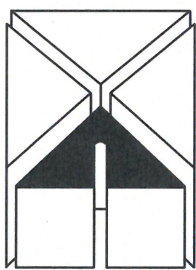




COMUNE DI DERUTA

LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DI ALCUNI TRATTI DELLA SCARPATA
LUNGO VIA CASALINA-RIPABIANCA IN FRAZ. RIPABIANCA



**AREA
PROGETTO
ASSOCIATI**

PERUGIA * Via della Gabbia 7 * Tel 075 5731708 - 075 5736689

Progetto N.

17327

Maggio 2017

Progetto

Bonifica dissesto

Fase Progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

Committente

Comune di Deruta

Localizzazione

Via Casalina - Ripabianca

Professionista incaricato

ING. MARCO BALDUCCI
ING. ROBERTO REGNI

Collaboratori

ING. LUCA SPACCINO

Geologia

DOTT. GEOL. GIORGIO CERQUIGLINI



rev.	data	aggiornamento	redatto	verificato	approvato
00	Maggio 2017	Emissione	Cerquiglini	Balducci	Balducci

Relazione geologica

scala

tav.

GEOL

STUDIO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO
RELATIVO AL PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI
CONSOLIDAMENTO DI ALCUNI TRATTI DELLA SCARPATA LUNGO VIA
CASALINA-RIPABIANCA IN FRAZIONE RIPABIANCA, NEL COMUNE DI
DERUTA.

1.0 Premessa

Su incarico e per conto della *Amministrazione Comunale di DERUTA, Area Tecnica*, si è proceduto ad effettuare una indagine geologica al fine di acquisire conoscenze geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche per la redazione del progetto esecutivo dei lavori di consolidamento di alcuni tratti della scarpata lungo via Casalina-Ripabianca in frazione Ripabianca interessato da un dissesto idrogeologico che ha interessato parte della banchina e presenta numerose lesioni di taglio visibile sull'asfalto insieme a depressioni e avvallamenti; (*Affidamento diretto ai sensi dell'art. 36 comma 2 lettera a) e art. 31, comma 8 del D.Lgs. n. 52/2016*).

Il tratto di strada oggetto dell'intervento, lungo *Via Casalina-Ripabianca*, di competenza comunale costituisce la via di comunicazione tra le frazioni di Ripabianca e Casalina.

A seguito di eventi eccezionali di pioggia protrattisi per un lungo periodo, sono stati segnalati dissesti della pavimentazione stradale e il distacco di una porzione della scarpata.

Dopo aver effettuato le opportune verifiche è stato possibile attribuire la formazione delle lesioni a movimenti di tipo sub-superficiale che interessano la sottostruttura e di fatto presentano caratteristiche dinamiche tipiche di fenomeni franosi di tipo rotazionale con nicchia di distacco che intercetta parte della

carreggiata stradale.

La tipologia del dissesto che si sta propagando sulla carreggiata della strada comunale via Casalina-Ripabianca ha interessato fino ad ora un tratto di strada di circa 35 metri, a ridosso di una scarpata ad elevata pendenza.

Il dissesto idrogeologico appare attualmente di limitata ampiezza e in condizioni attive se riferito al movimento ma presenta un'elevata criticità dal punto di vista geomorfologico (*scarpata molto ripida a ridosso della sede stradale*).

Il terreno interessato dal progetto di messa in sicurezza e stabilizzazione è situato nella periferia ovest dell'abitato di Ripabianca.

Per una migliore identificazione della zona di interesse si rimanda agli elaborati grafici allegati.

L'indagine geognostica ha permesso di conoscere nel dettaglio la situazione geologica del sottosuolo della zona interessata che unitamente all'interpretazione e alla correlazione dei dati hanno consentito di individuare l'andamento delle unità litostratigrafiche in profondità e ricostruire la geometria del corpo frana.

La relazione è comprensiva dei seguenti paragrafi:

- 2.0 *Inquadramento geografico*
- 3.0 *Descrizione geomorfologia dell'area*
- 4.0 *descrizione geologica generale*
- 5.0 *Idrografia e idrogeologia*
- 6.0 *Rilevamento geologico-tecnico e geomorfologico*
- 7.0 *Geometria della frana*
- 8.0 *Indagini geognostiche*
- 9.0 *Caratterizzazione geotecnica dei materiali*
- 10.0 *Verifiche di stabilità*
- 11.0 *Tipologia degli interventi di stabilizzazione*

ALLEGATI:

- *corografia* 1 : 25000
- *carta Tecnica Regionale* 1 : 5000
- *carta ubicazione sondaggi*
- *stratigrafia sondaggi*
- *Indagine sismica (Masw + Tomografia).*

2.0 Inquadramento geografico

L'area in esame è posta su di un rilievo collinare dove sorge il paese di Ripabianca a circa 210 m sul livello del mare.

Tutta l'area è inclusa nel foglio **ORVIETO** n° 130 della CARTA D'ITALIA, e precisamente nella Tavoletta dell'I.G.M. "**Deruta**" I NE (vedi Corografia I.G.M. allegata).

La morfologia dell'area è caratterizzata da un rilievo collinare a sommità arrotondata che si raccorda lateralmente a pendii collinari con versanti ad elevata acclività.

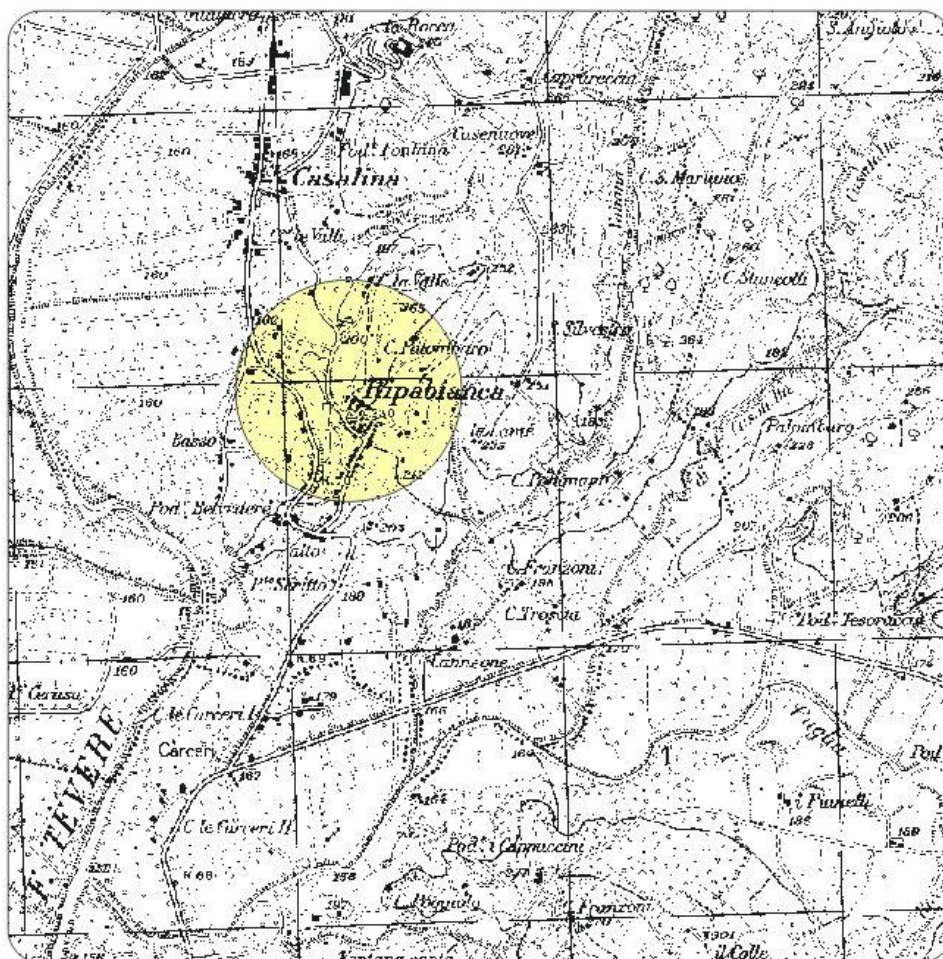


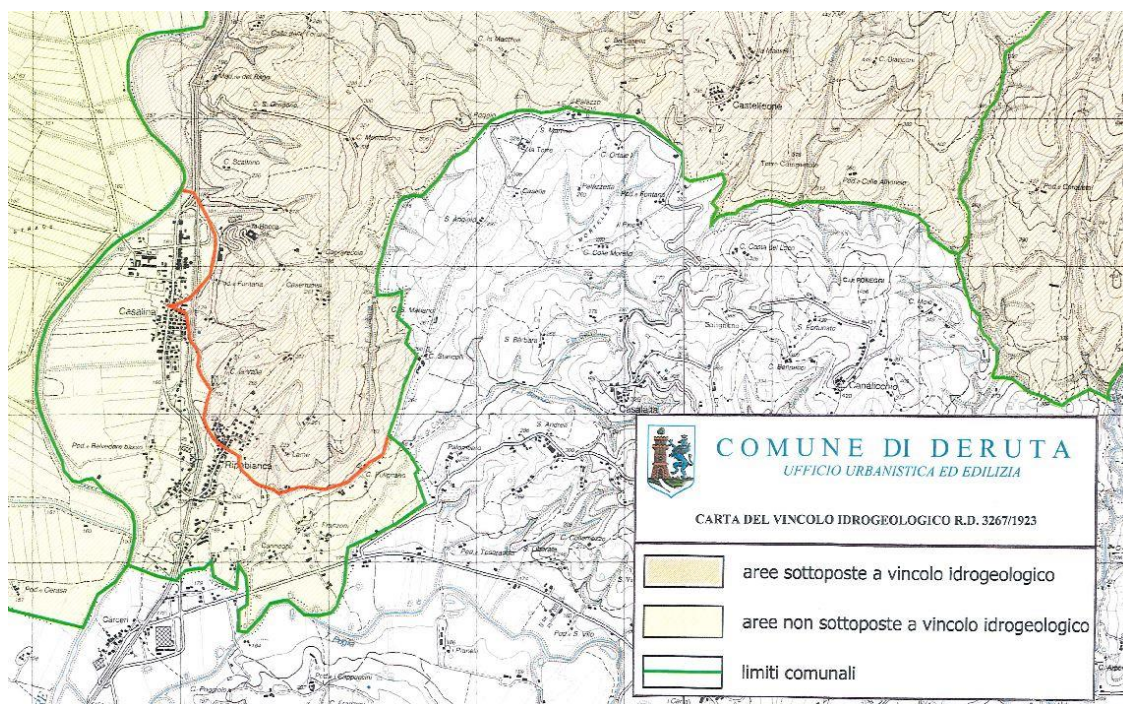
Figura 4 - Stralcio Carta IGM 1 : 25000.

L'area oggetto dell'intervento nel P.R.G. del comune di Deruta risulta dalla CARTA dei VINCOLI non ricompresa nelle zone ad elevato rischio geologico, cartografata come ~~%Aree instabili ad alto rischio geologico+~~

L'area non è ricompresa nelle zone a Vincolo idrogeologico ex R.D. 30 novembre 1923 n. 3267 1.

~~%b~~ vincolo riguarda aree delicate dal punto di vista della morfologia e della natura del terreno ed è finalizzato essenzialmente ad assicurare che le trasformazioni operate su tali aree non producano dissesti o distruggano gli equilibri raggiunti e consolidati, modificando le pendenze o con l'uso e la non oculata regimazione delle acque meteoriche o di falda.

In tali aree si applica il disposto dell'art. 127 della L.R. 1/2015+



Il terreno interessato dal progetto di messa in sicurezza e stabilizzazione del tratto stradale si trova al di fuori della zona sottoposta a vincolo. Il progetto prevede da un lato di consolidare la scarpata mediante la realizzazione di un'opera strutturale in grado di arrestare i movimenti riconducibili alle possibili superfici di scorrimento che interessano lo strato di terreno più superficiale; si evince che non verranno effettuati movimenti terra e/o sbancamenti tali da pregiudicare la stabilità del versante.

La zona è censita nella carta geomorfologica P.A.I. e classificata come area stabile. Le indagini geognostiche unite al rilievo geologico geomorfologico hanno potuto accertare dai dati reali rilevati che tale area si trova in una situazione geomorfologica di generale stabilità.

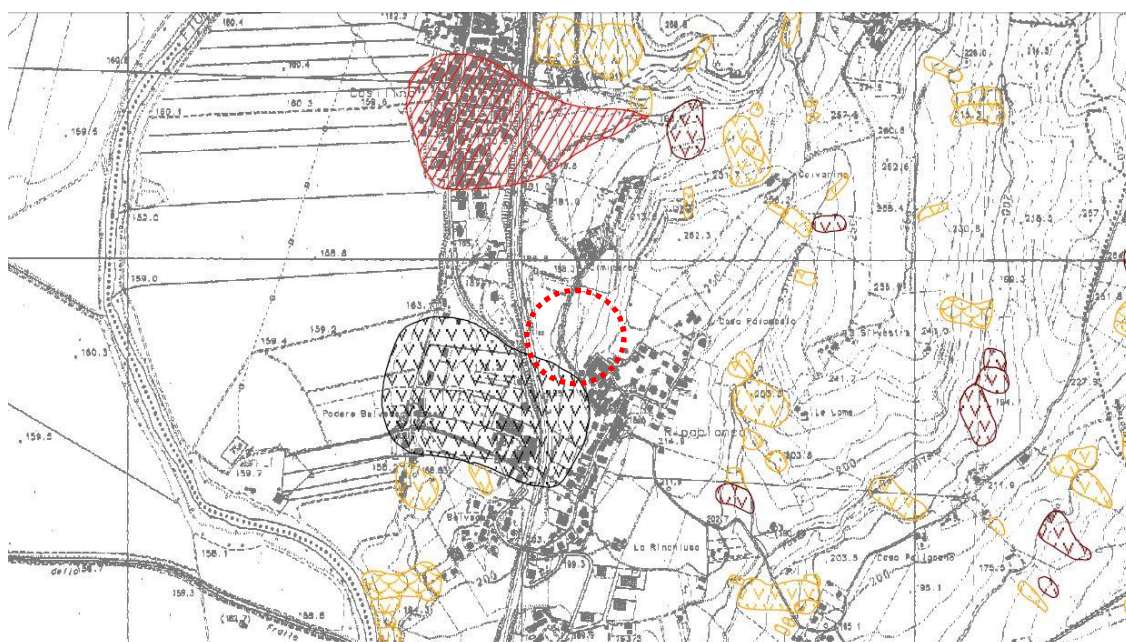


Figura 3 - Cartografia P.A.I. - Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana.



Area oggetto dell'intervento.

Descrizione geomorfologica dell'area

L'indagine geomorfologica è stata effettuata mediante osservazioni puntuali effettuate durante i sopralluoghi integrata e analisi aereo fotogrammetrica, al fine di trovare elementi che possano confermare le ipotesi sulla tipologia del dissesto.

Le morfosculture presenti sono riferibili ad un area pedecollinare di raccordo con la superficie valliva aperta ove scorre il fiume Tevere, legata principalmente ad una morfogenesi fluviale.

La morfologia mostra pendenze generalmente blande lungo le dorsali dei rilievi collinari (10° - 15°) mentre ai lati le scarpate formate dall'erosione operata dai collettori risultano ad elevata pendenza (ad elevato angolo di pendenza e/o sub-verticale).

Si notano forme del rilievo arrotondate dovute alla natura litologica dei terreni affioranti e a fenomeni esogeni di modellamento della superficie, inoltre sono presenti su determinate zone del versante contropendenze e ondulazioni con ristagni puntuali di acque favoriti dalla assenza di una adeguata rete di drenaggio che testimoniano la presenza di locali fenomeni di dissesto.

L'indagine e lo studio eseguiti hanno permesso di accertare la estensione limitata del dissesto idrogeologico sub-superficiale che ha interessato la strada comunale con mobilitazione dei terreni di alterazione e la parte superficiale dei terreni fluvio-lacustri che costituiscono le scarpate morfologiche (bordi dei terrazzi) dove si rinvencono essenzialmente fenomeni di scivolamento rotazionale e episodi di crollo nei tratti dove la scarpata sub-verticale è costituita da sabbie cementate.

Le infiltrazioni che si concentrano nei periodi di pioggia prolungati (fino a diventare ingenti), determinano con il flusso stagionale una alterazione delle

caratteristiche geomeccaniche dei terreni di natura sabbiosa sub-superficiali intercalati da livelli di terreni di natura limoso argillosa.

Il fenomeno di dissesto che ha interessato la scarpata di valle della strada comunale via Casalina-Ripabianca è riconducibile a movimenti gravitativi sub-superficiali indotti dalla situazione geologica locale (alterazione strato superficiale), dalla circolazione idrica stagionale, superficiale e/o sotterranea, che seppur modesta risulta piuttosto irruente data la pendenza del tratto stradale asfaltato che dal paese scende verso il cimitero e il centro abitato di Casalina.

La circolazione idrica su tutto il versante presenta caratteri tipicamente stagionali (*attiva nei periodi invernali e primaverili*) ed è strettamente legata alla presenza e alternanza di sabbie intercalate da livelli a componente limoso-argillosa, dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti e dal grado di permeabilità dei singoli strati.

Si nota una fessurazione del tracciato stradale con lesioni della pavimentazione disposte in senso longitudinale e segni di dissesto, caratterizzato da una parte ribassata rivolta verso valle a ridosso della scarpata. I movimenti sono riconducibili a scorrimento rototraslativo e interessano lo strato di terreno più superficiale, che risulta alterato e plasticizzato. La assenza d'acqua nei primi 20 m del terreno nel sottosuolo ci fa propendere a considerare come causa determinante il dissesto idrogeologico una non buona regimentazione delle acque di scorrimento superficiale e sotterranee.

Sulla scarpata si notano fenomeni di trazione e taglio con fessure beanti e abbassamento traslativo di una porzione di terreno; si osserva una deformazione su struttura costituita da gabbionate, in forte tensione, segno evidente che l'intervento di stabilizzazione parziale della scarpata è comunque servito a ostacolare, anche se non in modo definitivo, il movimento gravitativo.

4.0 Descrizione geologica generale

Un rilevamento geologico di dettaglio, informazioni e conoscenze acquisite in lavori precedenti e derivanti da precedenti incarichi per zone limitrofe unitamente alle indagini geognostiche eseguite, hanno permesso di accertare la natura e la successione stratigrafica dei terreni presenti nell'area oggetto di studio.

L'area pedecollinare dove sorge il centro abitato di Ripabianca si caratterizza per la presenza di sedimenti Plio-Pleistocenici di chiara origine fluvio-lacustre, rappresentati da livelli di sabbie limose di colore giallastro, ad alto sorting.

I terreni affioranti nell'area in oggetto appartengono ai depositi Plio-Pleistocenici del **VILLAFRANCHIANO Auct.** dell'antico LAGO TIBERINO.

Le facies sono costituite da ghiaie in matrice sabbiosa al tetto della serie a cui sottostanno sabbie giallastre, notevolmente consolidate ed in parte cementate intercalate da limi - argillosi debolmente sabbiosi di colore grigio chiaro con venature sul nocciola e livelli argillosi grigi; nella parte bassa della formazione pliocenica i litotipi limoso argillosi divengono predominanti e si presentano con il tipico colore grigio plumbeo.

I livelli sabbiosi presentano una clinostratificazione di spessore decimetrico immergente verso Est con inclinazione molto blanda (8° - 10°).

Nella parte basale della serie fluvio-lacustre pliocenica, notevolmente al di sotto dei sedimenti sabbiosi sommitali, si trovano in discordanza livelli limoso-argillosi grigio-azzurri, sovraconsolidati ed impermeabili. Imballati nei depositi limoso - argillosi debolmente sabbiosi si rinvencono frustoli carboniosi, resti vegetali e livelli lignitiferi.

5.0 Idrografia ed idrogeologia

Il drenaggio delle acque è assicurato da corsi per lo più a carattere stagionale tributari di destra del fiume Tevere, che costituisce l'asta principale di deflusso con direzione di scorrimento Nord-Sud.

La densità di drenaggio risulta medio-bassa. L'idrografia superficiale appare organizzata secondo pattern idrografici a tracciato rettilineo con valli a "V" e profilo asimmetrico, fortemente incise e incassate nella struttura, forse impostata lungo lineazioni tettoniche (faglie); i corsi d'acqua presenti mostrano una elevata energia lineare testimoniata dalla intensa erosione dei terreni in particolare nella zona di testata.

I corsi d'acqua presenti nelle vicinanze si caratterizzano per regimi stagionali con portate spasmodiche e secche prolungate, in stretta dipendenza con i regimi pluviometrici.

L'indagine geologica effettuata, unita ad una ricognizione degli sporadici punti d'acqua esistenti, permettono di delineare la situazione idrogeologica del sito e di ipotizzare il sistema di circolazione idrica sotterranea.

La situazione idrogeologica dei terreni oggetto di studio si caratterizza per la presenza di modesti corpi idrici (falde pensili) con sede nei livelli sabbiosi della formazione *fluvio-lacustre del Villafranchiano Auct.*, affioranti in diverse zone sia a monte che a valle dell'area di interesse.

La ricerca dei dati relativi alla situazione idrogeologica dell'area è stata condotta attraverso la misurazione della falda nei rari punti d'acqua esistenti nelle vicinanze. L'indagine effettuata ha permesso di accertare, data la presenza di una sorgente a valle dell'intervento, che il livello piezometrico si attesta intorno ai **20 m** di

profondità dal piano campagna.

6.0 Rilevamento geologico - tecnico e geomorfologico

Un rilevamento geologico di dettaglio ha permesso di accertare che i terreni affioranti nell'area interessata dal dissesto appartengono a depositi in facies fluvio-lacustre appartenenti alla formazione del Villafranchiano Auct..

Le facies dei depositi Fluvio-lacustri sono costituite in generale da sabbie con intercalazione di limi sabbiosi e/o argillosi di colore variabile dal nocciola fino a toni sul grigio con livelli prettamente grigio azzurri.

Dalle correlazioni stratigrafiche effettuate utilizzando le stratigrafie raccolte durante l'indagine geognostica si evince che i terreni, prevalentemente sabbioso-limosi presentano una clinostratificazione vergente a reggipoggio.

La frana si è sviluppata lungo il versante ovest del rilievo collinare del centro abitato di Ripabianca (210 m) che è parte integrante della più ampia struttura anticlinalica di Monte Perugia Vecchia (579 m) e Monte le Cinque Querce (636 m) formata da un nucleo di rocce arenacee e calcareo marnose mioceniche appartenenti alla Formazione flyschoidale della Marnoso Arenacea Umbra e da fianchi costituiti da depositi fluvio-lacustri appartenenti alla formazione del Villafranchiano Auct.

Il rilevamento dettagliato di superficie ha evidenziato un assetto strutturale del deposito fluvio-lacustre a reggipoggio, con valori giaciture delle clinostratificazioni di **80° / 15°**.

Gli strati sabbiosi e limosi caratterizzati da una continuità latero-verticale si rinvennero sporadicamente a contatto con terreni a bassa permeabilità di natura limoso argillosa variamente distribuiti sull'intera area.

Infatti sul versante studiato si osservano disturbi ed irregolarità strutturali insieme a fattori morfologici particolari (gradini, lineazioni, ecc.) attribuibili ad una

tettonica distensiva, testimoniata da sistemi di faglie dirette conformi al pendio che sbloccano i terreni pliocenici e determinano delle depressioni naturali.

Le discontinuità tettoniche presentano una direzione di **90°/270°** e parallele al pendio; inoltre dal rilievo di superficie, confortato dall'esame aerofotogrammetrico si evidenziano dei sistemi di piani di taglio sub verticali, con direzione rispettivamente di **40° / 220° - 260° / 80° - 110° / 290°**.

L'analisi dei morfotipi mostra la presenza di gradini morfologici e scarpate, sono inoltre evidenti morfosculture riferibili ad attività antropica.

7.0 Geometria della frana

La frana in oggetto si è verificata su una zona limitata della scarpata posta a ridosso della strada di via Casalina-Ripabianca a ridosso dell'abitato di Ripabianca.

Il movimento si è sviluppato a partire dalla mezzeria della strada fino a raggiungere la scarpata sottostante e interessare i terreni posti a valle pur mantenendo una dimensione contenuta nel suo sviluppo sul versante.

Il movimento franoso si è sviluppato piuttosto lentamente producendo una superficie di distacco e rottura lineare e fronte di accumulo ricadente al di sotto della scarpata su un ripiano artificiale (sentiero pedonale).

Dall'analisi morfologica della frana, unita ai dati ricavati dalla campagna geognostica effettuata, si è potuto ricostruire il modello cinematico e la tipologia del movimento.

Per lo studio della frana si è ricorsi alla *"classificazione dei movimenti di versante"* di **Hutchinsons 1988** perché ritenuta maggiormente rappresentativa del movimento in oggetto; tale classificazione si basa principalmente sulla morfologia, prendendo in considerazione anche altri elementi quali i fattori geologici, idrogeologici, i meccanismi cinematici e soprattutto la velocità del movimento.

