



COMUNE DI
CASTELFRANCO PIANDISCO
PROVINCIA DI AREZZO



COMUNE DI
REGGELLO
CITTA' METROPOLITANA
DI FIRENZE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA NUOVA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO FRA LE AREE URBANE DELL'ABITATO DI VAGGIO AFFERENTI AL COMUNE DI CASTELFRANCO PIANDISCO' E AL COMUNE DI REGGELLO

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. MARCO NOVEDRATI
(COMUNE DI CASTELFRANCO PIANDISCO')

GEOL. SIMONE MASINI
via Brunelleschi n° 5 50065 - PONTASSIEVE (FI)
Tel: 3202605350
e-mail: masinisimo@libero.it

Elaborato:

PDT 1.05.0

RELAZIONE GEOLOGICA

scala _

VERIFICATO

DATA PRIMA EMISSIONE

gennaio 2019

REVISIONE

DATA

REDATTO



INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | PREMESSA | 3 |
| 2. | QUADRO NORMATIVO | 3 |
| 3. | IMPORTANZA DELLE OPERE E RELATIVE CLASSI DI VITA | 4 |
| 4. | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO | 5 |
| 5. | CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE | 7 |
| 6. | INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO | 7 |
| 7. | PERICOLOSITA' DELL'AREA DA STRUMENTI URBANISTICI | 8 |
| 8. | ANALISI CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO | 9 |
| 9. | AZIONE SISMICA | 10 |
| 10. | MODELLAZIONE GEOTECNICA E VALORI NOMINALI..... | 19 |
| 11. | VERIFICHE DI STABILITÀ..... | 25 |
| 12. | CONCLUSIONI | 26 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1: Estratto da DB geologico Regione Toscana..... | 6 |
| Figura 2: Estratto da "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera" | 9 |
| Figura 3: Curva di distribuzione granulometrica campione S1C1 (prof.6.5-7.0 metri)..... | 18 |
| Figura 4: Curva di distribuzione granulometrica campione S1C2 (prof. 13.0-13.5 metri) | 18 |
| Figura 5: Curva di distribuzione granulometrica campione S2C1 (prof. 12.0-12.5 metri) | 19 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 1: Risultati delle prove penetrometriche..... | 20 |
| Tabella 2: Risultati delle prove SPT | 20 |
| Tabella 3: Elaborazioni delle prove SPT | 20 |
| Tabella 4: Tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio | 21 |

1. PREMESSA

I Comuni di Castelfranco Pian di Scò e di Reggello, hanno incaricato lo scrivente di effettuare una nota geologica preliminare a supporto della “Progetto per la realizzazione della nuova viabilità di collegamento fra le aree urbane dell’abitato di Vaggio afferenti al comune di castelfranco Pian di Scò e al Comune di Reggello - Progetto definitivo”

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un collegamento tra la Strada Provinciale n°87 “Matassino- Vaggio” in Comune di Reggello (FI) e la Strada Comunale Via del Varco in Comune di Castelfranco Piandiscò; a questo scopo saranno realizzate:

- una rotatoria sulla Strada Provinciale n°87 in Comune di Reggello, il cui diametro esterno misurerà 40 metri;
 - un tratto di nuova viabilità, avente lunghezza complessiva di circa ml 39,00 che collegherà la rotonda a via del Varco, mediante un incrocio a “T”;
 - un ponte sul T. Resco, lungo 25 metri, che sarà impostato a partire da circa 3,00 metri prima del muro d’argine lato Castelfranco - Piandiscò, fino al superamento delle terrazze fluviali lato Reggello. Il livello intradossale dell’impalcato del ponte sarà impostato ad una quota maggiore di circa 1,00 metro rispetto alla quota del livello di deflusso con tempo di ritorno di 200 anni
- Verrà inoltre adeguato un tratto di via del Varco per una lunghezza complessiva di circa ml 205,00, mediante fresatura del tappeto esistente, scavo e realizzazione di nuova fondazione e sovrastruttura stradale.

2. QUADRO NORMATIVO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla normativa vigente di seguito specificata:

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle “Norme tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (Circolare applicativa NTC 2018)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

*Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale
Allegato al voto n.36 del 27.07.2007*

Eurocodice 8 (1998)

Ord. P.C.M. n° 3274 del 20.03.03 e successive modifiche ed integrazioni

Ord. P.C.M. n°431 del 19.06.2006 (“Riclassificazione sismica del territorio regionale”)

D.P.C.M. 06/05/2005

Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.), Stralcio Assetto idrogeologico

D.P.G.R. 36/R del 9/7/2009

D.P.G.R 53/R del 25/10/2011

Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della L.R. 3 gennaio 2005, n.1 (Norma per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche

3. IMPORTANZA DELLE OPERE E RELATIVE CLASSI DI VITA

In base a quanto indicato dal progettista, si riportano di seguito, in ottemperanza alle Norme tecniche 2018, le seguenti definizioni, valide per l'intervento in oggetto:

- Vita nominale struttura (*numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali*):

Vn ≥ 50 anni

(Costruzioni con livelli di prestazione ordinari)

- Classe d'uso :

Classe III

(Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale loro collasso).

- Periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_r = V_n \cdot C_u = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{ anni}$$

Dove C_u è il coefficiente d'uso.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area di intervento è ubicata nella periferia meridionale di Vaggio, ad una quota compresa tra circa 141 (sponda destra del Torrente Resco) e 145 metri s.l.m. (quota raccordo con via del Varco).

La morfologia dell'area, anche se notevolmente modificata dall'intervento dell'uomo per la realizzazione di aree idonee all'uso agricolo e all'edificazione, è caratterizzata da una limitata fascia alluvionale olocenica, con assetto tabulare pendente verso sud-ovest, depositata dal torrente Resco, che attualmente scorre a quote comprese tra 160 e 142 mt.s.l.m.. Nel tratto in oggetto l'alveo del Resco, in erosione, risulta sempre incassato.

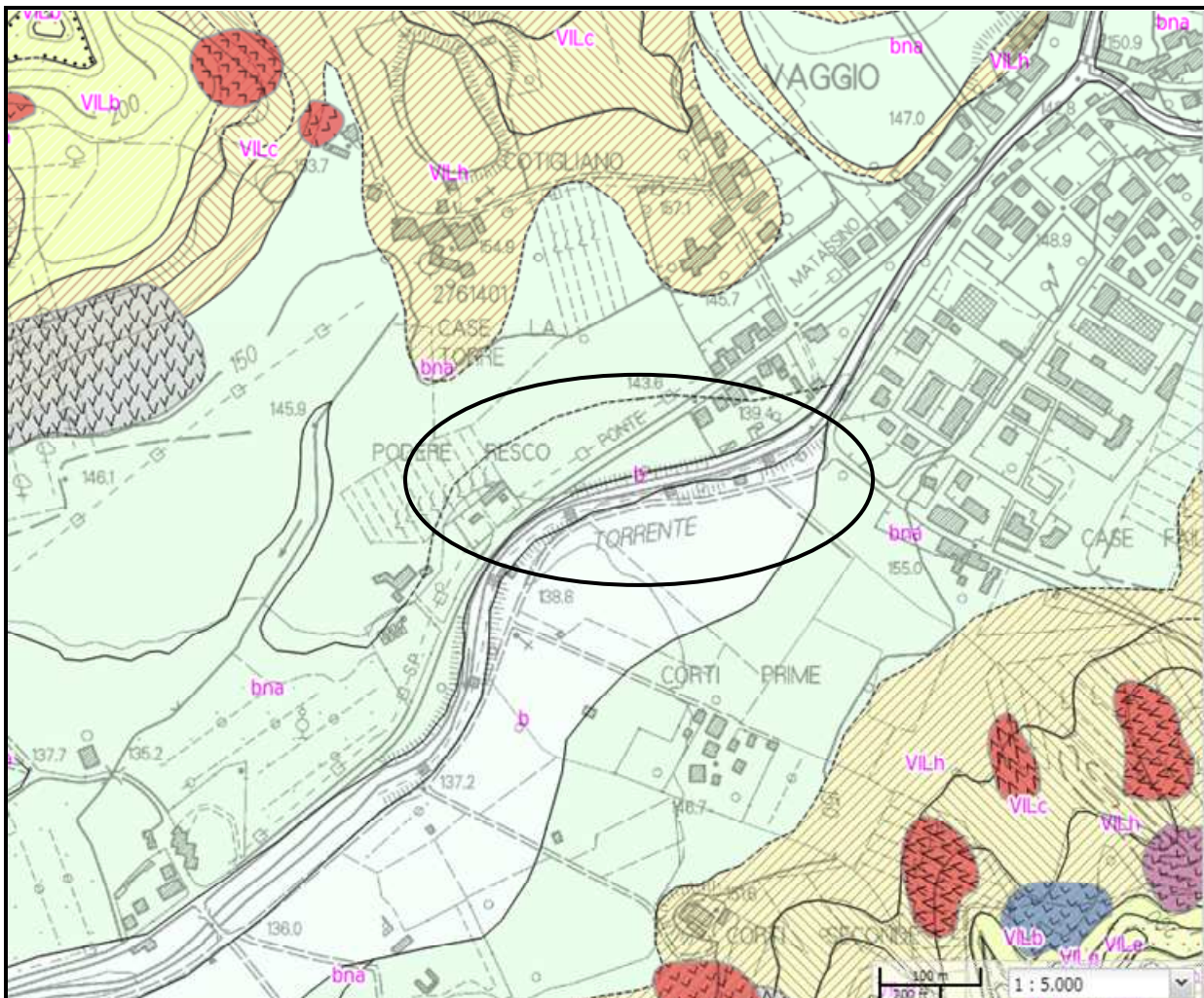
Più in generale il fondovalle è caratterizzato dalla presenza di superfici alluvionali talora terrazzate, rimodellate e per lo più incise dai corsi d'acqua.

La costruzione di argini artificiali fino al disopra dell'abitato di Vaggio e l'escavazione in alveo per il reperimento d'inerti, ha poi causato il progressivo approfondimento del letto ed innescato fenomeni di erosione laterale, amplificati anche dal fatto che i tipi litologici costituenti il substrato dell'alveo e delle opere di difesa di sponda sono per lo più alluvionali, solo in parte coerenti, con il risultato di mettere in crisi le stesse opere, come è avvenuto durante gli eventi calamitosi dell'autunno 1992 (erosione della traversa sotto il ponte di Vaggio, approfondimento dell'alveo del T. Resco per circa 1 mt, crollo degli argini ed inondazione nel tratto intermedio della strada tra Vaggio e Matassino)

Dal punto di vista geologico, come mostrato nella sottostante cartografia, l'area in esame è impostata sulle alluvioni recenti del T. Resco, costituite da depositi limoso-sabbiosi con lenti di ghiaie e sabbie e talora d'argille. Questi ricoprono i depositi limoso sabbiosi grigi alternati ad argille sabbiose grigio azzurrognole con intercalazioni di banchi o lenti di sabbie giallastre, ascrivibili ai Limi di Terranova, d'origine lacustre (Villanfranchiano).

Il confronto tra le stratigrafie emerse in saggi geognostici eseguiti al limite sud-ovest della frazione di Vaggio, nell'ambito della campagna geognostica realizzata per lo studio di supporto alla costruzione di un edificio per civile abitazione, e quelle desunte dai tagli effettuati per gli sbancamenti hanno evidenziato che i terreni, al di sotto di un primo livello alterato e rimaneggiato con spessore di circa 1 mt, sono costituiti da sabbie fini e grosse, di colore bruno giallastro, localmente limose, con lenti di ciottoli e ghiaie arenacee alterate a ferro-manganese

e lenticelle di limi argillosi bruni. Alla base si rinvencono argille-limose turchine alternate a sabbie fini giallo-ocra talora molto compatte, non presenti nell'area ma visibili lungo il corso del T. Resco, laddove l'erosione li ha messi a giorno.



LEGENDA

- attivo - indeterminato
- attivo - di scorrimento lento o rapido (<3m/s)
- stato di attivita' indeterminato - indeterminato
- inattivo quiescente - di scorrimento lento o rapido (<3m/s)
- b - Depositi alluvionali attuali OLOCENE
- bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati OLOCENE
- VILh - Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO
- VILe - Sabbie e conglomerati RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO
- VILc - Argille e argille sabbiose lignifere lacustri e fluvio-lacustri RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO
- VILb - Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi RUSCINIANO-VILLAFRANCHIANO

Figura 1: Estratto da DB geologico Regione Toscana

5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

5.1 Permeabilità

Dal punto di vista idrogeologico i depositi alluvionali presentano una permeabilità per porosità primaria variabile da “media” a “medio alta” nei litotipi sabbioso - ghiaiosi e “media” in quelli limoso - sabbiosi. Questi ultimi sono, tra l’altro, sede di una falda freatica, normalmente caratterizzata da una buona produttività idrica e alimentata, in conseguenza all’alternarsi di stagioni piovose o aride, ora dalle acque che fluiscono dalle colline circostanti per poi infiltrarsi nei sedimenti grossolani della pianura, ora direttamente dalle acque di circolazione presenti nel subalveo ed alveo del T. Resco.

I limi di Terranuova presentano invece una permeabilità per porosità primaria variabile tra “media” e “medio bassa” negli orizzonti sabbiosi e “bassa” nei livelli più fini.

L’esame della carta idrogeologica allegata al P.S. del comune di Castelfranco e Pian di Scò indica che nell’area è presente una falda freatica posta mediamente tra i 4 e 5 mt dal di sotto del piano campagna e drenata, nel tratto in studio, dal T. Resco. Questa risulta in pratica coincidente con il contatto dell’orizzonte a granulometria maggiore sovrastante i depositi “fini” limosi-argillosi (o sabbiosi cementati) del substrato lacustre.

Misure effettuate nei piezometri posti nei fori delle prove penetrometriche CPT2 e CPT3, e del sondaggio S1, hanno permesso di rilevare i seguenti livelli piezometrici:

| | Prof. della falda (m. da p.c) |
|------|-------------------------------|
| | 31/07/18 |
| CPT2 | secco |
| CPT3 | 3,45 |
| S1 | 4,09 |

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

Per definire le caratteristiche stratigrafiche e geologico tecniche dell’area in oggetto, è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche consistita nell’esecuzione di 2 sondaggi a carotaggio continuo (di cui uno attrezzato con tubo piezometrico) 3 prove penetrometriche statiche, un profilo di sismica a rifrazione e due misure di rumore sismico.

L'esame dei suddetti dati consente di definire il modello geologico dell'area di intervento:

- a partire dal p.c. a prof. variabile tra 2,4 (CPT2/18) e 2,8 (CPT3/18) metri: depositi alluvionali recenti, costituiti da sabbie medie e limi sabbiosi
- da 2,4 (CPT2/18) e 2,8 (CPT3/18) metri a 5,4 (S1/2018) metri di profondità: depositi alluvionali recenti, costituiti da ghiaie mediamente addensate in matrice sabbiosa
- da 5,4 (S1/2018) metri a 7.65 (S2) / 8,2 (S1) metri di profondità: depositi lacustri costituiti da alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi, da compatti a molto compatti di colore variabile da grigio chiaro/ azzurro a marrone.
- da 7.65 (S2) / 8,2 (S1) metri a profondità maggiori : depositi lacustri costituiti da alternanze di limi argillosi, argille limose e sabbie limoso argillose, da compatti a molto compatti di colore variabile da grigio chiaro/ azzurro a marrone.

7. PERICOLOSITA' DELL'AREA DA STRUMENTI URBANISTICI

Come si evince dagli elaborati geologici allegati ai due strumenti urbanistici comunali, la nuova viabilità ricade nelle seguenti classi di pericolosità:

COMUNE DI CASTELFRANCO - PIAN DI SCÒ

- pericolosità geologica media (G.2)*
- pericolosità sismica locale media (S.2)*
- gran parte dell'area ricade in classe di pericolosità idraulica molto elevata (I.4)

*il perimetro della variante ricade in parte al di fuori delle aree a pericolosità sismica locale della tavola

CARTOGRAFIA DEL COMUNE DI REGGELLO

- pericolosità geologica media (G.2)
- pericolosità sismica locale media (S.2)
- pericolosità idraulica media, elevata e molto elevata (I.2, I.3 e I.4)

Nelle cartografie allegate al Piano Strutturale adottato, del Comune di Castelfranco Pian di Scò, riportate in allegato, l'area in esame ricade nelle seguenti classi di pericolosità:

- pericolosità geologica media (G.2)
- pericolosità sismica locale media (S.2)*
- l'area a ridosso del Torrente ricade in "Aree a pericolosità per alluvioni frequenti" e

“Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”, mentre una modesta porzione ricade in area a pericolosità idraulica I2 - pericolosità media

*il perimetro della nuova strada ricade in parte al di fuori delle aree a pericolosità sismica locale dell’area di studio

8. ANALISI CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO

Per ciò che concerne il rischio idraulico il lotto in oggetto ricade all’interno di un area classificata in pericolosità P2 (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni) ed in parte in pericolosità P1 (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale), nella carta “Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Pericolosità Idraulica”.

Stante inoltre la sua ubicazione planoaltimetrica l’area in oggetto ricade al di fuori delle aree con pericolosità geomorfologica nella carta “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi - stralcio 42”.

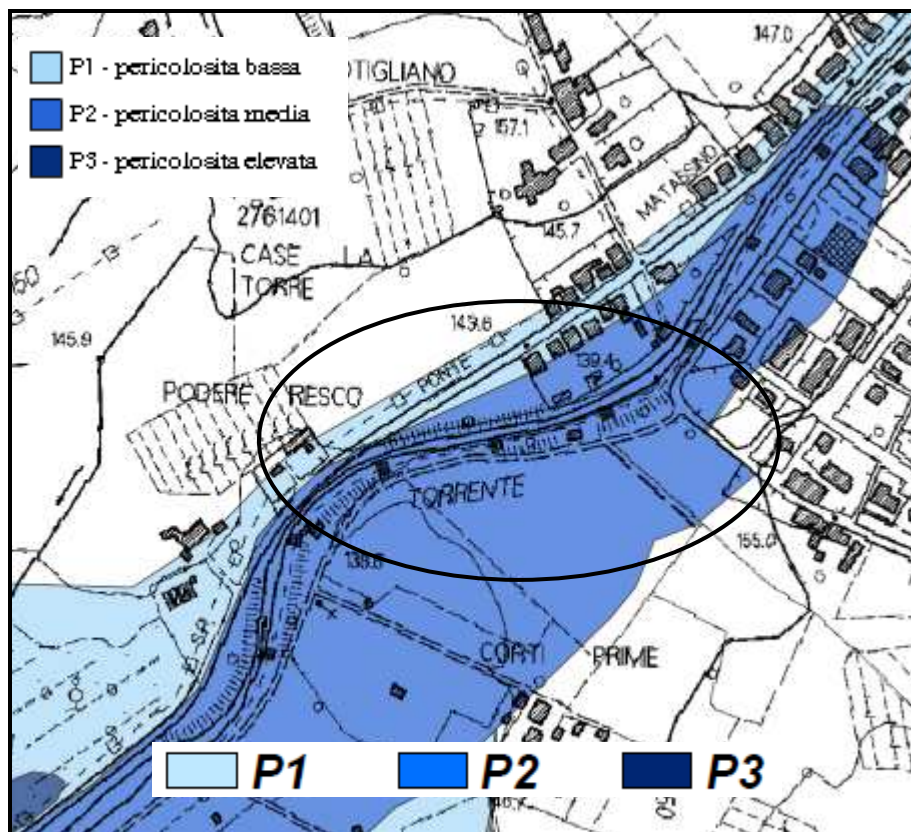


Figura 2: Estratto da “Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera”

9. AZIONE SISMICA

9.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

In data 4 giugno 2014 è stata pubblicata con Del. G.R.T. n° 421 del 26/05/2014 l'aggiornamento della nuova classificazione sismica della Toscana che vede sia il Comune di Reggello che quello di Castelfranco Pian di Scò classificato in "Zona sismica 3".

9.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per definire l'azione sismica di progetto si valuta l'effetto della "risposta sismica locale", definita come "l'azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido".

Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- 1) effetti stratigrafici legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche, alla geometria del contatto tra substrato rigido e terreni sovrastanti;
- 2) effetti topografici legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Gli effetti di risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati, grazie ai quali è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici:

1) Categoria di sottosuolo:

L'aggiornamento delle NTC istituisce al paragrafo 3.2.2 diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro V_{s30} che è dato da:

$$V_{s, eq} = H / \sum_{i=1, N} (h_i / V_{s, i})$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati, H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_s è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il profilo di sismica a rifrazione ha messo in evidenza che nell'area in oggetto sono presenti terreni che presentano, al di sotto del piano campagna, un valore di V_{s30} compreso tra 319 e 331 m/sec., proprio della **categoria C** dei suoli di fondazione.

2) Condizioni topografiche:

Alla luce della tabella 3.2 III delle NTC 2018, l'area in esame rientra nella categoria T1 (*superfici pianeggianti , pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$*)

3) Parametri sismici:

Alla luce di quanto detto sopra sono stati ricavati tramite il software della GEOSTRU, i parametri sismici del sito in oggetto,

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazione

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 43,638372
longitudine: 11,50395
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 20728 | Lat: 43,6177 | Lon: 11,4874 | Distanza: 2653,810 |
| Sito 2 | ID: 20729 | Lat: 43,6189 | Lon: 11,5565 | Distanza: 4749,167 |
| Sito 3 | ID: 20507 | Lat: 43,6689 | Lon: 11,5549 | Distanza: 5319,489 |
| Sito 4 | ID: 20506 | Lat: 43,6677 | Lon: 11,4858 | Distanza: 3575,808 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,591
Tc*: 0,268 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,063 g
Fo: 2,616
Tc*: 0,280 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,147 g
Fo: 2,402
Tc*: 0,308 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,185 g
Fo: 2,406
Tc*: 0,314 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,785
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,019
Kv: 0,009
Amax: 0,931
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,490
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,053
Kv: 0,026
Amax: 2,155
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,430
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,063
Kv: 0,032
Amax: 2,593
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.637413
longitudine: 11.502975

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 43,638228
longitudine: 11,50394
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 20728 | Lat: 43,6177 | Lon: 11,4874 | Distanza: 2639,568 |
| Sito 2 | ID: 20729 | Lat: 43,6189 | Lon: 11,5565 | Distanza: 4742,607 |
| Sito 3 | ID: 20507 | Lat: 43,6689 | Lon: 11,5549 | Distanza: 5330,337 |
| Sito 4 | ID: 20506 | Lat: 43,6677 | Lon: 11,4858 | Distanza: 3590,100 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,591
Tc*: 0,268 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,063 g
Fo: 2,616
Tc*: 0,280 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,147 g
Fo: 2,402
Tc*: 0,308 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,185 g
Fo: 2,406
Tc*: 0,314 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,785
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,045
Kv: 0,022

Amax: 0,931
Beta: 0,470
SLV:
Ss: 1,490
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,083
Kv: 0,042
Amax: 2,155
Beta: 0,380
SLC:
Ss: 1,430
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 2,593
Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 43.637269
longitudine: 11.502965

Tipo di elaborazione: Fronti di scavo e rilevati

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 43,638228
longitudine: 11,50394
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 20728 | Lat: 43,6177 | Lon: 11,4874 | Distanza: 2639,568 |
| Sito 2 | ID: 20729 | Lat: 43,6189 | Lon: 11,5565 | Distanza: 4742,607 |
| Sito 3 | ID: 20507 | Lat: 43,6689 | Lon: 11,5549 | Distanza: 5330,337 |
| Sito 4 | ID: 20506 | Lat: 43,6677 | Lon: 11,4858 | Distanza: 3590,100 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,591
Tc*: 0,268 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 75 [anni]
ag: 0,063 g
Fo: 2,616
Tc*: 0,280 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,147 g
Fo: 2,402
Tc*: 0,308 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,185 g
Fo: 2,406
Tc*: 0,314 [s]

Coefficienti Sismici Fronti di scavo e rilevati

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,785
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,045
Kv: 0,022
Amax: 0,931
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,490
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,083
Kv: 0,042
Amax: 2,155
Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,430
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 2,593
Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.637269

longitudine: 11.502965

9.3 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Ai sensi del punto 7.11.3.4.1 delle Norme 2018, per **liquefazione** si intendono quei “fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o all’accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”.

Ai sensi del § 7.11.3.4.2 delle NTC2018, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1a e b delle NTC 2018.

Il modello geologico dell'area in esame può essere così riassunto:

- a partire dal p.c. a prof. variabile tra 2,4 (CPT2/18) e 2,8 (CPT3/18) metri: depositi alluvionali recenti, costituiti da sabbie medie e limi sabbiosi
- da 2,4 (CPT2/18) e 2,8 (CPT3/18) metri a 5,4 (S1/2018) metri di profondità: depositi alluvionali recenti, costituiti da ghiaie mediamente addensate in matrice sabbiosa
- da 5,4 (S1/2018) metri a 7.65 (S2) / 8,2 (S1) metri di profondità: depositi lacustri costituiti da alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi, da compatti a molto compatti di colore variabile da grigio chiaro/ azzurro a marrone.
- da 7.65 (S2) / 8,2 (S1) metri a profondità maggiori : depositi lacustri costituiti da alternanze di limi argillosi, argille limose e sabbie limoso argillose, da compatti a molto

compatti di colore variabile da grigio chiaro/ azzurro a marrone.

- i rilievi freaticometrici hanno indicato La falda è posta a profondità compresa tra 3,45 (CPT3) e 4,09 metri di profondità: si può pertanto escludere dalla verifica a liquefazione i terreni posti al di sopra di tali profondità.
- come si evince dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni S1C1, S1C2 e S2C1, la distribuzione granulometrica è sempre esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 delle NTC 2018 (vedi figure 3-4-5): in sostanza la verifica a liquefazione può essere omessa per i depositi lacustri posti a profondità maggiore di 5,4 metri.
- Si è pertanto proceduto alla verifica alla liquefazione per il solo orizzonte di depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie mediante il metodo di *Youd & Idriss (2001)* , utilizzando cautelativamente il valore degli N_{spt} rilevati nel sondaggio S1 a 2 metri di profondità (la prova SPT effettuata a 4 metri ha raggiunto il "rifiuto" strumentale)

$A_{g_{max}}/g$: 0,22

| Profondità base strato (m.) | N_{spt} | Fs |
|-----------------------------|-----------|------|
| 4 | 24 | 26.9 |
| 5 | 24 | 17.5 |
| 6 | 24 | 12.0 |

Come si osserva dalla suddetta tabella la verifica risulta soddisfatta.

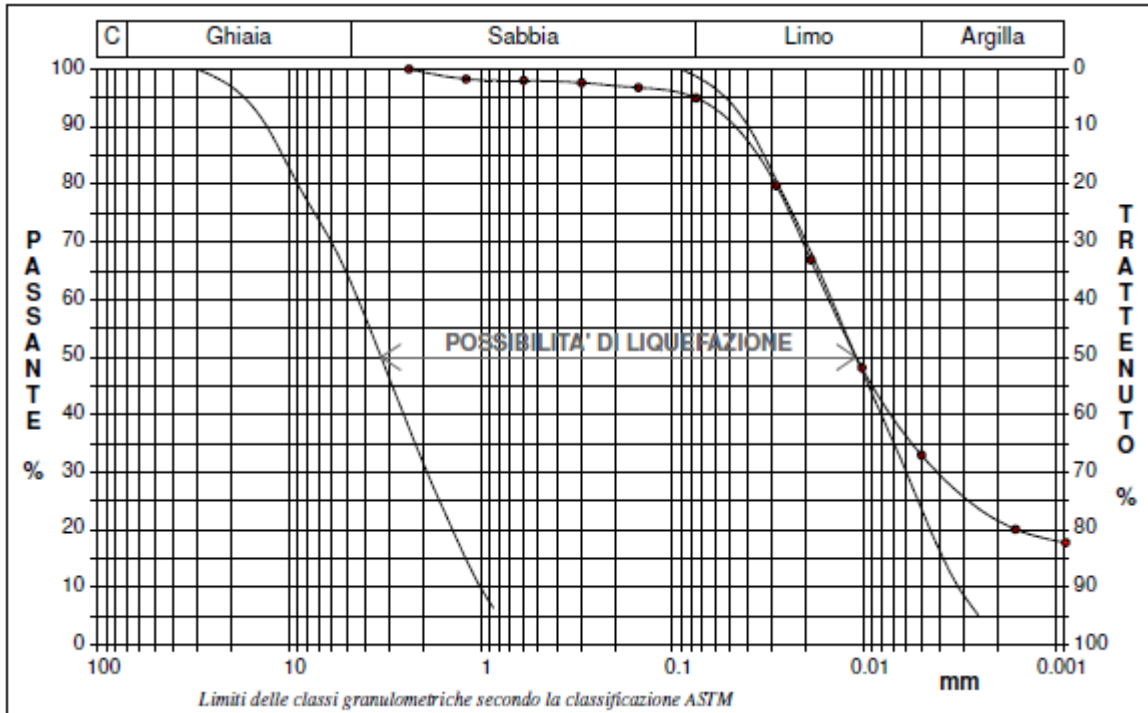


Figura 3: Curva di distribuzione granulometrica campione S1C1 (prof. 6.5-7.0 metri)

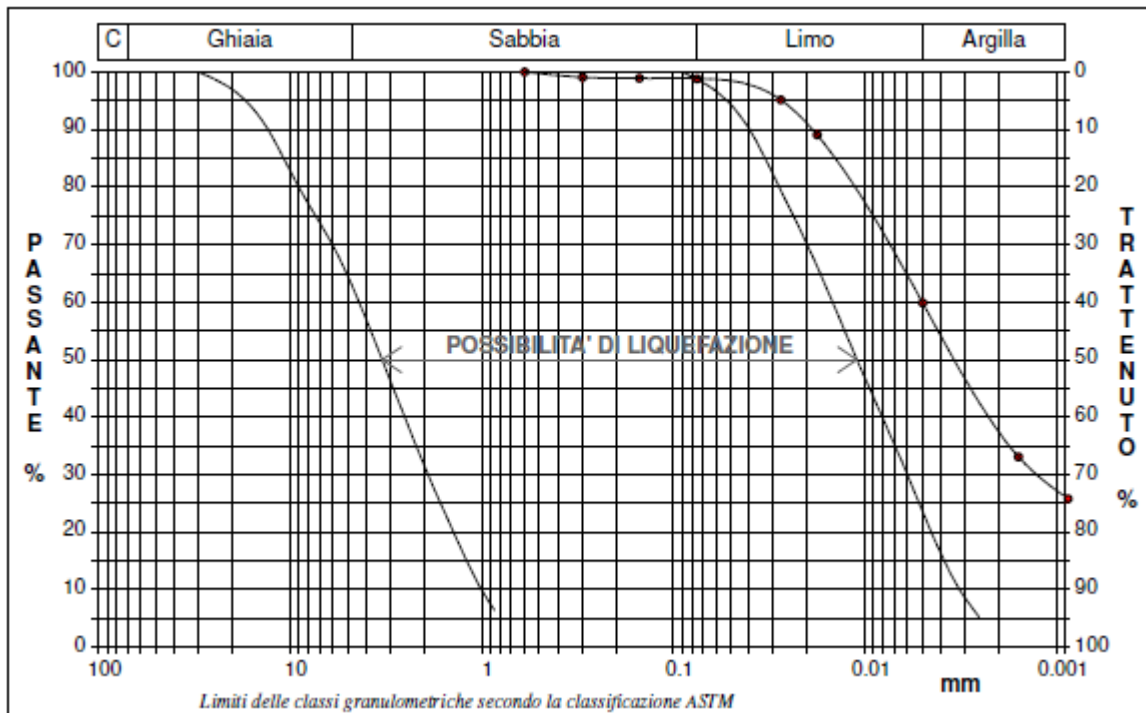


Figura 4: Curva di distribuzione granulometrica campione S1C2 (prof. 13.0-13.5 metri)

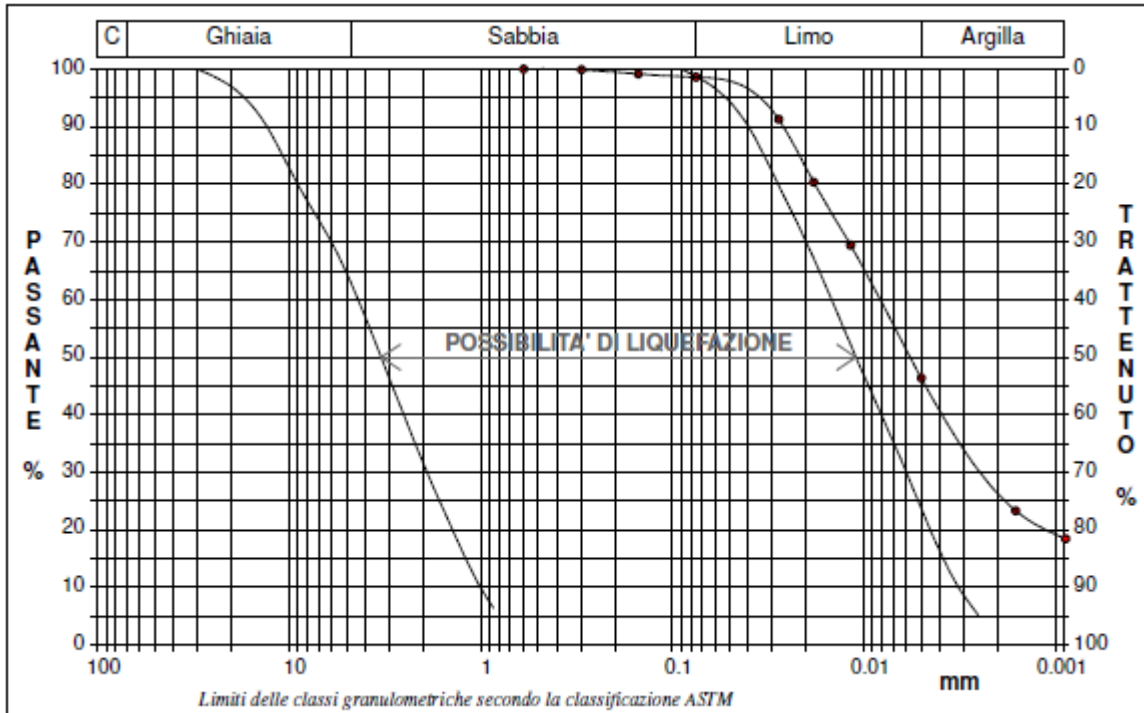


Figura 5: Curva di distribuzione granulometrica campione S2C1 (prof. 12.0-12.5 metri)

