

**G.EDLS.** s.r.l.

sede legale: Via Frattina, 10 - 00187 Roma

sede amministrativa:

P.zza Martiri della Libertà, 54 – 02047 POGGIO MIRTEO (RI)

Tel 0765/441102 (St) 0765/410737 (Fax)

329/9171242 (Cell)

e-mail: info@gedis-srl.com

**COMUNE DI CASTIGLIONE D'ORCIA**  
**(Prov. Siena)**



Studio di fattibilità di un settore di un versante interessato  
dalla realizzazione di una cantina vinicola,  
in Loc.tà Capanna Pulciaio,  
di proprietà della Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni

ROMA, Luglio 2016

Dott. Geol. David Simoncelli

E' riservata la proprietà di questo elaborato che potrà essere riprodotto, anche in parte, solo dopo autorizzazione scritta



## PREMESSE

Nel rispetto delle indicazioni espresse dalla Legge vigente, è stata redatto uno studio di fattibilità di un settore di un versante interessato dal progetto per la realizzazione di una cantina vinicola, sita in Loc.tà Capanna Pulciaio, di proprietà della Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni.

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno, sono state pertanto eseguite le seguenti indagini minime (vedi planimetria ubicativa allegata):

- un rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio;
- acquisizione dati tratti da uno studio effettuato, in un'area limitrofa della stessa proprietà, dallo studio geologico "Geoamiata" a firma del Dott. Geol. Daniele Nenci nel Maggio 2014, comprensiva di n°4 prove penetrometriche dinamiche continue super-pesanti (DPSH), n°1 Masw e n°2 verifiche di stabilità nelle condizioni ante e post operam;
- acquisizione dati bibliografici (Progetto IFFI, Carta Geologica d'Italia Foglio N°121 – *Montepulciano* – e Foglio N°129 – *Santa Fiora* – alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia, Cartografia relativa al Piano Strutturale della Provincia di Siena del Comune di Castiglione D'Orcia alla scala 1:10.000);
- acquisizione dati tratti da uno studio, condotto dallo scrivente, in un'area limitrofa posto a corredo della domanda per il rilascio del nulla osta per il vincolo idrogeologico;
- acquisizione dati relativi ad uno studio, condotto dallo scrivente, in un'area limitrofa, costituito da: n°4 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l'utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH);

n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti rispettivamente alla profondità di 20 m (S1) e di 10 m (S2); n°1 prova tromometrica per la determinazione delle Vs30 con tromografo digitale “*Tromino*” ed elaborazione dati mediante il software “*Grilla*”, forniti dalla Società Micromed spa; misurazioni mediante strumenti portatili sui materiali estratti; misurazioni dei livelli idrici nei perfori mediante freaticometro di tipo elettrico;

- n°6 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l'utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH), come riportato in planimetria ubicativa allegata;
- n°2 verifiche di stabilità nelle condizioni attuali, mediante l'utilizzo del software *Slope* della Soc.tà Geostru srl.

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area in esame è posta a circa 1,3 km in direzione SSE dal centro storico di Castiglione D'Orcia, ad una quota compresa tra circa 410 m s.l.m. di circa 420 m s.l.m. (vedi corografia allegata).

Il sito è descritto nel F°129 –“SANTA FIORA”– alla scala 1:100.000 della cartografia ufficiale topografica e geologica I.G.M.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

#### **GEOLOGIA GENERALE DELL'AREA**

La storia geologica della zona circostante il Monte Amiata è molto complessa, comprendendo eventi sedimentari e tettonici che si sono susseguiti tra il Mesozoico (Giurassico, 200 milioni di anni fa) ed il Quaternario recente (150 mila anni fa), gli stessi che hanno dato vita al corrugamento ed al sollevamento della Catena appenninica.

Senza addentrarci troppo nella ricostruzione di questa storia, dobbiamo comunque tenere presente che i Complessi geologici presenti nell'area dell'Amiata provengono da bacini di sedimentazione distinti e con caratteristiche paleoambientali diverse (Domini Paleogeografici) ed oggi si trovano tettonicamente sovrapposti l'uno sull'altro. Sulla base dei rapporti di giacitura dei vari complessi e delle caratteristiche sedimentologiche delle rispettive successioni, si ritiene oggi che essi provengano da tre diversi Domini che all'inizio del Cretacico (150 mln di anni fa) dovevano succedersi da ovest verso est, all'interno dell'oceano ligure-piemontese (un braccio dell'Oceano Tetide), nel seguente modo: Dominio Ligure, Dominio Austroalpino e Dominio Toscano.

I vari domini sopraelencati dopo la chiusura dell'oceano (circa 45 mln di anni fa) e la successiva collisione continentale Europa-Africa, hanno subito un raccorciamento con conseguente accavallamento dei terreni più occidentali su quelli più orientali: queste unità tettoniche oggi, sovrapposte l'una sull'altra, formano l'ossatura della catena appenninica. A queste unità si sovrappongono, nell'area amiatina, sia sedimenti di origine lacustre e marina di età mio-pliocena (tra i 10 ed i 2 mln di anni fa), sia rocce vulcaniche legate all'attività pleistocenica (300.000-150.000 anni fa) del Monte Amiata.

### **GEOLOGIA DI DETTAGLIO**

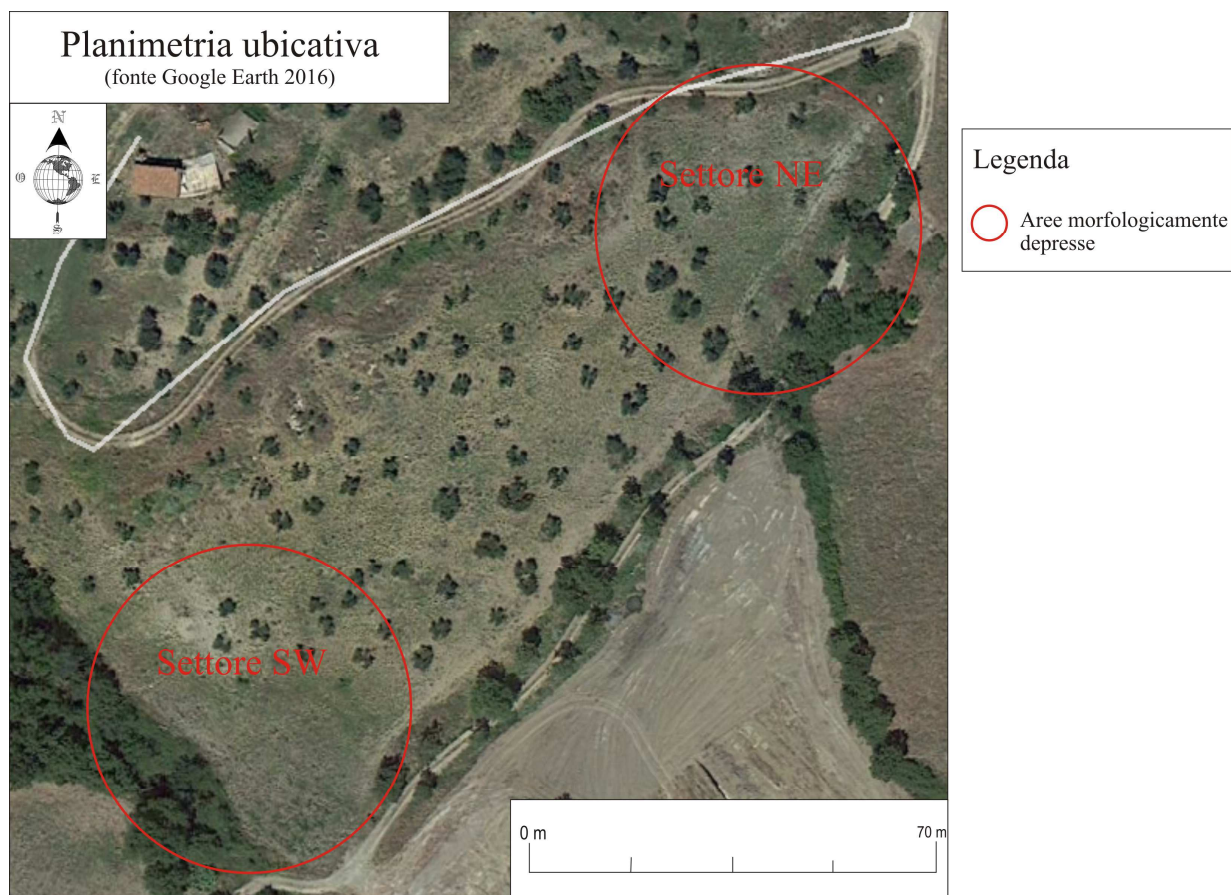
Il sito in esame, è caratterizzato dalla presenza di un complesso caotico di materiali argillosi a struttura scagliosa, facenti parte della "Formazione di Santa Fiora" appartenete al Dominio Austroalpino. Da un punto di vista litologico tale formazione è rappresentata da una argillitica e marnoscistosa con rare intercalazioni di calcari. I rapporti quantitativi tra i vari litotipi sono molto variabili; localmente sembra prevalere nettamente gli argilloscisti che a luoghi presentano la tendenza a sfaldarsi in piccole e sottili laminette, assumendo dei colori variabili dal rosso vinaccia al grigio. Inoltre, questa formazione risulta caratterizzata da un assetto strutturale molto caotico, testimoniando il forte scompaginamento subito durante la fase di compressione che ne determinò la messa in posto. La componente lapidea risulta costituita, soprattutto superficialmente dove risulta più intensa l'azione erosiva delle acque circolanti, da elementi litoidi di natura calcarea e calcareo-marnosa inglobati in una matrice argillosa come trovanti di dimensioni e forme variabilissime.

## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il sito in esame, è ubicato lungo un versante caratterizzato da pendenze originarie dell'ordine dei  $20^{\circ}$ - $25^{\circ}$  che degradano in direzione dei quadranti orientali verso il fondovalle del Torrente Onzola che scorre ad una distanza di circa 375 m dall'area interessata dal presente studio in direzione SE.

La morfologia attuale dell'area si presenta nel seguente modo (Fig.1):

- i settori di NE (Foto 1) e di SW (Foto 2), sono caratterizzati da aree depresse rispetto al settore centrale del versante stando presumibilmente ad indicare zone interessate da dissesti geomorfologici attualmente quiescenti;
- il settore centrale del versante attualmente non mostra particolari indizi di criticità geomorfologiche.



