



# COMUNE DI COLLESALVETTI

(LIVORNO)

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 64,8MW IN LOC. COLLESALVETTI VIA DELLO ZANNONE



---

Relazione geologica e di modellazione sismica  
(D.M. 17/01/18 – N.T.A. DEL. C.I. 185/04 - D.P.G.R. 1/R)

**RICHIEDENTE:** D.C.C. srl

**GEOLOGO :** Dott. PAOLO GIANI

**OTTOBRE 2023**

## PREMESSA

*In ottemperanza al D.M. 17.1.18 viene redatta la presente relazione geologica relativa alla realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 64,8MW nel comune di Collesalvetti Via dello Zannone.*

*Il presente studio verifica in primo luogo la fattibilità urbanistica dell'intervento edilizio nei riguardi delle normative comunali e sovracomunali e in secondo luogo definisce stratigrafia e parametri geotecnici del terreno.*

*L'indagine di riferimento è consistita in n. 20 prove penetrometriche statiche effettuate in loco, mentre la classificazione del suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto viene definita a partire da nr 3 indagini sismiche effettuate anch'esse entro l'area di intervento, pertanto in accordo con le disposizioni contenute nel D.P.G.R. n. 1/R, essendo le opere in progetto in classe di indagine 1 (cabine di trasformazione).*

*Nel caso specifico, essendo il sito ricadente in zona sismica 3s, si rimanda al progetto strutturale per la verifica agli stati limite di cui al § 2.6 delle N.T.C.*

## **- 1.NORME SOVRAORDINATE AL P.R.G. SUL RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO**

Facendo riferimento agli elaborati di base esistenti risulta che:

- per quanto attiene il **PROGETTO DI PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO** approvato dal *Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno* (DPCM 6/05/2005) l'area non rientra in zone classificate a geomorfologica elevata o molto elevata (vedi stralci cartografici allegati).
- Nella cartografia a supporto del **P.G.R.A.** (Piano di gestione del rischio alluvioni, redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n.

49, adottato in data 17/12/2015) l'area in esame risulta in parte compresa entro la perimetrazione di aree a pericolosità di alluvione bassa (1), in parte a pericolosità media (2) ed in parte a pericolosità elevata (3)

- In relazione alle misure di salvaguardia adottate dalla Regione Toscana in materia di rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua (**L.R. 41/2018**) si rileva che l'area di imposta delle opere in progetto è esterna alle fasce della larghezza di 10 metri dai cigli di sponda o dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua censiti nel comune di Collesalveti, per cui non è soggetta ai vincoli di cui all' art. 1.

## 2.CARTOGRAFIA DI PIANO STRUTTURALE

L'area di intervento risulta classificata come segue nello strumento Urbanistico vigente:

➤ **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

(CLASSE G2- PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA)

*Sottoclasse 2b: Pericolosità medio-elevata*



Comprende le aree di pianura con sottosuolo eterogeneo, caratteristiche geotecniche da basse a scadenti, soggette a fenomeni di ristagno, le aree collinari in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati naturalmente o artificialmente (paleofrane, coltri detritiche, riporti antropici etc.) i cui elementi geomorfologici, litologici, idrogeologici e giaciturali hanno una medio-bassa propensione al dissesto (statico e gravitativo).

➤ **PERICOLOSITA' IDRAULICA**

DA CORSI D'ACQUA SECONDARI

L'area in esame risulta in parte compresa (ai sensi del DPGR 53/R) entro la perimetrazione di aree a pericolosità di alluvione MEDIA (P.I. 2), in parte a pericolosità ELEVATA (P.I. 3) ed in parte a pericolosità MOLTO ELEVATA (P.I. 4)

DA CANALE SCOLMATORE

L'area in esame risulta compresa (ai sensi del DPGR 53/R) entro la perimetrazione di aree a pericolosità di alluvione ELEVATA (P.I. 3).

➤ **PERICOLOSITA' SISMICA**

L'area in esame, contigua all'area denominata "il Faldo" nella cartografia di pericolosità sismica redatta ai sensi del DP.G.R.26/R) è classificabile a pericolosità sismica elevata S3 (vedasi stralcio relativo allegato)

*(CLASSE S3- PERICOLOSITA' SISMICA ELEVATA)*

*Ricadono in questa classe "...aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti (2A) e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (2B) per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi (4); terreni soggetti a liquefazione dinamica (5) in comuni a media-elevata sismicità (zone 3s); zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (8); zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici (9, 10, 11) in comuni a media-elevata sismicità (zone 2 e 3s); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche significativamente diverse (12); presenza di faglie e/o contatti tettonici (13)".*

L'area di intervento risulta classificata come segue nello strumento Urbanistico vigente:

**-PERICOLOSITA' IDRAULICA**

L'area in esame risulta in parte compresa entro la perimetrazione di aree a pericolosità di alluvione bassa (1), in parte a pericolosità media (2) ed in parte a pericolosità elevata (3)

La carta dei battenti con TR=200anni attribuisce un battente massimo alla porzione ovest-nordovest del sito pari a 0,75mt.

**-PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; 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 versanti con pendenze superiori al 25%.

*-PERICOLOSITA' SISMICA*

**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 dar 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 deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

### **3.FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO EDILIZIO**

Di seguito si valutano pertanto le condizioni di fattibilità dell' intervento alla luce dei criteri di definizione del grado di rischio geomorfologico, idraulico e sismico locale stimato sulla base dei criteri definiti dalle discipline sul rischio geomorfologico idraulico e sismico.

#### FATTIBILITA' IDRAULICA

Ai sensi del D.P.G.R. 53/r l'intervento è disciplinato al punto 3.2.2.1 lettera m): “possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità”.

Ai sensi della L.R. 41/18 l'intervento è disciplinato all'art.13 (Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite) comma 4 lettera d (impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché

l'adeguamento e l'ampliamento di quelli esistenti, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);)

L'intervento in esame è pertanto fattibile dal punto di vista idraulico prevedendo gli impianti oltre il battente massimo con tempo di ritorno duecentennale (0,75mt) e "compensando" i volumi d'acqua "spostati" dalle nuove opere (cabine di trasformazione) laddove ubicate entro le aree inondabili per tempi di ritorno inferiori o uguali a 200 anni.

#### FATTIBILITA' GEOLOGICA

Nel caso specifico, per ovvi motivi plano-altimetrici non devono essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

#### FATTIBILITA' SISMICA

L'accertamento sismico sitospecifico mediante indagini Masw consente di attribuire all'area di intervento la Categoria C di suolo di fondazione.

### **3.GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO**

La conformazione morfologica della zona è totalmente pianeggiante con quote assolute livellate poco sopra il livello del mare (2-3,5m s.l.m.), le quali degradano complessivamente verso ovest con pendenze molto basse, inferiori all'1%.

La geologia di superficie è costituita da sedimenti alluvionali olocenici, di prevalente composizione silico-clastica, caratterizzati dall'alternanza di limi sabbiosi sciolti o poco addensati ed argille limose di media plasticità e consistenza. Tali depositi olocenici sono legati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella Pianura di Pisa durante la deglaciazione postwurmiana che ha prodotto la risalita del livello del mare. In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuale (e a quelli antichi), sabbie accumulate durante le esondazioni del passato; nelle zone più lontane dai fiumi, invece, che sono rimaste leggermente depresse e quindi soggette ad impaludamenti, sono più diffuse le argille e le torbe dato che le esondazioni vi trasportavano solo i materiali più fini. I suoli

superficiali, nelle zone dove prevalgono sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale. Nei siti dove invece prevalgono sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la circolazione delle acque piovane si concentra nel primo metro provocando nei periodi molto umidi saturazioni e ristagni temporanei.

Nel tempo si sono verificate ampie modifiche del tracciato del fiume principale; da immagini da satellite sono stati infatti rilevati numerosi tratti di alvei fluviali abbandonati per naturale evoluzione del corso fluviale, nonché paleoalvei sepolti che testimoniano una significativa variazione del regime di deposizione e quindi una notevole eteropia laterale dei sedimenti alluvionali. Per quanto riguarda l'idrogeologia, nell'area esiste una attiva circolazione idrica sotterranea spiegabile con la presenza di una falda freatica regionale direttamente alimentata dalle piogge e dalla filtrazione laterale delle acque dell'Arno e dei canali principali; da essa attingono i pozzi a sterro localizzati presso molti dei fabbricati rurali e non dispersi nella pianura. La circolazione sotterranea, pur modesta, interessa esclusivamente gli strati sabbiosi e limo-sabbiosi a maggiore permeabilità, per cui, data la notevole vicinanza dei medesimi, origina modeste falde sospese separate da livelli argillosi, saturi ma improduttivi.

Nei fori di alcuni dei saggi geognostici effettuati in loco è stata rilevata presenza di acqua a profondità comprese tra 3 e 4 metri indicativi di una certa circolazione freatica possibile nei sedimenti misto granulari limosi intercalati alle argille presenti in massima parte nei primi metri di sottosuolo.

#### **4. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO**

##### 4.1 – Stratigrafia e parametrizzazione geomeccanica

Le prove effettuate, unitamente alle informazioni geologiche desunte dalle osservazioni sui luoghi, consente di caratterizzare il sottosuolo di intervento, differenziandolo nei livelli a diverso grado di addensamento. Sulla base delle correlazioni empiriche e semiempiriche proposte dalla letteratura specializzata ed in ragione della diversa resistenza geomeccanica dei

terreni rilevati, si sono quindi attribuiti i parametri geotecnici ai vari litotipi differenziati nel sottosuolo dell'area sottoposta ad indagine.

L'interpretazione sotto riportata risente della naturale approssimazione caratteristica delle prove indirette, per cui la definizione litologica, derivando da correlazioni empiriche, può talvolta non rispondere alla realtà; la stratigrafia dedotta dalle indagini è stata correlata, per quanto possibile, con l'osservazione diretta del terreno rimasto sulle aste penetrometriche.

Trattandosi di un sito complesso dal punto di vista sedimentologico, nel quale sono possibili variazioni frequenti di litologie sia in senso orizzontale che verticale, come evidenziano peraltro le numerose prove penetrometriche effettuate, non è possibile definire su un'area così vasta una sequenza litostratigrafica univoca.

Gli orizzonti litologici con differenti caratteristiche geotecniche individuabili lungo le verticali d'indagine sono stati differenziati sulla base dei valori di resistenza alla punta ( $Q_c$ ) come segue:

**LITOTIPO A: LIMI ORGANICI DI BASSA CONSISTENZA ( $Q_c=6-10\text{Kg/cmq}$ )**

In relazione ai parametri meccanico-fisici del LITOTIPO A possono essere derivati i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta	$6 < Q_c < 10 \text{Kg/cmq}$
- Coesione non drenata	$C_u = 0,2-0,35 \text{kg / cmq}$
- Peso di volume	$\gamma = 1.5-1.6 \text{ kg/dmc}$
- Modulo di deformazione edometrico	$9 < M_o < 35 \text{ Kg/cmq}$

**LITOTIPO B: LIMI ARGILLO-SABBIOSI DI MEDIA CONSISTENZA ( $Q_c=10-20\text{Kg/cmq}$ )**

In relazione ai parametri meccanico-fisici del LITOTIPO B possono essere derivati i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta	$10 < Q_c < 20 \text{Kg/cmq}$
- Coesione non drenata	$C_u = 0,4-0,8 \text{kg / cmq}$

- Peso di volume  $\gamma = 1.7-1.9 \text{ kg/dmc}$
- Modulo di deformazione edometrico  $40 < Mo < 60 \text{ Kg/cmq}$

**LITOTIPO C: ARGILLE LIMOSE DI BUONA CONSISTENZA ( $Qc=20-30\text{Kg/cmq}$ )**

In relazione ai parametri meccanico-fisici del LITOTIPO C possono essere derivati i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta  $20 < Qc < 30 \text{ Kg/cmq}$
- Coesione non drenata  $Cu = 0,8-1,2 \text{ kg/cmq}$
- Peso di volume  $\gamma = 1.8-1.9 \text{ kg/dmc}$
- Modulo di deformazione edometrico  $60 < Mo < 90 \text{ Kg/cmq}$

**LITOTIPO D: SABBIE LIMOSE MEDIAMENTE ADDENSATE ( $Qc=50-100\text{Kg/cmq}$ )**

In relazione ai parametri meccanico-fisici del LITOTIPO D possono essere derivati i seguenti valori:

- Resistenza statica alla punta  $50 < Qc < 100 \text{ Kg/cmq}$
- Angolo di attrito  $\phi = 31^\circ-34^\circ$
- Peso di volume  $\gamma = 1.85-1.95 \text{ kg/dmc}$
- Modulo di deformazione edometrico  $160 < Mo < 300 \text{ Kg/cmq}$

## 5 ASPETTI SISMICI ED AZIONI SISMICHE

### 5.1 Zonizzazione sismica dell'area

In relazione alle disposizioni dell'aggiornamento delle *norme tecniche per le costruzioni* (D.M. 17.01.2018), la stima della pericolosità sismica è effettuata con approccio "sito dipendente". L'azione sismica di progetto viene definita in funzione della pericolosità di base del sito. I caratteri del moto sismico (su sito di riferimento rigido orizzontale) sono descritti

dalla distribuzione su territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $PV_R$ :

$a_g$  = *accelerazione massima al sito*

$F_0$  = *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*

$T_c^*$  = *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, mentre  $F_0$  e  $T_c^*$  sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo del sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Vengono pertanto determinati *categoria di suolo di fondazione e categoria topografica* e relativi *coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica*. In questo caso per la loro definizione è stata condotta una specifica prospezione geofisica utilizzando la metodologia MASW e l'analisi del locale andamento topografico.

#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio  $V_s$  tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici".

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo della relativa relazione.

## **5.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche**

### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle NTC 2018.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:  $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;  $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

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

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme (NTC 2018). Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Per la determinazione del parametro  $V_{S,eq}$  e definizione della categoria di suolo di fondazione del sito di progetto sono state effettuate nr 3 indagini sismiche *in situ* con tecnica *M.A.S.W.*. L'elaborazione dei risultati ha permesso di individuare la corrispondenza tra  $V_{S,eq}$  con  $V_{S30}$  e che nel caso specifico **la categoria di sottosuolo del sito in esame è assimilabile al tipo C** secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018, corrispondente a “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s..” **in un contesto topografico riconducibile alla categoria T1.**

Per i parametri sismici del sito di intervento e per la descrizione dell'indagine sismica si rimanda agli allegati specifici.

### **5.3 Azione sismica**

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e

sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Alle azioni sismiche contribuiscono i *parametri statici*, che dipendono essenzialmente dalla sorgente del terremoto (accelerazione di picco orizzontale al suolo  $a_0$ , intensità macrosismica  $I$ ) ed i *parametri dinamici*, che dipendono dalla posizione e dalle caratteristiche geologiche del sito (fattori di amplificazione  $S$  e  $F_0$ ) e dal periodo dello spettro di risposta (periodi di oscillazione massima del suolo). Entrambi i parametri definiscono la pericolosità sismica dell'area.

Come già accennato, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $PV_R$  come definite nel § 3.2.1 (NTC 2018), nel periodo di riferimento  $VR$ , come definito nel § 2.4 (NTC 2018). In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento  $PV_R$  nel periodo di riferimento  $VR$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_c^*$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

### 5.3.1 Periodo di riferimento

Il primo aspetto da considerare riguarda la definizione del *periodo di riferimento*  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la *vita nominale di progetto*  $V_N$  per il *coefficiente d'uso*  $C_U$ .

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- 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 loro eventuale collasso.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_u$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso specifico, in base a quanto comunicato dal Progettista, si ha:

$$V_r = V_n * C_u = 50 * 0,7 = \mathbf{35 \text{ anni}}$$

### 6.3.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (**SLE**) comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (**SLU**) comprendono:

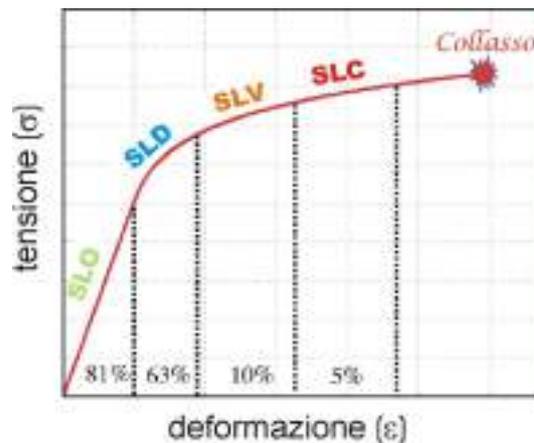
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I.

**Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  in funzione dello stato limite considerato**

Stati Limite	$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%



### 5.3.3 Valutazione dell'azione sismica

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Nelle espressioni per il calcolo degli spettri di risposta elastici in accelerazione, orizzontali e verticale, ai fini della descrizione delle componenti traslazionali indicate (si rimanda al § 3.2.3.2 delle NTC 2018 per dettagli e approfondimenti) compare il coefficiente **S** che tiene conto dell'amplificazione dell'azione sismica dipendente dalla categoria di sottosuolo e dalle condizioni topografiche locali mediante la relazione:  $S = S_s * S_T$

Il coefficiente  $S_s$  (contributo correlato all'assetto stratigrafico) deriva dalla tab 3.2 IV delle NTC 2018:

*Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_p$*

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_p$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_v \cdot \frac{d}{B} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,25}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_v \cdot \frac{d}{B} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_v \cdot \frac{d}{B} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,25}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_v \cdot \frac{d}{B} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$

Il coefficiente  $S_T$  (contributo correlato all'assetto topografico) deriva dalla tabella 3.2.V delle NTC 2018:

*Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

nel caso specifico avremo:  $S_s = 1,5$  (categoria di sottosuolo **C**);  $S_T = 1,0$  (categoria topografica **T1**), da cui  $S = 1,5$

#### **5.3.4 Azioni sismiche: dati di riferimento di base**

Con l'ausilio del programma fornito gratuitamente *on line* dalla ditta *GEOSTRU* sono stati calcolati i parametri sismici riferiti al sito in esame per il due stati limite SLV e SLD, e riportati in allegato.

### **6.RISCHIO SISMICO POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

Il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica, che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare. Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio. Nel caso specifico esaminato in questa sede, l'esistenza costante per la porzione di sottosuolo indagata di litotipi misti associata all'assetto lito-stratigrafico complessivo del locale sottosuolo caratterizzato da eteropie di facies con frequenti variazioni composizionali e granulometriche induce a ritenere che la potenzialità di liquefazione sia del tutto assente per l'area di intervento.

*Rimango a disposizione del Progettista e dello Strutturista per chiarimenti in merito al presente relazionamento e/o per problematiche da valutarsi in fase esecutiva.*

Castel del Bosco, 9/10/2023

*Il Geologo*

## ALLEGATI

PGRA

google.cdr

carta geologica

carta litologica (2004)

carta dati di base

carta idrogeologica (2004)

carta geomorfologica

carta vulnerabilità (2004)

carta della pericolosità geomorfologica (2008)

carta idrogeologica

carta problematiche idrogeologiche

carta ZMPSL + pericolosità sismica (2009)

carta delle aree esondabili (2015)

carta delle frequenze e delle indagini

carta della pericolosità idraulica (2015)

carta geologico - tecnica e MOPS

carta aree esondabili

carta battente 200

carta delle velocità

carta della magnitudo

carta delle aree protette da sistemi arginali

carta della pericolosità idraulica

carta della pericolosità geologica

carta della pericolosità sismica

ALLEGATO FOTOGRAFICO 1.

ALLEGATO FOTOGRAFICO 2.

ALLEGATO FOTOGRAFICO 3.

ALLEGATO FOTOGRAFICO 4.

ALLEGATO FOTOGRAFICO 5.

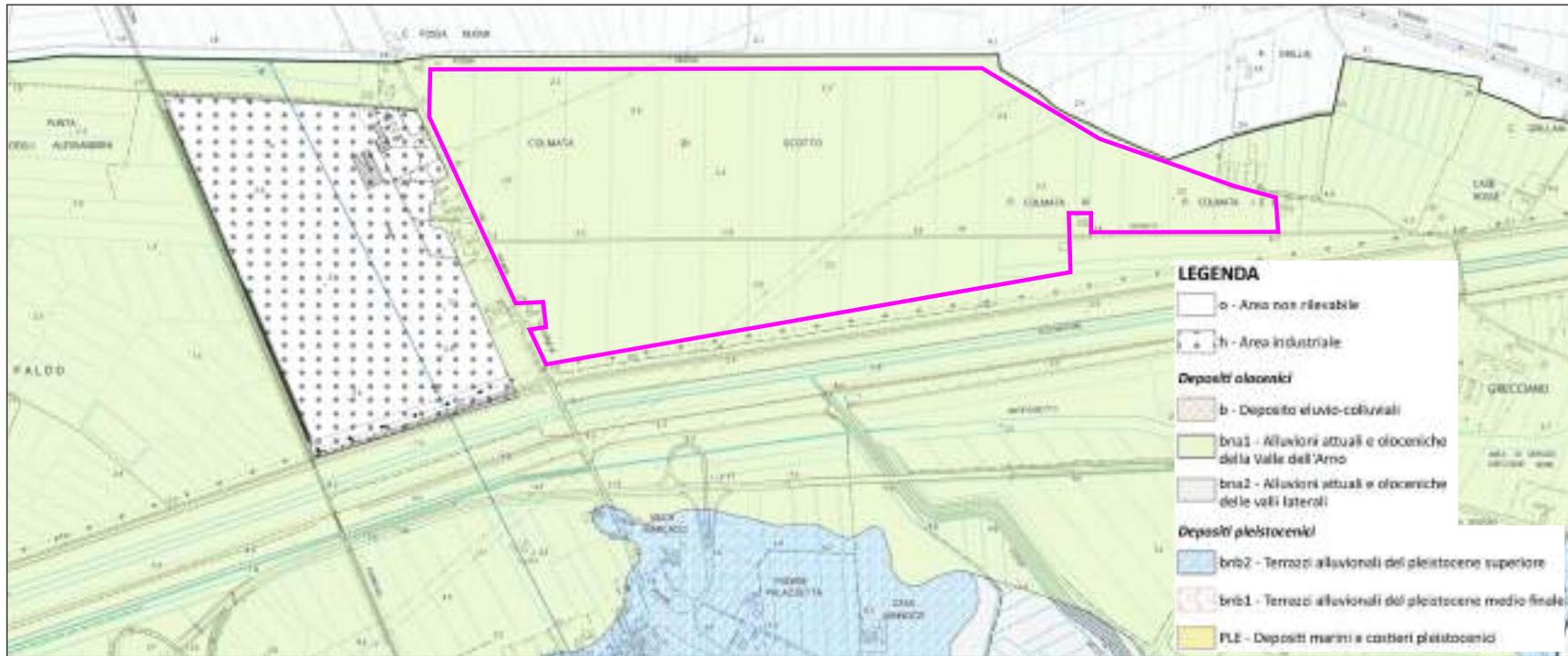
MASW 1 COLLESALVETTI

MASW 2 COLLESALVETTI

MASW 3 COLLESALVETTI

prove CPT

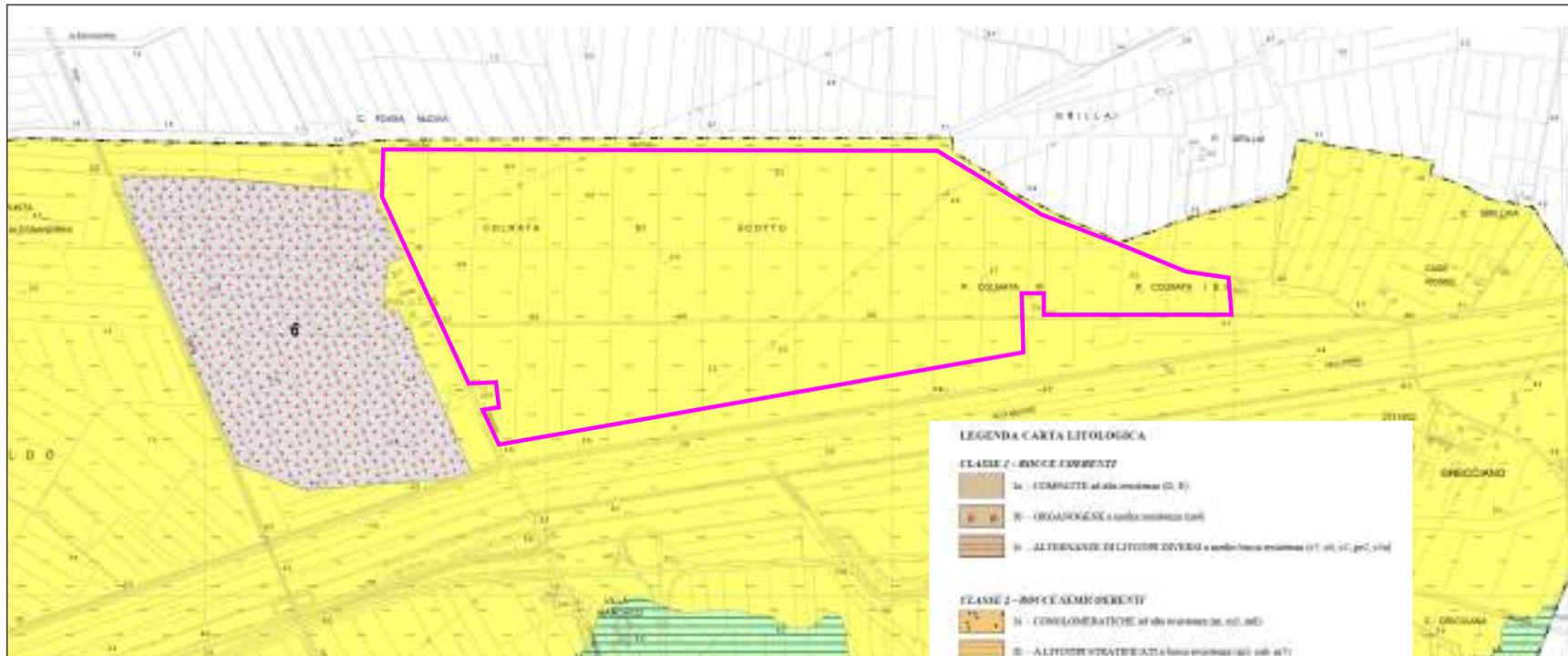
SISMICI.cdr



1:20.000

carta geologica

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)