Gli aspetti morfologici dell'evento franoso rispecchiano le caratteristiche riportate al punto **D [Landslides] - Scorrimenti e scivolamenti** di Hutchinson *"movimenti relativamente rapidi verso valle di masse di terreni e/o rocce che avvengono lungo una o più superfici ben definite, le quali separano in modo netto la massa franata dei materiali in posto"*.

All'interno del corpo frana si possono distinguere una zona di distacco e una di accumulo. Morfologicamente si evidenzia una corona (*crown*) che rappresenta la parte alta della frana non mobilizzata evidenziata da una linea di frattura più o meno

continua con un modesto gradino dove è posta la nicchia di distacco (*main scarp*) rappresentata da una superficie di rottura principale di forma lineare, ancora leggermente accennata, con profilo arcuato e con ribassamento della parte mobilizzata e inizio di traslazione verso valle.

Dal rilevamento di superficie è riconoscibile e individuabile il piede di frana (*foot*) che rappresenta la porzione di materiale accumulata a valle della superficie di rottura (*rupture surface*), per la presenza di un rigonfiamento indicativo di movimenti compressivi del terreno mobilitato.

La linea di scivolamento principale si posiziona ad una profondità variabile rispetto all'andamento del piano campagna attuale (circa 2 . 2.5 m) e su un piano sub-parallelo rispetto al pendio.

Le dimensioni del corpo frana risultano essere, dal rilievo topografico effettuato, le seguenti:

la larghezza della corona di frana in corrispondenza della nicchia di distacco è di circa 35 m, il dislivello complessivo è di circa 10 m. Il canale di frana si sviluppa per un tratto complessivo pari a 15 m denunciando un comportamento plastico dei materiali interessati.

La superficie di scivolamento del corpo frana (*rupture surface*) è stata individuata ad una profondità variabile e legato alla morfologia accidentata dell'area mobilizzata (zone di accumulo rialzate e zone di distacco ribassate) ma si mantiene intorno a $2.0 \div 2.5$ m.

8.0 Indagini geognostiche

Lo scopo delle indagini geognostiche previsto ha avuto come specifico la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo fino ad una profondità ritenuta significativa (*Profondità dal P.C. = 15 m*).

Pertanto è stato elaborato un piano delle indagini che è consistito nell'esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo eseguito dalla ditta **GEOTECNICA LAVORI S.R.L.** utilizzando una **Perforatrice idraulica BERETTA T41** che ha raggiunto la profondità di 15 m, con carotiere semplice, corona Widia ($\Phi = 110$ mm) realizzato a circolazione inversa di fluido (acqua chiara), oltre a N. 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e un'indagine sismica con restituzione tomografica.

La posizione e il numero dei sondaggi geognostici è stata effettuata sulla base di dati emersi dal rilievo superficiale in riferimento alla morfologia del dissesto, alla estensione dell'area interessata dal movimento gravitativo, al fine di ricostruire la superficie di movimento, lo spessore dei materiali coinvolti.

Si nota una buona rispondenza in riferimento alla natura dei terreni e alle loro caratteristiche geotecniche rilevate nei sondaggi eseguiti che sta ad indicare la notevole continuità latero-verticale dei sedimenti pur con piccole variazioni tessiturali (vedi allegati) dovute a fenomeni di traslazione a seguito del movimento franoso.

Durante la perforazione sono state eseguite prove in situ: prove S.P.T. nel foro di sondaggio a diversi intervalli (*l'elevata consistenza dei terreni e la presenza di sabbie sovraconsolidate ha consentito di prelevare campioni indisturbati come previsto nella fase preliminare ma con carota ridotta 30 cm - 22 cm*).

I dati completi relativi alle indagini geognostiche sono riportati in allegato.

Il sondaggio contrassegnato con la sigla **S₁** eseguito all'interno dell'area ha

consentito di accertare la stratigrafia dei terreni di imposta sino alla profondità massima di 15 m dal piano campagna, di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite durante i sondaggi e la successione stratigrafica osservata.

SONDAGGIO n° 1

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza della zona di distacco della frana nell'intento di verificare la natura dei terreni e i livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio non è stato strumentato con piezometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 15.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

dal piano campagna sino a circa 2.0 m di profondità, si rinviene terreno sabbioso limoso di colore marrone con rari inclusi (terreno di alterazione) (NS.P.T. 1.3 m ó 1.75 m = 7 ó 9 ó 14 colpi);

da 2.0 m sino a 5.0 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti di colore nocciola con toni sul rossiccio (C.I. 3.50 m ó 3.72 m) - (NS.P.T. 3.7 m ó 4.15 m = 18 ó 19 ó 17 colpi);

da 5.0 m fino a 7.5 m di profondità sono presenti limi argillosi a tratti sabbiosi di colore grigio con sfumature rossastre - (NS.P.T. 6.0 m ó 6.45 m = 19 ó 17 ó 21 colpi);

da 7.5 m fino a 13.4 m di profondità sono presenti sabbie limose a tratti di colore nocciola con toni sul rossiccio (C.I. 7.50 m ó 7.80 m) (NS.P.T. 10 m ó 10.45 m = 6 ó 13 ó 46 colpi) (NS.P.T. 12.40 m ó m = 35 ó 50/11 cm);

da 13.4 m fino a 15 m di profondità sono presenti limi argillosi con sottili livelli di sabbie di colore marrone-grigio, sovraconsolidati.

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite sul terreno in oggetto, contrassegnate con la sigla **DPSH1**, sono state effettuate con l'attrezzatura e le modalità sotto riportate:

PENETROMETRO DINAMICO PAGANI DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Massa battente	M = 63.5 Kg
Altezza di caduta	H = 75 cm
Avanzamento prefissato	δ = 20 cm
Superficie punta	A = 20 cm ²
Diametro punta	\varnothing = 50.46 cm
Numero colpi punta	N = N(20)

PROVA PENETROMETRICA n° 1 (certificato DPSH1)

La prova è stata effettuata sul margine della strada oggetto dell'intervento, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni. Non è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del perforo.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -3.4 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- *dal piano campagna sino a 2.0 m di profondità sono presenti depositi poco addensati riferibili a terreni di alterazione del complesso sabbioso limoso (NS.P.T.₃₀ = colpi 4);*

- da 2.0 m fino a 2.8 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, mediamente consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 17);
- da 2.8 m fino a 3.4 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, molto consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 47).

PROVA PENETROMETRICA n° 2 (certificato DPSH2)

La prova è stata effettuata sul margine della strada oggetto dell'intervento, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni. Non è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del perforo.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -7.2 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a 1.8 m di profondità sono presenti depositi poco addensati riferibili a terreni di alterazione del complesso sabbioso limoso (NS.P.T.₃₀ = colpi 6);
- da 1.8 m fino a 6.2 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, mediamente consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 18);
- da 6.2 m fino a 7.2 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, molto consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 53).

PROVA PENETROMETRICA n° 3 (certificato DPSH3)

La prova è stata effettuata sul margine della strada oggetto dell'intervento, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni. Non è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del perforo.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -10.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a 1.8 m di profondità sono presenti depositi poco addensati riferibili a terreni di alterazione del complesso sabbioso limoso (NS.P.T.₃₀ = colpi 10);
- da 1.8 m fino a 4.2 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, mediamente consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 8);
- da 4.2 m fino a 5.4 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 14);
- da 5.4 m fino a 8.6 m profondità sono presenti limi argillosi deb. sabbiosi di colore marrone, mediamente consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 9);
- da 8.6 m fino a 10.0 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, molto consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 18).

PROVA PENETROMETRICA n° 4 (certificato DPSH4)

La prova è stata effettuata sul margine della strada oggetto dell'intervento, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni. Non è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del perforo.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -9.0 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a 2.2 m di profondità sono presenti depositi poco addensati riferibili a terreni di alterazione del complesso sabbioso limoso (NS.P.T.₃₀ = colpi 4);
- da 2.2 m fino a 4.4 m profondità sono presenti sabbie limose con rari ciottoli di colore marrone, consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 6);
- da 4.4 m fino a 5.8 m profondità sono presenti limi argillosi deb. sabbiosi di colore marrone, mediamente consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 12);
- da 5.8 m fino a 9.0 m profondità sono presenti sabbie limose di colore marrone, molto consistenti (NS.P.T.₃₀ = colpi 20).

9.0 Caratterizzazione geotecnica dei materiali

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state effettuate due diverse tipologie di prove: prove SPT nel foro di sondaggio e prove con il pocket penetrometer sulle carote estratte; i risultati completi sono riportati in allegato nelle tabelle descrittive dei singoli sondaggi.

La correlazione dei dati ha consentito di verificare una buona omogeneità nella distribuzione latero-verticale dei litotipi presenti nell'area di frana.

Le Unità geotecniche e i rapporti stratigrafici individuati sono di seguito riportati per la fase di progettazione del consolidamento della strada Casalina . Ripabianca *(non sono arrivati i risultati delle prove di laboratorio sui due campioni indisturbati prelevati alla profondità rispettivamente di 3.5 m e 7.5 m).*

Dal punto di vista geotecnico sono state individuate cinque Unità Geotecniche.

Unità Geotecnica 1 = Limi sabbiosi debolmente argillosi da 0.0 m a 2.0 m.

$C_q = 0.0 \text{ KPa}$	$\varphi = 25^\circ \div 26^\circ$	$\gamma = 18.7 \text{ KN/m}^3$	$C_u = 16 \text{ KPa}$
-------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------

Si osserva come l'Unità 1, definita come limi sabbiosi deb. argillosi medio fini è caratterizzata da spessori compresi tra 1.8 m e 2.4 m e presenti una consistenza bassa. La caratterizzazione geomeccanica del deposito sabbioso è stata effettuata mediante comparazione dei valori di NSPT [$NSPT_{30} = 23 \text{ colpi da } 1.35 \text{ m a } 1.65 \text{ m}$] eseguiti in foro e delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH) che hanno fornito valori di resistenza medio-bassi.

Unità Geotecnica 2 = Sabbie limose da 2.0 m a 5.0 m.

$C_q = 0.0 \text{ KPa}$	$\varphi = 29^\circ \div 30^\circ$	$\gamma = 20.7 \text{ KN/m}^3$	$C_u = 150 \text{ KPa}$
-------------------------	------------------------------------	--------------------------------	-------------------------

Sabbie limose

L'Unità 2 comprende i terreni in facies fluvio-lacustre dove risulta predominante la componente sabbiosa; si rinviene a partire da 2.0 m fino a raggiungere la quota di 5.0 m dal piano campagna attuale riferito alla posizione delle prove eseguite

La caratterizzazione geomeccanica del deposito sabbioso limoso è stata effettuata direttamente mediante comparazione dei valori di NSPT [$NSPT_{30} = 36 \text{ colpi da } 3.65 \text{ m a } 3.95 \text{ m}$] eseguiti in foro e delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH). Si attendono i valori delle prove di laboratorio su campione indisturbato (S1C1).

Unità Geotecnica 3 = Limi sabbioso argillosi da 5.0 m a 7.5 m.

$C_q = 17 - 20 \text{ KPa}$	$\varphi = 22^\circ \div 24^\circ$	$\gamma = 21.09 \text{ KN/m}^3$	$C_u = 240 \text{ KPa}$
-----------------------------	------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

L'Unità 3, comprende i depositi fluvio-lacustri dove è predominante la componente limoso sabbiosa e in parte argillosa; è caratterizzata da una buona consistenza geomeccanica.

La caratterizzazione geomeccanica del deposito sabbioso limoso è stata effettuata mediante comparazione dei valori di NSPT [$NSPT_{30} = 38 \text{ colpi da } 6.15 \text{ m a } 6.45 \text{ m}$] eseguiti in foro e delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH).

Unità Geotecnica 4 = Sabbie limose da 7.5 m a 13.4 m.

$C_q = 0.0 \text{ KPa}$	$\varphi = 32^\circ \div 34^\circ$	$\gamma = 20.5 \text{ KN/m}^3$	$C_u = 60 \text{ KPa}$
-------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------

L'Unità 4 comprende i terreni in facies fluvio-lacustre dove risulta predominante la componente sabbiosa; si rinviene a partire da 7.5 m fino a raggiungere la quota di

13.4 m dal piano campagna attuale riferito alla posizione delle prove eseguite

La caratterizzazione geomeccanica del deposito sabbioso limoso è stata effettuata mediante comparazione dei valori di NSPT [$NSPT_{30} = 59$ colpi da 10.15 m a 10.45 m] --- [$NSPT_{30} = \text{Rif. colpi } 35/50-11\text{cm}$] eseguiti in foro e delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH). Si attendono i valori delle prove di laboratorio su campione indisturbato (S1C2).

Unità Geotecnica 5 = Limi sabbioso argillosi da 13.4 m a 15 m.

$Cq = 30 - 40 \text{ KPa}$	$\varphi = 25^\circ \div 26^\circ$	$\gamma = 20.7 \text{ KN/m}^3$	$Cu = 70 \text{ KPa}$
----------------------------	------------------------------------	--------------------------------	-----------------------

L'Unità 5, comprende i depositi fluvio-lacustri dove è predominante la componente limoso sabbiosa e argillosa; è caratterizzata da una notevole consistenza geomeccanica.

L'esecuzione di prove con Pocket Penetrometer su campioni estratti hanno permesso di indicare tale strato come terreno fortemente sovraconsolidato.

10.0 Analisi sismica

L'intervento in oggetto è relativo al progetto per la messa in sicurezza e consolidamento di un dissesto idrogeologico verificatosi sulla strada Casalina-Ripabianca nel comune di Deruta.

Lo studio geologico ha consentito di giungere alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in profondità dal punto di vista geomeccanico sia dal punto di vista geofisico come risposta alle sollecitazioni sismiche indotte mediante l'esecuzione di una campagna geognostica dettagliata; pertanto si è proceduto alla ricostruzione del profilo verticale delle velocità delle onde di taglio Vs e alla determinazione della velocità equivalente Vs30 per la definizione del sottosuolo tipo ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 ~~NTC08~~ Norme Tecniche per le Costruzioni+ e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n.617 del 2 febbraio 2009 ~~struzioni per l'applicazione~~ delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008+.

L'ordinanza O.P.C.M. N. 3274/03 contempla cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media (VS30) delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica N_{SPT} o dalla coesione non drenata C_u . La classificazione viene, quindi, effettuata principalmente sulla base del valore di VS30 valutato dalla seguente espressione:

$$VS30 = \frac{30}{\sum \left(\frac{h_i}{V_i} \right)}$$

con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato i -esimo degli N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo.

Le categorie definite sono:

[A] -Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m.

[B] -Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50 o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

[C] -Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < \text{NSPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

[D] -Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a media-mente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

[E] -Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione della azione sismica da considerare:

[S1] -Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di VS30 < 100 m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).

[S2] -Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

A tal fine è stata eseguita una indagine sismica M.A.S.W. (*Multichannel Analysys of Surface Waves*) metodo di analisi dei dati sismici che sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh e di Love) delle onde generate.

L'inversione del modello restituisce un valore **Vs30 equivalente di 378 m/s al**

P.C., che permette di classificare in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni come **Sottosuolo di Categoria B**.

TOMOGRAFIA SISMICA

Elaborazione indagine sismica a rifrazione, con acquisizione onde P e relativa elaborazione tomografica.

Sintetizzando si hanno allora 3 unità sismiche (oltre ai primi 2-3m superficiali):

- *unità di superficiale, di addensamento medio, con velocità sismica di <450 m/s; riconducibile al terreno vegetale e terreni limoso sabbiosi deb. argillosi scarsamente addensati. Spessore mediamente di 2.0 ó 4.0 m, con locali variazioni ad assottigliamento a inizio profilo.*
- *unità intermedia, di addensamento medio-elevato, con velocità sismica V_p di 500-950 m/s; identificabile in depositi addensati, abbastanza uniformi e di spessore di circa 5-6 m; tale spessore aumenta significativamente nella parte centrale e finale dell'allineamento sismico.*
- *unità di fondo, di consistenza alta e caratterizzata da $V_p > 1000$ m/s e letto posto ad una profondità superiore ai 25-30 m investigati; ipotizzabile trattasi di depositi molto addensati, compatti o cementati.*

FATTORE TOPOGRAFICO.

Le caratteristiche della superficie topografica possono essere assimilate alla seguente categoria:

T2 - Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ = 1.2

11.0 Tipologia degli interventi di stabilizzazione

Lo schema interpretativo proposto consente di affermare che l'evento franoso interessa i materiali di riporto e i terreni plio-pleistocenici sottostanti.

La tipologia degli interventi da realizzare tiene conto di diversi fattori:

- la presenza della importante via di comunicazione (Strada di via Casalina-Ripabianca);
- la litologia e lo spessore dei terreni interessati,
- la posizione marginale e le dimensioni contenute dell'area in dissesto,
- anomalie relative alla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Le opere di stabilizzazione previste sono state individuate sulla base dei risultati dell'indagine svolta ed in riferimento al meccanismo cinematico della frana in riferimento alla particolare situazione dove si posiziona infrastruttura (*strada a traffico sostenuto, presenza di una scarpata ripida a ridosso della strada verso valle*);

in particolare gli interventi previsti riducono la resistenza al taglio della parte mobilizzata (regimazione acque superficiali) e aumentano la resistenza al taglio dei materiali (realizzazione paratia).

Tali interventi consisteranno:

- 1) *riprofilatura e ricostituzione del profilo del terreno;*
- 2) *realizzazione a ridosso del tracciato stradale sulla banchina verso valle di una paratia di micropali estesa per una lunghezza di circa 35 m a partire dall'estremo di valle dei gabbioni esistenti. L'opera sarà disposta planimetricamente lungo il bordo di valle della strada comunale seguendone l'andamento altimetrico.*
- 3) *realizzazione canalette per la regimentazione delle acque superficiali al fine di evitare fenomeni di infiltrazione nella zona di distacco della frana. La regimazione delle acque meteoriche provenienti dalla porzione di monte della viabilità comunale verrà realizzata mediante il rifacimento dell'attraversamento stradale esistente in*

prossimità delle gabbionate attraverso la posa di una canaletta grigliata prefabbricata in calcestruzzo vibrocompresso di larghezza interna pari a 25 cm.

- 4) la realizzazione di un ciglio in c.a. gettato in opera al di sopra del cordolo della paratia alto 40 cm e largo 20 cm con la funzione di battuta per la raccolta delle acque di dilavamento della pavimentazione stradale;*
- 5) la realizzazione di una zanella in calcestruzzo gettata in opera di larghezza pari a 50 cm ed altezza media pari a 18 cm armata con rete elettrosaldata Ø6 10x10 estesa per tutta la lunghezza della paratia (circa 40 m);*
- 6) la posa in opera di una zanella alla francese in calcestruzzo prefabbricato in corrispondenza del ciglio di valle della viabilità comunale, a partire dal termine della paratia per una lunghezza di circa 47 m. Tale elemento sarà posato su un magrone di cemento di spessore minimo di 5 cm;*
- 7) la pulizia della cunetta di monte per una larghezza di circa 20 cm dal limite della carreggiata;*
- 8) la realizzazione di un attraversamento stradale mediante la posa di una tubazione in PeAD Ø250, allettata (per uno spessore minimo di 20 cm) e rinfiancata con misto stabilizzato in cemento;*
- 9) le acque di dilavamento così collettate verranno convogliate al fosso esistente mediante una tubazione in PeAD a doppia parete Ø315, allettata (per uno spessore di 20 cm) e rinfiancata con sabbia.*

Per una visione completa dell'intervento di stabilizzazione del fenomeno franoso si rimanda alla visione completa degli elaborati grafici di progetto.

La riduzione dei carichi idraulici porta di conseguenza alla diminuzione dei valori delle pressioni neutre nella porzione interna dell'area di frana, favorendo la fase di consolidazione dei terreni.

La fase finale prevede la regolazione e sistemazione della superficie

topografica della scarpata verso valle con sistemi di ingegneria naturalistica.

Il sistema potrà rimanere efficiente nel tempo se verranno adottati sistemi di controllo periodico e un programma di gestione e manutenzione delle opere idrauliche previste.