**Fig. 1** – Carta di sintesi delle evidenze morfologiche presenti nell'area di studio (Base cartografica tratta da: Google Earth 2016)

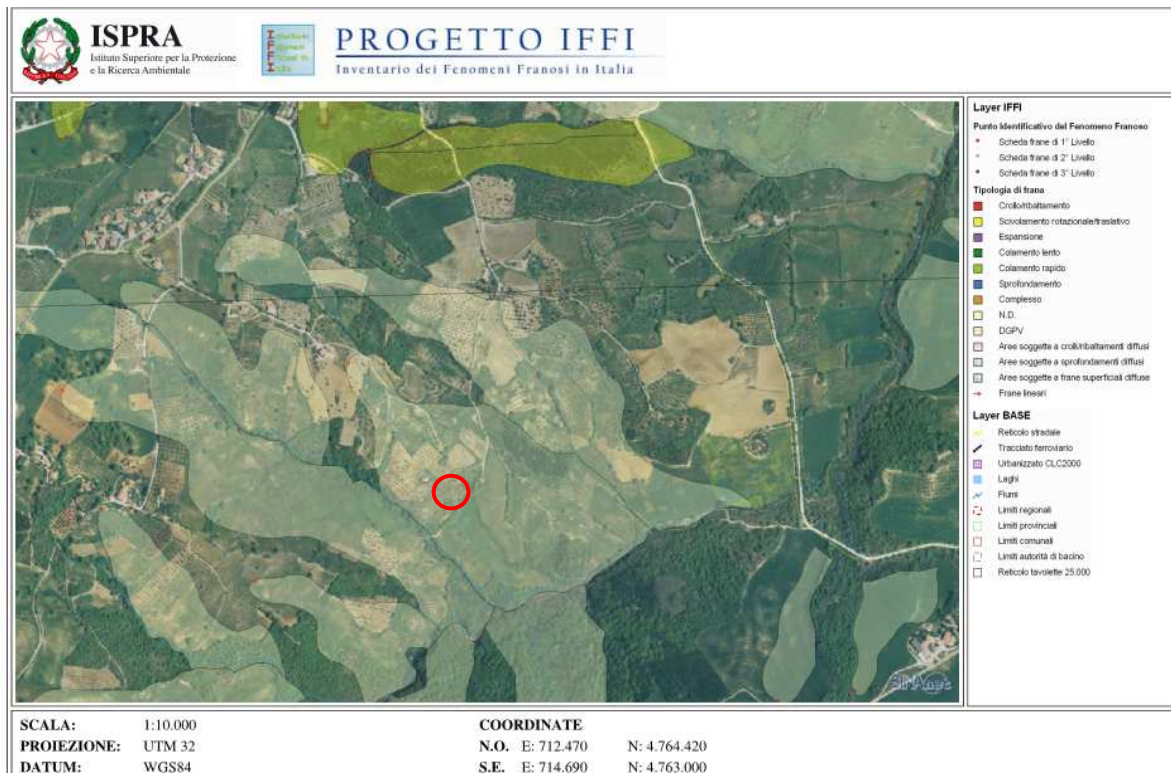


**Foto 1** – Particolare dell'area depressa (andamento individuato tramite la linea rossa) nel settore di NE del versante interessato dal presente studio



**Foto 2** – Particolare dell'area depressa (andamento individuato tramite la linea rossa) nel settore di SW del versante interessato dal presente studio

Tali evidenze morfologiche, non trovano riscontro nelle carte relative al Piano Strutturale del Comune di Castiglione D'orcia come la *Carta di Pericolosità Geomorfologica* alla scala 1:5000; mentre vengono evidenziate dall'acquisizione dei dati ottenuti dall'analisi della cartografia relativa al Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia, Fig. 2).



**Fig.2** – Stralcio Cartografia Progetto IFFI con ubicazione dell'area di intervento *Tratto da:* <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=43&lang=IT#>

## INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Il complesso vulcanico del Monte Amiata è impostato al di sopra dei terreni sedimentari flysciodi essenzialmente argillosi, e quindi a bassa permeabilità, dei complessi ligure ed austroalpino. Studi idrogeologici condotti dall'ENEL e ricercatori del CNR mostrano come il substrato impermeabile sia modellato in una sorta di catino che costituisce il grande bacino interno e da bacini marginali adiacenti al principale. Sembra inoltre accertato che i camini vulcanici costituiscano una sorta di collegamento tra la falda superficiale contenuta nelle vulcaniti e la falda profonda,

contenuta nelle formazioni carbonatiche della Serie Toscana, che alimenta i campi geotermici dell'Amiata. Nel territorio comunale il serbatoio idrico costituito dalle Vulcaniti occupa la porzione sud-occidentale, a monte ed a valle di Vivo d'Orcia. Agli effetti idrogeologici le vulcaniti sono da considerarsi rocce permeabili per fratturazione; il contatto vulcaniti-flysch ligure va da quota 1000 m s.l.m. nella zona di Vivo d'Orcia a circa 600 m nella zona di S.Fiora. L'esistenza di numerose sorgenti distribuite in maniera uniforme lungo tutto il contatto dimostra l'esistenza nelle vulcaniti di una notevole falda idrica. La struttura idrogeologica è essenzialmente legata alla morfologia del substrato impermeabile rappresentata dalle argille del flysch ligure dove oltre a depressioni e dorsali si individuano anche vaste superfici collassate provocate dagli svuotamenti della camera magmatica, conseguenti le eruzioni vulcaniche, cui fecero seguito crolli e sprofondamenti. In questa sorta di catino le acque meteoriche che si infiltrano vanno ad aggiungersi alle acque di falda preesistenti costituendo e rinnovando continuamente la riserva geologica con tempi stimati di alcune decine di anni per il ricambio di tutto il corpo idrico immagazzinato. Le depressioni morfologiche del substrato costituiscono le direzioni privilegiate di convogliamento delle acque mentre le dorsali degli spartiacque consentono di suddividere il complesso idrogeologico in un bacino idrico principale ed in cinque bacini marginali che ricevono la loro alimentazione dal troppo pieno della depressione centrale e dalla infiltrazione diretta delle acque meteoriche.

La depressione centrale, la cui base raggiunge la massima profondità in corrispondenza dei rilievi di Poggio Pinzi e Poggio Trazzuolo, involve un'area di circa un mezzo dell'affioramento vulcanico. La parte rimanente è divisa in parti variabili tra altri cinque bacini secondari per importanza che circondano per quasi tutta la sua estensione il bacino principale. L'accumulo di acqua dipende direttamente dalle precipitazioni che, infiltrate, vanno a costituire una parte mai drenata (riserva geologica) una parte che funge da compensatrice delle portate nei periodi di magra (riserva regolatrice) e da una parte che scaturisce naturalmente dalle sorgenti e che si rinnova nel tempo (risorsa). La portata delle sorgenti è ovviamente legata alle



precipitazioni e verosimilmente ognuna dispone di un bacino di alimentazione singolo; ciò limita la possibilità di interventi che potrebbero provocare disturbi nell'equilibrio idrodinamico del bacino stesso. Le variazioni di piovosità e quindi di infiltrazione sono sfasate nel tempo rispetto alla portata delle sorgenti ed il periodo di sfasamento dipende essenzialmente dalla vastità del bacino di alimentazione di ogni singola manifestazione sorgentizia. In pratica più vasto è il bacino di alimentazione della sorgente maggiori risultano i tempi di sfasamento rispetto agli afflussi meteorici. In particolare sono stati individuati i seguenti bacini e sottobacini:

1. BACINO DEL MONTE AMIATA a) Sub-bacino di Santa Fiora b) Sub-bacino di Bagnolo

2. BACINO MARGINALE DI PIANCASTAGNAIO a) Sub-bacino di Piancastagnaio b) Sub-bacino di Trecase c) Sub-bacino Saragiolo –Pietralunga

3. BACINO MARGINALE DI ABBADIA S.SALVATORE a) Sub Bacino Altone-Pastore b) Sub Bacino Galleria Italia c) Sub Bacino Acqua passante

4. BACINO MARGINALE DI POGGIO SASSO DEL FALCO a) Sub-bacino di Pian di Bugnano b) Sub-bacino Tepolini

5. BACINO MARGINALE DI ARCIDOSO-CASTELDELPIANO a) Sub-bacino di Casteldelpiano 1 b) Sub-bacino Casteldelpiano 2 c) Sub-bacino Arcidosso

Nello specifico la zona di intervento è caratterizzata dall'assenza di importanti serbatoi idrici: la formazione argilloso-litoide che costituisce l'ossatura del versante sul quale è prevista l'opera può essere considerata a grandi linee a permeabilità bassa, con grado di permeabilità condizionato dalla maggiore o minore presenza della componente litoide. Infatti le fratture e le diaclasi che caratterizzano il litotipo marnoso determinano delle vie di facile penetrazione delle acque, mentre le intercalazioni argillose creano ostacoli alle infiltrazioni idriche che talvolta si arrestano a livelli superficiali.

Durante l'esecuzione delle indagini effettuate (prove penetrometriche dinamiche DPSH) non state individuate falde idriche, anche se probabilmente nell'area sono

presenti delle falde superficiali, anche in pressione, come quelle riscontrate in un'area adiacente al lotto in esame.

## LINEAMENTI STRATIGRAFICI E CARATTERISTICHE DEI LITOTIPI DEL SOTTOSUOLO

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno, sono state pertanto eseguite le seguenti indagini minime (vedi planimetria ubicativa allegata):

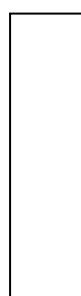
- un rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio;
- acquisizione dati tratti da uno studio effettuato, in un'area limitrofa della stessa proprietà, dallo studio geologico "Geoamiata" a firma del Dott. Geol. Daniele Nenci nel Maggio 2014, comprensiva di n°4 prove penetrometriche dinamiche continue super-pesanti (DPSH), n°1 Masw e n°2 verifiche di stabilità nelle condizioni ante e post operam;
- acquisizione dati bibliografici (Progetto IFFI, Carta Geologica d'Italia Foglio N°121 – *Montepulciano* – e Foglio N°129 – *Santa Fiora* – alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia, Cartografia relativa al Piano Strutturale della Provincia di Siena del Comune di Castiglione D'Orcia alla scala 1:10.000);
- acquisizione dati tratti da uno studio, condotto dallo scrivente, in un'area limitrofa posto a corredo della domanda per il rilascio del nulla osta per il vincolo idrogeologico;
- acquisizione dati relativi ad uno studio, condotto dallo scrivente, in un'area limitrofa, costituito da: n°4 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l'utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH);

n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti rispettivamente alla profondità di 20 m (S1) e di 10 m (S2); n°1 prova tromometrica per la determinazione delle Vs30 con tromografo digitale “*Tromino*” ed elaborazione dati mediante il software “*Grilla*”, forniti dalla Società Micromed spa; misurazioni mediante strumenti portatili sui materiali estratti; misurazioni dei livelli idrici nei perfori mediante freaticometro di tipo elettrico;

- n°6 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l’utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH), come riportato in planimetria ubicativa allegata;
- n°2 verifiche di stabilità nelle condizioni attuali, mediante l’utilizzo del software *Slope* della Soc.tà Geostru srl.

Tali indagini, ubicate come in planimetria ubicativa allegata, hanno permesso di ricostruire la seguente stratigrafia media:

### PROVA DPSH1

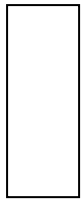


Dal p.c. a -0,9 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

da -0,9 m a -7,8 m = ARGILLE POCO CONSISTENTI CON INCLUSI DI ARGILLITE  
FRATTURATA

oltre -7,8 m = ARGILLE DA MEDIAMENTE CONSISTENTI A CONSISTENTI CON INCLUSI DI  
ARGILLITE FRATTURATA

## PROVA DPSH2



Dal p.c. a -0,9 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

oltre -0,9m = ARGILLE DA MEDIAMENTE CONSISTENTI A CONSISTENTI CON INCLUSI DI ARGILLITE FRATTURATA

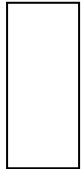
## PROVA DPSH3A



Dal p.c. a -0,6 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

oltre -0,6 m = LITOIDE CALCAREO-MARNOSO

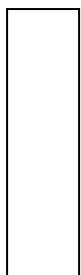
## PROVA DPSH3B



Dal p.c. a -0,6 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

oltre -0,6 m = LITOIDE CALCAREO-MARNOSO

## PROVA DPSH4



Dal p.c. a -0,9 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

da -0,9 m a -2,4 m = ARGILLE POCO CONSISTENTI CON INCLUSI DI ARGILLITE FRATTURATA

oltre -2,4 m = ARGILLE DA MEDIAMENTE CONSISTENTI A CONSISTENTI CON INCLUSI DI ARGILLITE FRATTURATA

## PROVA DPSH5



Dal p.c. a -0,9 m = COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA

oltre -0,9m = ARGILLE DA MEDIAMENTE CONSISTENTI A CONSISTENTI CON INCLUSI DI ARGILLITE FRATTURATA

A seguito delle indagini effettuate, unitamente sia ai valori di  $N_{spt}$  forniti dalle prove penetrometriche effettuate, correlati con teorie di vari autori (come riportato integralmente negli elaborati prove penetrometriche allegati alla relazione), che ai dati delle indagini e le prove penetrometriche dinamiche continue (eseguite nello studio condotto dallo scrivente in un'area limitrofa), prove di laboratorio su analoghi litotipi, dalle misurazioni mediante strumenti portatili e dall'osservazione dei manometri di spinta e resistenza a torsione di cui è dotata la macchina perforatrice, i litotipi rinvenuti mostrano i parametri geotecnici di seguito riportati:

LITOTIPI	Peso di volume $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione drenata C (t/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata $C_U$ (t/m <sup>2</sup> )
COLTRE SUPERFICIALE ALTERATA	1.60-1.70	16-18	0.5-1.0	1.5-3.0
ARGILLITI SCAGLIOSE	1.80-1.85	23-25	0.3-0.5	0.0
BLOCCHI LITOIDI CALCAREO-MARNOSI	2.2-2.3	40-45	40-50	0.0
ARGILLE GRIGIE POCO CONSISTENTI	1.78-1.82	18-22	1.0-1.5	3.0-5.0
ARGILLE GRIGIE DA MEDIAMENTE CONSISTENTI A CONSISTENTI	1.80-1.84	23-25	1.0-2.0	6.0-8.0

## STABILITA' DEL PENDIO

Il **D.M. 14.01.2008-Norme Tecniche per le Costruzioni § 6.3.4** afferma che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate con metodi che tengano conto della forma e posizione della superficie di scorrimento dell'assetto strutturale, dei parametri geotecnici e del regime delle pressioni interstiziali. Nel caso di pendii in frana le verifiche di sicurezza devono essere eseguite lungo le superfici di scorrimento che meglio approssimano quella/e riconosciuta/e con le indagini. Negli altri casi, la verifica di sicurezza deve essere eseguita lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso. Quando sussistano condizioni tali da non consentire un'agevole valutazione delle pressioni interstiziali, le verifiche di sicurezza devono essere eseguite assumendo le condizioni più sfavorevoli che ragionevolmente si possono prevedere.