1:20.000

carta litologica

\_estratto P.S. Collesalveti (2004)

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

www.igp.it/194 - TEL. 07445 - L.R. 1550 - D.C.R. 12108 - 08470 M. 4711491

CLASSE 2 - FERRETI DA INCOERENTI A DEBOLAMENTE COERENTI

1a - COTOLENE di poco sabbiose a mediamente sabbiose (qt)

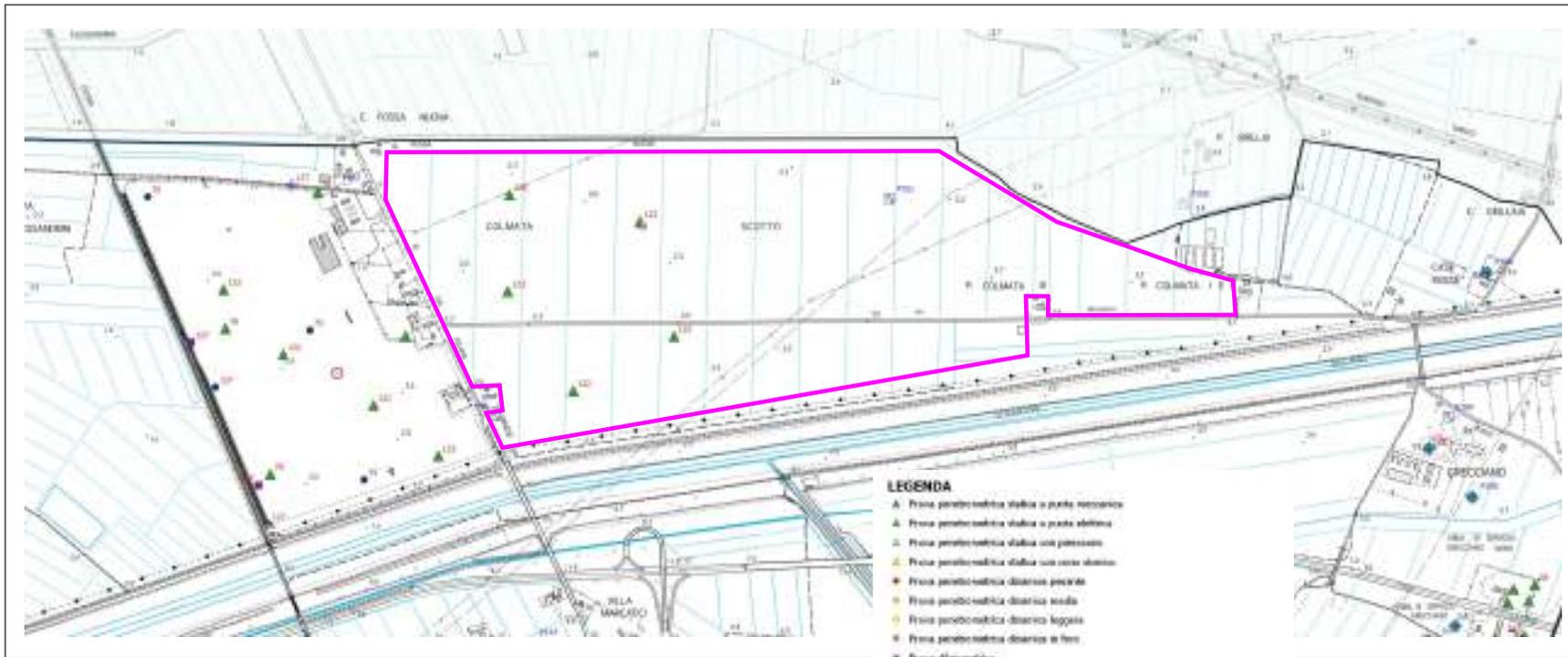
1b - SABBIONI di mediamente sabbiosi, ad sabbiosi (qt)

1c - SABBIONI CON BANDELLI ARGILLACEI O CALCAREI/DEI

di poco sabbiosi e compatte (qt, pt, ql, qd)

CLASSE 6 - FERRETI MISTI

6 - MATERIALI DI RIPIERO (INCOERENTI/DEBOLAMENTE COERENTI)



1:20.000

carta dati di base

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)



1:20.000

carta idrogeologica

\_estratto P.S. Collesalveti (2004)

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

NUMERO 2/194 - DEL 2/9/01 - L.R. 1/59 - DEL 2/10/00 - DA P.M. 2/194/01

**LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA**

**CLASSE 1 - PERMEABILITA' PRIMARIA (per graniti) - Pp**

- Dp1 - ALTA (p, q, p1)
- DpM - MEDIA (p, q, p1)
- DpB - BASSA (p, q, p1)
- DpB - MOLTO BASSA (p, q, p1)

**CLASSE 2 - PERMEABILITA' MISTA - Pm**

- DpM - MEDIA (p, q, p1)
- DpB - BASSA (p, q, p1)
- DpB - MOLTO BASSA (p, q, p1)

**CLASSE 3 - PERMEABILITA' SECONDARIA (per fratture) - Ps**

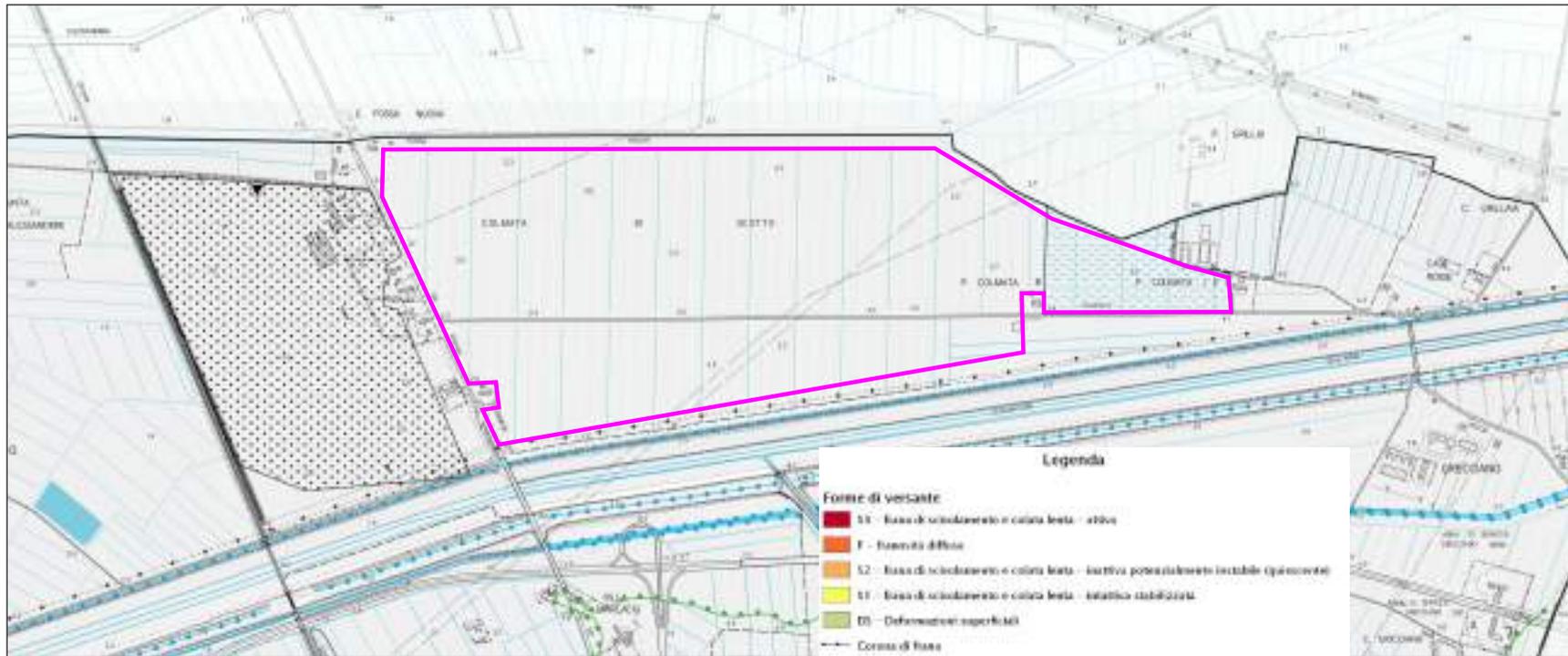
- DpM - MEDIA (p, q)
- DpB - BASSA (p, q)

**CLASSE 4 - PERMEABILITA' PRIMARIA IN AMMASI PIETROSI - Pp'**

- DpM - MEDIA (p, q)
- DpB - BASSA - MOLTO BASSA (p, q)

**POZZI SORGENTI**

- DOMESTICO
- INDUSTRIALE
- POTABILE
- TRUSSO
- ALTRI
- SORGENTE



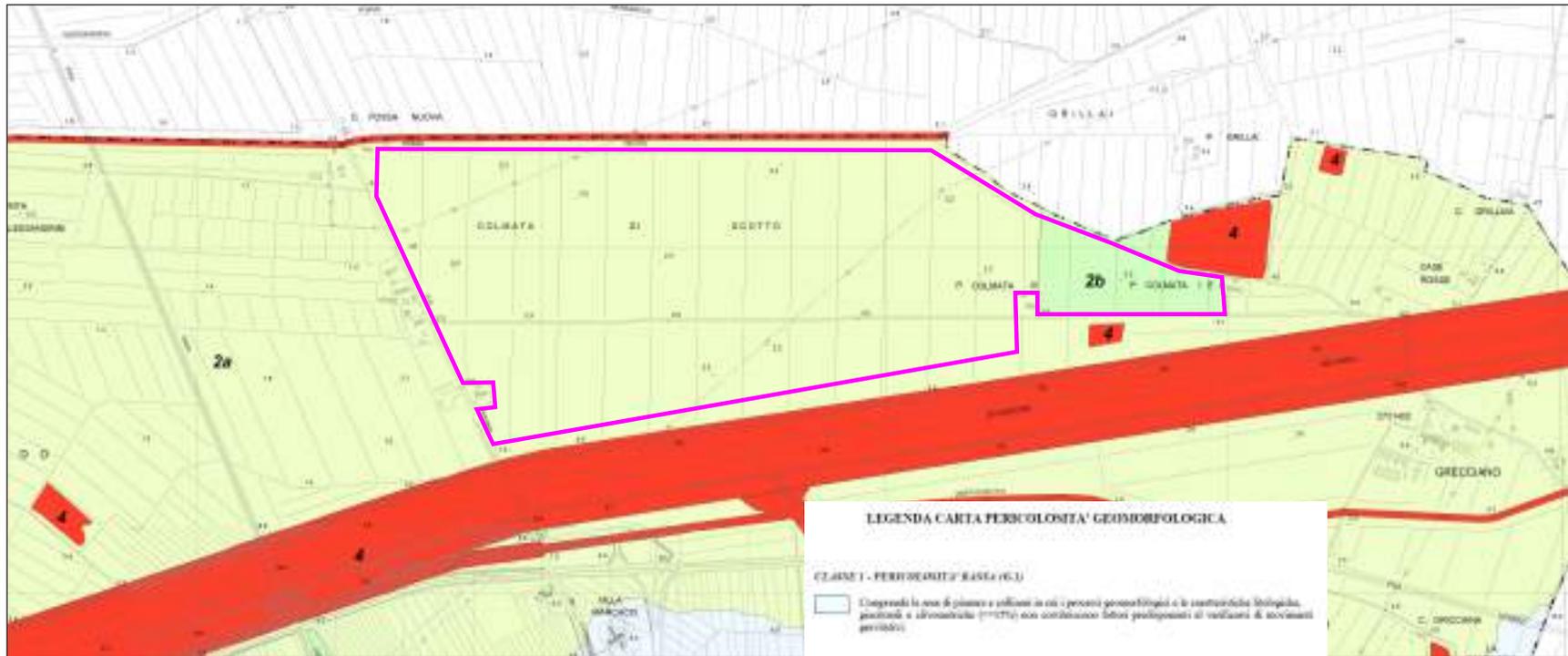
1:20.000

carta geomorfologica

\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)

- Legenda**
- Forme di versante**
- S1 - Bassa di scivolamento e calata lenta - attiva
  - F - Fianco diffuso
  - S2 - Bassa di scivolamento e calata lenta - inattiva potenzialmente instabile (quarantata)
  - S3 - Bassa di scivolamento e calata lenta - instabile stabilizzata
  - D1 - Deformazioni superficiali
- Corona di linea**
- Distacco localizzato di materiale
  - Dalla di terrazzo fluviale
  - Dalla di scarpata morfologica
- Processi fluviali o di dilavamento**
- Alveo con erosione laterale o spinta in erosione
  - Raccolamento concentrato
  - Alveo in approfondimento
  - Località per dilavamento diffuso (concentrato)
- Forme antropiche**
- Terrazzamento a gradini
  - Collinetta
  - Muro di contenimento h-v
  - Argine
  - Diga in terra
  - Carra di espansione (limitazione)
  - Colta antropiche
  - Casa attiva
  - Casa in abbandono
  - Casa ripulite/rispavate
  - Idroora
- Idrografia superficiale**
- Zona soggetta a ristagno prolungato (stagno, acquitrino, area umida)
  - Insano a fluviale
  - Lago scassato o chiaro
  - Carra d'acqua
  - Scalza consistente argilla
  - Sorgenti
- Elementi tettonici**
- Lineazione tettonica
  - Faglia con classificazione non definita non attiva (certa)
  - Faglia diretta sepolta



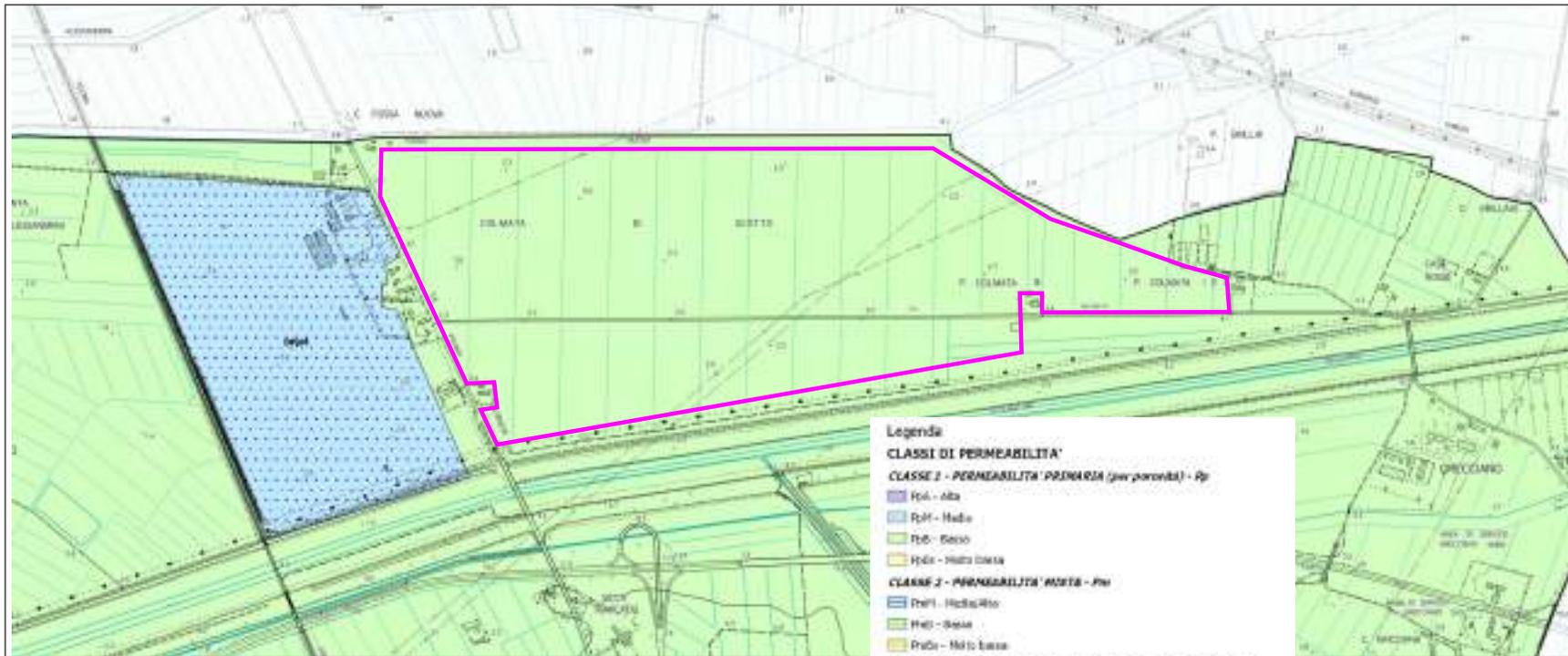


1:20.000

carta della pericolosità geomorfologica  
\_estratto P.S./R.U. Collesalvetti (2008)

**INDAGINE GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO  
AL PIANO STRUTTURALE ED AL REGOLAMENTO URBANISTICO**

in attuazione del D.P.R. n° 177/2001 - D.C.L. n° 11 del 25/01/04 - D.C.A.T. n° 11 del 25/01/05 (P.A.) - Tavola Geologica P.C.M. del 08/03/05  
D.L. n° 20 del 02/05/05 - R.U. n° 05/05/05 - D.S.G. n° 45 del 05/06/07 (Decreto Area) - L.R. n° 13/05 - D.P.G.R. n° 26/R del 29/06/07



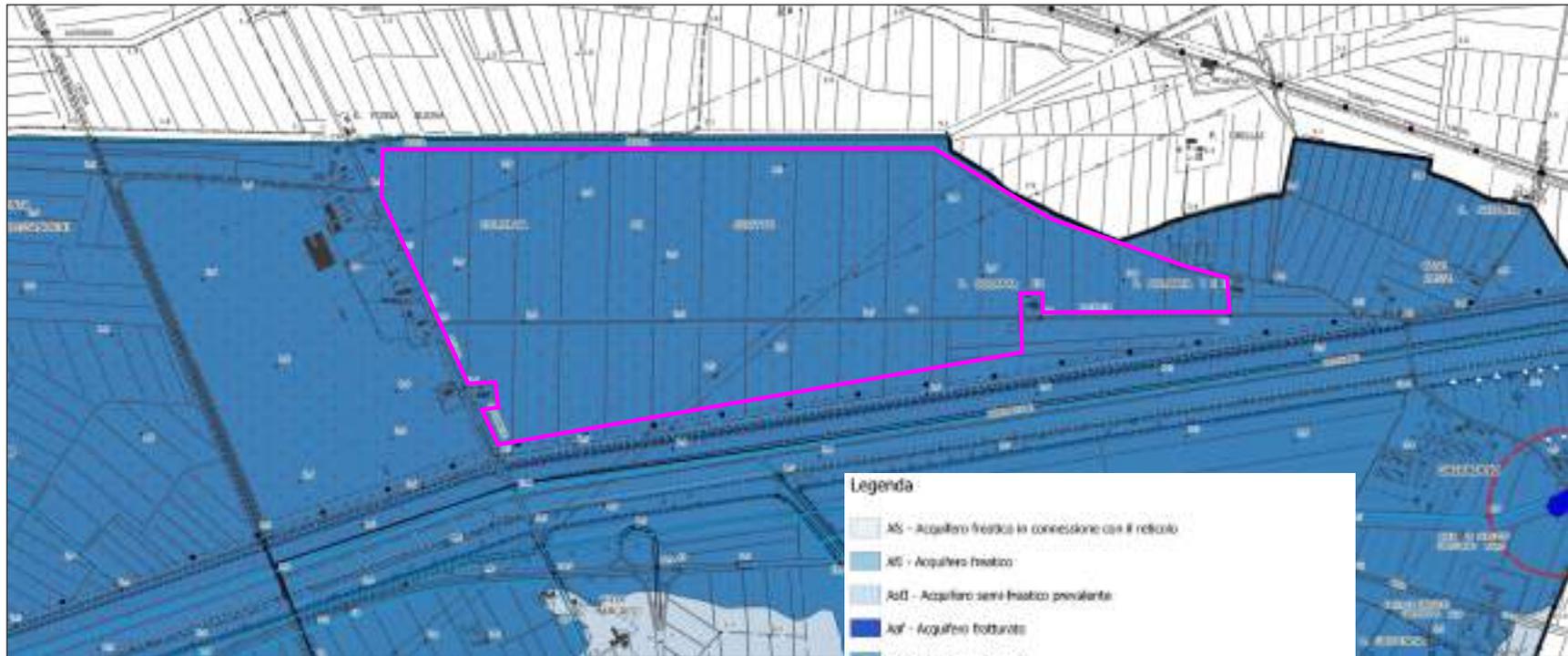
- Legenda**
- CLASSI DI PERMEABILITA'**
- CLASSE 1 - PERMEABILITA' PRIMARIA (per porosità) - Pp**
- PpA - Alta
  - PpM - Medio
  - PpB - Basso
- CLASSE 2 - PERMEABILITA' MISTA - Pm**
- PmM - Medio-Alto
  - PmB - Basso
  - PmD - Molto Basso
- CLASSE 3 - PERMEABILITA' SECONDARIA (per fratturazione) - Ps**
- PsA - Medio-Alto
  - PsM - Medio Basso
  - PsB - Basso
- CLASSE 4 - PERMEABILITA' PRIMARIA DI ANNISSI INUTILIZZATI - Dp**
- DpM - Medio
  - DpB - Basso

