	5,07	6,62	12,15	597,58
774,85	5,42	7,08	12,21	634,85
824,50	5,77	7,54	12,27	672,21
874,15	6,12	7,99	12,33	709,16
924,39	6,46	8,45	12,39	746,20
972,26	6,81	8,91	12,45	780,93
1019,0	7,16	9,36	12,51	814,39
1063,9	7,50	9,81	12,57	846,07
1086,9	7,85	10,26	12,64	860,09
1086,9	8,19	10,71	12,70	855,78
1056,0	8,89	11,62	12,83	822,93
1000,0	9,24	12,08	12,90	775,26

Provino 2				
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
153,08	0,80	1,05	11,46	133,57
160,76	0,74	0,97	11,45	140,38
170,22	0,86	1,12	11,47	148,40
226,96	1,32	1,73	11,54	196,67
385,36	2,02	2,65	11,65	330,79
537,26	2,38	3,12	11,71	458,96
653,69	2,77	3,63	11,77	555,49
755,35	3,18	4,16	11,83	638,30
846,96	3,59	4,69	11,90	711,77
953,35	4,65	6,08	12,08	789,49
1053,8	5,86	7,66	12,28	858,00
1053,8	6,48	8,47	12,39	850,50
1053,8	7,85	10,26	12,64	833,90
1053,0	8,64	11,30	12,79	823,60
1026,0	9,93	12,98	13,03	787,22

Provino 3				
Comp. Anello Din., N.	Comp. Deform., mm.	e, %	Sezione media, cm ²	Comp., kPa
0	0,0	0,00	11,34	0,00
93,98	0,64	0,83	11,44	82,17
242,33	1,31	1,71	11,54	210,02
403,09	1,95	2,55	11,64	346,34
526,03	2,65	3,47	11,75	447,74
638,32	3,35	4,38	11,86	538,18
749,44	4,04	5,28	11,97	625,92
857,01	4,74	6,19	12,09	708,86
963,99	5,43	7,10	12,21	789,64
1066,2	6,15	8,03	12,33	864,62
1134,2	6,84	8,95	12,46	910,61
1134,2	7,56	9,89	12,59	901,21
1134,2	8,28	10,83	12,72	891,81
1052,0	9,01	11,77	12,85	818,40
963,0	9,76	12,76	13,00	740,73
863,0	10,58	13,83	13,16	655,71



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Lo Sperimentatore

[Signature]



Il Direttore del laboratorio

[Signature]



SOIL PROJECT s.a.s.

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

cell: 346 8554913 - 340 6867752 - 347 1324351

email: info@soilprojectsas.it

P.I.:01515280624

INDAGINE SISMICA
TIPO:

Multichannel Analysis of Surfaces Waves
MASW

OGGETTO:

LAVORI DI RIPRISTINO DEL TRATTO STRADALE INTERESSATO DAL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITA' CANCELLONIA – TUFARIELLO DEL COMUNE DI APOLLOSA (BN), LUNGO LA S.P. N. 147 "S. GIOVANNI DI APOLLOSA", NEI PRESSI DEL PONTE (TORRENTE PIZZUTA).

PROVA:

MASW-1

LOCALITA':

Comune di Apollosa (Bn)

COMMITTENTE:

Marygeo sas

DITTA:

Amministrazione Provinciale di Benevento

DATA:

Gennaio 2018

DIRETTORE LAVORI D'INDAGINE

Geol. Daniele Pipicelli

MAPPA UBICAZIONE INDAGINE:



Il Tecnico Progettista:

Il Direttore dei Lavori d'Indagine:

INTRODUZIONE

Le indagini geofisiche basate su misure di propagazione delle onde elastiche hanno lo scopo di definire, tramite differenti metodiche e metodologie di analisi, modelli stratigrafici del sottosuolo ad una o più dimensioni spaziali. Nello specifico le sequenze stratigrafiche così prodotte sono caratterizzate dalla variazione dei parametri geo-dinamici (sismostratigrafie) che, data la loro corrispondenza con le proprietà litologiche e litotecniche dei terreni, attribuiscono alle indagini geofisiche un efficace mezzo esplorativo del sottosuolo. Inoltre, la determinazione di sequenze sismo-stratigrafiche basate sulla velocità delle onde di taglio (V_s) ottempera a quanto previsto dall'attuale normativa nazionale riguardante le costruzioni in zona sismica (OPCM 3274 e succ., NTC 2005 e succ. e DM 14 gennaio 2008).