Quindi per valutare la stabilità del pendio è stato utilizzato il metodo di Bell, mediante il quale è possibile determinare il fattore di sicurezza di una superficie di scorrimento circolare, tenendo conto delle azioni sismiche.

Nel caso in esame di pendio finito le variabili che concorrono alla localizzazione del cerchio di scorrimento sono due: il raggio  $R$  e le coordinate del centro di rotazione  $O(x,y)$ .

Ciò comporta un numero infinito di soluzioni possibili quindi si è operato nel seguente modo:

- Si è immesso il profilo del pendio nel computer e costruito una griglia di punti sulla verticale del pendio;
- Questa costituisce una matrice di coordinate di centri  $O_i(x_i,y_i)$  di possibili cerchi di scivolamento;
- Si è calcolato quindi per ogni cerchio relativo a ciascun nodo della griglia, il corrispondente fattore di sicurezza  $F_i$ ;

- Si è ottenuto quindi un piano quotato del fattore di sicurezza  $F$  (vedere elaborato grafico).

Le verifiche, effettuate lungo n°2 sezioni fornite dallo studio tecnico dell'Arch. Nicola Mastrojanni, hanno fornito le seguenti risultanze (vedi report allegati):

#### SEZ.1- STATO ATTUALE

Tale verifica effettuata in condizioni sismiche ha evidenziato l'assenza di superfici di scorrimento potenziali del versante, aventi un fattore di sicurezza inferiore ad 1.0 (valore minimo di collasso), stante ad indicare una situazione stabilità geomorfologica della porzione di versante interessata dal presente studio.

#### SEZ.2- STATO ATTUALE

Tale verifica effettuata in condizioni sismiche ha evidenziato l'assenza di superfici di scorrimento potenziali del versante, aventi un fattore di sicurezza inferiore ad 1.0 (valore minimo di collasso), stante ad indicare una situazione stabilità geomorfologica della porzione di versante interessata dal presente studio.

## **CARATTERIZZAZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008**

**Coordinate WGS84 del sito Lat. 42.995450° - Long. 11.619841°**

Con la nuova normativa sismica (D.P.C.M. n. 3274 del 20/3/2003) l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro “a g ” (accelerazione orizzontale massima sul suolo), espressa come frazione dell'accelerazione gravitazionale “g”. Il **Comune di Castiglione d'Orcia** - in una scala che va da 4, rischio basso, a 1, rischio molto alto - è stato inserito in **Zona 2** contrassegnata da un valore di a g pari a **0,25 g**.

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 (“Norme Tecniche per le Costruzioni”, Tab. 3.2.II), per la progettazione di manufatti soggetti ad azioni sismiche, il terreno in esame può essere riferito **Categoria di Suolo di Fondazione C** –[**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)**].

Non si individuano nel sito condizioni specifiche tali da costituire fonte di amplificazione locale dell'onda sismica, quali presenza di faglie attive, linee di cresta morfologica particolarmente marcate, contatti stratigrafici tra terreni a forte contrasto di risposta sismica, presenza di coltri detritiche lungo il versante, vicinanza a scarpate soggette a fenomeni di crollo e/o rotolamento di blocchi. Lo stato di addensamento riscontrato nei litotipi piroclastici medio-grossolani, permette infine di considerare trascurabili i rischi di liquefazione dei terreni in caso di scuotimento sismico.

In relazione alle condizioni topografiche del sito in esame (Tab. 3.2.IV) si definisce la **Categoria T2** [superficie con **inclinazione media  $i > 15^\circ$** ] corrispondente ad un **Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,20$** .



## CONCLUSIONI

Dai dati emersi relativi sia alle indagini eseguite che quelli relativi alla fase di ricerca bibliografica sono emerse le seguenti considerazioni:

- Dalla cartografia relativa al Progetto IFFI (vedi Fig.2), realizzato dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), dalle Regioni e dalle Province Autonome, e dalle evidenze morfologiche sul terreno (vedi Foto 1, 2) vi è la presenza, in tutto il settore interessato dal presente studio, di un dissesto geomorfologico attualmente quiescente, anche se le indagini effettuate mostrano che nell'area centrale del versante non si evidenziano, al momento, particolari criticità geomorfologiche;
- Tali indicazioni sono state confermate anche dalla prova penetrometrica dinamica DPSH1, effettuata all'interno del settore morfologicamente depresso di NE, ove si evince uno spessore di circa 7.8 m di materiali argillosi poco consistenti sostenuti da materiali argillosi consistenti;
- Il settore centrale del versante interessato dal presente studio, mostra, al momento, sia dalle prove penetrometriche dinamiche DPSH che dalle verifiche di stabilità allegate alla presente, una situazione di stabilità globale;
- Dalle indagini geognostiche (prove penetrometriche DPSH) eseguite appare molto chiara la complessità della formazione affiorante, all'interno delle quali spesso si rivengono come trovanti dei blocchi litoidi di calcari marnosi, così come riscontrato durante le indagini eseguite dallo scrivente in un'area adiacente.

Dalle considerazioni emerse, si evidenzia quindi una situazione, caratterizzata da un settore, quello centrale del versante, che al momento presenta una condizioni di stabilità globale. Al fine di confermare tali indicazioni preliminari,

in fase di progettazione definitiva, dovranno essere effettuate ulteriori indagini geognostiche di dettaglio al fine di:

- definire un modello geologico-tecnico di dettaglio, visto l'estrema eterogeneità della formazione affiorante, confermata anche dalle precedenti indagini eseguite nell'area adiacente;
- definire un modello idrogeologico di dettaglio, vista la probabile presenza di falde superficiali e/o in pressione, come già riscontrato durante il corso delle indagini eseguite dallo scrivente nell'area adiacente.