- POZZI E SORGENTI**
- Pozzi**
- COMUNITA'
  - ◆ INDUSTRIALE
  - ◆ POTABILE
  - ◆ RESIDUO
  - ◆ IGIENICO ASSUMIBILI
  - ◆ ITTICO-ERIGAC-SPORTIVO
  - ◆ AGRICOLA
  - ◆ PRODUZIONE OENI e SERVIZI
  - NON UTILIZZATO
  - ◆ SCONOSCIUTO
  - ◆ PCIA 454/500
- Sorgenti**
- ▲ Sorgenti
  - ▲ Sorgenti alta tipo

1:20.000

carta idrogeologica

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)



1:20.000

carta problematiche idrogeologiche

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)

**Legenda:**

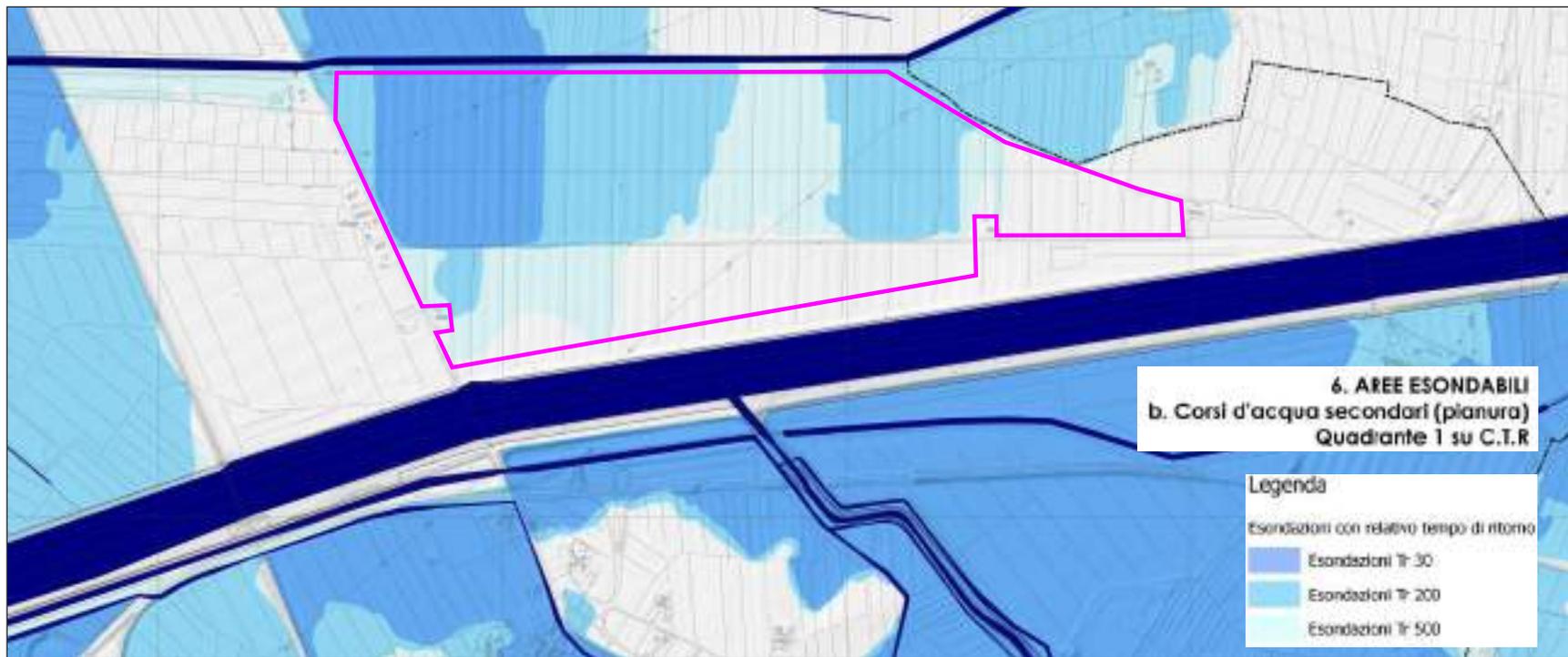
- AS - Acquifero freatico in connessione con il reticolo
- AF - Acquifero freatico
- ASD - Acquifero semi-freatico prevalente
- AFD - Acquifero freatico
- AD - Acquifero artesiano
- ADD - Acquifero artesiano prevalente e saturazioni superficiali
- AN - Acquiferi non significativi

□ Aree soggette a marcata subsidenza ( $0,5 < \delta \leq 2,0$  cm/anno) per presenza di terreni fortemente compressibili con potenza superiore ai 15/20 m

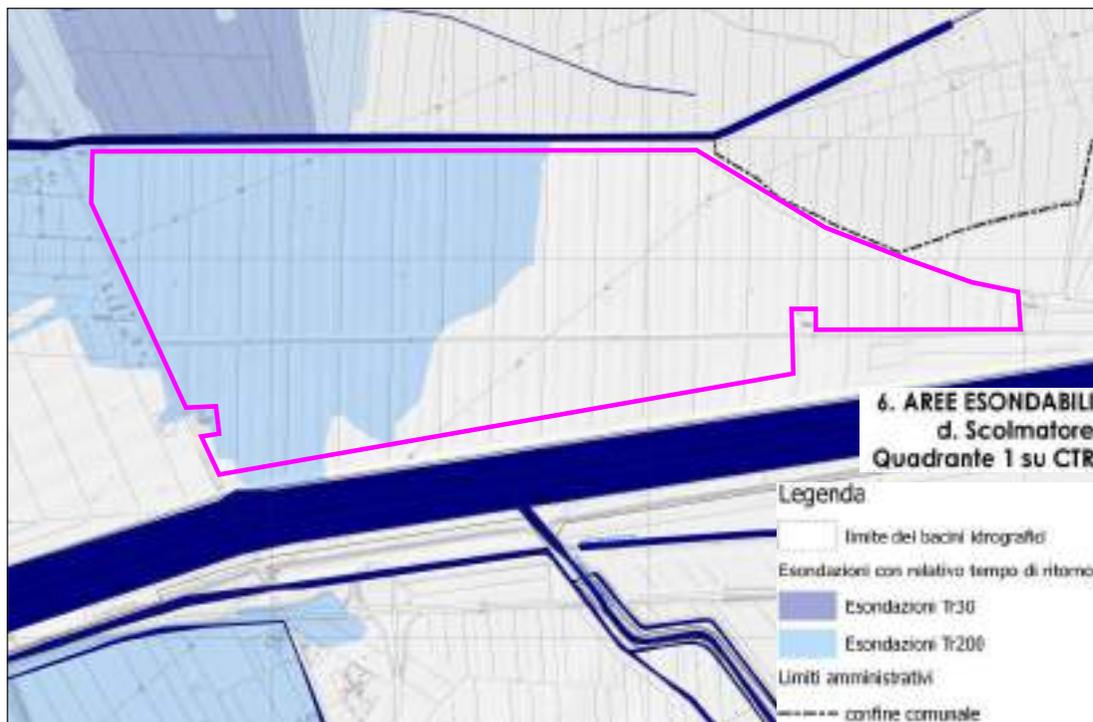
**Aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano:**

- Pozzi
- ▲ Sorgenti
- Zona di rispetto (raggio 200 m - art. 94 comma 6 del D. Lgs. 152/06)
- Reticolo idrografico (L.R. 70/2012)



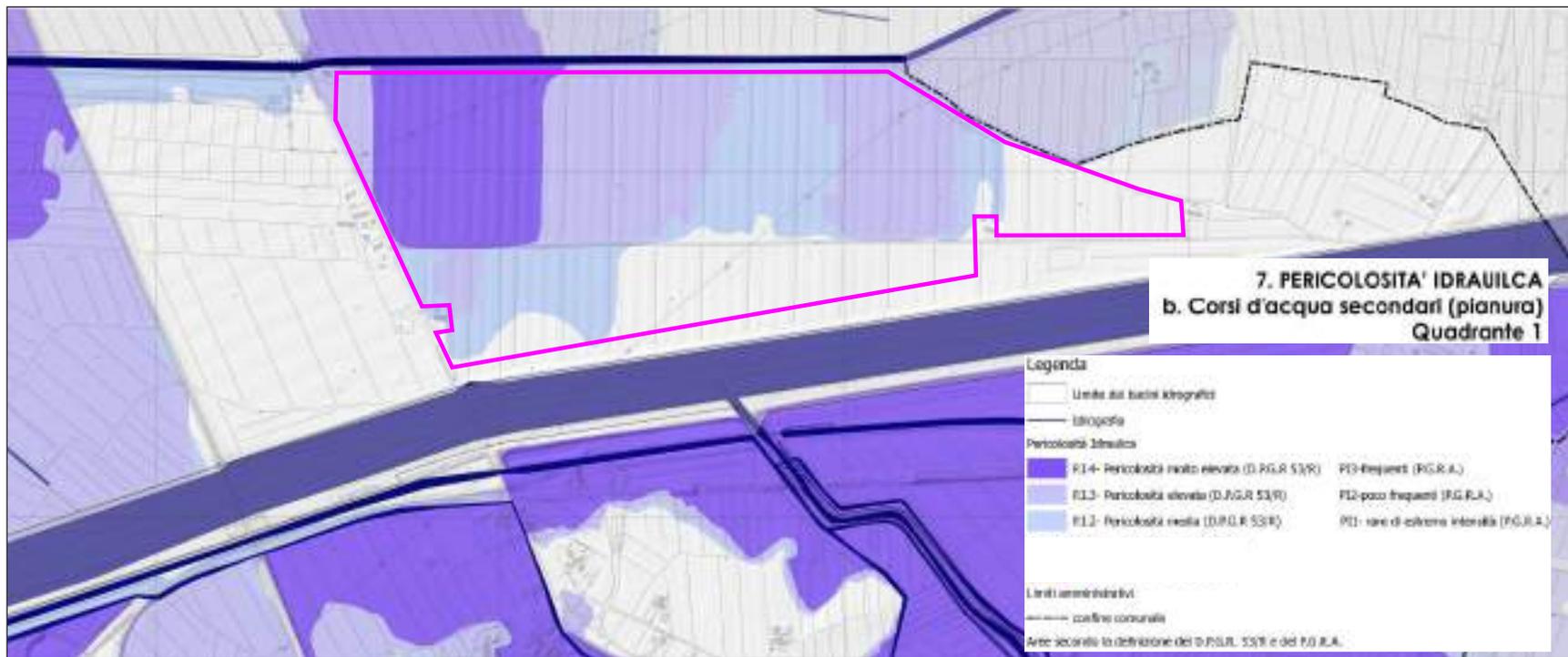


1:20.000

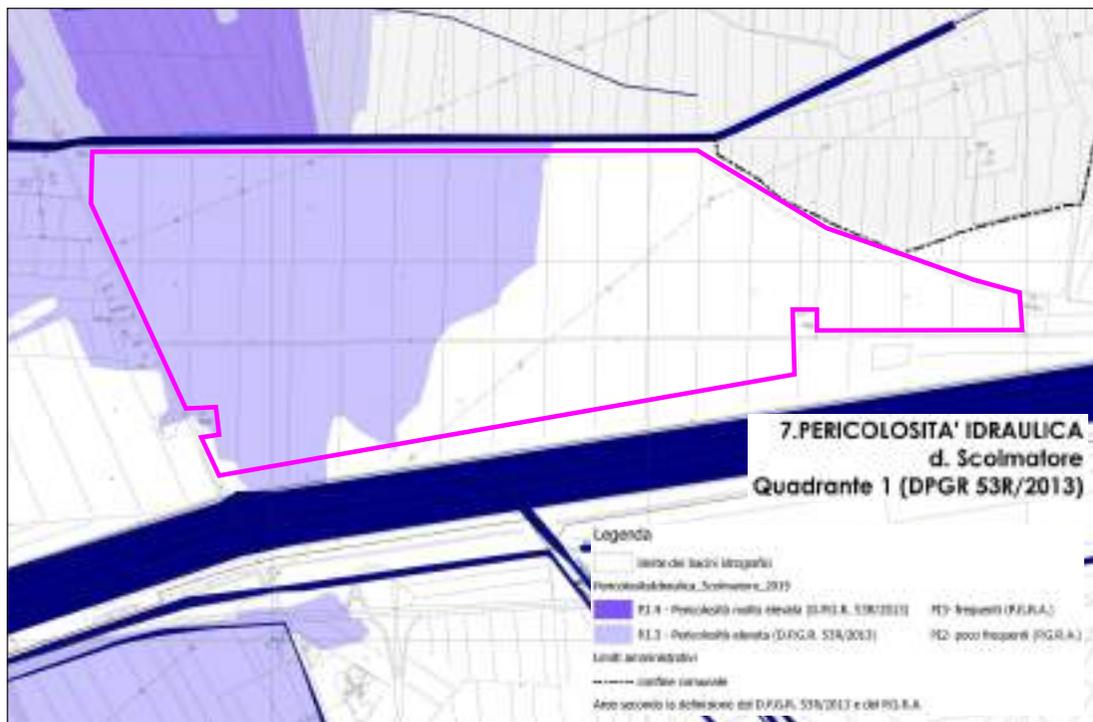


STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A SUPPORTO  
DEL REGOLAMENTO URBANISTICO



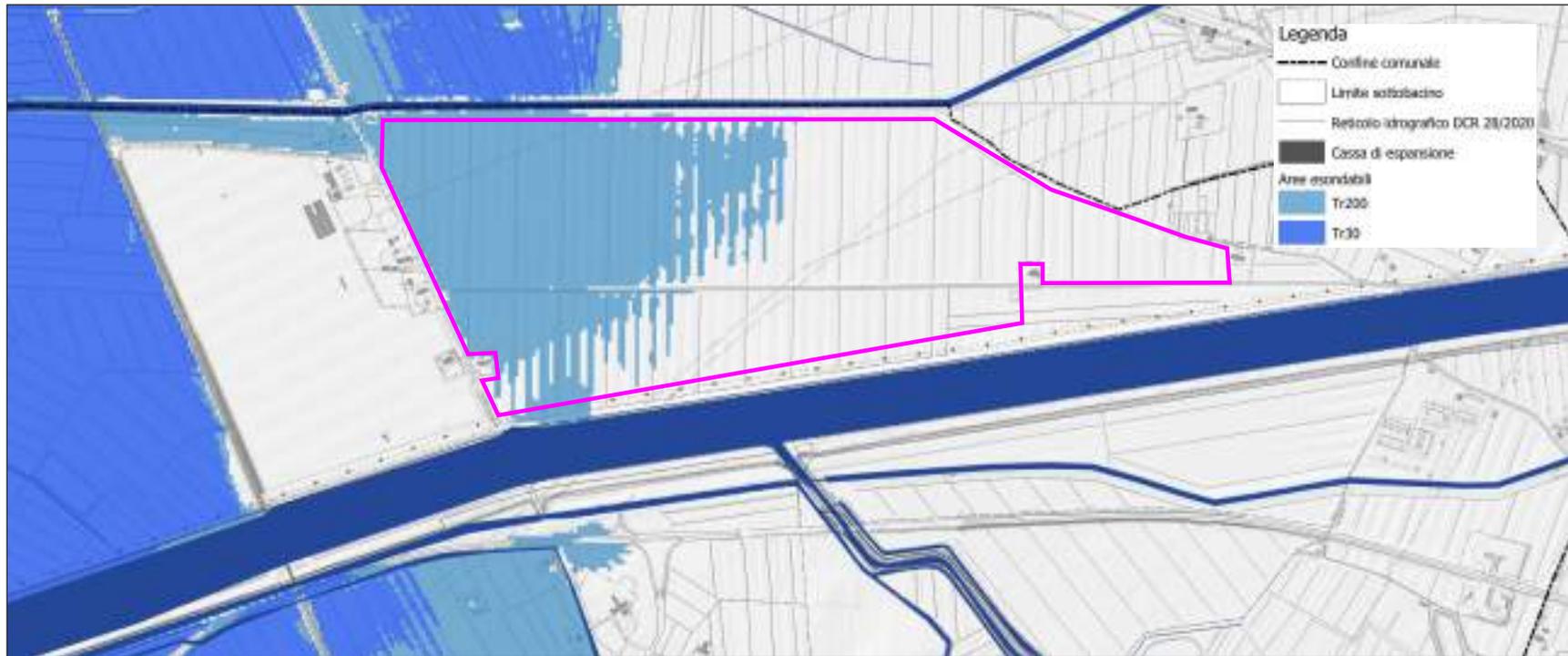


1:20.000



STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO A SUPPORTO  
DEL REGOLAMENTO URBANISTICO





1:20.000

carta delle aree esondabili

\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)



carta del battente  $Tr = 200$  anni

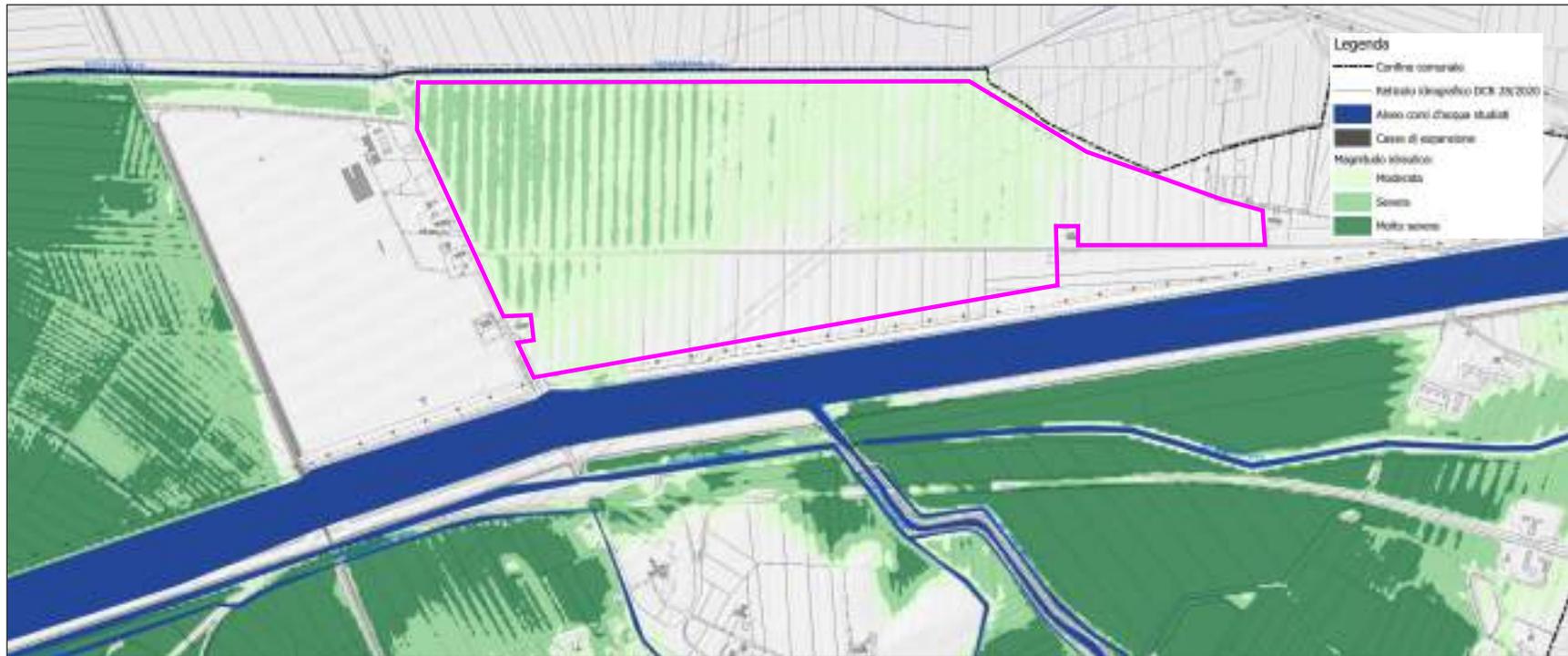
\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)

1:20.000



carta delle velocità di esondazione

\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)



1:20.000

carta della magnitudo

\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)



1:20.000

carta delle aree protette da sistemi arginali

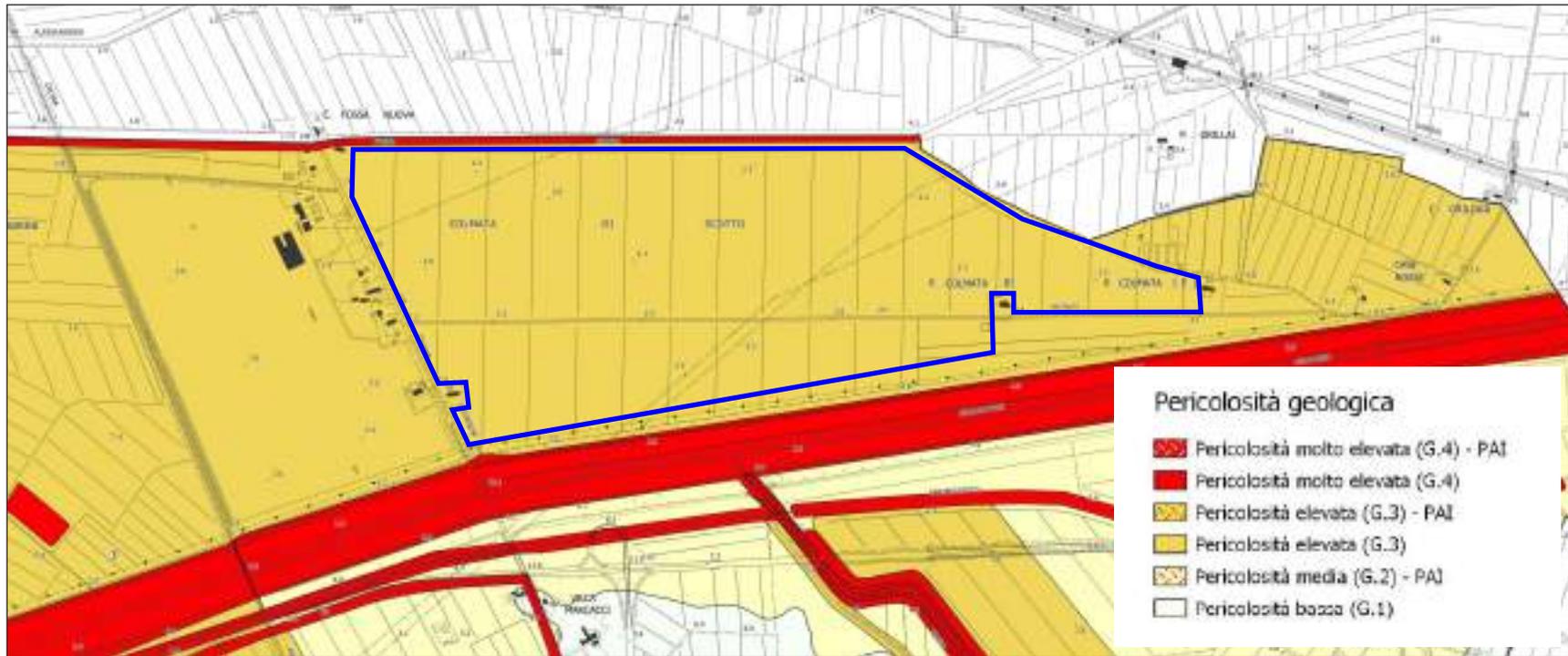
\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)