In generale, nella sismica attiva le onde sono prodotte tramite una massa battente o scoppio in un punto sorgente (shot) e registrate da un sismografo, in punti lontani dalla sorgente, tramite rilevatori del moto al suolo (geofoni); la disposizione geometrica dei geofoni e dei punti di shot è definita come linea sismica o array lineare. La sismica passiva, invece, si differenzia per la non generazione diretta di onde ma si avvale del moto vibratorio del terreno comunque presente a causa di sorgenti naturali (moto ondoso, vento ecc.) e prodotte dall'attività antropica.

Le modalità di acquisizione variano a seconda della metodologia utilizzata e in funzione della successiva elaborazione dei dati. Tali metodologie sono caratterizzate da specifiche disposizioni della linea sismica (sia superficiale che in foro), dalla durata dell'acquisizione (finestra temporale), e dal passo di campionamento impiegato.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "ECHO 24/2010" a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria e consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi filtri sia in ingresso che a posteriori, verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee

(vento, rumori naturali, mezzi meccanici, ecc.) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale in maniera differenziata per ogni canale.



La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio.

Il geofoni verticali rivelano la variazione di velocità di oscillazione al suolo (nel caso specifico in direzione verticale) prodotta dal passaggio delle onde sismiche tramite lo spostamento relativo smorzato di una massa inerziale rispetto all'involucro esterno solidale con il terreno. Tale spostamento induce una variazione del campo elettro-magnetico che si traduce in variazione del potenziale elettrico che è la grandezza effettivamente rilevata. Il rapporto tra l'oscillazione reale del suolo e quella della massa inerziale in funzione delle frequenze del moto è definita dalla curva caratteristica del geofono; in tale curva, la frequenza caratteristica definisce il limite inferiore al disopra del quale il rapporto di oscillazione tra il suolo e la massa inerziale è pari ad 1.

Sono stati utilizzati geofoni (GEO SPACE LT) verticali con frequenza caratteristica di 4.5 Hz e di 10 Hz.



METODOLOGIA

Metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Reyleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Reyleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D, Aki, K and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase o di gruppo apparente delle onde di Reyleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi forniscono informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo consente generalmente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenza compreso tra 5Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW elaborato con software MASW 2007 consiste in tre fasi (Roma, 2002):

- calcolo della velocità di fase, o curva di dispersione, apparente sperimentale;
- calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di compressione V_p , la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase sperimentale e la velocità di fase numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o automatica o con una combinazione delle due.

Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson ν , la densità di massa ρ e vengono fatti variare lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica (Roma, 2002; Roma, 2001; Joh, 1998) la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica.

In genere, quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è compreso tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresenta una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Lo Sperimentatore





SOIL PROJECT s.a.s

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

P.IVA: 01515280624

**SETTORE GEOFISICA
GF**

Località:

Comune di Apollosa (Bn)

Zona:

C/da Cancellonica

Committente:

Marygeo sas

Proprietario:

Provincia di Benevento

N. Accettazione

Data di elaborazione:

30/01/2018

Data di acquisizione:

30/01/2018

PROSPEZIONE SISMICA - MASW - LINEA SISMICA MASW 1

MASW1

MODALITA' DI ACQUISIZIONE

Acquisitore tipo:	Punti di camp. per canale	Ritardo (ms)
ECO 24 CH "AMBROGEO"	13616	0,00
Canali impiegati	Punti di camp. Totali	Energizzatore
24	326787	MECCANICO
Intervallo acquisizione (ms)	Amplificazione	Starter
0,128	DIFFER. PER CANALE	MECCANICO
Tempo di campionamento (ms)	Filtro PB in acq. (Hz)	Sommatorie
1000	NESSUNO	NESSUNA

CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

N° Geofoni

24

Punti di energizzazione

2

Distanza intergeof. (m)

2,00

Lungh.stendim. (m)