ROMA, Luglio 2016

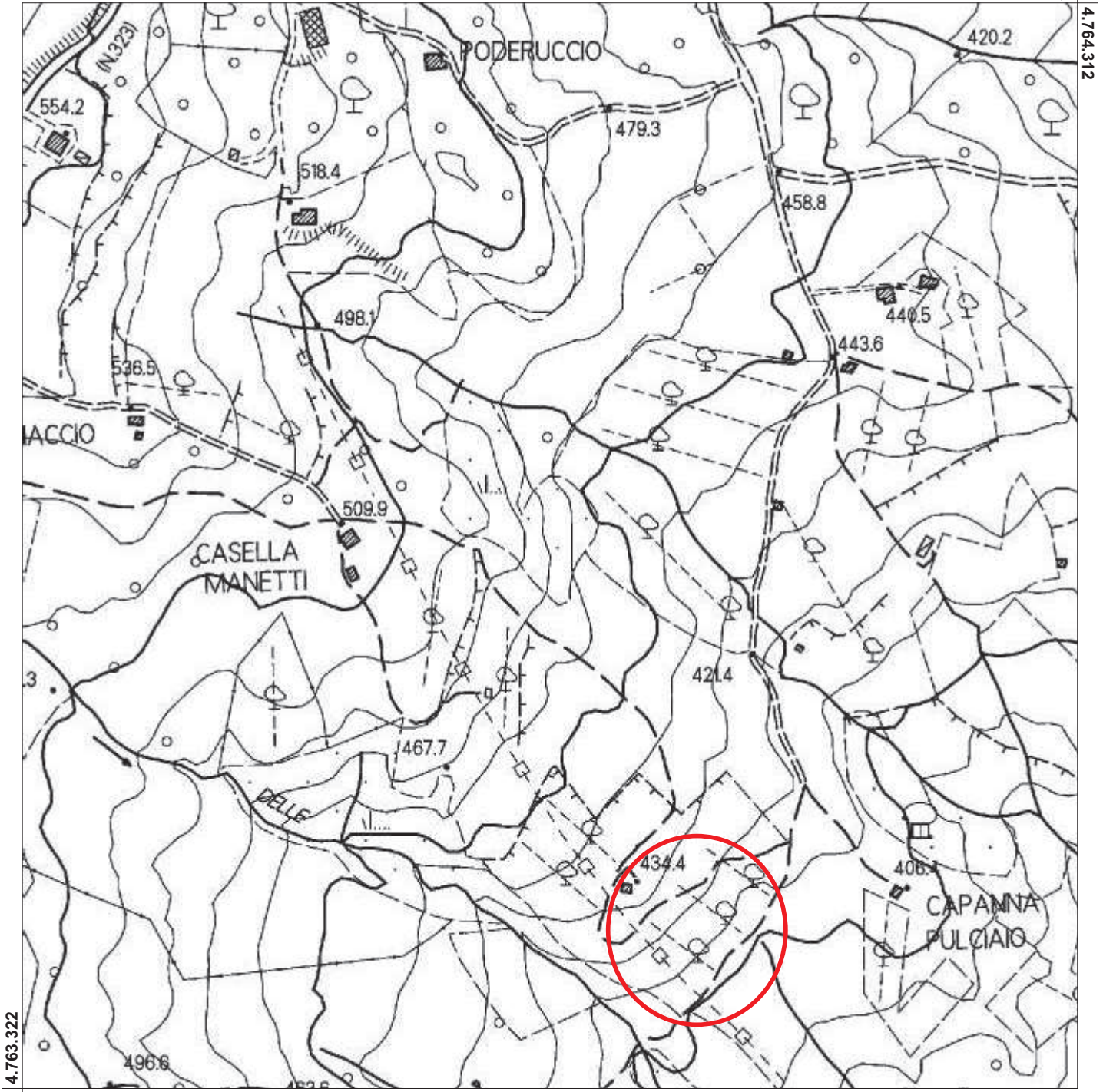
Dott. Geol. David Simoncelli



# Corografia generale

Scala 1 : 5.000

713.853,4



712.891,6

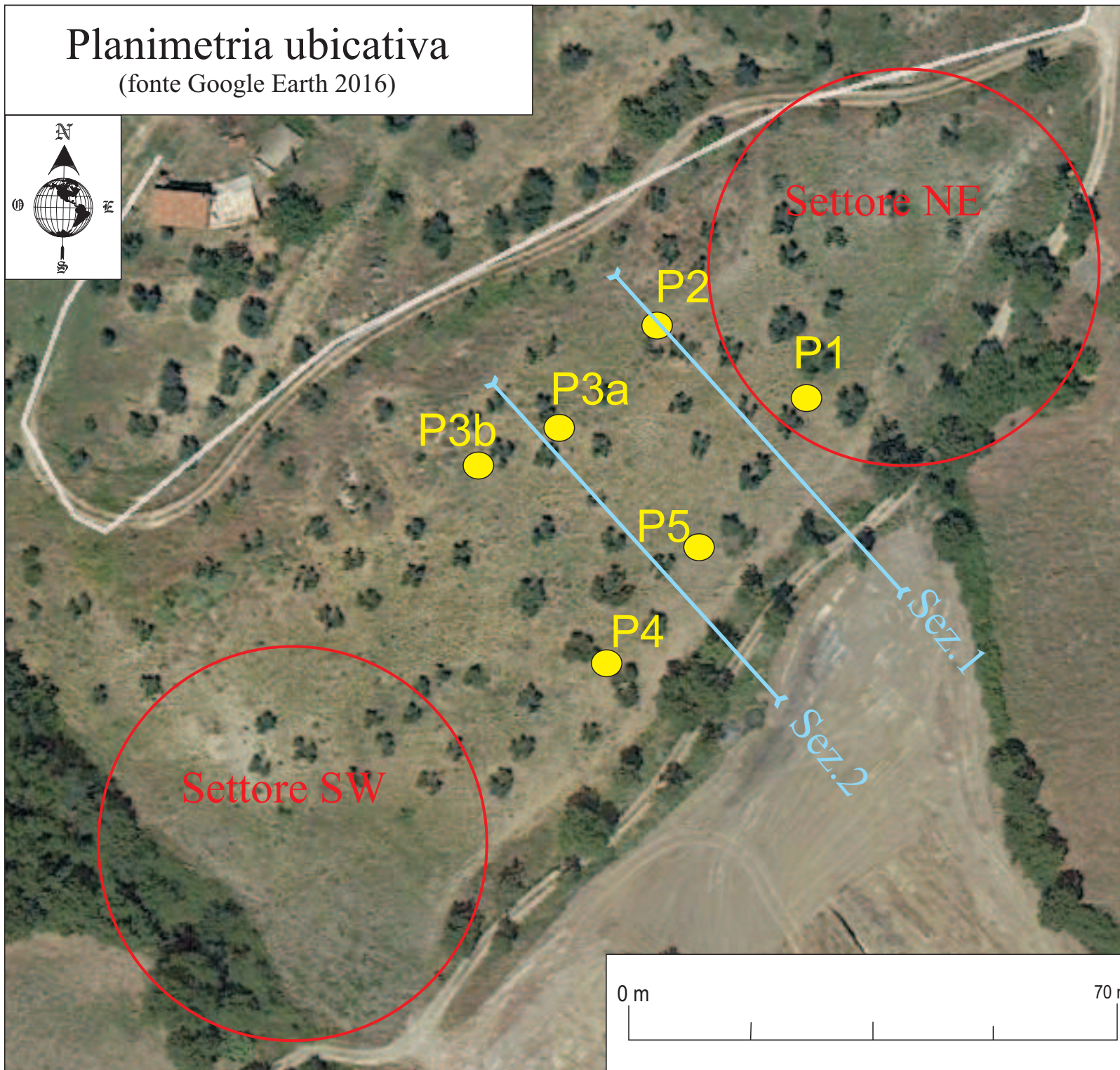
EPSG:25832



Ubicazione del sito


# Planimetria ubicativa


(fonte Google Earth 2016)



## Legenda

 Aree morfologicamente depresse

 P4  
Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

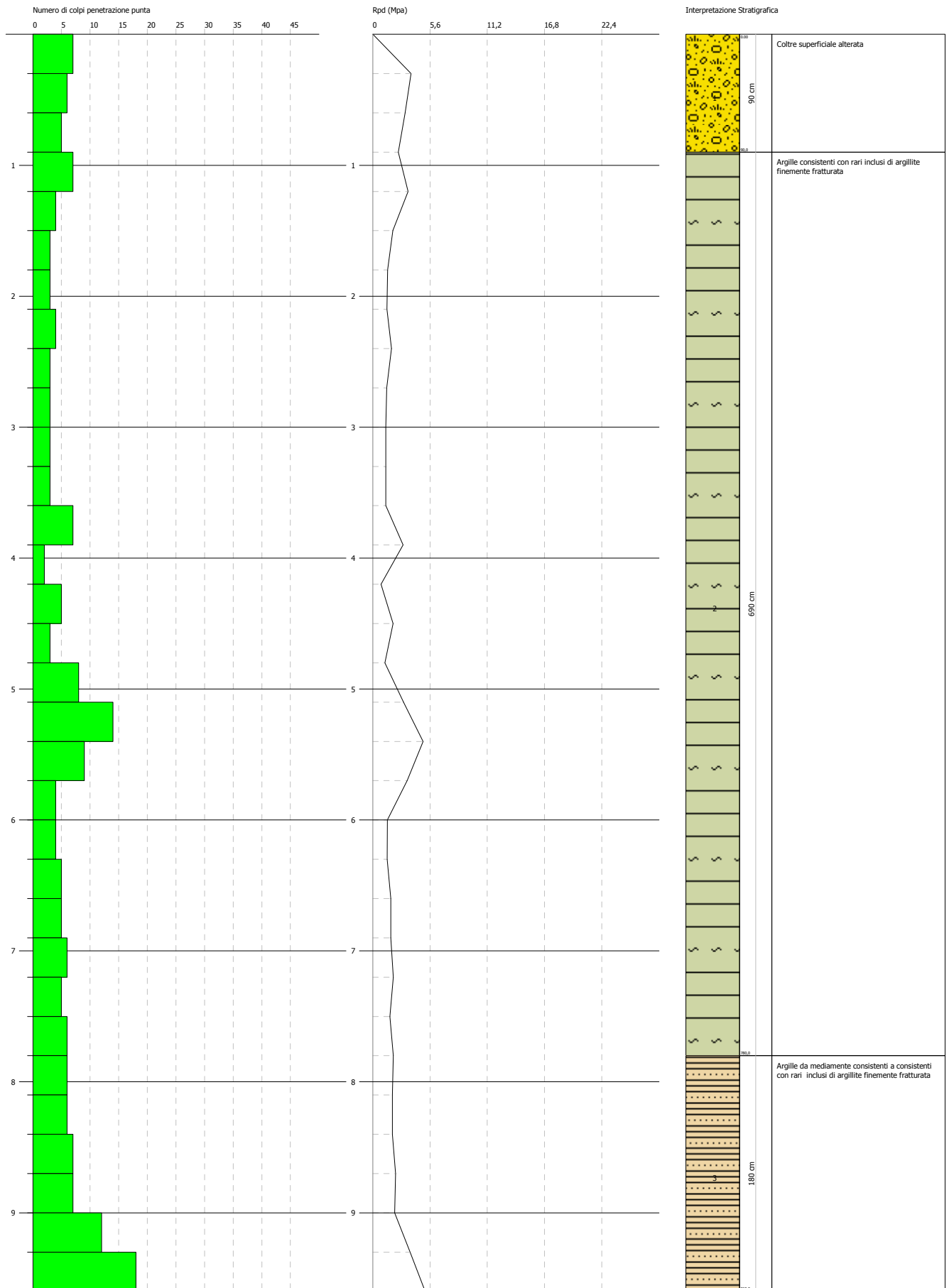
 Traccia sezione verifica di stabilità

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
 Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciaio  
 Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:41

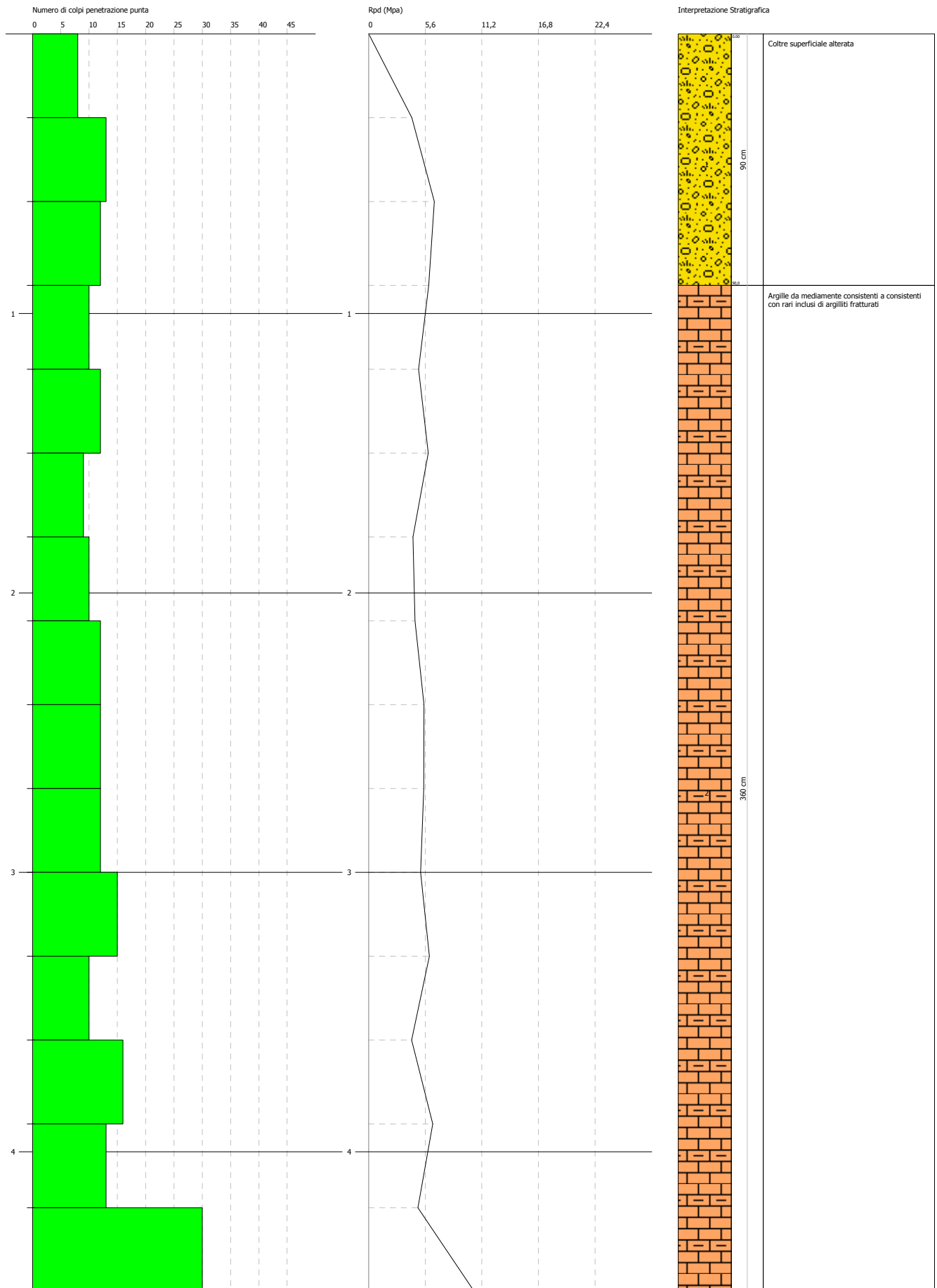


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
 Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciaio  
 Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:19