1:20.000

carta della pericolosità idraulica

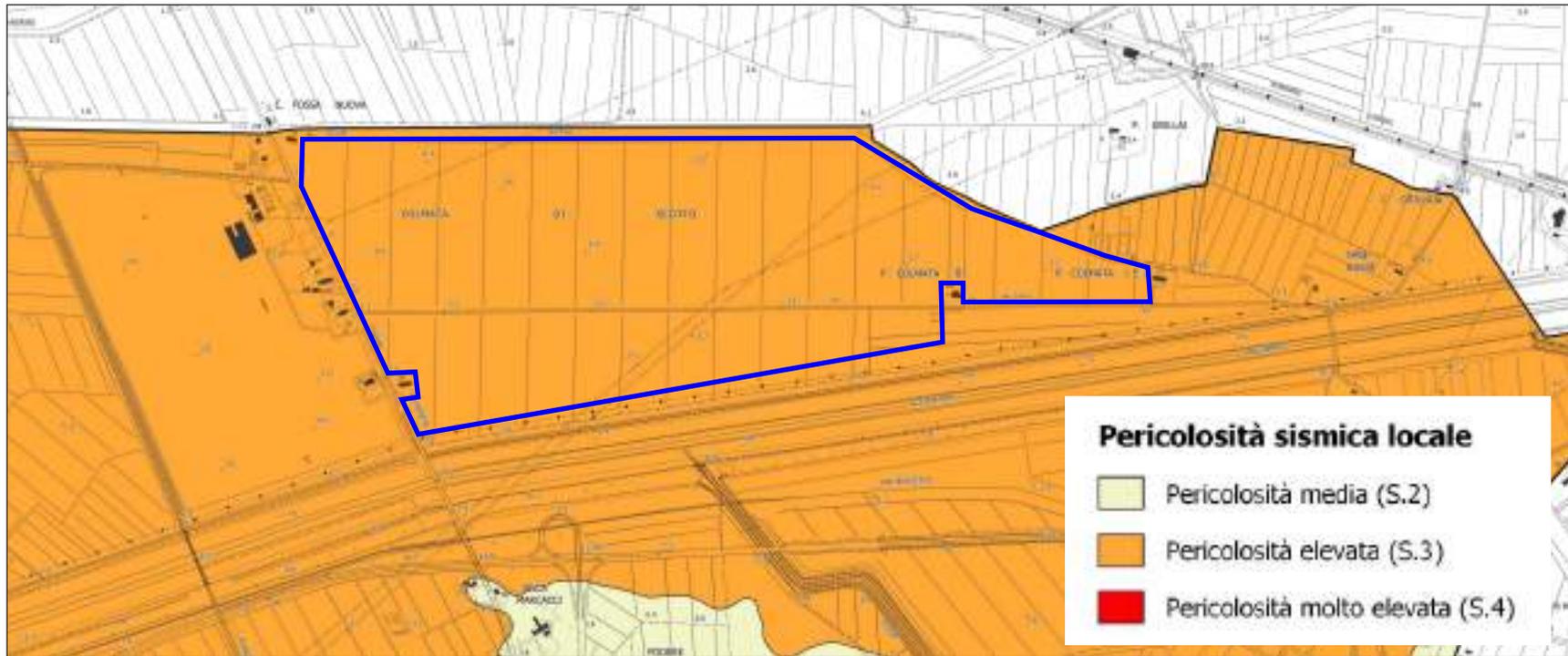
\_estratto P.S. Collesalveti (adottato)



1:20.000

carta della pericolosità geologica

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)

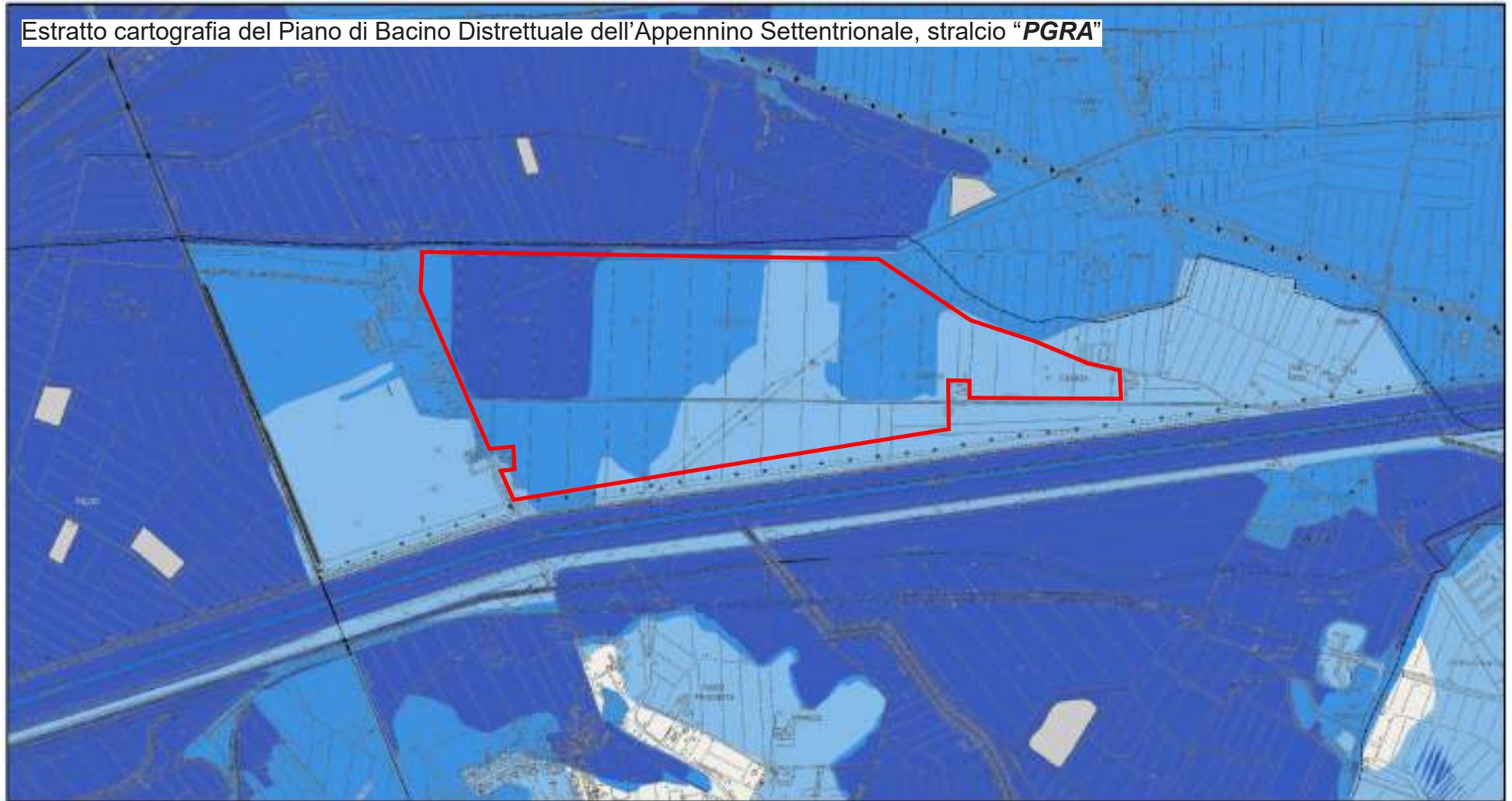


1:20.000

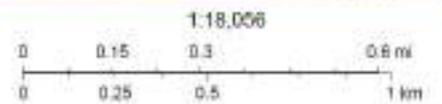
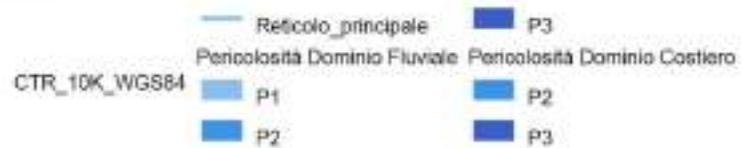
carta della pericolosità sismica

\_estratto P.S. Collesalvetti (adottato)

Estratto cartografia del Piano di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, stralcio "PGRA"

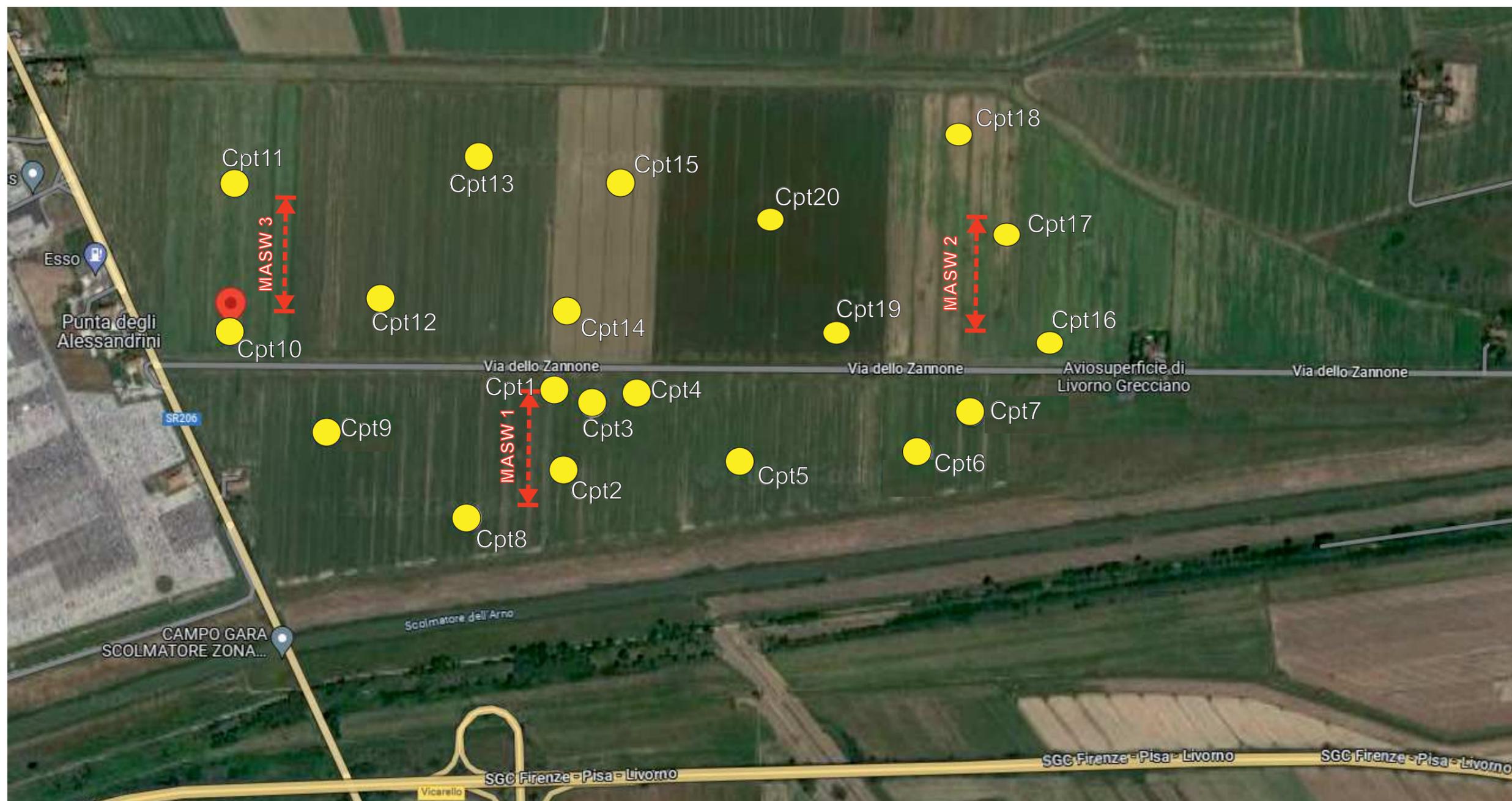


10/3/2023, 12:49:11 PM



Esri, Intermap, NASA, NOAA, USGS, Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Esri Contributor, Esri, HERE, Garmin, Poincare, GeoTechnology, Inc, METI, NASA, USGS

ESTRATTO DA GOOGLE MAPS CON UBICAZIONE INDAGINI



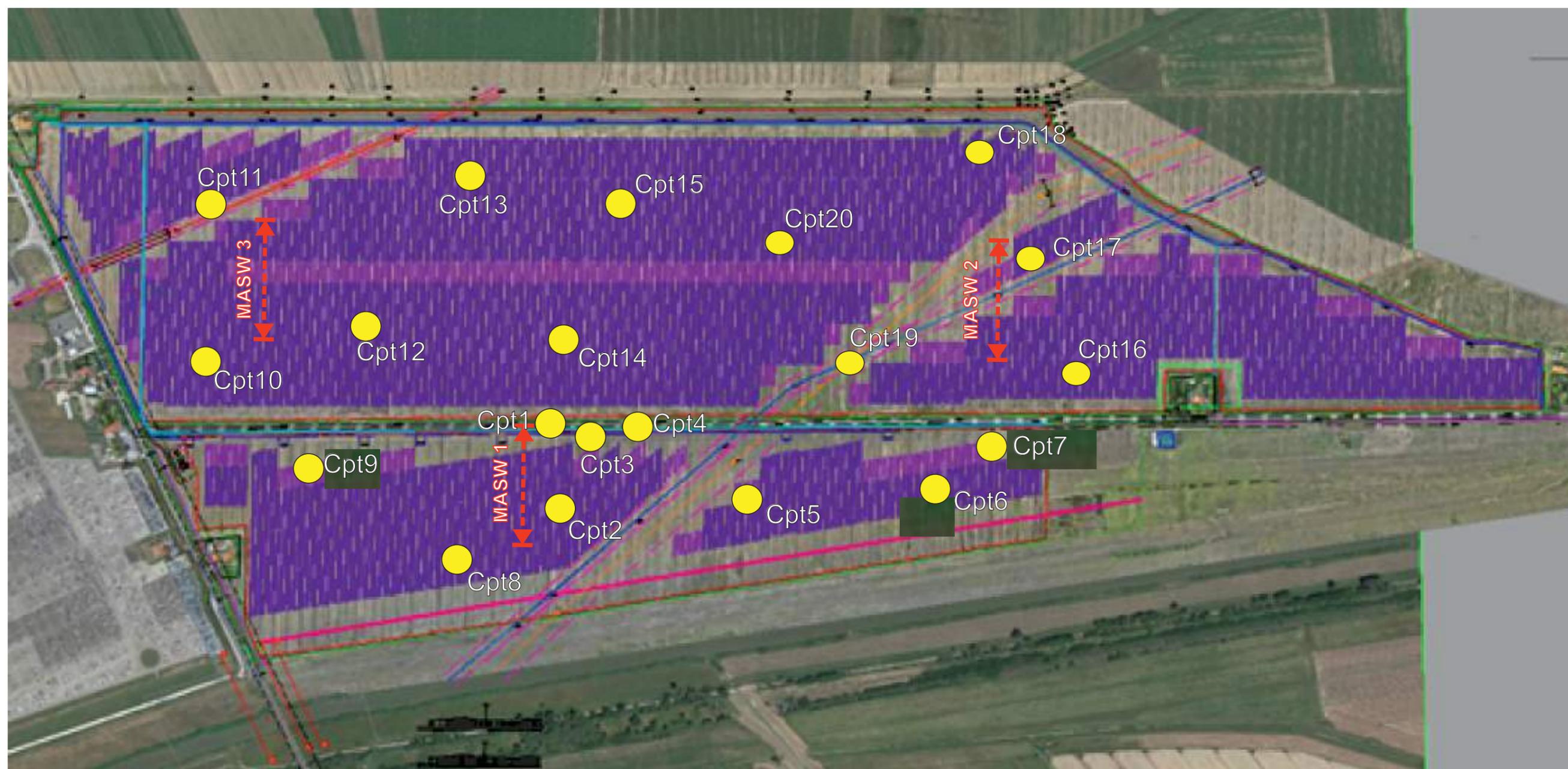
INDAGINI MASW

Cpt8



PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

**PLANIMETRIA GENERALE IMPIANTO**



 **INDAGINI MASW**

 **PROVE PENETROMETRICHE STATICHE**

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



**PROVA CPT1**



**PROVA CPT2**



**PROVA CPT3**

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



**PROVA CPT4**



**PROVA CPT5**



**PROVA CPT6**

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



**PROVA CPT7**



**PROVA CPT8**



**PROVA CPT9**



**PROVA CPT10**



**PROVA CPT11**



**PROVA CPT12**

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



**PROVA CPT13**



**PROVA CPT14**



**PROVA CPT15**



**PROVA CPT16**



**PROVA CPT17**



**PROVA CPT18**



**PROVA CPT19**



**PROVA CPT20**

**ALLEGATO FOTOGRAFICO**



**MASW 1**



**MASW 2**



**MASW 3**

**PENETRATIO s.n.c.**

di Lotti Giuseppe e Gian Paolo

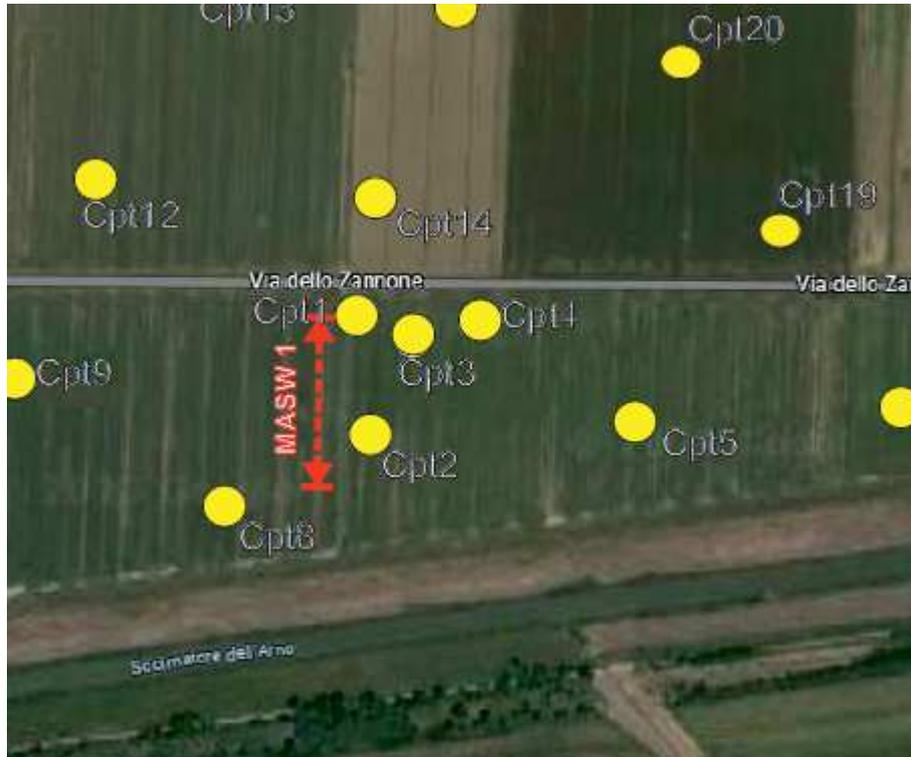
Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

---

## COMUNE DI PONTEDERA

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.

ESEGUITA NEL COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE



For For For For For For For

SETTEMBRE 2023

COMMITTENTE : DCC srl

**INDICE**

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	3
3 IL METODO M.A.S.W.....	5
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....	6
5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7

***ALLEGATI:***

- *Grafici “common-shot gather”, spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

---

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W. ESEGUITA NEL  
COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE**



**1 PREMESSA**

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita in nel Comune di Collesalveti, Via dello Zannone.

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro  $V_{Seq}$ , necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

**2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH**

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92 V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

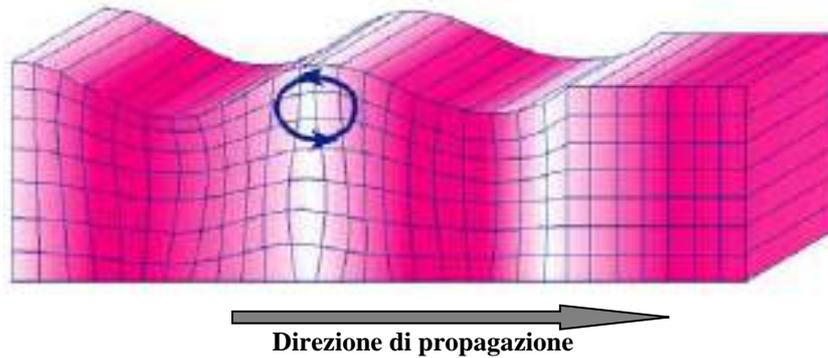


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_S$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

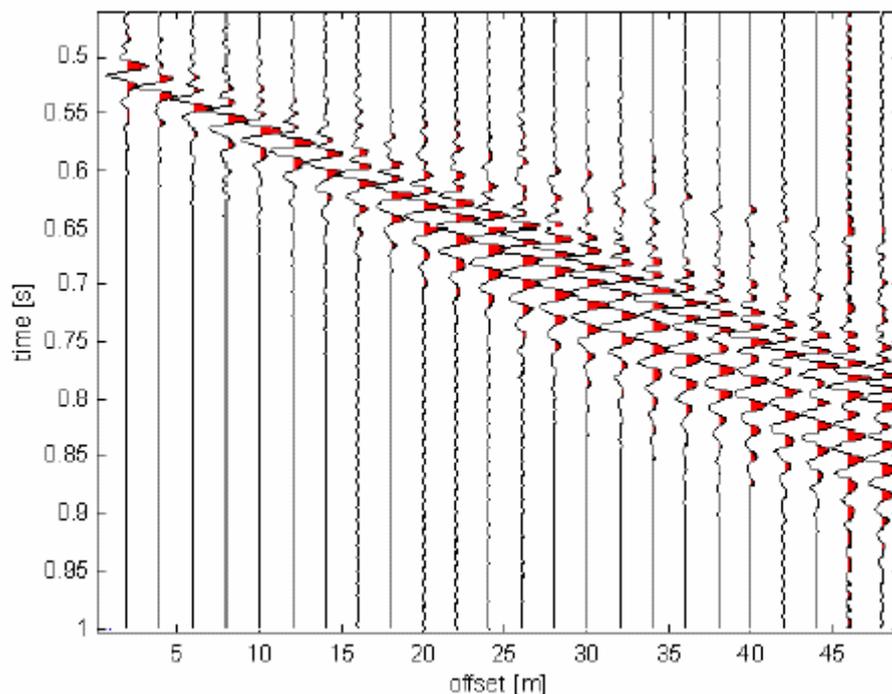


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

### **3. IL METODO M.A.S.W.**

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_S$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;

- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V/S$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE**

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 12
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)

50 msec (383 punti)  
100 msec (756 punti)  
200 msec (1530 punti)  
400 msec (3060 punti)  
800 msec (6121 punti)  
1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 5 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di 2,0 m, 3,0 m, 6,0 m, 7,0 m e 10,0 m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del centimetro).

## **5 INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs. tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica masw.

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- 1) determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- 2) Inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito.

Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca.

Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica masw.

Nel caso in esame il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale ed il primo modo superiore utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 7 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati a 4 strati derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità.

Tali parametri son stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici prove penetrometriche, indagini sismica in foro o a rifrazione.

In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di Vs30 affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30.

Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	114	159	207	289
spessori (m):	3.2	8.2	6.4	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	113	162	180	322
spessori (m):	3.19	7.02	9.48	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

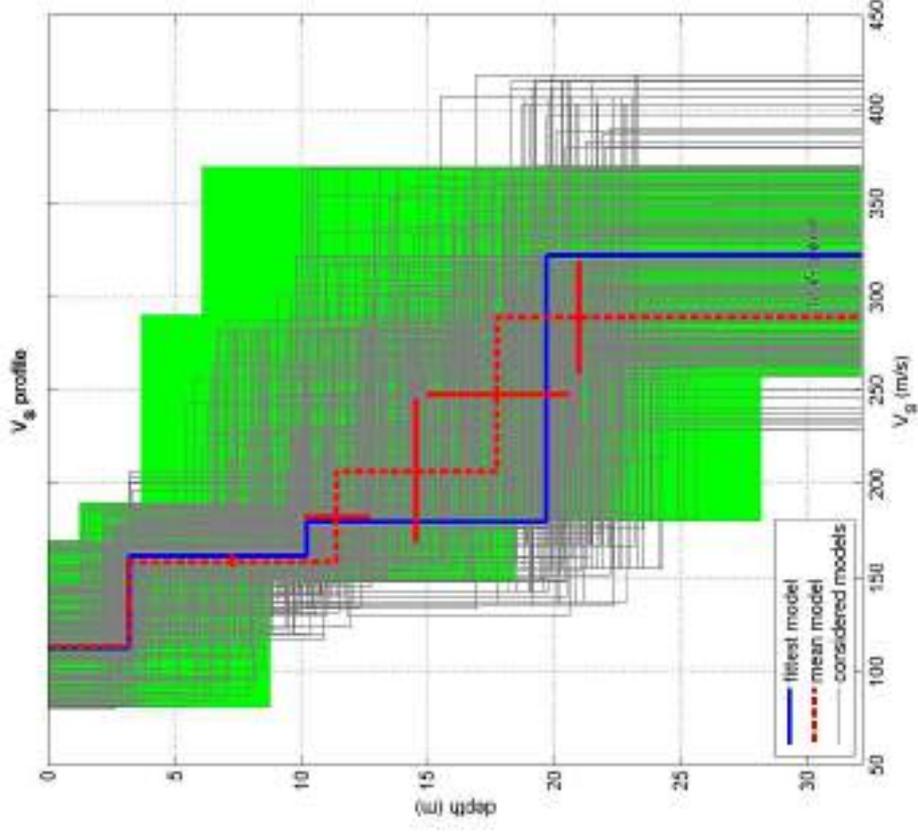
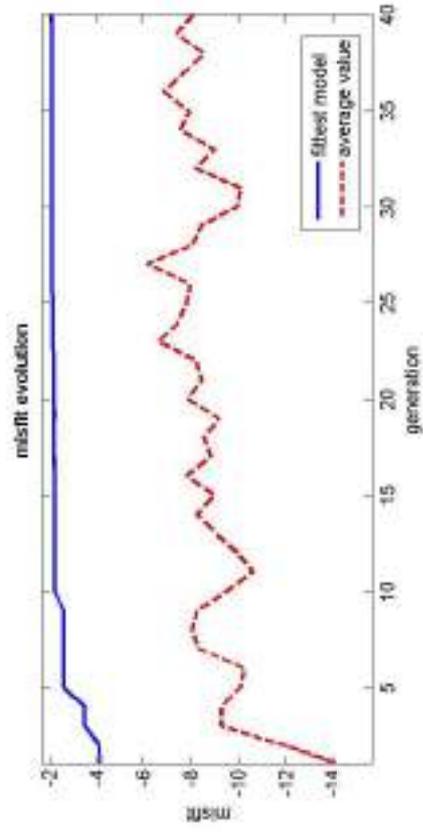
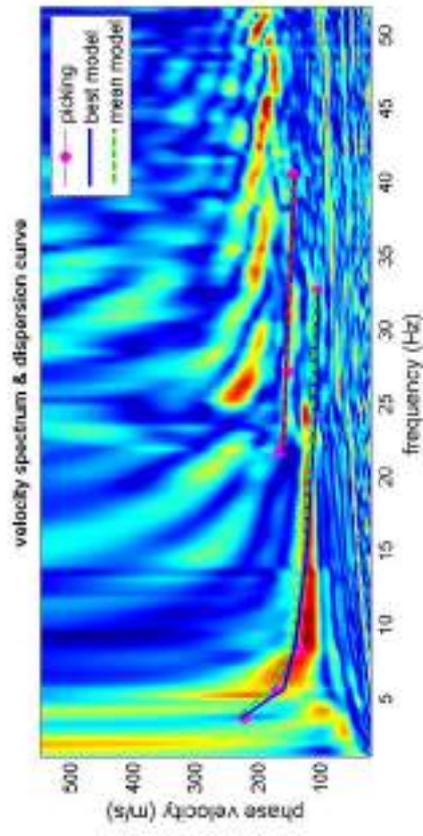
- VS30 del modello medio: 197 m/s
- VS30 del modello migliore: 192 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che il valore della  $V_{seq}$  determinato identifica una categoria di sottosuolo di tipo **C** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Castel del Bosco 30/09/2023

Geol. Giani Paolo





dataset: 7m\_sp2m.sgy

dispersion curve: 7m.cdp

$V_{s30}$  (best model): 182 m/s

$V_{s30}$  (mean model): 197 m/s

Analyzing phase velocities

==o== SECTION#1  
dataset: 7m sp2m.sgy  
minimum offset (m): 7  
geophone spacing (m): 2  
sampling (ms): 0.131  
Dispersion curve: 7m.cdp  
Number of individuals: 30  
Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 81 1.213755 148 2.42751 180 2.42751  
257.604  
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 170 8.739035 190 9.710039 290 9.710039  
369  
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35

Output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\ismiche temp\output\_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -14.2591 -4.14511  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -11.9197 -4.1168  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -9.316 -3.497  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -9.3134 -3.497  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -10.0857 -2.63863  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -10.2435 -2.63863  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -8.3437 -2.6386  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -8.0672 -2.6386  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -8.2636 -2.6386  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -9.5307 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -10.6312 -2.21822  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -9.9949 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -9.0596 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -8.2367 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -8.9977 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -7.8312 -2.2182  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -8.8324 -2.199  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -8.54 -2.199  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -9.1916 -2.199  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -7.8926 -2.184  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -8.4867 -2.184  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -8.2209 -2.184  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -6.6015 -2.1388  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -7.4681 -2.1388  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -7.8311 -2.1388  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -7.9756 -2.1045  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -6.1665 -2.1045  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -8.0483 -2.1045  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -8.4111 -2.1045  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -9.9664 -2.1045  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -10.0897 -2.10447  
Forcing search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -8.1976 -2.1045

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -8.9922 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -7.5701 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -7.9266 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -6.8396 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -7.7359 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -8.5531 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -7.4123 -2.1045  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -8.0921 -2.1045

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 113 162 180 322  
 Thickness (m): 3.2 7 9.5

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35  
 Vp & Density Optimization

p14 =

1

p15 =

9

p16 =

0.1122	0.1703	0.2556	0.4400	0.7337	1.0000
0.5355	0.6702	1.0000	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -2.2126 -1.9351  
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -2.1758 -1.8999  
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -2.1629 -1.899  
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -2.1243 -1.8941  
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -2.1218 -1.8877  
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -2.18 -1.8877  
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -2.1162 -1.8877  
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -2.0714 -1.8877  
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -2.0893 -1.8877  
 Number of models considered to calculate the average model: 66

#####  
 RESULTS  
 #####

Dataset: 7m sp2m.sgy  
 Analyzed curve/spectrum: 7m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 114 159 207 289  
 Standard deviations (m/s): 0 4 39 30  
 Thickness (m): 3.2 8.2 6.4

Standard deviations (m): 0.1      1.3      2.8

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):            336 354 581 945  
Density (gr/cm3):    1.79 1.80 1.92 2.04  
Vp/Vs ratio: 2.95 2.23 2.81 3.27  
Poisson: 0.43 0.37 0.43 0.45  
Shear modulus (MPa): 23    46    82    170  
Estimated static shear modulus (MPa): 0      0      0      0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
3.66242	236.8229
5.55703	178.2184
8.34322	147.7569
14.3614	128.4159
23.9459	112.2666
32.6388	109.159

First higher mode

Mean model

21.7169	159.7495
27.1779	154.6094
40.5516	143.2546

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 113 162 180 322  
thickness (m): 3.1919    7.0229    9.4762

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):            220 280 717 532  
Density (gr/cm3):    1.69 1.75 1.97 1.90  
Vp/Vs ratio: 1.95 1.73 3.98 1.65  
Poisson: 0.32 0.25 0.47 0.21  
Shear modulus (MPa): 22    46    64    197  
Estimated static shear modulus (MPa): 0      0      0      0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.66242	227.5386
5.55703	159.1143
8.34322	141.6789
14.3614	123.1687
23.9459	108.5171
32.6388	106.0057

First higher mode)

best model

21.7169	160.0581
27.1779	154.5816
40.5516	141.8162

Vs5 (mean model): 127 m/s

Vs5 (best model): 127 m/s

Vs20 (mean model): 169 m/s

Vs20 (best model): 160 m/s

Vs30 (mean model): 197 m/s

Vs30 (best model): 192 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa vigente (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanato con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n 8 del 20/02/2018):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite come descritto al § 3.2.3. del D.M. 17.01.2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la determinazione delle azioni sismiche.

## COMUNE DI PONTEDERA

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.

ESEGUITA NEL COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE



For For For For For For For For

SETTEMBRE 2023

COMMITTENTE : DCC srl

**INDICE**

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	3
3 IL METODO M.A.S.W.....	5
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....	6
5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7

***ALLEGATI:***

- *Grafici “common-shot gather”, spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W. ESEGUITA NEL  
COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE**



**1 PREMESSA**

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita in nel Comune di Collesalveti, Via dello Zannone.

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro VSeq, necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

**2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH**

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92 V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

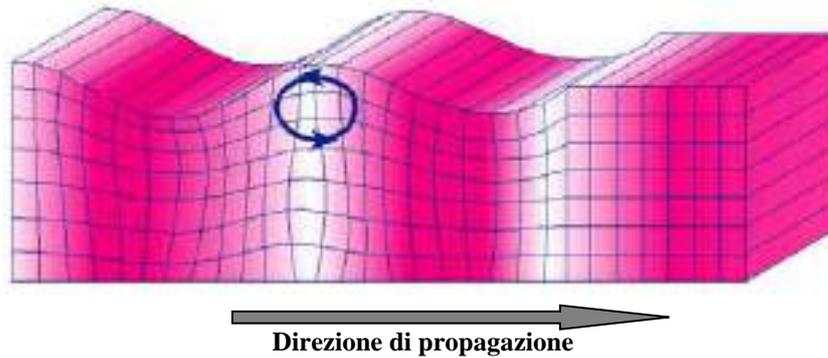


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_S$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

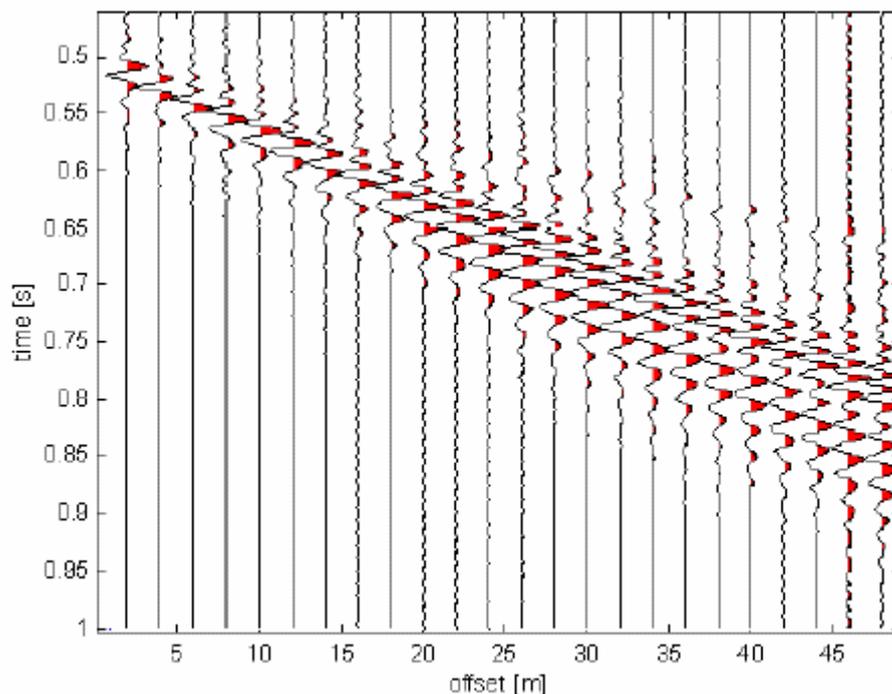


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

### **3. IL METODO M.A.S.W.**

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_S$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;

- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V/S$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE**

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 12
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:  
25 msec (191 punti)

50 msec (383 punti)  
100 msec (756 punti)  
200 msec (1530 punti)  
400 msec (3060 punti)  
800 msec (6121 punti)  
1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 5 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di, 2,0 m, 3,0 m, 6,0 m, 7,0 m e 10,0 m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del centimetro).

## **5 INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs. tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica masw.

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- 1) determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- 2) Inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito.

Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca.

Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica masw.

Nel caso in esame il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale ed il primo modo superiore utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 7 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati a 4 strati derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità.

Tali parametri son stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici prove penetrometriche, indagini sismica in foro o a rifrazione.

In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di Vs30 affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30.

Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	129	207	225	284
spessori (m):	5.7	7.1	7.8	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	126	220	220	252
spessori (m):	5.36	9.95	10.13	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

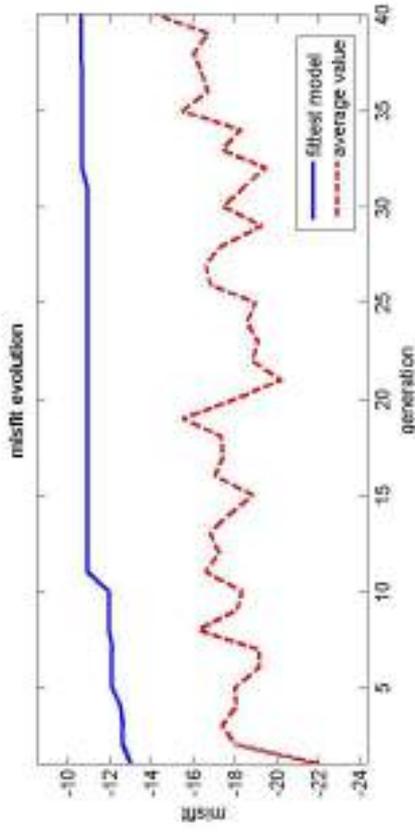
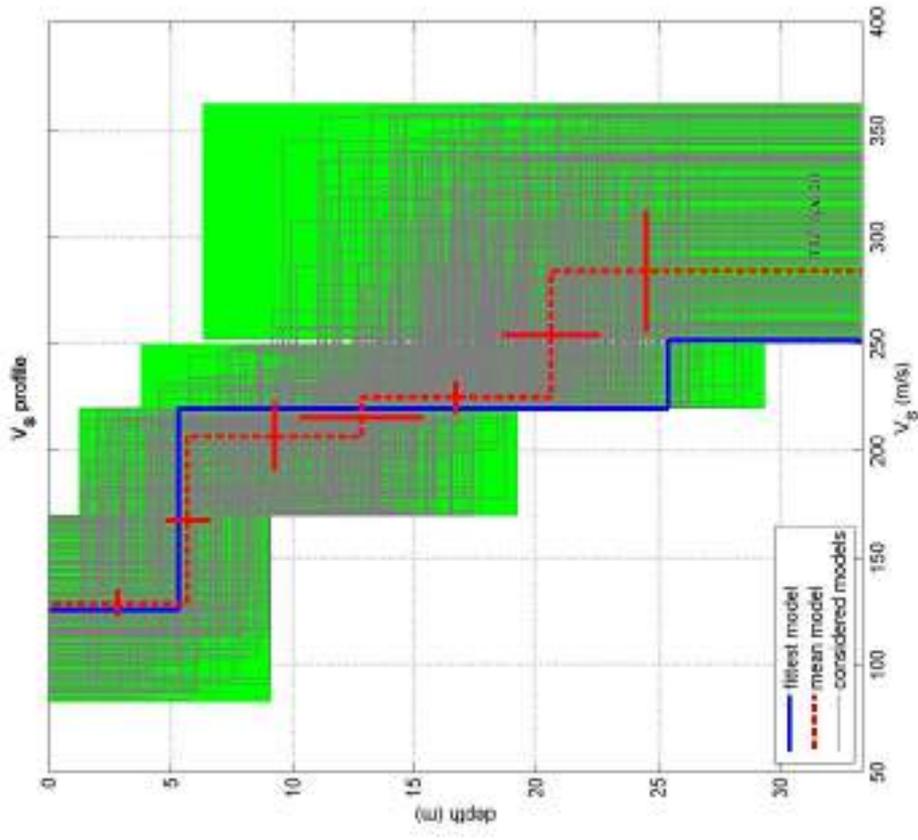
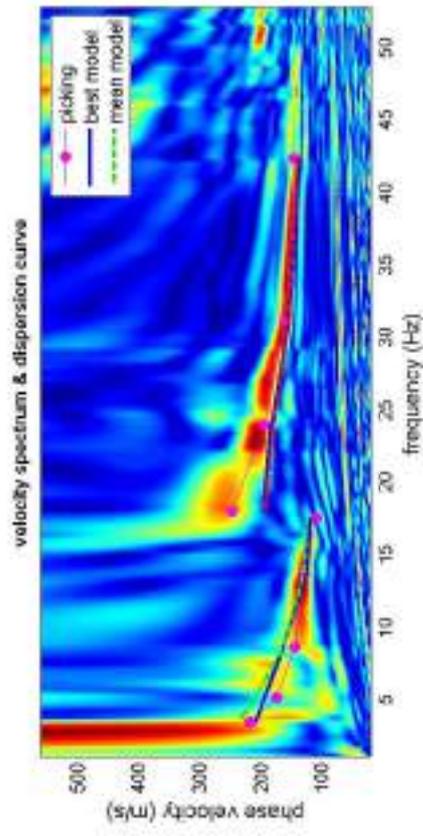
- VS30 del modello medio: 205 m/s
- VS30 del modello migliore: 197 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che il valore della  $V_{seq}$  determinato identifica una categoria di sottosuolo di tipo **C** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Castel del Bosco 30/09/2023

Geol. Giani Paolo





dataset: 7m\_sp2m.sgy  
 dispersion curve: 7m.cdp  
 $V_s30$  (best model): 187 m/s  
 $V_s30$  (mean model): 205 m/s

Analyzing phase velocities

==o== SECTION#1  
dataset: 7m sp2m.sgy  
minimum offset (m): 7  
geophone spacing (m): 2  
sampling (ms): 0.131  
Dispersion curve: 7m.cdp  
Number of individuals: 30  
Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness):	83	1.266421	170	2.532842	220	2.532842
252.4232						
Adopted search space (maximum Vs & thickness):	170	9.11823	220	10.13137	250	10.13137
362						
Adopted Poisson values:	0.4	0.35	0.35	0.35		

Output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\ismiche temp\output\_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-22.1144	-12.992
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-18.0609	-12.5998
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-17.3859	-12.5998
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-18.0648	-12.5017
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-17.9784	-12.0974
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-19.1461	-12.0974
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-19.1601	-12.0974
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-16.2226	-11.9596
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-18.0846	-11.9596
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-18.308	-11.9596
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-16.5905	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-17.2687	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-16.7946	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-17.7213	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-18.8499	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-17.0229	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-17.4236	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-17.3387	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-15.5006	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-18.0397	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-20.1923	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-18.809	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-19.1297	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-18.5346	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-18.9784	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-16.776	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-16.5645	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-17.3892	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-19.274	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-17.3765	-10.8914
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-18.3682	-10.8914

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -19.4701 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -17.3857 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -18.271 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -15.4751 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -16.6762 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -16.3621 -10.6486  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -16.0069 -10.6104  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -16.6846 -10.6104  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -14.2518 -10.6104

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 126 220 220 252

Thickness (m): 5.4 10 10

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35

Vp & Density Optimization

p14 =

1

p15 =

9

p16 =

0.1967	0.2924	0.4900	0.7833	1.0000
0.4235	0.5656	0.7341	1.0000	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -10.4502 -9.77922  
Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -10.2816 -9.77922  
Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -10.1185 -9.76581  
Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -10.0765 -9.75611  
Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -10.0113 -9.75069  
Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -10.05 -9.7324  
Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -10.0172 -9.7324  
Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -10.0744 -9.73174  
Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -10.1041 -9.73174

Number of models considered to calculate the average model: 431

#####  
RESULTS  
#####

Dataset: 7m sp2m.sgy

Analyzed curve/spectrum: 7m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====  
MEAN MODEL

Vs (m/s): 129 207 225 284

Standard deviations (m/s): 6 16 8 28

Thickness (m): 5.7 7.1 7.8

Standard deviations (m): 0.9 2.5 2.0

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 262 825 642 715  
Density (gr/cm3): 1.73 2.01 1.95 1.97  
Vp/Vs ratio: 2.03 3.99 2.85 2.52  
Poisson: 0.34 0.47 0.43 0.41  
Shear modulus (MPa): 29 86 99 159  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
3.43952	237.8421
5.11124	208.2748
8.56611	162.8252
13.6927	128.3865
17.4819	123.2113

First higher mode

Mean model

17.9277	192.9733
23.9459	178.1855
31.0785	154.087
42.3348	139.0307

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 126 220 220 252  
thickness (m): 5.35942 9.95029 10.1314

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 217 1155 579 653  
Density (gr/cm3): 1.69 2.09 1.92 1.95  
Vp/Vs ratio: 1.72 5.25 2.63 2.59  
Poisson: 0.25 0.48 0.42 0.41  
Shear modulus (MPa): 27 101 93 124  
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.43952	208.792
5.11124	192.6674
8.56611	163.0293
13.6927	123.9757
17.4819	118.539

First higher mode)

best model

17.9277	195.4591
23.9459	181.4337
31.0785	154.5923
42.3348	136.9719

Vs5 (mean model): 129 m/s  
Vs5 (best model): 126 m/s

Vs20 (mean model): 181 m/s  
Vs20 (best model): 183 m/s

Vs30 (mean model): 205 m/s  
Vs30 (best model): 197 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa vigente (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanato con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n 8 del 20/02/2018):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite come descritto al § 3.2.3. del D.M. 17.01.2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la determinazione delle azioni sismiche.

**PENETRATIO s.n.c.**

di Lotti Giuseppe e Gian Paolo

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

---

## COMUNE DI PONTEDERA

RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W.

ESEGUITA NEL COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE



\*\*\*\*\*

SETTEMBRE 2023

COMMITTENTE : DCC srl

**INDICE**

1 PREMESSE.....	3
2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	3
3 IL METODO M.A.S.W.....	5
4 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE.....	6
5 INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	7

***ALLEGATI:***

- *Grafici “common-shot gather”, spettro di velocità, e profilo verticale onde S*
- *Report di calcolo*

---

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE GEOFISICA M.A.S.W. ESEGUITA NEL  
COMUNE DI COLLESALVETTI, VIA DELLO ZANNONE**



**1 PREMESSA**

La presente relazione descrive i risultati della prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh) eseguita in nel Comune di Collesalveti, Via dello Zannone.

L'indagine M.A.S.W. è stata condotta con l'obiettivo di determinare il parametro VSeq, necessario al fine della classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, volendo procedere secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

**2 GENERALITÀ SULLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH**

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a  $0.92V_s$ .