Gualdo Cattaneo li 02.05.2017

Dott. Giorgio Cerquiglini





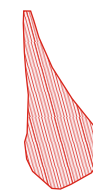
COMUNE DI DERUTA

Strada via Casalina -- Ripabianca

CARTA TECNICA REGIONALE

Elemento N° 323051 Ripabianca

LEGENDA

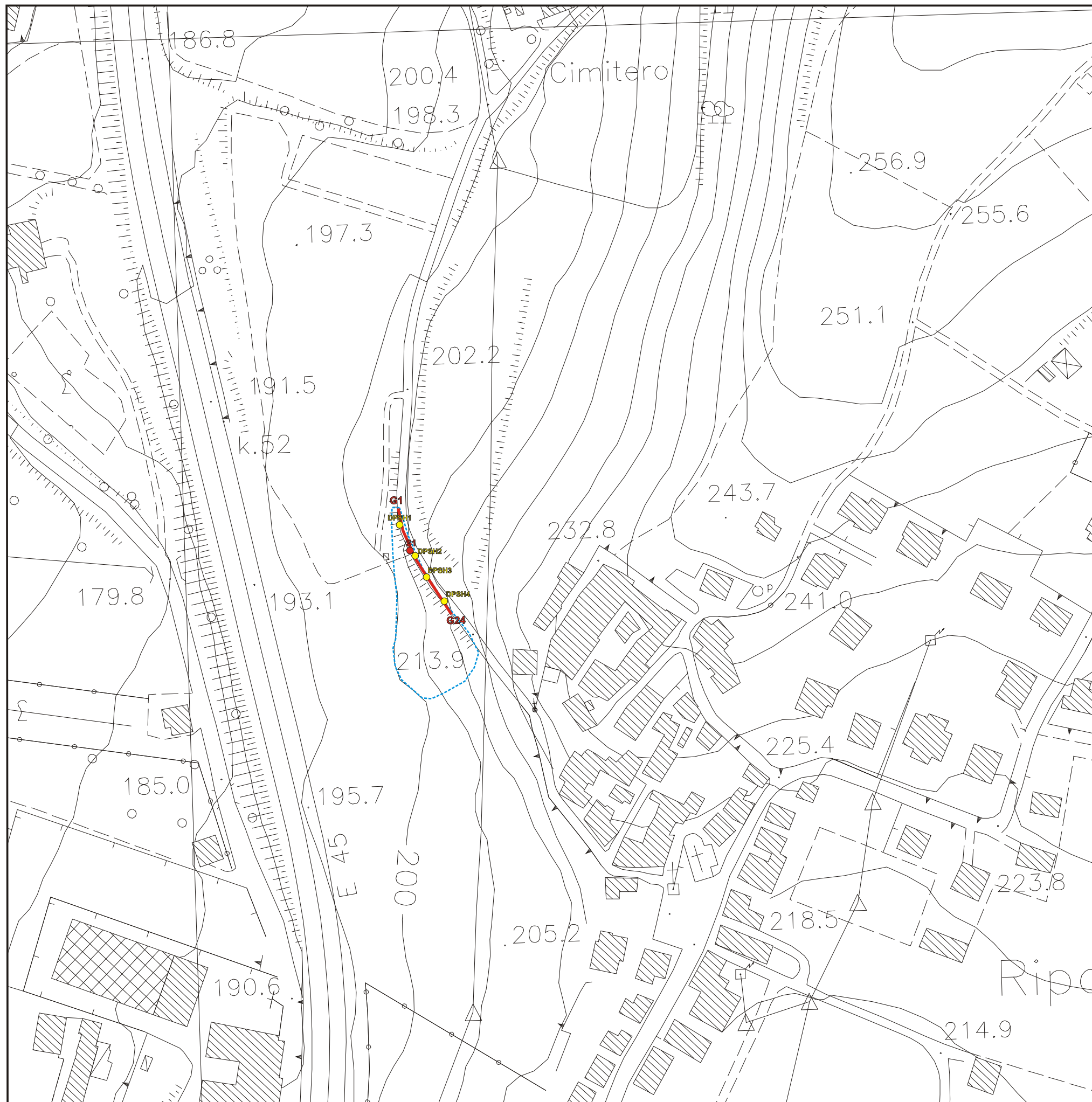


Area in dissesto idrogeologico



Via Casalina





COMUNE DI DERUTA

Strada via Casalina -- Ripabianca

CARTA TECNICA REGIONALE

Elemento N° 323051 Ripabianca

LEGENDA



Area in dissesto idrogeologico



Ubicazione sondaggio geognostico



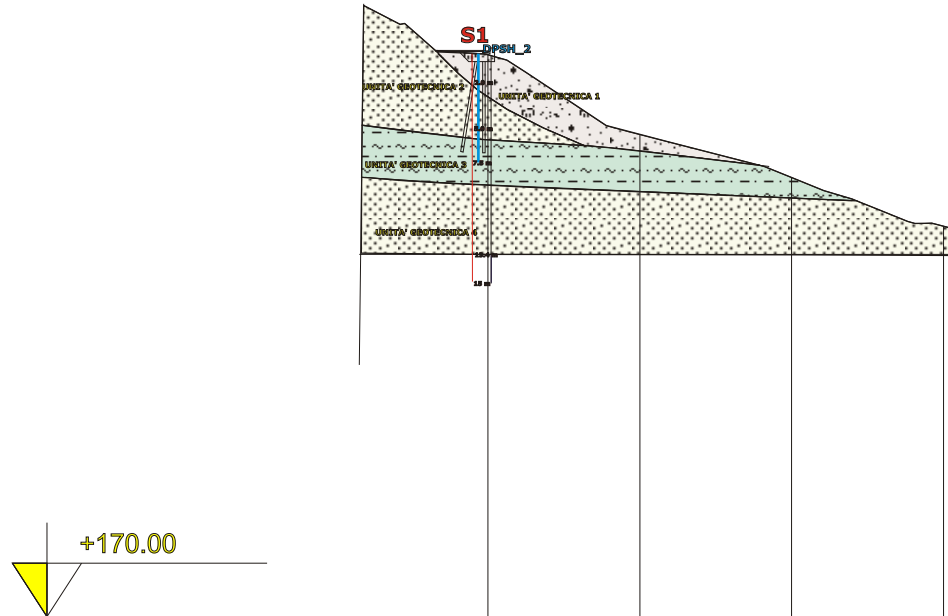
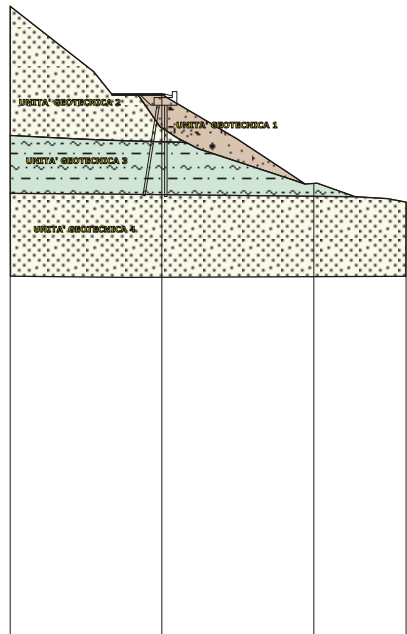
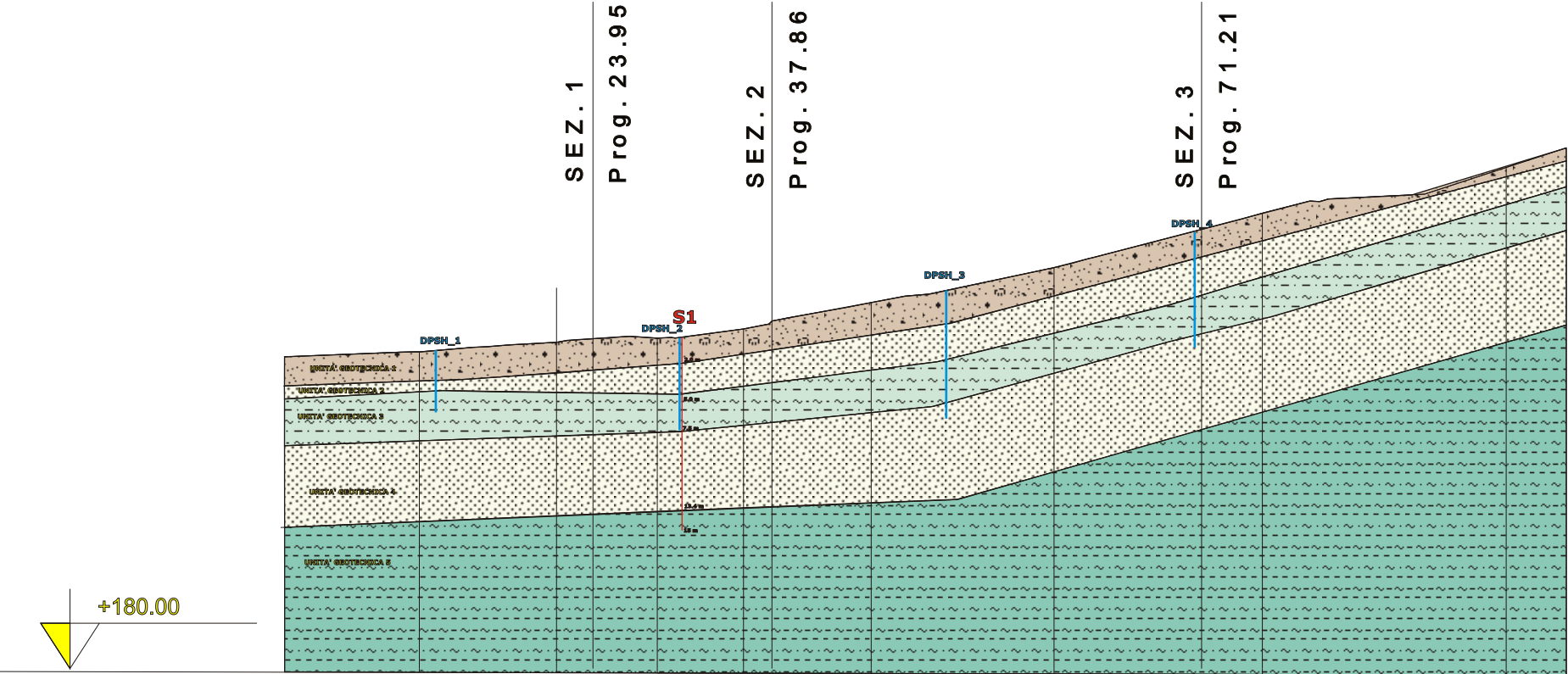
Ubicazione prove penetrometriche
dinamiche (DPSH)




Ubicazione Indagine sismica
(Masw + Tomografia)



PROFILO LONGITUDINALE E SEZIONI GEOTECNICHE




 **Limi sabbiosi deb. argillosi — Unità Geotecnica 1**
C = 0.0 KPa
Cu = 16 KPa
Y = 18.7 KN/mc
Phi = 25° - 26°

 **Sabbie limose ----- Unità Geotecnica 2**
C = 0.0 KPa
Cu = 150 KPa
Y = 20.7 KN/mc
Phi = 29° - 30°

 **Limi sabbioso-argillosi ---- Unità Geotecnica 3**
C = 17 - 20 KPa
Cu = 240 KPa
Y = 21.09 KN/mc
Phi = 22° - 24°

 **Sabbie limose — Unità Geotecnica 4**
C = 0.0 KPa
Cu = 60.0 KPa
Y = 20.5 KN/mc
Phi = 32° - 34°

 **Limi sabbioso-argillosi ----- Unità Geotecnica 5**
C = 30 - 40 KPa
Cu = 70 KPa
Y = 20.7 KN/mc
Phi = 25° - 26°

Riferimento: Indagini geognostiche strada Casalina-Ripabianca													Sondaggio: S1		
Località: Ripabianca - Comune di Deruta (PG)													Quota:		
Impresa esecutrice: Geotecnica Lavori S.r.l.													Data: 28 marzo 2017		
Coordinate:													Redattore: Dott. Adamo Felice		
Perforazione: 15 metri VERTICALE															
ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
101					1			3			7-9-14	23	23	0.1	Conglomerato bituminoso
														0.4	Materiale di riporto sottostradale
														1.2	Materiale di alterazione di natura sabbioso-limosa di colore marrone, con inclusi pochi clasti poligenici eterodimensionali.
														2.0	Limo debolmente argilloso di colore marroncino, con leggerissime sfumature di colore grigio-chiaro e anche rossastre di ossidazione.
														3.0	Sabbia debolmente limosa di colore marroncino con sfumature rossastre
														3.4	Livello di limo argilloso marroncino
														36	Sabbia limosa mediamente addensata di colore marroncino, con frequenti intercalazioni limo-sabbiose dello stesso colore. Presenza di leggere sfumature rossastre di ossidazione nei livelli più sabbiosi.
														5.6	Limo debolmente argilloso di colore grigio marroncino, con sottili intercalazioni limo-sabbiose ossidate di colore rossastro.
														7.5	Sabbia a tratti debolmente limosa di colore marroncino, con diffuse sfumature rossastre di ossidazione.
														10.0	Sabbia marroncina mediamente addensata
														13.4	Limo argilloso marroncino-rossastro con sfumature rosse e talvolta brune, con sottile livello di sabbia dello spessore di 10 cm da 13,70 a 13,80m.
														14.0	Limo argilloso colore marrone-grigio
														14.6	Limo argilloso marrone-grigio con sottili intercalazioni limo-sabbiose e sfumature rossastre e presenza di numerosi calcinelli di pochi mm di diametro.
														15.0	



- **GEOTECNICA**
- **PENETROMETRIE**
- **GEOFISICA**
- **PIANIFICAZIONE
INDAGINI**
- **MONITORAGGI
INCLINOMETRICI**
- **CAMPIONAMENTI**
- **GEORADAR**

- **DIREZIONE LAVORI**

**GEO.AP s.a.s. di Cresci & c.
CORCIANO (PG)
VIA SETTEMBRINI 15**

**P.I. 02693820546
CCIAA N. 234944**

**Cell. 347.6004574
tel. 075.9071956
fax. +39.178.2717248
geoap@pec.it
info@geoap.it
www.geoap.it**

**ELABORAZIONE INDAGINI
PENETROMETRICHE
DINAMICHE DPSH
SISMICA MASW
TOMOGRAFIA SISMICA IN Vp**

**DERUTA (PG)
STRADA RIPABIANCA-CASALINA
PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DI
ALCUNI TRATTI DELLA SCARPATA**

**COMMITTENTE :
COMUNE DI DERUTA – AREA LAVORI PUBBLICI

PIANIFICAZIONE INDAGINI E D.L.:
GEOL. CERQUIGLINI GIORGIO**

CORCIANO, 21.04.2017

**GEO.AP s.a.s. di Cresci & c.
Indagini geognostiche-geofisiche
Via Settembrini 15
06073 – Corciano (PG)
REA 234944 PG - P.I. 02693820546**

Elaborazione prove penetrometriche DPSH effettuate per la messa in sicurezza di alcuni tratti della scarpata lungo la Str. Ripabianca Casalina in loc. Casalina.

- N. 4 CPT di 29.6 m.l. eseguite con penetrometro cingolato Pagani TG 63-200.

Profondità raggiunte

- DPSH 1: 3.4 m.l., interrotta per rifiuto strumentale all'avanzamento.
- DPSH 2: 7.2 m.l., interrotta per rifiuto strumentale all'avanzamento.
- DPSH 3: 10.0 m.l., interrotta per raggiunta profondità significativa.
- DPSH 41: 9.0 m.l., interrotta per raggiunta profondità significativa.

Si certifica che la campagna d'indagini si è svolta regolarmente, senza problemi da segnalare e garantendo la massima verticalità della batteria di aste, secondo le normative vigenti e di seguito riportate. Le aste sono risultate asciutte e pulite in fase di estrazione.

Si ipotizza la presenza di una coltre superficiale eterogenea di riporto (sede stradale) seguita da alternanza di limi sabbiosi e sabbie limose, passanti a sabbie più addensate.

Note sull'elaborazione:

La seguente elaborazione si basa sulle note correlazioni empiriche tra N_{dpsh} - N_{spt} -profondità e/o q_c / f_s -profondità e fornisce una ricostruzione litostratigrafica non univoca ma derivante dalle informazioni acquisite dall'operatore in cantiere, ritenuta quindi la più verosimile.

I parametri geotecnici vengono forniti per i diversi autori, lasciando al committente la scelta di quelli ritenuti idonei; la sintesi fornita è puramente indicativa, la committenza ne valuterà la bontà e la necessità di utilizzarla.

La **GEO.AP** s.a.s. non si assume responsabilità per l'utilizzo di tali dati da parte di terzi.

PROVA ...DPSH_1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI
 19/04/2017
 3,40 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	41,21	48,22	2,06	2,41
0,40	3	0,851	24,61	28,93	1,23	1,45
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	2	0,836	14,90	17,82	0,75	0,89
1,40	3	0,833	22,26	26,73	1,11	1,34
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	6	0,826	44,18	53,47	2,21	2,67
2,00	9	0,823	66,02	80,20	3,30	4,01
2,20	10	0,820	67,92	82,82	3,40	4,14
2,40	12	0,817	81,21	99,38	4,06	4,97
2,60	13	0,764	82,28	107,66	4,11	5,38
2,80	14	0,761	88,28	115,94	4,41	5,80
3,00	25	0,709	146,73	207,04	7,34	10,35
3,20	32	0,656	162,38	247,54	8,12	12,38
3,40	39	0,603	182,04	301,69	9,10	15,08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,8	3,12	28,76	Incoerente - coesivo	1,7	1,87	0,15	1,46	4	A
2,8	11,6	97,2	Incoerente - coesivo	2,08	2,29	0,41	1,48	17	B
3,4	32	252,09	Incoerente - coesivo	2,5	2,5	0,59	1,49	47	C

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertman 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - A	4	1,80	0,25	0,50	0,15	0,16	0,39	0,86	0,36	0,73	0,20	0,50	0,50
[2] - B	17	2,80	1,15	2,13	1,00	0,67	1,68	2,92	1,46	1,80	0,85	2,62	2,13
[3] - C	47	3,40	3,17	5,88	0,00	1,66	4,70	7,56	3,52	5,09	2,35	7,79	5,88

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - A	4	1,80	18,35	60,00	42,59	50,00
[2] - B	17	2,80	78,00	--	175,18	170,00
[3] - C	47	3,40	215,64	--	481,16	470,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - A	4	1,80	25,60	40,00
[2] - B	17	2,80	175,10	170,00
[3] - C	47	3,40	520,10	470,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - A	4	1,80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - B	17	2,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - C	47	3,40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - A	4	1,80	Meyerhof	1,70
[2] - B	17	2,80	Meyerhof	2,08
[3] - C	47	3,40	Meyerhof	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - A	4	1,80	Meyerhof	1,87
[2] - B	17	2,80	Meyerhof	2,29
[3] - C	47	3,40	Meyerhof	2,50

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - A	4	1,80	19,79	45,48	54,3	18,12
[2] - B	17	2,80	44,41	82,18	83,75	46,5
[3] - C	47	3,40	66,88	100	100	77,9

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - A	4	1,80	4	28,14	21,14	29,12	31,32	31,25	0	<30	22,75	28,2	30,52	23,94
[2] - B	17	2,80	17	31,86	24,86	32,76	31,53	36,13	39,51	30-32	30,97	32,1	42,18	33,44
[3] - C	47	3,40	47	40,43	33,43	41,16	32,39	42,25	42	35-38	41,55	41,1	50,37	45,66

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - A	4	1,80	4	---	32,00	---	---	---
[2] - B	17	2,80	17	294,30	136,00	201,30	307,50	160,00
[3] - C	47	3,40	47	489,35	376,00	555,30	532,50	310,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - A	4	1,80	4	---	35,68	28,40	55,84
[2] - B	17	2,80	17	102,00	62,38	120,70	113,82
[3] - C	47	3,40	47	282,00	124,00	333,70	247,62

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - A	4	1,80	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - B	17	2,80	17	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - C	47	3,40	47	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - A	4	1,80	4	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - B	17	2,80	17	Meyerhof ed altri	1,93
[3] - C	47	3,40	47	Meyerhof ed altri	2,23

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - A	4	1,80	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - B	17	2,80	17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] - C	47	3,40	47	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,15

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - A	4	1,80	4	(A.G.I.)	0,35
[2] - B	17	2,80	17	(A.G.I.)	0,32
[3] - C	47	3,40	47	(A.G.I.)	0,26

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - A	4	1,80	4		---
[2] - B	17	2,80	17		---
[3] - C	47	3,40	47		---

PROVA ...DPSH_2

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

19/04/2017

Profondità prova

7,20 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	49,45	57,86	2,47	2,89
0,40	5	0,851	41,02	48,22	2,05	2,41
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,41
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	4	0,836	29,81	35,64	1,49	1,78
1,40	5	0,833	37,11	44,55	1,86	2,23
1,60	9	0,830	66,53	80,20	3,33	4,01
1,80	9	0,826	66,27	80,20	3,31	4,01
2,00	12	0,823	88,02	106,93	4,40	5,35
2,20	13	0,770	82,91	107,66	4,15	5,38
2,40	12	0,817	81,21	99,38	4,06	4,97
2,60	17	0,764	107,60	140,79	5,38	7,04
2,80	14	0,761	88,28	115,94	4,41	5,80
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	9	0,806	56,11	69,62	2,81	3,48
3,40	10	0,803	62,15	77,36	3,11	3,87
3,60	9	0,801	55,76	69,62	2,79	3,48
3,80	11	0,798	67,94	85,09	3,40	4,25
4,00	10	0,796	61,58	77,36	3,08	3,87
4,20	11	0,794	63,36	79,83	3,17	3,99
4,40	15	0,741	80,71	108,85	4,04	5,44
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	16	0,737	85,59	116,11	4,28	5,81
5,00	16	0,735	85,34	116,11	4,27	5,81
5,20	13	0,733	65,12	88,84	3,26	4,44
5,40	12	0,781	64,05	82,01	3,20	4,10
5,60	12	0,779	63,90	82,01	3,19	4,10
5,80	13	0,727	64,61	88,84	3,23	4,44

6,00	13	0,725	64,45	88,84	3,22	4,44
6,20	12	0,774	59,96	77,49	3,00	3,87
6,40	15	0,722	69,94	96,87	3,50	4,84
6,60	16	0,720	74,43	103,33	3,72	5,17
6,80	31	0,619	123,87	200,19	6,19	10,01
7,00	37	0,617	147,47	238,94	7,37	11,95
7,20	38	0,616	143,19	232,59	7,16	11,63

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	4,5	42,3	Incoerente - coesivo	1,81	1,89	0,13	1,46	6	A
6,6	12,31	92,3	Incoerente - coesivo	2,09	2,3	0,8	1,49	18	B
7,2	35,33	223,91	Incoerente - coesivo	2,5	2,5	1,42	1,51	53	C

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - A	6	1,40	0,38	0,75	0,25	0,24	0,59	1,27	0,54	0,88	0,30	0,89	0,75
[2] - B	18	6,60	1,22	2,25	1,00	0,70	1,78	2,77	1,54	1,90	0,90	2,23	2,25
[3] - C	53	7,20	3,58	6,63	0,00	1,84	5,31	6,72	3,85	5,89	2,65	8,18	6,63

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - A	6	1,40	27,53	--	62,99	75,00
[2] - B	18	6,60	82,58	--	185,38	180,00
[3] - C	53	7,20	243,16	--	542,36	530,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - A	6	1,40	48,60	60,00
[2] - B	18	6,60	186,60	180,00
[3] - C	53	7,20	589,10	530,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - A	6	1,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - B	18	6,60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - C	53	7,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - A	6	1,40	Meyerhof	1,81
[2] - B	18	6,60	Meyerhof	2,09
[3] - C	53	7,20	Meyerhof	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - A	6	1,40	Meyerhof	1,89
[2] - B	18	6,60	Meyerhof	2,30
[3] - C	53	7,20	Meyerhof	2,50

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - A	6	1,40	27,84	56,57	69,25	23,45
[2] - B	18	6,60	39,35	72,82	72,32	48,14
[3] - C	53	7,20	57,08	100	100	82,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - A	6	1,40	6	28,71	21,71	29,68	32,39	32,09	0	<30	24,49	28,8	34,16	25,95
[2] - B	18	6,60	18	32,14	25,14	33,04	30,18	36,45	38,19	30-32	31,43	32,4	41,21	33,97
[3] - C	53	7,20	53	42,14	35,14	42,84	30,68	42,61	42	>38	43,2	42,9	48,28	47,56

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - A	6	1,40	6	---	48,00	---	---	---
[2] - B	18	6,60	18	302,84	144,00	213,10	315,00	165,00
[3] - C	53	7,20	53	519,65	424,00	626,10	577,50	340,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - A	6	1,40	6	---	39,79	42,60	64,76
[2] - B	18	6,60	18	108,00	64,44	127,80	118,28
[3] - C	53	7,20	53	318,00	136,33	376,30	274,38

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - A	6	1,40	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - B	18	6,60	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - C	53	7,20	53	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - A	6	1,40	6	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - B	18	6,60	18	Meyerhof ed altri	1,95
[3] - C	53	7,20	53	Meyerhof ed altri	2,25

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - A	6	1,40	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - B	18	6,60	18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
[3] - C	53	7,20	53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - A	6	1,40	6	(A.G.I.)	0,34
[2] - B	18	6,60	18	(A.G.I.)	0,32
[3] - C	53	7,20	53	(A.G.I.)	0,25

PROVA ...DPSH_3

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI
 19/04/2017
 10,00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	11	0,855	90,66	106,08	4,53	5,30
0,40	13	0,801	100,39	125,36	5,02	6,27
0,60	11	0,847	89,85	106,08	4,49	5,30
0,80	9	0,843	73,19	86,79	3,66	4,34
1,00	7	0,840	56,69	67,50	2,83	3,38
1,20	11	0,836	81,97	98,02	4,10	4,90
1,40	4	0,833	29,69	35,64	1,48	1,78
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	6	0,823	44,01	53,47	2,20	2,67
2,20	6	0,820	40,75	49,69	2,04	2,48
2,40	6	0,817	40,60	49,69	2,03	2,48
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	6	0,806	37,41	46,41	1,87	2,32
3,40	7	0,803	43,50	54,15	2,18	2,71
3,60	9	0,801	55,76	69,62	2,79	3,48
3,80	7	0,798	43,23	54,15	2,16	2,71
4,00	8	0,796	49,26	61,88	2,46	3,09
4,20	8	0,794	46,08	58,06	2,30	2,90
4,40	11	0,791	63,18	79,83	3,16	3,99
4,60	10	0,789	57,27	72,57	2,86	3,63
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	14	0,735	74,68	101,60	3,73	5,08
5,20	14	0,733	70,13	95,68	3,51	4,78
5,40	10	0,781	53,38	68,34	2,67	3,42
5,60	7	0,779	37,27	47,84	1,86	2,39
5,80	7	0,777	37,18	47,84	1,86	2,39
6,00	7	0,775	37,10	47,84	1,85	2,39
6,20	9	0,774	44,97	58,12	2,25	2,91
6,40	8	0,772	39,88	51,66	1,99	2,58
6,60	6	0,770	29,85	38,75	1,49	1,94
6,80	5	0,769	24,82	32,29	1,24	1,61
7,00	6	0,767	29,73	38,75	1,49	1,94
7,20	5	0,766	23,43	30,60	1,17	1,53
7,40	6	0,764	28,06	36,73	1,40	1,84
7,60	6	0,763	28,01	36,73	1,40	1,84
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53
8,00	7	0,760	32,56	42,85	1,63	2,14
8,20	7	0,759	30,89	40,72	1,54	2,04
8,40	8	0,757	35,24	46,54	1,76	2,33
8,60	8	0,756	35,18	46,54	1,76	2,33
8,80	10	0,755	43,90	58,17	2,20	2,91
9,00	14	0,703	57,29	81,44	2,86	4,07
9,20	11	0,752	45,86	60,97	2,29	3,05
9,40	14	0,701	54,40	77,59	2,72	3,88
9,60	12	0,750	49,88	66,51	2,49	3,33
9,80	12	0,749	49,80	66,51	2,49	3,33
10,00	13	0,698	50,27	72,05	2,51	3,60

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	9,43	89,35	Incoerente - coesivo	2,04	2,24	0,14	1,46	13	R
3,4	6	49,92	Incoerente - coesivo	1,9	1,91	0,48	1,48	8	A
6,4	9,47	67,29	Incoerente - coesivo	2,05	2,25	0,97	1,5	14	B
8,6	6,27	38,28	Incoerente - coesivo	1,94	2,13	1,49	1,51	9	A
10	12,29	69,03	Incoerente - coesivo	2,09	2,3	1,85	1,52	18	B

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - R	13	1,40	0,88	1,63	0,50	0,52	1,28	2,68	1,14	1,45	0,65	2,12	1,63
[2] - A	8	3,40	0,54	1,00	0,25	0,32	0,78	1,50	0,71	1,04	0,40	0,97	1,00
[3] - B	14	6,40	0,95	1,75	0,50	0,55	1,38	2,02	1,22	1,54	0,70	1,56	1,75
[4] - A	9	8,60	0,61	1,13	0,50	0,36	0,88	1,15	0,80	1,12	0,45	0,42	1,13
[5] - B	18	10,00	1,22	2,25	1,00	0,70	1,78	2,07	1,54	1,90	0,90	1,72	2,25