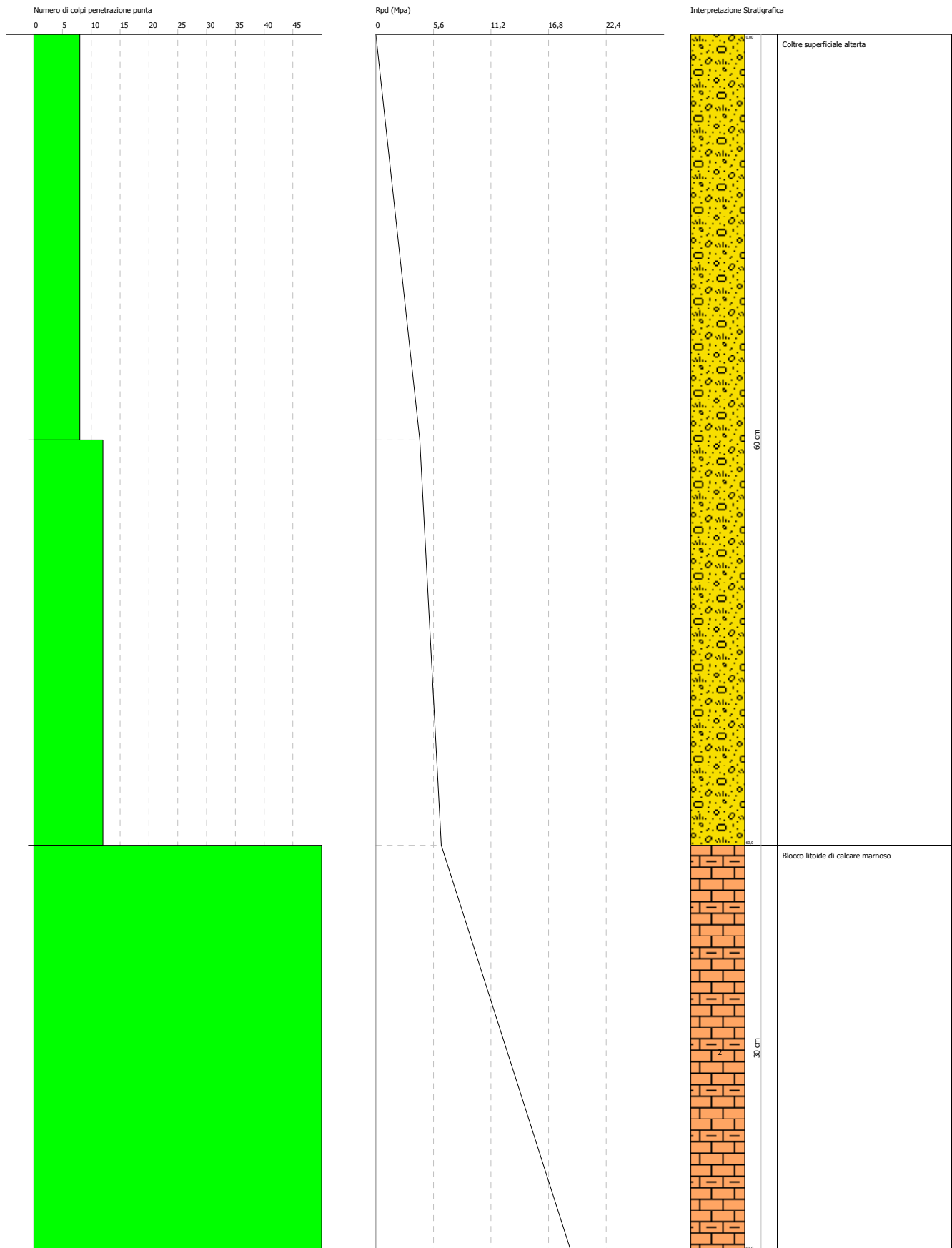


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3a**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciao  
Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:4

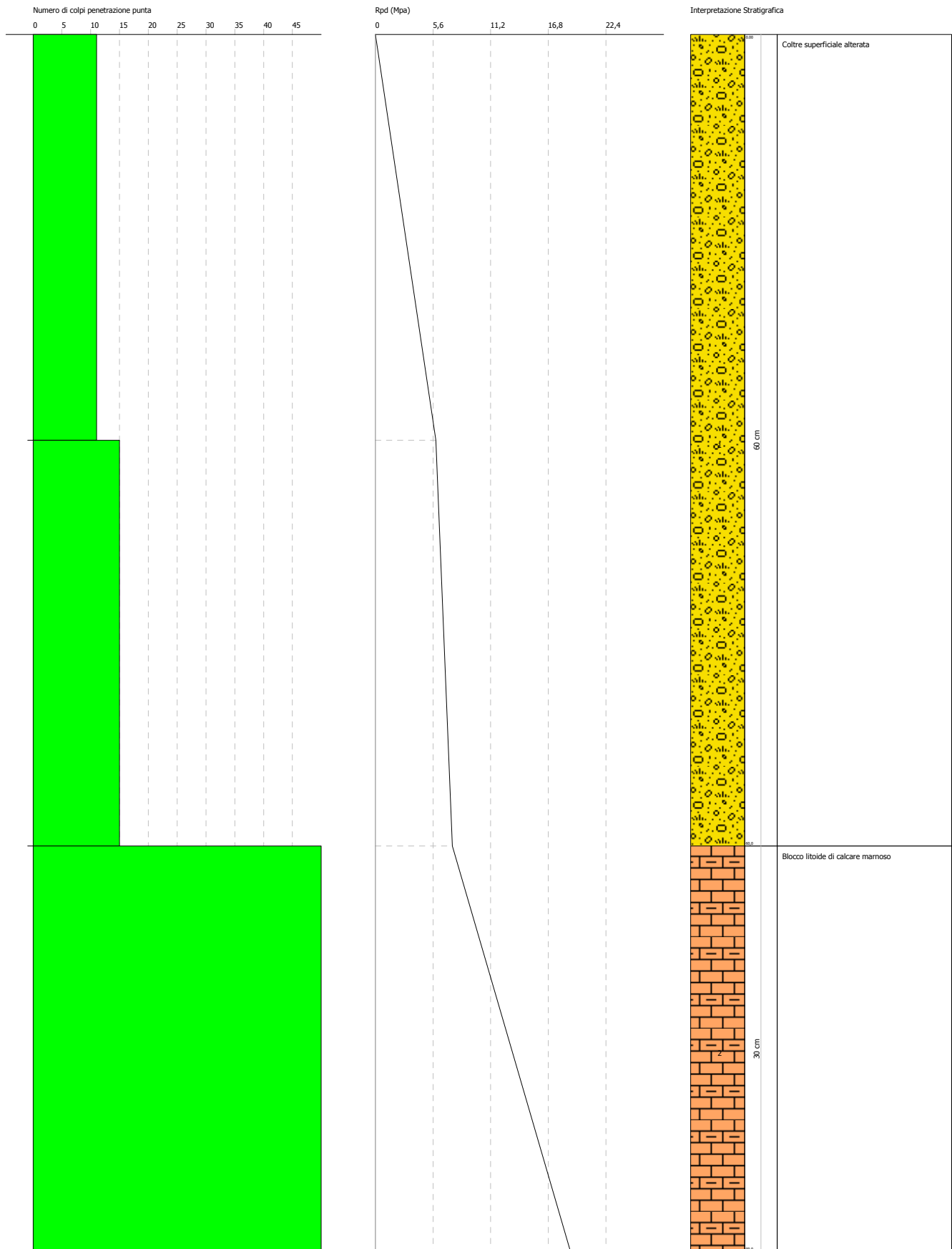


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3 b**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciaio  
Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:4



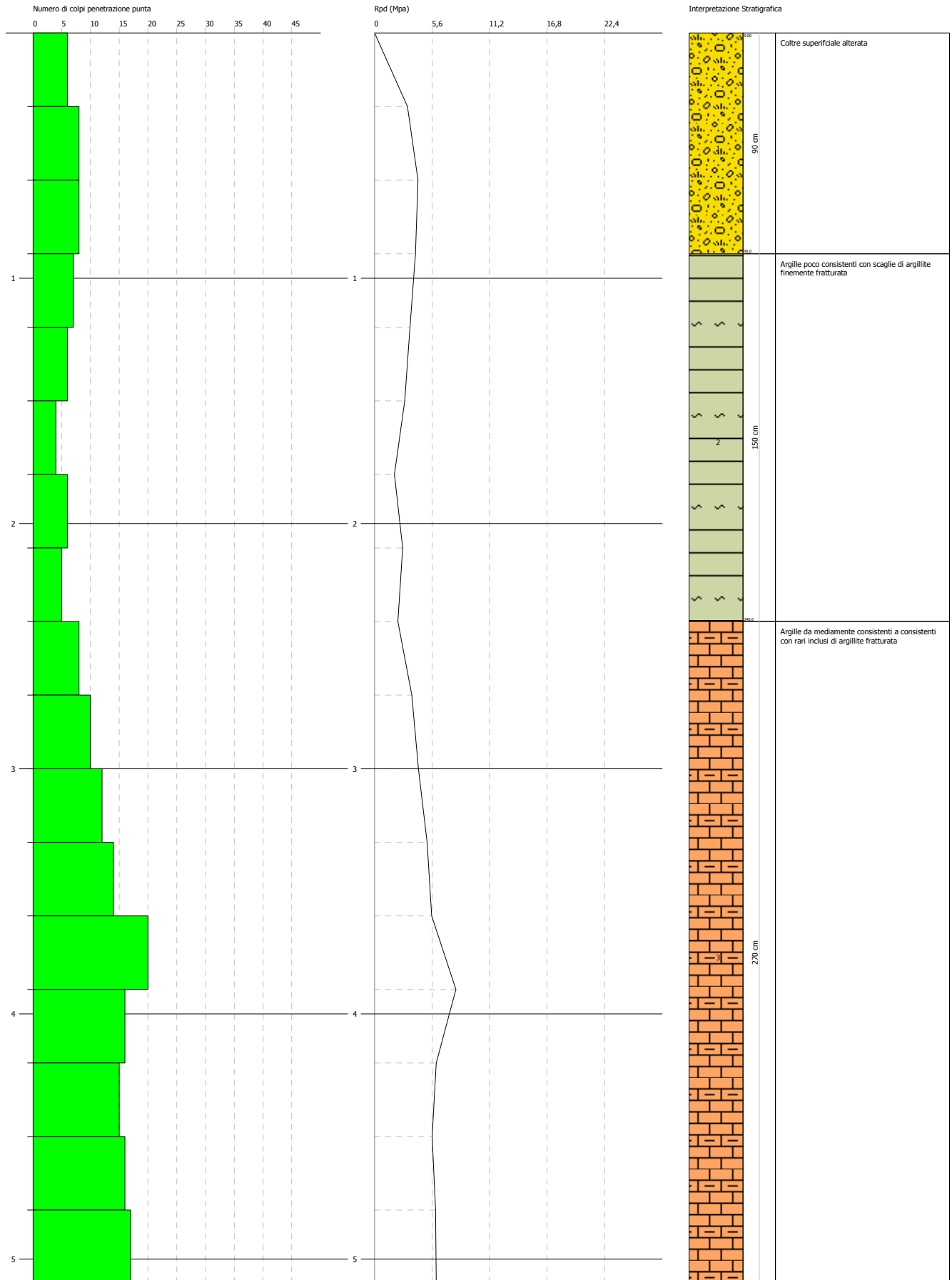


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
 Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciao  
 Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:22

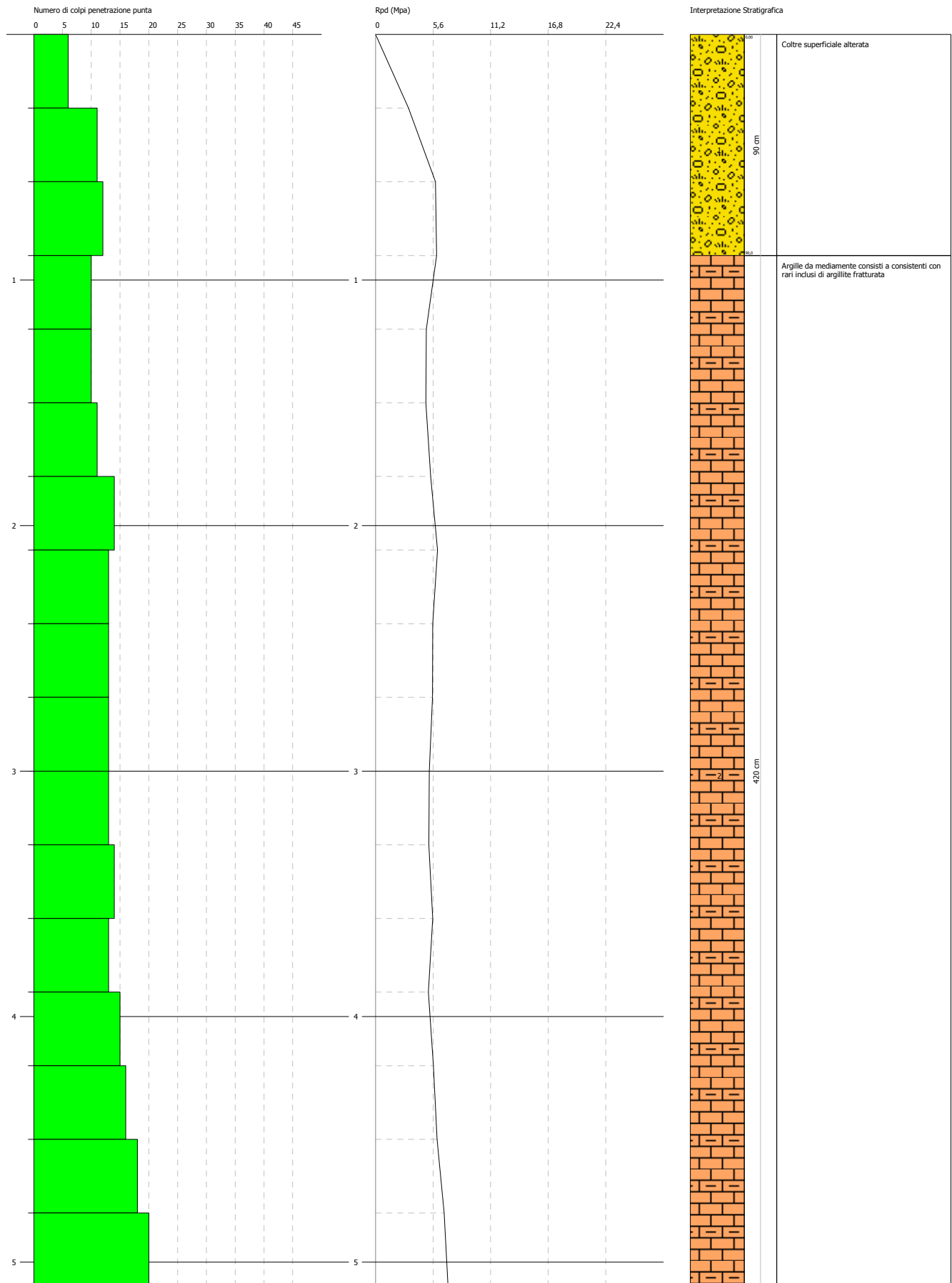


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°5**  
**Strumento utilizzato... DPSH GEDIS**