10. MODELLAZIONE GEOTECNICA E VALORI NOMINALI

10.1 ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI

10.1.1 Prove penetrometriche

Le 3 prove penetrometriche si sono attestate all'interno dell'orizzonte ghiaioso, raggiungendo il "rifiuto strumentale"; esaminandone i tabulati, si possono distinguere le seguenti unità geotecniche:

| | Prof. Dal p.c. (m.) | Resistenza alla punta-(MPa)/ N colpi (N ₂₀) | angolo d'attrito interno | Coesione non drenata (kPa) | Modulo edometrico (MPa) |
|-----------|---------------------|---|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| DIN 1 - A | 0.2-2.8 | 6-30 | | | |
| DIN 1 - B | 2.8-3.0 | 50 | | | |
| CPT2 - A | 0.2-2.4 | 1.1-2.9 | 27-28 | 52.6-98 | 4.2-8.8 |
| CPT2 - B | 2.4-2.6 | 19.8 | 38 | - | 59.4 |
| DIN2 - B | 2.6-3.0 | 24-50 | | | |
| CPT3 - A | 0.2-2.6 | 1.6-2.4 | 27-28 | 68.2-78.4 | 5.1-5.9 |

| | | | | | |
|----------|---------|----------|-------|---|-----------|
| CPT3 - B | 2.8-3.6 | 3.6-33.1 | 30-40 | - | 10.9-99.4 |
| DIN3 - B | 3.8-4.2 | 35-50 | | | |

Tabella 1: Risultati delle prove penetrometriche

10.1.2 Standard Penetration Test

Nel corso dei sondaggi, sono state eseguite in avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche S.P.T. per verificare il grado di resistenza dei terreni incontrati, i cui risultati sono riportati nella seguente tabella :

| SONDAGGIO - NUMERO PROVA | PROFONDITÀ DA P.C. (METRI) | NSPT | LITOLOGIA |
|-----------------------------|-------------------------------|------|---|
| S1 - SPT1 | 2.0 | 24 | Sabbie medie e medio fini, limose |
| S1 - SPT2 | 4.0 | Rif. | Ciottolami e ghiaie |
| S2 - SPT1 | 2.0 | 44 | Sabbie medio grossolane con raro ghiaietto |

Tabella 2: Risultati delle prove SPT

L'elaborazione dei suddetti dati, utilizzando il metodo di correlazione diretta RBS (road bridge Specification) e la formula di Peck Hanson e Thornburn (1974), ha poi fornito i seguenti angoli d'attrito:

| SONDAGGIO - NUMERO PROVA | PROFONDITÀ DA P.C. (M) | ANGOLO D'ATTRITO (DE MELLO) ¹ | ANGOLO D'ATTRITO (OWASAKI E IWASAKI) ² | ANGOLO D'ATTRITO JAPAN NATIONAL RAILWAYS ² |
|-----------------------------|---------------------------|--|--|--|
| S1 - SPT1 | 2.0 | 30 | - | - |
| S1 - SPT2 | 4.0 | - | - | - |
| S2 - SPT1 | 2.0 | - | 45 | 36 |

Tabella 3: Elaborazioni delle prove SPT

¹ Valido per sabbie in genere per qualsiasi profondità

² Valido per sabbie medio- grosse e sabbie ghiaiose. condizioni ottimali per prof. maggiori 8-10 m. per terreni sopra falda e di 15 metri per terreni in falda

10.1.3 Analisi di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati 3 campioni indisturbati su cui sono state effettuate analisi di laboratorio; i risultati delle determinazioni sono presentati in allegato con i certificati del laboratorio "LABOTER s.n.c.". Nella sottostante figura 3 di riporta la tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio:

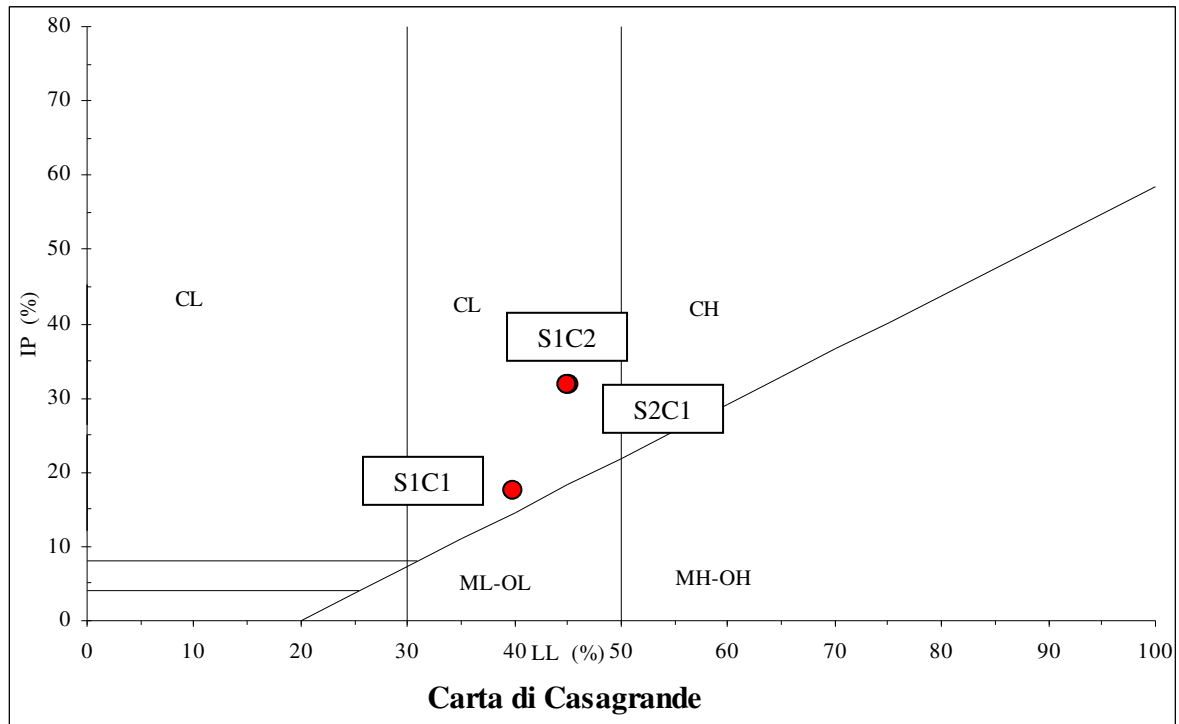


| Riferimento | | | Caratteristiche fisiche | | | | | | | Limiti di consistenza | | | | Granulometria | | | | Classificazione | Taglio diretto | | Edometrica | | | | |
|-------------|----------|--------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|------|------|------|---------------|----------|--------|-----------|------------------|----------------|-------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Sond. n° | Camp. n° | Profondità m | W % | γ kN/m ³ | γ_{sec} kN/m ³ | γ_{sat} kN/m ³ | Indice vuoti | Poros. % | Sat. % | LL % | LP % | IP % | IC % | Ghiaia % | Sabbia % | Limo % | Argilla % | CNR-UNI | ϕ ° | c kPa | 196,8 kPa | 393,6 kPa | 787,2 kPa | 1574,4 kPa | 3148,8 kPa |
| 1 | 1 | 6.5-7.0 | 21,9 | 20,3 | 16,6 | 20,3 | 0,59 | 37,2 | 99,6 | 39,9 | 22,4 | 17,5 | 1,03 | | 5,0 | 62,0 | 33,0 | A6 - I.G. = 11 | 23,8 | 30 | | | | | |
| 1 | 2 | 13.0-13.5 | 24,0 | 19,9 | 16,0 | 19,9 | 0,65 | 39,5 | 99,2 | 45,1 | 13,2 | 31,9 | 0,66 | | 1,2 | 38,9 | 59,9 | A7-6 - I.G. = 17 | 17,7 | 25 | | 7196 | 8835 | 19294 | 43855 |
| 2 | 1 | 12.0-12.5 | 21,0 | 19,7 | 16,2 | 20,0 | 0,63 | 38,6 | 90,3 | 44,9 | 13,0 | 31,9 | 0,75 | | 1,4 | 52,3 | 46,3 | A7-6 - I.G. = 17 | 25,9 | 30 | | | | | |

Tabella 4: Tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio

Il campione S1C1, rappresentativo dell'orizzonte costituito da alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi, è costituito da limo (62%) con argilla (33.0%) debolmente argilloso (5.0%) "plastico" (Ip pari a 17.5), che nella Carta di Plasticità di Casagrande, risulta classificabile come "CI" - "argille inorganiche di media compressibilità".

I campioni S1C2 ed S2 C1 sono invece rappresentativi dell'orizzonte costituito da alternanze di limi argillosi, argille limose e sabbie limoso argillose, sono costituiti rispettivamente da argilla (63%) con limo (59.9%) e da limo (52.3%) con argilla (46.3%), entrambi "plastici" (Ip pari a 31.9), e nella Carta di Plasticità di Casagrande, sono classificabili come "CI" - "argille inorganiche di media compressibilità".



10.1.4 Modello geologico - tecnico del terreno e parametri caratteristici

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato. Al punto 6.2.2 della Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" viene ulteriormente precisato: "Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti"

Per il calcolo dei parametri caratteristici si è fatto riferimento alle diverse equazioni proposte nell'articolo "INTRODUZIONE OPERATIVA AL CONCETTO DEI VALORI CARATTERISTICI SECONDO L' EUROCODICE 7 (norma europea prEN1997-1)"Luca "McCoy" Nori - Geologo - (Versione - 28 marzo 2009):

- (Unità geotecniche A e B): dati derivati dall'elaborazione dei dati penetrometrici utilizzando l'equazione 1 ossia

Equazione 1

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Dove:

x_k è il valore caratteristico desiderato

\bar{x} con barra il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

t è il valore della distribuzione di student ad $n-1$ gradi di libertà con probabilità $u = 95\%$ (ossia, $1-\alpha = 0.95$ o alternativamente, $\alpha = 0.05$)

s è la deviazione standard del campione

n il numero di dati.

- Unità geotecniche B e C: dati derivati dall'elaborazione delle analisi di laboratorio utilizzando le equazioni

$$x_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (1)$$

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}} \quad (2)$$

Per il calcolo di ϕ (1) e c (2)

In sostanza al di sotto dell'orizzonte di suolo campale si possono trovare le seguenti unità geotecniche:

- UNITÀ A (alternanze di limi sabbiosi e sabbie limose) - dal p.c. a 2,4 (CPT2/18)/2,8 (CPT3/18) metri - PARAMETRI CARATTERISTICI:

| | |
|-----------------------------------|---|
| peso di volume ¹ : | $\gamma = 18,6 \text{ (KN/m}^3\text{)}$ |
| angolo di attrito ¹ : | $\phi' = 27^\circ$ |
| Coesione drenata | $c' = 3 \text{ KPa}$ |
| Coesione non drenata ¹ | $C_u = 65 \text{ KPa}$ |
| Modulo edometrico ¹ | $E = 5,4 \text{ MPa}$ |

- UNITÀ B (Ciottolami e sabbie grossolane con ghiaie) - da 2,4/2,8 a 5,4 metri - PARAMETRI CARATTERISTICI:

| | |
|-----------------------------------|---|
| peso di volume ¹ : | $\gamma = 18,6 \text{ (KN/m}^3\text{)}$ |
| angolo di attrito ¹ : | $\phi' = 32^\circ$ |
| Coesione drenata | $c' = 1 \text{ KPa}$ |
| Coesione non drenata ¹ | $C_u = _$ |
| Modulo edometrico ¹ | $E = 16 \text{ MPa}$ |

UNITÀ C (Alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi) - da 5,4 a 7,65/8,2 metri - PARAMETRI CARATTERISTICI:

| | |
|----------------------------------|---|
| peso di volume ² : | $\gamma = 20,3 \text{ (KN/m}^3\text{)}$ |
| angolo di attrito ² : | $\phi' = 21^\circ$ |
| Coesione drenata ² | $c' = 18 \text{ KPa}$ |

UNITÀ D (Alternanze di limi argillosi, argille limose e sabbie limoso argillose) - da 7,65/8,2 metri a profondità maggiori - PARAMETRI CARATTERISTICI:

| | |
|-------------------------------|---|
| peso di volume ² : | $\gamma = 19,9 \text{ (KN/m}^3\text{)}$ |
|-------------------------------|---|

parametri di taglio prossimi ai valori medi (nel caso di elevato volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato):

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| angolo di attrito ² : | $\phi' = 20,2^\circ$ |
| Coesione drenata ² | $c' = 18 \text{ KPa}$ |

parametri di taglio prossimi ai valori minimi (nel caso di modesto volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato):

| | |
|----------------------------------|--|
| angolo di attrito ² : | $\phi' = 18,3^\circ$ |
| Coesione drenata ² | $c' = 16,3 \text{ KPa}$ |
| Modulo edometrico ² | $E = 7196 \text{ KPa con pressione pari a } 393,6 \text{ KPa}$ $E = 8835 \text{ KPa con pressione pari a } 787,2 \text{ KPa}$ |
| Indice di compressione | $C_c = 0.156 \text{ con pressione pari a } 393,6 \text{ KPa}$ $C_c = 0.255 \text{ con pressione pari a } 787,2 \text{ KPa}$ |

¹ dati derivanti dalle prove penetrometriche

² dati derivanti dalle analisi di laboratorio

11. VERIFICHE DI STABILITÀ

Le conoscenze litologico - stratigrafiche acquisite con la campagna geognostica realizzata, l'assetto dei luoghi derivanti dall'ipotesi progettuali proposte, hanno consentito la costruzione del modello matematico utilizzato nelle verifiche di stabilità dei terreni interessati dalla nuova viabilità.

La simulazione matematica è stata realizzata utilizzando il metodo di calcolo denominato "Morgenstern e Price (1965)", contenuto nel programma denominato "Slope Stability Analysis" modificato ed aggiornato dal Dott. L. Borselli nel 2014 - versione 4.8.0, esaminando la sezione n° 5 - profilo rotatoria SP87

Per l'analisi di stabilità globale del pendio in condizioni sismiche si è fatto riferimento all'**Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2)**, che prevede l'utilizzo dei seguenti coefficienti correttivi per i valori caratteristici sopra riportati:

| parametri geotecnici | Coeff. parziale M2 |
|---------------------------------------|---------------------------|
| $\tan\phi_k$ | 1.25 |
| c' | 1.25 |
| Cu | 1.40 |
| γ | 1.00 |
| resistenze | Coeff. parziale R2 |
| γ_r (coefficiente Parziale R2) | 1.1 |

Il coefficiente parziale R2 esprime il rapporto minimo necessario tra le forze destabilizzanti e quelle stabilizzanti affinché la stabilità globale risulti verificata: cioè $R2 = 1,1$ è il valore minimo consentito dalla normativa vigente raggiunto dal grado di stabilità del versante. Questo riferimento può essere naturalmente variato in relazione al livello di conoscenza raggiunto con le indagini eseguite, con il grado di affidabilità dei dati geotecnici disponibili e del modello di calcolo adottato, alla luce di eventuali conseguenze derivanti dai fenomeni franosi che possono verificarsi in quell'area.

I risultati ottenuti dalle simulazioni realizzate sono riportati nella seguente tabella riassuntiva:

| | | Range dei valori minimi di F_s trovati sull'esame di 10.000 superfici limiti | | |
|---|--|--|----------------|--|
| | | Valore minimo | Valore massimo | F_s di "Legge" e confronto |
| 1 | Sez. n° 5 - profilo rotatoria SP87 | 1.28 | 1.29 | Surplus Pendio stabile, a norma di legge |
| 2 | Sez. n° 5 - profilo rotatoria SP87 con sisma | 1.14 | 1.15 | Surplus Pendio stabile, a norma di legge |

In sostanza la stabilità di questo tratto di versante, così come modificato dalle opere di progetto, risulta verificata anche in caso di sisma.

12. CONCLUSIONI

Le osservazioni riportate nei precedenti capoversi sulle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni in oggetto, consentono di esprimere una puntuale valutazione sulla fattibilità dell'intervento.

Si raccomanda di eseguire i rilevati necessari all'ottenimento della sede viaria con la posa in opera dei terreni di riporto di adeguata granulometria in strati di 30 cm., curandone l'addensamento con la "rullatura", in modo da conferire un certo grado di coesione agli stessi, previo allontanamento dell'orizzonte campale.

Si consiglia la messa in opera di un tessuto di rinforzo/separazione/filtrazione alla base della fondazione stradale, adeguatamente dimensionato sulla base delle caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni in oggetto.

Si raccomanda di effettuare un'idonea regimazione delle acque, avendo cura di raccogliere e regimare sia le acque superficiali che ipodermiche.

Pontassieve , Gennaio 2019

IL GEOLOGO
SIMONE DR. MASINI
O.G.T. N° 1159



ALLEGATI:

Ubicazione delle indagini (Scala 1:2.000)

Tabulati delle nuove indagini geognostiche

Sezione geotecnica

Carta delle aree a pericolosità geologica (estratta da P.S. - Tav. 11.3 modificata)

Carta della pericolosità geologica (estratta da P.S. - T.GEO 05 - SW)

Carta delle aree a pericolosità sismica locale (estratta da P.S. - Tav. 13.3 modificata)

Carta della pericolosità sismica (estratta da P.S. - Tav. T.GEO 11 B)

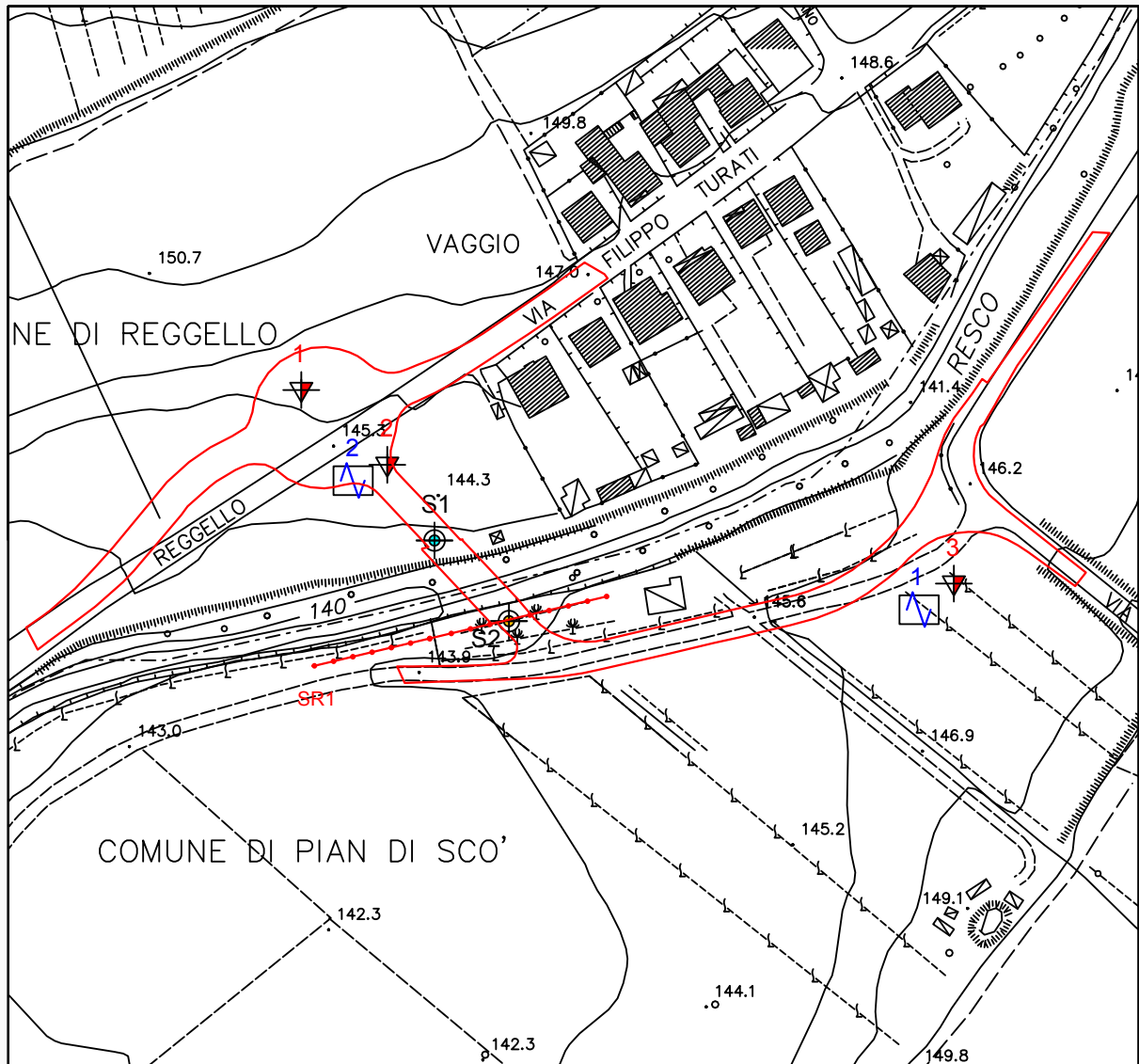
Carta della pericolosità idraulica (estratta da P.S. - Tav. 12.3)

Planimetria della pericolosità idraulica ai sensi del Reg. 53/R (estratta da P.S. - Tav. T.IDR. 06 - SW)






Estratti del nuovo Piano Strutturale adottato del Comune di Castelfranco Pian di Scò

Tabulati verifiche liquefazione

Tabulati delle verifiche di stabilità



UBICAZIONE DELLE INDAGINI - SCALA 1:2.000

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Prova penetrometrica statica con punta meccanica |  | Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con piezometro |
|  | Misure di rumore sismico |  | Profilo sismico a rifrazione |
|  | Area in oggetto | | |

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

| | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| Committente Comune di Castelfranco Piandiscò | | Località Vaggio - AR | | Certificato n° / Data 328 del 07-08-2018 | |
| Cantiere Opere per nuova viabilità | | Sondaggio n. S1 | Inizio / Fine Esecuzione 26-07-2018 - 27-07-2018 | | Commessa n° / Data 154 del 20-07-2018 |
| Responsabile di sito Geol. Luigi Farini | Operatore Sig. Ventrucci | Tipo Carotaggio Continuo | Tipo Sonda Puntel PX 600 | Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm / 127 mm | |

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Quota | S.P.T. | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Cass. Catalog. | Piezometro |
|------------|-----------|--|-------|----------|----------|---------------------|---------------------|----------------|------------|
| | | Suolo campale | 0.20 | | | | | | |
| 1 | | sabbie medie e medio fini, limose, leggermente argillose, di colore marrone, da poco a mediamente consistenti. passaggio più addensato tra 1 e 1,6 metri | | 10-10-14 | | | | | |
| 2 | | | 2.90 | 2.00 PC | | | | | |
| 3 | | ciottolami e ghiaie di natura arenacea, mediamente addensate, in matrice sabbiosa di colore marrone | | 26-44-R | | | | | |
| 4 | | | | 4.00 PC | | | | | |
| 5 | | | 5.40 | | | | | # 1 | |
| 6 | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre | 6.25 | | | | | | |
| | | limi argillosi, plastici, marroni, molto consistenti | 6.50 | | | 6.50 | | | |
| | | CAMPIONE | 7.00 | | S | | (RM) | | |
| 7 | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre | | | | 7.00 | | | |
| 8 | | | 8.20 | | | | | | |
| | | sabbia medio grossolana, limosa, leggermente argillosa, consistente, di colore marrone con screziature azzurre | 8.60 | | | | | | |
| 9 | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre | 9.00 | | | | | | |
| | | sabbia medio grossolana, limosa, leggermente argillosa, consistente, di colore marrone con screziature azzurre | 9.60 | | | | | | |
| 10 | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre. Passaggio di sabbia medio grossolana limoso argillosa, plastica, consistente. Presenza concrezioni biancastre tra 10.6-11.0 | 11.00 | | | | | # 2 | |
| 11 | | | | | | | | | |
| | | sabbia medio fine limoso argillosa, consistente, di colore grigio - marrone, con qualche raro clasto. Umida | 11.50 | | | | | | |
| 12 | | limi argilloso sabbiosi, plastici, consistenti, di colore grigio marrone | 12.20 | | | | | | |
| | | sabbia medio fine limoso argillosa, consistente, di colore grigio - marrone, con qualche raro clasto. Umida | 13.00 | | | | | | |
| 13 | | limi argilloso sabbiosi, plastici, consistenti, di colore grigio marrone | 13.50 | | S | 13.00 | | | |
| | | CAMPIONE | 13.50 | | | 13.50 | | | |
| 14 | | limi argillosi ed argille limose grigio azzurre, leggermente plastiche, dure con concrezioni biancastre tra 13.5-14.0 | 15.00 | | | | (CS) | # 3 | |
| | | | | | | | | | A |
| | | | | | | | | | 15.00 |

| | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| Committente Comune di Castelfranco Piandiscò | | Località Vaggio - AR | | Certificato n° / Data 329 del 07-08-2018 | |
| Cantiere Opere per nuova viabilità | | Sondaggio n. S2 | Inizio / Fine Esecuzione 03-08-2018 - 04-08-2018 | | Commessa n° / Data 154 del 20-07-2018 |
| Responsabile di sito Geol. Luigi Farini | Operatore Sig. Ventrucci | Tipo Carotaggio Continuo | Tipo Sonda Puntel PX 600 | Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm / 127 mm | |

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Quota | S.P.T. | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Cass. Catalog. | |
|---|-----------|--|-------|---------------------|----------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 | | Suolo | 0.40 | 34-25-19 2.00 PC | | | | | |
| | | alternanze di limi sabbiosi fini e sabbie limose di colore variabile da marrone a ruggine a verde chiaro, poco consistenti. | 2.00 | | | | | | |
| | | sabbie medio grossolane, limose con raro ghiaietto di colore da marrone a ruggine, mediamente addensate | 2.50 | | | | | | |
| | | sabbie grossolane con ghiaie medio fini mediamente addensate | 3.40 | | | | | | |
| | | ciottolami e ghiaie di natura arenacea in matrice sabbiosa, pulite tra 4.3 e 5.0 metri | 5.25 | | | | | | # 1 5.00 |
| | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre. Passaggio di limo argilloso marrone, consistente tra 6 e 6.7 | 7.65 | | | | | | |
| | | sabbia medio grossolana, limosa, leggermente argillosa, consistente, di colore marrone con screziature azzurre | 8.70 | | | | | | |
| | | alternanza di limi argillosi grigio azzurri e limi sabbiosi marroni consistenti, con screziature biancastre | 9.40 | | | | | | |
| | | sabbia medio grossolana, limosa, leggermente argillosa, consistente, di colore marrone con screziature azzurre | 9.70 | | | | | | |
| | | limi argillosi grigio azzurri, consistenti, con screziature marroni. Presenza di concrezioni biancastre. | 10.00 | | | | | | (RM) # 2 10.00 |
| | | sabbia da media a medio fine, limoso argillosa, consistente, di colore grigio con screziature marroni. Presenza di concrezioni biancastre tra 10.0-10.2, 10.5-10.6 e 11.5-11.9 | 12.00 | | | | | | 10.50 |
| | | CAMPIONE | 12.50 | | | | | | 12.00 S 12.50 |
| | | limi argillosi ed argille limose grigio azzurre, leggermente plastiche, dure con concrezioni biancastre tra 13.0-13.5 | 15.00 | | | | | | (CS) # 3 15.00 |

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio:Continuo

Responsabile di sito
Geol. Luigi Farini

Sonda:Puntel PX 600

Direttore laboratorio
Dr. Moretti Giuliano



FOTO 1: 0-5 METRI



FOTO 2: 5-10 METRI



FOTO 3: 10-15 METRI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA – SONDAGGIO S2



FOTO 4: 0-5 METRI



FOTO 5: 5-10 METRI



FOTO 6: 10-15 METRI



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Settore A – Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER snc di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : TECNA per Comune di Reggello

Cantiere : Vaggio

Verbale Accettazione n° : 334 del 31/07/2018

Data Certificazione : 11/09/2018

Campioni n°: 3

Certificati da n° a n° : 03155 a 03170



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

| Riferimento | | | Caratteristiche fisiche | | | | | | | Limiti di consistenza | | | | Granulometria | | | | Classificazione | Taglio diretto | | Edometrica | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------|-----------|-----------------------|---------|---------|---------|---------------|-------------|-----------|--------------|------------------|----------------|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|
| Sond. n° | Camp. n° | Profondità m | W % | γ kN/m ³ | γ_{sec} kN/m ³ | γ_{sat} kN/m ³ | Indice vuoti | Poros. % | Sat. % | LL % | LP % | IP % | IC % | Ghiaia % | Sabbia % | Limo % | Argilla % | CNR-UNI | ϕ ° | c kPa | 196,8 kPa | 393,6 kPa | 787,2 kPa | 1574,4 kPa | 3148,8 kPa | |
| 1 | 1 | 6.5-7.0 | 21,9 | 20,3 | 16,6 | 20,3 | 0,59 | 37,2 | 99,6 | 39,9 | 22,4 | 17,5 | 1,03 | | 5,0 | 62,0 | 33,0 | A6 - I.G. = 11 | 23,8 | 30 | | | | | | |
| 1 | 2 | 13.0-13.5 | 24,0 | 19,9 | 16,0 | 19,9 | 0,65 | 39,5 | 99,2 | 45,1 | 13,2 | 31,9 | 0,66 | | 1,2 | 38,9 | 59,9 | A7-6 - I.G. = 17 | 17,7 | 25 | | 7196 | 8835 | 19294 | 43855 | |
| 2 | 1 | 12.0-12.5 | 21,0 | 19,7 | 16,2 | 20,0 | 0,63 | 38,6 | 90,3 | 44,9 | 13,0 | 31,9 | 0,75 | | 1,4 | 52,3 | 46,3 | A7-6 - I.G. = 17 | 25,9 | 30 | | | | | | |



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03158 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 05/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 08/09/18 |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------------|---------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 6.5-7.0 |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

| | | | |
|----------------------------------|--------|----------------------|--------|
| Passante setaccio 10 (2 mm) | 99,6 % | Limite di liquidità | 39,9 % |
| Passante setaccio 40 (0.42 mm) | 97,8 % | Limite di plasticità | 22,4 % |
| Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 95,0 % | Indice di plasticità | 17,5 % |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A6 INDICE DI GRUPPO: 11

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille poco compressibili





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03155 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 30/08/18 |

| | | |
|---|-------------|------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 6.5-7.0 |

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,9 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03156 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 29/08/18 |

| | | |
|---|-------------|------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 6.5-7.0 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,3 kN/m³



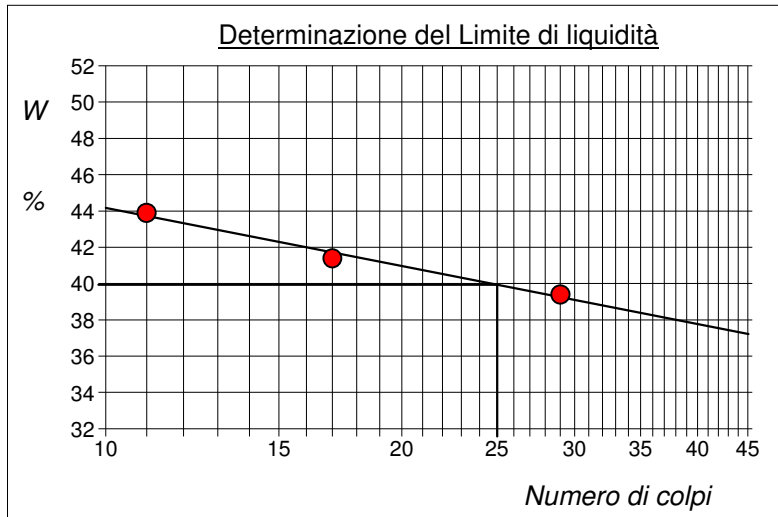
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03157 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 10/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 11/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 6.5-7.0 |

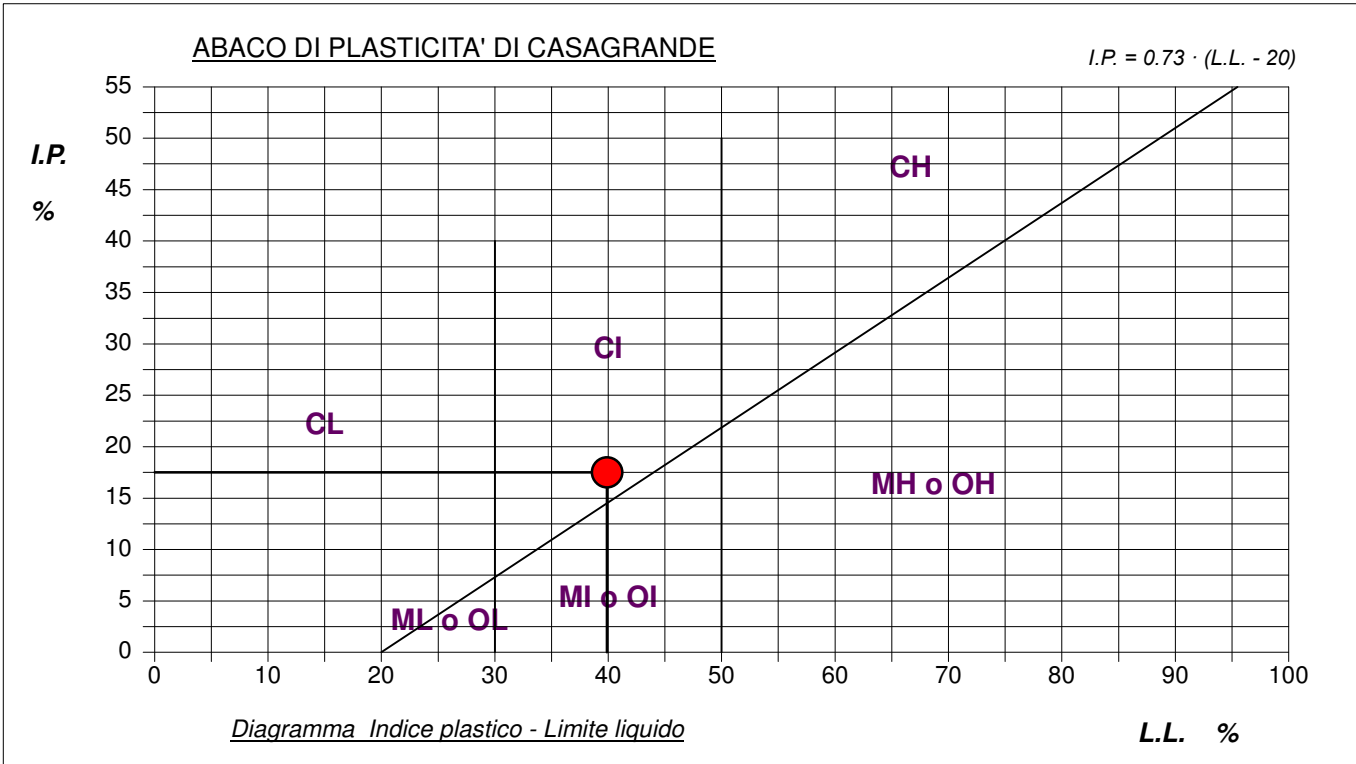
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

| | | |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità | 39,9 | % |
| Limite di plasticità | 22,4 | % |
| Indice di plasticità | 17,5 | % |
| Indice di consistenza | 1,03 | |
| Passante al set. n° 40 | SI | |



| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| C - Argille inorganiche | L - Bassa compressibilità |
| M - Limi inorganici | I - Media compressibilità |
| O - Argille e limi organici | H - Alta compressibilità |