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - R	13	1,40	59,64	--	134,38	130,00
[2] - A	8	3,40	36,70	--	83,39	100,00
[3] - B	14	6,40	64,23	--	144,58	140,00
[4] - A	9	8,60	41,29	--	93,59	112,50
[5] - B	18	10,00	82,58	--	185,38	180,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato(m)	Schultze	Apollonia
[1] - R	13	1,40	129,10	130,00
[2] - A	8	3,40	71,60	80,00
[3] - B	14	6,40	140,60	140,00
[4] - A	9	8,60	83,10	90,00
[5] - B	18	10,00	186,60	180,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato(m)	Correlazione	Classificazione
[1] - R	13	1,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - A	8	3,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - B	14	6,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] - A	9	8,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - B	18	10,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - R	13	1,40	Meyerhof	2,04
[2] - A	8	3,40	Meyerhof	1,90
[3] - B	14	6,40	Meyerhof	2,05
[4] - A	9	8,60	Meyerhof	1,94
[5] - B	18	10,00	Meyerhof	2,09

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo(t/m³)
[1] - R	13	1,40	Meyerhof	2,24
[2] - A	8	3,40	Meyerhof	1,91
[3] - B	14	6,40	Meyerhof	2,25
[4] - A	9	8,60	Meyerhof	2,13
[5] - B	18	10,00	Meyerhof	2,30

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - R	13	1,40	43,9	82,48	97,12	39,24
[2] - A	8	3,40	27,29	54,78	56,19	28,4
[3] - B	14	6,40	31,74	60,75	60,86	41,17
[4] - A	9	8,60	18,34	42,53	44,04	30,74
[5] - B	18	10,00	28,27	55,75	57,97	48,14

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck- Hanson - Thornbu- rn- Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmer- tmann (1977) Sabbie	Mitchel l & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI CATION)	Japanes e Nation al Railwa y	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - R	13	1,40	13	30,71	23,71	31,64	33,38	34,77	39,55	30-32	28,96	30,9	40,85	31,12
[2] - A	8	3,40	8	29,29	22,29	30,24	29,98	32,89	0	<30	25,95	29,4	35,35	27,65
[3] - B	14	6,40	14	31	24	31,92	29,33	35,13	36,51	30-32	29,49	31,2	38,34	31,73
[4] - A	9	8,60	9	29,57	22,57	30,52	27,69	33,29	0	<30	26,62	29,7	32,5	28,42
[5] - B	18	10,00	18	32,14	25,14	33,04	28,34	36,45	35,81	30-32	31,43	32,4	37,19	33,97

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - R	13	1,40	13	257,36	104,00	154,10	277,50	140,00
[2] - A	8	3,40	8	---	64,00	95,10	---	---
[3] - B	14	6,40	14	267,08	112,00	165,90	285,00	145,00
[4] - A	9	8,60	9	---	72,00	106,90	---	---
[5] - B	18	10,00	18	302,84	144,00	213,10	315,00	165,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - R	13	1,40	13	78,00	54,17	92,30	95,98
[2] - A	8	3,40	8	---	43,90	56,80	73,68
[3] - B	14	6,40	14	84,00	56,22	99,40	100,44
[4] - A	9	8,60	9	---	45,95	63,90	78,14
[5] - B	18	10,00	18	108,00	64,44	127,80	118,28

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - R	13	1,40	13	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - A	8	3,40	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - B	14	6,40	14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - A	9	8,60	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[5] - B	18	10,00	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - R	13	1,40	13	Meyerhof ed altri	1,82
[2] - A	8	3,40	8	Meyerhof ed altri	1,66
[3] - B	14	6,40	14	Meyerhof ed altri	1,85
[4] - A	9	8,60	9	Meyerhof ed altri	1,70
[5] - B	18	10,00	18	Meyerhof ed altri	1,95

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - R	13	1,40	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[2] - A	8	3,40	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[3] - B	14	6,40	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[4] - A	9	8,60	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[5] - B	18	10,00	18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - R	13	1,40	13	(A.G.I.)	0,33
[2] - A	8	3,40	8	(A.G.I.)	0,34
[3] - B	14	6,40	14	(A.G.I.)	0,33
[4] - A	9	8,60	9	(A.G.I.)	0,34
[5] - B	18	10,00	18	(A.G.I.)	0,32

PROVA ...DPSH_4

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

19/04/2017

Profondità prova

9,00 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	3	0,855	24,72	28,93	1,24	1,45
0,40	5	0,851	41,02	48,22	2,05	2,41
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	2	0,836	14,90	17,82	0,75	0,89
1,40	2	0,833	14,84	17,82	0,74	0,89
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	4	0,820	27,17	33,13	1,36	1,66
2,40	5	0,817	33,84	41,41	1,69	2,07
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	5	0,811	33,60	41,41	1,68	2,07
3,00	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	7	0,806	43,64	54,15	2,18	2,71
3,40	9	0,803	55,93	69,62	2,80	3,48
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	7	0,796	43,10	54,15	2,16	2,71
4,20	7	0,794	40,32	50,80	2,02	2,54
4,40	6	0,791	34,46	43,54	1,72	2,18
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	8	0,787	45,70	58,06	2,28	2,90
5,00	7	0,785	39,88	50,80	1,99	2,54
5,20	10	0,783	53,51	68,34	2,68	3,42
5,40	9	0,781	48,04	61,51	2,40	3,08
5,60	7	0,779	37,27	47,84	1,86	2,39
5,80	11	0,777	58,43	75,18	2,92	3,76
6,00	14	0,725	69,41	95,68	3,47	4,78
6,20	15	0,724	70,11	96,87	3,51	4,84
6,40	17	0,722	79,27	109,78	3,96	5,49
6,60	15	0,720	69,78	96,87	3,49	4,84
6,80	20	0,719	92,83	129,16	4,64	6,46
7,00	25	0,667	107,71	161,45	5,39	8,07
7,20	24	0,666	97,78	146,90	4,89	7,35
7,40	13	0,714	56,83	79,57	2,84	3,98
7,60	10	0,763	46,68	61,21	2,33	3,06

7,80	18	0,711	78,37	110,18	3,92	5,51
8,00	20	0,710	86,91	122,42	4,35	6,12
8,20	17	0,709	70,07	98,89	3,50	4,94
8,40	21	0,657	80,29	122,16	4,01	6,11
8,60	19	0,706	78,03	110,53	3,90	5,53
8,80	22	0,655	83,79	127,98	4,19	6,40
9,00	23	0,653	87,44	133,80	4,37	6,69

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,8	3,12	29,31	Incoerente - coesivo	1,9	1,91	0,17	1,46	4	A
5,6	6,79	51,4	Incoerente - coesivo	2,12	2,22	0,74	1,49	10	B'
8	16,83	107,11	Incoerente - coesivo	2,12	2,22	1,4	1,51	25	c'

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH_4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - A	4	1,80	0,25	0,50	0,15	0,16	0,39	0,88	0,36	0,73	0,20	0,47	0,50
[2] - B'	10	5,60	0,68	1,25	0,50	0,40	0,98	1,54	0,89	1,20	0,50	0,94	1,25
[3] - c'	25	8,00	1,69	3,13	1,00	0,95	2,48	3,21	2,07	2,57	1,25	3,25	3,13

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - A	4	1,80	18,35	60,00	42,59	50,00
[2] - B'	10	5,60	45,88	--	103,79	125,00
[3] - c'	25	8,00	114,70	--	256,78	250,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - A	4	1,80	25,60	40,00
[2] - B'	10	5,60	94,60	100,00
[3] - c'	25	8,00	267,10	250,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato(m)	Correlazione	Classificazione
[1] - A	4	1,80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - B'	10	5,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - c'	25	8,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - A	4	1,80	Meyerhof	1,70
[2] - B'	10	5,60	Meyerhof	1,97
[3] - c'	25	8,00	Meyerhof	2,12

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - A	4	1,80	Meyerhof	1,87
[2] - B'	10	5,60	Meyerhof	2,17
[3] - c'	25	8,00	Meyerhof	2,22

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - A	4	1,80	19,47	45	52,74	18,12
[2] - B'	10	5,60	27,86	55,25	55,58	32,99
[3] - c'	25	8,00	39,23	72,42	72,97	57,96

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - A	4	1,80	4	28,14	21,14	29,12	31,08	31,25	0	<30	22,75	28,2	30,45	23,94
[2] - B'	10	5,60	10	29,86	22,86	30,8	29,37	33,67	0	<30	27,25	30	36,27	29,14
[3] - c'	25	8,00	25	34,14	27,14	35	29,48	38,47	38,14	30-32	34,36	34,5	41,77	37,36

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - A	4	1,80	4	---	32,00	---	---	---
[2] - B'	10	5,60	10	225,72	80,00	118,70	---	---
[3] - c'	25	8,00	25	356,89	200,00	295,70	367,50	200,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - A	4	1,80	4	---	35,68	28,40	55,84
[2] - B'	10	5,60	10	---	48,00	71,00	82,60
[3] - c'	25	8,00	25	150,00	78,82	177,50	149,50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - A	4	1,80	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - B'	10	5,60	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - c'	25	8,00	25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - A	4	1,80	4	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - B'	10	5,60	10	Meyerhof ed altri	1,73
[3] - c'	25	8,00	25	Meyerhof ed altri	2,08

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - A	4	1,80	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - B'	10	5,60	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - c'	25	8,00	25	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,01

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - A	4	1,80	4	(A.G.I.)	0,35
[2] - B'	10	5,60	10	(A.G.I.)	0,33
[3] - c'	25	8,00	25	(A.G.I.)	0,3

Elaborazione indagine sismica M.A.S.W. con tomografia Vp, effettuata in Casalina

La finalità dell'intervento è quella di determinare la velocità delle onde di taglio "SH" nei primi 30 m di profondità dei terreni interessati dal progetto.

A tale scopo è stata effettuata una stesa di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz, posti ad interasse costante di 2.0 m e con energizzazione tramite massa battente di 8 kg.

Per ottenere un dato attendibile, compatibilmente con lo spazio disponibile, sono state effettuate varie registrazioni a 10, 5 e 4 m dai geofoni estremi (energizzazione "diretta" ed "inversa").

Successivamente sono state effettuate 9 energizzazioni verticali per la tomografia sismica

In fase di elaborazione sono stati selezionati 2 scoppi, i risultati riportati tengono conto del modello migliore ricavato. Nelle immagini seguenti si osserva come nel file di acquisizione sia stata selezionata la finestra (in grigio, muting) delle onde superficiali, trascurando il rumore ambientale e la rifrazione.

Il modello iniziale è stato tarato con i dati emersi dalle penetrometrie effettuate nel lotto ed ha portato ad un errore finale medio ($\sim 7\%$).

Note sulla metodologia d'intervento

Lo studio delle onde superficiali (Rayleigh) con acquisitore multicanale (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette la stima della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, così come richiesto dalle NTC (euro codici), poiché si assume che $V_{sh} \cdot 0.9 = V_{Ray}$.

Operativamente si dispongono sul terreno dei sensori (geofoni) lungo i profili da indagare e si sollecita il terreno in posizioni e predeterminate a lungo i profili stessi.

I dati acquisiti vengono trasformati nel dominio della frequenza e si ricava quindi la curva di distribuzione sperimentale V_{fase} -frequenza; questa viene paragonata a quella teorica e quindi le due vengono fatte convergere (successive iterazioni) in modo da ricavare il modello medio più attendibile. Per modello medio si intende la curva che meglio approssima (giustifica) la stratigrafia "sismica" locale ed il relativo profilo di velocità.

È stato quindi realizzato un profilo sismico costituito da una stesa di 24 geofoni (verticali da 4.5 Hz delle "GEOSPACE") equispaziati di metri 2.0; la registrazione degli impulsi sismici è stata effettuata con un sismografo digitale ECHO 12-24 2002 della "AMBROGEO", ad incremento di segnale ed il T_0 è stato ottenuto con trigger meccanico.

L'energizzazione è avvenuta mediante colpi di massa battente da 8 kg su piattello metallico.

Elaborazione dati mediante SURFACE DELLA GEOGIGA.

Analisi dei risultati

Secondo la procedura descritta sinteticamente in precedenza, è stato ricavato il profilo di velocità equivalente medio dello stendimento (allegato) e sono state identificate 5 unità (strati) sismiche (si precisa che le unità sismiche, proprio per la modalità di determinazione, differiscono solitamente da quelle stratigrafiche ma forniscono la corretta velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio nei terreni investigati). Nella tabella seguente vengono riassunte le velocità sismiche ricavate:

UNITA' SISMICHE	SPESSORE	PROFONDITA'	Vs (m/s)
Unità 1	1.3	0-1.3	107
Unità 2	2.2	1.3-3.5	244
Unità 3	3.8	3.5-7.3	350
Unità 4	13.7	7.3-21.0	432
Unità 5	---	>21	578

CALCOLO Vs30:

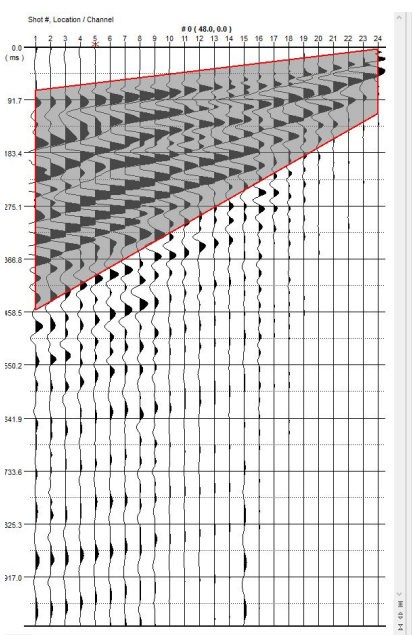
Il passo successivo è stato quello di determinare la Vs30 equivalente del profilo, partendo dal piano campagna attuale :

$$Vs30_{p.c.} = 378 \text{ m/s}$$

$$Vs30 \text{ (m/s)} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}} \quad \text{con } h_i = \text{spessore } i\text{-esimo strato}$$

$V_i = \text{velocità onda di taglio nell' } i\text{-esimo strato}$

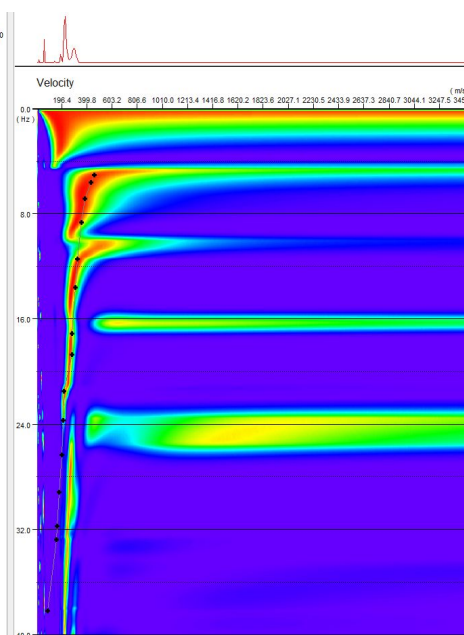
DATI ACQUISITI
(CON FINESTRA DATI UTILIZZATI IN GRIGIO)



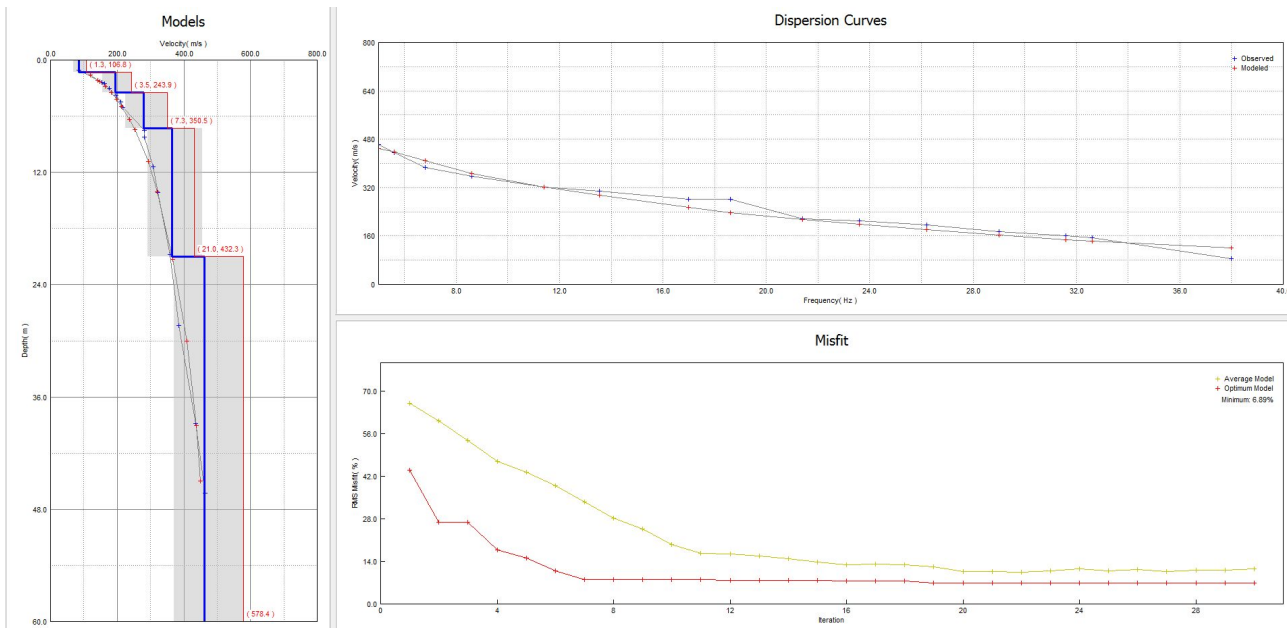
CURVA VELOCITA'-PROFONDITA'



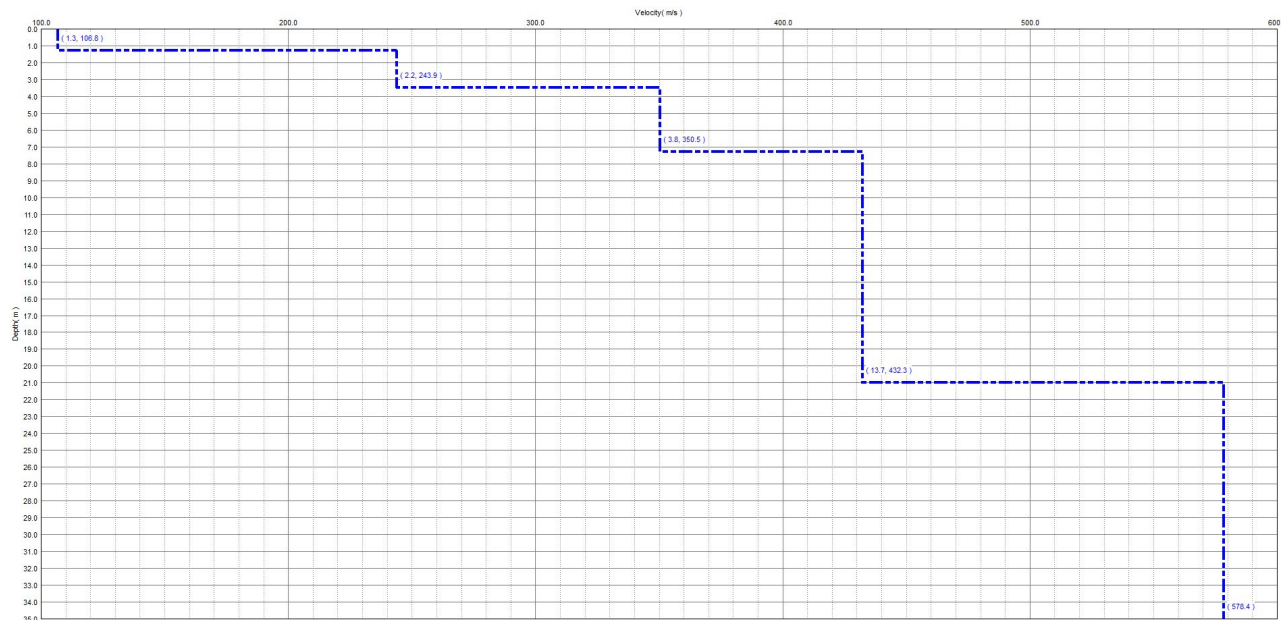
CURVA DI DISPERSIONE F-V CON PICKING



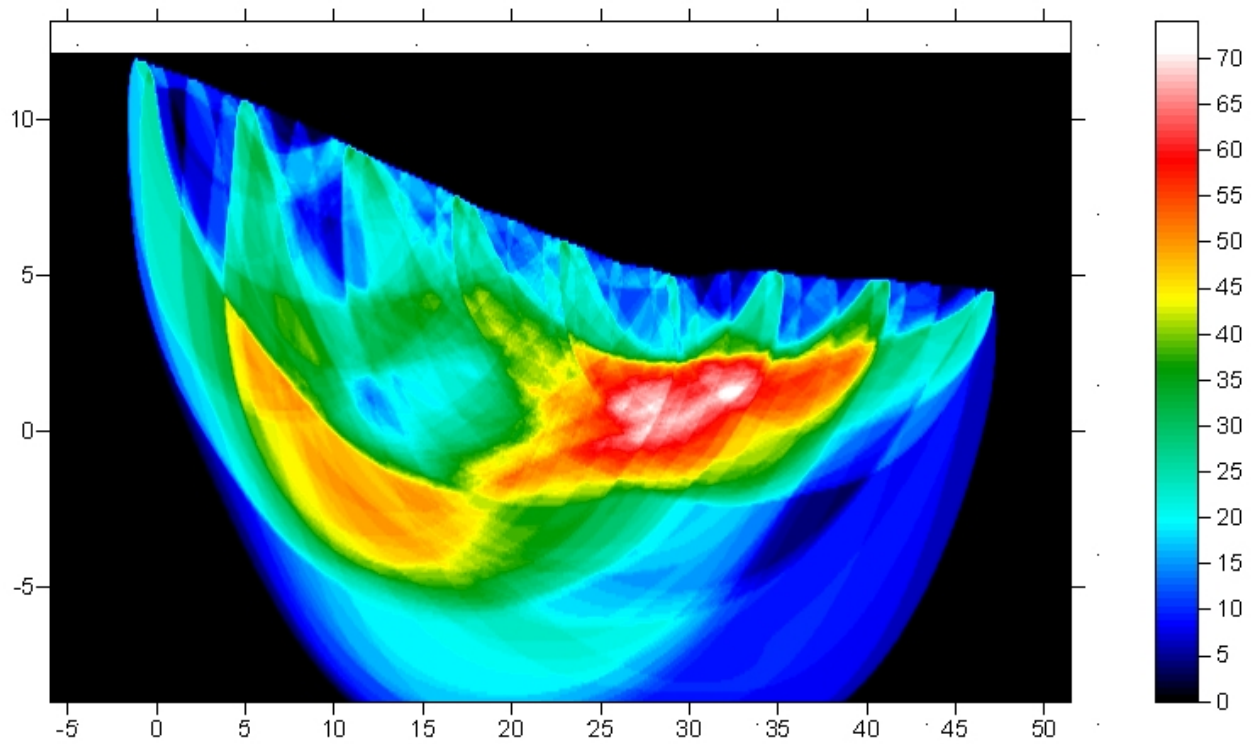
**SOVRAPPOSIZIONE DI:
MODELLO DI VELOCITA' MISURATO (BLU) E CALCOLATO (ROSSO)
CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (MODELLO INIZIALE) E CALCOLATA (MODELLO FINALE)
ERRORE TRA MODELLO MEDIO ED OTTIMALE (7%) COL PROCEDERE DELLE ITERAZIONI.**



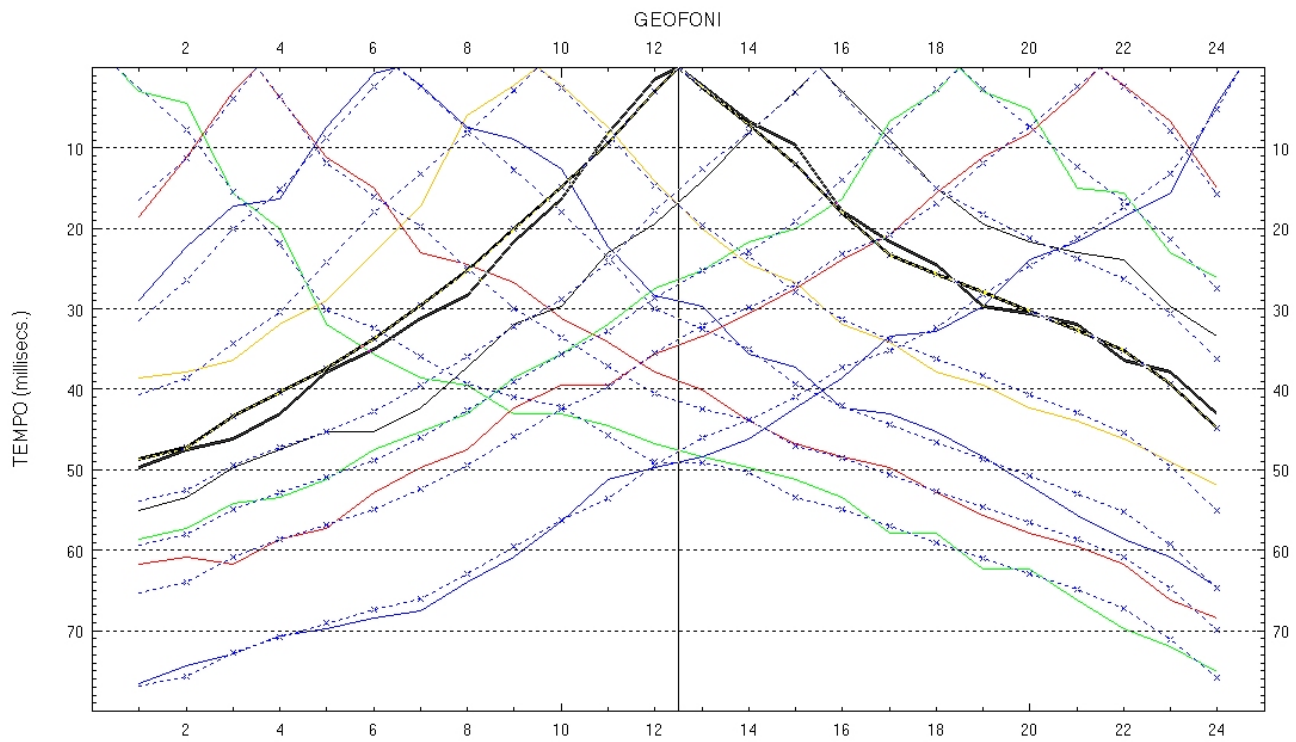
PROFILO DI VELOCITA' Vs E Vs30
Tra parentesi, nell'ordine : spessore strati, velocità.