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni  
Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciao  
Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA

Data: 07/07/2016

Scala 1:22



---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Soc.tà Agricola Antonio Mastrojanni Cantiere: Loc.tà Capanna Pulciaio Località: CASTIGLIONE D'ORCIA - SIENA	
--	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH GEDIS

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	25 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,165
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Signature 1

Signature 2

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

DPSH GEDIS

Prova eseguita in data

07/07/2016

Profondità prova

9,60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	7	0,853	3,74	4,38	186,92	219,21
0,60	6	0,847	3,18	3,76	159,15	187,89
0,90	5	0,842	2,64	3,13	131,77	156,58
1,20	7	0,836	3,46	4,13	172,88	206,72
1,50	4	0,831	1,96	2,36	98,19	118,13
1,80	3	0,826	1,46	1,77	73,21	88,60
2,10	3	0,822	1,38	1,68	68,87	83,82
2,40	4	0,817	1,83	2,24	91,33	111,76
2,70	3	0,813	1,36	1,68	68,13	83,82
3,00	3	0,809	1,29	1,59	64,32	79,53
3,30	3	0,805	1,28	1,59	64,00	79,53
3,60	3	0,801	1,27	1,59	63,70	79,53
3,90	7	0,797	2,96	3,71	147,95	185,58
4,20	2	0,794	0,80	1,01	40,04	50,44
4,50	5	0,790	1,99	2,52	99,67	126,11
4,80	3	0,787	1,19	1,51	59,56	75,67
5,10	8	0,784	3,02	3,85	150,85	192,41
5,40	14	0,731	4,92	6,73	246,16	336,72
5,70	9	0,778	3,37	4,33	168,45	216,47
6,00	4	0,775	1,43	1,84	71,30	91,94
6,30	4	0,773	1,42	1,84	71,06	91,94
6,60	5	0,770	1,77	2,30	88,53	114,93
6,90	5	0,768	1,77	2,30	88,26	114,93
7,20	6	0,766	2,02	2,64	101,11	132,06
7,50	5	0,763	1,68	2,20	84,01	110,05
7,80	6	0,761	2,01	2,64	100,53	132,06
8,10	6	0,759	1,92	2,53	96,18	126,68
8,40	6	0,757	1,92	2,53	95,93	126,68
8,70	7	0,755	2,23	2,96	111,63	147,79
9,00	7	0,753	2,14	2,84	107,00	142,01
9,30	12	0,752	3,66	4,87	183,00	243,45
9,60	18	0,700	5,11	7,30	255,60	365,17

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tension e efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
------------------	------	----------	------	-------------------	---	--	--------------------------	------------------------------	------	-------------

0,9	6	3,76	Incoerente	0	12,75	18,24	5,74	1,16	6,99	Coltre superficiale alterata
7,8	5,04	2,52	Incoerente	0	17,36	18,83	71,37	1,16	5,87	Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata
9,6	9,33	3,84	Incoerente	0	21,57	20,69	150,67	1,16	10,87	Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0,00-0,90	6,99	Gibbs & Holtz 1957	32,38
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Gibbs & Holtz 1957	18,26
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Gibbs & Holtz 1957	21,34

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Angolo d'attrito
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	------------------

		(m)	presenza falda		(°)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Sowers (1961)	29,96
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Sowers (1961)	29,64
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Sowers (1961)	31,04

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Bowles (1982) Sabbia Media	12,68

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,10
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,88
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,88

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------------------

Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Meyerhof ed altri	15,89
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Meyerhof ed altri	15,49
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Meyerhof ed altri	17,26

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale	6,99	0.00-0,90	6,99	(A.G.I.)	0,34

alterata					
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	(A.G.I.)	0,33

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Ohsaki (Sabbie pulite)	39,65
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	33,65
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	60,05

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Ohta & Goto (1978) Limi	82,09
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Ohta & Goto (1978) Limi	123,4
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Ohta & Goto (1978) Limi	156,93

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Navfac 1971-1982	1,44



Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Navfac 1971-1982	1,19
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Navfac 1971-1982	2,29

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	6,99	0.00-0,90	6,99	Robertson 1983	1,37
Strato (2) Argille consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	5,87	0,90-7,80	5,87	Robertson 1983	1,15
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite finemente fratturata	10,87	7,80-9,60	10,87	Robertson 1983	2,13

PROVA ... Nr.2

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

DPSH GEDIS  
07/07/2016  
4,50 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	8	0,853	4,27	5,01	213,62	250,53
0,60	13	0,797	6,49	8,14	324,46	407,10
0,90	12	0,842	6,32	7,52	316,24	375,79
1,20	10	0,836	4,94	5,91	246,97	295,32
1,50	12	0,831	5,89	7,09	294,56	354,38
1,80	9	0,826	4,39	5,32	219,63	265,79
2,10	10	0,822	4,59	5,59	229,57	279,40
2,40	12	0,817	5,48	6,71	273,98	335,28
2,70	12	0,813	5,45	6,71	272,53	335,28
3,00	12	0,809	5,15	6,36	257,27	318,14
3,30	15	0,755	6,00	7,95	300,12	397,67
3,60	10	0,801	4,25	5,30	212,32	265,12

3,90	16	0,747	6,34	8,48	316,96	424,19
4,20	13	0,744	4,88	6,56	243,85	327,88
4,50	30	0,690	10,45	15,13	522,34	756,66

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,9	11	6,89	Incoerente	0	14,91	18,44	6,71	1,16	12,81	Coltre superficiale alterata
4,5	13,42	7,26	Incoerente	0	22,36	21,28	53,67	1,16	15,63	Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

### TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Gibbs & Holtz 1957	45,41
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Gibbs & Holtz 1957	40,05

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Sowers (1961)	31,59
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Sowers (1961)	32,38

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Bowles (1982) Sabbia Media	13,64

Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Bowles (1982) Sabbia Media	15,02
---	-------	-----------	-------	-------------------------------	-------

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0.00-0,90	12,81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,27
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,84

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0.00-0,90	12,81	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0.00-0,90	12,81	Meyerhof ed altri	17,85
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Meyerhof ed altri	18,63

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0.00-0,90	12,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari	15,63	0,90-4,50	15,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,12

inclusi di argilliti fratturati					
------------------------------------	--	--	--	--	--

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	(A.G.I.)	0,32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Ohsaki (Sabbie pulite)	70,07
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Ohsaki (Sabbie pulite)	84,48

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Ohta & Goto (1978) Limi	91,16
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Ohta & Goto (1978) Limi	133,33

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{H/P_0}$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Navfac 1971-1982	2,69
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Navfac 1971-1982	3,25

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Qc
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	----

		(m)	presenza falda		(Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	12,81	0,00-0,90	12,81	Robertson 1983	2,51
Strato (2) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argilliti fratturati	15,63	0,90-4,50	15,63	Robertson 1983	3,07

PROVA ... Nr.3a

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

DPSH GEDIS  
07/07/2016  
,90 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	8	0,853	4,27	5,01	213,62	250,53
0,60	12	0,847	6,37	7,52	318,29	375,79
0,90	50	0,642	20,09	31,32	1004,50	1565,79

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	10	6,26	Incoerente	0	14,61	18,44	4,38	1,16	11,65	Coltre superficiale alterata
0,9	50	31,32	Incoerente	0	22,36	21,28	12,12	1,16	58,25	Blocco litoide di calcare marnoso

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3a

#### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,65	0,00-0,60	11,65	Gibbs & Holtz 1957	43,83
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Gibbs & Holtz 1957	85,6

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Angolo d'attrito
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	------------------

		(m)	presenza falda		(°)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Sowers (1961)	31,26
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Sowers (1961)	44,31

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Bowles (1982) Sabbia Media	13,07
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Bowles (1982) Sabbia Media	35,92

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,04
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	14,43

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Meyerhof ed altri	17,46
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Meyerhof ed altri	22,36

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,28

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
-------------	------	---------------------	-------------------------------------	--------------	---------

Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	(A.G.I.)	0,24

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	64,09
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Ohsaki (Sabbie pulite)	290,95

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Ohta & Goto (1978) Limi	82,92
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Ohta & Goto (1978) Limi	130,74

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Navfac 1971-1982	2,45
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Navfac 1971-1982	9,55

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterta	11,65	0.00-0,60	11,65	Robertson 1983	2,28
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Robertson 1983	11,42

#### PROVA ... Nr.4

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

DPSH GEDIS  
07/07/2016  
5,10 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier -	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi
----------------	-----------	--	-----------------------------------	------------------------	--	---

						Olandesi (KPa)	(KPa)
0,30	6	0,853	3,20	3,76	160,22	187,89	
0,60	8	0,847	4,24	5,01	212,20	250,53	
0,90	8	0,842	4,22	5,01	210,83	250,53	
1,20	7	0,836	3,46	4,13	172,88	206,72	
1,50	6	0,831	2,95	3,54	147,28	177,19	
1,80	4	0,826	1,95	2,36	97,61	118,13	
2,10	6	0,822	2,75	3,35	137,74	167,64	
2,40	5	0,817	2,28	2,79	114,16	139,70	
2,70	8	0,813	3,63	4,47	181,68	223,52	
3,00	10	0,809	4,29	5,30	214,39	265,12	
3,30	12	0,805	5,12	6,36	256,00	318,14	
3,60	14	0,751	5,57	7,42	278,70	371,16	
3,90	20	0,747	7,92	10,60	396,19	530,23	
4,20	16	0,744	6,00	8,07	300,12	403,55	
4,50	15	0,740	5,60	7,57	280,09	378,33	
4,80	16	0,737	5,95	8,07	297,46	403,55	
5,10	17	0,734	6,00	8,18	300,12	408,88	

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,9	7,33	4,59	Incoerente	0	15,3	18,53	6,89	1,16	8,54	Coltre superficiale alterata
2,4	5,6	3,24	Incoerente	0	15,2	18,53	25,17	1,16	6,52	Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente frantumata
5,1	14,22	7,34	Incoerente	0	22,36	21,28	66,76	1,16	16,57	Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite frantumata

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

#### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Gibbs & Holtz 1957	36,3
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite	6,52	0,90-2,40	6,52	Gibbs & Holtz 1957	26,96



finemente fratturata					
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Gibbs & Holtz 1957	39,23

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Sowers (1961)	30,39
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Sowers (1961)	29,83
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Sowers (1961)	32,64

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Bowles (1982) Sabbia Media	15,48