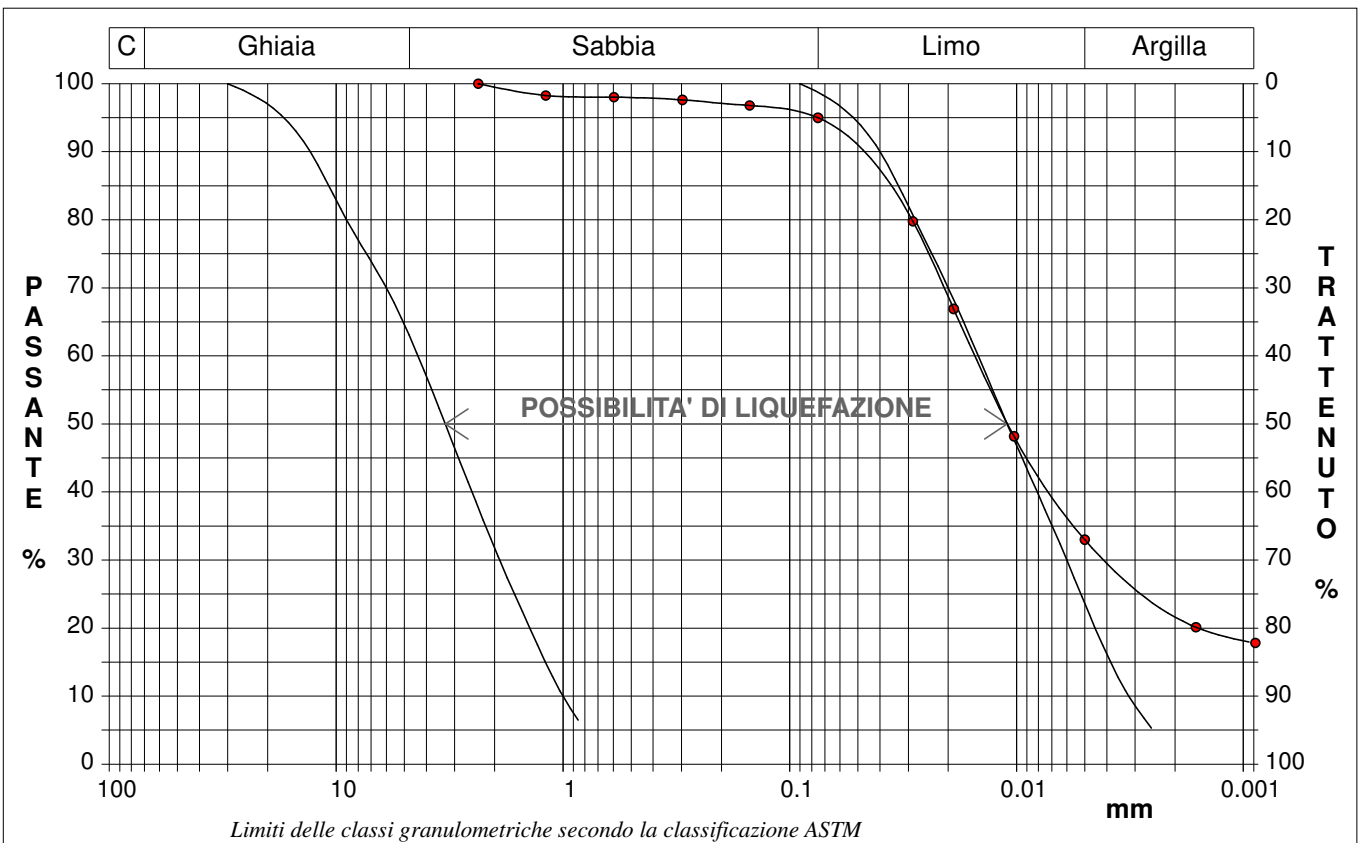
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03158 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 05/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 08/09/18 |

| | | |
|---|-------------|------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 6.5-7.0 |

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

| | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----|------------|
| Ghiaia | 0,0 % | Passante setaccio 10 (2 mm) | 99,6 % | D10 | 0,00012 mm |
| Sabbia | 5,0 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm) | 97,8 % | D30 | 0,00385 mm |
| Limo | 62,0 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 95,0 % | D50 | 0,01089 mm |
| Argilla | 33,0 % | | | D60 | 0,01510 mm |
| Coefficiente di uniformità | 127,45 | Coefficiente di curvatura | 8,27 | D90 | 0,05472 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 2,3600 | 100,00 | 0,0750 | 94,99 | 0,0016 | 20,13 | | | | |
| 1,1900 | 98,27 | 0,0286 | 79,75 | 0,0009 | 17,80 | | | | |
| 0,5950 | 98,01 | 0,0189 | 66,89 | | | | | | |
| 0,2970 | 97,61 | 0,0103 | 48,19 | | | | | | |
| 0,1500 | 96,79 | 0,0050 | 32,99 | | | | | | |



| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03159 | Pagina 1/4 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 03/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 05/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 6.5-7.0 | |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 63 | 126 | 149 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 2,04 | 1,89 | 3,05 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,20 | 0,13 | 0,37 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 25,3 | --- 24,0 | --- 24,4 |
| Peso di volume iniziale e finale (kN/m³): | 20,5 26,0 | 20,1 25,2 | 20,2 25,7 |

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

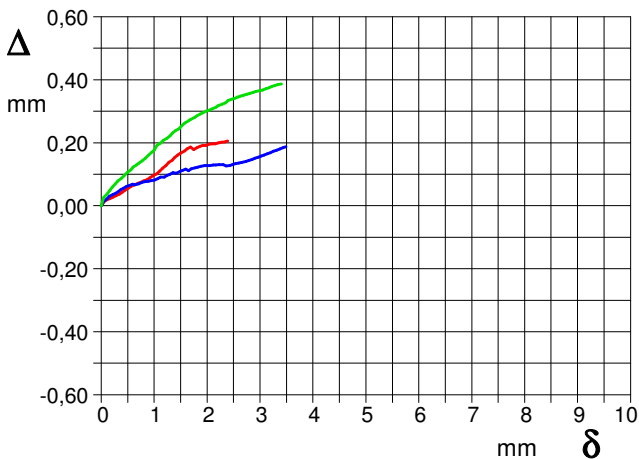
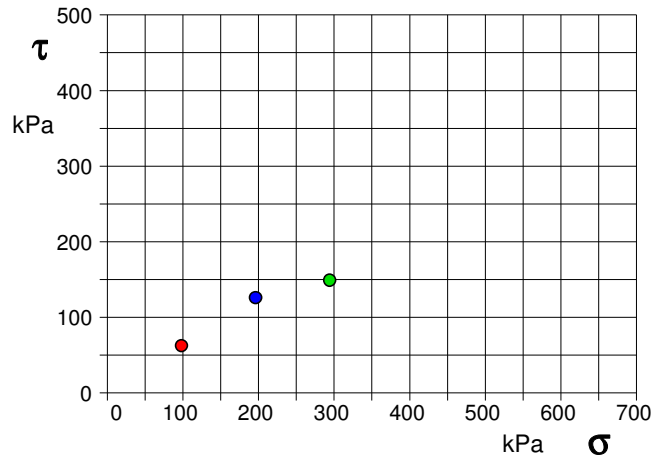


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

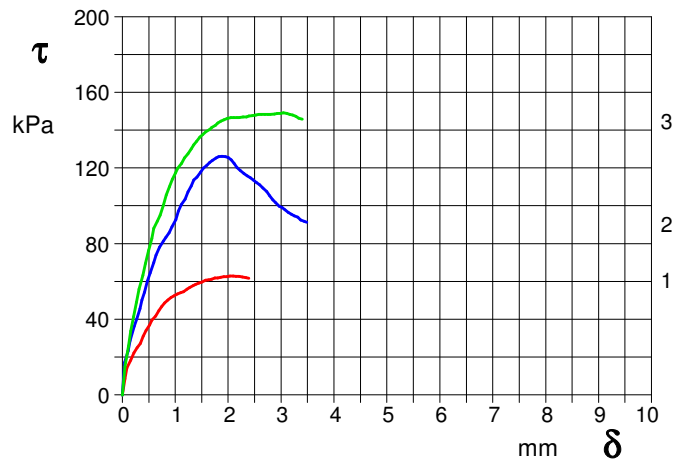


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03159 | Pagina 3/4 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 03/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 05/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 6.5-7.0 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 98 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,000 |
| Altezza finale (cm) | 1,976 |
| Sezione (cm ²): | 36,00 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

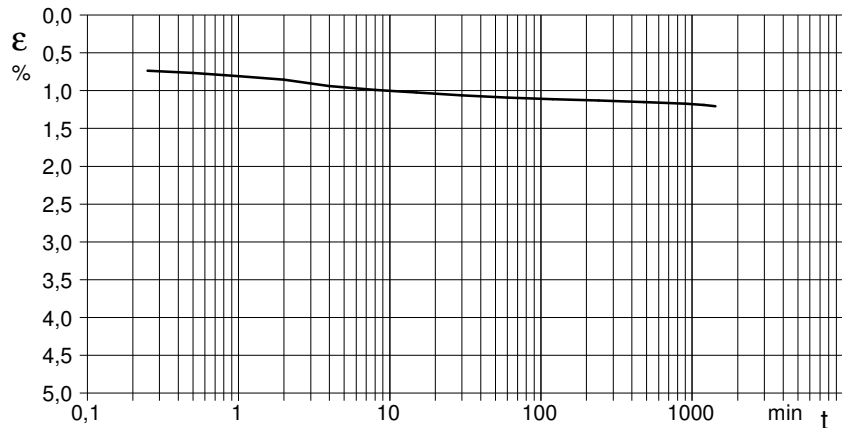


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 196 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,030 |
| Altezza finale (cm) | 2,002 |
| Sezione (cm ²): | 31,57 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

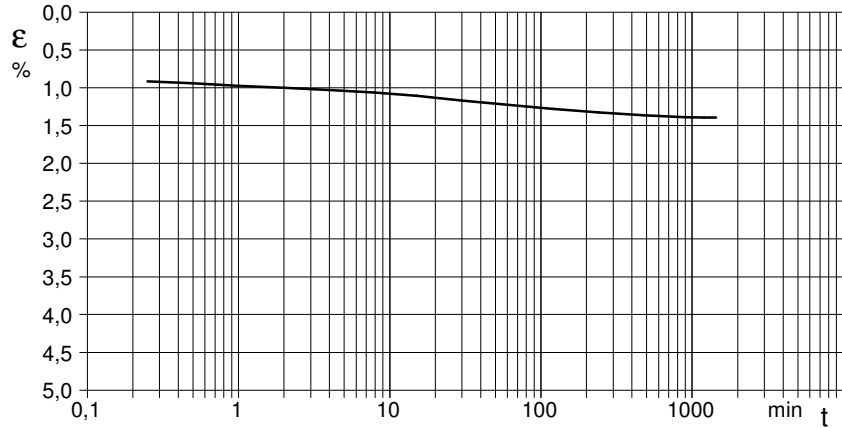
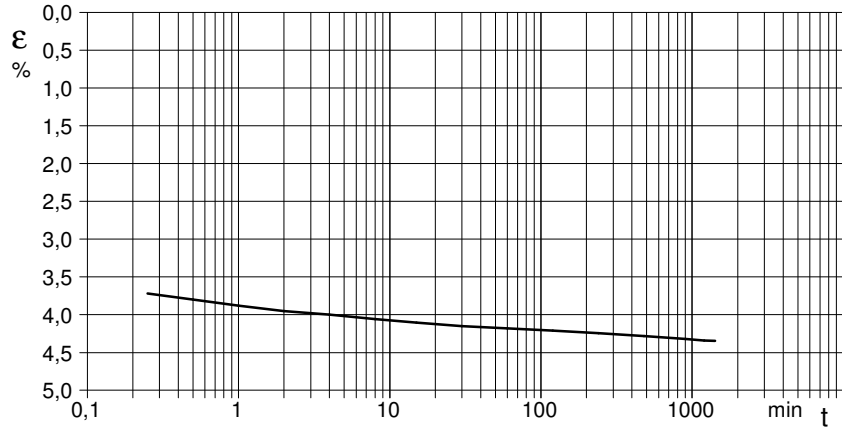


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 294 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,000 |
| Altezza finale (cm) | 1,913 |
| Sezione (cm ²): | 31,64 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

| | | | |
|---|-------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 6.5-7.0 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 63 | 126 | 149 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 2,04 | 1,89 | 3,05 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,20 | 0,13 | 0,37 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 25,3 | --- 24,0 | --- 24,4 |
| Peso di volume iniziale e finale (kN/m³): | 20,5 26,0 | 20,1 25,2 | 20,2 25,7 |

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

| | |
|----------------------------|----------|
| Coesione: | 29,6 kPa |
| Angolo di attrito interno: | 23,8 ° |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

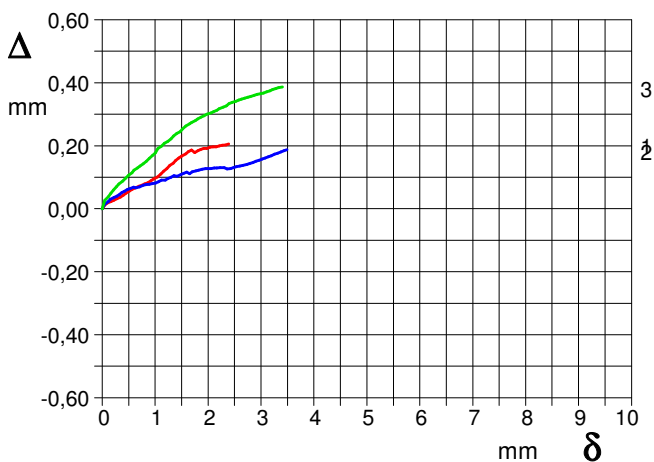
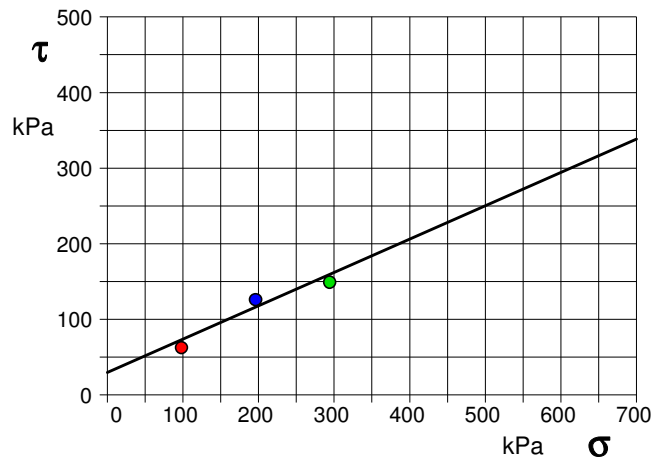


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

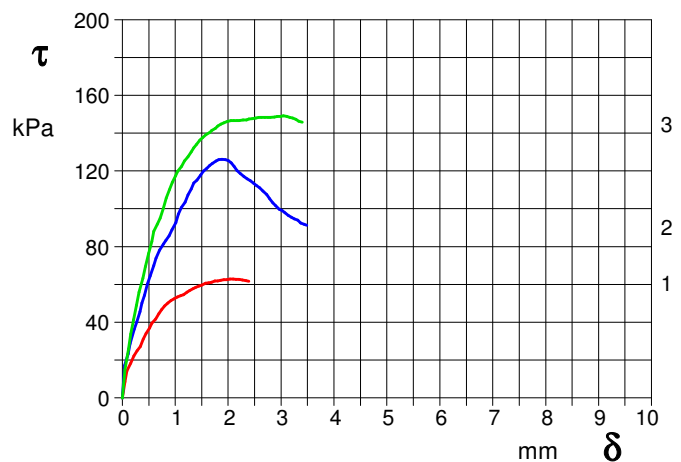


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

CARATTERISTICHE FISICHE

| | | |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale | 24,0 | % |
| Peso di volume | 19,9 | kN/m ³ |
| Peso di volume secco | 16,0 | kN/m ³ |
| Peso di volume saturo | 19,9 | kN/m ³ |
| Peso specifico | 26,5 | kN/m ³ |
| Indice dei vuoti | 0,653 | |
| Porosità | 39,5 | % |
| Grado di saturazione | 99,2 | % |
| Limite di liquidità | 45,1 | % |
| Limite di plasticità | 13,2 | % |
| Indice di plasticità | 31,9 | % |
| Indice di consistenza | 0,66 | |
| Passante al set. n° 40 | SI | |
| Limite di ritiro | | % |
| CNR-UNI 10006/00 | A7-6 | I.G. = 17 |

ANALISI GRANULOMETRICA

| | | |
|-------------------|----------|----|
| Ghiaia | | % |
| Sabbia | 1,2 | % |
| Limo | 38,9 | % |
| Argilla | 59,9 | % |
| D 10 | 0,000240 | mm |
| D 50 | 0,003268 | mm |
| D 60 | 0,005023 | mm |
| D 90 | 0,018979 | mm |
| Passante set. 10 | 100,0 | % |
| Passante set. 42 | 99,5 | % |
| Passante set. 200 | 98,8 | % |

COMPRESSIONE

| | |
|----------------|-----|
| σ | kPa |
| c_u | kPa |
| σ_{Rim} | kPa |
| $c_{u Rim}$ | kPa |

TAGLIO DIRETTO

| | | |
|-------------------------|------|-----|
| Prova consolidata-lenta | | |
| c | 24,6 | kPa |
| ϕ | 17,7 | ° |
| c_{Res} | | kPa |
| ϕ_{Res} | | ° |

PERMEABILITA'

| | |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

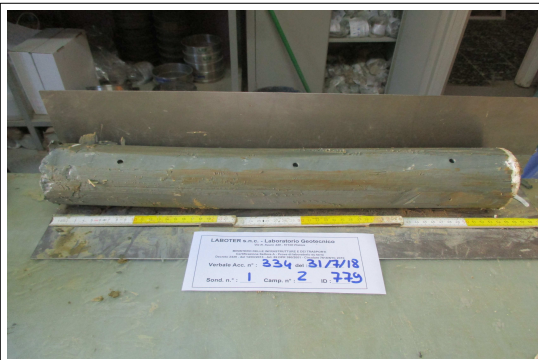
COMPRESSIONE TRIASSIALE

| | | | | |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | C_d | kPa | ϕ_d | ° |
| C.U. | C'_{cu} | kPa | ϕ'_{cu} | ° |
| | C_{cu} | kPa | ϕ_{cu} | ° |
| U.U. | C_u | kPa | ϕ_u | ° |

PROVA EDOMETRICA

| σ kPa | E kPa | C_v cm ² /sec | k cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| 196,8 ÷ 393,6 | 7196 | 0,000862 | 1,18E-08 |
| 393,6 ÷ 787,2 | 8835 | 0,000610 | 6,77E-09 |
| 787,2 ÷ 1574,4 | 19294 | 0,001006 | 5,11E-09 |
| 1574,4 ÷ 3148,8 | 43855 | 0,000405 | 9,05E-10 |

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

| |
|--|
| <p>Tipi di campione: Cilindrico</p> <p>Qualità del campione: Q 5</p> |
|--|

| Posizione delle prove | | cm | Rp kPa | VT kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE |
|-----------------------|----|----|-----------|-----------|----|--------------------------|
| CF | GR | TD | ED | | | |
| | | | | | 0 | |
| | | | | | 10 | 320 |
| | | | | | 20 | |
| | | | | | 30 | 250 |
| | | | | | 40 | |
| | | | | | 50 | 270 |
| | | | | | 54 | |

Argilla con limo con concrezioni calcaree, molto consistente
MUNSELL SOIL COLOR: 5GY 6/1 Greenish gray

Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test

- < 24.5 kPa molto molle
- 24.5 - 49.1 kPa molle
- 49.1 - 98.1 kPa plastico
- 98.1 - 196.2 kPa consistente
- 196.2 - 392.4 kPa molto consistente
- >392,4 kPa duro



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03163 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 05/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 08/09/18 |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------------|-----------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m | 13.0-13.5 |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|---|----------------------|------|---|
| Passante setaccio 10 (2 mm) | 100,0 | % | Limite di liquidità | 45,1 | % |
| Passante setaccio 40 (0.42 mm) | 99,5 | % | Limite di plasticità | 13,2 | % |
| Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 98,8 | % | Indice di plasticità | 31,9 | % |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 17

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03160 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 30/08/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | |
|---|------------------------------------|---------------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03161 Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 29/08/18 |

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,9 kN/m³



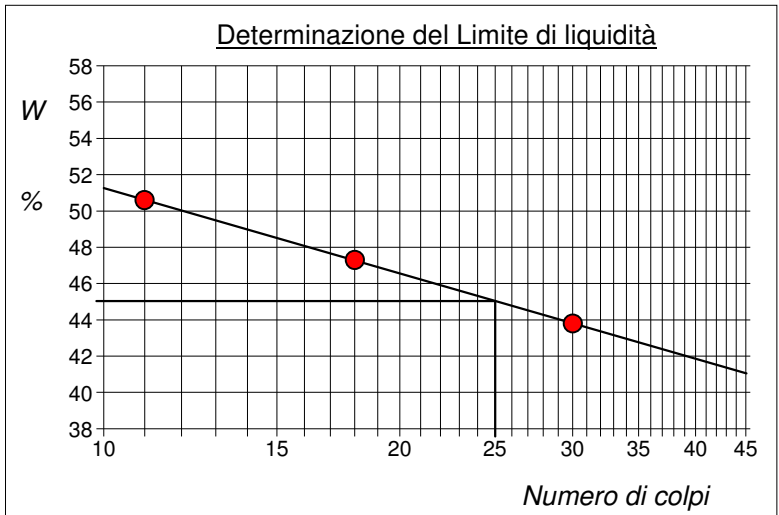
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03162 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 10/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 11/09/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

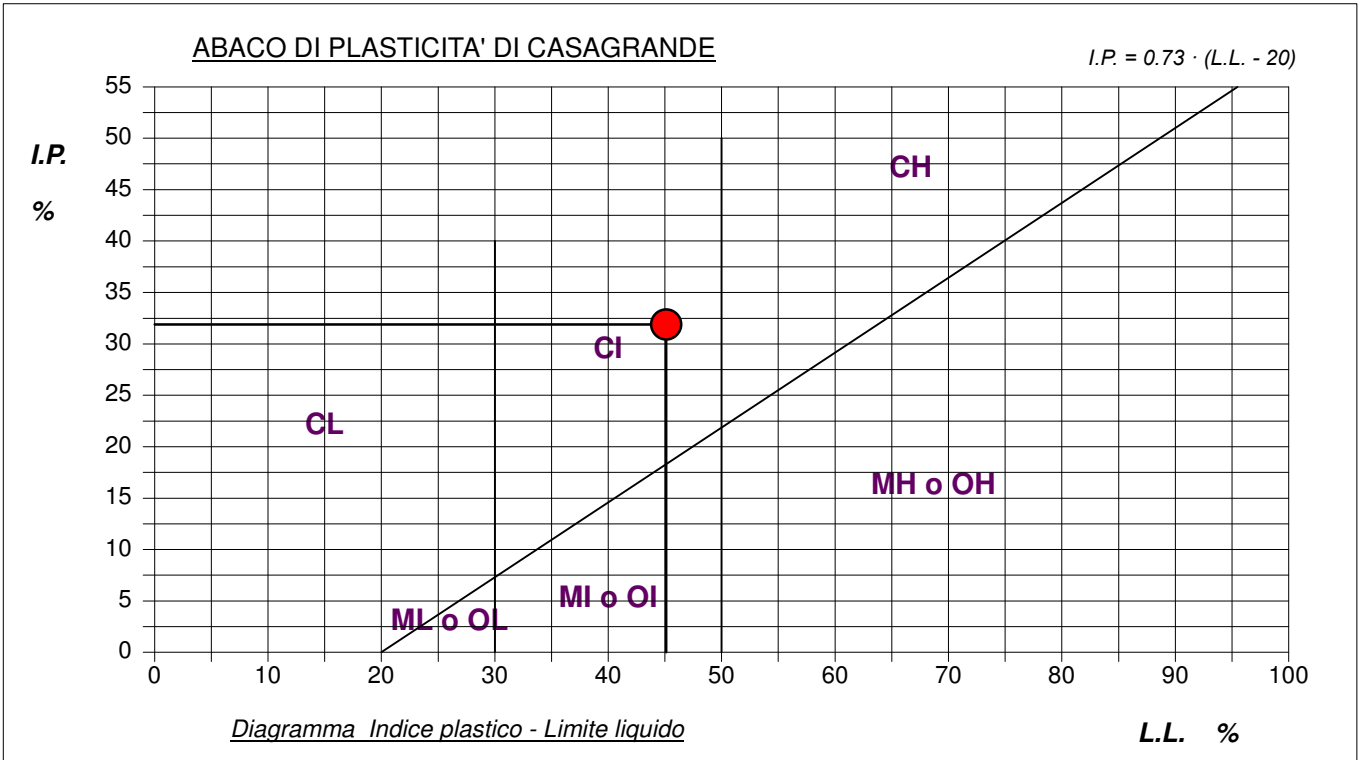
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

| | | |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità | 45,1 | % |
| Limite di plasticità | 13,2 | % |
| Indice di plasticità | 31,9 | % |
| Indice di consistenza | 0,66 | |
| Passante al set. n° 40 | SI | |



| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| C - Argille inorganiche | L - Bassa compressibilità |
| M - Limi inorganici | I - Media compressibilità |
| O - Argille e limi organici | H - Alta compressibilità |





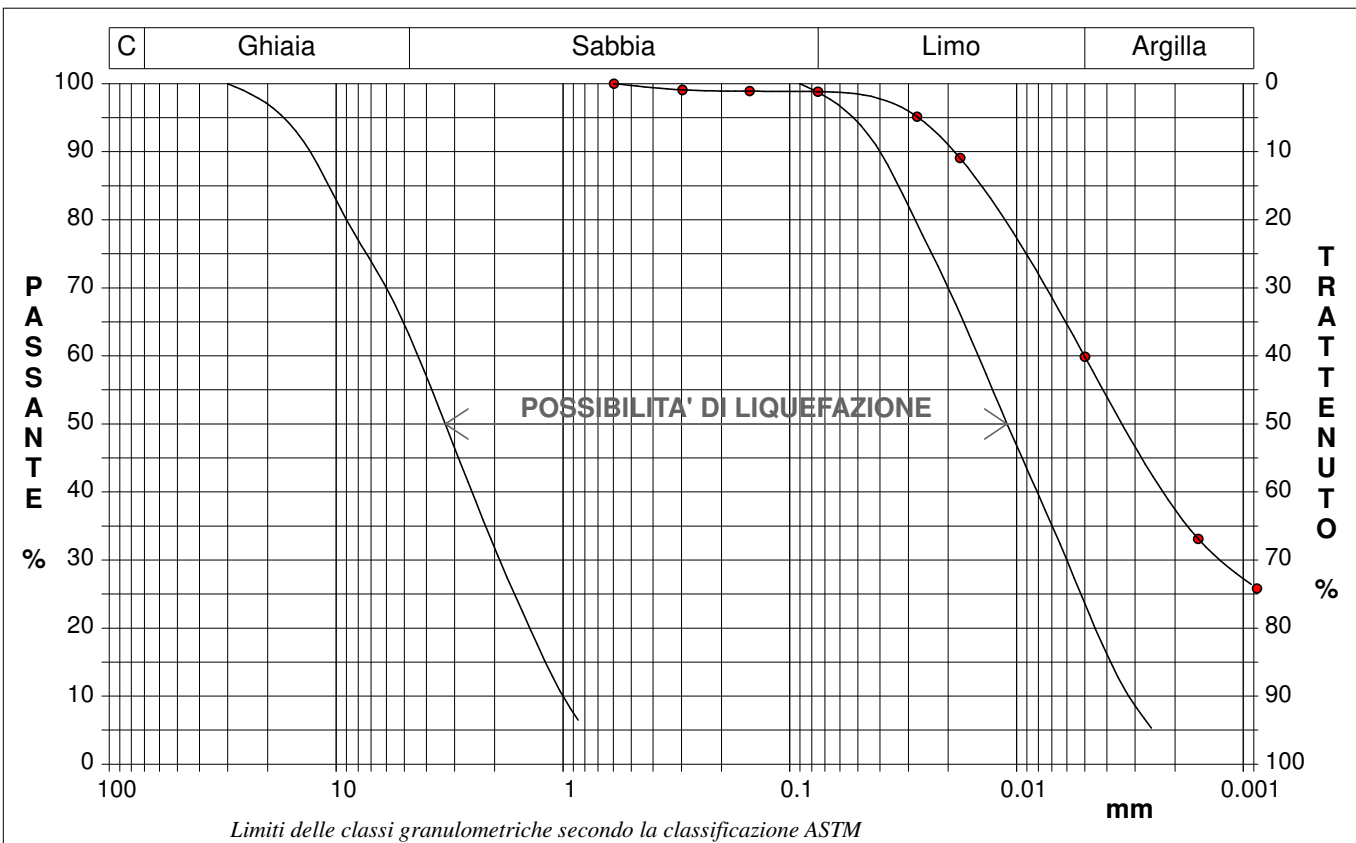
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03163 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 05/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 08/09/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

| | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------|-----------------|------------|
| Ghiaia | 0,0 % | Passante setaccio 10 (2 mm) | 100,0 % | D ₁₀ | 0,00024 mm |
| Sabbia | 1,2 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm) | 99,5 % | D ₃₀ | 0,00123 mm |
| Limo | 38,9 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 98,8 % | D ₅₀ | 0,00327 mm |
| Argilla | 59,9 % | | | D ₆₀ | 0,00502 mm |
| Coefficiente di uniformità | 20,95 | Coefficiente di curvatura | 1,25 | D ₉₀ | 0,01898 mm |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 0,5950 | 100,00 | 0,0177 | 89,06 | | | | | | |
| 0,2970 | 99,09 | 0,0050 | 59,87 | | | | | | |
| 0,1500 | 98,90 | 0,0016 | 33,11 | | | | | | |
| 0,0750 | 98,83 | 0,0009 | 25,81 | | | | | | |
| 0,0274 | 95,14 | | | | | | | | |



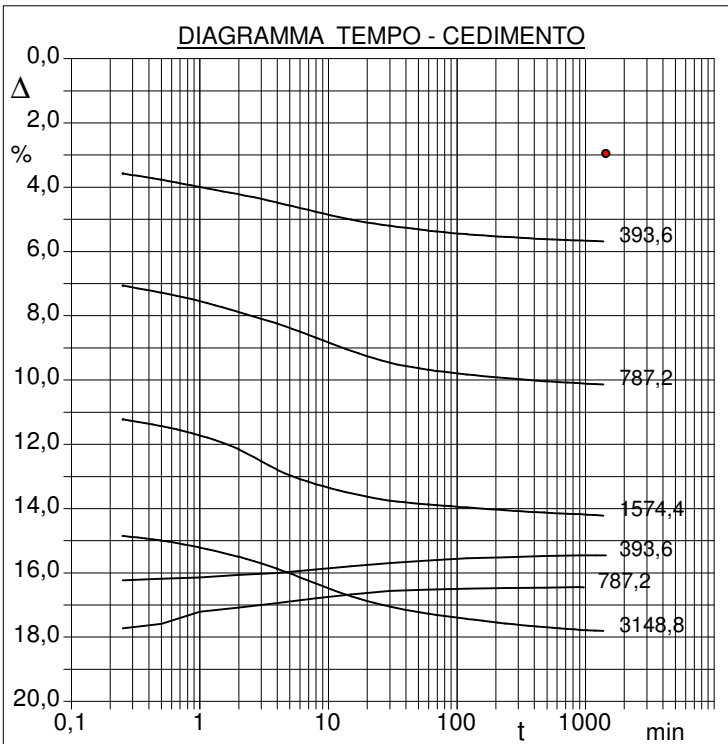
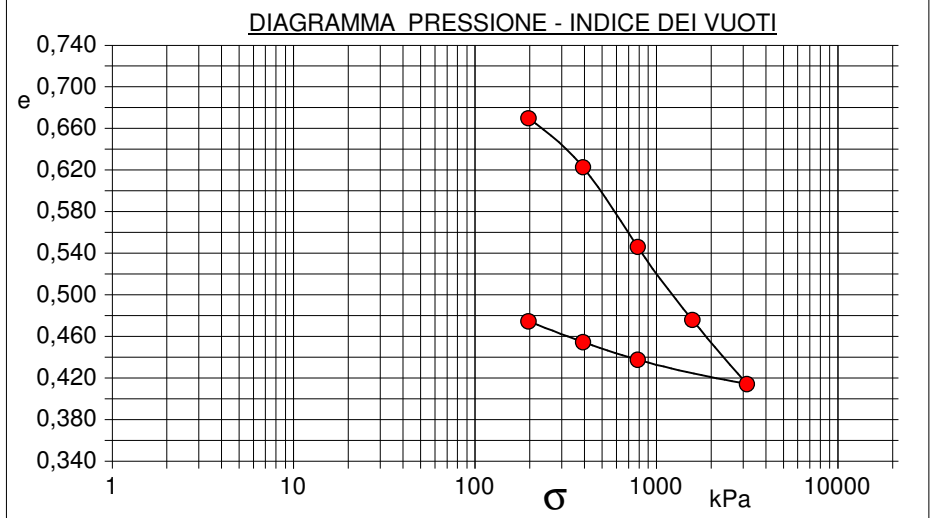
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03164 | Pagina 1/2 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 30/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 09/09/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 |