In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e  $0.92 V_s$ .

La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

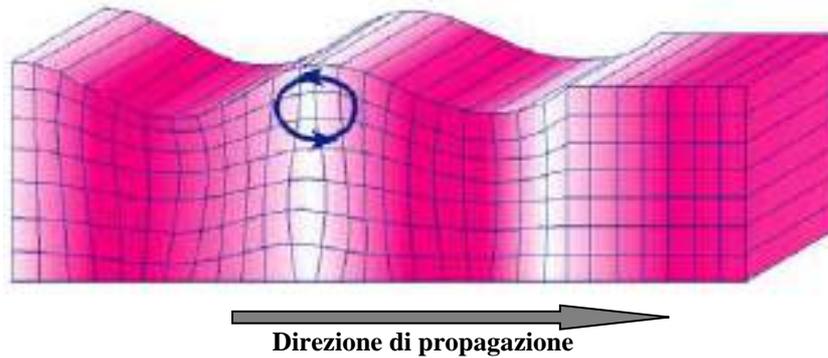


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto al senso di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio  $V_S$  tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde  $P$  (7%) ed  $S$  (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, mentre la velocità delle onde  $P$  misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde  $S$  è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde  $P$ , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle  $V_s$ , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. In caso di variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propaga a una diversa velocità (velocità di fase) che a sua volta corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda. (Fig. 2)

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.

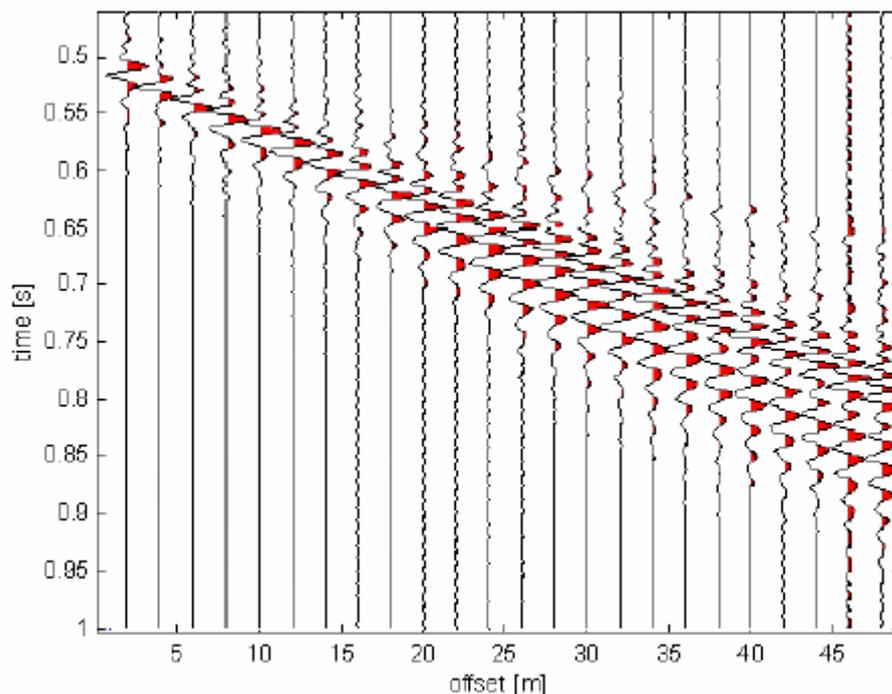


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato. Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

### **3. IL METODO M.A.S.W.**

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_S$ .

Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso tecniche computazionali, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 fasi fondamentali:

- acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni;
- estrazione del modo fondamentale dalla curva di dispersione (grafico velocità di fase rispetto alla frequenza) delle onde superficiali di Rayleigh;

- inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V/S$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, ecc.) e diventano rumore.

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella possibilità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali. Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni. Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico.

#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE IMPIEGATE**

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 12
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)

50 msec (383 punti)  
100 msec (756 punti)  
200 msec (1530 punti)  
400 msec (3060 punti)  
800 msec (6121 punti)  
1000 msec

- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 12-24" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni "Geospace" a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 12
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 5 rilevazioni, impiegando la massa battente, a distanze di, 2,0 m, 3,0 m, 6,0 m, 7,0 m e 10,0 m dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è da considerare orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell'ordine del centimetro).

## **5 INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW versione 6.0 professional, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs. tramite il processo d'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite con la tecnica masw.

Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo.

Il processo si articola in due fasi:

- 1) determinazione dello spettro di velocità dove è possibile identificare la curva di dispersione, mediante il picking riconoscendo il solo modo fondamentale o anche i modi superiori.
- 2) Inversione della curva di dispersione mediante algoritmi genetici.

Per il processo d'inversione si procede definendo un intervallo di ricerca sia per quanto riguarda le velocità che per gli spessori, all'interno del quale il software valuta tutte le possibili soluzioni fornendo quella più rispondente al picking eseguito.

Risulta evidente che la rispondenza tra modello reale del sito e quello ottenuto dal processo d'inversione risente fortemente degli intervalli impostati all'interno dei quali il software esegue la ricerca.

Il modello calcolato sarà più prossimo a quello reale tante più informazioni del sito si avranno a disposizione e quindi tanto più gli intervalli di ricerca saranno stringenti.

È possibile inoltre procedere con la modellazione diretta inserendo un modello di partenza del sito e confrontando la curva sintetica calcolata dal software con quella di dispersione ottenuta dalle rilevazioni con tecnica masw.

Nel caso in esame il picking della curva di dispersione è stato eseguito riconoscendo il modo fondamentale ed il primo modo superiore utilizzando il grafico spettro di velocità/velocità di fase relativo allo shot con offset di 7 m, che è risultato con sufficiente grado di definizione. Anche gli spettri relativi agli altri shots sono risultati confrontabili con quello preso in esame.

I profili di velocità delle onde S ottenuti sono profili semplificati a 4 strati derivanti da parametri di partenza quali spessori e ranges di velocità.

Tali parametri son stimabili con indagini aggiuntive quali sondaggi geognostici prove penetrometriche, indagini sismica in foro o a rifrazione.

In assenza di tali approfondimenti non è possibile ottenere il modello reale sismo-stratigrafico, ma sarà comunque possibile fornire un valore di Vs30 affidabile.

Il software winMasw presenta come soluzione due modelli: il modello migliore cioè quello che presenta la differenza minore tra la curva osservata e calcolata, e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica, fornendo per ciascun modello il valore di Vs30.

Di seguito sono riportate le velocità Vs e gli spessori dei livelli sismici costituenti i due modelli.

- secondo il MODELLO MEDIO

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	128	186	215	321
spessori (m):	3.9	5.2	6.7	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato n.	1	2	3	4
VS (m/s):	129	186	213	335
spessori (m):	4.02	5.08	9.28	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha:

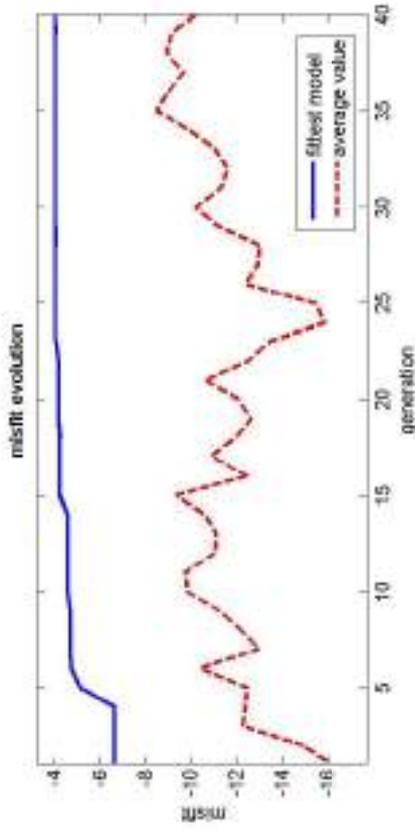
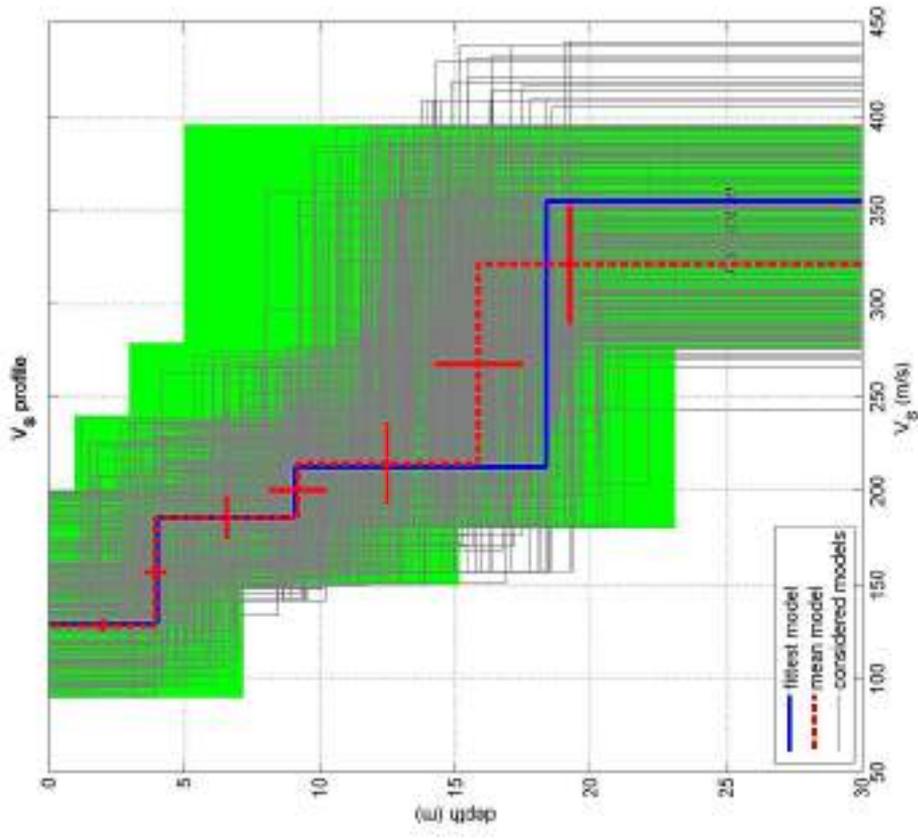
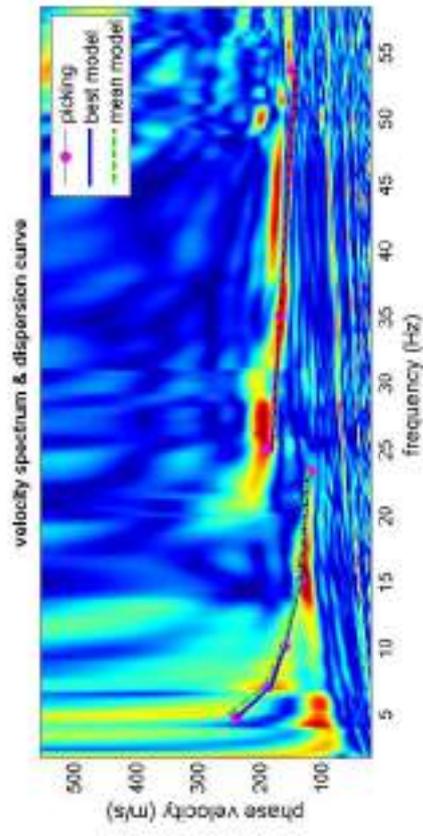
- VS30 del modello medio: 224m/s
- VS30 del modello migliore: 223 m/s

Fermo restando che la scelta della corretta categoria di sottosuolo spetta al Progettista, sulla base delle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito oltre ai risultati della presente indagine sismica, si osserva che il valore della  $V_{seq}$  determinato identifica una categoria di sottosuolo di tipo **C** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Castel del Bosco 30/09/2023

Geol. Giani Paolo





dataset: 7m\_sp2m.sgy  
 dispersion curve: 7m.cdp  
 $V_s30$  (best model): 223 m/s  
 $V_s30$  (mean model): 224 m/s

==o== SECTION#1  
dataset: 7m sp2m.sgy  
minimum offset (m): 7  
geophone spacing (m): 2  
sampling (ms): 0.131  
Dispersion curve: 7m.cdp  
Number of individuals: 30  
Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 90 0.996079 150 1.992158 180 1.992158  
275.7354  
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 200 7.171769 240 7.968632 279 7.968632  
395  
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35

Output folder: C:\Users\Giuseppe\Desktop\ismiche temp\output\_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -16.1563 -6.6715  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -14.9169 -6.6715  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -12.2751 -6.6715  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -12.4013 -6.6715  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -12.4911 -5.1559  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -10.423 -4.76034  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -13.0498 -4.72373  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -12.1737 -4.72373  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -11.276 -4.72373  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -9.8573 -4.6051  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -9.8047 -4.6051  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -11.1156 -4.60508  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -11.1334 -4.60508  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -10.6116 -4.60508  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -9.403 -4.2803  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -12.5488 -4.28034  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -10.9306 -4.28034  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -12.001 -4.28034  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -12.6622 -4.2157  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -12.0864 -4.2157  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -10.6272 -4.2157  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -12.5522 -4.2157  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -13.5561 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -15.8753 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -15.4916 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -12.3972 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -12.9868 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -13.0408 -4.0876  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -11.211 -4.08749  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -10.2266 -4.08749  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -11.3853 -4.08749  
Forcing search space

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -11.6456 -4.08749  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -11.1086 -4.08749

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -9.9692 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -8.524 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -9.0244 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -9.7266 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -8.9431 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -9.1687 -4.0875  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -10.2123 -4.05696

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 129 186 213 355  
 Thickness (m): 4 5.1 9.3

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35

Vp & Density Optimization

p14 =

1

p15 =

8

p16 =

0.2042	0.3043	0.4330	0.6474	1.0000
0.4655	0.6548	1.0000	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -4.0098 -3.3573  
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -3.9462 -3.3573  
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -3.7933 -3.3573  
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -3.8853 -3.3573  
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -3.8445 -3.3466  
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -3.8759 -3.3466  
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -3.8841 -3.324  
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -3.7519 -3.324  
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -3.8281 -3.324

Number of models considered to calculate the average model: 112

#####  
 RESULTS  
 #####

Dataset: 7m sp2m.sgy

Analyzed curve/spectrum: 7m.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====  
 MEAN MODEL

Vs (m/s): 128 186 215 321

Standard deviations (m/s): 3 12 22 32

Thickness (m): 3.9 5.2 6.7

Standard deviations (m): 0.4      1.1      1.6

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):            251 637 509 1182  
Density (gr/cm3):        1.72 1.94 1.89 2.09  
Vp/Vs ratio: 1.96 3.42 2.37 3.68  
Poisson: 0.32 0.45 0.39 0.46  
Shear modulus (MPa): 28        67        87        216  
Estimated static shear modulus (MPa): 0        0        0        0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
4.77689	256.5347
7.11729	193.7547
10.1264	162.4997
15.1415	135.7809
23.3887	122.4056

First higher mode

Mean model

24.9489	180.247
35.0907	166.9269
53.591	141.5124

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 129 186 213 355  
thickness (m): 4.0231 5.0772 9.2769

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):            229 1267 379 2280  
Density (gr/cm3):        1.70 2.11 1.82 2.25  
Vp/Vs ratio: 1.78 6.81 1.78 6.42  
Poisson: 0.27 0.49 0.27 0.49  
Shear modulus (MPa): 28        73        83        284  
Estimated static shear modulus (MPa): 0        0        0        0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
4.77689	237.728
7.11729	180.6861
10.1264	159.3587
15.1415	134.1342
23.3887	121.7421

First higher mode)

best model

24.9489	180.1675
35.0907	167.5517
53.591	142.1364

Vs5 (mean model): 137 m/s

Vs5 (best model): 137 m/s

Vs20 (mean model): 194 m/s

Vs20 (best model): 188 m/s

Vs30 (mean model): 224 m/s

Vs30 (best model): 223 m/s

For Italian Users:

Dalla normativa vigente (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanato con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n 8 del 20/02/2018):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite come descritto al B 3.2.3. del D.M. 17.01.2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la determinazione delle azioni sismiche.




---



---

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

**ELABORAZIONE NUMERICA DEI RISULTATI**

---



---

Committente: Peppuccio La Placa  
 Località: Collesalveti  
 Cantiere: Via dello Zannone  
 Data: 27/9/23  
 N. prove: 20

**Caratteristiche del sistema**

Penetrometro statico TG 63 200KN Pagani  
 Punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo di apertura = 60°  
 Ap=10 cm<sup>2</sup>; At=20 cm<sup>2</sup>; Am=150 cm<sup>2</sup>  
 Velocità di avanzamento = 2 cm/sec  
 peso aste interne: 0,130 Kg  
 passo di lettura: 20 cm

LEGENDA			
#####	$\alpha\sigma\tau$	argilla organica e/o torba	Qc Resistenza alla Punta (Kg/cmq)
●●●●●●	$\alpha$	argilla	Fs Attrito laterale unitario (Kg/cmq)
●●●	$\alpha\lambda$	argilla limosa	Qc/Fs Rapporto Begemann
	$\lambda$	limo	Rt Spinta totale (rivest.+punta)
°°°	$\sigma\lambda$	sabbia e limo	$\gamma$ Peso di volume
°°°°°°	$\sigma\sigma$	sabbia sciolta	$\sigma'_{vo}$ Pressione verticale efficace
±±±±±±	$\sigma\mu$	sabbia mediamente addensata	$\phi$ Angolo di attrito interno
""""""	$\sigma\delta\gamma$	sabbia densa e/o ghiaia	Dr Densità relativa
*****	$\rho\iota\pi$	riporto	Cu Coesione non drenata
			$m_v$ Coeff. di compressibilità volum.



Prova numero: 1

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

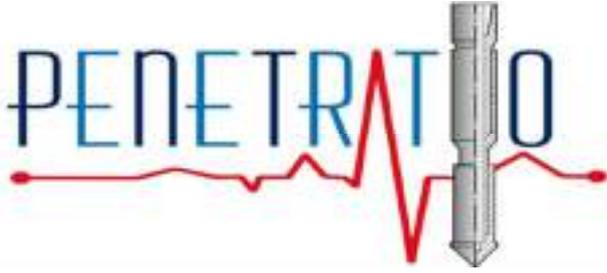
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,0 m dal p.c.

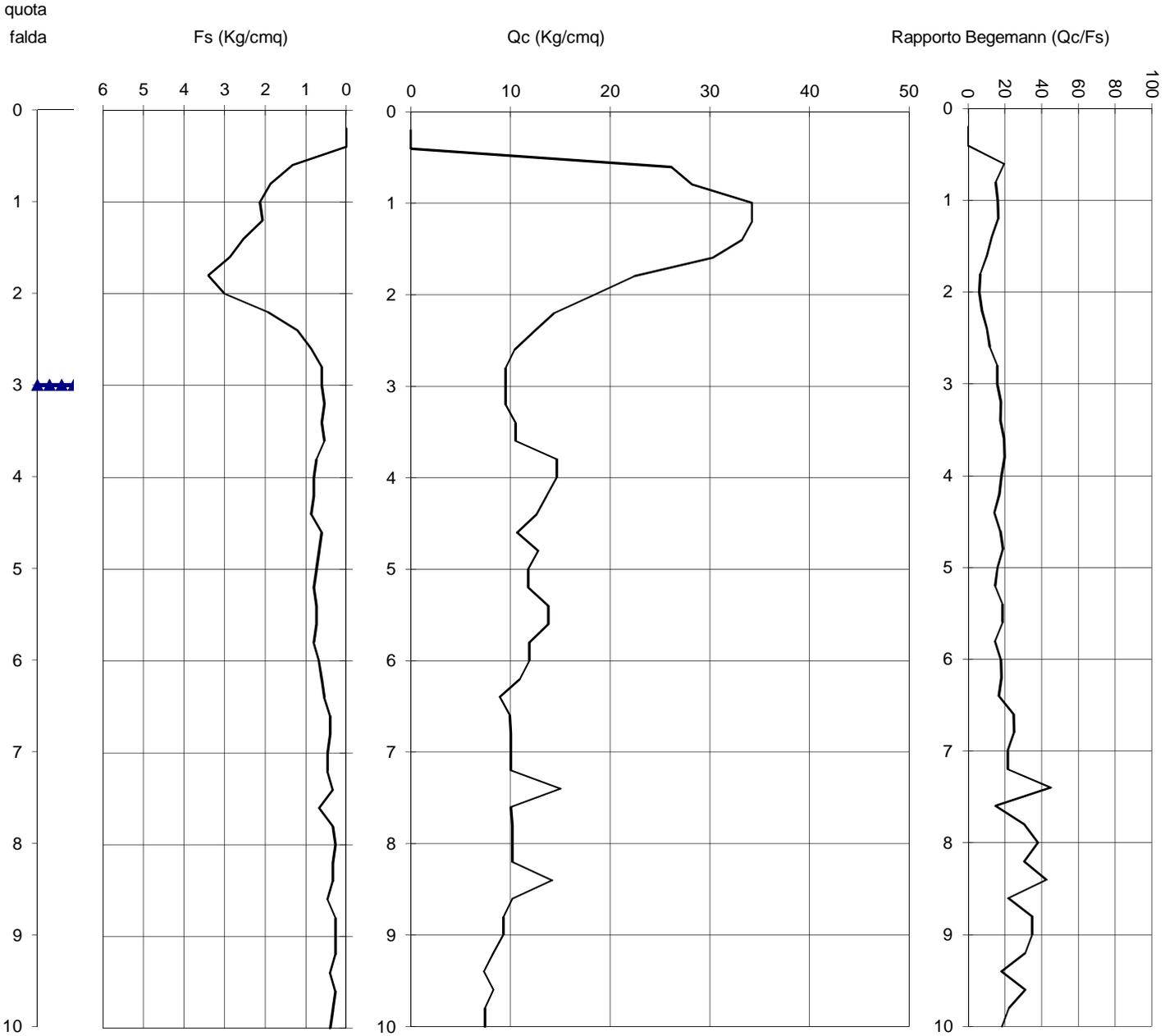
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	26,1	1,33	20		1,94	0,11	-	-	1,04	15,3	##### α	
0,8	28,3	1,87	15		1,94	0,15	-	-	1,12	14,2	##### α	
1	34,3	2,13	16		1,95	0,19	-	-	1,36	11,7	##### α	
1,2	34,3	2,07	17		1,95	0,23	-	-	1,36	11,7	##### α	
1,4	33,3	2,53	13		1,95	0,27	-	-	1,32	12,0	##### α	
1,6	30,3	2,87	11		1,95	0,31	-	-	1,20	12,2	##### α	
1,8	22,4	3,40	7		1,93	0,34	-	-	0,88	16,5	##### α	
2	18,4	3,00	6		1,61	0,38	-	-	0,72	20,1	##### αοτ	
2,2	14,4	1,93	7		1,57	0,41	-	-	0,56	25,7	##### αοτ	
2,4	12,4	1,20	10		1,55	0,44	-	-	0,48	29,9	##### αοτ	
2,6	10,4	0,87	12		1,53	0,47	-	-	0,40	35,6	##### αοτ	
2,8	9,5	0,60	16		1,88	0,51	-	-	0,36	24,1	##### α	
3	9,5	0,60	16		1,88	0,52	-	-	0,36	24,1	##### α	
3,2	9,5	0,53	18		1,88	0,54	-	-	0,36	24,1	##### α	
3,4	10,5	0,60	18		1,90	0,56	-	-	0,40	22,7	##### α	
3,6	10,5	0,53	20		1,90	0,58	-	-	0,40	22,7	##### α	
3,8	14,7	0,73	20		1,91	0,60	-	-	0,56	19,8	##### α	
4	14,7	0,80	18		1,91	0,61	-	-	0,56	19,8	##### α	
4,2	13,7	0,80	17		1,91	0,63	-	-	0,52	20,2	##### α	
4,4	12,7	0,87	15		1,91	0,65	-	-	0,48	20,8	##### α	
4,6	10,7	0,60	18		1,90	0,67	-	-	0,40	22,6	##### α	
4,8	12,8	0,67	19		1,91	0,69	-	-	0,48	20,7	##### α	
5	11,8	0,73	16		1,90	0,71	-	-	0,44	21,4	##### α	
5,2	11,8	0,80	15		1,90	0,72	-	-	0,44	21,4	##### α	
5,4	13,8	0,73	19		1,91	0,74	-	-	0,52	20,1	##### α	
5,6	13,8	0,73	19		1,91	0,76	-	-	0,52	20,1	##### α	
5,8	11,9	0,80	15		1,90	0,78	-	-	0,45	21,3	##### α	
6	11,9	0,67	18		1,90	0,80	-	-	0,44	21,3	##### α	
6,2	10,9	0,60	18		1,90	0,81	-	-	0,40	22,3	##### α	
6,4	8,9	0,53	17		1,85	0,83	-	-	0,32	25,1	##### α	
6,6	9,9	0,40	25		1,90	0,85	-	-	0,36	23,5	##### α	
6,8	10,0	0,40	25		1,90	0,87	-	-	0,37	23,3	##### α	
7	10,0	0,47	22		1,90	0,88	-	-	0,37	23,3	##### α	
7,2	10,0	0,47	22		1,90	0,90	-	-	0,37	23,3	##### α	
7,4	15,0	0,33	45		1,68	0,92	-	-	0,56	17,8	λ	
7,6	10,0	0,67	15		1,90	0,93	-	-	0,36	23,3	##### α	
7,8	10,2	0,33	31		1,90	0,95	-	-	0,37	23,1	###   αλ	
8	10,2	0,27	38		1,65	0,97	-	-	0,37	22,0	λ	
8,2	10,2	0,33	31		1,90	0,98	-	-	0,37	23,1	###   αλ	
8,4	14,2	0,33	43		1,67	1,00	-	-	0,53	18,2	λ	
8,6	10,2	0,47	22		1,90	1,01	-	-	0,37	23,1	##### α	
8,8	9,3	0,27	35		1,87	1,03	-	-	0,33	24,4	###   αλ	
9	9,3	0,27	35		1,87	1,05	-	-	0,33	24,4	###   αλ	
9,2	8,3	0,27	31		1,82	1,07	-	-	0,29	26,3	###   αλ	
9,4	7,3	0,40	18		1,77	1,08	-	-	0,25	28,8	##### α	
9,6	8,3	0,27	31		1,82	1,10	-	-	0,29	26,3	###   αλ	
9,8	7,4	0,33	22		1,77	1,11	-	-	0,25	28,4	##### α	
10	7,4	0,40	19		1,77	1,13	-	-	0,25	28,4	##### α	