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,41
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente	6,52	0,90-2,40	6,52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,01

fratturata					
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,03

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Meyerhof ed altri	16,48
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Meyerhof ed altri	15,69
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Meyerhof ed altri	18,83

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63
Strato (3)	16,57	2,40-5,10	16,57	Terzaghi-Peck	19,22

Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata				1948-1967	
--	--	--	--	-----------	--

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	(A.G.I.)	0,32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Ohsaki (Sabbie pulite)	47,86
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	37,14
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Ohsaki (Sabbie pulite)	89,25

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Ohta & Goto (1978) Limi	84,98
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Ohta & Goto (1978) Limi	104,22
Strato (3) Argille da	16,57	2,40-5,10	16,57	Ohta & Goto (1978) Limi	143,5

mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata					
---	--	--	--	--	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Navfac 1971-1982	1,79
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Navfac 1971-1982	1,34
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Navfac 1971-1982	3,43

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	8,54	0,00-0,90	8,54	Robertson 1983	1,67
Strato (2) Argille poco consistenti con scaglie di argillite finemente fratturata	6,52	0,90-2,40	6,52	Robertson 1983	1,28
Strato (3) Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,57	2,40-5,10	16,57	Robertson 1983	3,25

PROVA ... Nr.3 b

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

DPSH GEDIS  
07/07/2016  
,90 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)

0,30	11	0,853	5,87	6,89	293,73	344,47
0,60	15	0,797	7,49	9,39	374,38	469,74
0,90	50	0,642	20,09	31,32	1004,50	1565,79

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	13	8,14	Incoerente	0	12,75	18,24	3,83	1,16	15,14	Coltre superficiale alterata
0,9	50	31,32	Incoerente	0	12,75	18,24	9,56	1,16	58,25	Blocco litoide di calcare marnoso

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3 b

#### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Gibbs & Holtz 1957	50,21
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Gibbs & Holtz 1957	86,5

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Sowers (1961)	32,24
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Sowers (1961)	44,31

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Bowles (1982) Sabbia Media	14,78
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Bowles (1982) Sabbia Media	35,92

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,74
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	14,43

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Meyerhof ed altri	18,44
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Meyerhof ed altri	22,36

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,12
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,28

**Modulo di Poisson**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	(A.G.I.)	0,32
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	(A.G.I.)	0,24

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	81,99
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Ohsaki (Sabbie pulite)	290,95

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Ohta & Goto (1978) Limi	86,77
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Ohta & Goto (1978) Limi	130,74

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Navfac 1971-1982	3,15
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Navfac 1971-1982	9,55

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	15,14	0,00-0,60	15,14	Robertson 1983	2,97
Strato (2) Blocco litoide di calcare marnoso	58,25	0,60-0,90	58,25	Robertson 1983	11,42

PROVA ... Nr5

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

DPSH GEDIS  
07/07/2016  
5,10 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	6	0,853	3,20	3,76	160,22	187,89
0,60	11	0,847	5,84	6,89	291,77	344,47
0,90	12	0,842	6,32	7,52	316,24	375,79
1,20	10	0,836	4,94	5,91	246,97	295,32
1,50	10	0,831	4,91	5,91	245,47	295,32
1,80	11	0,826	5,37	6,50	268,43	324,85
2,10	14	0,772	6,04	7,82	301,84	391,16
2,40	13	0,767	5,57	7,26	278,65	363,22
2,70	13	0,763	5,54	7,26	277,08	363,22
3,00	13	0,759	5,23	6,89	261,48	344,65
3,30	13	0,755	5,20	6,89	260,11	344,65
3,60	14	0,751	5,57	7,42	278,70	371,16
3,90	13	0,747	5,15	6,89	257,53	344,65
4,20	15	0,744	5,63	7,57	281,36	378,33
4,50	16	0,740	5,98	8,07	298,76	403,55
4,80	18	0,737	6,69	9,08	334,64	453,99
5,10	20	0,734	7,06	9,62	353,08	481,03

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,9	9,67	6,05	Incoerente	0	17,36	18,93	7,81	1,16	11,27	Coltre superficiale

5,1	13,79	7,36	Incoerente	0	18,73	19,22	54,96	1,16	16,07	le alterate Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata
-----	-------	------	------------	---	-------	-------	-------	------	-------	---

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr5

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Gibbs & Holtz 1957	42,18
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Gibbs & Holtz 1957	40,45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Sowers (1961)	31,16
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Sowers (1961)	32,5

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Bowles (1982) Sabbia Media	12,88
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Bowles (1982) Sabbia Media	15,23

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1)	11,27	0,00-0,90	11,27	Begemann 1974	4,96



Coltre superficiale alterata				(Ghiaia con sabbia)	
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,93

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0.00-0,90	11,27	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0.00-0,90	11,27	Meyerhof ed altri	17,36
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Meyerhof ed altri	18,73

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0.00-0,90	11,27	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,22

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0.00-0,90	11,27	(A.G.I.)	0,33
Strato (2) Argille da mediamente consisti a	16,07	0,90-5,10	16,07	(A.G.I.)	0,32

consistenti con rari inclusi di argillite fratturata				
--	--	--	--	--

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Ohsaki (Sabbie pulite)	62,12
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Ohsaki (Sabbie pulite)	86,71

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Ohta & Goto (1978) Limi	89,16
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Ohta & Goto (1978) Limi	136,72

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Navfac 1971-1982	2,37
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Navfac 1971-1982	3,33

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Coltre superficiale alterata	11,27	0,00-0,90	11,27	Robertson 1983	2,21
Strato (2) Argille da mediamente consisti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata	16,07	0,90-5,10	16,07	Robertson 1983	3,15

## Relazione di calcolo

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

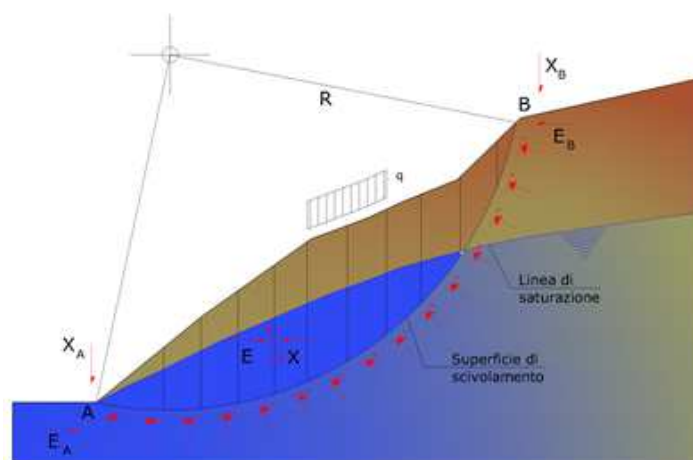
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

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

$$F = \tau_f / \tau$$

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



**Metodo dei conci**

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

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

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

Mentre le equazioni a disposizione sono:

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

Totale numero di equazioni  $4n$ .

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

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

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

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

**Metodo di Bell (1968)**

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_x W$  e  $K_z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

**F** = il fattore di sicurezza;

**c<sub>i</sub>** = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;

**φ<sub>i</sub>** = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

**L<sub>i</sub>** = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;

**u<sub>ci</sub>** = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1(1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove **x<sub>0</sub>** ed **x<sub>n</sub>** sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre **x<sub>ci</sub>** rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

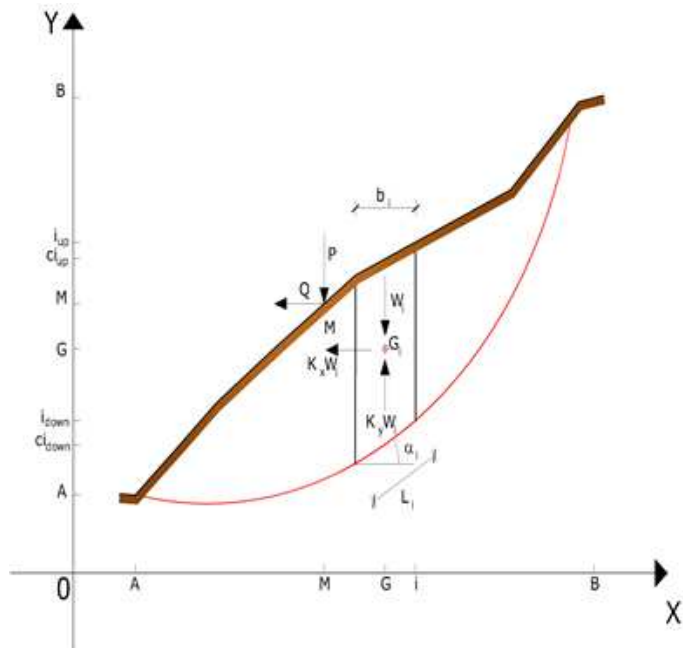
Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno **K<sub>z</sub>** g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore (1 - **K<sub>z</sub>**).

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza **F**, sostituendo l'espressione di **N<sub>i</sub>** e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario **C<sub>3</sub>**. Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.



**Valutazione dell'azione sismica**

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

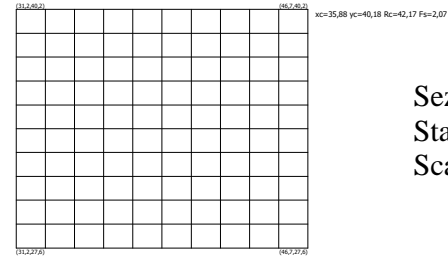
Essendo:

- **F<sub>H</sub>** e **F<sub>V</sub>** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **K<sub>x</sub>** coefficiente sismico orizzontale;
- **K<sub>y</sub>** coefficiente sismico verticale.

**Ricerca della superficie di scorrimento critica**

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

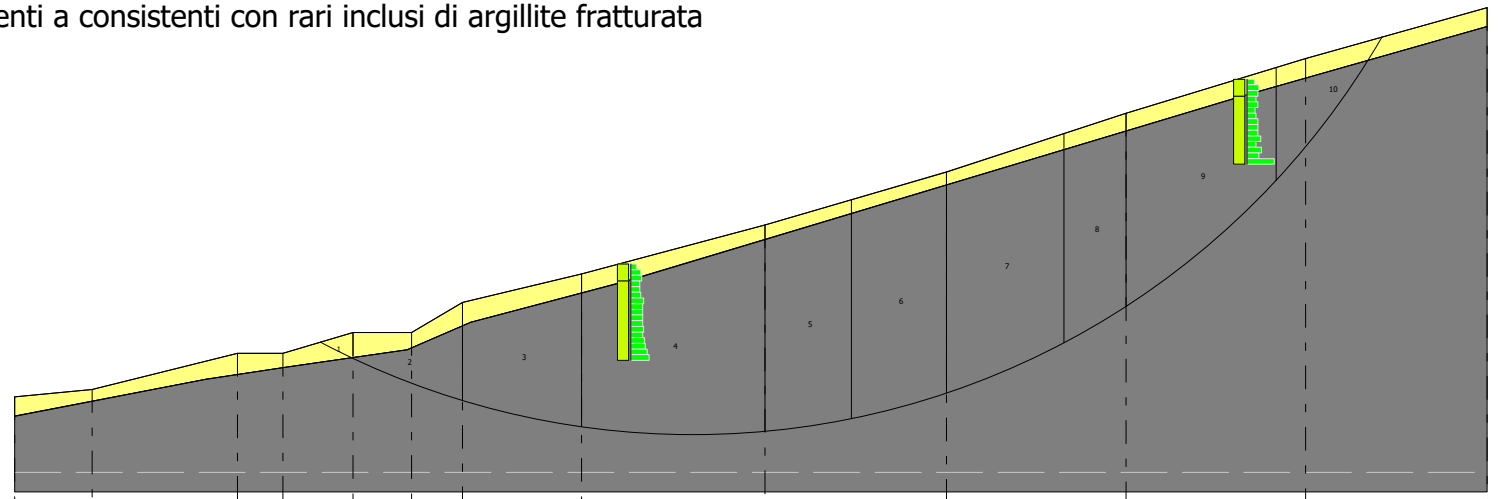
Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m×n e raggio variabile in un determinato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