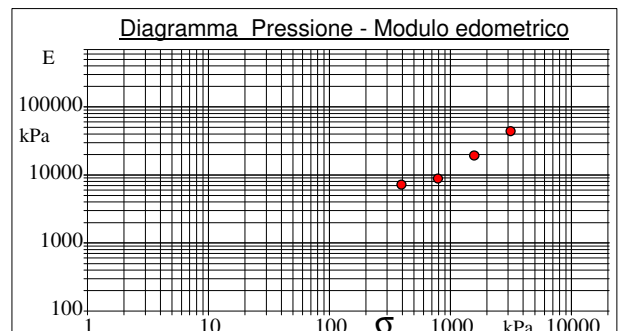
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

| Caratteristiche del campione | |
|-------------------------------------|-------|
| Peso di volume (kN/m ³) | 19,07 |
| Umidità (%) | 24,0 |
| Peso specifico (kN/m ³) | 26,47 |
| Altezza provino (cm) | 2,00 |
| Diametro provino (cm) | 5,00 |
| Sezione provino (cm ²) | 19,63 |
| Volume provino (cm ³) | 39,27 |
| Volume dei vuoti (cm ³) | 16,45 |
| Indice dei vuoti | 0,72 |
| Porosità (%) | 41,88 |
| Saturazione (%) | 89,7 |



| Pressione kPa | Cedim. mm/100 | Indice Vuoti | Cc | Modulo kPa | Cv cm ² /sec | k cm/sec |
|---------------|---------------|--------------|-------|------------|-------------------------|----------|
| 196,8 | 59,1 | 0,670 | | | | |
| 393,6 | 113,8 | 0,623 | 0,156 | 7196 | 0,000862 | 1,18E-08 |
| 787,2 | 202,9 | 0,546 | 0,255 | 8835 | 0,000610 | 6,77E-09 |
| 1574,4 | 284,5 | 0,476 | 0,233 | 19294 | 0,001006 | 5,11E-09 |
| 3148,8 | 356,3 | 0,414 | 0,205 | 43855 | 0,000405 | 9,05E-10 |
| 787,2 | 329,0 | 0,438 | | | | |
| 393,6 | 309,2 | 0,455 | | | | |
| 196,8 | 286,2 | 0,474 | | | | |





| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03164 | Pagina 2/2 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 30/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 09/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|--------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 | |

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435-11

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

| Pressione 393,6 kPa | | Pressione 787,2 kPa | | Pressione 1574,4 kPa | | Pressione 3148,8 kPa | |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 |
| 0,02 | 59,1 | 0,02 | 113,8 | 0,02 | 202,9 | 0,02 | 284,5 |
| 0,25 | 71,5 | 0,25 | 141,2 | 0,25 | 224,5 | 0,25 | 297,0 |
| 0,50 | 75,3 | 0,50 | 145,6 | 0,50 | 228,7 | 0,50 | 299,9 |
| 1,00 | 79,9 | 1,00 | 150,9 | 1,00 | 234,5 | 1,00 | 304,3 |
| 2,00 | 84,4 | 2,00 | 157,7 | 2,00 | 243,1 | 2,00 | 310,0 |
| 4,00 | 89,6 | 4,00 | 164,9 | 4,00 | 255,9 | 4,00 | 317,5 |
| 8,00 | 95,3 | 8,00 | 173,7 | 8,00 | 264,8 | 8,00 | 326,7 |
| 15,00 | 100,2 | 15,00 | 181,8 | 15,00 | 270,5 | 15,00 | 334,6 |
| 30,00 | 104,0 | 30,00 | 189,2 | 30,00 | 275,0 | 30,00 | 341,0 |
| 60,00 | 107,0 | 60,00 | 193,6 | 60,00 | 277,5 | 60,00 | 345,4 |
| 120,00 | 109,3 | 120,00 | 196,6 | 120,00 | 279,3 | 120,00 | 348,6 |
| 240,00 | 110,9 | 240,00 | 198,8 | 240,00 | 281,1 | 240,00 | 351,5 |
| 480,00 | 112,3 | 480,00 | 200,7 | 480,00 | 282,5 | 480,00 | 353,8 |
| 900,00 | 113,2 | 900,00 | 202,0 | 900,00 | 283,5 | 900,00 | 355,5 |
| 1200,00 | 113,5 | 1200,00 | 202,6 | 1200,00 | 284,0 | 1200,00 | 356,0 |
| 1440,00 | 113,8 | 1440,00 | 202,9 | 1440,00 | 284,5 | 1440,00 | 356,3 |

| Pressione 787,2 kPa | | Pressione 393,6 kPa | | Pressione -- kPa | | Pressione -- kPa | |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 | Tempo minuti | Cedim. mm/100 |
| 0,02 | 356,3 | 0,02 | 329,0 | | | | |
| 0,25 | 354,6 | 0,25 | 324,6 | | | | |
| 0,50 | 351,8 | 0,50 | 323,7 | | | | |
| 1,00 | 344,2 | 1,00 | 322,8 | | | | |
| 2,00 | 341,5 | 2,00 | 321,4 | | | | |
| 4,00 | 338,7 | 4,00 | 320,0 | | | | |
| 8,00 | 335,9 | 8,00 | 317,8 | | | | |
| 15,00 | 333,5 | 15,00 | 315,9 | | | | |
| 30,00 | 331,3 | 30,00 | 314,0 | | | | |
| 60,00 | 330,4 | 60,00 | 312,3 | | | | |
| 120,00 | 329,8 | 120,00 | 310,8 | | | | |
| 240,00 | 329,4 | 240,00 | 310,2 | | | | |
| 480,00 | 329,2 | 480,00 | 309,6 | | | | |
| 900,00 | 328,9 | 900,00 | 309,2 | | | | |
| 971,30 | 329,0 | 1200,00 | 309,2 | | | | |
| | | 1440,00 | 309,2 | | | | |



| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03165 | Pagina 1/4 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 03/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 06/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|--------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 | |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 57 | 86 | 120 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 0,63 | 1,71 | 1,87 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,00 | 0,10 | 0,26 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 27,8 | --- 27,4 | --- 26,3 |
| Peso di volume iniziale e finale (kN/m³): | 19,7 25,2 | 20,2 25,8 | 19,6 24,8 |

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

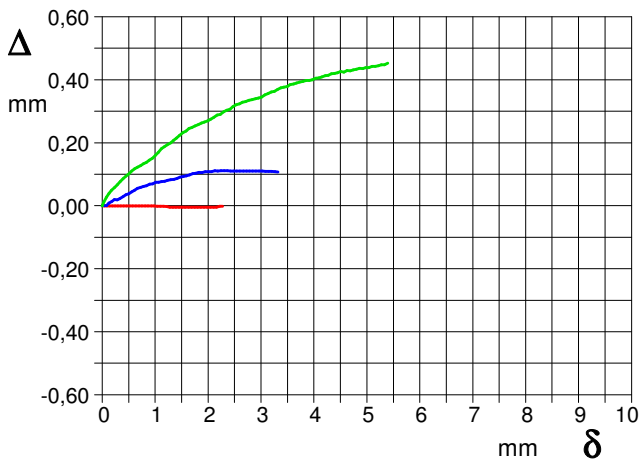
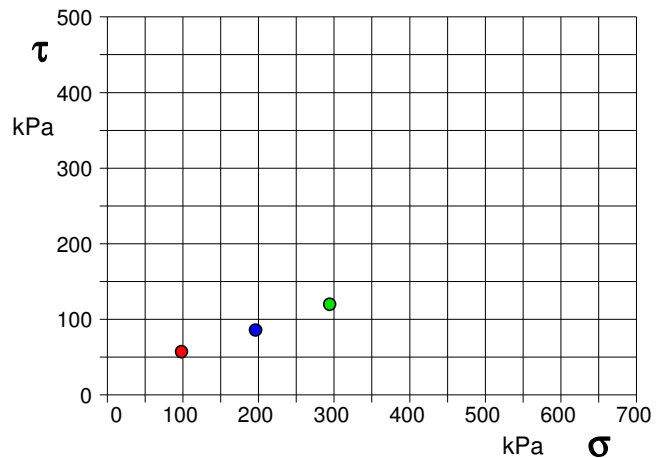


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

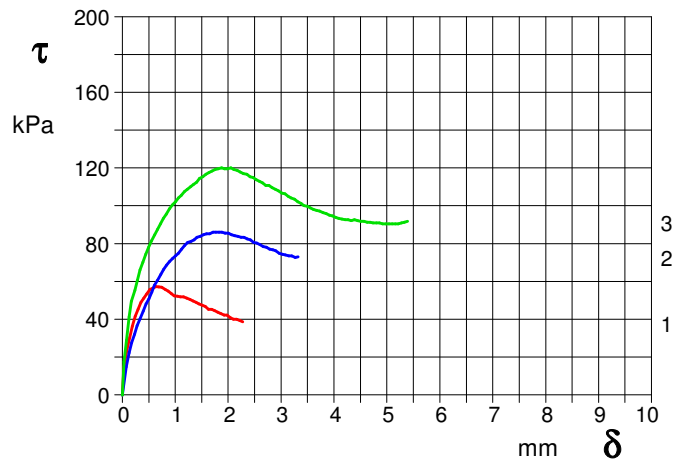


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

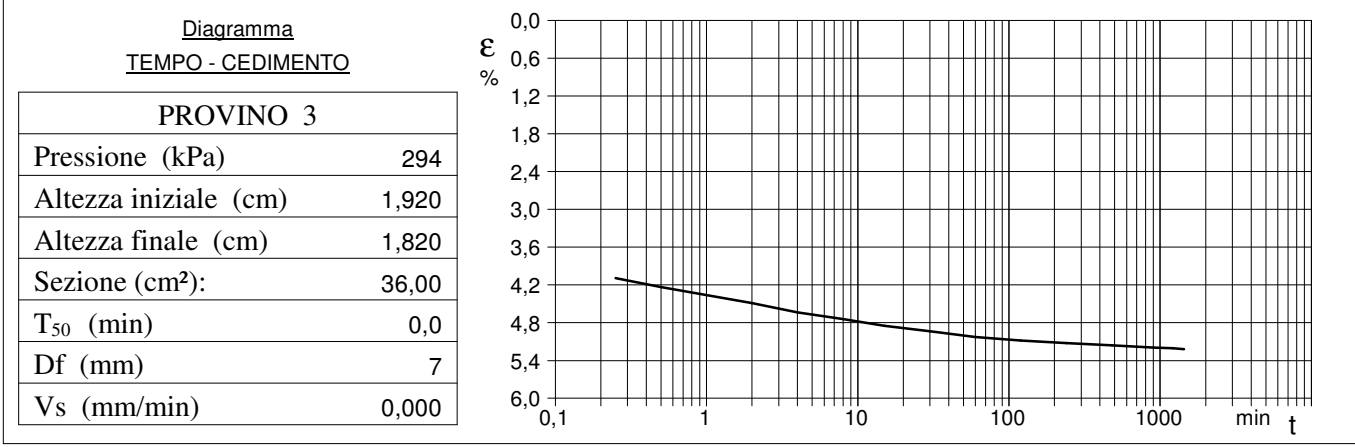
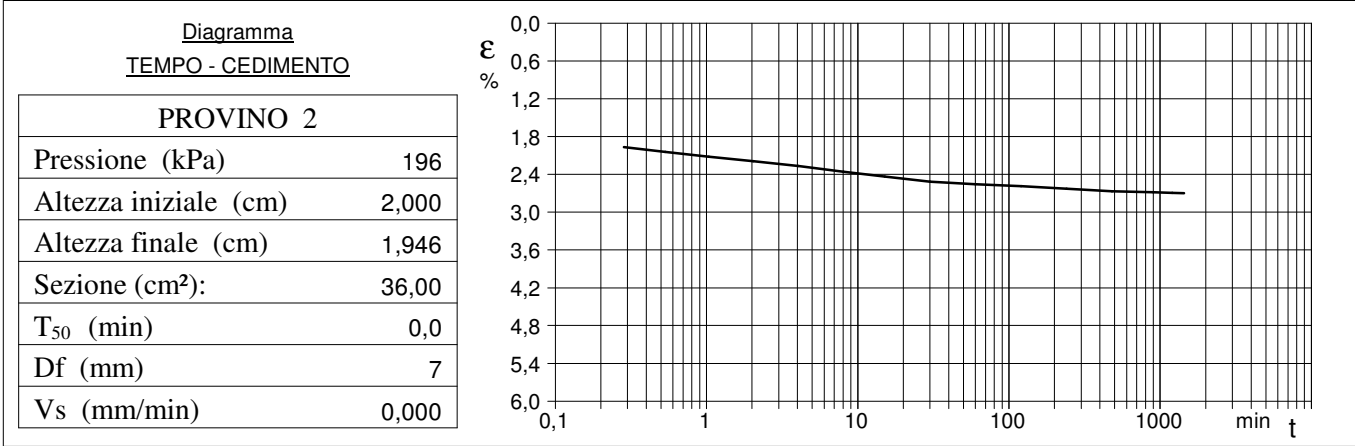
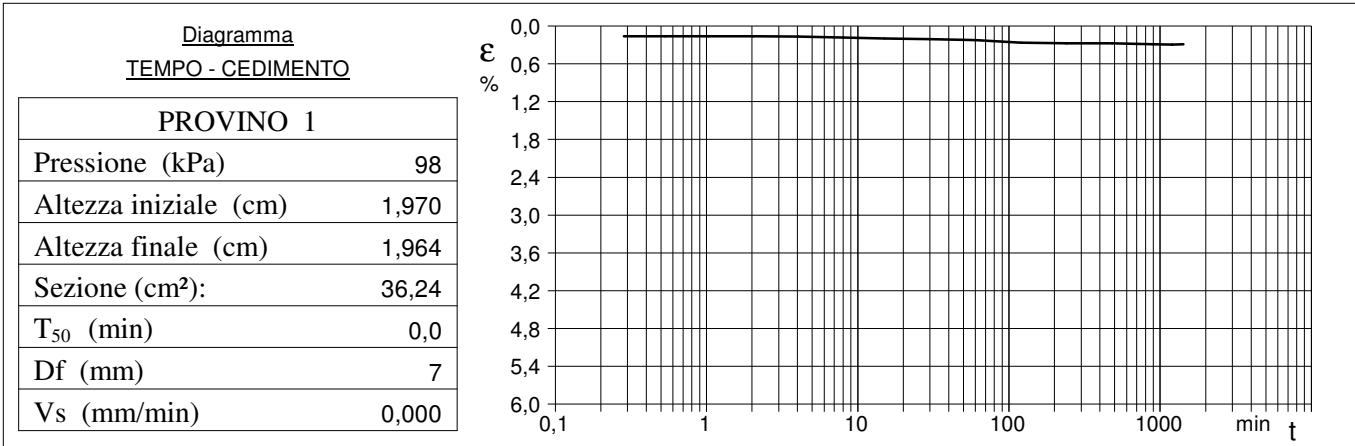


| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03165 | Pagina 3/4 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 03/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 06/09/18 |

| | | | |
|---|-------------|--------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m 13.0-13.5 | |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$
 $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$
 $t_f = 50 \times T_{50}$
 $V_s = D_f / t_f$

| | | | |
|---|-------------|----------------|-----------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 1 | CAMPIONE: 2 | PROFONDITA': m | 13.0-13.5 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 57 | 86 | 120 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 0,63 | 1,71 | 1,87 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,00 | 0,10 | 0,26 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 27,8 | --- 27,4 | --- 26,3 |
| Peso di volume iniziale e finale (kN/m³): | 19,7 25,2 | 20,2 25,8 | 19,6 24,8 |

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

| | |
|----------------------------|----------|
| Coesione: | 24,6 kPa |
| Angolo di attrito interno: | 17,7 ° |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

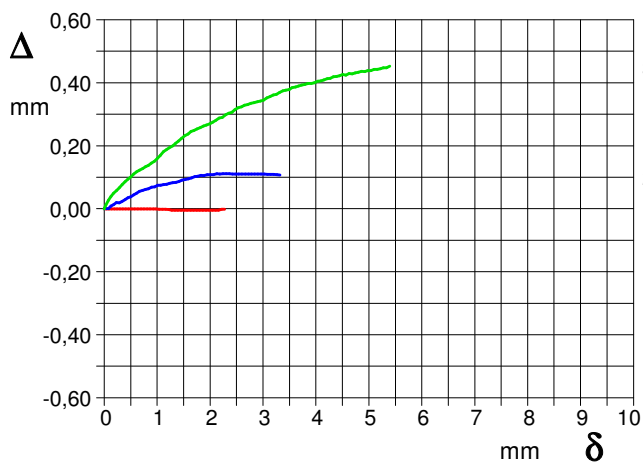
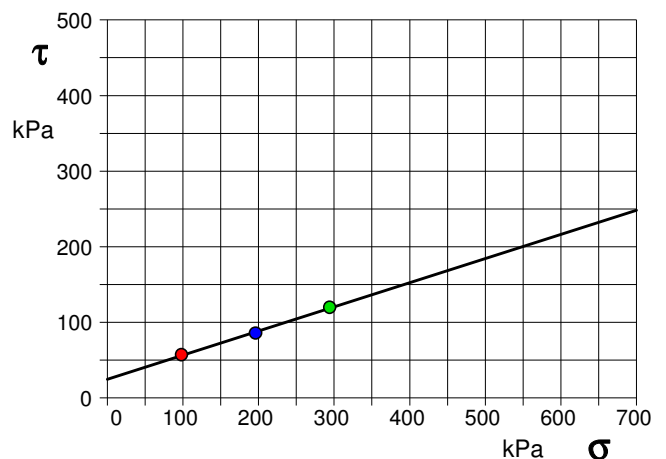


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

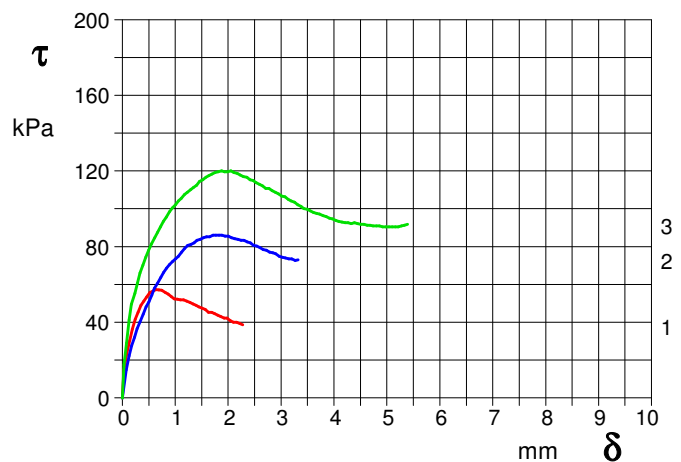


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03169 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 05/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 08/09/18 |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------------|-----------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 12.0-12.5 |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: HRB

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|---|----------------------|------|---|
| Passante setaccio 10 (2 mm) | 100,0 | % | Limite di liquidità | 44,9 | % |
| Passante setaccio 40 (0.42 mm) | 99,9 | % | Limite di plasticità | 13,0 | % |
| Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 98,6 | % | Indice di plasticità | 31,9 | % |

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 17

Tipi usuali dei materiali principali:
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03166 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 30/08/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 12.0-12.5 |

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03167 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 29/08/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 29/08/18 |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------------|-----------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 12.0-12.5 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,7 kN/m³



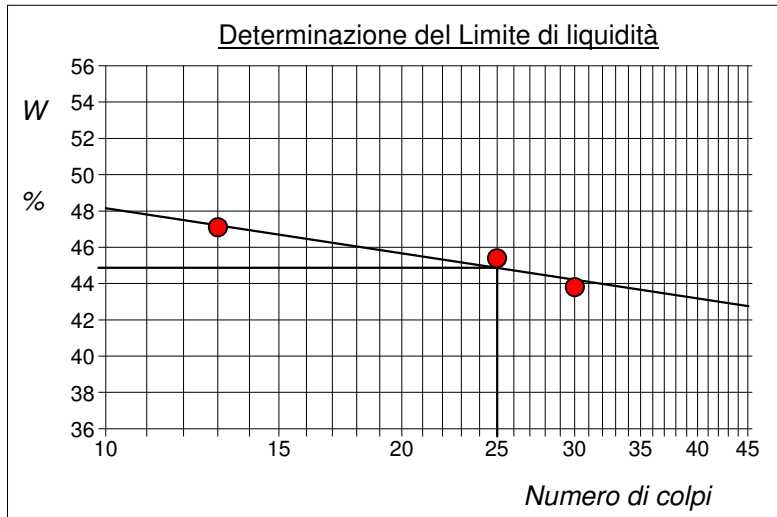
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03168 | Allegato 1 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 10/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 11/09/18 |

| | | |
|---|-------------|--------------------------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 12.0-12.5 |

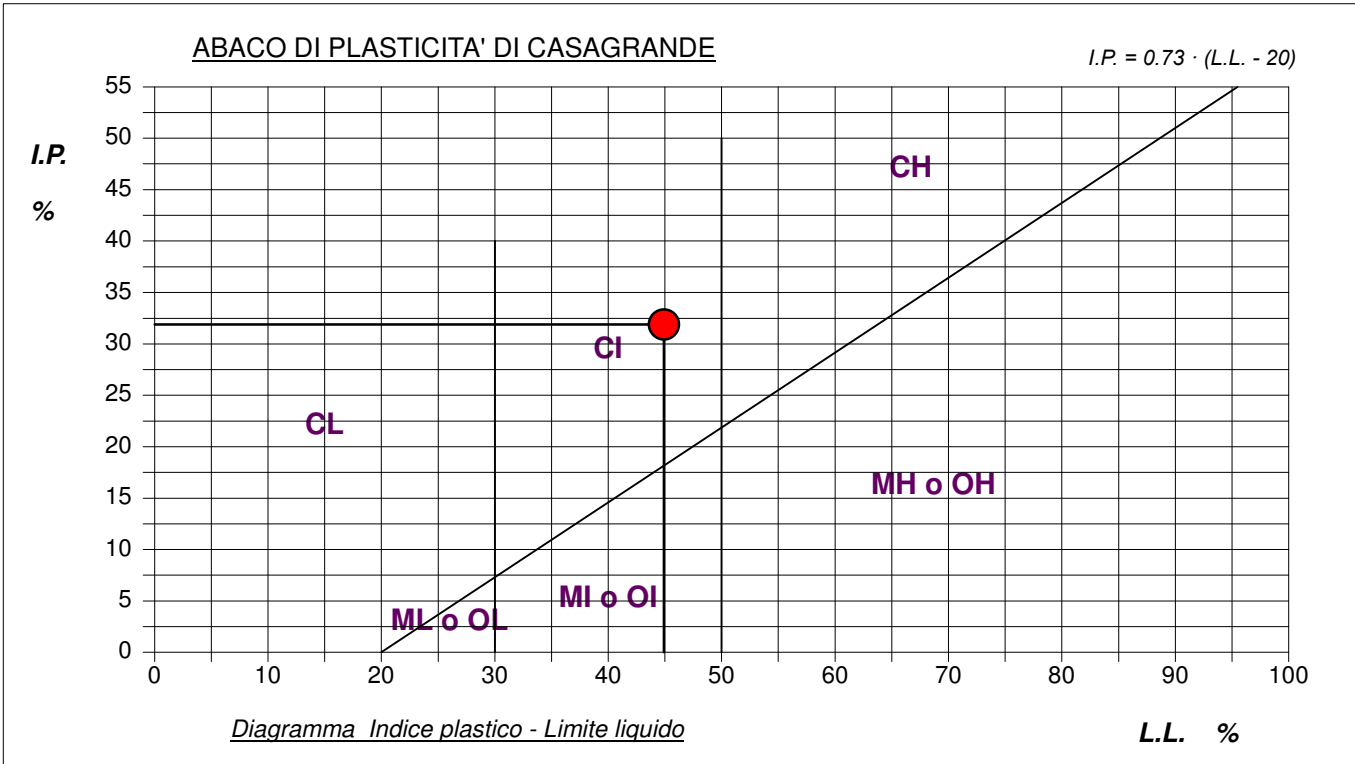
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

| | | |
|------------------------|------|---|
| Limite di liquidità | 44,9 | % |
| Limite di plasticità | 13,0 | % |
| Indice di plasticità | 31,9 | % |
| Indice di consistenza | 0,75 | |
| Passante al set. n° 40 | SI | |



| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| C - Argille inorganiche | L - Bassa compressibilità |
| M - Limi inorganici | I - Media compressibilità |
| O - Argille e limi organici | H - Alta compressibilità |





| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03170 | Pagina 3/4 | DATA DI EMISSIONE: 11/09/18 | Inizio analisi: 03/09/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 334 del 31/07/18 | | Apertura campione: 29/08/18 | Fine analisi: 07/09/18 |

| | | | |
|--|--------------------|---------------------------------|--|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 12.0-12.5 | |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 98 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,250 |
| Altezza finale (cm) | 2,233 |
| Sezione (cm ²): | 27,81 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

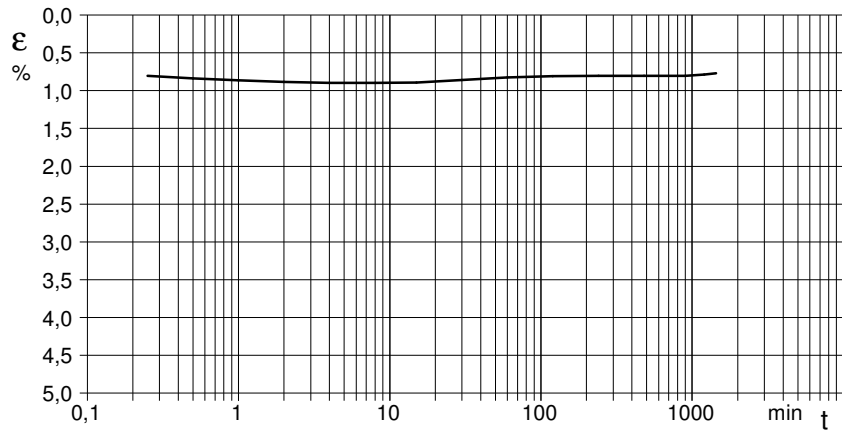


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 196 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,250 |
| Altezza finale (cm) | 2,200 |
| Sezione (cm ²): | 27,81 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

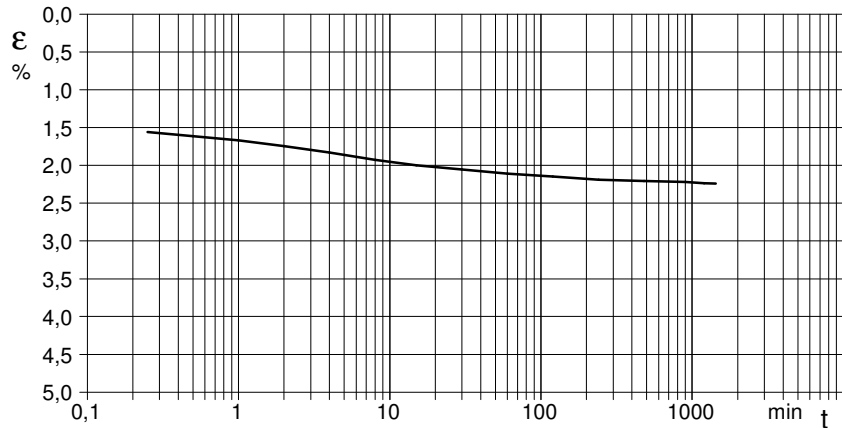
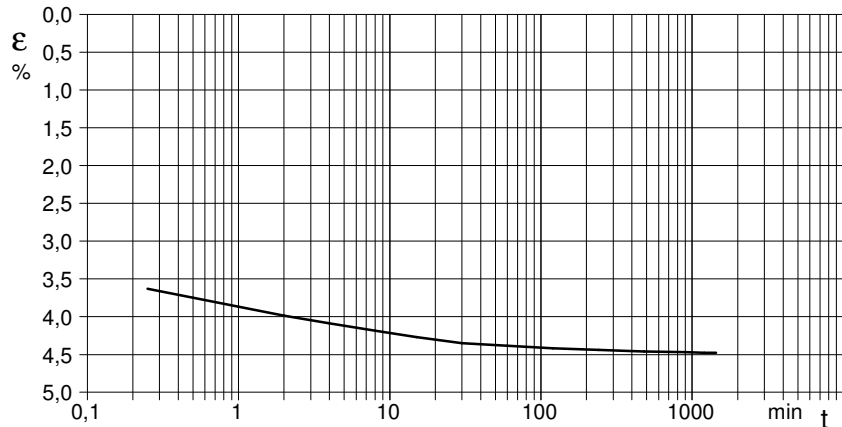


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 294 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,260 |
| Altezza finale (cm) | 2,159 |
| Sezione (cm ²): | 27,81 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

| | | | |
|---|-------------|----------------|-----------|
| COMMITTENTE: TECNA per Comune di Reggello | | | |
| RIFERIMENTO: Vaggio | | | |
| SONDAGGIO: 2 | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m | 12.0-12.5 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 74 | 129 | 170 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 1,08 | 2,38 | 2,04 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,11 | 0,41 | 0,26 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 24,9 | --- 23,7 | --- 23,0 |
| Peso di volume iniziale e finale (kN/m³): | 20,2 25,2 | 19,7 24,3 | 19,2 23,6 |

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

| | |
|----------------------------|----------|
| Coesione: | 29,8 kPa |
| Angolo di attrito interno: | 25,9 ° |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

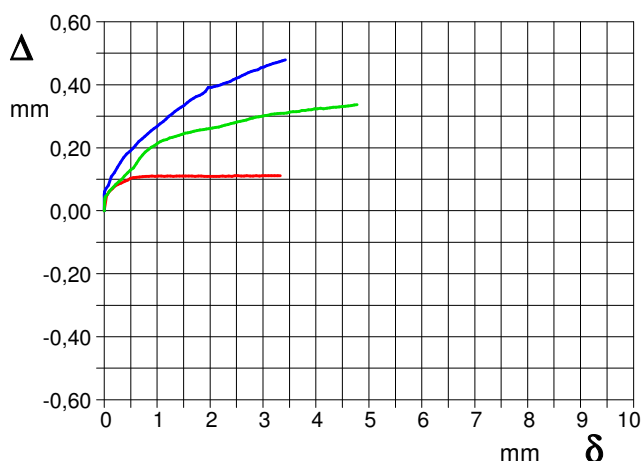
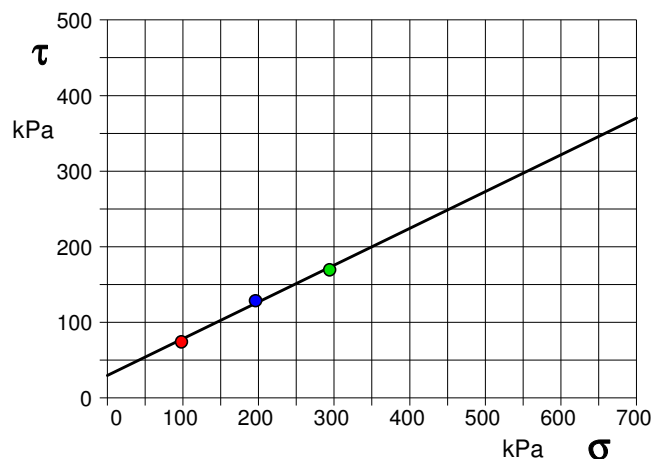


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

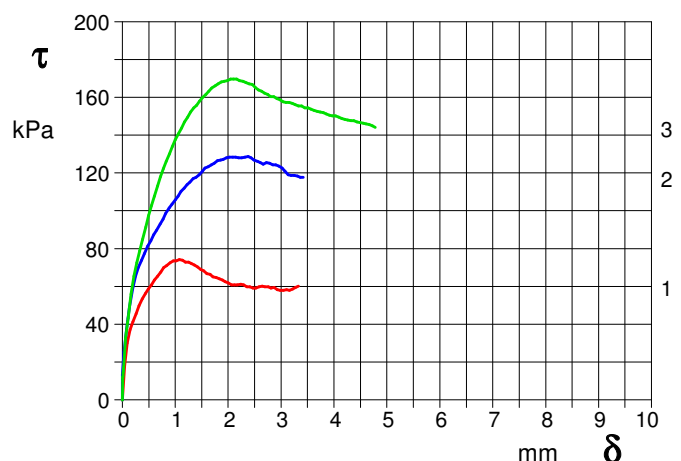


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

| | | |
|---|------------------|------------------|
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE | DIN | 1 |
| | referimento | 081-2018 |
| | certificato n° | 315/2018 |
| | n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data eseg.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² | H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² |
|-------------|------------|----------|----------|--------------------------|--------|------------|----------|----------|--------------------------|
| 0,20 | 1 | 7 | | 7,4 | | | | | |
| 0,40 | 1 | 10 | | 8,4 | | | | | |
| 0,60 | 2 | 14 | | 11,7 | | | | | |
| 0,80 | 2 | 12 | | 10,1 | | | | | |
| 1,00 | 2 | 14 | | 11,7 | | | | | |
| 1,20 | 2 | 9 | | 7,5 | | | | | |
| 1,40 | 2 | 10 | | 8,4 | | | | | |
| 1,60 | 3 | 17 | | 14,2 | | | | | |
| 1,80 | 3 | 20 | | 16,8 | | | | | |
| 2,00 | 3 | 30 | | 25,1 | | | | | |
| 2,20 | 3 | 14 | | 11,7 | | | | | |
| 2,40 | 3 | 7 | | 5,9 | | | | | |
| 2,60 | 4 | 6 | | 5,0 | | | | | |
| 2,80 | 4 | 17 | | 14,2 | | | | | |
| 3,00 | 4 | 50 | | 41,9 | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

nota:

FON049

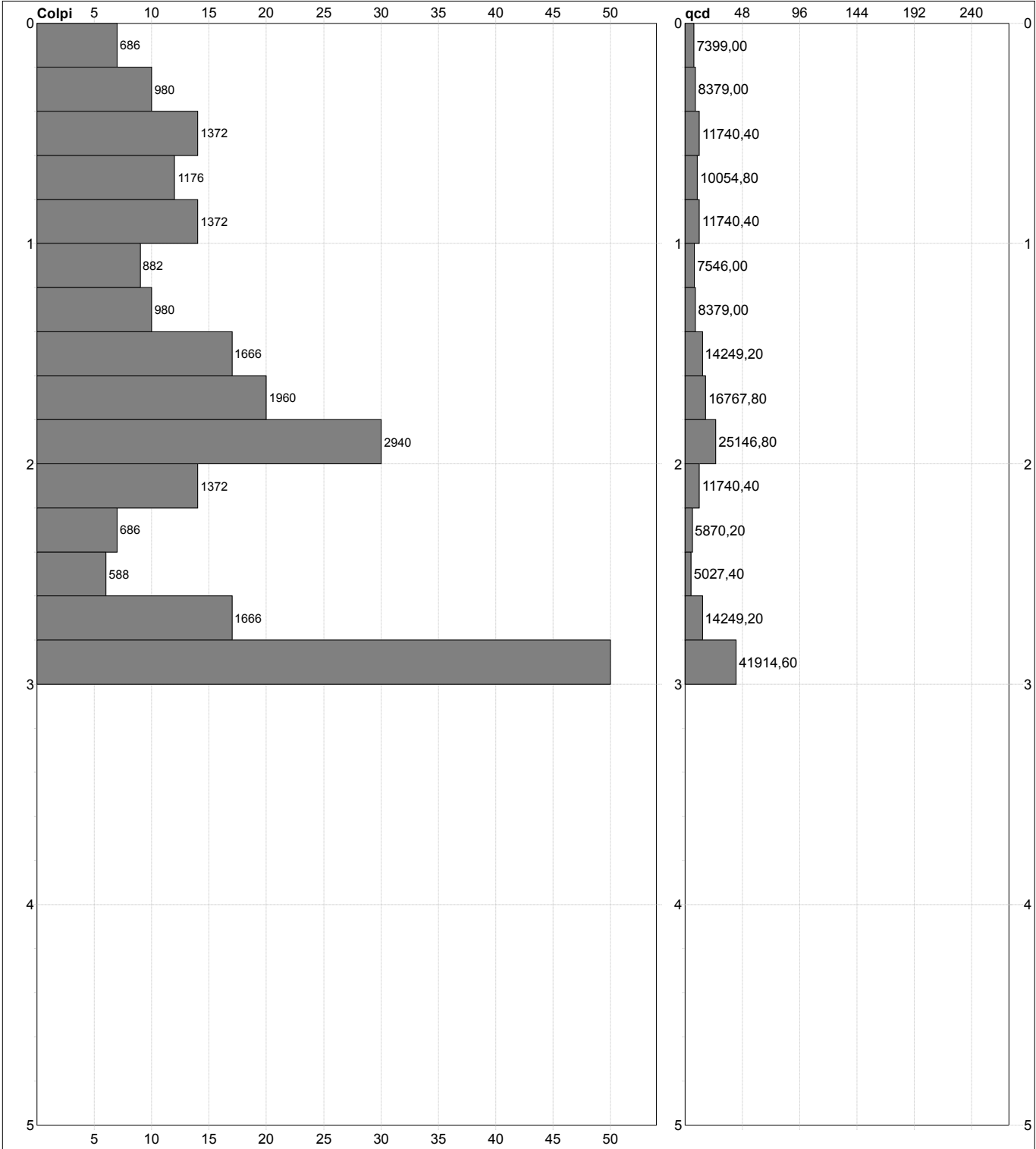
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

| | |
|------------------|------------------|
| DIN | 1 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 315/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa** Data eseg.: 18/07/2018
 Scala: 1:25 Data certificato: 26/07/2018
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Assente



| | | |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Penetrometro: TG63-200 | Responsabile: | Preforo: m |
| Massa battente: 63,00 kg | Assistente: | Corr.astine: kN/ml |
| Altezza caduta: 0,75 m | | Cod.ISTAT: 048035 |
| Avanzamento: 0,20 m | | |

nota: FON049

| | | |
|--|------------------|------------------|
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA | DIN | 1 |
| | riferimento | 081-2018 |
| | certificato n° | 315/2018 |
| | n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 4/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità m | statistica | VCA colpi | β - | Nspt colpi | rdp MPa | qc MPa | Vs m/sec | G MPa | Q MPa | natura | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|------------|-----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 : 1,80 | Media | 13 | 1,51 | 19 | 1,1.13 | 1,2.44 | 122 | 127 | 5,46 | Coes./Gran. | |
| 2 | 1,80 : 2,00 | Media | 30 | 1,51 | 45 | 2,6.18 | 2,7.34 | 178 | 252 | 12,83 | Coes./Gran. | |
| 3 | 2,00 : 2,80 | Media | 11 | 1,51 | 17 | 0,9.60 | 0,9.29 | 144 | 116 | 4,71 | Coes./Gran. | |
| 4 | 2,80 : 3,00 | Media | 50 | 1,51 | 76 | 4,3.64 | 4,2.18 | 211 | 384 | 21,39 | Coes./Gran. | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | NATURA COESIVA | | | | | | NATURA GRANULARE | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|

| n° | profondità m | Nspt colpi | Cu kPa | Ysat t/m³ | W % | e - | Mo MPa | Dr % | ϕ ° | E' MPa | Ysat t/m³ | Yd t/m³ | Mo MPa | Liq. - |
|----|-----------------|---------------|-----------|--------------|--------|--------|-----------|---------|-------------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|
| 1 | 0,00 : 1,80 | 19 | 116,62 | 2,01 | 25,45 | 0,69 | 0,68 | 49 | 33 | 3,45 | 1,98 | 1,58 | 2,90 | --- |
| 2 | 1,80 : 2,00 | 45 | 275,38 | 2,10 | 20,20 | 0,55 | 1,22 | 80 | 40 | 5,49 | 2,13 | 1,81 | 5,15 | --- |
| 3 | 2,00 : 2,80 | 17 | 103,88 | 1,98 | 26,99 | 0,73 | 0,64 | 46 | 32 | 3,29 | 1,97 | 1,56 | 2,69 | --- |
| 4 | 2,80 : 3,00 | 76 | 465,50 | 2,10 | 20,20 | 0,55 | 1,87 | 95 | 44 | 7,93 | 2,21 | 1,94 | 7,86 | --- |

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

| | |
|-----------------|------------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 316/2018 |
| n° verb.accett. | 154 del 18-07-18 |

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa** Data eseg.: 18/07/2018
 Pagina: 1/17 Data certificato: 26/07/2018
 Elaborato: Falda: Assente

| H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc MPa | fs kPa | F - | Rf % | H m | L1 - | L2 - | Lt - | qc MPa | fs kPa | F - | Rf % |
|-------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|--------|---------|
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | | 0,0 | 80,00 | 0 | | | | | | | | | |
| 0,40 | 75,0 | 87,0 | | 7,4 | 100,00 | 75 | 1,3 | | | | | | | | |
| 0,60 | 30,0 | 45,0 | | 2,9 | 107,00 | 28 | 3,6 | | | | | | | | |
| 0,80 | 17,0 | 33,0 | | 1,7 | 73,00 | 23 | 4,3 | | | | | | | | |
| 1,00 | 22,0 | 33,0 | | 2,2 | 73,00 | 30 | 3,3 | | | | | | | | |
| 1,20 | 22,0 | 33,0 | | 2,2 | 87,00 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 1,40 | 22,0 | 35,0 | | 2,2 | 80,00 | 28 | 3,6 | | | | | | | | |
| 1,60 | 20,0 | 32,0 | | 2,0 | 87,00 | 23 | 4,4 | | | | | | | | |
| 1,80 | 16,0 | 29,0 | | 1,6 | 73,00 | 22 | 4,6 | | | | | | | | |
| 2,00 | 16,0 | 27,0 | | 1,6 | 67,00 | 24 | 4,2 | | | | | | | | |
| 2,20 | 11,0 | 21,0 | | 1,1 | 127,00 | 9 | 11,5 | | | | | | | | |
| 2,40 | 21,0 | 40,0 | | 2,1 | 920,00 | 2 | 43,8 | | | | | | | | |
| 2,60 | 202,0 | 340,0 | | 19,8 | | | | | | | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

FON049

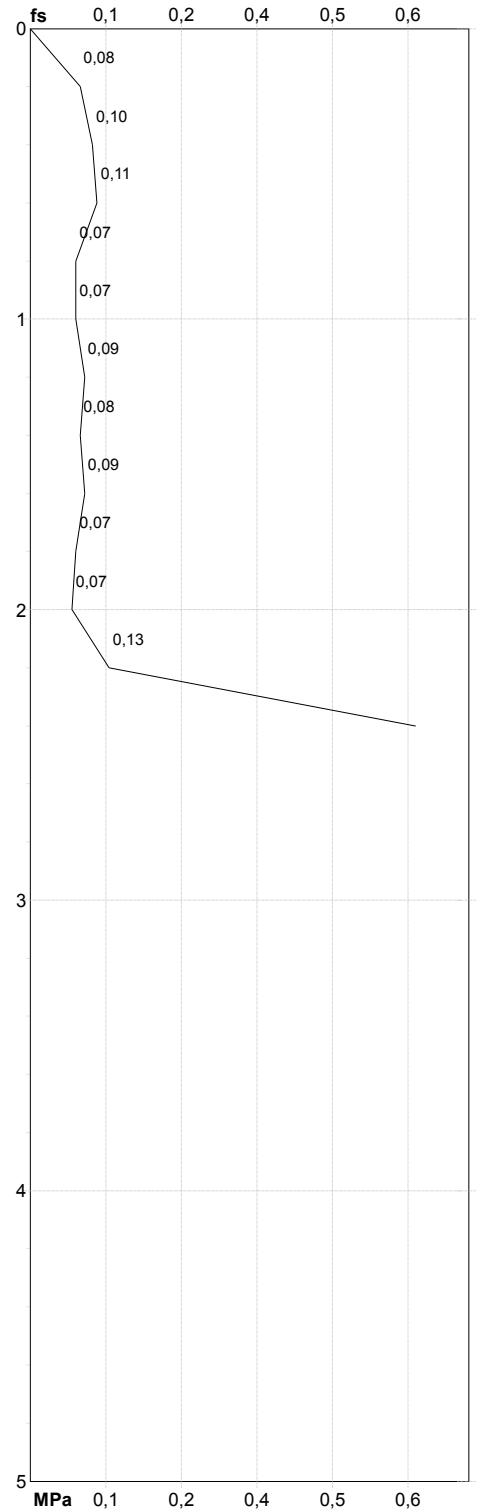
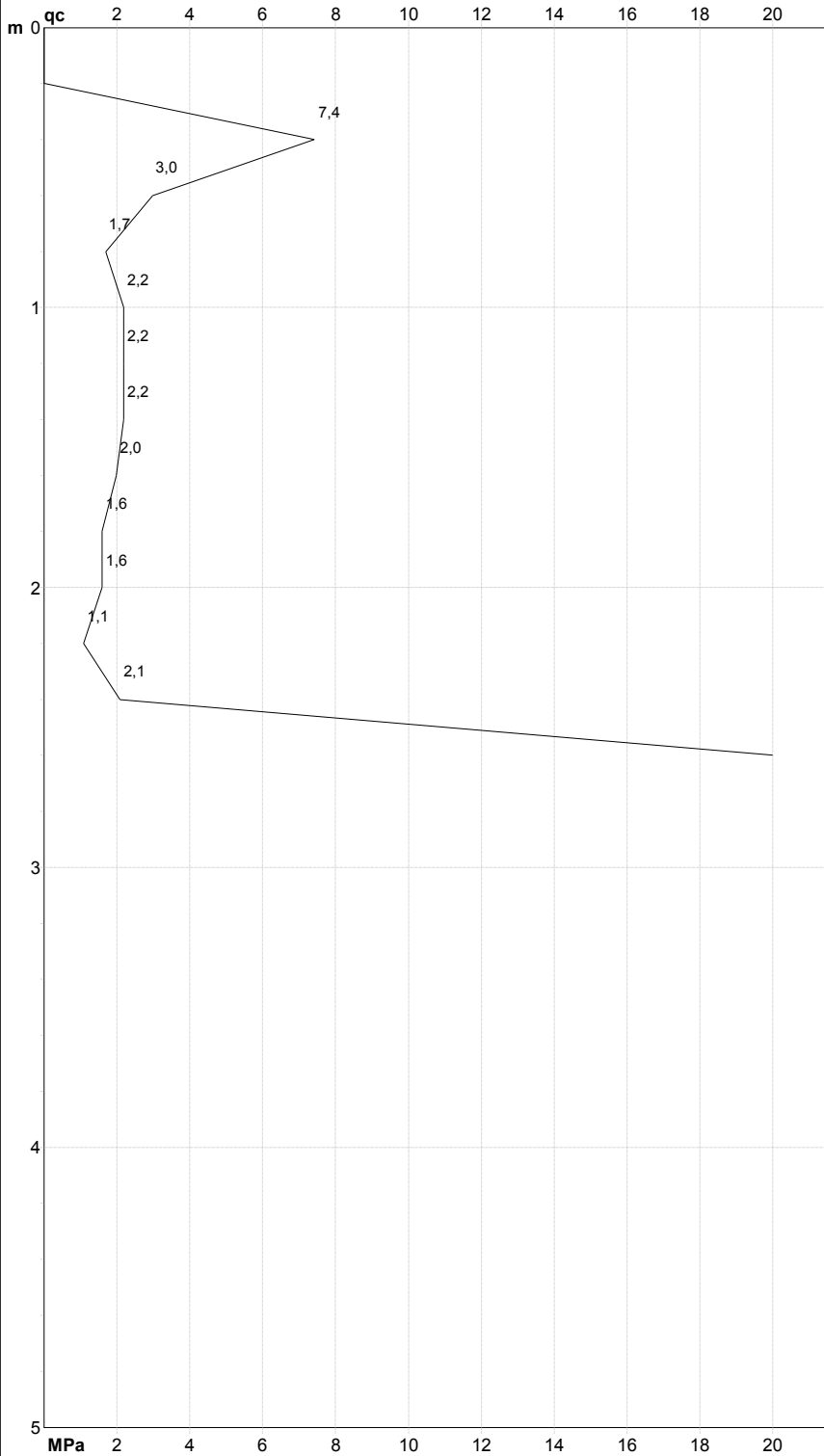
Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

| | |
|------------------|------------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 316/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa** Data eseg.: 18/07/2018
 Scala: 1:25 Data certificato: 26/07/2018
 Pagina: 2/17 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Assente



| | |
|------------------------|--------------------|
| Penetrometro: TG63-200 | Preforo: m |
| Responsabile: | Corr.astine: kN/ml |
| Assistente: | Cod.ISTAT: 048035 |
| | Cod. punta: |

nota:

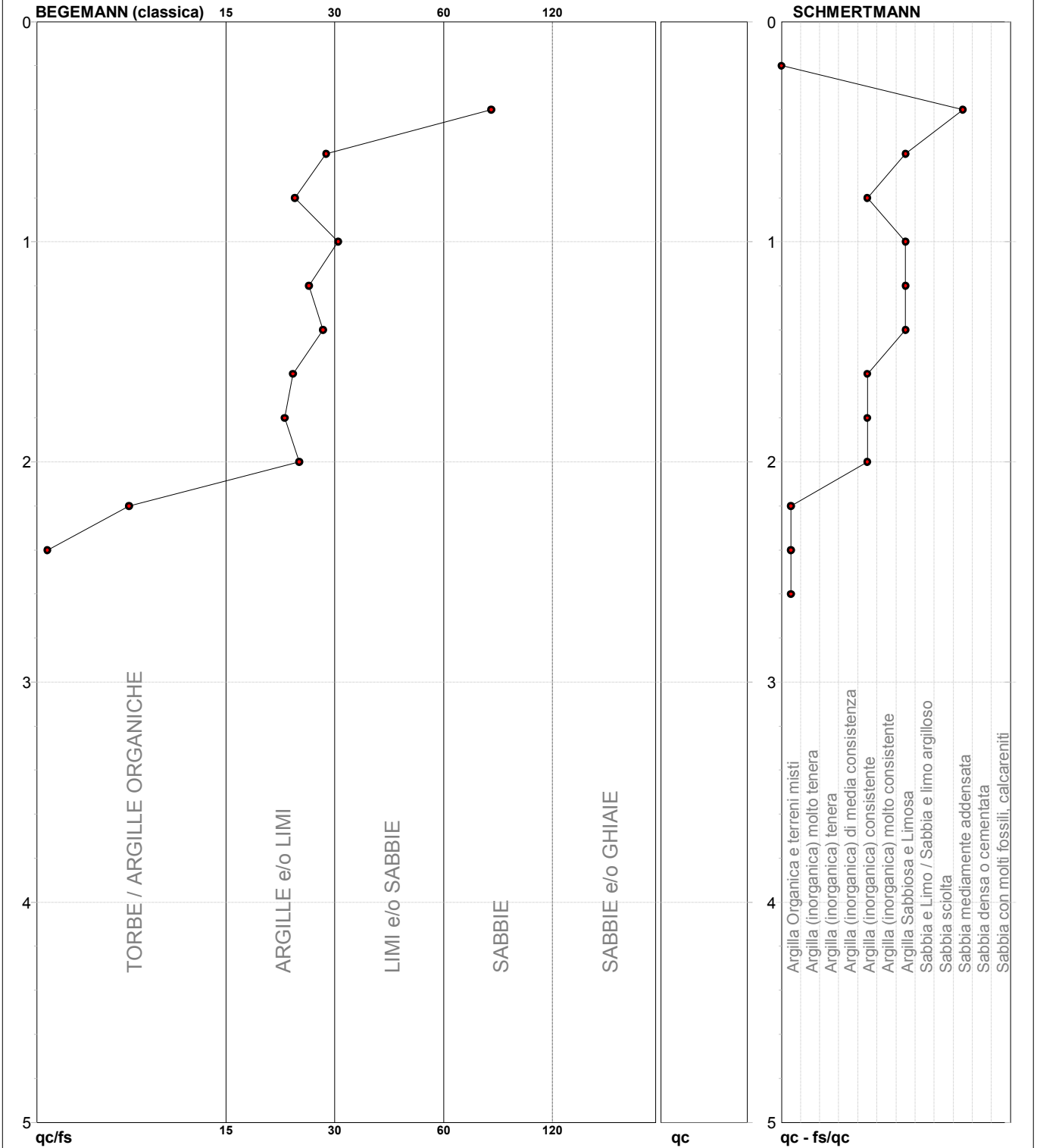
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

| | |
|------------------|------------------|
| CPT | 2 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 316/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa** Data eseg.: 18/07/2018
 Scala: 1:25 Data certificato: 26/07/2018
 Pagina: 3/17
 Elaborato: Falda: Assente



| | | | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|
| Torbe / Argille org. : | 3 punti, 12,50% | Argilla Organica e terreni misti: | 2 punti, 8,33% | Sabbia mediamente addensata: | 1 punti, 4,17% |
| Argille e/o Limi : | 7 punti, 29,17% | Argilla (inorganica) consistente: | 4 punti, 16,67% | | |
| Limi e/o Sabbie : | 1 punti, 4,17% | | | | |
| Sabbie: | 1 punti, 4,17% | | | | |

| | | |
|---|------------------|------------------|
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE | DIN | 2 |
| | referimento | 081-2018 |
| | certificato n° | 317/2018 |
| | n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² | H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² |
|-------------|------------|----------|----------|--------------------------|--------|------------|----------|----------|--------------------------|
| 0,20 | 1 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,40 | 1 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,60 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,80 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,00 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,20 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,40 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,60 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,80 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,00 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,20 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,40 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,60 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,80 | 4 | 24 | | 14,2 | | | | | |
| 3,00 | 4 | 50 | | 29,5 | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

nota:

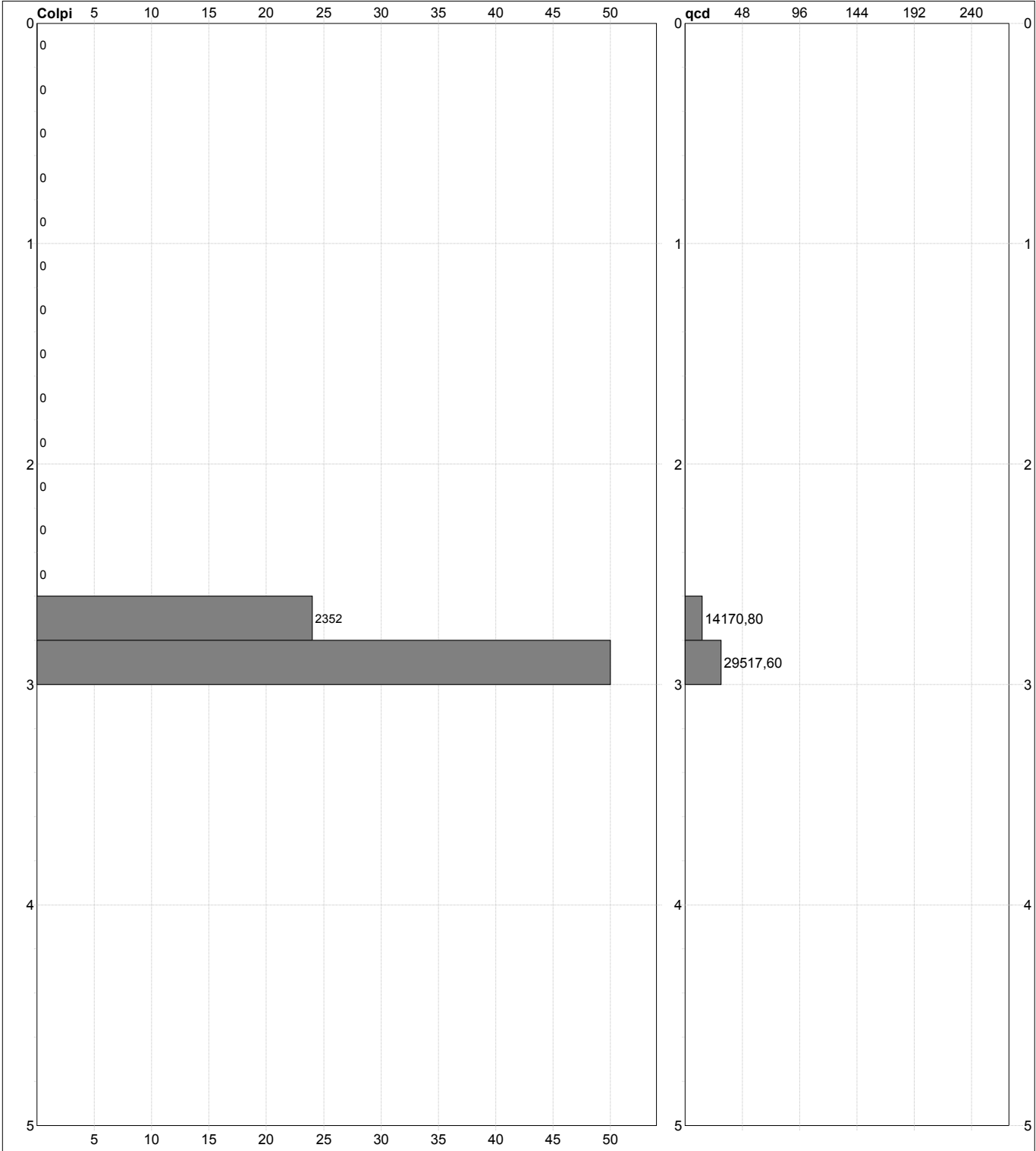
FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

| | |
|------------------|------------------|
| DIN | 2 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 317/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Scala: 1:25 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Pagina: 2/17 | Quota inizio: Piano Campagna |
| | Elaborato: | Falda: Assente |



| | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Penetrometro: DPSH (S. Heavy) | Responsabile: | Preforo: m |
| Massa battente: 63,50 kg | Assistente: | Corr.astine: kN/ml |
| Altezza caduta: 0,75 m | | Cod.ISTAT: 048035 |
| Avanzamento: 0,20 m | | |

nota: FON049

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

| | |
|------------------|------------------|
| DIN | 2 |
| referimento | 081-2018 |
| certificato n° | 317/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data eseg.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 4/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità m | statistica | VCA colpi | β - | Nspt colpi | rpd MPa | qc MPa | Vs m/sec | G MPa | Q MPa | natura | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|------------|-----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 2,60 : 3,00 | Media | 37 | 1,52 | 56 | 2,2.74 | 2,1.87 | 199 | 300 | 11,15 | Coes./Gran. | |

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

| n° | profondità m | Nspt colpi | Cu kPa | Ysat t/m³ | W % | e - | Mo MPa | Dr % | ϕ ° | E' MPa | Ysat t/m³ | Yd t/m³ | Mo MPa | Liq. - |
|----|-----------------|---------------|-----------|--------------|--------|--------|-----------|---------|-------------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|
| 1 | 2,60 : 3,00 | 56 | 343,00 | 2,10 | 20,20 | 0,55 | 1,45 | 87 | 42 | 6,36 | 2,16 | 1,87 | 6,11 | --- |

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

| | | |
|---|------------------|------------------|
| PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI | CPT | 3 |
| | riferimento | 081-2018 |
| | certificato n° | 318/2018 |
| | n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data eseg.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf | H | L1 | L2 | Lt | qc | fs | F | Rf |
|-------------|-------|-------|----|------|--------|----|-----|---|----|----|----|-----|-----|---|----|
| m | - | - | - | MPa | kPa | - | % | m | - | - | - | MPa | kPa | - | % |
| 0,20 | 0,0 | 0,0 | | 0,0 | 160,00 | 0 | | | | | | | | | |
| 0,40 | 97,0 | 121,0 | | 9,5 | 133,00 | 73 | 1,4 | | | | | | | | |
| 0,60 | 50,0 | 70,0 | | 4,9 | 133,00 | 38 | 2,7 | | | | | | | | |
| 0,80 | 20,0 | 40,0 | | 2,0 | 80,00 | 25 | 4,0 | | | | | | | | |
| 1,00 | 16,0 | 28,0 | | 1,6 | 73,00 | 22 | 4,6 | | | | | | | | |
| 1,20 | 18,0 | 29,0 | | 1,8 | 60,00 | 30 | 3,3 | | | | | | | | |
| 1,40 | 24,0 | 33,0 | | 2,4 | 73,00 | 33 | 3,0 | | | | | | | | |
| 1,60 | 20,0 | 31,0 | | 2,0 | 127,00 | 16 | 6,4 | | | | | | | | |
| 1,80 | 16,0 | 35,0 | | 1,6 | 60,00 | 27 | 3,8 | | | | | | | | |
| 2,00 | 23,0 | 32,0 | | 2,3 | 60,00 | 38 | 2,6 | | | | | | | | |
| 2,20 | 19,0 | 28,0 | | 1,9 | 67,00 | 28 | 3,5 | | | | | | | | |
| 2,40 | 16,0 | 26,0 | | 1,6 | 47,00 | 34 | 2,9 | | | | | | | | |
| 2,60 | 19,0 | 26,0 | | 1,9 | 93,00 | 20 | 4,9 | | | | | | | | |
| 2,80 | 37,0 | 51,0 | | 3,6 | 53,00 | 70 | 1,4 | | | | | | | | |
| 3,00 | 58,0 | 66,0 | | 5,7 | 187,00 | 31 | 3,2 | | | | | | | | |
| 3,20 | 94,0 | 122,0 | | 9,2 | 133,00 | 71 | 1,4 | | | | | | | | |
| 3,40 | 229,0 | 249,0 | | 22,4 | 493,00 | 46 | 2,2 | | | | | | | | |
| 3,60 | 338,0 | 412,0 | | 33,1 | | | | | | | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT

3

riferimento

081-2018

certificato n°

318/2018

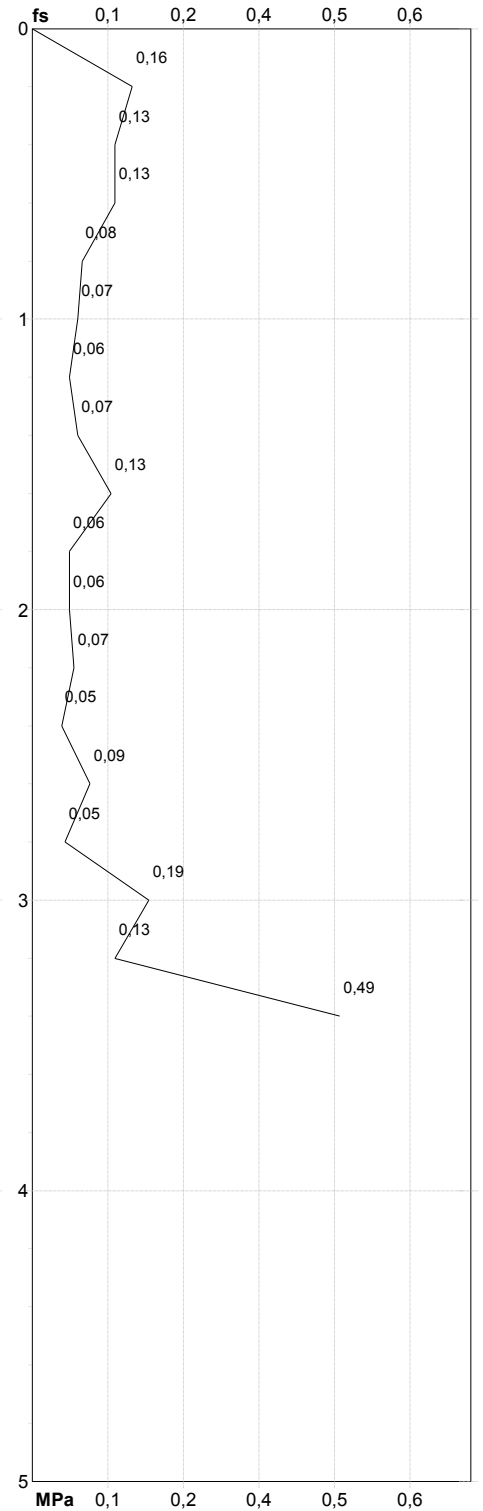
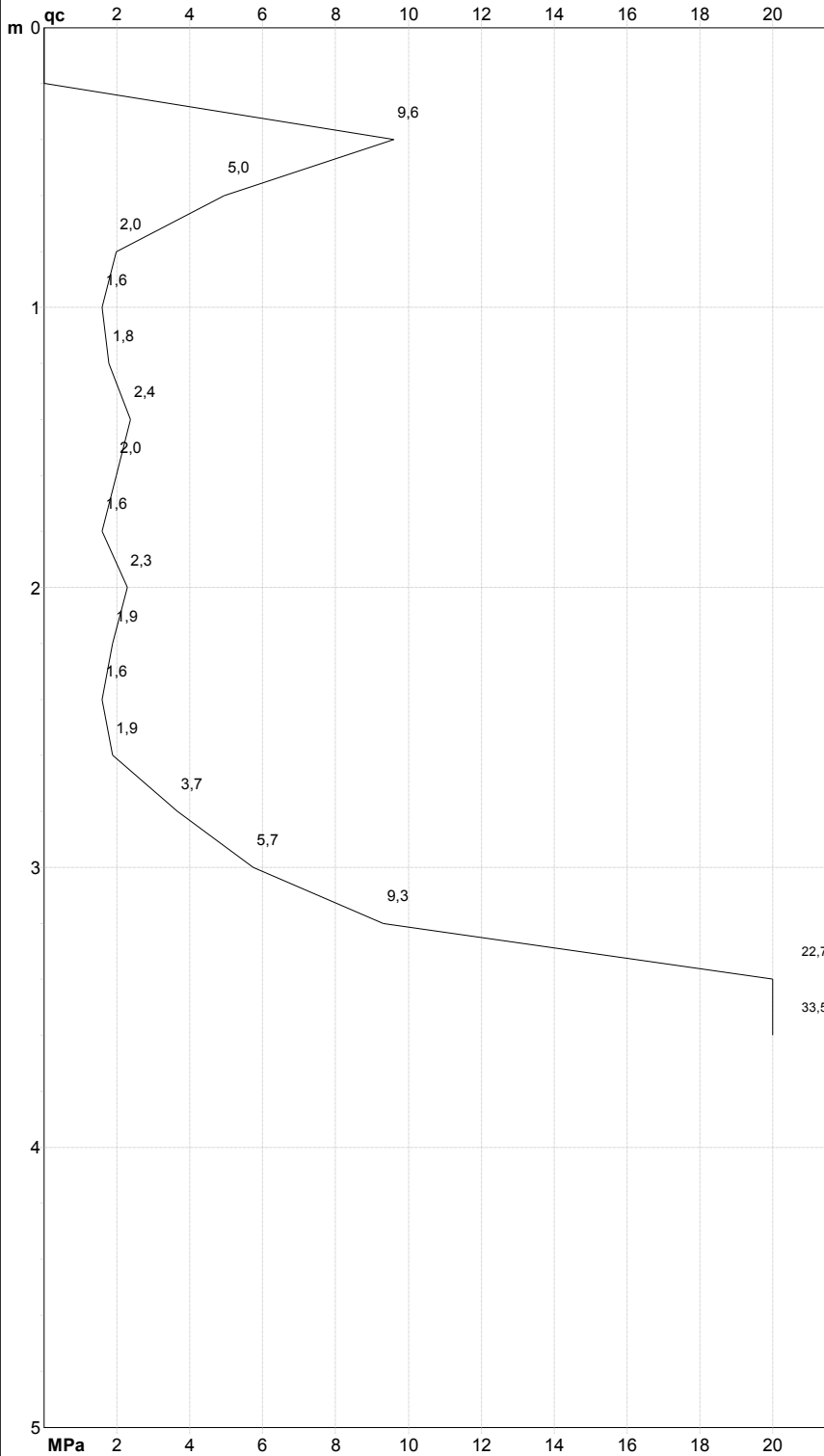
n° verb. accett.