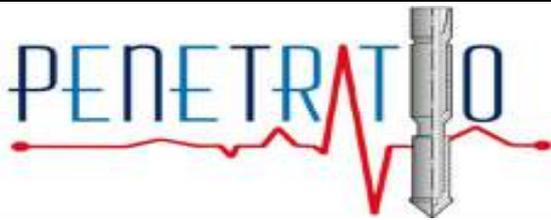


Prova numero 1  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 2

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,4 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati						Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]		
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	35,1	2,40	15		1,96	0,11	-	-	1,40	11,4	##### α	
0,8	30,3	2,60	12		1,95	0,15	-	-	1,20	13,2	##### α	
1	31,3	2,20	14		1,95	0,19	-	-	1,24	12,8	##### α	
1,2	39,3	2,13	18		1,97	0,23	-	-	1,56	10,2	##### α	
1,4	35,3	3,53	10		1,96	0,27	-	-	1,40	11,3	##### α	
1,6	37,3	4,67	8		1,96	0,31	-	-	1,48	9,9	##### α	
1,8	29,4	4,80	6		1,94	0,35	-	-	1,16	12,6	##### α	
2	23,4	3,73	6		1,93	0,38	-	-	0,92	15,8	##### α	
2,2	21,4	2,33	9		1,93	0,42	-	-	0,84	17,3	##### α	
2,4	15,4	2,20	7		1,58	0,45	-	-	0,60	24,1	##### αοτ	
2,6	13,4	1,73	8		1,56	0,49	-	-	0,52	27,7	##### αοτ	
2,8	18,5	1,13	16		1,92	0,52	-	-	0,72	19,5	##### α	
3	21,5	1,20	18		1,93	0,56	-	-	0,84	18,6	##### α	
3,2	24,5	1,33	18		1,93	0,60	-	-	0,96	16,3	##### α	
3,4	25,5	1,27	20		1,93	0,62	-	-	1,00	15,7	##### α	
3,6	21,5	1,33	16		1,93	0,64	-	-	0,84	18,6	##### α	
3,8	18,7	1,07	17		1,92	0,66	-	-	0,72	19,6	##### α	
4	16,7	0,73	23		1,91	0,67	-	-	0,64	19,4	##### α	
4,2	12,7	0,73	17		1,91	0,69	-	-	0,48	20,8	##### α	
4,4	14,7	0,60	24		1,91	0,71	-	-	0,56	19,8	##### α	
4,6	13,7	0,60	23		1,91	0,73	-	-	0,52	20,2	##### α	
4,8	20,8	0,73	28		1,92	0,75	-	-	0,80	19,2	##### αλ	
5	18,8	1,00	19		1,92	0,77	-	-	0,72	19,6	##### α	
5,2	15,8	0,93	17		1,91	0,78	-	-	0,60	19,5	##### α	
5,4	14,8	0,80	18		1,91	0,80	-	-	0,56	19,7	##### α	
5,6	12,8	0,47	27		1,91	0,82	-	-	0,48	20,7	##### αλ	
5,8	12,9	0,47	28		1,91	0,84	-	-	0,48	20,6	##### αλ	
6	13,9	0,47	30		1,91	0,86	-	-	0,52	20,1	##### αλ	
6,2	13,9	0,53	26		1,91	0,88	-	-	0,52	20,1	##### αλ	
6,4	13,9	0,60	23		1,91	0,89	-	-	0,52	20,1	##### α	
6,6	10,9	0,33	33		1,90	0,91	-	-	0,40	22,3	##### αλ	
6,8	10,0	0,40	25		1,90	0,93	-	-	0,36	23,3	##### α	
7	10,0	0,27	38		1,65	0,94	-	-	0,36	22,2	λ	
7,2	11,0	0,27	41		1,66	0,96	-	-	0,40	20,9	λ	
7,4	13,0	0,47	28		1,91	0,97	-	-	0,48	20,5	##### αλ	
7,6	16,0	0,53	30		1,91	0,99	-	-	0,60	19,5	##### αλ	
7,8	12,2	0,67	18		1,90	1,01	-	-	0,45	21,1	##### α	
8	10,2	0,47	22		1,90	1,03	-	-	0,37	23,1	##### α	
8,2	13,2	0,33	40		1,67	1,04	-	-	0,49	18,9	λ	
8,4	11,2	0,40	28		1,90	1,06	-	-	0,40	22,0	##### αλ	
8,6	12,2	0,33	37		1,66	1,07	-	-	0,44	19,7	λ	
8,8	12,3	0,27	46		1,66	1,09	-	-	0,45	19,6	λ	
9	12,3	0,33	37		1,66	1,10	-	-	0,45	19,6	λ	
9,2	13,3	0,27	50		1,67	1,11	28	2	-	25,1	ooooo σσ	
9,4	22,3	0,47	48		1,71	1,13	27	-	-	14,9	oo    σλ	
9,6	22,3	0,53	42		1,71	1,14	27	-	-	14,9	oo    σλ	
9,8	12,4	0,53	23		1,91	1,16	-	-	0,45	20,9	##### α	
10	13,4	0,33	40		1,67	1,17	-	-	0,49	18,7	λ	



Prova numero: 2

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 15,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,4 m dal p.c.

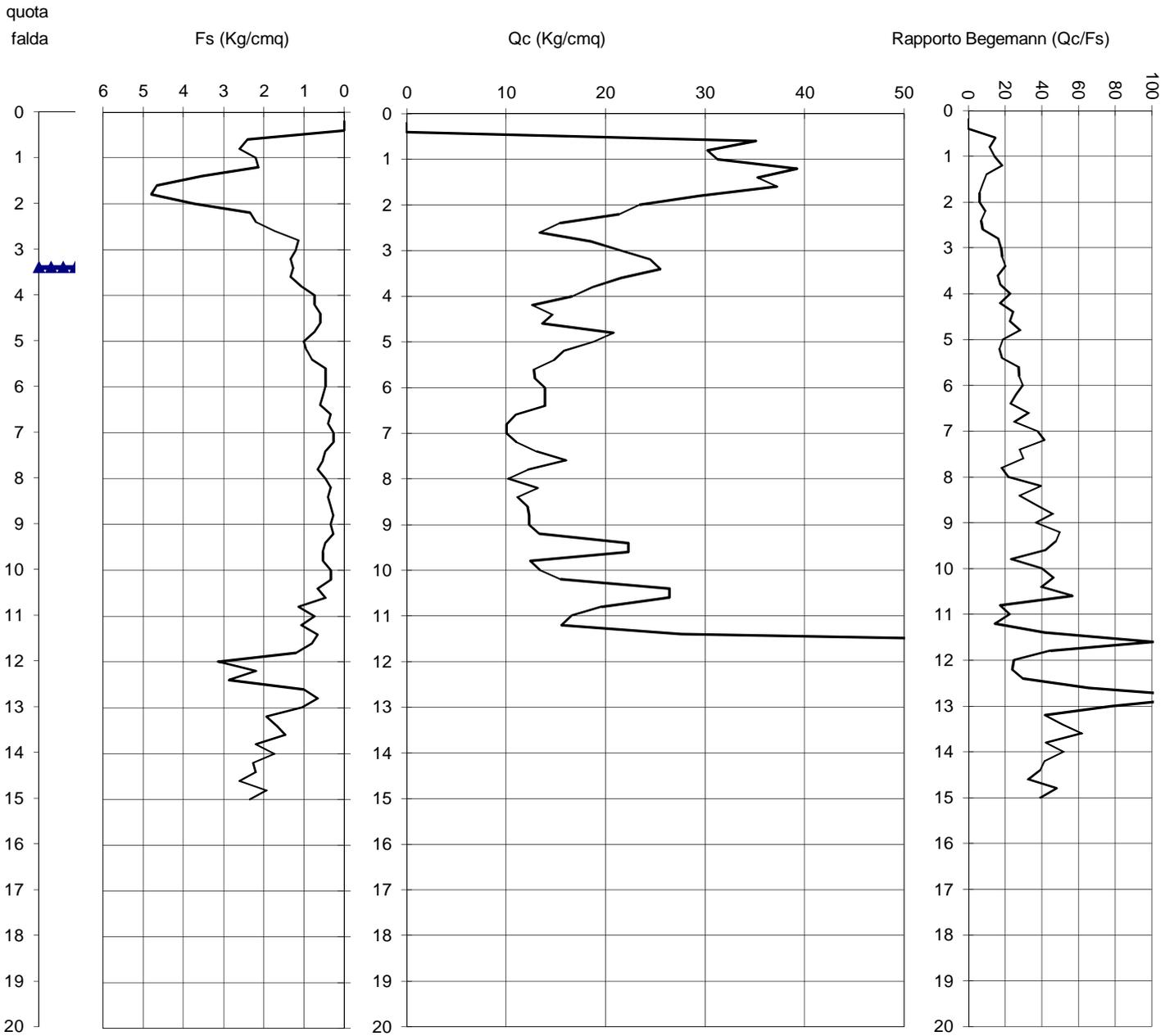
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
10,2	15,4	0,33	46		1,68	1,19	-	-	0,57	17,6		λ
10,4	26,4	0,67	40		1,73	1,20	28	-	-	12,6	°°	σλ
10,6	26,4	0,47	57		1,73	1,22	28	18	-	12,6	+++++	σμ
10,8	19,6	1,13	17		1,92	1,23	-	-	0,73	19,8	#####	α
11	16,6	0,73	23		1,91	1,25	-	-	0,61	19,4	#####	α
11,2	15,6	1,07	15		1,91	1,27	-	-	0,57	19,5	#####	α
11,4	27,6	0,67	41		1,74	1,29	28	-	-	12,1	°°	σλ
11,6	80,6	0,80	101		2,00	1,31	34	55	-	4,1	+++++	σμ
11,8	53,7	1,20	45		1,87	1,32	31	-	-	6,2	°°	σλ
12	77,7	3,13	25		2,05	1,34	-	-	3,05	5,1	###	αλ
12,2	52,7	2,20	24		1,99	1,36	-	-	2,05	7,6	###	αλ
12,4	84,7	2,87	30		2,02	1,38	32	-	-	3,9	°°	σλ
12,6	65,7	1,00	66		1,93	1,40	33	47	-	5,1	+++++	σμ
12,8	85,8	0,67	129		2,03	1,42	34	55	-	3,9	+++++	σμ
13	82,8	1,07	78		2,01	1,44	34	54	-	4,0	+++++	σμ
13,2	80,8	1,93	42		2,00	1,46	32	-	-	4,1	°°	σλ
13,4	85,8	1,67	51		2,03	1,48	34	55	-	3,9	+++++	σμ
13,6	90,8	1,47	62		2,05	1,51	34	56	-	3,7	+++++	σμ
13,8	93,0	2,20	42		2,06	1,53	33	-	-	3,6	°°	σλ
14	90,0	1,73	52		2,05	1,55	34	55	-	3,7	+++++	σμ
14,2	94,0	2,27	41		2,07	1,57	33	-	-	3,5	°°	σλ
14,4	86,0	2,20	39		2,03	1,59	33	-	-	3,9	°°	σλ
14,6	85,0	2,60	33		2,02	1,61	32	-	-	3,9	°°	σλ
14,8	93,1	1,93	48		2,07	1,63	34	55	-	3,6	+++++	σμ
15	91,1	2,33	39		2,06	1,65	33	-	-	3,7	°°	σλ
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												



Prova numero 2  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 15  
Quota falda (m dal p.c.): 3,4



PENETROMETRO STATICO: TG 73 200 KN PAGANI



Prova numero: 3

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

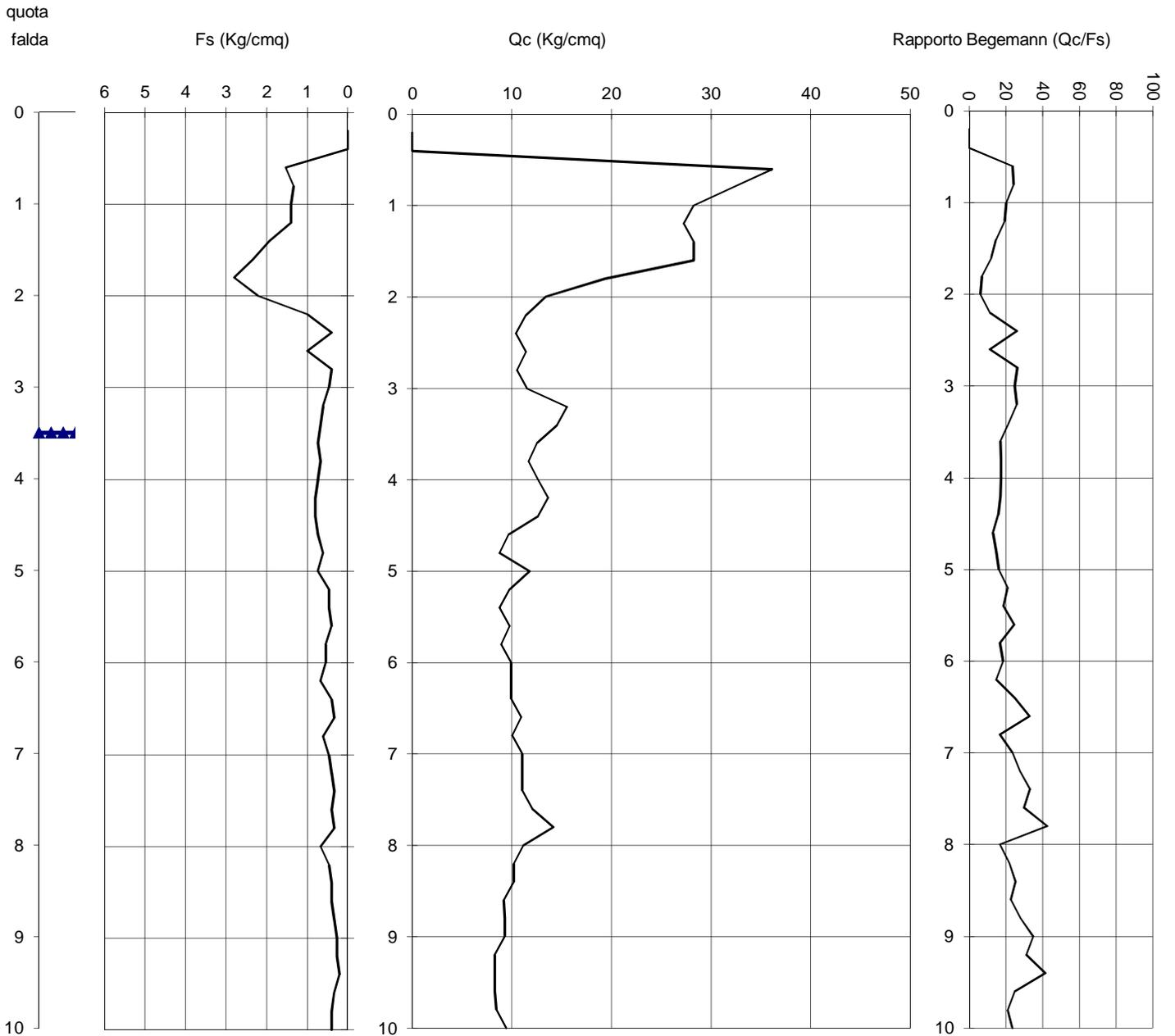
Quota falda: 3,5 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.		
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.		
0,6	36,1	1,53	24		1,96	0,11	-	-	1,44	11,1	ααα	αλ	
0,8	32,3	1,33	24		1,95	0,15	-	-	1,28	12,4	ααα	αλ	
1	28,3	1,40	20		1,94	0,19	-	-	1,12	14,2	ααααα	α	
1,2	27,3	1,40	19		1,94	0,23	-	-	1,08	14,7	ααααα	α	
1,4	28,3	1,93	15		1,94	0,27	-	-	1,12	14,2	ααααα	α	
1,6	28,3	2,33	12		1,94	0,31	-	-	1,12	14,2	ααααα	α	
1,8	19,4	2,80	7		1,62	0,34	-	-	0,76	19,1	#####	αοτ	
2	13,4	2,20	6		1,56	0,37	-	-	0,52	27,7	#####	αοτ	
2,2	11,4	1,00	11		1,54	0,40	-	-	0,44	32,5	#####	αοτ	
2,4	10,4	0,40	26		1,90	0,44	-	-	0,40	22,9	ααααα	α	
2,6	11,4	1,00	11		1,54	0,47	-	-	0,44	32,5	#####	αοτ	
2,8	10,5	0,40	26		1,90	0,51	-	-	0,40	22,7	ααααα	α	
3	11,5	0,47	25		1,90	0,54	-	-	0,44	21,7	ααααα	α	
3,2	15,5	0,60	26		1,91	0,58	-	-	0,60	19,5	ααα	αλ	
3,4	14,5	0,67	22		1,91	0,62	-	-	0,56	19,8	ααααα	α	
3,6	12,5	0,73	17		1,91	0,64	-	-	0,48	20,9	ααααα	α	
3,8	11,7	0,67	17		1,90	0,66	-	-	0,44	21,5	ααααα	α	
4	12,7	0,73	17		1,91	0,68	-	-	0,48	20,8	ααααα	α	
4,2	13,7	0,80	17		1,91	0,69	-	-	0,52	20,2	ααααα	α	
4,4	12,7	0,80	16		1,91	0,71	-	-	0,48	20,8	ααααα	α	
4,6	9,7	0,73	13		1,53	0,72	-	-	0,36	37,7	#####	αοτ	
4,8	8,8	0,60	15		1,52	0,73	-	-	0,32	39,8	#####	αοτ	
5	11,8	0,73	16		1,90	0,75	-	-	0,44	21,4	ααααα	α	
5,2	9,8	0,47	21		1,89	0,77	-	-	0,36	23,7	ααααα	α	
5,4	8,8	0,47	19		1,84	0,79	-	-	0,32	25,3	ααααα	α	
5,6	9,8	0,40	24		1,89	0,80	-	-	0,36	23,7	ααααα	α	
5,8	8,9	0,53	17		1,85	0,82	-	-	0,32	25,1	ααααα	α	
6	9,9	0,53	19		1,90	0,84	-	-	0,36	23,5	ααααα	α	
6,2	9,9	0,67	15		1,53	0,85	-	-	0,36	37,2	#####	αοτ	
6,4	9,9	0,40	25		1,90	0,87	-	-	0,36	23,5	ααααα	α	
6,6	10,9	0,33	33		1,90	0,88	-	-	0,40	22,3	ααα	αλ	
6,8	10,0	0,60	17		1,90	0,90	-	-	0,37	23,3	ααααα	α	
7	11,0	0,47	24		1,90	0,92	-	-	0,40	22,1	ααααα	α	
7,2	11,0	0,40	28		1,90	0,94	-	-	0,40	22,1	ααα	αλ	
7,4	11,0	0,33	33		1,90	0,96	-	-	0,40	22,1	ααα	αλ	
7,6	12,0	0,40	30		1,90	0,97	-	-	0,44	21,2	ααα	αλ	
7,8	14,2	0,33	43		1,67	0,99	-	-	0,53	18,2		λ	
8	11,2	0,67	17		1,90	1,01	-	-	0,41	22,0	ααααα	α	
8,2	10,2	0,47	22		1,90	1,02	-	-	0,37	23,1	ααααα	α	
8,4	10,2	0,40	25		1,90	1,04	-	-	0,37	23,1	ααααα	α	
8,6	9,2	0,40	23		1,86	1,06	-	-	0,32	24,6	ααααα	α	
8,8	9,3	0,33	28		1,87	1,08	-	-	0,33	24,4	ααα	αλ	
9	9,3	0,27	35		1,87	1,09	-	-	0,33	24,4	ααα	αλ	
9,2	8,3	0,27	31		1,82	1,11	-	-	0,29	26,3	ααα	αλ	
9,4	8,3	0,20	42		1,64	1,12	-	-	0,29	25,3		λ	
9,6	8,3	0,33	25		1,82	1,14	-	-	0,29	26,3	ααααα	α	
9,8	8,4	0,40	21		1,82	1,16	-	-	0,29	26,0	ααααα	α	
10	9,4	0,40	24		1,87	1,17	-	-	0,33	24,2	ααααα	α	