Sezione n°1  
Stato attuale  
Scala 1:400

Coltre superficiale alterata  
 $g=1.60 \text{ t/m}^3$   
 $F_i=18^\circ$   
 $c=0.5 \text{ t/m}^2$   
 $cu=1.5 \text{ t/m}^2$

Argille da mediane consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata  
 $g=1.84 \text{ t/m}^3$   
 $F_i=25^\circ$   
 $c=2.0 \text{ t/m}^2$   
 $cu=8.0 \text{ t/m}^2$



Quote	0,00	0,40	2,30	2,30	3,40	3,40	5,00	6,50	9,10	11,90	15,00	17,90	20,60
Distanze Parziali	0,00	4,10	7,70	2,40	3,70	3,10	2,70	6,30	9,70	9,60	9,50	9,50	9,60
Distanze Progressive	0,00	4,10	11,80	14,20	17,90	21,00	23,70	30,00	39,70	49,30	58,80	68,30	77,90

**Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)**

Lat./Long.	42,994119/11,61929
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	31,25 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	27,56 m
Ascissa vertice destro superiore xs	46,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	40,18 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,48	2,51	0,25
S.L.D.	50,0	0,6	2,54	0,26
S.L.V.	475,0	1,39	2,51	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,53	0,29

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,864	0,2	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,08	0,2	0,022	0,011
S.L.V.	2,4795	0,24	0,0607	0,0303
S.L.C.	2,9732	0,24	0,0728	0,0364

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0728
Coefficiente azione sismica verticale	0,0364

**Vertici profilo**

Nr	X	y
----	---	---



	(m)	(m)
1	0,0	0,0
2	4,1	0,4
3	11,8	2,3
4	14,2	2,3
5	17,9	3,4
6	21,0	3,4
7	23,7	5,0
8	30,0	6,5
9	39,7	9,1
10	49,3	11,9
11	58,8	15,0
12	68,3	17,9
13	77,9	20,6

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,02
2	10,13	0,94
3	14,52	1,6
4	20,77	2,5
5	24,14	3,94
6	32,32	6,11
7	64,92	15,91
8	77,9	19,59

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (t/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (t/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (t/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.5	1.5	18	1.60	1.65	Coltre superficiale alterata
2	2.0	8.0	25	1.84	1.89	Argille da mediante consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	2,07
Ascissa centro superficie	35,88 m
Ordinata centro superficie	40,18 m
Raggio superficie	42,17 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 35,876 \quad y_c = 40,182 \quad R_c = 42,17 \quad F_s = 2,073$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (t/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,71	-26,5	1,91	1903,49	138,57	69,29	0,5	18,0	0,0	1756,8	688,4
2	5,8	-21,0	6,21	26519,62	1930,63	965,31	2,0	25,0	0,0	-48293,9	-5266,6
3	6,3	-12,4	6,45	720,39	5585,25	2792,62	2,0	25,0	0,0	-95848,3	-15479,2
4	9,7	-1,4	9,71	2301,9	12543,58	6271,79	2,0	25,0	0,0	-28956,4	2844,3
5	4,58	8,3	4,62	96,45	6872,06	3436,03	2,0	25,0	0,0	67216,3	19530,7
6	5,02	15,0	5,21	7480,5	7824,58	3912,29	2,0	25,0	0,0	147765,0	38078,5
7	6,21	23,2	6,76	130593,9	9507,24	4753,62	2,0	25,0	0,0	347819,0	84215,6
8	3,29	30,3	3,81	63975,83	4657,44	2328,72	2,0	25,0	0,0	123776,3	31009,4
9	7,95	40,0	10,37	122611,9	8926,15	4463,07	2,0	25,0	0,0	812591,9	190416,6
10	5,62	53,5	9,44	34249,38	2493,35	1246,68	2,0	25,0	0,0	258191,7	63485,9

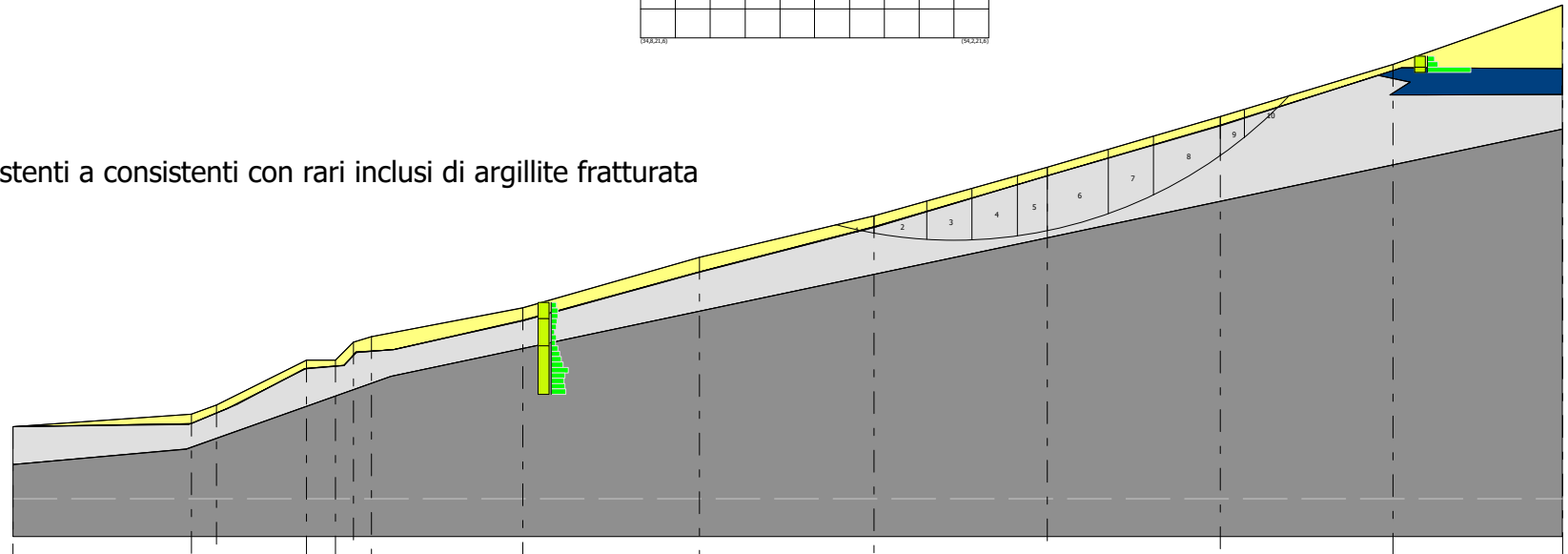
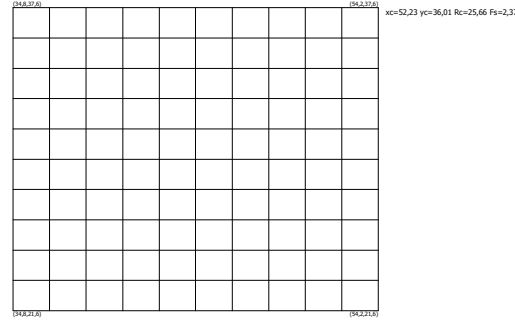
Sezione n°2  
Stato attuale  
Scala 1:400

coltre superficiale alterata  
 $g=1.6 \text{ t/m}^3$   
 $Fi=18^\circ$   
 $c=0.5 \text{ t/m}^2$   
 $cu=1.5 \text{ t/m}^2$

Blocchi litoide di calcare marnoso  
 $g=2.2 \text{ t/m}^3$   
 $Fi=40^\circ$   
 $c=40 \text{ t/m}^2$

Argille poco consistenti con rari inclusi di argillite fratturata  
 $g=1.8 \text{ t/m}^3$   
 $Fi=22^\circ$   
 $c=1.0 \text{ t/m}^2$   
 $cu=3.0 \text{ t/m}^2$

Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata  
 $g=1.84 \text{ t/m}^3$   
 $Fi=25^\circ$   
 $c=2.0 \text{ t/m}^2$   
 $cu=8.0 \text{ t/m}^2$



Quote	0,00	0,70	1,20	3,70	3,70	4,70	5,00	6,60	9,40	11,70	14,40	17,20	20,10	23,40
Distanze Parziali	0,00	9,90	1,40	5,00	1,60	1,00	1,00	8,40	9,80	9,70	9,60	9,60	9,60	9,40
Distanze Progressive	0,00	9,90	11,30	16,30	17,90	18,90	19,90	28,30	38,10	47,80	57,40	67,00	76,60	86,00

**Analisi di stabilità dei pendii con: BELL (1968)**

Lat./Long.	42,994119/11,61929
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	34,84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	21,57 m
Ascissa vertice destro superiore xs	54,16 m
Ordinata vertice destro superiore ys	37,61 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,48	2,51	0,25
S.L.D.	50,0	0,6	2,54	0,26
S.L.V.	475,0	1,39	2,51	0,28
S.L.C.	975,0	1,73	2,53	0,29

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,864	0,2	0,0176	0,0088
S.L.D.	1,08	0,2	0,022	0,011
S.L.V.	2,4795	0,24	0,0607	0,0303
S.L.C.	2,9732	0,24	0,0728	0,0364

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0176
Coefficiente azione sismica verticale	0,0088

**Vertici profilo**

Nr	X	y
----	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	0,0
2	9,9	0,7
3	11,3	1,2
4	16,3	3,7
5	17,9	3,7
6	18,9	4,7
7	19,9	5,0
8	28,3	6,6
9	38,1	9,4
10	47,8	11,7
11	57,4	14,4
12	67,0	17,2
13	76,6	20,1
14	86,0	23,4

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	9,76	0,13
3	12,44	1,24
4	16,16	3,2
5	18,38	3,39
6	19,04	4,15
7	21,09	4,28
8	28,28	5,9
9	38,13	8,61
10	47,85	11,12
11	57,59	13,97
12	67,04	16,7
13	77,07	19,91
14	78,19	19,93
15	86,0	19,8 6

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	9,89	0,17
3	11,9	1,0
4	16,28	3,24
5	18,38	3,4
6	19,06	4,12
7	21,18	4,28
8	28,38	5,9
9	38,12	8,58
10	47,92	11,1
11	57,46	13,94
12	66,96	16,71
13	75,77	19,5
14	77,54	19,12
15	76,43	18,41
16	78,46	18,41
17	85,99	18,43
18	86,0	18,9 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-2,09
2	9,62	-1,24
3	20,99	2,8

4 86,0 16,51

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (t/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (t/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (t/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.5	1.5	18	1.6	1.65	coltre superficiale alterata
2	40		40	2.2	2.7	Blocchi litoide di calcare marnoso
3	1.0	3.0	22	1.8	1.85	Argille poco consistenti con rari inclusi di argillite fratturata
4	2.0	8.0	25	1.84	1.89	Argille da mediamente consistenti a consistenti con rari inclusi di argillite fratturata

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,37
Ascissa centro superficie	52,23 m
Ordinata centro superficie	36,01 m
Raggio superficie	25,66 m

**xc = 52,226 yc = 36,01 Rc = 25,664 Fs=2,374**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (t/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,12	-12,4	2,17	1726,33	30,38	15,19	0,5	18,0	0,0	-529,5	374,9
2	2,91	-6,7	2,93	8041,68	141,53	70,77	1,0	22,0	0,0	-2443,6	811,5
3	2,52	-0,6	2,52	1194,36	197,02	98,51	1,0	22,0	0,0	-19,7	1057,8
4	2,52	5,1	2,53	13960,69	245,71	122,85	1,0	22,0	0,0	3423,1	1643,8
5	1,65	9,8	1,67	10077,16	177,36	88,68	1,0	22,0	0,0	3058,6	1215,3
6	3,39	15,6	3,52	21681,82	381,6	190,8	1,0	22,0	0,0	21161,2	5029,4
7	2,52	22,5	2,73	15395,43	270,96	135,48	1,0	22,0	0,0	16595,7	3885,9
8	3,69	30,4	4,28	18337,58	322,74	161,37	1,0	22,0	0,0	40727,8	8488,2
9	1,34	37,0	1,68	4415,68	77,72	38,86	1,0	22,0	0,0	4611,4	1351,3
10	2,52	42,7	3,43	3644,17	64,14	32,07	1,0	22,0	0,0	8701,4	2542,2