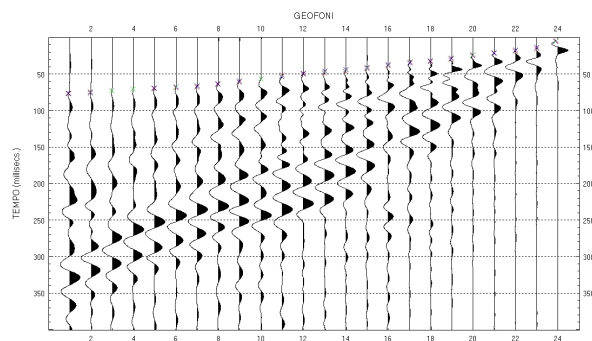
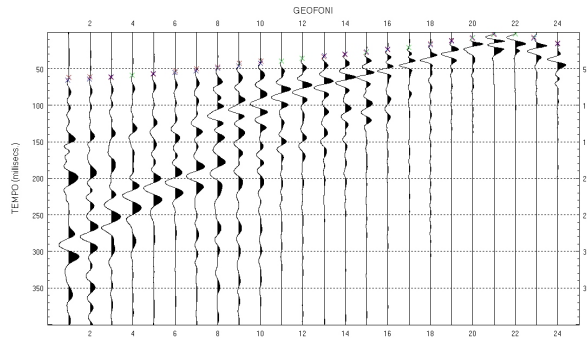
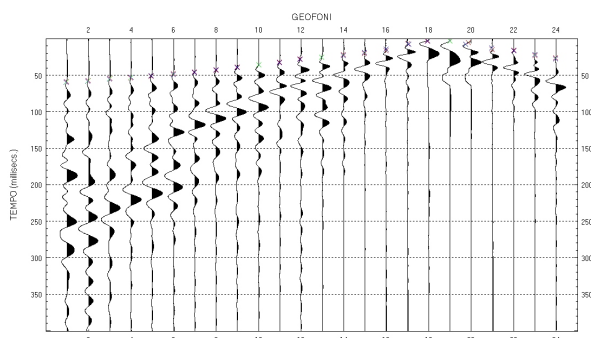
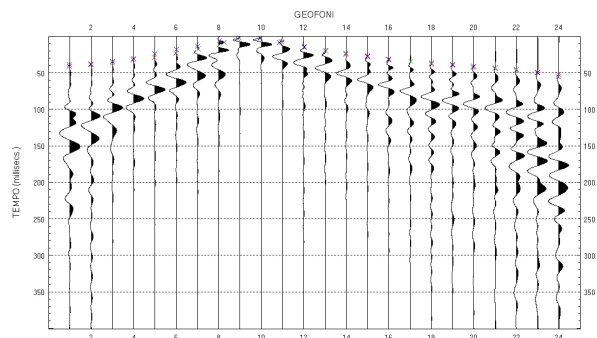
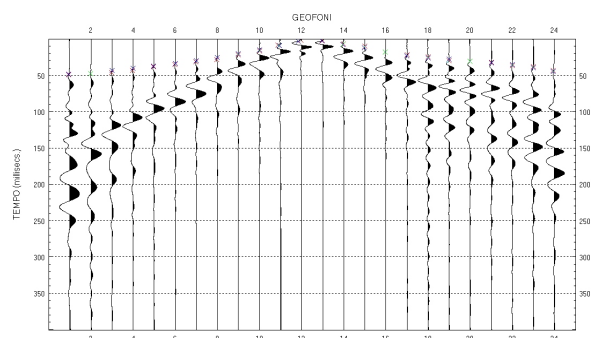
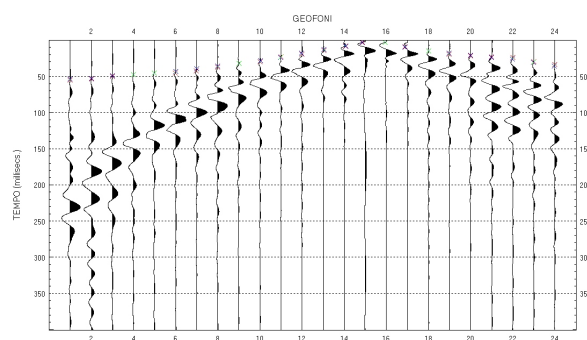
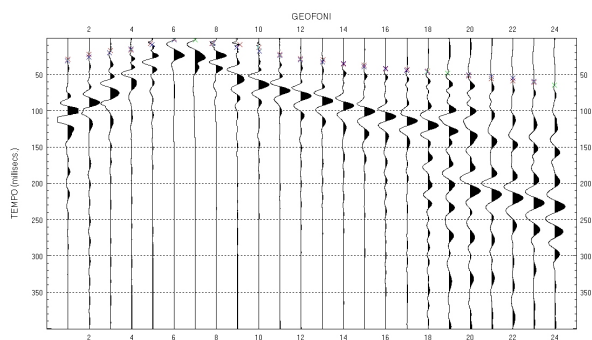
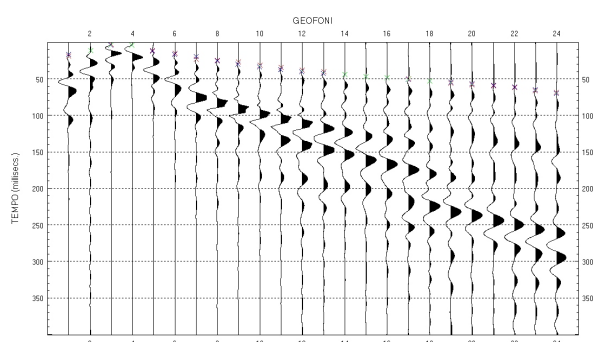
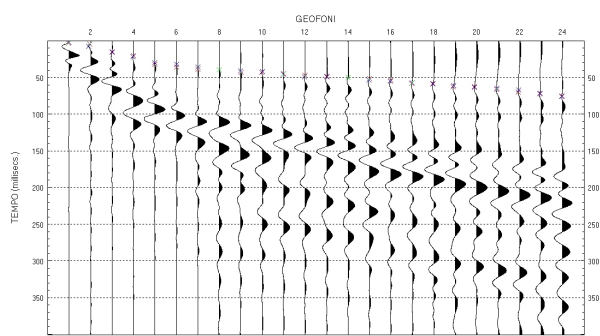
DENSITA' – PERCOSRO RAGGI



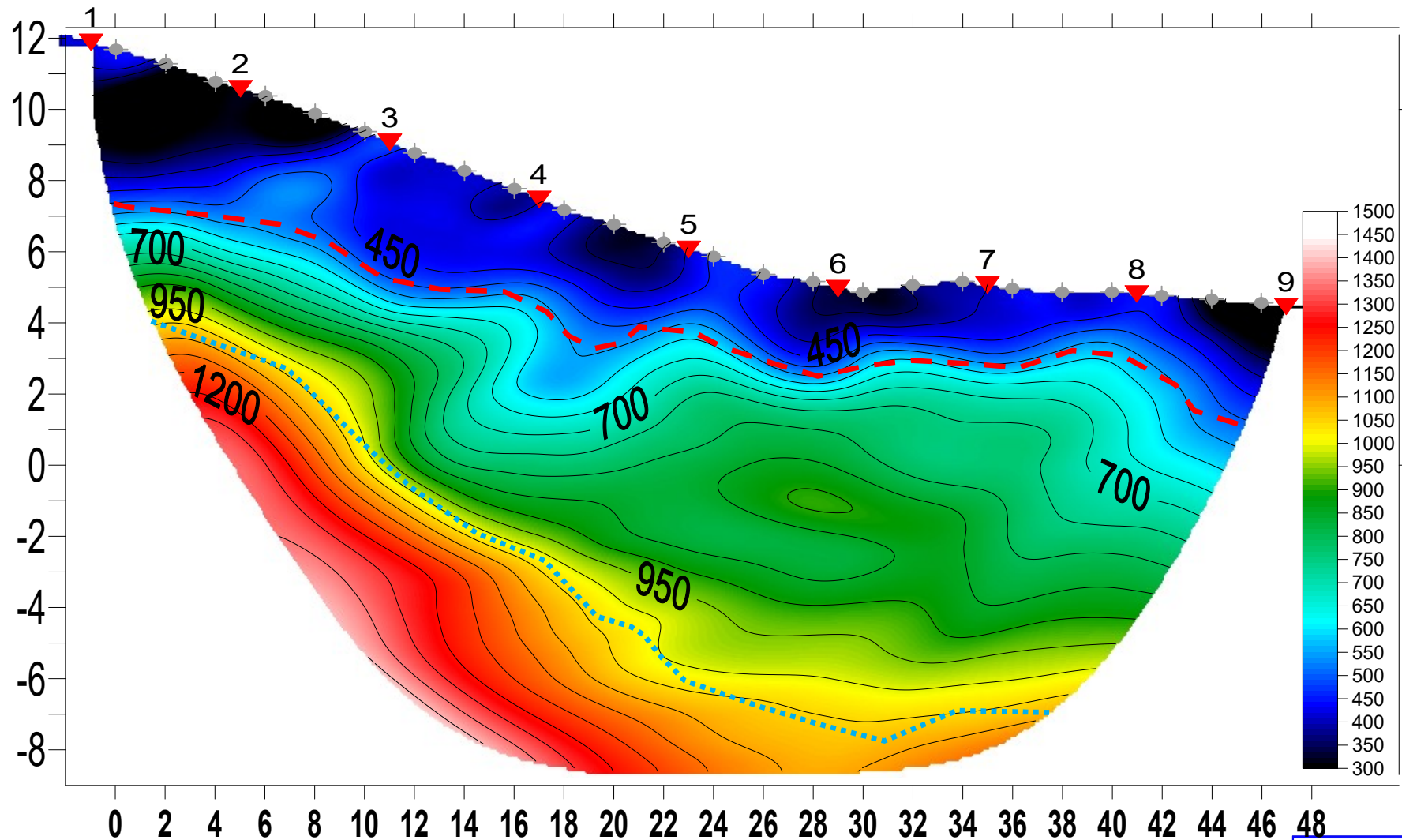
DROMOCRONE



SISMOGRAMMI CON PICKING PRIMI ARRIVI



SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA IN ONDE P



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI



ACQUISIZIONE



ENERGIZZAZIONE



ALLINEAMENTO GEOFONICO



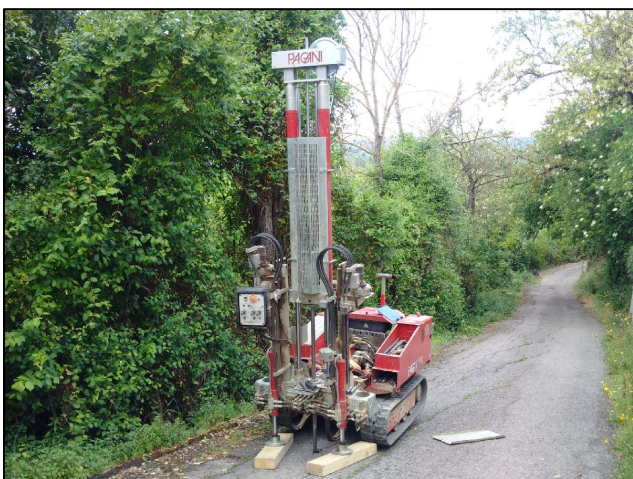
DPSH 1



DPSH 2



DPSH 3



DPSH 4

UBICAZIONE INDAGINI SU ORTOFOTO A COLORI



4 ● SONDAGGI PENETROMETRICI DPSH

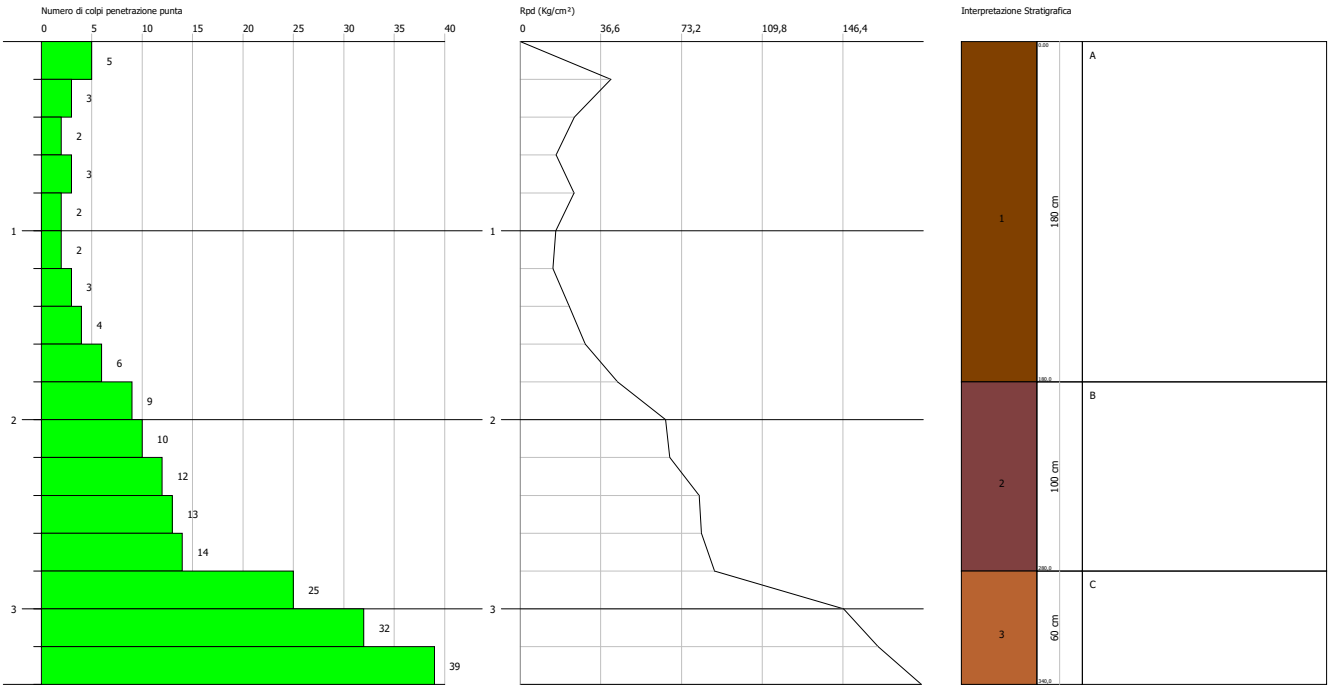
●—● PROFILO SISMICO CON INDICAZIONE GEOPONI ESTREMI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH_1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: AMM.NE COMUNALE
Cantiere: CONSOLIDAMENTO SCARPATA
Località: CASALINA

Data: 19/04/2017

Scala 1:40

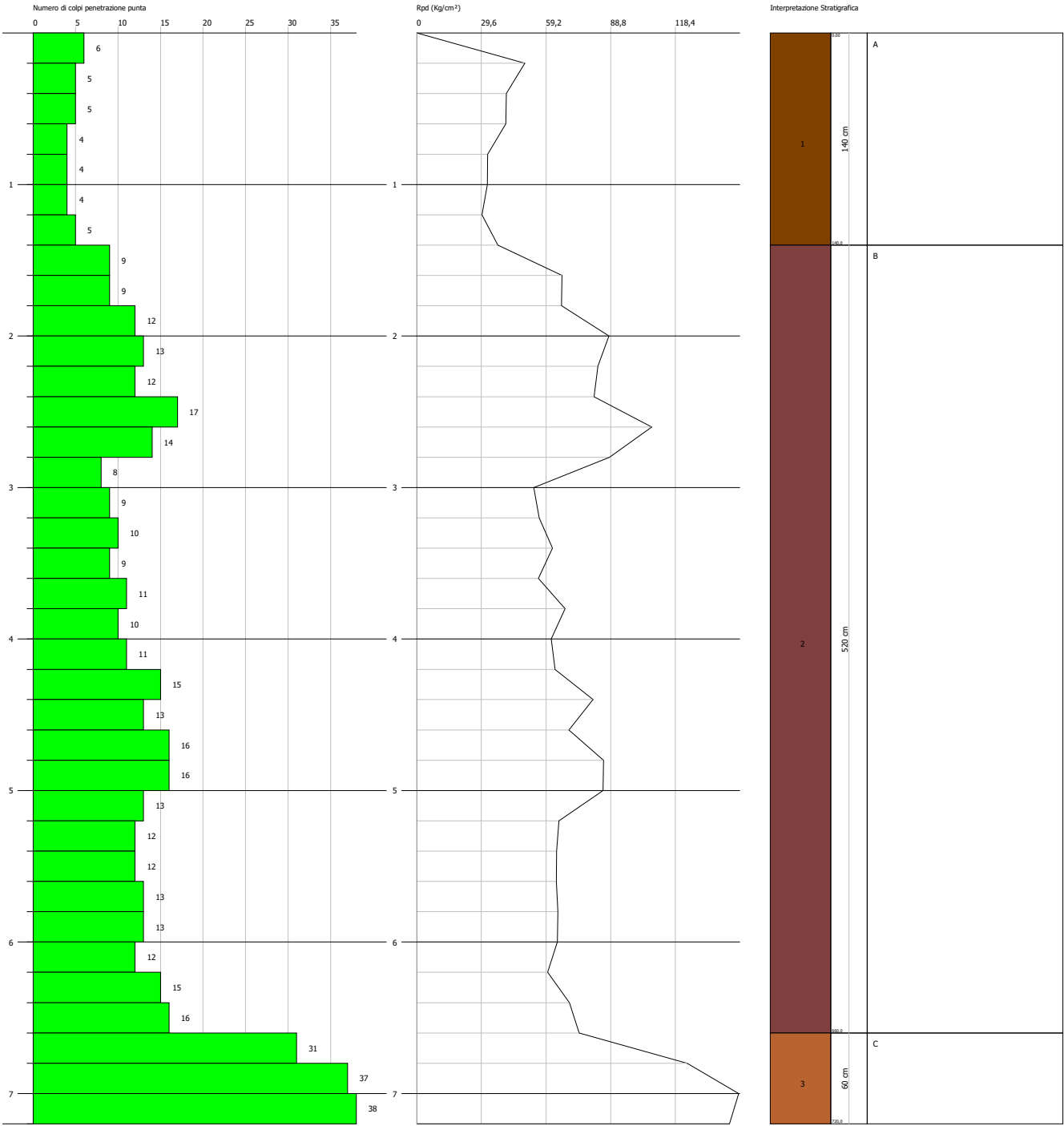


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH_2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: AMM.NE COMUNALE
Cantiere: CONSOLIDAMENTO SCARPATA
Località: CASALINA

Data: 19/04/2017

Scala 1:40

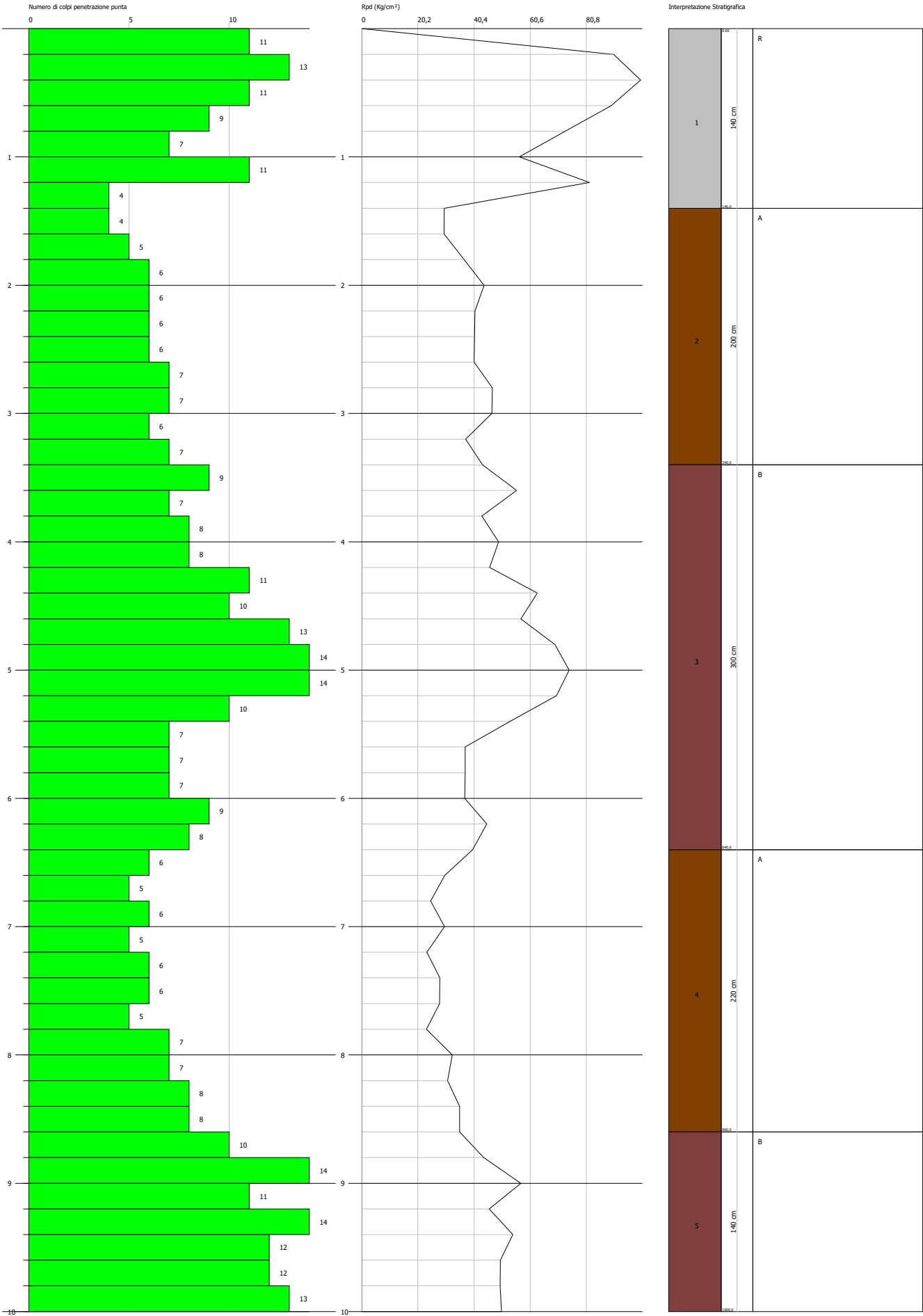


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH_3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: AMM.NE COMUNALE
Cantiere: CONSOLIDAMENTO SCARPATA
Località: CASALINA