48,00

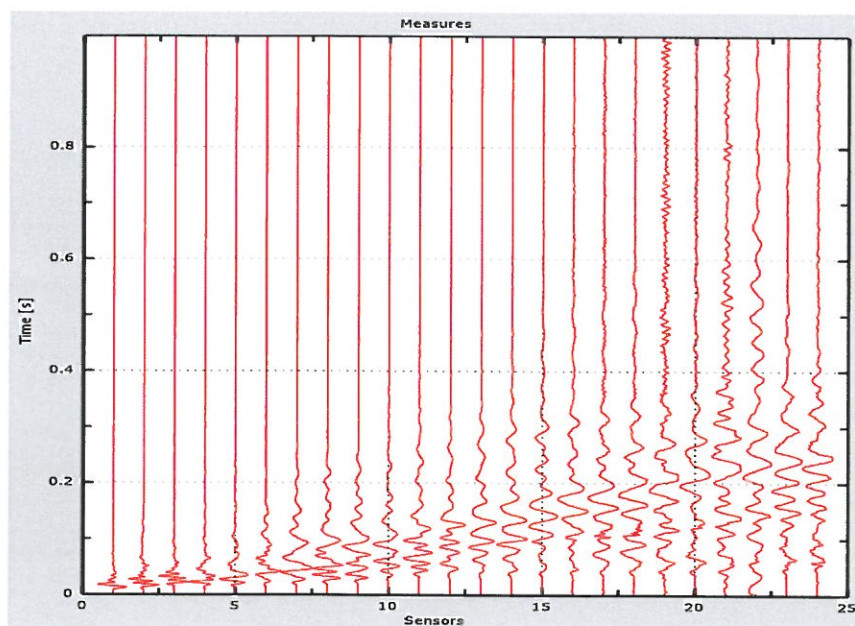
Lungh. linea sismica (m)

48,00



MASW1

TRACCE SISMICHE RILEVATE



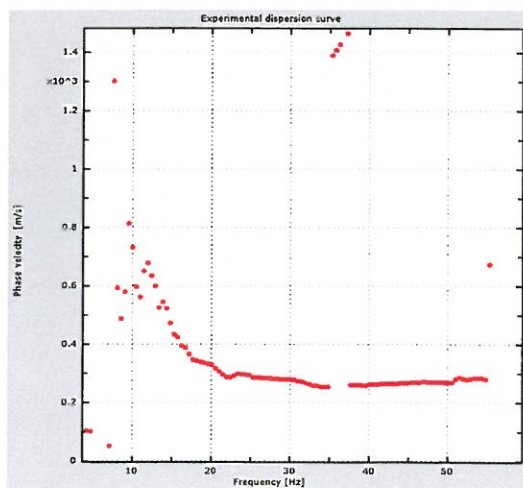
Intervallo di analisi 2000 ms
N. geofoni utilizzati 24

CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE

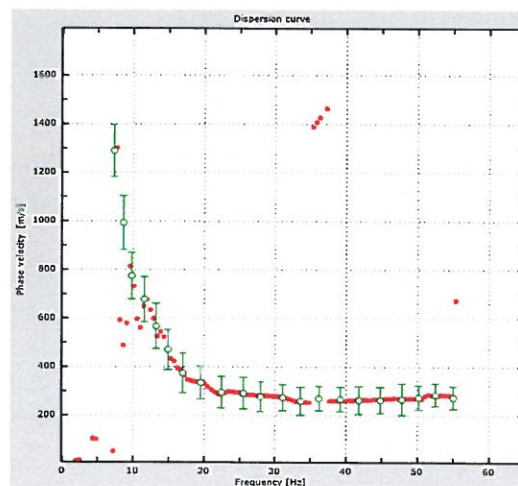
Intervallo di frequenza considerato

Frequenza iniziale
5 Hz

Frequenza finale
55 Hz



DISPERSIONE

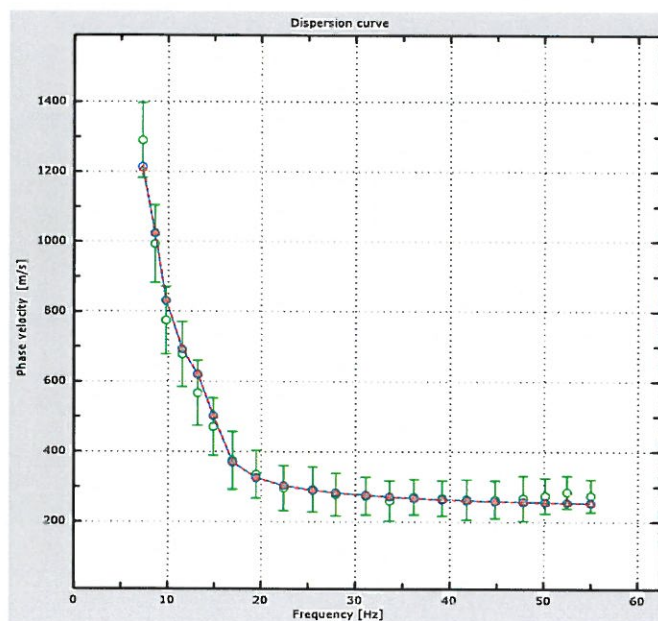


PICKING

VALORI DELLA CURVA DI DISTRIBUZIONE CONSIDERATI

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]	Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.29903	1288.83	1181.57	1396.09	44.8037	262.67	209.038	316.302
8.6355	992.066	881.226	1102.91	47.8108	266.245	201.887	330.604
9.80491	773.962	677.424	870.5	50.1496	273.396	223.34	323.453
11.559	677.424	584.462	770.387	52.4884	284.123	237.642	330.604
13.2296	566.585	473.623	659.547	54.9943	273.396	226.915	319.877
14.9002	470.047	387.811	552.283				
16.9884	373.51	291.274	455.745				
19.4943	334.179	266.245	402.113				
22.4178	294.849	230.491	359.208				
25.5084	291.274	226.915	355.632				
27.9308	276.972	216.189	337.755				
31.1049	273.396	219.764	327.028				
33.6108	259.094	201.887	316.302				
36.2002	269.821	219.764	319.877				
39.2072	266.245	216.189	316.302				
41.7966	262.67	205.462	319.877				

CONFRONTO TRA LE CURVE TEORICA E SPERIMENTALE



PROCEDURA UTILIZZATA: ☐ Automatica ☒ Semiautomatica ☐ Manuale

MASW1

MODELLO TEORICO

Strati* N.	Ricevitori N.	Dist. Ricev. (m)	Modi consid. N.	Modi impiegati N.	Iterazioni N.	Errore (%)
4	24	2,0	3,00	3,00	25	5

* compreso il semispazio rigido

STRATO 1

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)
3.5	-3.5	1500	0,38	no	151.89	396,00	264	600

STRATO 2

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)
4.5	-8,00	1840	0,34	no	151.89	480,00	320	650

STRATO 3

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)
3.2	-11.2	1920	0,36	si	185.66	570,00	380	812

STRATO 4

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)
0,00	-∞	2100	0,33	no	716.02	2100,00	1320	2621

STRATO 5

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
					Vs min	Vs max		

STRATO 6

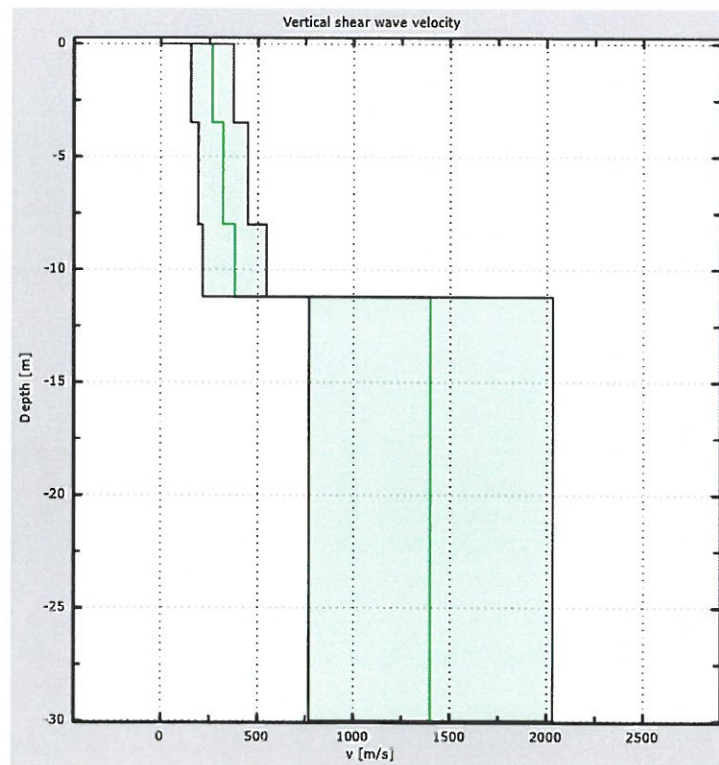
Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)

STRATO 7

Spessore	Profondità	Densità	Modulo Poisson	Presenza falda	Valori di Ricerca		Vs	Vp
(m)	(m)	(Kg/m ³)			Vs min (m/s)	Vs max (m/s)	(m/s)	(m/s)

MASW1

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO DELLE Vs



Valori riferiti al Piano Campagna

VS30 = 610 m/s +/- 31 m/s

SOTTOSUOLO TIPO: B

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Lo Sperimentatore