154 del 18-07-18

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa**
 Scala: **1:25**
 Pagina: **2/17**
 Elaborato:

Data esec.: **18/07/2018**
 Data certificato: **26/07/2018**
 Quota inizio: **Piano Campagna**
 Falda: **Assente**



| | | | |
|--|--|---|---|
| | | Penetrometro: TG63-200 Responsabile: Assistente: | Preforo: m Corr.astine: kN/ml Cod.ISTAT: 048035 Cod. punta: |
|--|--|---|---|

nota:

FON049

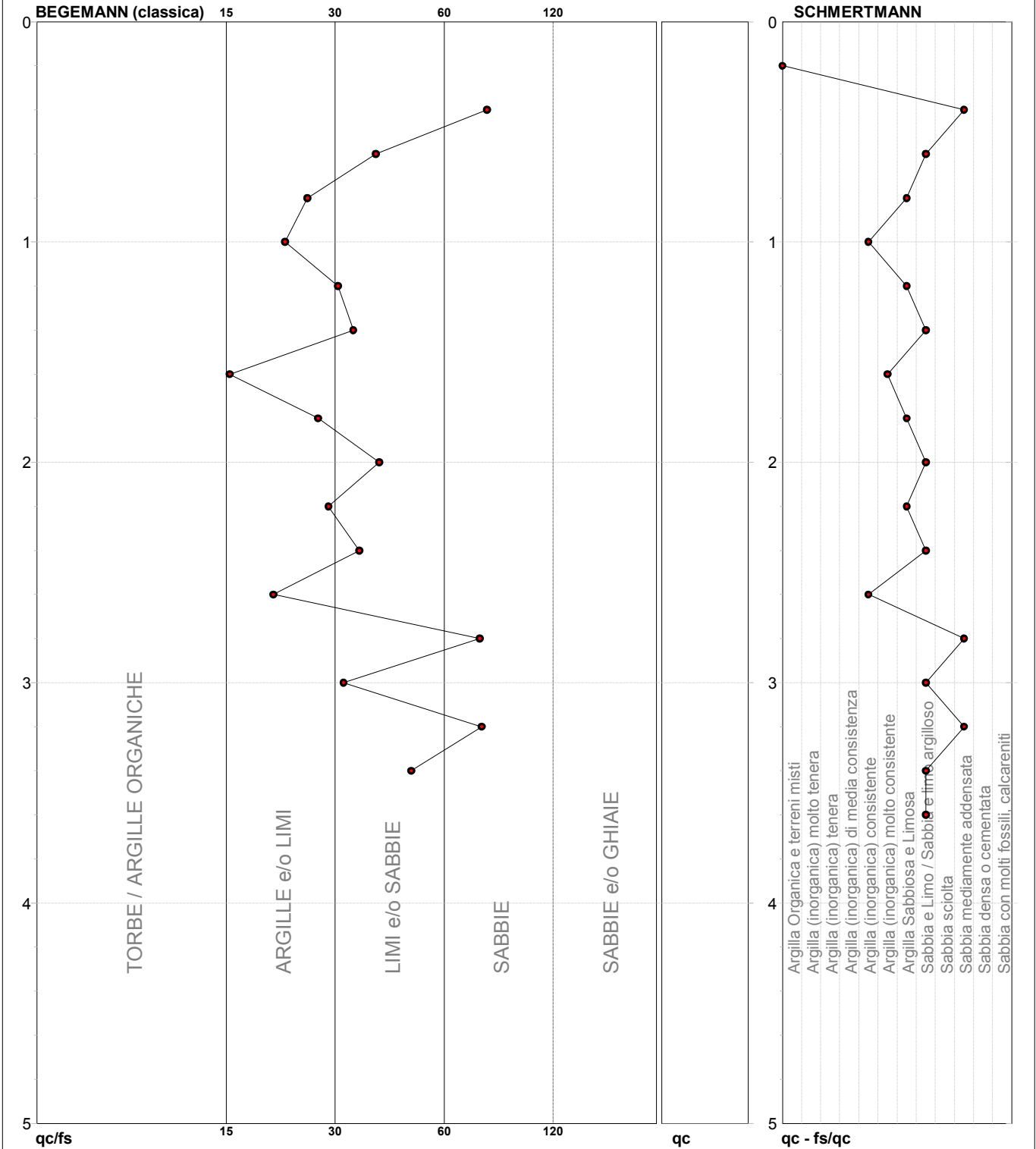
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

| | |
|-----------------|------------------|
| CPT | 3 |
| referimento | 081-2018 |
| certificato n° | 318/2018 |
| n° verb.accett. | 154 del 18-07-18 |

Committente: **Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello**
 Cantiere: **Indagine geognostica**
 Località: **Vaggio (FI)**

U.M.: **MPa** Data eseg.: 18/07/2018
 Scala: 1:25 Data certificato: 26/07/2018
 Pagina: 3/17
 Elaborato: Falda: Assente



| | | | | | |
|------------------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------|
| Torbe / Argille org. : | 1 punti, 4,17% | Argilla (inorganica) consistente: | 2 punti, 8,33% | Argilla Sabbiosa e Limosa: | 4 punti, 16,67% |
| Argille e/o Limi : | 7 punti, 29,17% | Argilla (inorganica) molto consist.: | 1 punti, 4,17% | Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.: | 6 punti, 25,00% |
| Limi e/o Sabbie : | 6 punti, 25,00% | | | Sabbia mediamente addensata: | 3 punti, 12,50% |
| Sabbie: | 3 punti, 12,50% | | | | |

| | | |
|---|------------------|------------------|
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE | DIN | 4 |
| | referimento | 081-2018 |
| | certificato n° | 319/2018 |
| | n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 1/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

| H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² | H m | Asta n° | L1 n° | L2 n° | qcd MN/m ² |
|-------------|------------|----------|----------|--------------------------|--------|------------|----------|----------|--------------------------|
| 0,20 | 1 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,40 | 1 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,60 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 0,80 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,00 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,20 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,40 | 2 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,60 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 1,80 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,00 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,20 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,40 | 3 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,60 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 2,80 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 3,00 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 3,20 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 3,40 | 4 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 3,60 | 5 | 0 | | 0,0 | | | | | |
| 3,80 | 5 | 35 | | 19,4 | | | | | |
| 4,00 | 5 | 41 | | 22,8 | | | | | |
| 4,20 | 5 | 50 | | 27,8 | | | | | |

H = profondità
 L1 = prima lettura (colpi punta)
 L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta
 Asta = numero di asta impiegata

nota:

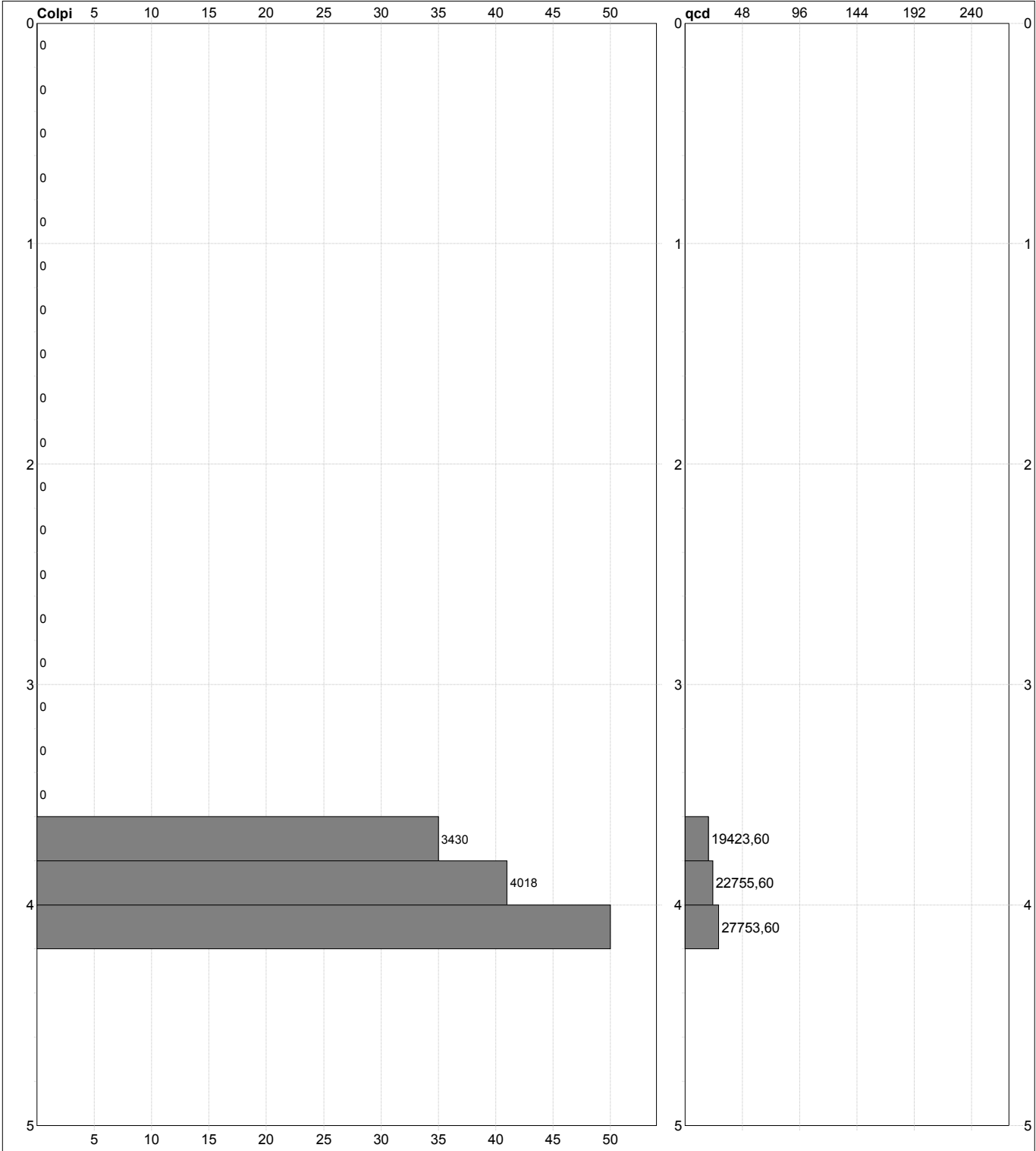
FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

| | |
|------------------|------------------|
| DIN | 4 |
| riferimento | 081-2018 |
| certificato n° | 319/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Scala: 1:25 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Pagina: 2/17 | Quota inizio: Piano Campagna |
| | Elaborato: | Falda: Assente |



| | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Penetrometro: DPSH (S. Heavy) | Responsabile: | Preforo: m |
| Massa battente: 63,50 kg | Assistente: | Corr.astine: kN/ml |
| Altezza caduta: 0,75 m | | Cod.ISTAT: 048035 |
| Avanzamento: 0,20 m | | |

nota: FON049

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SUDDIVISIONE GEOTECNICA

| | |
|------------------|------------------|
| DIN | 4 |
| referimento | 081-2018 |
| certificato n° | 319/2018 |
| n° verb. accett. | 154 del 18-07-18 |

| | | |
|--|------------------|------------------------------|
| Committente: Comune Castelfranco Piandiscò e Reggello | U.M.: MPa | Data esec.: 18/07/2018 |
| Cantiere: Indagine geognostica | Pagina: 4/17 | Data certificato: 26/07/2018 |
| Località: Vaggio (FI) | Elaborato: | Falda: Assente |

PARAMETRI GENERALI

| n° | profondità m | statistica | VCA colpi | β - | Nspt colpi | rpd MPa | qc MPa | Vs m/sec | G MPa | Q MPa | natura | descrizione |
|----|-----------------|------------|--------------|--------------|---------------|------------|-----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 3,60 : 4,20 | Media | 42 | 1,52 | 64 | 2,4.28 | 2,3.23 | 217 | 334 | 11,89 | Coes./Gran. | |

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

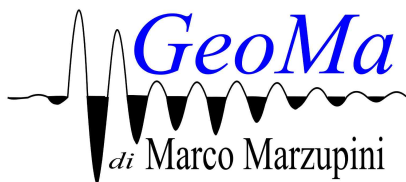
| n° | profondità m | Nspt colpi | Cu kPa | Ysat t/m³ | W % | e - | Mo MPa | Dr % | ϕ ° | E' MPa | Ysat t/m³ | Yd t/m³ | Mo MPa | Liq. - |
|----|-----------------|---------------|-----------|--------------|--------|--------|-----------|---------|-------------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|
| 1 | 3,60 : 4,20 | 64 | 392,00 | 2,10 | 20,20 | 0,55 | 1,62 | 90 | 43 | 6,99 | 2,18 | 1,90 | 6,81 | --- |

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820

2018



www.Geoma.it

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



REPORT

HVSR

SISMICA A RIFRAZIONE

| | | | | | |
|-----------------|--------|-----|--------------------|-------|------------|
| LOCALITÀ: | VAGGIO | ID: | 411245180718334H92 | DATA: | 18/07/18 |
| COORDINATE SITO | | LAT | 43.637147° | LON | 11.503147° |

Indice generale

| | |
|---|----|
| PREMESSA..... | 3 |
| UBICAZIONE..... | 4 |
| TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE..... | 5 |
| SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P)..... | 6 |
| INDAGINI..... | 7 |
| ELABORAZIONE SOFTWARE..... | 9 |
| INDAGINE..... | 10 |
| SISMICA GRM (Onde P)..... | 10 |
| ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE..... | 11 |
| SISMICA GRM (Onde SH)..... | 14 |
| ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE..... | 15 |
| ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE MISURE HVSR..... | 18 |
| HVSR 01..... | 18 |
| HVSR 02..... | 22 |
| CONCLUSIONI..... | 26 |

PREMESSA

In località *Vaggio* in data 18/07/2018 (Illustrazione 1), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche, sono state eseguite le seguenti misure:

- Una sismica a rifrazione con acquisizione delle onde P SH
- Due HVSR



Illustrazione 1: Ubicazione del dito

UBICAZIONE



TEORIA ALLA BASE DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione ha lo scopo di determinare direttamente la velocità di propagazione, all'interno del mezzo in esame sia mediante onde di compressione (onde P) sia di taglio (onde Sh).

Tale tecnica si basa sulla misurazione di onde sismiche in un punto del terreno rilevando l'arrivo, lungo uno stendimento mediante ricevitori equidistanziati (geofoni). Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde sismiche a seguito del fronte d'onda conico. Le onde prodotte da una sorgente artificiale che verranno analizzate in questa indagine, saranno quelle birifratte, cioè quelle che giungono a incidere con un angolo critico in una discontinuità sismica (intesa come variazione di impedenza acustica). Tali onde verranno rifratte con un angolo di 90° che si propagano parallelamente alla discontinuità fino a venire rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. Supponiamo di avere un suolo composto da solo due strati (velocità V_1 , e V_2), una sorgente puntiforme che genera onde elastiche e uno stendimento di geofoni. Generando onde elastiche mediante una energizzazione del suolo si avrà che le onde che incontreranno i geofoni disposti lungo uno stendimento saranno le onde dirette poi, quando l'onda rifratta avrà percorso una certa distanza alla velocità V_2 , essa arriverà prima dell'onda diretta. Riportando tutto in ora un diagramma spazio – tempo (dromocrone Illustrazione 2), con in ascisse la distanza x ed in ordinate il tempo di percorrenza dell'onda, avremo che l'onda diretta è una retta passante per l'origine e con pendenza uguale a $1/V_1$, mentre l'onda rifratta è una retta con pendenza pari a $1/V_2$ che interseca l'asse dei tempi in un punto (chiamato intercetta o tempo di intersezione) di ordinata pari a $2h \cos ic/V_1$

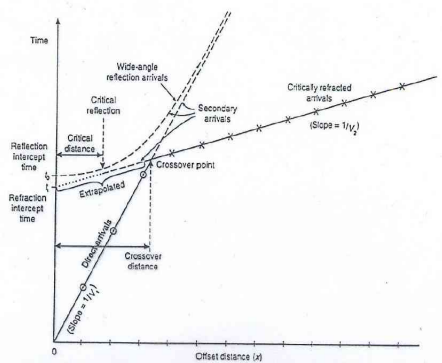


Illustrazione 2: Dromocrone

I due arrivi si intersecano in corrispondenza di un'ascissa x_c (detta distanza critica o di ginocchio) per la quale i tempi di percorrenza dell'onda diretta e rifratta sono uguali, cioè

$$\bar{x}_c = 2h \cdot \sqrt{\frac{v_2 + v_1}{v_2 - v_1}}$$

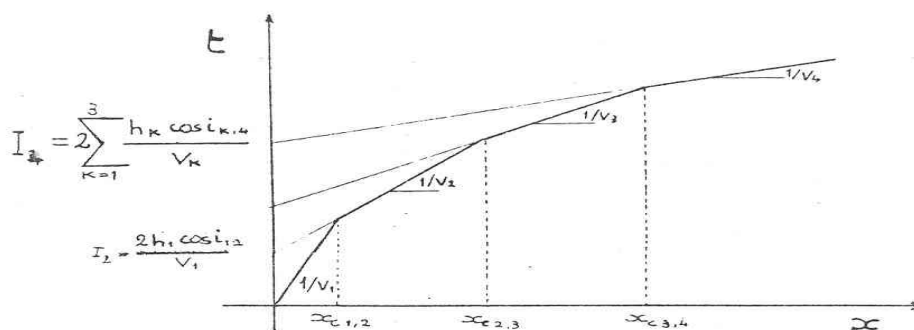
Per $x < x_c$ arriverà ai ricevitori prima l'onda diretta e poi l'onda rifratta mentre per $x > x_c$ giungerà prima l'onda rifratta. Se il terreno presenterà più di due strati Illustrazione 3 (la maggior parte dei casi) si adopererà la formula :

$$t_n = 2 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{h_k \cos i_{(k,n)}}{V_k} + \frac{x}{V_n} = I_n + \frac{x}{V_n}$$

Tale espressione in x è l'equazione di una retta con pendenza pari a $1/V_n$.

Il diagramma spazio – tempo (dromocrona) sarà quindi costituito da n rette, la prima delle quali passante per l'origine è relativa all'onda diretta ed ha pendenza pari a $1/V_1$, mentre le altre, con pendenza $1/V_k$ ($k=\dots,n$), rappresentano le onde rifratte da ciascuno strato: tali rette intersecheranno l'asse dei tempi in un'ordinata data dal primo termine del 2° membro detto “tempo intercetto”.

Illustrazione 3: Dromocrone a più strati



SISMICA A RIFRAZIONE (ONDE P)

La sismica a rifrazione per onde P si basa sulla misurazione dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche di tipo compressionale P.

Tali onde vengono misurate mediante uno stendimento di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz e generate da un maglio da 8 kg battuto su una piastra metallica poggiata nel terreno.

Le onde P muovono le particelle con un movimento longitudinale che risulta nella stessa direzione di propagazione del moto a una velocità V_p inversamente proporzionale alla densità ρ e direttamente proporzionale alle costanti elastiche λ e μ

INDAGINI

Per il conseguimento di questa indagine geofisica a rifrazione per l'acquisizione delle onde P e SH è stato ritenuto opportuno adottare uno stendimento di lunghezza pari 92 m (Illustrazione 4).



Illustrazione 4: Stendimento

L'adozione di queste dimensioni è stata quella ritenuta con il miglior compromesso: qualità del segnale – spazio che nel punto di massima lunghezza è risultato di 112 m compresi gli scoppi esterni .Lo stendimento è stato coperto per mezzo di 24 geofoni verticali con distanza intergeofonica di 4 m per l'acquisizione delle onde P e delle onde SH

Sono stati utilizzati sette punti di energizzazione per l'acquisizione delle onde Pe delle SH.

Al fine di ridurre il rumore e migliorare il segnale utile, è stato necessario eseguire diverse energizzazioni per ogni scoppio che poi sono state sommate (stacking); inoltre sono state eseguite delle variazioni nell'amplificazione dei guadagni (gain) per ottimizzare anche il segnale proveniente dai geofoni con offset più elevati.



ELABORAZIONE SOFTWARE

L'elaborazione e la seguente modellizzazione dei dati è stata eseguita mediante i programmi INTERSISM 2.1 della Geo&Soft International e può essere riassunta nelle seguenti fasi fondamentali:

1. Aggiornamento delle headers e creazione dei database. In questa fase vengono caricati i sismogrammi e impostate le caratteristiche dello stendimento: quote, offset ecc. . Questo stadio è uguale sia per lo studio delle onde P che per le onde S essendo identico lo stendimento.
2. Picking dei primi arrivi sia per le tracce delle onde P che le onde Sh. Prima di questa fase, se presente, vengono adottati dei filtri per eliminare o ridurre eventuali rumori o segnali non ritenuti utili.
3. Ricostruzione e traslazione delle dromocrone
4. Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo mediante il Metodo Reciproco Generalizzato GRM o/e Plus Minus .

In seguito i dati vengono elaborati mediante il programma Rayfract

1. Simulazione e inversione mediante il software Rayfract che utilizzando la tecnica WET, crea un modello del sottosuolo derivante da progressivi aggiustamenti, con iterazioni successive, del modello iniziale.
2. Modellizzazione e calcolo di un profilo del sottosuolo mediante piccoli aggiustamenti fino a un modello compatibile con la geologia del sito. Gli elaborati ottenuti dall'indagine, considerando le caratteristiche geologiche della zona, sono stati rappresentati mediante un scala cromatica che per le onde P è stata suddivisa in fasce di velocità comprese tra 400 m/s e 5000 m/s

Fra una fase e l'altra vengono eseguiti dei controlli tali da garantire la qualità e la congruenza fra il modello di sottosuolo ottenuto e la geologia nota (stratigrafia e caratteristiche geotecniche)

Le sezioni sismiche ottenute dalla modellizzazione e interpretazione dei segnali acquisiti (riportati mediante sezioni litosismografiche) permettono di individuare le principali unità geologiche.

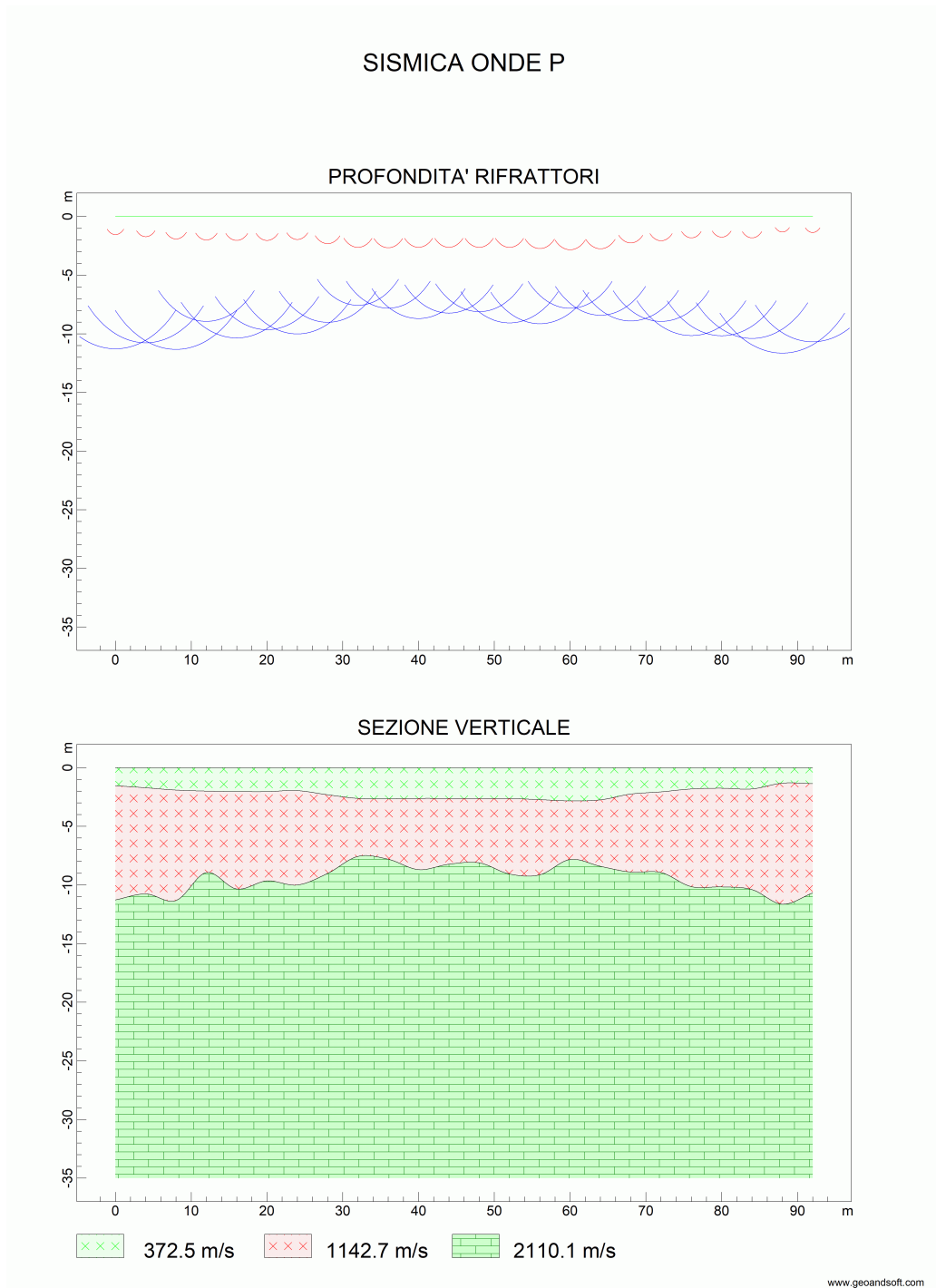
Si ricorda che le tecniche di geofisica applicata hanno un margine intrinseco di errore dovuto a:

- Limiti della modellizzazione dell'ambiente naturale non sempre coerente (esempio strati piano-paralleli)
- Rumori di vario genere: cavi elettrici, mezzi vari, vento. Rumore dovuto alla strumentazione esempio: contatti dovuti all'umidità, rumore termico ecc. Basso rapporto segnale/rumore dovute alle caratteristiche della sorgente.
- Limite della tecnica adottata. Nel caso in esame (sismica a rifrazione) la risoluzione del metodo non permette la determinazione di spessori inferiori al metro e le velocità V_s e V_p sono da considerare come la media dell'unità individuata.

Ottenuti i profili di entrambi i tipi di onda dopo la quarta fase di elaborazione, è stata effettuata una sovrapposizione delle due sezioni per verificare che i limiti individuati siano simili e, nel caso di grosse variazioni, di modificarli e integrarli fino a ottenere una sezione univoca coerente.

INDAGINE

SISMICA GRM (Onde P)



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA ONDE P

POSIZIONE DEGLI SPARI

| Ascissa [m] | Quota [m] | Nome File |
|-------------|-----------|------------|
| -12.00 | 0.00 | 01 (1).dat |
| -2.00 | 0.00 | 01 (2).dat |
| 46.00 | 0.00 | 01 (4).dat |
| 94.00 | 0.00 | 01 (6).dat |
| 104.00 | 0.00 | 01 (7).dat |

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

| N. | Ascissa [m] | Quota [m] | FBP da -12 [ms] | FBP da -2 [ms] | FBP da 46 [ms] | FBP da 94 [ms] | FBP da 104 [ms] |
|----|-------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 18.26 | 9.76 | 45.96 | 67.05 | 67.68 |
| 2 | 4.00 | 0.00 | 23.61 | 13.22 | 42.81 | 65.79 | 65.48 |
| 3 | 8.00 | 0.00 | 26.44 | 19.52 | 38.80 | 63.27 | 62.96 |
| 4 | 12.00 | 0.00 | 30.22 | 22.67 | 38.40 | 62.33 | 62.01 |
| 5 | 16.00 | 0.00 | 31.79 | 26.44 | 36.60 | 59.81 | 58.55 |
| 6 | 20.00 | 0.00 | 34.31 | 29.91 | 33.80 | 58.24 | 57.92 |
| 7 | 24.00 | 0.00 | 36.20 | 31.16 | 29.80 | 56.35 | 54.77 |
| 8 | 28.00 | 0.00 | 39.66 | 31.48 | 28.00 | 51.94 | 52.26 |
| 9 | 32.00 | 0.00 | 40.29 | 34.94 | 26.00 | 52.89 | 49.80 |
| 10 | 36.00 | 0.00 | 43.13 | 37.15 | 22.60 | 50.68 | 50.20 |
| 11 | 40.00 | 0.00 | 43.76 | 39.03 | 18.80 | 49.74 | 47.60 |
| 12 | 44.00 | 0.00 | 45.65 | 41.24 | 10.39 | 46.90 | 43.80 |
| 13 | 48.00 | 0.00 | 45.33 | 43.76 | 16.68 | 44.39 | 43.80 |
| 14 | 52.00 | 0.00 | 48.79 | 46.59 | 21.41 | 43.76 | 41.00 |

| | | | | | | | |
|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 56.00 | 0.00 | 50.68 | 50.05 | 25.50 | 42.18 | 37.60 |
| 16 | 60.00 | 0.00 | 52.57 | 52.57 | 29.59 | 39.98 | 36.80 |
| 17 | 64.00 | 0.00 | 53.52 | 53.52 | 32.74 | 37.15 | 35.40 |
| 18 | 68.00 | 0.00 | 56.03 | 55.09 | 34.94 | 32.42 | 33.00 |
| 19 | 72.00 | 0.00 | 56.35 | 56.66 | 36.52 | 29.91 | 31.00 |
| 20 | 76.00 | 0.00 | 58.24 | 58.55 | 39.03 | 26.13 | 30.00 |
| 21 | 80.00 | 0.00 | 60.76 | 61.70 | 42.18 | 22.67 | 29.00 |
| 22 | 84.00 | 0.00 | 61.07 | 62.96 | 46.90 | 18.26 | 28.00 |
| 23 | 88.00 | 0.00 | 61.70 | 65.48 | 50.37 | 12.28 | 24.87 |
| 24 | 92.00 | 0.00 | 62.33 | 66.74 | 54.14 | 7.80 | 17.31 |

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

| N. Geof. | Dist. Rifr. 1 [m] | Dist. Rifr. 2 [m] |
|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1.5 | 11.3 |
| 2 | 1.7 | 10.8 |
| 3 | 1.9 | 11.3 |
| 4 | 2.0 | 8.9 |
| 5 | 2.0 | 10.3 |
| 6 | 2.0 | 9.6 |
| 7 | 2.0 | 10.0 |
| 8 | 2.3 | 9.0 |
| 9 | 2.6 | 7.6 |
| 10 | 2.7 | 7.8 |
| 11 | 2.6 | 8.7 |
| 12 | 2.6 | 8.2 |
| 13 | 2.6 | 8.1 |
| 14 | 2.6 | 9.1 |
| 15 | 2.7 | 9.1 |

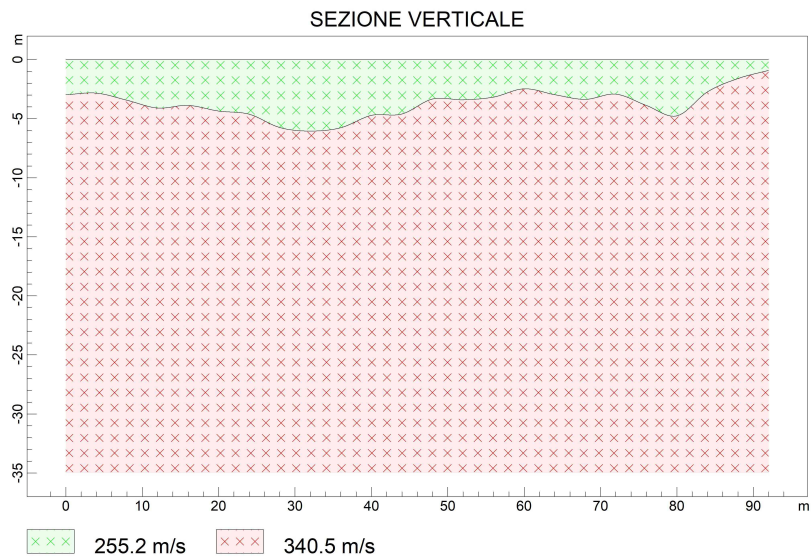
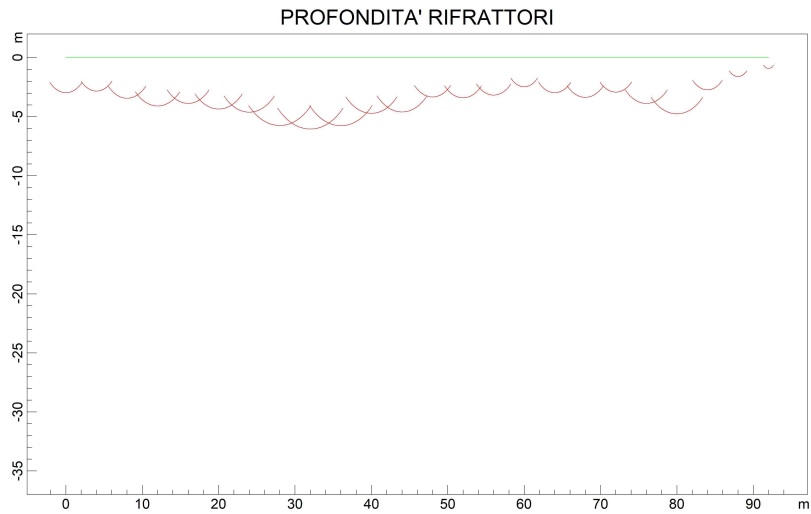
| | | |
|----|-----|------|
| 16 | 2.8 | 7.8 |
| 17 | 2.7 | 8.4 |
| 18 | 2.2 | 8.9 |
| 19 | 2.1 | 8.9 |
| 20 | 1.8 | 10.2 |
| 21 | 1.8 | 10.2 |
| 22 | 1.8 | 10.4 |
| 23 | 1.3 | 11.6 |
| 24 | 1.4 | 10.7 |

VELOCITA' DEGLI STRATI

| N. Strato | Velocità [m/s] |
|-----------|----------------|
| 1 | 372.5 |
| 2 | 1142.7 |
| 3 | 2110.1 |

SISMCA GRM (Onde SH)

SISMICA ONDE SH



www.geandsoft.com

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

SISMICA ONDE SH

POSIZIONE DEGLI SPARI

| Ascissa [m] | Quota [m] | Nome File |
|-------------|-----------|------------|
| -12.00 | 0.00 | 02 (1).dat |
| -2.00 | 0.00 | 02 (2).dat |
| 46.00 | 0.00 | 02 (4).dat |
| 94.00 | 0.00 | 02 (6).dat |
| 104.00 | 0.00 | 02 (7).dat |

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

| N. | Ascissa [m] | Quota [m] | FBP da -12 [ms] | FBP da -2 [ms] | FBP da 46 [ms] | FBP da 94 [ms] | FBP da 104 [ms] |
|----|-------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 20.80 | 7.80 | 131.20 | 294.39 | 284.40 |
| 2 | 4.00 | 0.00 | 44.39 | 22.00 | 120.60 | 286.60 | 278.00 |
| 3 | 8.00 | 0.00 | 56.85 | 35.60 | 111.20 | 277.26 | 272.80 |
| 4 | 12.00 | 0.00 | 66.98 | 46.60 | 100.80 | 265.58 | 257.20 |
| 5 | 16.00 | 0.00 | 81.00 | 58.80 | 96.60 | 253.89 | 246.40 |
| 6 | 20.00 | 0.00 | 85.67 | 75.00 | 86.60 | 241.43 | 238.80 |
| 7 | 24.00 | 0.00 | 102.80 | 88.60 | 77.60 | 228.19 | 228.19 |
| 8 | 28.00 | 0.00 | 119.16 | 98.20 | 61.80 | 216.51 | 222.74 |
| 9 | 32.00 | 0.00 | 134.74 | 115.00 | 48.20 | 202.49 | 212.62 |
| 10 | 36.00 | 0.00 | 151.09 | 127.40 | 35.80 | 190.03 | 198.60 |
| 11 | 40.00 | 0.00 | 162.77 | 138.00 | 24.20 | 174.45 | 186.60 |
| 12 | 44.00 | 0.00 | 175.23 | 145.80 | 10.60 | 158.88 | 167.40 |
| 13 | 48.00 | 0.00 | 188.47 | 159.00 | 16.60 | 147.98 | 160.60 |
| 14 | 52.00 | 0.00 | 200.16 | 167.80 | 35.20 | 139.41 | 145.80 |
| 15 | 56.00 | 0.00 | 215.73 | 177.80 | 43.60 | 122.27 | 138.40 |
| 16 | 60.00 | 0.00 | 225.08 | 188.40 | 54.00 | 115.26 | 126.80 |
| 17 | 64.00 | 0.00 | 239.10 | 195.60 | 64.00 | 98.13 | 118.60 |
| 18 | 68.00 | 0.00 | 257.79 | 212.62 | 70.80 | 81.40 | 109.20 |
| 19 | 72.00 | 0.00 | 268.69 | 225.86 | 87.00 | 74.77 | 97.20 |

| | | | | | | | |
|----|-------|------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 20 | 76.00 | 0.00 | 281.93 | 235.20 | 99.20 | 66.20 | 88.20 |
| 21 | 80.00 | 0.00 | 292.83 | 250.78 | 112.20 | 52.18 | 75.40 |
| 22 | 84.00 | 0.00 | 306.85 | 263.24 | 126.40 | 39.80 | 58.20 |
| 23 | 88.00 | 0.00 | 316.98 | 274.14 | 138.00 | 24.60 | 40.80 |
| 24 | 92.00 | 0.00 | 324.77 | 282.71 | 141.20 | 9.00 | 30.60 |

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

| N. Geof. | Dist. Rifr. 1 [m] |
|----------|-------------------|
| 1 | 3.0 |
| 2 | 2.8 |
| 3 | 3.4 |
| 4 | 4.1 |
| 5 | 3.9 |
| 6 | 4.4 |
| 7 | 4.6 |
| 8 | 5.7 |
| 9 | 6.0 |
| 10 | 5.8 |
| 11 | 4.7 |
| 12 | 4.6 |
| 13 | 3.3 |
| 14 | 3.4 |
| 15 | 3.2 |
| 16 | 2.5 |
| 17 | 3.0 |
| 18 | 3.4 |
| 19 | 2.9 |
| 20 | 3.9 |
| 21 | 4.8 |
| 22 | 2.7 |
| 23 | 1.6 |
| 24 | 0.9 |

VELOCITA' DEGLI STRATI

| N. Strato | Velocità [m/s] |
|-----------|----------------|
| 1 | 255.2 |
| 2 | 340.5 |

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE MISURE HVSR

HVSR 01

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 3000 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton

2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della Eliosoft e Geopsy.

Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:

1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
2. Rimozione manuale di eventuali transienti
3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamento con ampiezza pari al 10%
4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .



Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (*Albarello-Mucciarelli, 2010*):

| Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio | | | | | 4.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|----------|------------------|----------|---------------------------------|--|--|------------------|--|----|------------------|----------|----|--------------------------------------|------------------------|----|----------------------------|--|--|---|------|----|--|------------|----|-----------|----------|----|---|------------|----|-------------------|-------------------|----|-----------------------------|---------------|----|------------------------------|--|----|
| PICCO (Hz) | 0.317 ± 0.060 | f | 0.310 Hz | AMPIEZZA | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATI ELABORATI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Date | | | | | 18/07/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Time | | | | | 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dataset | | | | | 132123 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sampling frequency (Hz) | | | | | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Window length (sec) | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Length temporal sequence (min) | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Length of analysed temporal sequence (min) | | | | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tapering (%) | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTROLLI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Criteria for a reliable H/V curve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">HVSR curve reliability criteria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$t_0 > 10 / L_w$</td> <td>0 valid windows (length > 32.28 s) out of 76</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$n_0(t_0) > 200$</td> <td>0 <= 200</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_0(t) < 3$ for 0.5f; < f < 2f</td> <td>Exceeded 0 times in 21</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <th colspan="3">HVSR peak clarity criteria</th> </tr> <tr> <td>$\exists f \text{ in } [f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$</td> <td>0 Hz</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\exists f \text{ in } [f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$</td> <td>0.47993 Hz</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>$A_0 > 2$</td> <td>3.07 > 2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>$f_{max}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_0(f)] = f_1 \pm 5\%$</td> <td>5.62% > 5%</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$m < \sigma_0(f)$</td> <td>0.05953 < 0.05198</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_0(t) < \sigma_0(f)$</td> <td>1.71677 < 2.5</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Overall criteria fulfillment</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | HVSR curve reliability criteria | | | $t_0 > 10 / L_w$ | 0 valid windows (length > 32.28 s) out of 76 | NO | $n_0(t_0) > 200$ | 0 <= 200 | NO | $\sigma_0(t) < 3$ for 0.5f; < f < 2f | Exceeded 0 times in 21 | OK | HVSR peak clarity criteria | | | $\exists f \text{ in } [f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0 Hz | NO | $\exists f \text{ in } [f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0.47993 Hz | OK | $A_0 > 2$ | 3.07 > 2 | OK | $f_{max}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_0(f)] = f_1 \pm 5\%$ | 5.62% > 5% | NO | $m < \sigma_0(f)$ | 0.05953 < 0.05198 | OK | $\sigma_0(t) < \sigma_0(f)$ | 1.71677 < 2.5 | OK | Overall criteria fulfillment | | NO |
| HVSR curve reliability criteria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $t_0 > 10 / L_w$ | 0 valid windows (length > 32.28 s) out of 76 | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $n_0(t_0) > 200$ | 0 <= 200 | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_0(t) < 3$ for 0.5f; < f < 2f | Exceeded 0 times in 21 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HVSR peak clarity criteria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\exists f \text{ in } [f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0 Hz | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\exists f \text{ in } [f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0.47993 Hz | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $A_0 > 2$ | 3.07 > 2 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_{max}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_0(f)] = f_1 \pm 5\%$ | 5.62% > 5% | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $m < \sigma_0(f)$ | 0.05953 < 0.05198 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_0(t) < \sigma_0(f)$ | 1.71677 < 2.5 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Overall criteria fulfillment | | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stazionarietà nel tempo FIG 01 | | Isotropia FIG 02 | | Rumore FIG 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fiscl. Via Brancaleta 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

CHECK

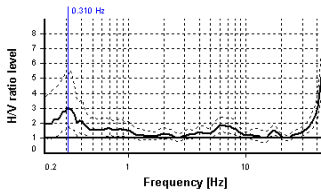
| | | |
|---|---|----|
| 1 | Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti. | OK |
| 2 | Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02) | OK |
| 3 | Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME | OK |
| 4 | Stazionarietà nel tempo (FIG 01) | OK |
| 5 | Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | SI |
| 6 | Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | NO |
| 7 | I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>) | SI |
| 8 | Criteri Sesame | ok |

TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK
TIPO 2 se meno di 5 su 6 OK

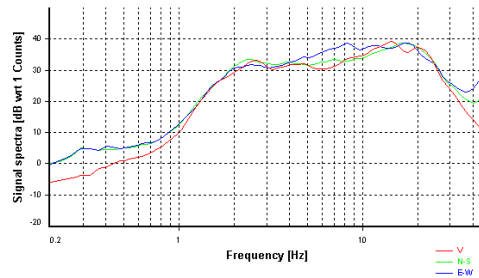
Per ulteriori informazioni : Microzonazione Sismica e Programma VEL

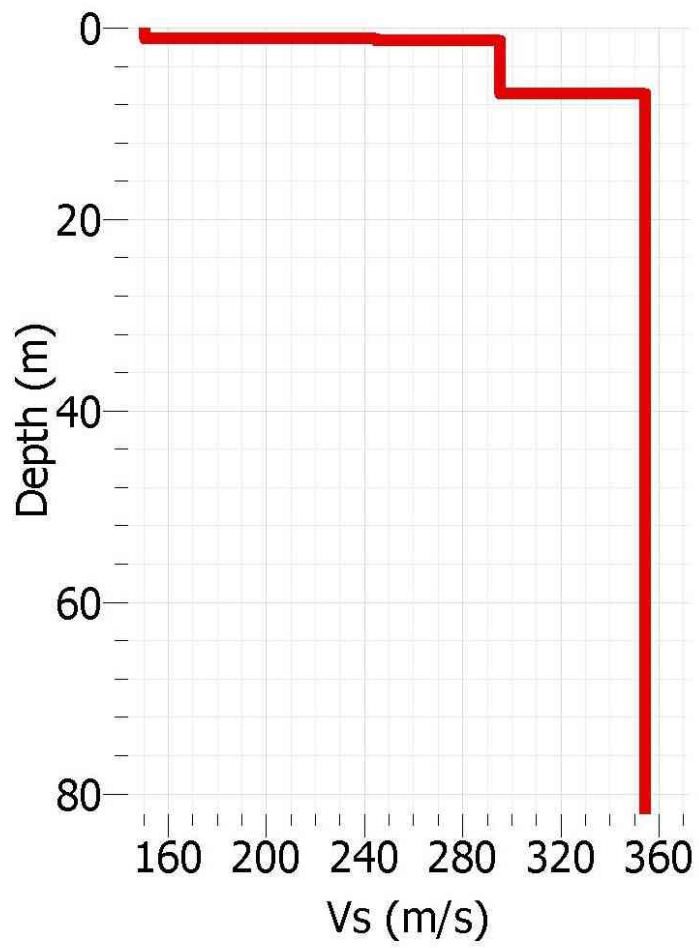
| | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------|---------|
| CATEGORIA | C (NON Affidabile) | TIPO | TIPO 02 |
| NOTE | Picco evidente, naturale | | |
| PICCHI (Hz) | 0.317 ± 0.060 | | |

Rapporto Spettrale HV



Spettri delle singole componenti





HVSR 02

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 3000 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton

2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della Eliosoft e Geopsy.

Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:

1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
2. Rimozione manuale di eventuali transienti
3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamiento con ampiezza pari al 10%
4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .



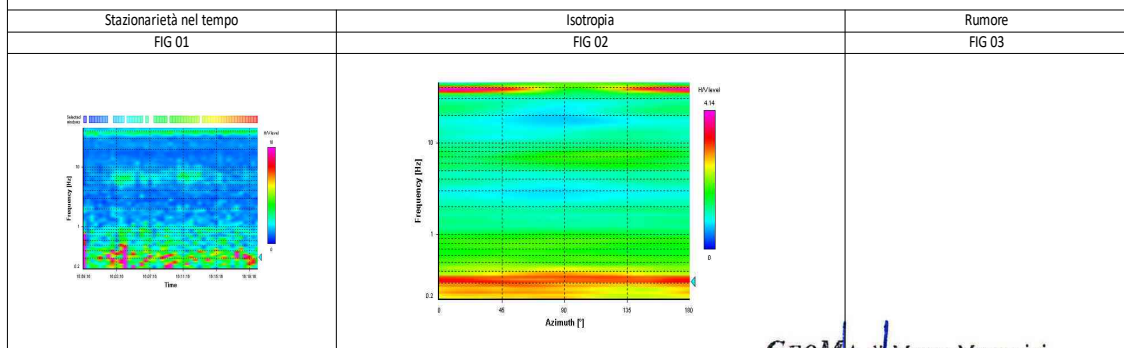
Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (*Albarello-Mucciarelli, 2010*):

| Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio | | | | | 4,1 |
|--|-------------------|---|----------|----------|------|
| PICCO (Hz) | 0.309 ± 0.054 | f | 0.310 Hz | AMPIEZZA | 3,53 |
| DATI ELABORATI | | | | | |
| Date | 18/07/18 | | | | |
| Time | 2018 | | | | |
| Dataset | 65654 | | | | |
| Sampling frequency (Hz) | 300 | | | | |
| Window length (sec) | 20 | | | | |
| Length temporal sequence (min) | 30 | | | | |
| Length of analysed temporal sequence (min) | 22 | | | | |
| Tapering (%) | 10 | | | | |

CONTROLLI

Criteria for a reliable H/V curve

| HVSr curve reliability criteria | | |
|---|--|----|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 0 valid windows (length > 32.28 s) out of 56 | NO |
| $n_H(f_0) > 200$ | $0 \leq 200$ | NO |
| $\sigma_H(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ | Exceeded 0 times in 21 | OK |
| HVSr peak clarity criteria | | |
| $\exists f$ in $[f_0/4, f_0] A_{HVSr}(f) < A_0/2$ | 0 Hz | NO |
| $\exists f$ in $[f_0, 4f_0] A_{HVSr}(f) < A_0/2$ | 0.97736 Hz | OK |
| $A_0 > 2$ | 3.53 > 2 | OK |
| $f_{50dB}(A_{HVSr}(f) \pm \sigma_H(f)) = f_0 \pm 5\%$ | 5.62% > 5% | NO |
| $\sigma_H < \varepsilon(f_0)$ | 0.05391 < 0.06196 | OK |
| $\sigma_H(f_0) < \theta(f_0)$ | 1.4836 < 2.5 | OK |
| Overall criteria fulfillment | | NO |



GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc. Via Brancoleto 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

CHECK

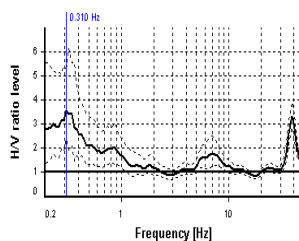
| | | |
|---|---|----|
| 1 | Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti. | OK |
| 2 | Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02) | OK |
| 3 | Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME | OK |
| 4 | Stazionarietà nel tempo (FIG 01) | OK |
| 5 | Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | SI |
| 6 | Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | NO |
| 7 | I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>) | SI |
| 8 | Criteri Sesame | ok |

TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK
TIPO 2 se meno di 5 su 6 OK

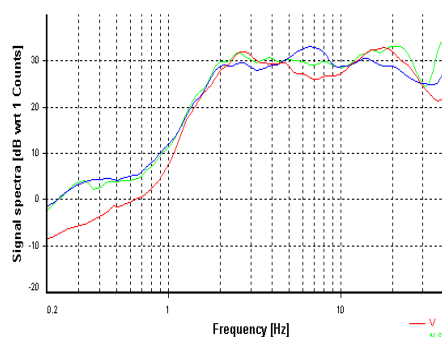
Per ulteriori informazioni : Microzonazione Sismica e Programma VEL

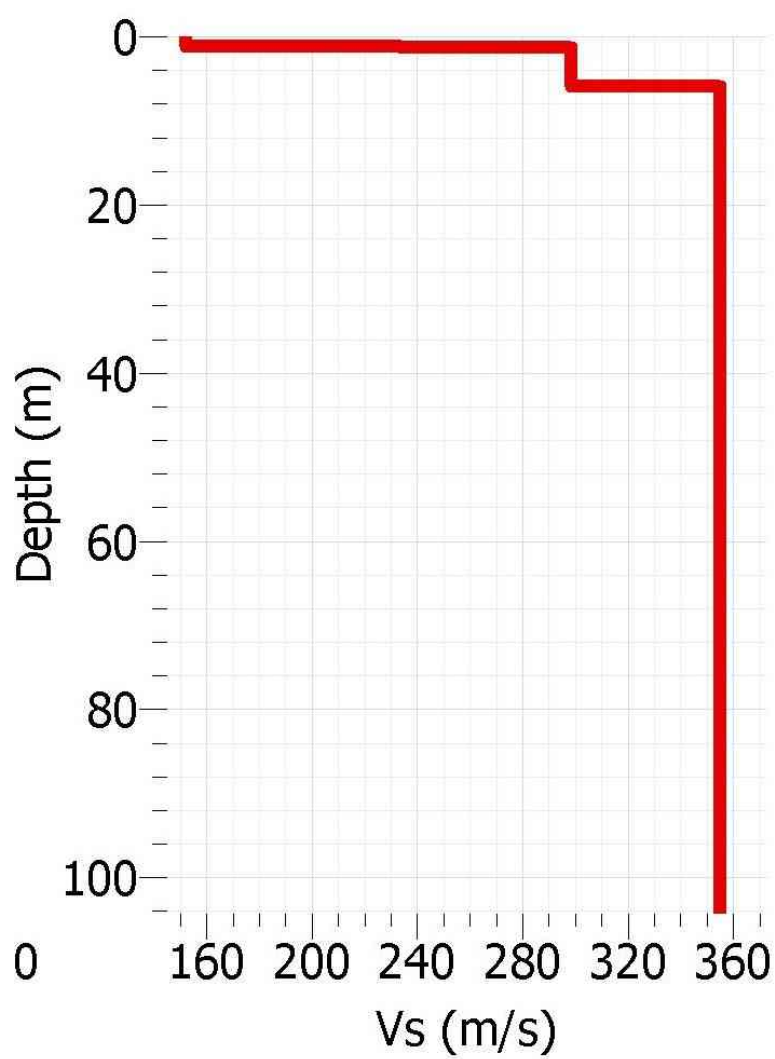
| | | | |
|--------------------|--------------------------|-------------|---------|
| CATEGORIA | C (NON Affidabile) | TIPO | TIPO 02 |
| NOTE | Picco evidente, naturale | | |
| PICCHI (Hz) | 0.309 ± 0.054 | | |

Rapporto Spettrale HV



Spettri delle singole componenti





arzapini
 eta 1/E
 L (AR)
 x@gmail.com
 03318000928

CONCLUSIONI

La sismica a rifrazione ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- Un primo sismo strato con velocità 255 m/se spessore di 3,69 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia al di sotto dei 3,69 m una velocità delle onde di taglio (Vs) di 340 m/s fino alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigramma

GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc. Via Brancoleto 1/E
52048 Monte S. Savino (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

VS e PARAMETRI ELASTICI

| | | | Profondità (m) liv fond | |
|--------|----------|--------------|-------------------------|-------|
| Strato | Vs (m/s) | Spessore (m) | da | a |
| 1 | 255 | 3,69 | 0 | -3,69 |
| 2 | 340 | 26,31 | -3,69 | -30 |

GeoMa di Dott. Marco Marzupini

Indagini Geofisiche

Cell: 328-7255608

Fax: 0575846070

Sito: www.geoma.it

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini


Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

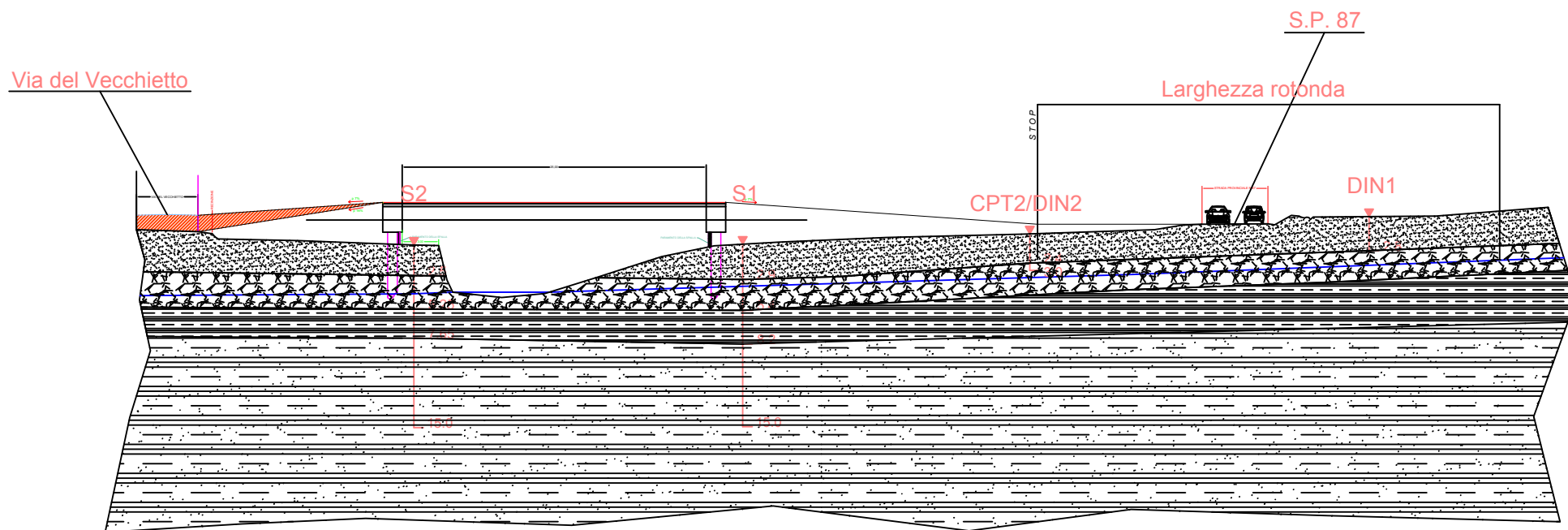
C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA: 03318000928






REA: AR-168868

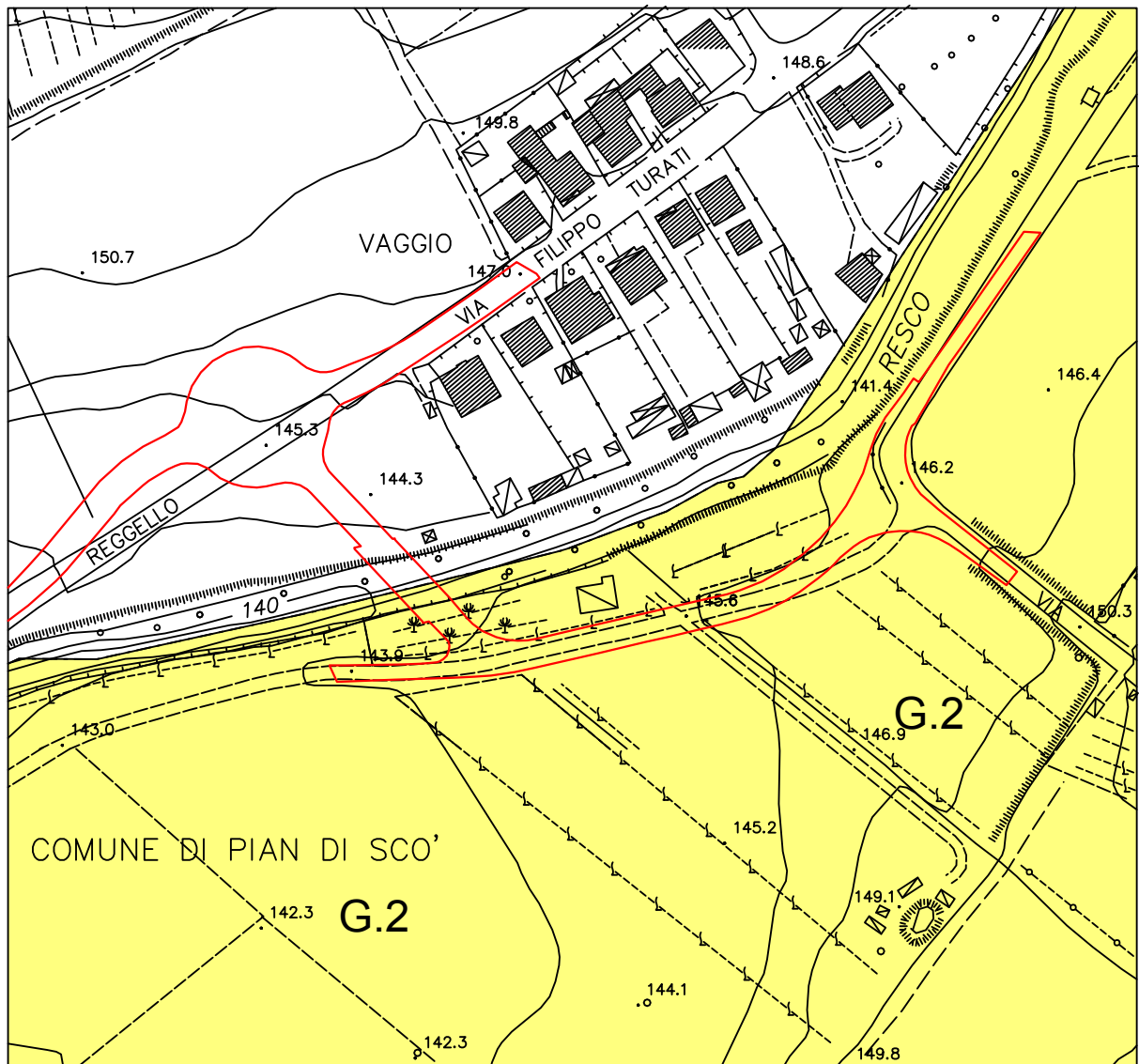
| | |
|-----------------|---|
| 18/07/18 | <i>Dott. Marco Marzupini</i> |
| |  |
| | <i>Id 411245180718334H92</i> |

SEZIONE GEOTECNICA

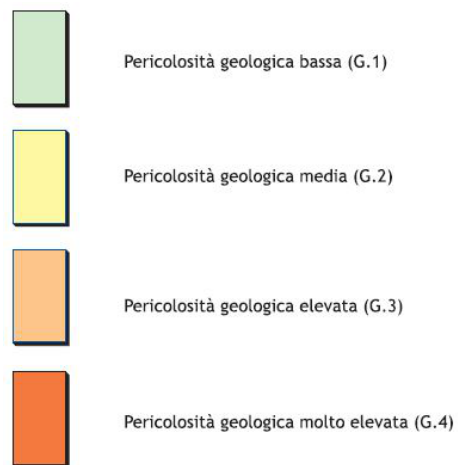


LEGENDA

-  Alternanze di limi sabbiosi e sabbie limose (A)
-  Ciottolami e sabbie grossolane con ghiaie (B)
-  Alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi (C)
-  Alternanza di limi argillosi , argille limose e sabbie limoso argillose (D)
-  Falda

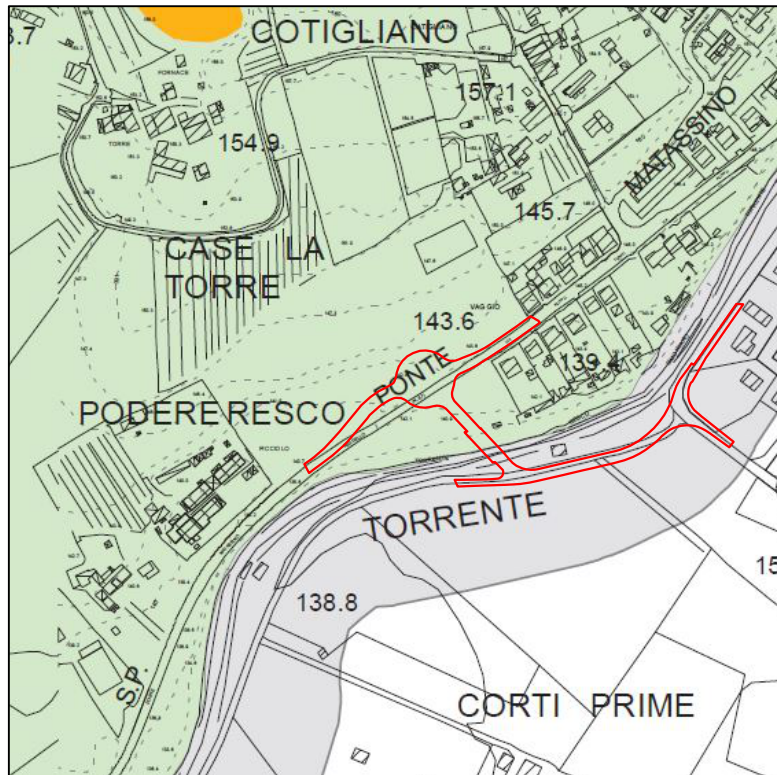


SCALA 1:2.000



 Area in oggetto

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA
(Estratta da P.S. - Tav. 11.3 - modificata)



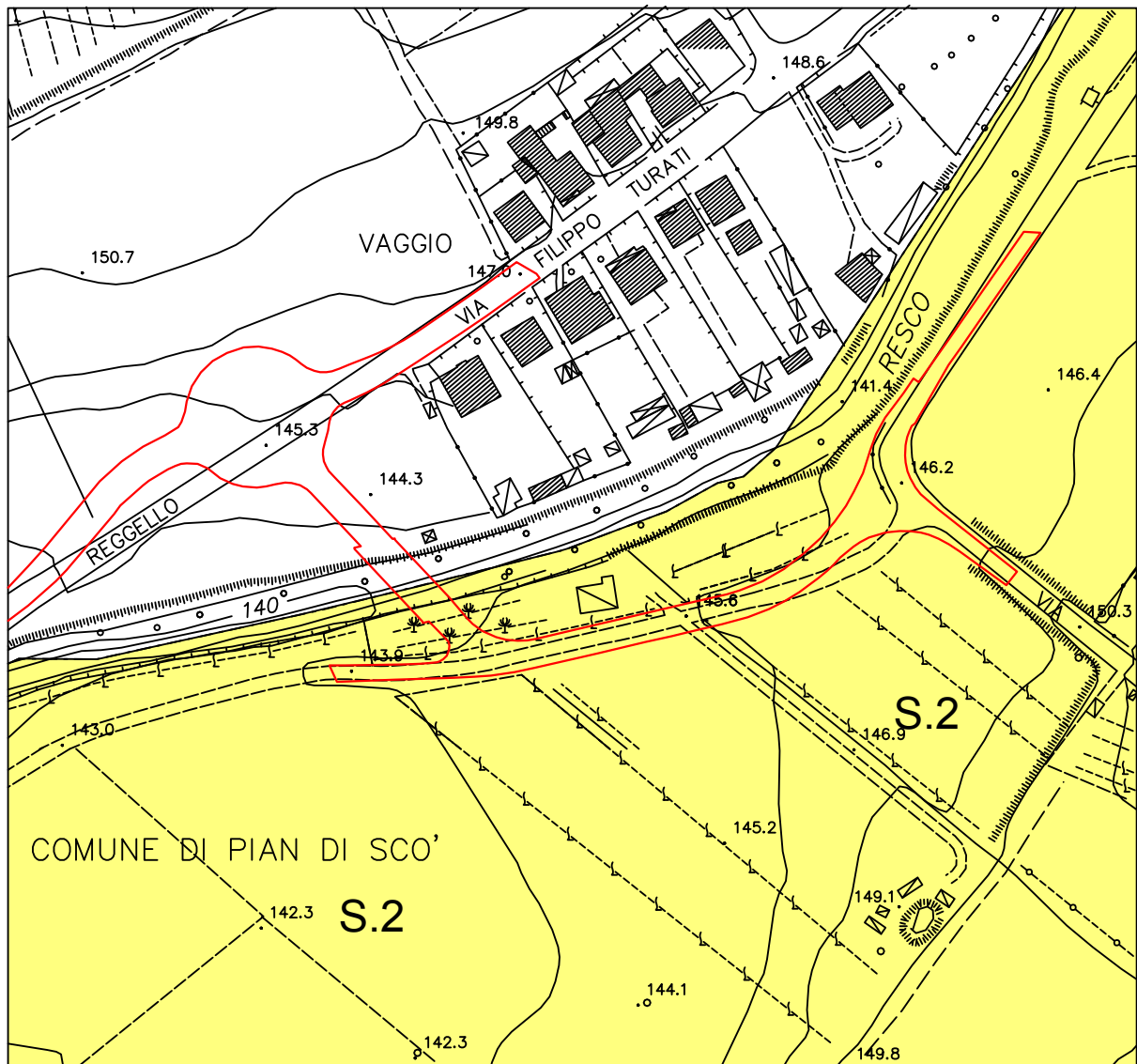
Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

- Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.
 Comprendono le aree P.F.4. (pericolosità molto elevata da frana) del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Arno.
- Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versante con pendenze superiori al 25%.
 Comprendono le aree P.F.3 (pericolosità elevata da frana) del Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Arno.
- Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versante con pendenze inferiori al 25%.
- Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

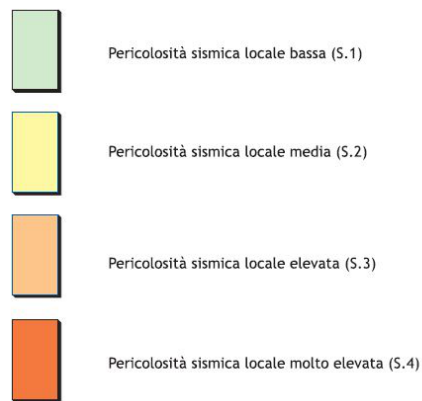


Area in oggetto

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA
(Estratta da P.S. - Tav. T.GEO 05 - SW)**

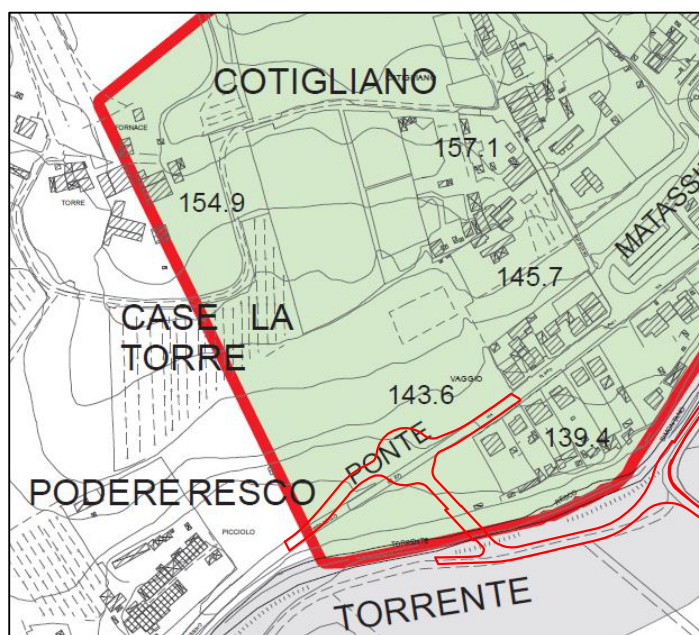


SCALA 1:2.000



Area in oggetto

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
 (Estratta da P.S. - Tav. 13.3 - modificata)



LEGENDA

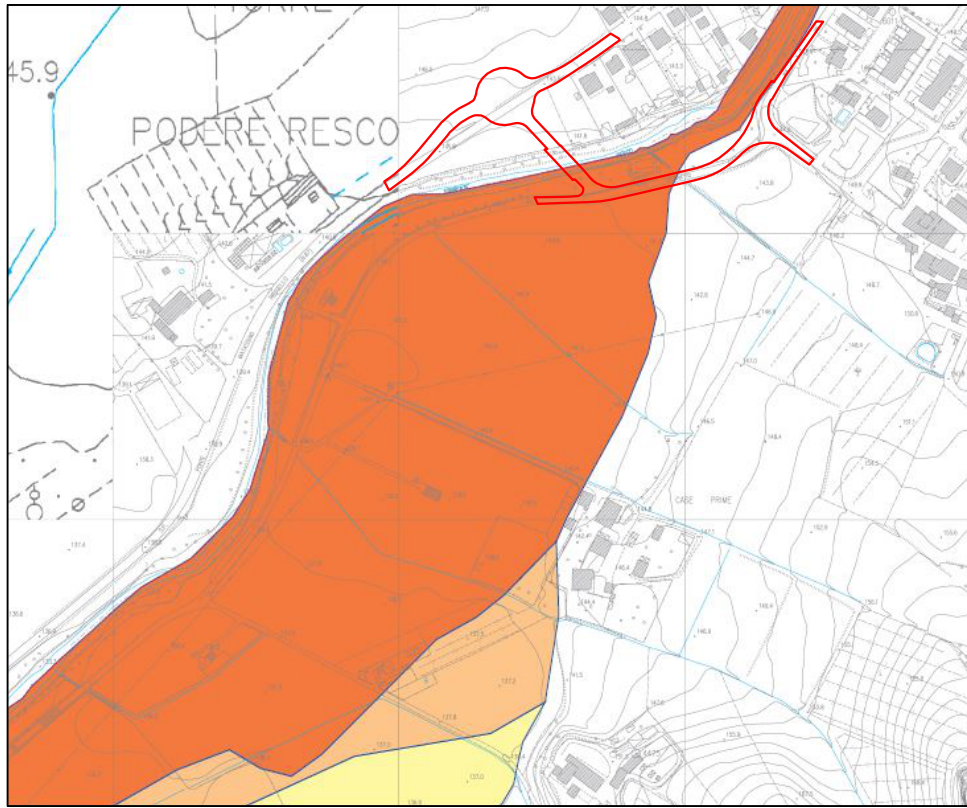
Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

- Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**
 Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;
- Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**
 Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dare luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contenuto di impedenza sismica atteso fra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.
- Pericolosità sismica locale media (S.2)**
 Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)
- Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**
 Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

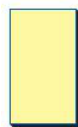


Area in oggetto

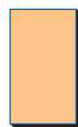
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
(Estratta da P.S. - Tav. T.GEO 11 B)



SCALA 1:5.000



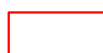
Pericolosità idraulica media (L.2)



Pericolosità idraulica elevata (L.3)

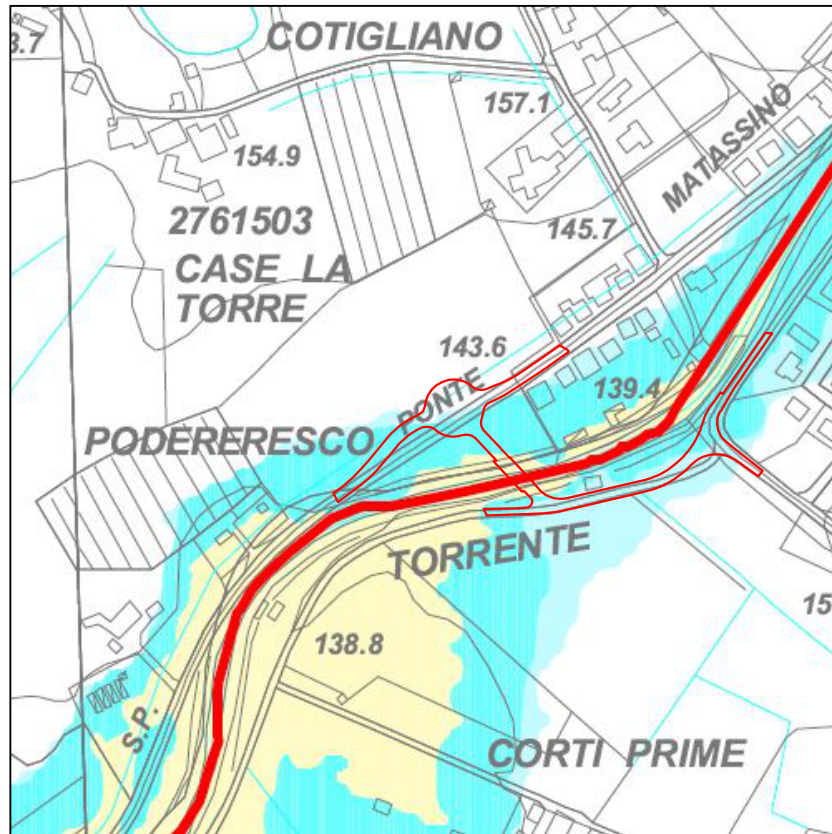


Pericolosità idraulica molto elevata (L.4)



Area in oggetto

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA
(Estratta da P.S. - Tav. 12.3)



LEGENDA

Pericolosità ai sensi del 53/R:

 I.4

 I.3

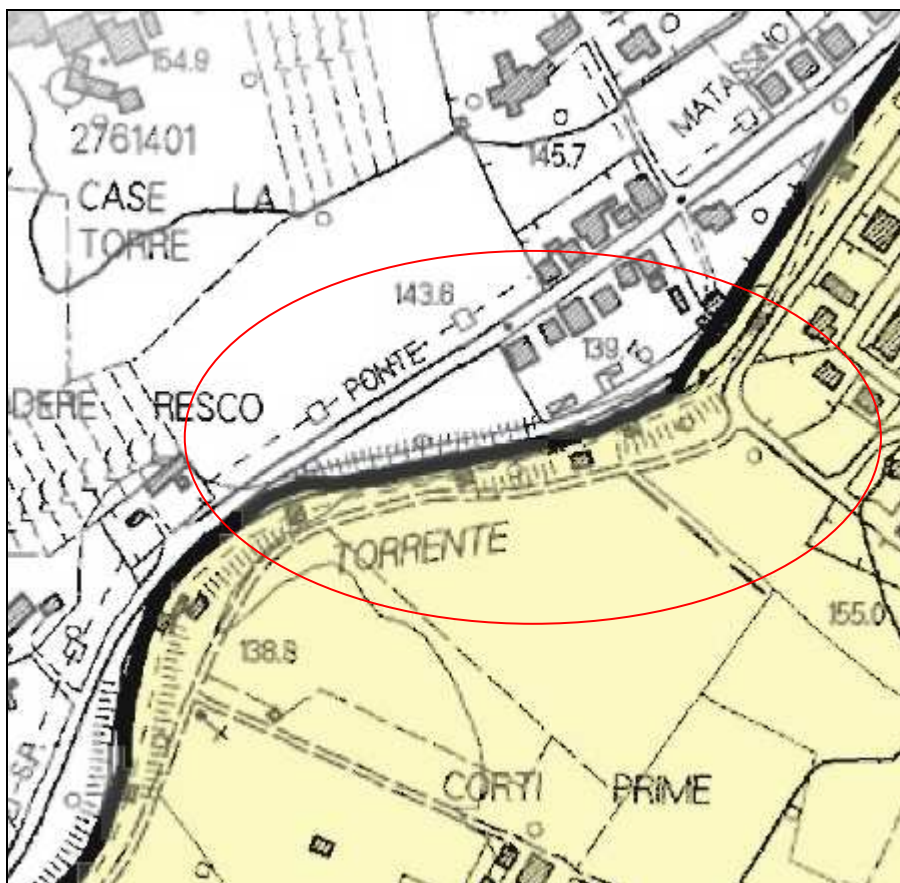
 I.2






Area in oggetto

PLANIMETRIA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
AI SENSI DEL REG. 53/R (Estratta da P.S. - Tav. T.IDR 06 - SW)





**ESTRATTI DEL NUOVO PIANO STRUTTURALE ADOTTATO
DEL COMUNE DI CASTELFRANCO PIAN DI SCÒ**



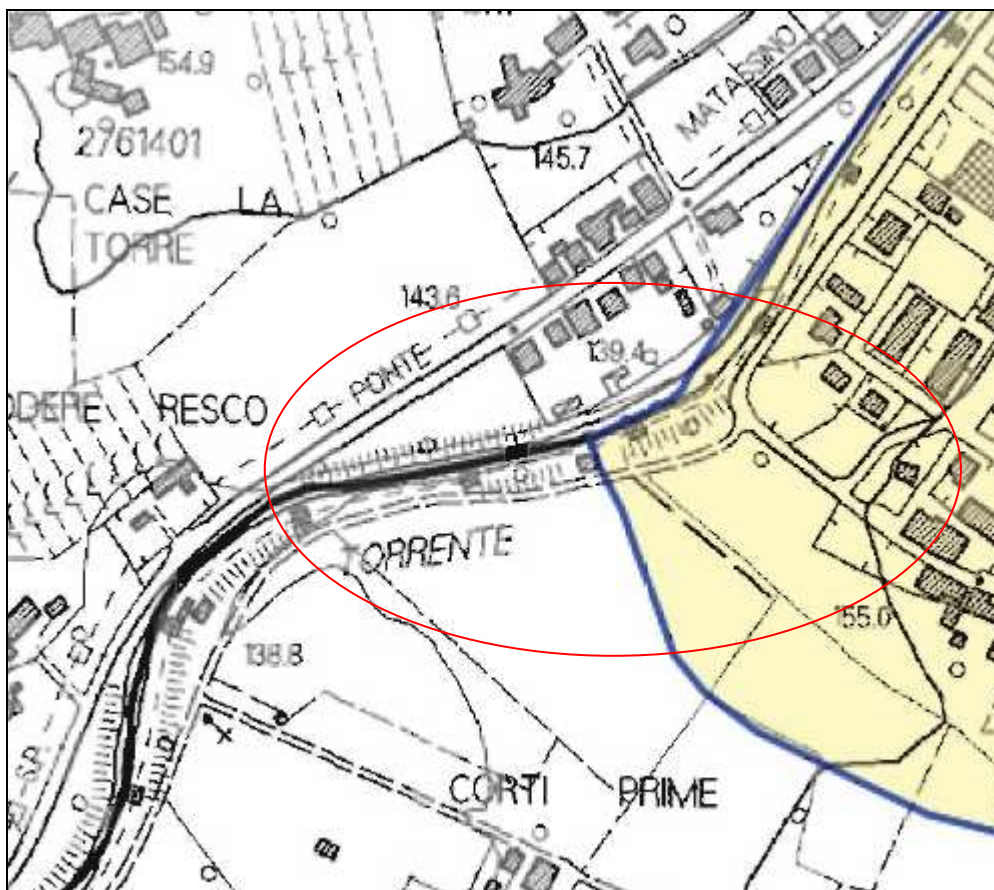
PERICOLOSITA' AI SENSI DEL PAI DEL BACINO DEL FIUME ARNO

-  PF2 - Aree a pericolosità media e moderata da processi geomorfologici di versante e da frana
-  PF3 - Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante e da frana
-  PF4 - Aree a pericolosità molto elevata da processi geomorfologici di versante e da frana

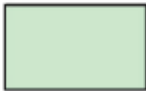


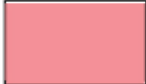
PERICOLOSITA' GEOLOGICA D.P.G.R.53/R/2011

-  G1 - Pericolosità Geologica bassa
-  G2 - Pericolosità Geologica media
-  G3 - Pericolosità Geologica elevata
-  G4 - Pericolosità Geologica molto elevata

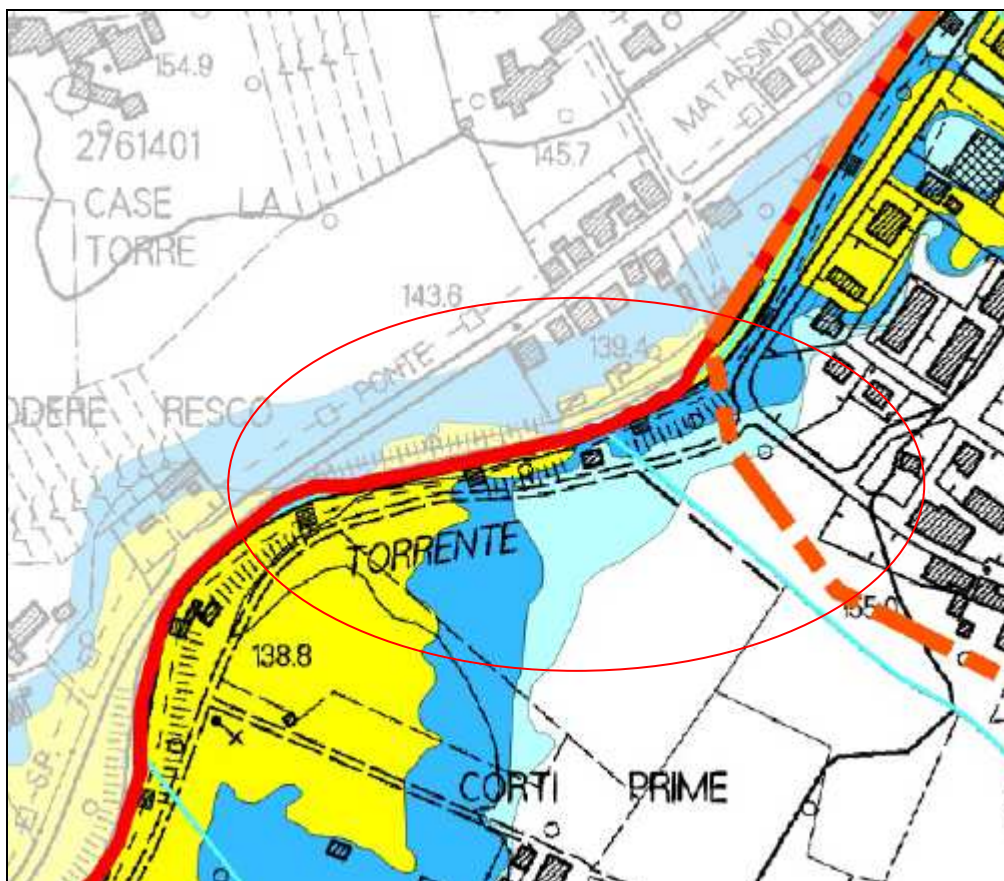
**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA
(ESTRATTO DA – TAVOLA H2 – QUADRANTE SUD ALLEGATA AL P.S. ADOTTATO)**



PERICOLOSITA' SISMICA D.P.G.R.53/R/2011

-  Pericolosità sismica locale bassa (S.1)
-  Pericolosità sismica locale elevata (S.3)
-  Pericolosità sismica locale media (S.2)
-  Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA
(ESTRATTO DA – TAVOLA I, ALLEGATA AL P.S. ADOTTATO)**



Aree a pericolosità idraulica
LRT 41/2018 e DPGR n.53/R del 25 Ottobre 2011

- I2 - Pericolosità Idraulica media (Reg. 53/R - Tr500)
- Aree a Pericolosità per alluvioni poco frequenti
- Aree a Pericolosità per alluvioni frequenti

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA
(ESTRATTO DA – TAVOLA QC.I 02S, ALLEGATA AL P.S. ADOTTATO)

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo semplificato

Metodo di Youd e Idris (2001)

PARAMETRI:

| | | | |
|-------------------------|---|------|--------------------|
| γ | = | 1,9 | g/cm ³ |
| σ _{vo} | = | 0,76 | kg/cm ² |
| σ _{vo'} | = | 0,76 | kg/cm ² |
| profondità dello strato | = | 400 | cm |
| N _{SPT} | = | 24 | |
| profondità falda | = | 400 | cm |
| γ H ₂ O | = | 1,0 | g/cm ³ |
| Pressione neutra | = | 0,0 | kg/cm ² |
| z | = | 4 | m |

| | |
|----|------------------------------------|
| R= | Resistenza al taglio mobilizzata |
| T= | Sforzo di taglio indotto dal sisma |

FORMULE:

$$N_a = N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_f$$

| | | |
|----------------|---|---|
| N _f | = | 5 |
|----------------|---|---|

$$R = 0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{14}]$$

$$T = 0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo}')) * r_d$$

| | | |
|---------------------|---|------|
| a _{max} /g | = | 0,22 |
|---------------------|---|------|

| | | |
|----------------|---|--------|
| r _d | = | 0,9694 |
|----------------|---|--------|

| | | | |
|--------|---|-----|-----------------------------|
| Fs=R/T | > | 1,3 | Sabbie sciolte |
| | > | 1,5 | Sabbie mediamente addensate |

RISULTATI:

| | | |
|---|-------------|----------------|
| = | 32,94520548 | N _a |
|---|-------------|----------------|

| | | |
|---|-------------|---|
| = | 3,740682242 | R |
|---|-------------|---|

| | | |
|---|-----------|---|
| = | 0,1386242 | T |
|---|-----------|---|

| | | |
|---|-------------|---------------|
| = | 26,98433781 | Verificato Fs |
| | | Verificato Fs |

"Software Freeware distribuito da geologi.it"
 Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco
 Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -
 E mail: sebastiano.monaco@inwind.it - Tel: 3394103820

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo semplificato

Metodo di Youd e Idris (2001)

PARAMETRI:

| | | | |
|-------------------------|---|------|--------------------|
| γ | = | 1,9 | g/cm ³ |
| σ _{vo} | = | 0,95 | kg/cm ² |
| σ _{vo'} | = | 0,85 | kg/cm ² |
| profondità dello strato | = | 500 | cm |
| N _{SPT} | = | 24 | |
| profondità falda | = | 400 | cm |
| γ H ₂ O | = | 1,0 | g/cm ³ |
| Pressione neutra | = | 0,1 | kg/cm ² |
| z | = | 5 | m |

| | |
|----|------------------------------------|
| R= | Resistenza al taglio mobilizzata |
| T= | Sforzo di taglio indotto dal sisma |

FORMULE:

$$N_a = N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_f$$

| | | |
|----------------|---|---|
| N _f | = | 5 |
|----------------|---|---|

$$R = 0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{14}]$$

$$T = 0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) * r_d$$

| | | |
|---------------------|---|------|
| a _{max} /g | = | 0,22 |
|---------------------|---|------|

| | | |
|----------------|---|---------|
| r _d | = | 0,96175 |
|----------------|---|---------|

| | | | |
|--------|---|-----|-----------------------------|
| Fs=R/T | > | 1,3 | Sabbie sciolte |
| | > | 1,5 | Sabbie mediamente addensate |

RISULTATI:

| | | |
|---|-------------|----------------|
| = | 31,32258065 | N _a |
|---|-------------|----------------|

| | | |
|---|-------------|---|
| = | 2,690962455 | R |
|---|-------------|---|

| | | |
|---|-------------|---|
| = | 0,153710279 | T |
|---|-------------|---|

| | | |
|---|-------------|---------------|
| = | 17,50671761 | Verificato Fs |
| | | Verificato Fs |

"Software Freeware distribuito da geologi.it"
 Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco
 Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -
 E mail: sebastiano.monaco@inwind.it - Tel: 3394103820

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo semplificato

Metodo di Youd e Idris (2001)

PARAMETRI:

| | | | |
|-------------------------|---|------|--------------------|
| γ | = | 1,9 | g/cm ³ |
| σ _{vo} | = | 1,14 | kg/cm ² |
| σ _{vo'} | = | 0,94 | kg/cm ² |
| profondità dello strato | = | 600 | cm |
| N _{SPT} | = | 24 | |
| profondità falda | = | 400 | cm |
| γ H ₂ O | = | 1,0 | g/cm ³ |
| Pressione neutra | = | 0,2 | kg/cm ² |
| z | = | 6 | m |

| | |
|----|------------------------------------|
| R= | Resistenza al taglio mobilitata |
| T= | Sforzo di taglio indotto dal sisma |

FORMULE:

$$N_a = N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_f$$

| | | |
|----------------|---|---|
| N _f | = | 5 |
|----------------|---|---|

$$R = 0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{14}]$$

$$T = 0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) * r_d$$

| | | |
|---------------------|---|------|
| a _{max} /g | = | 0,22 |
|---------------------|---|------|

| | | |
|----------------|---|--------|
| r _d | = | 0,9541 |
|----------------|---|--------|

| | | | |
|--------|---|-----|-----------------------------|
| Fs=R/T | > | 1,3 | Sabbie sciolte |
| | > | 1,5 | Sabbie mediamente addensate |

RISULTATI:

| | | |
|---|-------------|----------------|
| = | 29,87804878 | N _a |
|---|-------------|----------------|

| | | |
|---|-------------|---|
| = | 1,992901517 | R |
|---|-------------|---|

| | | |
|---|-----------|---|
| = | 0,1654653 | T |
|---|-----------|---|

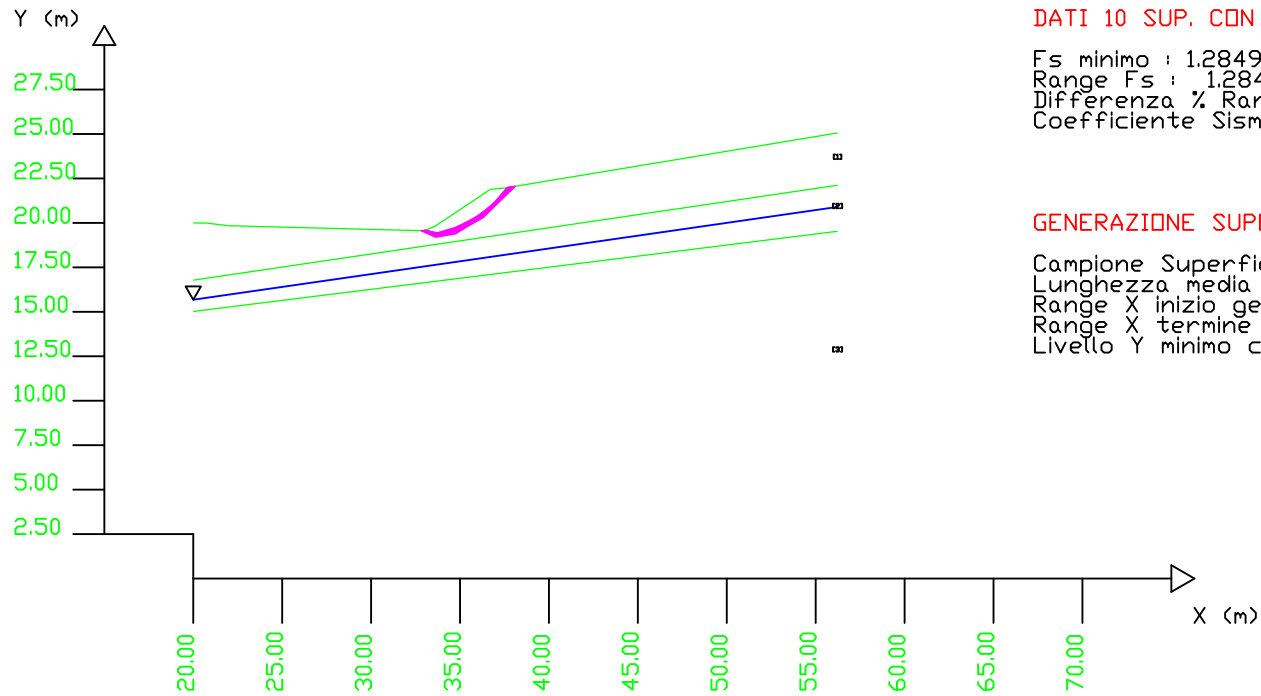
| | | |
|---|-------------|---------------|
| = | 12,04422629 | Verificato Fs |
| | | Verificato Fs |

"Software Freeware distribuito da geologi.it"
 Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco
 Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -
 E mail: sebastiano.monaco@inwind.it - Tel: 3394103820

SSAP 4.9.9 (2018) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 1.5.3 (2018)

Data : 13/3/2019
 Localita' : Vaggio
 Descrizione : Sez.5 rotatoria SP87 - stato di progetto
 [n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2849
 Range Fs : 1.2849 - 1.2942
 Differenza % Range Fs : 0.73
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

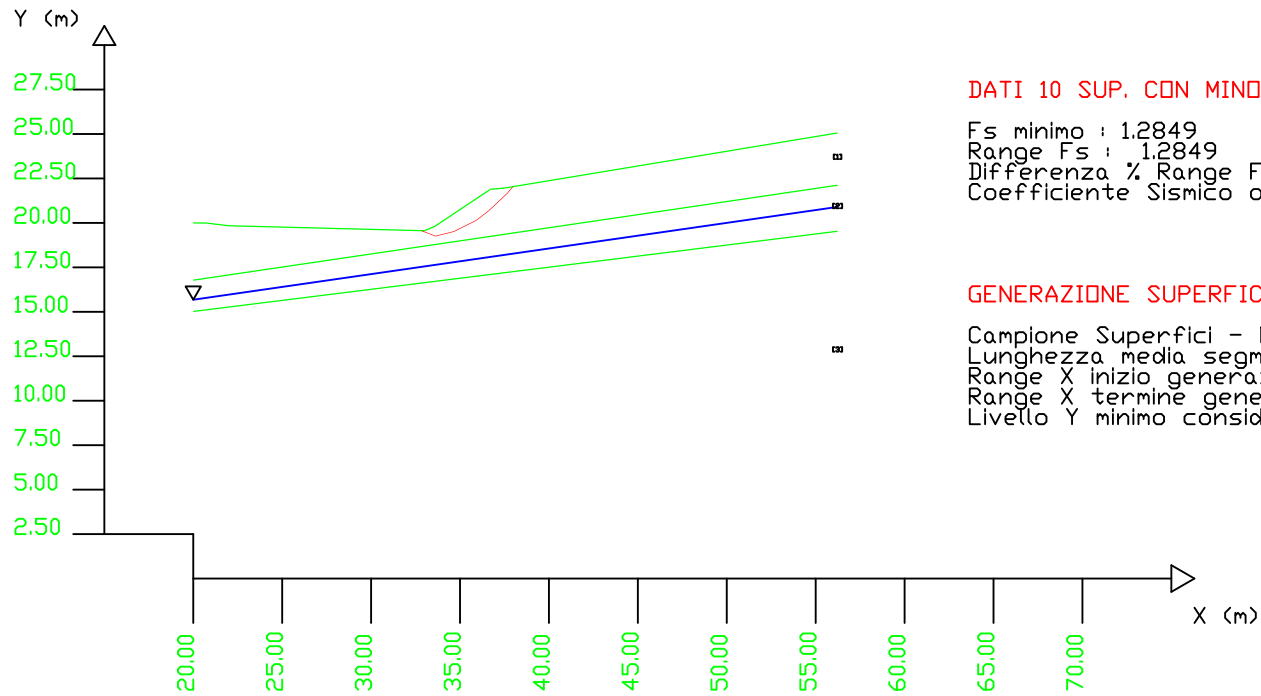
Campione Superfici - N: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.4
 Range X inizio generazione : 20.7 - 53.3
 Range X termine generazione : 24.3 - 55.5
 Livello Y minimo considerato : 6.0

| # Parametri Geotecnici degli strati # | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|-----|----|---|---|---|
| N. | phi' deg | C' kPa | Cu kPa | Gamm kN/m3 | GammSat kN/m3 | sgci MPa | GSI | mi | D | | |
| 1 | 22.10 | 2.40 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 26.50 | 1.00 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 17.00 | 14.40 | 0 | 20.30 | 21.30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

SSAP 4.9.9 (2018) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 1.5.3 (2018)

Data : 13/3/2019
 Localita' : Vaggio
 Descrizione : Sez.5 rotatoria SP87 - stato di progetto
 [n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2849
 Range Fs : 1.2849 - 1.2942
 Differenza % Range Fs : 0.73
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.4
 Range X inizio generazione : 20.7 - 53.3
 Range X termine generazione : 24.3 - 55.5
 Livello Y minimo considerato : 6.0

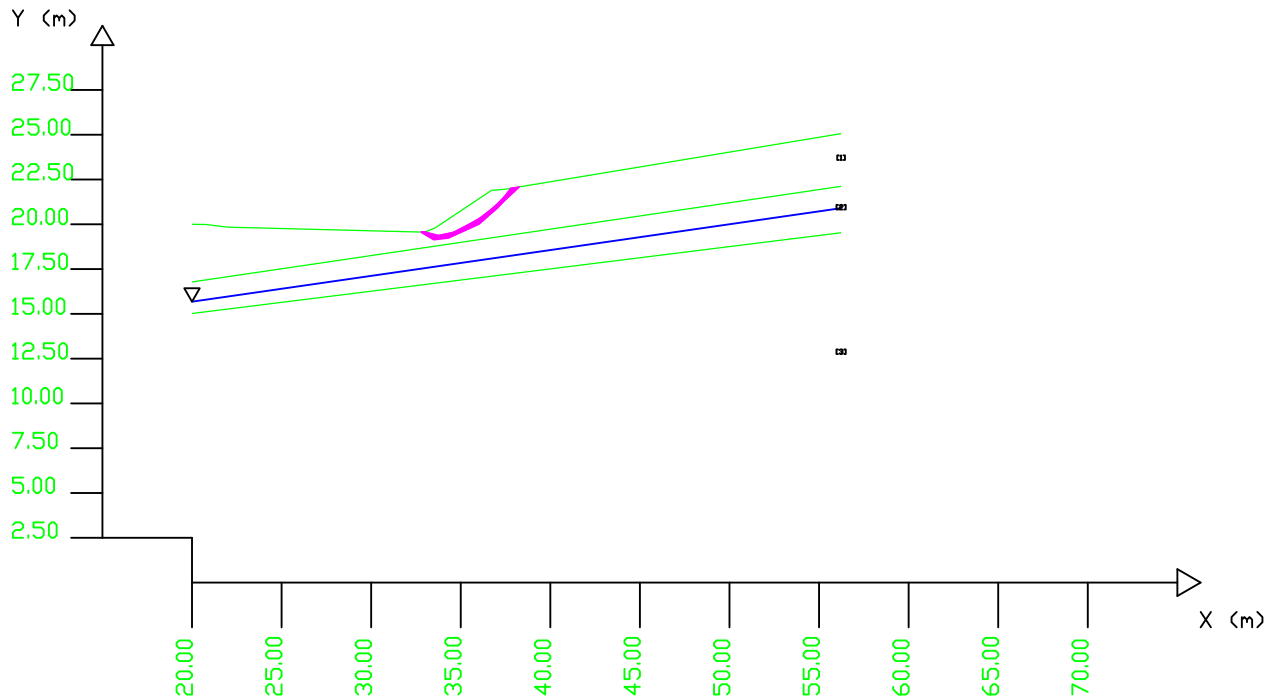
Parametri Geotecnici degli strati

| N. | phi' deg | C' kPa | Cu kPa | Gamm kN/m3 | GammSat kN/m3 | sgci MPa | GSI | mi | D |
|----|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|-----|----|---|
| 1 | 22.10 | 2.40 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 26.50 | 1.00 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 17.00 | 14.40 | 0 | 20.30 | 21.30 | 0 | 0 | 0 | 0 |

SSAP 4.8.0 (2016) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 1.4.2 (2016)

Data : 26/10/2018
 Localita' : Vaggio
 Descrizione : Sez.5 rotatoria SP87 - stato di progetto con sisma
 [n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1443
 Range Fs : 1.1443 1.1543
 Differenza % Range Fs : 0.87
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0530

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.4
 Range X inizio generazione : 20.0 - 52.6
 Range X termine generazione : 23.6 - 55.5
 Livello Y minimo considerato : 6.0

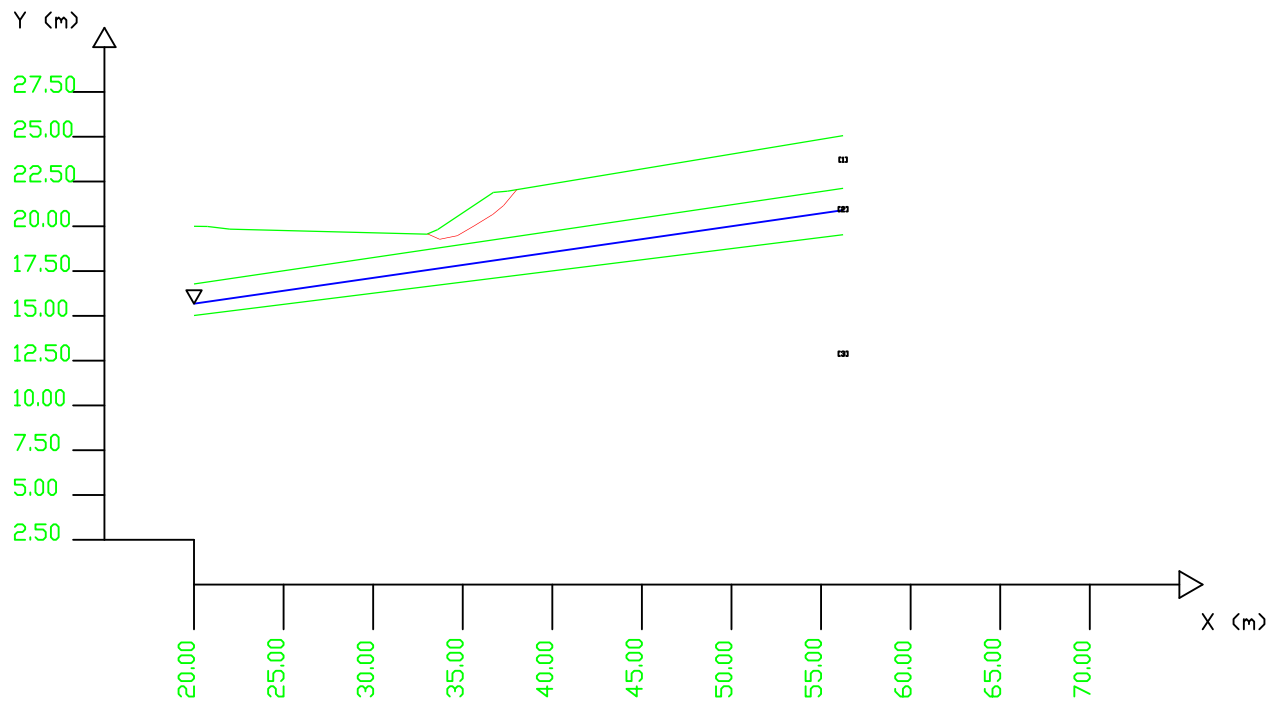
Parametri Geotecnici degli strati

| N. | phi` deg | C` kPa | Cu kPa | Gamm kN/m3 | GammSat kN/m3 | sgci MPa | GSI | mi | D |
|----|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|-----|----|---|
| 1 | 22.10 | 2.40 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 26.50 | 1.00 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 17.00 | 14.40 | 0 | 20.30 | 21.30 | 0 | 0 | 0 | 0 |

SSAP 4.8.0 (2016) - Slope Stability Analysis Program
 Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
 SSAP/DXF generator rel. 1.4.2 (2016)

Data : 26/10/2018
 Localita' : Vaggio
 Descrizione : Sez.5 rotatoria SP87 - stato di progetto con sisma
 [n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)



DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1443
 Range Fs : 1.1443 1.1543
 Differenza % Range Fs : 0.87
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0530

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 10000
 Lunghezza media segmenti (m) : 1.4
 Range X inizio generazione : 20.0 - 52.6
 Range X termine generazione : 23.6 - 55.5
 Livello Y minimo considerato : 6.0

Parametri Geotecnici degli strati

| N. | phi' deg | C' kPa | Cu kPa | Gamm kN/m3 | GammSat kN/m3 | sgci MPa | GSI | mi | D |
|----|-------------|-----------|-----------|---------------|------------------|-------------|-----|----|---|
| 1 | 22.10 | 2.40 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 26.50 | 1.00 | 0 | 18.60 | 19.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 17.00 | 14.40 | 0 | 20.30 | 21.30 | 0 | 0 | 0 | 0 |