Data: 19/04/2017

Scala 1:41

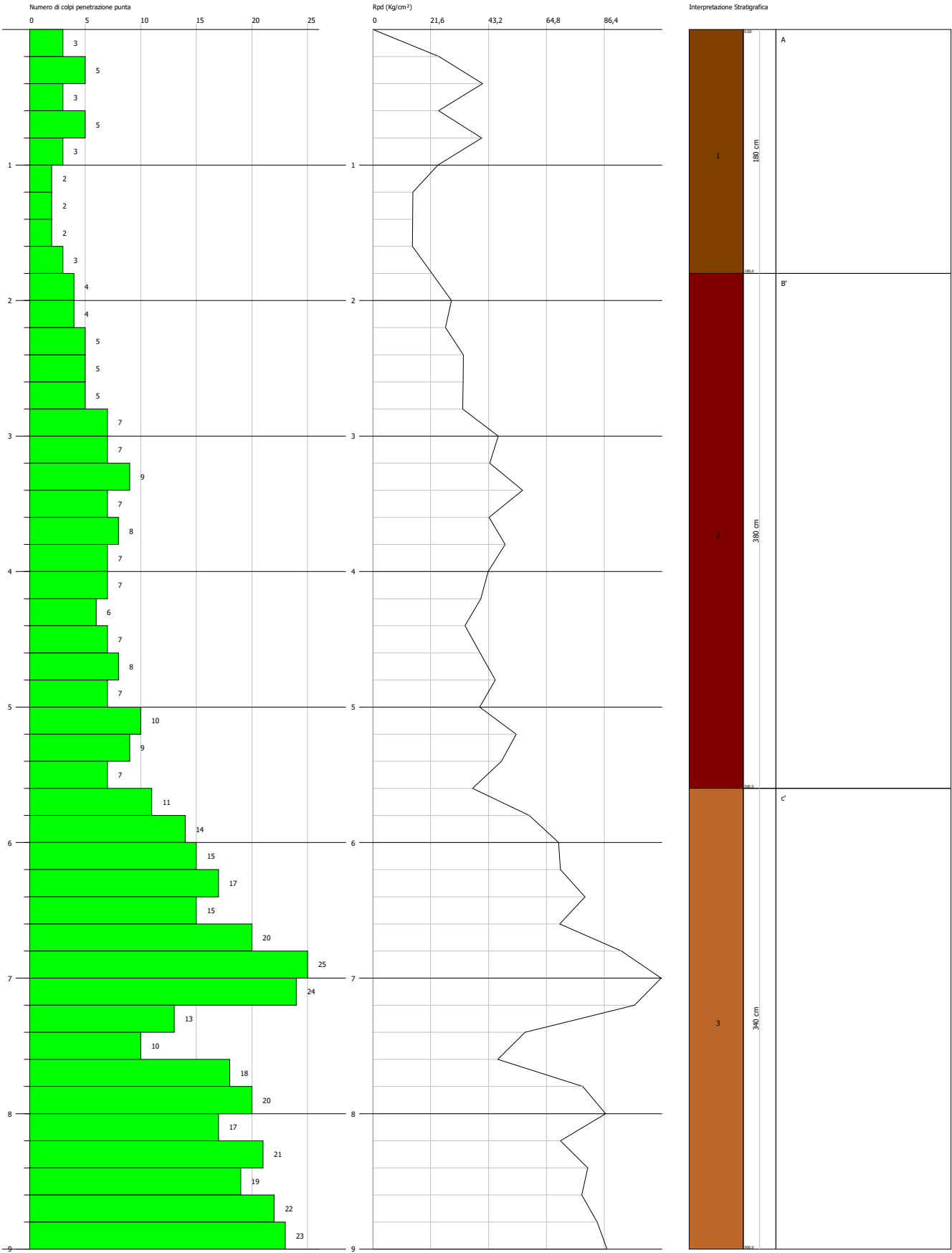


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH_4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: AMM.NE COMUNALE
Cantiere: CONSOLIDAMENTO SCARPATA
Località: CASALINA

Data: 19/04/2017

Scala 1:40



Prove Geotecniche di laboratorio

Commessa: 2592

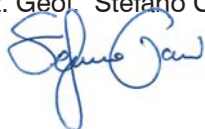
Lavoro: 067/17

Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Documento verificato da:
il Responsabile del Laboratorio
(Dott. Geol. Stefano Cianci)



Documento approvato da:
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)



Laboratorio qualificato
n° 103



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

LABORATORIO AUTORIZZATO
SETTORE A

Prove su terre, di carico su piastra, di densità in sito
Decreto n° 6630 del 9 ottobre 2014
ai sensi dell'art. 59 D.P.R. 380/2001, Circolare LL.TT. 7618/2010/STC



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e della Ricerca*

LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO

Articolo 14 del Decreto n° 593 del 8 agosto 2000
Decreto Dirigenziale n° 1956/Ric. del 20 novembre 2003
Gazzetta Ufficiale n° 285 del 9 dicembre 2003

SIMBOLOGIA

γ	=	peso di volume	(kN/m ³)	W_n	=	contenuto naturale d'acqua	(%)
γ_n	=	peso di volume naturale	(kN/m ³)	W_i	=	contenuto d'acqua iniziale	(%)
γ_{dry}	=	peso di volume secco	(kN/m ³)	W_f	=	contenuto d'acqua finale	(%)
γ_s	=	peso di volume dei grani	(kN/m ³)	W_{LL}	=	contenuto d'acqua al LL	(%)
γ_{sat}	=	peso di volume saturo	(kN/m ³)	W^*	=	contenuto d'acqua	(%)
H_0	=	altezza iniziale	(cm)	n_0	=	porosità iniziale	
H_{dry}	=	altezza del secco	(cm)	e	=	indice dei vuoti	
V_0	=	volume iniziale	(cm ³)	e_0	=	indice dei vuoti iniziale	
a	=	area	(cm ²)	S_r	=	grado di saturazione	(%)
Δh	=	cedimento	(mm)	i	=	gradiente idraulico	
d	=	deformazione	(mm)	i_0	=	gradiente idraulico iniziale	(cm)
ϕ	=	diametro	(mm)	σ_v	=	carico verticale	(kPa)
h	=	ore		σ_3	=	pressione di cella	(kPa)
n	=	porosità		σ'_{cons}	=	tens. effic. media consolidaz.	(kPa)
LL	=	limite liquido	(%)	A	=	indice di attività	
LP	=	limite plastico	(%)	IG	=	indice di gruppo	
IP	=	indice di plasticità	(%)	E'	=	modulo di compressibilità	(kPa)
LR	=	limite di ritiro	(%)	m_v	=	coefficiente di compressibilità	(kPa ⁻¹)
IC	=	indice di consistenza		c_v	=	coefficiente di consolidazione	(cm ² /sec)
IL	=	indice di liquidità		k	=	coefficiente di permeabilità	(m/sec)
I_r	=	Indice di ritiro		Md	=	modulo di deformazione	(N/mm ²)
R_r	=	Rapporto di ritiro		M'd	=	mod. deform. (2° ciclo carico)	(N/mm ²)

PROVE

Lim.	=	Limiti	TxUU*	=	Triassiale UU
Gran.	=	Granulometria	ELL*	=	Espansione Laterale Libera
TD*	=	Taglio Diretto	K	=	Permeabilità
TDR _{rev.} *	=	Taglio Diretto reverse	Rig.	=	Rigonfiamento
TDLL*	=	Taglio Diretto al LL	CS*	=	Compressione Semplice
ED	=	Edometrica	Proctor	=	Compattazione
TxCD*	=	Triassiale CD	CBR	=	C.B.R.
TxCU*	=	Triassiale CU	S.Org.	=	Sostanza Organica

N.D. = Non Determinabile
N.E. = Non Eseguita

N.C. = Non Calcolabile
M.I.** = Misura Indicativa



Zone imbibite d'acqua (rammollimenti)



Livelli sabbiosi



Livelli limosi



Livelli argillosi

* I numeri riportati accanto alla prova indicano il relativo provino

** Misura eseguita con strumentazione non tarabile e/o non tarata



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9131/a**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/1**
Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 11

Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	210 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	89 mm	Data di prelievo del campione:	--
Lunghezza del contenitore:	710 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Data di consegna del campione:	11/04/17	Data di apertura del campione:	18/04/17
Data di apertura Commessa:	11/04/17	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	18/04/17

LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
ALTO	> 450	N.E.	Lim. W_1 TD1 Gran. W_2 TD2 γ_s W_3 TD3 γ_n ELL1	Limo con argilla sabbioso avana-giallastro con screziature grigiastro chiare e giallo-rossastre, duro, a struttura complessivamente omogenea, poco plastico ed inattivo relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattivo ad HCl.
20	> 450			
30				
40				
50				
60				
70				
BASSO				

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa, di forma normale, era affilato. Il campione era isolato con paraffina (10 mm in alto e 3 mm in basso).

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 11

Certificato di prova: **9131/b**
(foglio 1 di 1)Verbale di Accettazione: **2592/1**Lavoro di laboratorio: **067/17**Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	19/04/17
	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	55,33	46,53	62,23
Peso lordo secco (g)	49,83	42,08	55,29
Tara (g)	20,50	17,96	21,82
Umidità relativa W (%)	18,8	18,4	20,7
UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n 19,3 %		DEVIATION STANDARD 1,23	

Note:

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
*Francesca Tropeano*il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzini)
Maurizio Scarpazzini

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	18/04/17
Peso umido del terreno (g)	179,76	Volume (cm ³)	86,64
PESO DI VOLUME NATURALE γ_n 20,35 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite: fustella tarata		

Note:

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
*Francesca Tropeano*il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzini)
Maurizio Scarpazzini



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 11

Certificato di prova: **9131/c**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/1**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	26/04/17
-----------------------	----------	---------------------	----------

Determinazione n° 1	Quantità misurate	Determinazione n° 2
86,84	Tara picnometro (g)	88,04
102,06	Picnometro + campione secco (g)	103,56
215,79	Picnometro + campione + acqua (g)	220,04
19,8	Temperatura di prova (°C)	19,7
206,06	Picnometro + acqua (g)	210,15
27,21	P. di vol. dei grani misurato (kN/m³)	27,04

PESO DI VOLUME DEI GRANI γ_s	27,12	kN/m³	DEVIATION STANDARD	0,124
-------------------------------------	--------------	-------	--------------------	--------------

Note: il peso specifico assoluto a 20° C è pari a 27,17 (2,77).

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	0,593	GRADO DI SATURAZIONE	S_r	90	%
POROSITA'	n	0,372	PESO DI VOLUME SECCO	γ_{dry}	17,06	kN/m³
PESO DI VOL. SATURO	γ_{sat}	20,70	kN/m³	PESO DI VOL. IMMERSO	γ'	10,54 kN/m³

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° I1

Certificato di prova: **9131/d**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/1**
Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

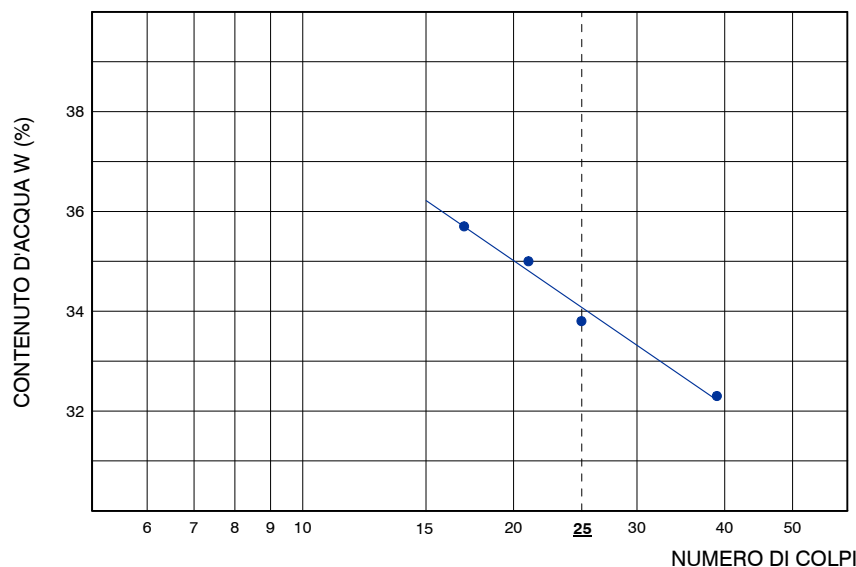
(UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Data di inizio prova LL e LP	18/04/17	Data di fine prova LL e LP	02/05/17
Data di inizio prova LR	--	Data di fine prova LR	--

LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	34 %	LL
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	20 %	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	14 %	
LIMITE DI RITIRO	LR	-- %	
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W _n	19,3 %	
INDICE DI CONSISTENZA	IC	>1	LP
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	<0	
INDICE DI RITIRO	I _r	--	LR
RAPPORTO DI RITIRO	R _r	--	
INDICE DI ATTIVITA'	A	0,56	

prova n°	colpi n°	W %	
1	17	35,7	LL
2	21	35,0	
3	25	33,8	
4	39	32,3	
5	--	--	
1	Dev. Stand. 0,85	19,2	LP
2		20,4	
1		--	LR
2		--	

LIMITE DI LIQUIDITA'



Note:

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)

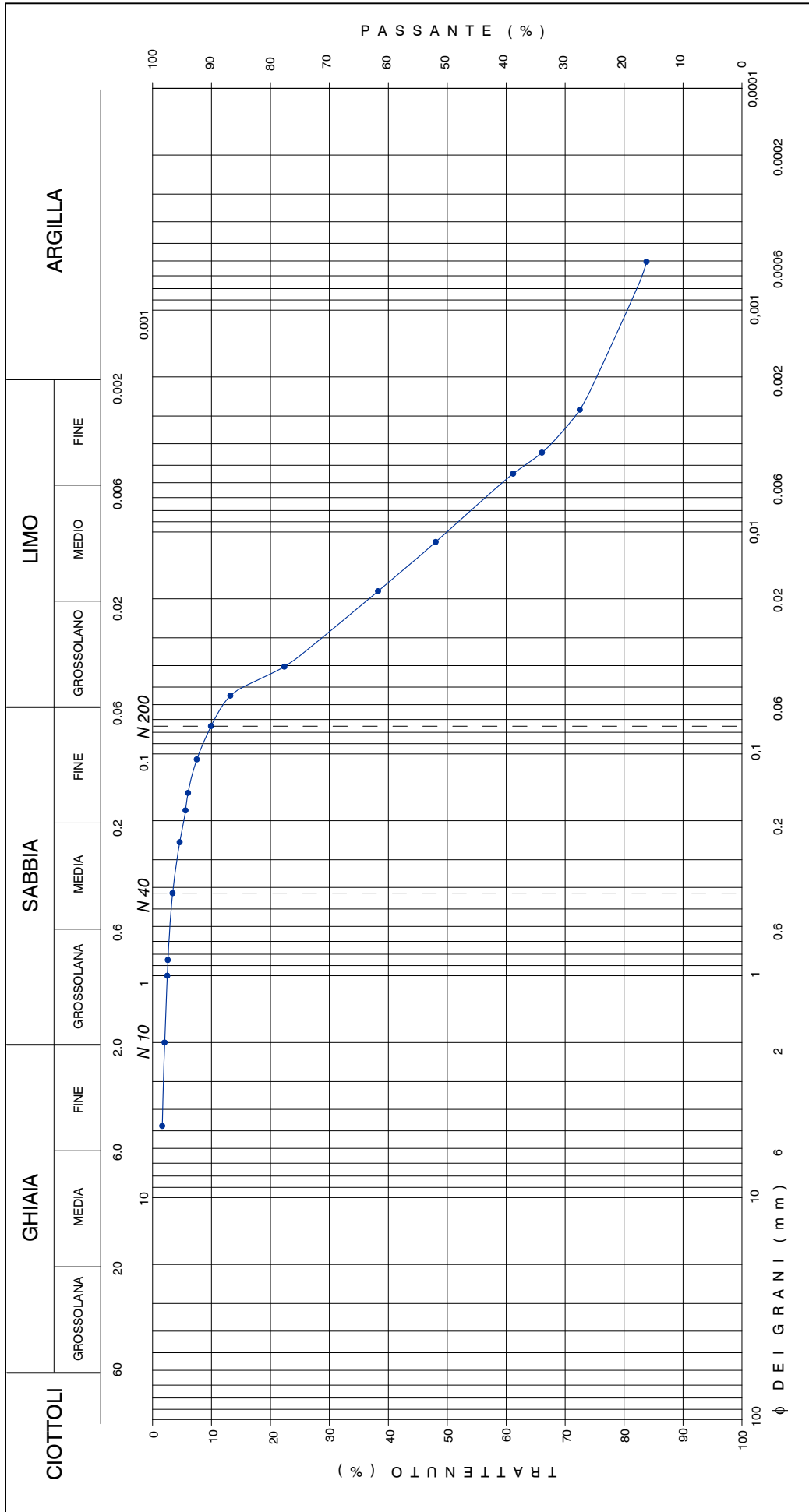
Maurizio Scarpizzi

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO.

GHIAIA > 2 mm	2	%	SABBIA 0,06 - 2 mm	10	%	LIMO 0,002 - 0,06 mm	63	%	ARGILLA < 0,002 mm	25	%
PASSANTE AI SETACCI			N 10 2 mm	98	%	N 40 0,425 mm	97	%	N 200 0,075 mm	90	%



Note: il diametro del granulo maggiore è di 5-6 mm.





Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 11

Certificato di prova: **9131/f**
(foglio 1 di 4)

Verbale di Accettazione: **2592/1**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	01/04/17	Data di fine prova:	27/04/17
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Altezza	cm	2,021	2,024	2,029
Lato	cm	6,012	6,011	6,016
Volume	cm ³	73,05	73,13	73,43
Peso di volume	kN/m ³	19,13	19,82	19,91
Contenuto d'acqua	%	20,2	20,5	20,4
Peso di volume dei grani	kN/m ³	27,12	27,12	27,12
Indice dei vuoti		0,709	0,653	0,642
Grado di saturazione	%	79	87	88

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Durata	h	24	24	24
Cedimento	mm	0,64	0,56	0,78

FASE DI TAGLIO

Provino		1	2	3
Velocità di deformazione	mm/min	0,0042	0,0042	0,0042
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua	%	20,1	24,1	24,9

NOTE

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

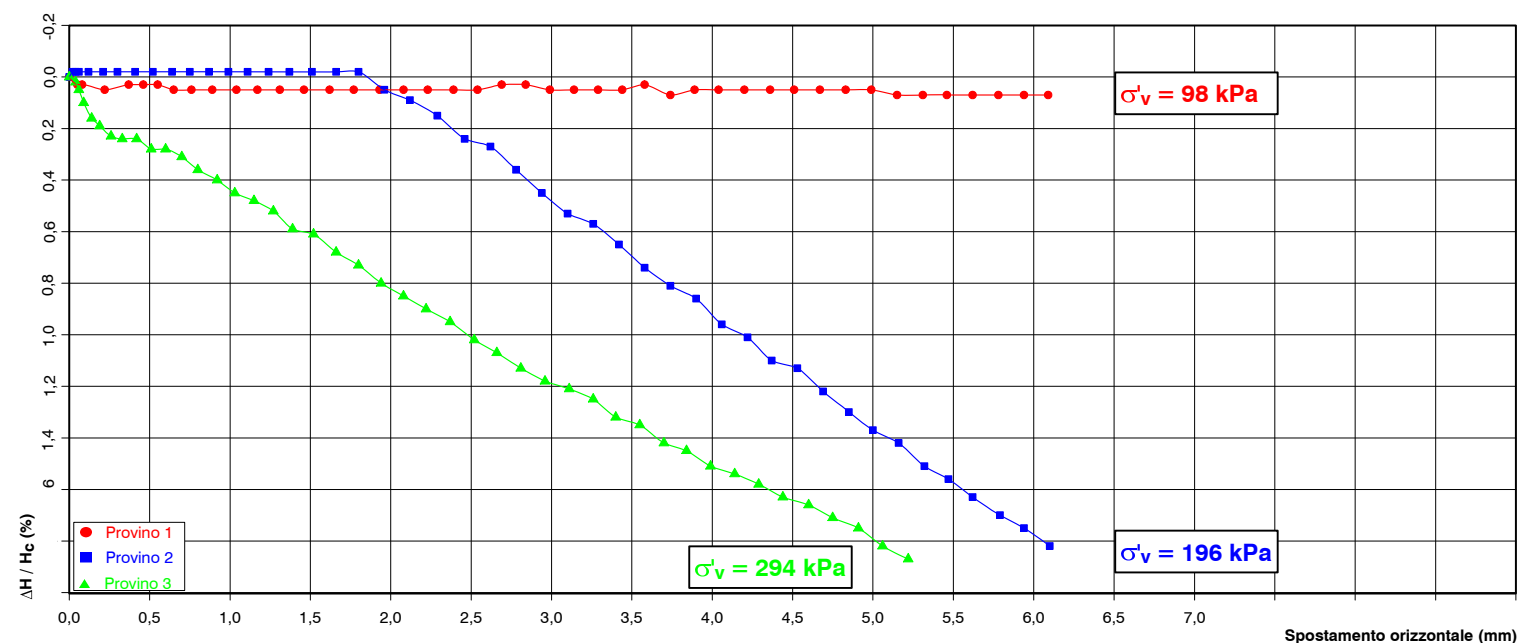
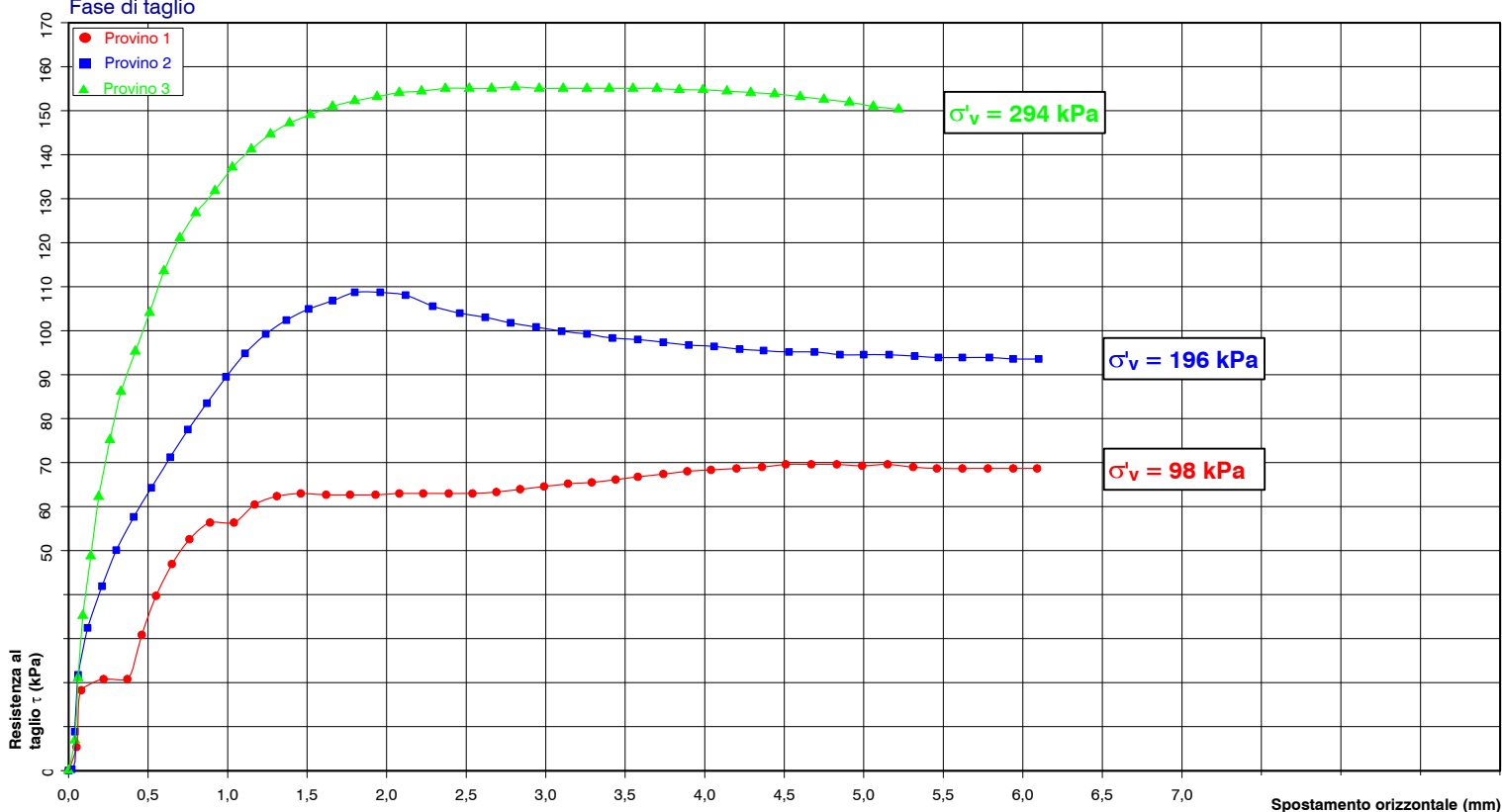
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Fase di taglio



Note:



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9131/f**
(foglio 3 di 4)

Verbale di Accettazione: **2592/1**
Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 11

Profondità di prelievo:
da m **03.50** a m **03.72**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
0,05	0,03	5	0,02	-0,02	0	0,04	0,02	7
0,08	0,03	18	0,04	-0,02	9	0,06	0,05	21
0,22	0,05	21	0,06	-0,02	22	0,09	0,10	35
0,37	0,03	21	0,12	-0,02	32	0,14	0,16	49
0,46	0,03	31	0,21	-0,02	42	0,19	0,19	62
0,55	0,03	40	0,30	-0,02	50	0,26	0,23	75
0,65	0,05	47	0,41	-0,02	58	0,33	0,24	86
0,76	0,05	53	0,52	-0,02	64	0,42	0,24	95
0,89	0,05	56	0,64	-0,02	71	0,51	0,28	104
1,04	0,05	56	0,75	-0,02	78	0,60	0,28	114
1,17	0,05	60	0,87	-0,02	84	0,70	0,31	121
1,31	0,05	62	0,99	-0,02	89	0,80	0,36	127
1,46	0,05	63	1,11	-0,02	95	0,92	0,40	132
1,62	0,05	63	1,24	-0,02	99	1,03	0,45	137
1,77	0,05	63	1,37	-0,02	102	1,15	0,48	141
1,93	0,05	63	1,51	-0,02	105	1,27	0,52	145
2,08	0,05	63	1,66	-0,02	107	1,39	0,59	147
2,23	0,05	63	1,80	-0,02	109	1,52	0,61	149
2,39	0,05	63	1,96	0,05	109	1,66	0,68	151
2,54	0,05	63	2,12	0,09	108	1,80	0,73	152
2,69	0,03	63	2,29	0,15	106	1,94	0,80	153
2,84	0,03	64	2,46	0,24	104	2,08	0,85	154
2,99	0,05	65	2,62	0,27	103	2,22	0,90	154
3,14	0,05	65	2,78	0,36	102	2,37	0,95	155
3,29	0,05	66	2,94	0,45	101	2,52	1,02	155
3,44	0,05	66	3,10	0,53	100	2,66	1,07	155
3,58	0,03	67	3,26	0,57	99	2,81	1,13	155
3,74	0,07	67	3,42	0,65	98	2,96	1,18	155
3,89	0,05	68	3,58	0,74	98	3,11	1,21	155



PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

(UNI CEN ISO/TS 17892-7)

Data di inizio prova:

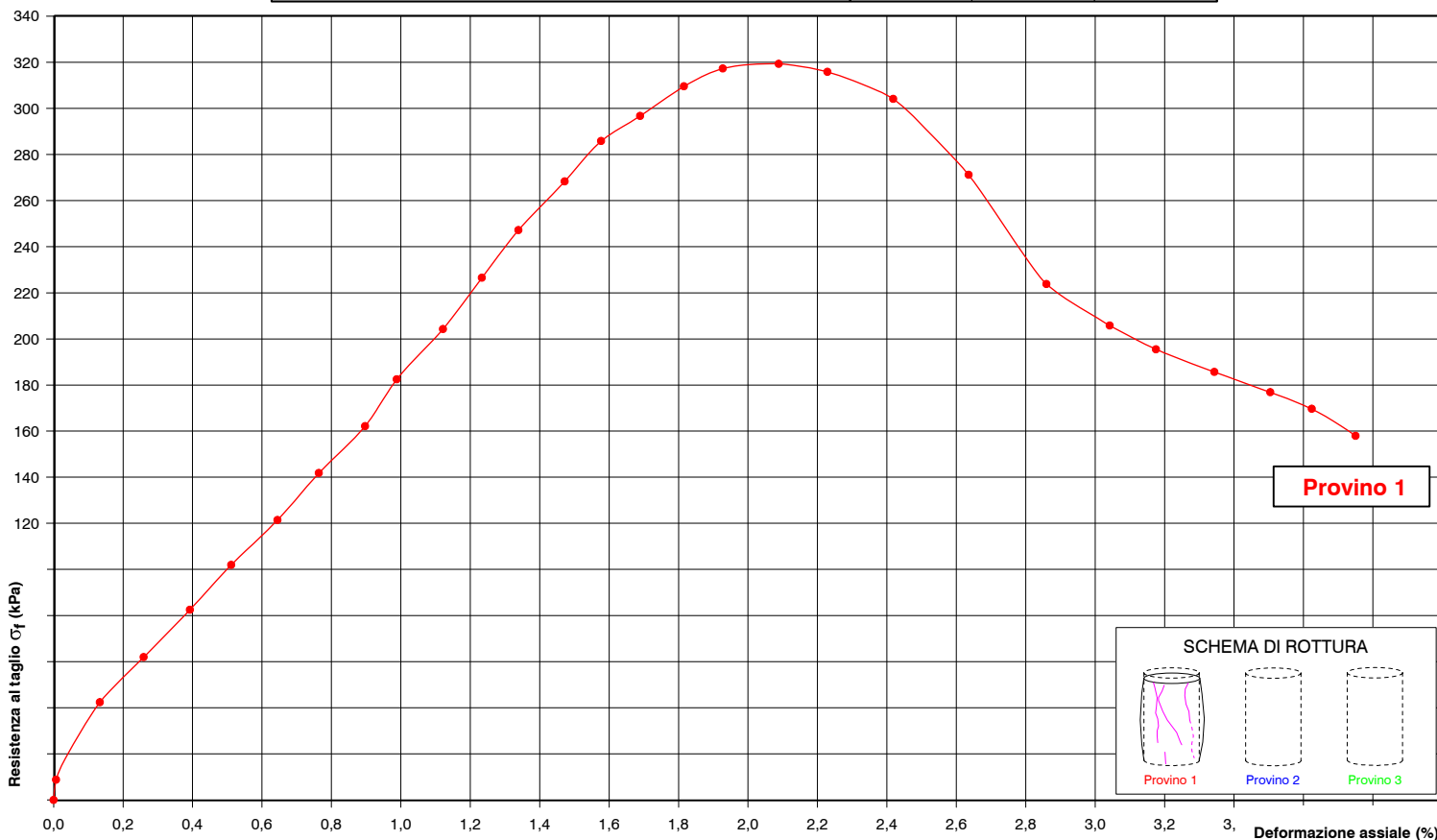
18/04/17

Data di fine prova:

03/05/17

CARATTERISTICHE DEI PROVINO

Provino		1	2	3
Diametro	cm	3,80	--	--
Altezza	H ₀ cm	7,63	--	--
Contenuto d'acqua	W _i %	15,9	--	--
Peso di volume	kN/m ³	20,35	--	--
Peso di volume dei grani	kN/m ³	27,12	--	--
Indice dei vuoti	e	0,547	--	--
Grado di saturazione	S _r	80	--	--
Velocità di deformazione	mm/min	0,99	--	--
Deformazione assiale a rottura	%	2,09	--	--
Resistenza a rottura	kPa	319	--	--



Roma, 08/05/17

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzi)

M. Scarpazzi

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano



PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

(UNI CEN ISO/TS 17892-7)

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)
0,00	0				
0,01	9				
0,13	42				
0,26	62				
0,39	83				
0,51	102				
0,64	121				
0,76	142				
0,90	162				
0,99	182				
1,12	204				
1,23	227				
1,34	247				
1,47	268				
1,58	286				
1,69	297				
1,82	310				
1,93	317				
2,09	319				
2,23	316				
2,42	304				
2,64	271				
2,86	224				
3,04	206				
3,18	195				
3,34	186				
3,50	177				
3,62	170				
3,75	158				

NOTE



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9132/a**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	290 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	89 mm	Data di prelievo del campione:	--
Lunghezza del contenitore:	710 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Data di consegna del campione:	11/04/17	Data di apertura del campione:	18/04/17
Data di apertura Commessa:	11/04/17	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	18/04/17

LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
ALTO				
10	> 450	N.E.	W_1 TD1 γ_s TD2 W_2 TD3 W_3 TD3 γ_n ELL1	Argilla con limo grigio-olivastro chiaro con screziature giallastre, avana e secondariamente nerastre, dura, a struttura complessivamente omogenea, plastica ed inattiva relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattiva ad HCl.
20	> 450			
30				
40				
50				
60				
70				
BASSO				

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa, di forma normale, era affilato. Il campione era isolato con paraffina (10 mm in alto e 3 mm in basso). Sono stati eseguiti pocket penetrometer test trasversalmente alla carota a 16 cm circa dall'alto, che hanno evidenziato valori di resistenza sempre >450 kPa.

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Certificato di prova: **9132/b**
(foglio 1 di 1)Verbale di Accettazione: **2592/2**Lavoro di laboratorio: **067/17**Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	19/04/17
	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	47,54	40,70	48,75
Peso lordo secco (g)	42,78	37,71	44,44
Tara (g)	17,95	21,51	21,15
Umidità relativa W (%)	19,2	18,5	18,5
UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n	18,7	%	
		DEVIAZIONE STANDARD	0,40

Note:

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzini)

Maurizio Scarpazzini

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	18/04/17
Peso umido del terreno (g)	184,91	Volume (cm ³)	86,64
PESO DI VOLUME NATURALE γ_n	20,94	kN/m ³	
		Determinazione eseguita tramite:	fustella tarata

Note:

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzini)

Maurizio Scarpazzini



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Certificato di prova: **9132/c**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	26/04/17
-----------------------	----------	---------------------	----------

Determinazione n° 1	Quantità misurate	Determinazione n° 2
84,80	Tara picnometro (g)	85,27
102,10	Picnometro + campione secco (g)	100,48
222,17	Picnometro + campione + acqua (g)	218,55
19,8	Temperatura di prova (°C)	19,7
211,11	Picnometro + acqua (g)	208,86
27,18	P. di vol. dei grani misurato (kN/m³)	27,05

PESO DI VOLUME DEI GRANI γ_s	27,11	kN/m³	DEVIAZIONE STANDARD	0,094
-------------------------------------	--------------	-------	---------------------	--------------

Note: il peso specifico assoluto a 20° C è pari a 27,16 (2,769).

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	0,540	GRADO DI SATURAZIONE	S_r	96	%
POROSITA'	n	0,351	PESO DI VOLUME SECCO	γ_{dry}	17,64	kN/m³
PESO DI VOL. SATURO	γ_{sat}	21,09	kN/m³	PESO DI VOL. IMMERSO	γ'	11,12 kN/m³

Note:

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Certificato di prova: **9132/d**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **2592/2**
Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

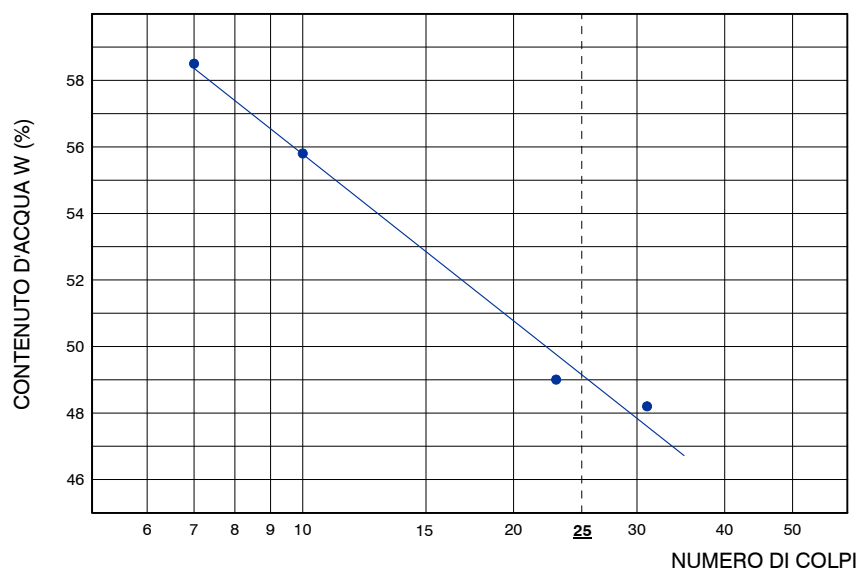
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

(UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Data di inizio prova LL e LP	18/04/17	Data di fine prova LL e LP	02/05/17
Data di inizio prova LR	--	Data di fine prova LR	--

LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	49 %	prova n°	colpi n°	W %	LL
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	27 %				
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22 %				
LIMITE DI RITIRO	LR	-- %				
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W _n	18,7 %				
INDICE DI CONSISTENZA	IC	>1	1	7	58,5	LP
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	<0				
INDICE DI RITIRO	I _r	--	2	10	55,8	
RAPPORTO DI RITIRO	R _r	--	3	23	49,0	
INDICE DI ATTIVITA'	A	0,42	4	31	48,2	
			5	--	--	LR
			1	Dev. Stand. 0,07	27,3	LP
			2		27,2	
			1		--	LR
			2		--	

LIMITE DI LIQUIDITA'



Note: l'asse delle ordinate del grafico del LL riporta un intervallo ΔW pari a 15 anzichè 10.

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)

Maurizio Scarpizzi



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Certificato di prova: **9132/e**
(foglio 1 di 2)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

MISURAZIONI ACQUISITE VAGLIATURA

Peso secco cumulato (g)	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
0,21	2,000	0,1
0,27	1,000	0,1
0,32	0,850	0,1
0,48	0,425	0,2
0,75	0,250	0,3
1,33	0,180	0,5
1,54	0,150	0,6
2,82	0,106	1,0
4,10	0,075	1,5

Data di inizio prova per vagliatura: 26/04/17

Data di fine prova per vagliatura: 02/05/17

Peso secco iniziale vagliatura (g): 269,87

Data di inizio prova per sedimentazione: 18/04/17

Data di fine prova per sedimentazione: 26/04/17

Peso secco iniziale sedimentazione (g): 50,70

Note: i calcoli per l'elaborazione dell'areometria sono stati eseguiti utilizzando il peso specifico calcolato tramite la doppia determinazione del peso di volume dei grani. La curva granulometrica è restituita secondo le indicazioni A.G.I.

MISURAZIONI ACQUISITE AREOMETRIA

Tempo (secondi)	Lettura (Rh)	Temperatura (°C)	Correzione totale	Diamet. medio (mm)	Trattenuto cumulativo (%)
30	32,8	19,1	1,5	0,0516	1,82
60	32,5	19,1	1,5	0,0366	2,75
330	32,0	19,1	1,5	0,0158	4,29
990	30,3	19,1	1,5	0,0094	9,54
4500	25,7	19,1	1,5	0,0047	23,74
7200	23,4	19,1	1,5	0,0038	30,84
18000	19,8	19,5	1,7	0,0025	42,58
417600	12,1	19,4	1,9	0,0006	66,97

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

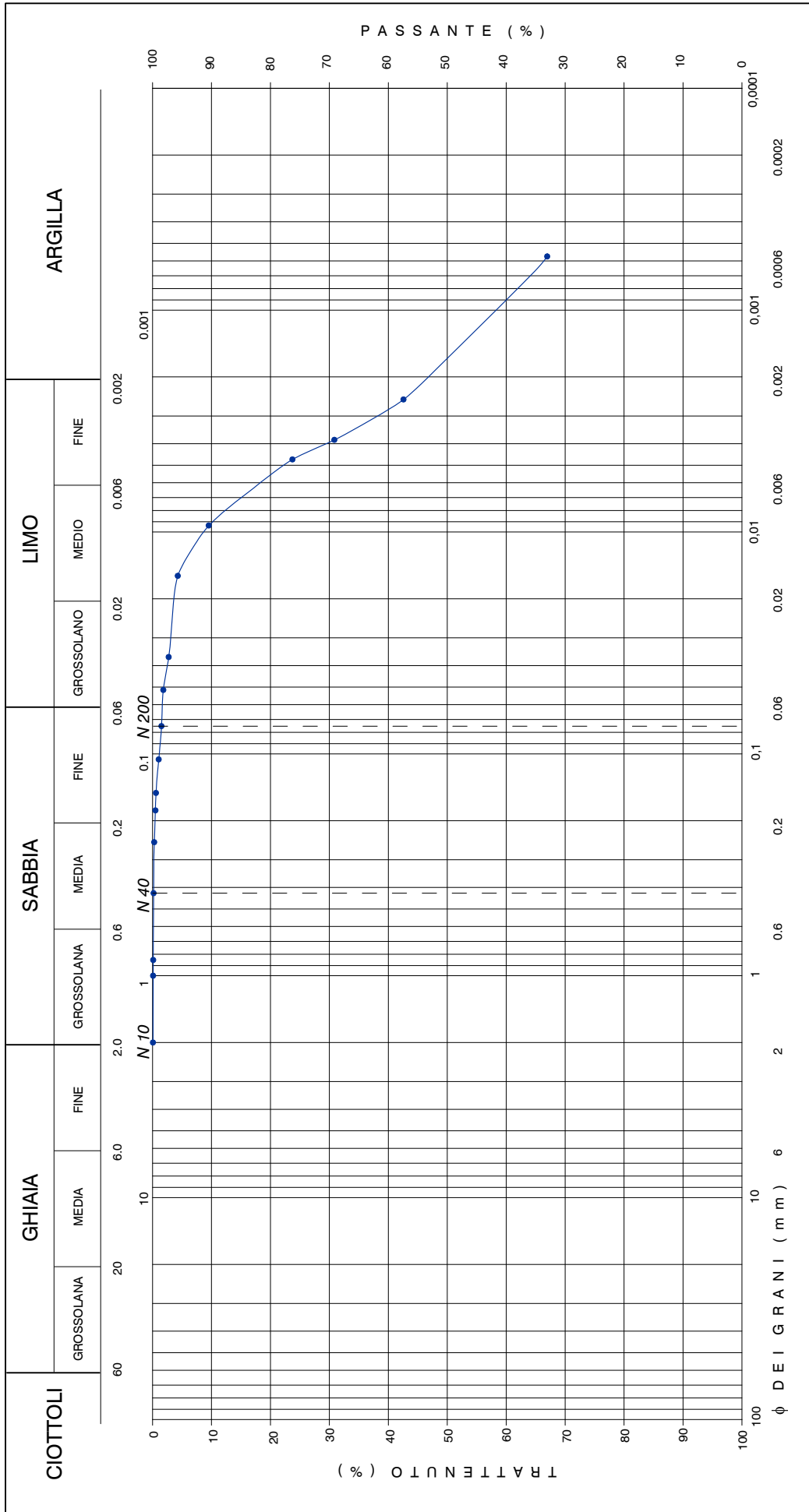
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpazzini)
Maurizio Scarpazzini

ANALISI GRANULOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-4)

Descrizione granulometrica del campione: ARGILLA CON LIMO DEBOLMENTE SABBIOSA.

GHIAIA > 2 mm	0	%	SABBIA 0,06 - 2 mm	2	%	LIMO 0,002 - 0,06 mm	45	%	ARGILLA < 0,002 mm	53	%
PASSANTE AI SETACCI			N 10 2 mm	100		N 40 0,425 mm	100		N 200 0,075 mm	98	



Note: il diametro del granulo maggiore è di 2 mm circa.





Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9132/f**
(foglio 1 di 4)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	18/04/17	Data di fine prova:	28/04/17
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Altezza	cm	2,017	2,003	2,025
Lato	cm	6,017	6,023	6,009
Volume	cm ³	73,02	72,66	73,12
Peso di volume	kN/m ³	21,09	20,99	20,99
Contenuto d'acqua	%	19,4	19,3	19,8
Peso di volume dei grani	kN/m ³	27,11	27,11	27,11
Indice dei vuoti		0,537	0,542	0,548
Grado di saturazione	%	100	99	100

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Durata	h	24	24	24
Cedimento	mm	0,16	0,84	0,92

FASE DI TAGLIO

Provino		1	2	3
Velocità di deformazione	mm/min	0,0042	0,0042	0,0042
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua	%	22,4	22,5	21,4

NOTE

Roma, 08/05/17

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

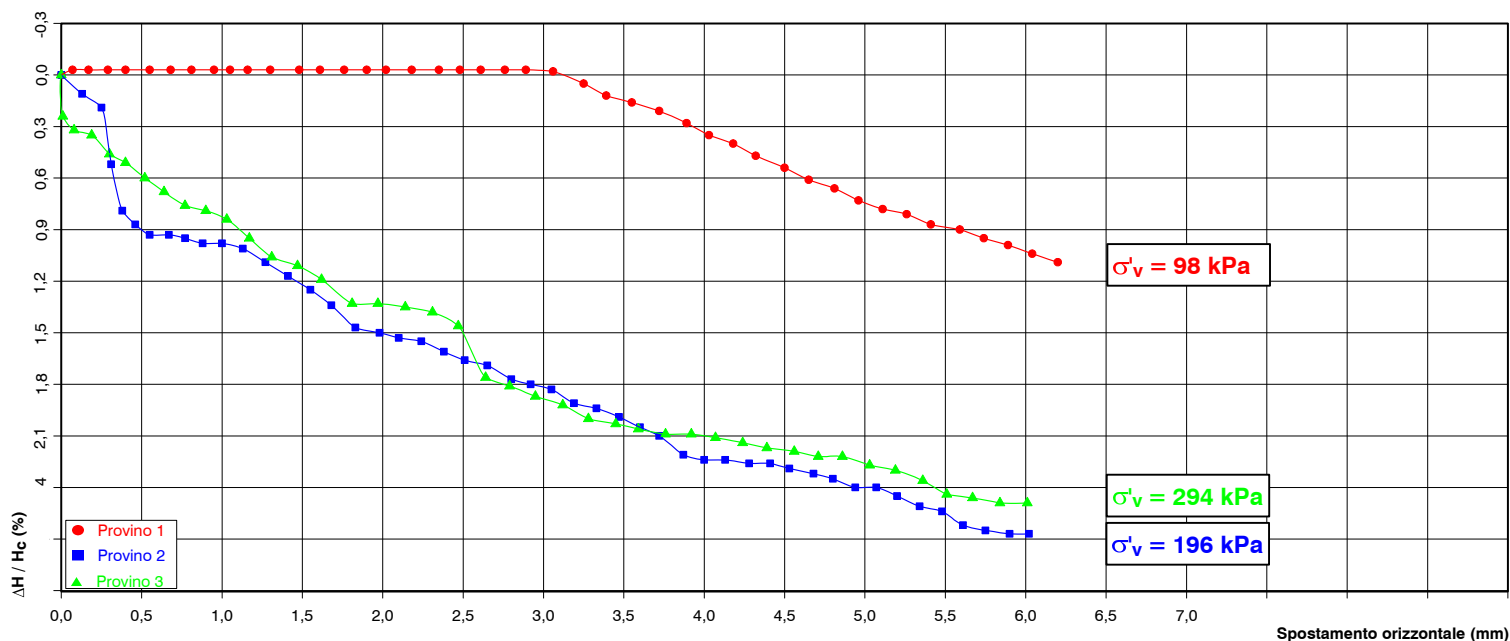
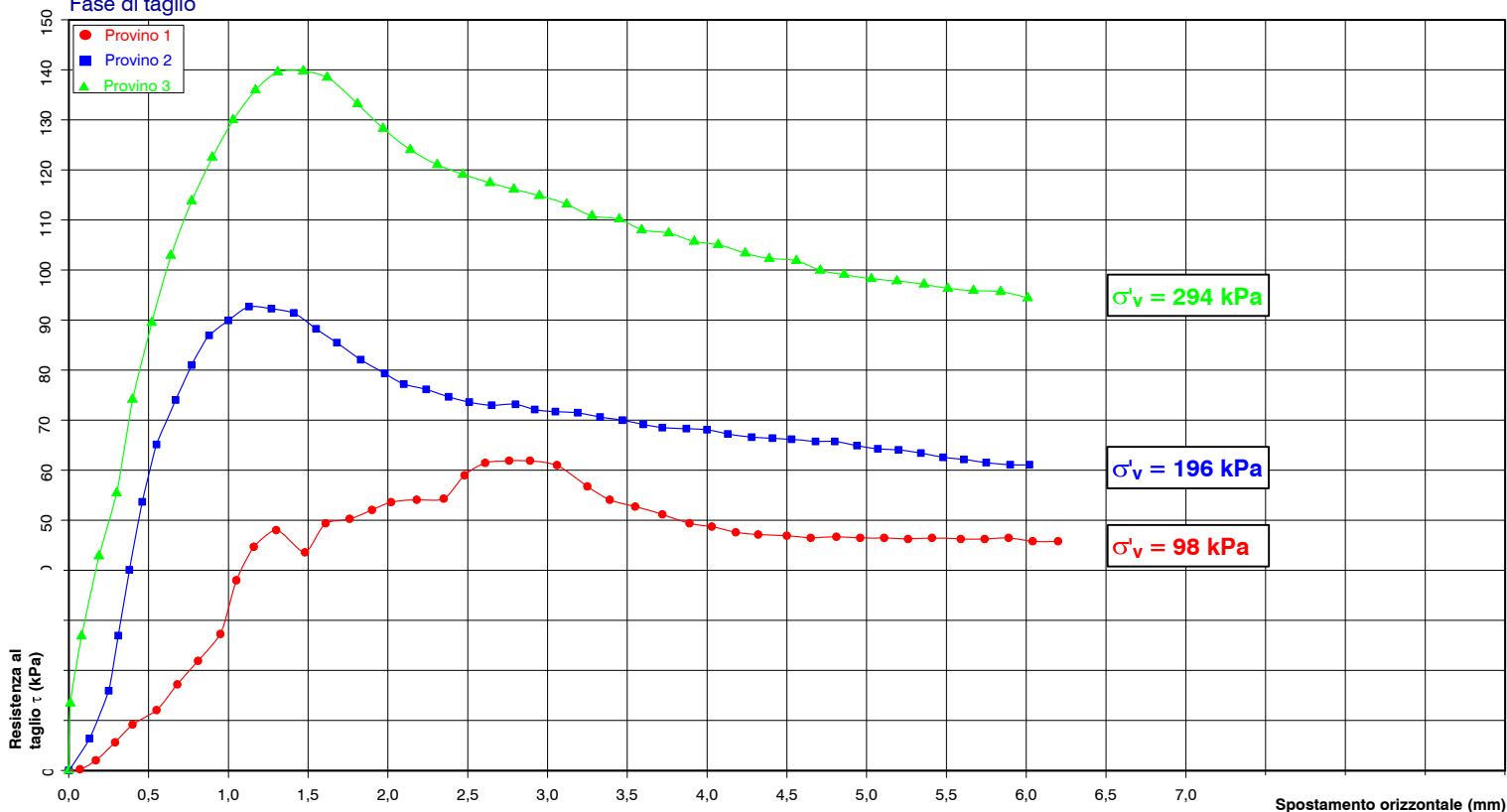
il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarapazzi)
Maurizio Scarapazzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Fase di taglio



Note:



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9132/f**
(foglio 3 di 4)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
0,07	-0,03	0	0,13	0,11	6	0,01	0,24	13
0,17	-0,03	2	0,25	0,19	16	0,08	0,32	27
0,29	-0,03	6	0,31	0,52	27	0,19	0,35	43
0,40	-0,03	9	0,38	0,79	40	0,30	0,46	55
0,55	-0,03	12	0,46	0,87	54	0,40	0,51	74
0,68	-0,03	17	0,55	0,93	65	0,52	0,60	90
0,81	-0,03	22	0,67	0,93	74	0,64	0,68	103
0,95	-0,03	27	0,77	0,95	81	0,77	0,76	114
1,05	-0,03	38	0,88	0,98	87	0,90	0,79	123
1,16	-0,03	45	1,00	0,98	90	1,03	0,84	130
1,30	-0,03	48	1,13	1,01	93	1,17	0,95	136
1,48	-0,03	44	1,27	1,09	92	1,31	1,06	140
1,61	-0,03	49	1,41	1,17	91	1,47	1,11	140
1,76	-0,03	50	1,55	1,25	88	1,62	1,19	139
1,90	-0,03	52	1,68	1,34	85	1,81	1,33	133
2,02	-0,03	54	1,83	1,47	82	1,97	1,33	128
2,18	-0,03	54	1,98	1,50	79	2,14	1,35	124
2,35	-0,03	54	2,10	1,53	77	2,31	1,38	121
2,48	-0,03	59	2,24	1,55	76	2,47	1,46	119
2,61	-0,03	61	2,38	1,61	75	2,64	1,76	117
2,76	-0,03	62	2,51	1,66	74	2,79	1,81	116
2,89	-0,03	62	2,65	1,69	73	2,95	1,87	115
3,06	-0,02	61	2,80	1,77	73	3,12	1,92	113
3,25	0,05	57	2,92	1,80	72	3,28	2,00	111
3,39	0,12	54	3,05	1,83	72	3,45	2,03	110
3,55	0,16	53	3,19	1,91	71	3,59	2,06	108
3,72	0,21	51	3,33	1,94	71	3,76	2,09	107
3,89	0,28	49	3,47	1,99	70	3,92	2,09	106
4,03	0,35	49	3,60	2,05	69	4,07	2,11	105



PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA

(UNI CEN ISO/TS 17892-7)

Data di inizio prova:

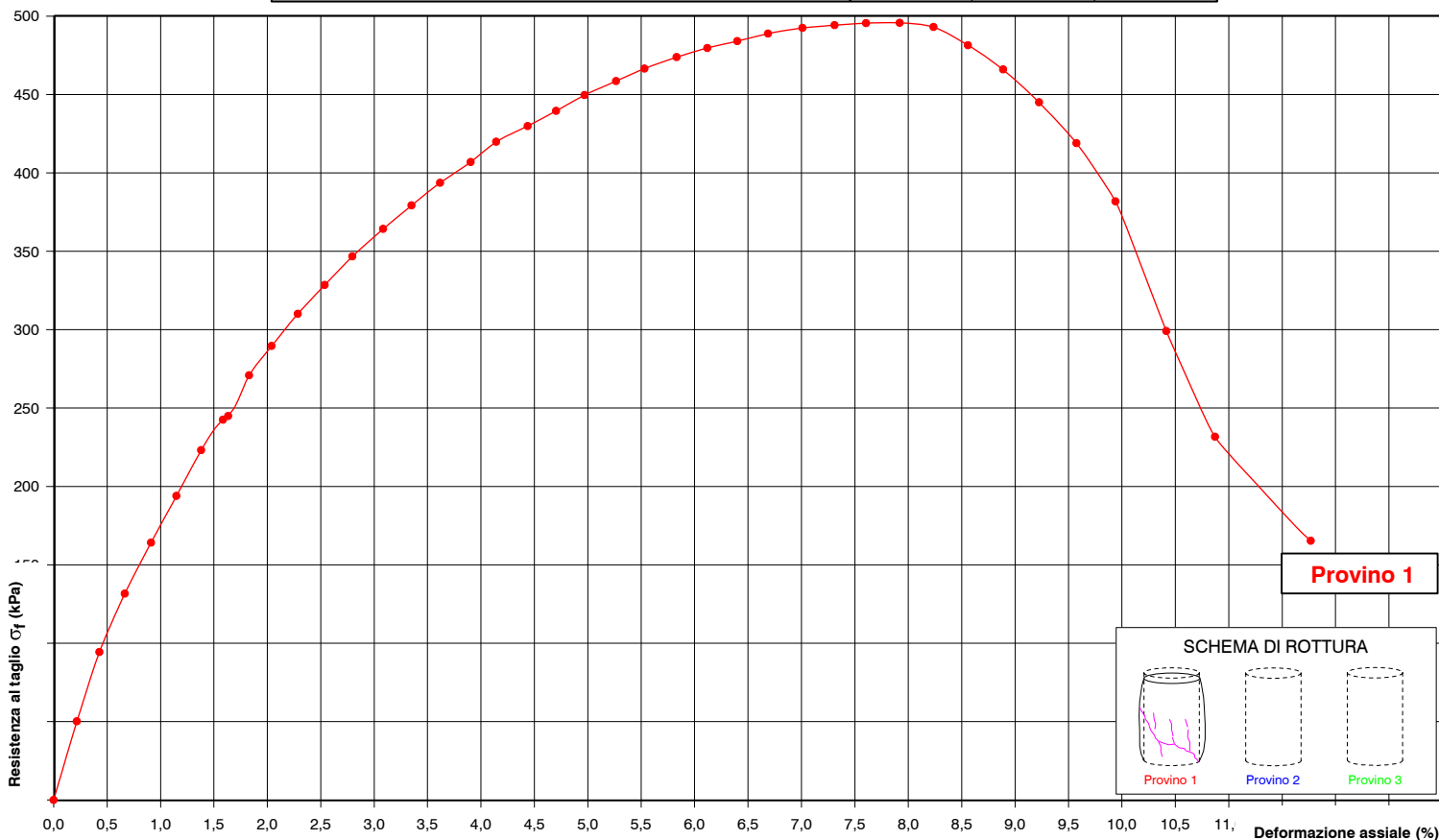
18/04/17

Data di fine prova:

20/04/17

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Diametro	cm	3,80	--	--
Altezza	H ₀ cm	7,63	--	--
Contenuto d'acqua	W _i %	19,3	--	--
Peso di volume	kN/m ³	20,94	--	--
Peso di volume dei grani	kN/m ³	27,11	--	--
Indice dei vuoti	e	0,547	--	--
Grado di saturazione	S _r	97	--	--
Velocità di deformazione	mm/min	0,95	--	--
Deformazione assiale a rottura	%	7,92	--	--
Resistenza a rottura	kPa	496	--	--



Roma, 08/05/17

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Maurizio Scarpizzi)

Maurizio Scarpizzi

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano



Committente: Comune di Deruta

Richiedente: Geotecnica Lavori S.r.l.

Cantiere: Loc. Casalina, Deruta (PG)

Certificato di prova: **9132/g**
(foglio 2 di 3)

Verbale di Accettazione: **2592/2**

Lavoro di laboratorio: **067/17**

Sondaggio n° 1

Campione n° 12

Profondità di prelievo:
da m **07.50** a m **07.80**

PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

(UNI CEN ISO/TS 17892-7)

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	Tensione deviatorica (kPa)
0,00	0				
0,22	50				
0,43	94				
0,67	132				
0,91	164				
1,15	194				
1,38	223				
1,58	243				
1,63	245				
1,83	271				
2,04	290				
2,29	310				
2,54	328				
2,80	347				
3,08	364				
3,35	379				
3,62	394				
3,90	407				
4,14	420				
4,44	430				
4,70	440				
4,97	450				
5,26	459				
5,53	467				
5,83	474				
6,12	480				
6,40	484				
6,69	489				
7,01	492				
7,31	494				

NOTE

NORME DI RIFERIMENTO, RACCOMANDAZIONI E RIFERIMENTI TECNICI PER LE PROVE DI LABORATORIO

Descrizione e classificazione dei terreni

- Racc. A.G.I. (1963) : “Nomenclatura geotecnica e classifica delle terre”;
A.S.T.M. D 2487 : “Classification of the soil for engineering purposes”;
A.S.T.M. D 2488 : “Standard practise for description and identification of soils”.

Determinazione del contenuto d'acqua allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-1 : “Determinazione del contenuto in acqua”
C.N.R. U.N.I. 10008 : “Prove su materiali stradali. Umidità di una terra”;
A.S.T.M. D 2216-92 : “Laboratory determination of water (moisture) content of soil”.

Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-2 : “Determinazione della massa volumica dei terreni”
Racc. A.G.I. (1994) : Determinazione del peso dell'unità di volume relativo alle prove specifiche;

Determinazione del peso specifico assoluto dei granuli

- UNI CEN ISO/TS 17892-3 : “Determinazione della massa volumica dei granuli solidi”;
A.S.T.M. D 854 : “Standard method for specific gravity of soils”;
A.S.T.M. D 4718 : “Correction of unit weight and water content for soils containing oversize particles”.

Determinazione dei Limiti di consistenza

- UNI CEN ISO/TS 17892-12 : “Determinazione dei limiti di Atterberg”;
A.S.T.M. D 4318 : “Liquid limit, plastic limit and plastic index of soils”;
BISHOP & GLOSSOP : “Determinazione del limite di adesività”;
BISHOP & GLOSSOP : “Serie di prove indici su impasto di argilla”.
A.S.T.M. D 4943 : “Shrinkage factors of soils by the wax method”;
B.S. 1377, Part 2 : “Classification tests”.

Analisi granulometrica

- UNI CEN ISO/TS 17892-4 : “Determinazione della distribuzione granulometrica”;
Racc. A.G.I. (1994) : “Analisi granulometrica di una terra”;
A.S.T.M. D 422 : “Particle size analysis of soils”;
A.S.T.M. D 1140 : “Amount of material in soils finer than No.200 sieve”;
A.S.T.M. D 421 : “Dry preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants”;
A.S.T.M. D 2217 : “Wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants”;

Prova di consolidazione monodimensionale (edometrica)

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : “Prova edometrica ad incrementi di carico”;
Racc. A.G.I. (1994) : “Prove edometriche”;
A.S.T.M. D 2435 : “One-dimensional consolidation properties of soil”;
A.S.T.M. D 4186 : “One-dimensional consolidation properties of soils using controlled-strain loading”.

Prova di rigonfiamento

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : “Prova edometrica ad incrementi di carico”;
A.S.T.M. D 4546 : “One dimensional swell or settlement potential of cohesive soils”;
GIBBS & HOLTZ (1956) : “Prova di rigonfiamento libero”;
HUDER & AMBERG (1970) : “Quellung im Mergel, Opalinuston und Anhydrit

Prova di permeabilità

- UNI CEN ISO/TS 17892-11 : “Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile”;
A.S.T.M. D 2434 : “Permeability of granular soils (constant head)”.

Prova di taglio con scissometro

- A.S.T.M. D 4648 : “Laboratory miniature Vane test for saturated fine-grained clayey”.

Prova di compressione ad espansione laterale libera

- UNI CEN ISO/TS 17892-7 : “Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine”;
Racc. A.G.I. (1994) : “Prove di compressione triassiale su terre coesive”;
A.S.T.M. D 2166 : “Unconfined compressive strength of cohesive soil”.

Prove triassiali

UNI CEN ISO/TS 17892-9	:	“Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi”;
UNI CEN ISO/TS 17892-8	:	“Prova triassiale non consolidata non drenata”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di compressione triassiale su terre coesive”;
A.S.T.M. D 2850	:	“Unconsolidated, undrained compressive strength of cohesive soils in triaxial compression”;
A.S.T.M. D 7181	:	“Method for consolidated drained triaxial compression test for soils”;
A.S.T.M. D 4767	:	“Consolidated undrained triaxial compression test for cohesive soils”.

Prova di taglio diretto

UNI CEN ISO/TS 17892-10	:	“Prove di taglio diretto”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di taglio diretto”;
A.S.T.M. D 3080	:	“Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.

Prova di taglio per la definizione della resistenza residua

UNI CEN ISO/TS 17892-10	:	“Prove di taglio diretto”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di taglio diretto”;
A.S.T.M. D 3080	:	“Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.
A.S.T.M. D 6467	:	“Standard Test Method for Torsional Ring Shear Test to Determine Drained Residual Shear Strength of Cohesive Soils”.

Prova Proctor

C.N.R. B.U. A. XII N.69	:	“Norme sui materiali stradali. Prove di costipamento di una terra”;
ASTM D1557	:	“Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))”;
A.S.T.M. D 698	:	“Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (12,400 ft-lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))”;
AASHTO T180	:	“Moisture-density relations of soil”;
AASHTO T99	:	“Moisture-density relations of soil”.

Prova C.B.R.

C.N.R. U.N.I. 10009	:	“Prove sui materiali stradali. Indice di portanza CBR di una terra”;
A.S.T.M. D 1883	:	“Bearing ratio of laboratory compacted soils”.

Determinazione del contenuto in sostanze organiche

A.S.T.M. D 2974	:	“Standard tests methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soil”;
-----------------	---	--

Determinazione del tenore in carbonati

B.S. 1377	:	
U.N.I. 9943/2	:	“Determinazione del contenuto in carbonati”;
A.S.T.M. D 4373	:	“Calcium carbonate content of soil”.

Determinazione del grado di reazione (pH)

D.M. 13/09/99	:	“Ministero Politiche Agricole, Cap. III”;
---------------	---	---

Determinazione del Contenuto Iniziale in Calce (CIC)

ASTM D6276	:	“Standard test method for using pH for estimate the soil-lime proportion requirement for soil stabilization”;
------------	---	---

Determinazione della densità in sito

C.N.R. B.U. n° 22	:	
A.S.T.M. D 1556	:	“Density of soil in place by the sand cone method”.

Prova di carico su piastra

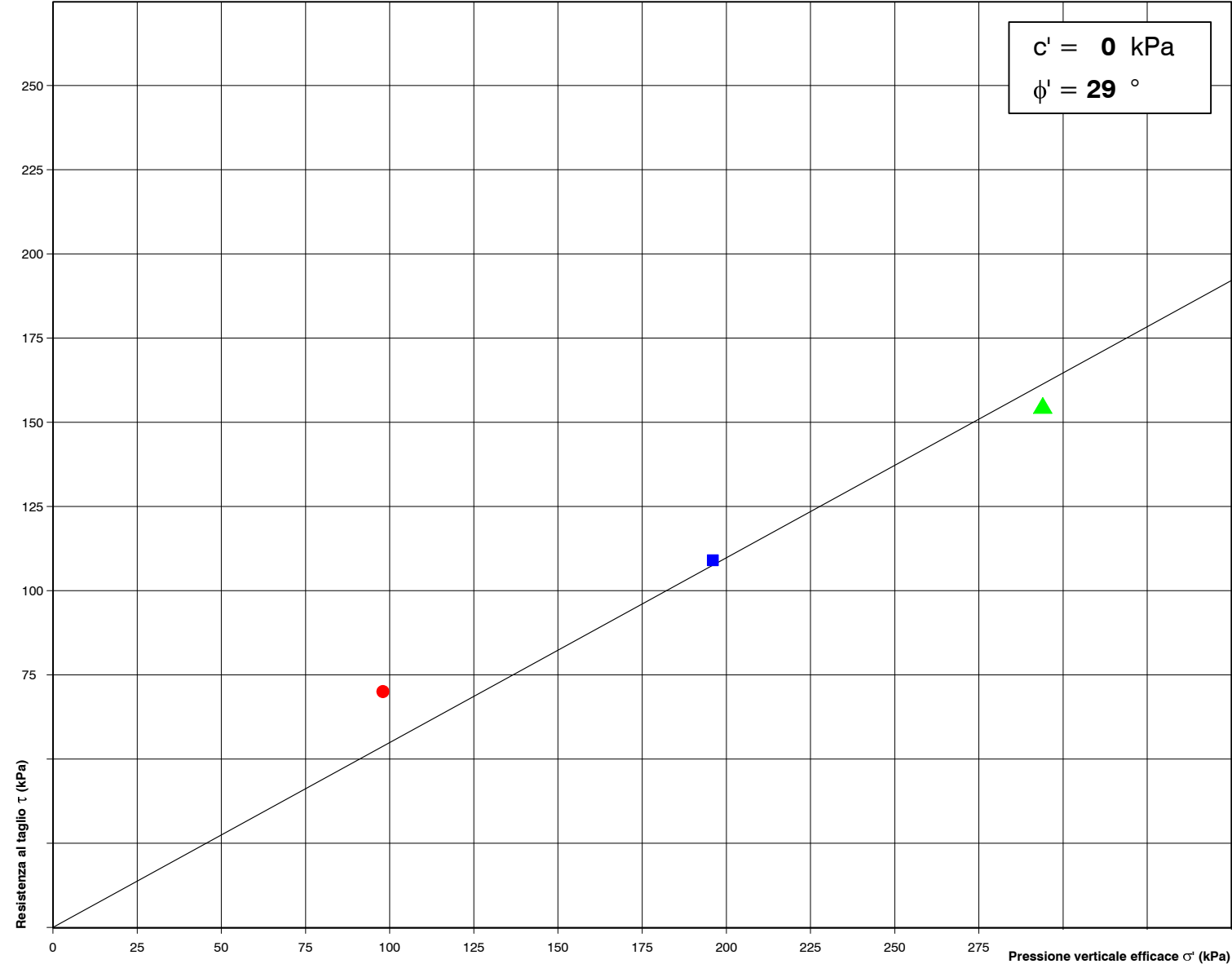
C.N.R. B.U. n° 146	:	
A.S.T.M. D 1195	:	“Repetitive static plate load test of soils”;
A.S.T.M. D 1196	:	“Nonrepetitive static plate load test of soils”;
N.S. SNV 70317	:	“Prova con piastra”.

NOTA: QUALORA VENGA RICHIESTA L'ESECUZIONE DI UNA PROVA DI CUI NON ESISTE UNA NORMATIVA NAZIONALE OD INTERNAZIONALE, FARÀ FEDE LA PROCEDURA INTERNA DI RIFERIMENTO.

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 1	Campione n° I1	Profondità di prelievo: da m 03.50 a m 03.72
----------------	----------------	---

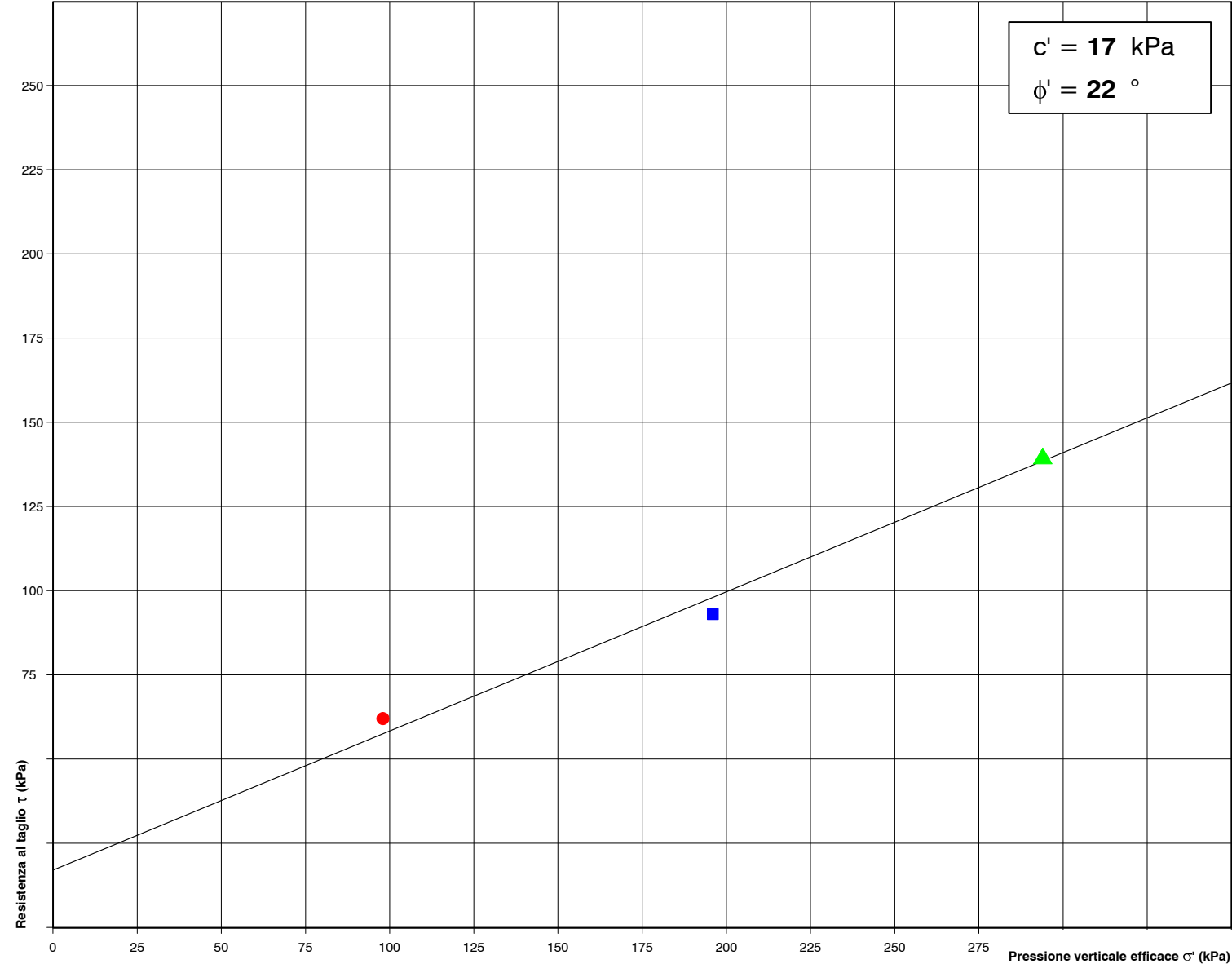
Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	0,05	-0,02	1,13
Spostamento orizzontale a rottura	mm	4,51	1,80	2,81
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	70	109	155



INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 1	Campione n° I2	Profondità di prelievo: da m 07.50 a m 07.80
----------------	----------------	---

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	-0,03	1,01	1,11
Spostamento orizzontale a rottura	mm	2,76	1,13	1,47
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	62	93	140





GEOTECNICA LAVORI

Via Della Scienza, 50 PERUGIA Tel. 0755997579

Sondaggio S1

STRADA CASALINA - RABBIANCA

COMUNE DERUTA (PG)

1 SPT N: 1 1.30 ÷ 1.75 N. 7-9-16

SPT N: 2 3.70 ÷ 4.15m N. 18-19-17

C.I. =
3.50 ÷ 3.72

GEOTECNICA LAVORI

Via Della Scienza, 50 PERUGIA Tel. 0755997579

SONDAGGIO S1

STRADA CASALINA - RIABBIANCA
CITTA' DERUTA (PG)

SPT N° 5 DA 6.00 A 6.15 N° 19. 17. 24

C.I. 2
DA 7.50 A 7.80

GEOTECNICA LAVORI

Via Della Scienza, 50 PERUGIA Tel. 0755997579

SONDAGGIO S1

STRADA CASALINA - RIABBIANCA
COMUNE DERUTA (PG)

SPT N. 4 DA 2900 A 30,45m N. 6-13-4G

1
0

1
1

1
1

1
2

SPT 5 12,40 ÷ 12,66m N. 35 RIF.

1
2

1
3

1
3

1
4

1
4

1
5