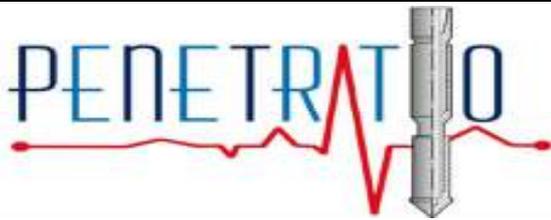


Prova numero 3  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.): 3,5



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 4

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

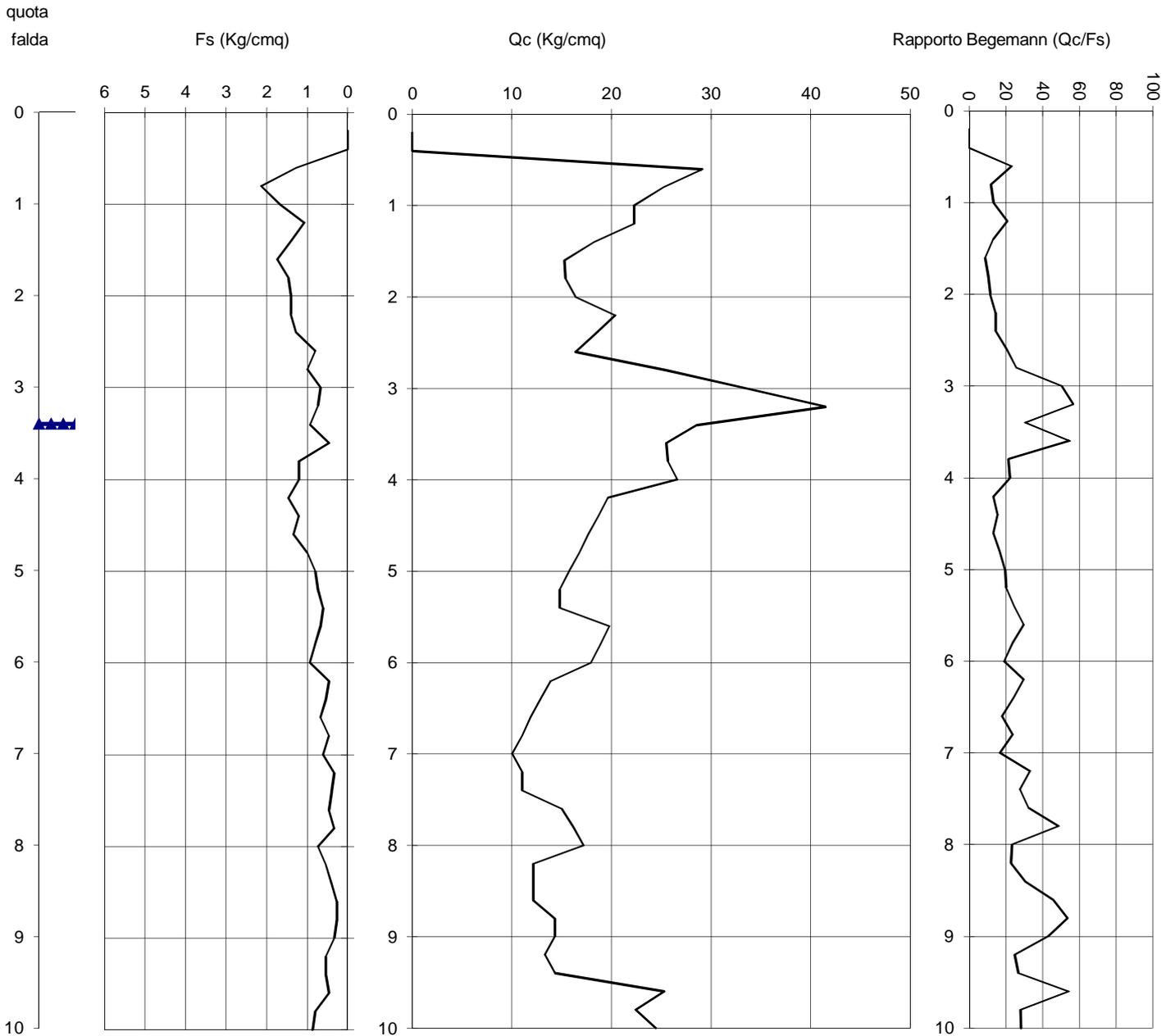
Quota falda: 3,4 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.		
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.		
0,6	29,1	1,27	23		1,94	0,11	-	-	1,16	13,7	ααα	αλ	
0,8	25,3	2,13	12		1,93	0,15	-	-	1,00	14,7	αααααα	α	
1	22,3	1,67	13		1,93	0,19	-	-	0,88	18,0	αααααα	α	
1,2	22,3	1,07	21		1,93	0,23	-	-	0,88	18,0	αααααα	α	
1,4	18,3	1,40	13		1,61	0,26	-	-	0,72	20,3	#####	αοτ	
1,6	15,3	1,73	9		1,58	0,29	-	-	0,60	24,3	#####	αοτ	
1,8	15,4	1,47	10		1,58	0,32	-	-	0,60	24,1	#####	αοτ	
2	16,4	1,40	12		1,59	0,35	-	-	0,64	22,6	#####	αοτ	
2,2	20,4	1,40	15		1,92	0,39	-	-	0,80	19,6	αααααα	α	
2,4	18,4	1,27	15		1,92	0,43	-	-	0,72	19,5	αααααα	α	
2,6	16,4	0,80	20		1,91	0,47	-	-	0,64	19,4	αααααα	α	
2,8	25,5	1,00	26		1,93	0,51	-	-	1,00	15,7	ααα	αλ	
3	33,5	0,67	50		1,77	0,54	34	45	-	9,9	+++++	σμ	
3,2	41,5	0,73	57		1,81	0,58	35	51	-	8,0	+++++	σμ	
3,4	28,5	0,93	31		1,74	0,59	28	-	-	11,7	°°°	σλ	
3,6	25,5	0,47	55		1,73	0,61	32	33	-	13,1	+++++	σμ	
3,8	25,7	1,20	21		1,93	0,63	-	-	1,00	15,6	αααααα	α	
4	26,7	1,20	22		1,94	0,65	-	-	1,04	15,0	αααααα	α	
4,2	19,7	1,47	13		1,92	0,66	-	-	0,76	19,9	αααααα	α	
4,4	18,7	1,20	16		1,92	0,68	-	-	0,72	19,6	αααααα	α	
4,6	17,7	1,33	13		1,61	0,70	-	-	0,68	21,0	#####	αοτ	
4,8	16,8	1,00	17		1,92	0,71	-	-	0,64	19,4	αααααα	α	
5	15,8	0,80	20		1,91	0,73	-	-	0,60	19,5	αααααα	α	
5,2	14,8	0,73	20		1,91	0,75	-	-	0,56	19,7	αααααα	α	
5,4	14,8	0,60	25		1,91	0,77	-	-	0,56	19,7	αααααα	α	
5,6	19,8	0,67	30		1,92	0,79	-	-	0,76	19,9	ααα	αλ	
5,8	18,9	0,80	24		1,92	0,80	-	-	0,72	19,6	αααααα	α	
6	17,9	0,93	19		1,92	0,82	-	-	0,68	19,4	αααααα	α	
6,2	13,9	0,47	30		1,91	0,84	-	-	0,52	20,1	ααα	αλ	
6,4	12,9	0,53	24		1,91	0,86	-	-	0,48	20,6	αααααα	α	
6,6	11,9	0,67	18		1,90	0,88	-	-	0,44	21,3	αααααα	α	
6,8	11,0	0,47	24		1,90	0,90	-	-	0,41	22,1	αααααα	α	
7	10,0	0,60	17		1,90	0,91	-	-	0,37	23,3	αααααα	α	
7,2	11,0	0,33	33		1,90	0,93	-	-	0,40	22,1	ααα	αλ	
7,4	11,0	0,40	28		1,90	0,95	-	-	0,40	22,1	ααα	αλ	
7,6	15,0	0,47	32		1,91	0,97	-	-	0,56	19,7	ααα	αλ	
7,8	16,2	0,33	49		1,68	0,98	28	6	-	20,6	°°°°°	σσ	
8	17,2	0,73	23		1,92	1,00	-	-	0,65	19,4	αααααα	α	
8,2	12,2	0,53	23		1,90	1,02	-	-	0,45	21,1	αααααα	α	
8,4	12,2	0,40	30		1,90	1,04	-	-	0,45	21,1	ααα	αλ	
8,6	12,2	0,27	46		1,66	1,05	-	-	0,44	19,7		λ	
8,8	14,3	0,27	54		1,67	1,06	28	2	-	23,3	°°°°°	σσ	
9	14,3	0,33	43		1,67	1,08	-	-	0,53	18,1		λ	
9,2	13,3	0,53	25		1,91	1,09	-	-	0,49	20,4	αααααα	α	
9,4	14,3	0,53	27		1,91	1,11	-	-	0,53	19,9	ααα	αλ	
9,6	25,3	0,47	54		1,73	1,13	28	19	-	13,2	+++++	σμ	
9,8	22,4	0,80	28		1,93	1,15	-	-	0,85	17,8	ααα	αλ	
10	24,4	0,87	28		1,93	1,16	-	-	0,93	16,4	ααα	αλ	

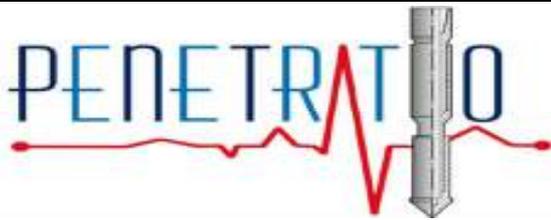


Prova numero 4  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,4



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 5

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,2 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,2 m dal p.c.

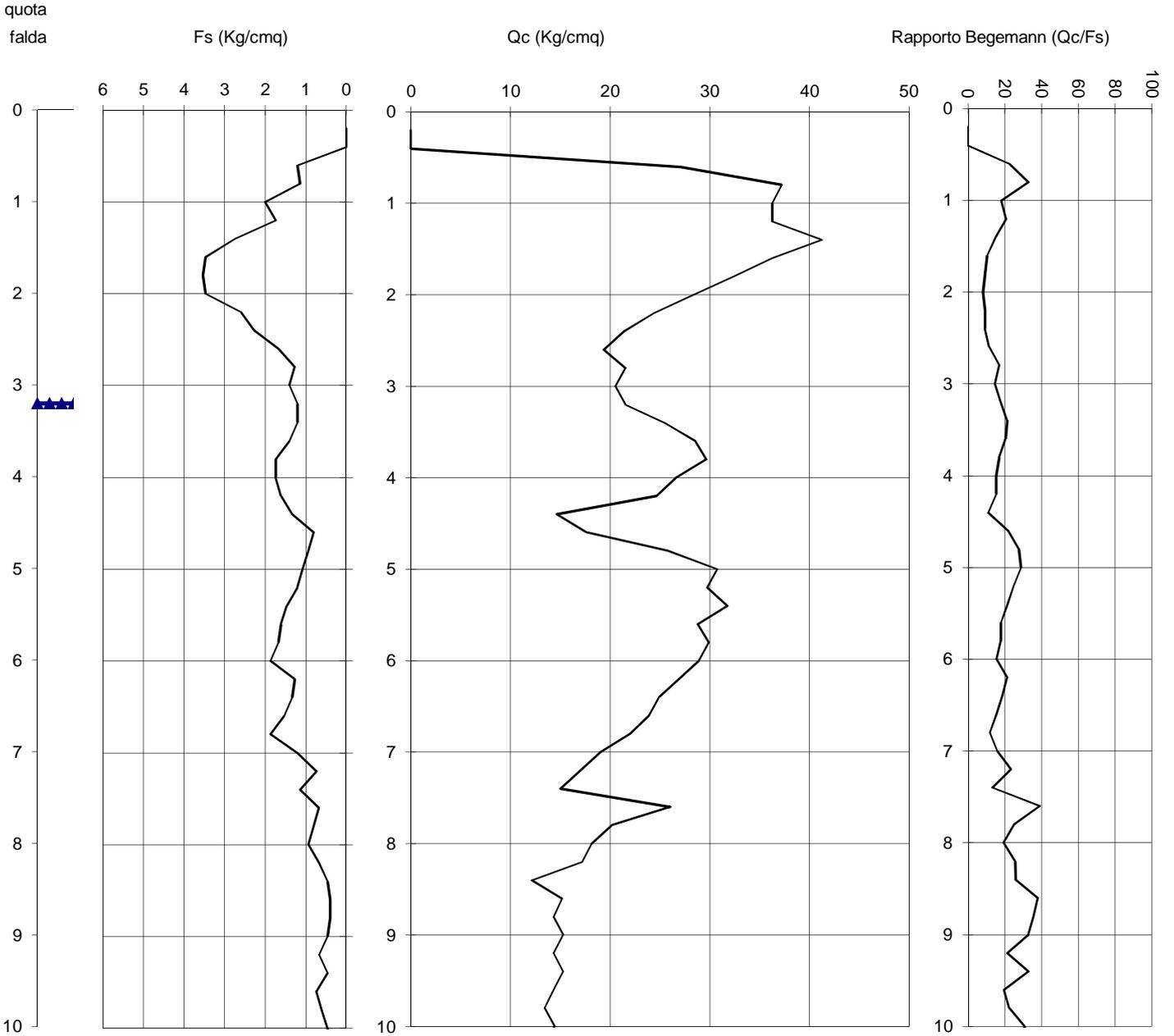
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	27,1	1,20	23		1,94	0,11	-	-	1,08	14,7	αααααα	α
0,8	37,3	1,13	33		1,79	0,15	30	-	-	8,9	°°°	σλ
1	36,3	2,00	18		1,96	0,19	-	-	1,44	11,0	αααααα	α
1,2	36,3	1,73	21		1,96	0,22	-	-	1,44	11,0	αααααα	α
1,4	41,3	2,73	15		1,97	0,26	-	-	1,64	9,7	αααααα	α
1,6	36,3	3,47	10		1,96	0,30	-	-	1,44	11,0	αααααα	α
1,8	32,4	3,53	9		1,95	0,34	-	-	1,28	11,4	αααααα	α
2	28,4	3,47	8		1,94	0,38	-	-	1,12	13,0	αααααα	α
2,2	24,4	2,60	9		1,93	0,42	-	-	0,96	15,2	αααααα	α
2,4	21,4	2,27	9		1,93	0,46	-	-	0,84	17,3	αααααα	α
2,6	19,4	1,67	12		1,62	0,49	-	-	0,76	19,1	#####	αοτ
2,8	21,5	1,27	17		1,93	0,53	-	-	0,84	18,6	αααααα	α
3	20,5	1,40	15		1,92	0,57	-	-	0,80	19,5	αααααα	α
3,2	21,5	1,20	18		1,93	0,59	-	-	0,84	18,6	αααααα	α
3,4	25,5	1,20	21		1,93	0,60	-	-	1,00	15,7	αααααα	α
3,6	28,5	1,40	20		1,94	0,62	-	-	1,12	14,0	αααααα	α
3,8	29,7	1,73	17		1,94	0,64	-	-	1,16	13,5	αααααα	α
4	26,7	1,73	15		1,94	0,66	-	-	1,04	15,0	αααααα	α
4,2	24,7	1,60	15		1,93	0,68	-	-	0,96	16,2	αααααα	α
4,4	14,7	1,33	11		1,58	0,69	-	-	0,56	25,3	#####	αοτ
4,6	17,7	0,80	22		1,92	0,71	-	-	0,68	19,4	αααααα	α
4,8	25,8	0,93	28		1,94	0,73	-	-	1,00	15,5	ααα	αλ
5	30,8	1,07	29		1,95	0,75	-	-	1,20	13,0	ααα	αλ
5,2	29,8	1,20	25		1,94	0,77	-	-	1,16	13,4	ααα	αλ
5,4	31,8	1,47	22		1,95	0,79	-	-	1,24	12,6	αααααα	α
5,6	28,8	1,60	18		1,94	0,80	-	-	1,12	13,9	αααααα	α
5,8	29,9	1,67	18		1,94	0,82	-	-	1,16	13,4	αααααα	α
6	28,9	1,87	15		1,94	0,84	-	-	1,12	13,8	αααααα	α
6,2	26,9	1,27	21		1,94	0,86	-	-	1,04	14,9	αααααα	α
6,4	24,9	1,33	19		1,93	0,88	-	-	0,96	16,1	αααααα	α
6,6	23,9	1,53	16		1,93	0,90	-	-	0,92	16,7	αααααα	α
6,8	22,0	1,87	12		1,93	0,92	-	-	0,84	16,8	αααααα	α
7	19,0	1,20	16		1,92	0,93	-	-	0,72	19,7	αααααα	α
7,2	17,0	0,73	23		1,92	0,95	-	-	0,64	19,4	αααααα	α
7,4	15,0	1,13	13		1,58	0,96	-	-	0,56	24,6	#####	αοτ
7,6	26,0	0,67	39		1,73	0,98	28	-	-	12,8	°°°	σλ
7,8	20,2	0,80	25		1,92	1,00	-	-	0,77	19,8	ααα	αλ
8	18,2	0,93	19		1,92	1,02	-	-	0,69	19,5	αααααα	α
8,2	17,2	0,67	26		1,92	1,03	-	-	0,65	19,4	ααα	αλ
8,4	12,2	0,47	26		1,90	1,05	-	-	0,44	21,1	αααααα	α
8,6	15,2	0,40	38		1,68	1,07	-	-	0,56	17,7		λ
8,8	14,3	0,40	36		1,67	1,08	-	-	0,53	18,1		λ
9	15,3	0,47	33		1,68	1,09	-	-	0,57	17,6		λ
9,2	14,3	0,67	21		1,91	1,11	-	-	0,53	19,9	αααααα	α
9,4	15,3	0,47	33		1,68	1,12	-	-	0,57	17,6		λ
9,6	14,3	0,73	20		1,91	1,14	-	-	0,53	19,9	αααααα	α
9,8	13,4	0,60	22		1,91	1,16	-	-	0,49	20,3	αααααα	α
10	14,4	0,47	31		1,91	1,18	-	-	0,53	19,9	ααα	αλ

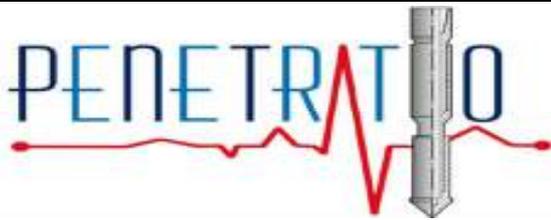


Prova numero 5  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10,2  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,2



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 6

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalvetti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

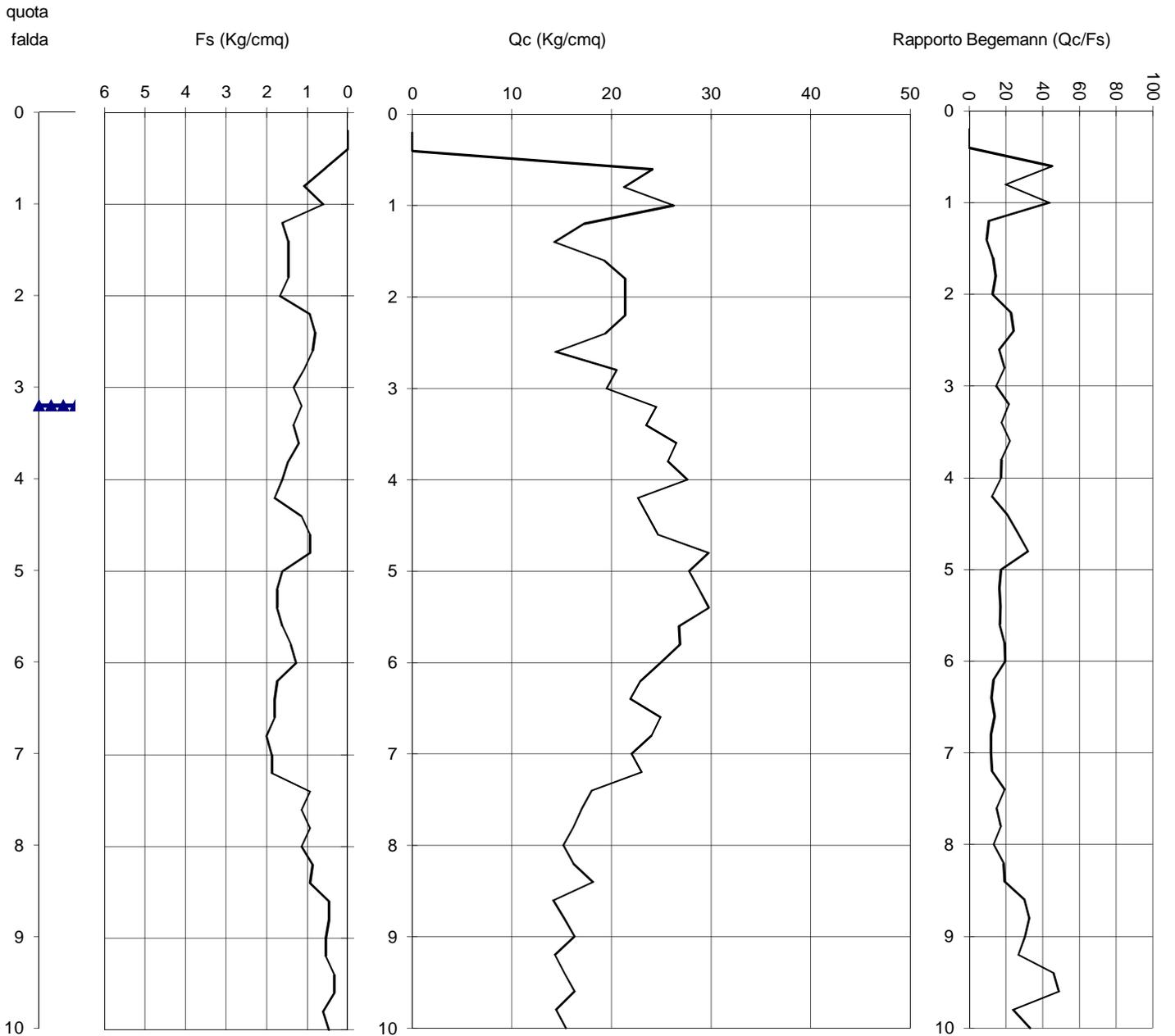
Quota falda: 3,2 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	24,1	0,53	45		1,72	0,11	28	-	-	13,8	°°°	σλ	
0,8	21,3	1,07	20		1,93	0,14	-	-	0,84	18,8	#####	α	
1	26,3	0,60	44		1,73	0,18	28	-	-	12,7	°°°	σλ	
1,2	17,3	1,60	11		1,60	0,21	-	-	0,68	21,5	#####	αοτ	
1,4	14,3	1,47	10		1,57	0,24	-	-	0,56	26,0	#####	αοτ	
1,6	19,3	1,47	13		1,62	0,28	-	-	0,76	19,2	#####	αοτ	
1,8	21,4	1,47	15		1,93	0,31	-	-	0,84	18,7	#####	α	
2	21,4	1,67	13		1,93	0,35	-	-	0,84	18,7	#####	α	
2,2	21,4	0,93	23		1,93	0,39	-	-	0,84	18,7	#####	α	
2,4	19,4	0,80	24		1,92	0,43	-	-	0,76	19,8	#####	αλ	
2,6	14,4	0,87	17		1,91	0,47	-	-	0,56	19,9	#####	α	
2,8	20,5	1,07	19		1,92	0,51	-	-	0,80	19,5	#####	α	
3	19,5	1,33	15		1,92	0,54	-	-	0,76	19,8	#####	α	
3,2	24,5	1,13	22		1,93	0,56	-	-	0,96	16,3	#####	α	
3,4	23,5	1,33	18		1,93	0,58	-	-	0,92	17,0	#####	α	
3,6	26,5	1,20	22		1,94	0,60	-	-	1,04	15,1	#####	α	
3,8	25,7	1,47	17		1,93	0,62	-	-	1,00	15,6	#####	α	
4	27,7	1,60	17		1,94	0,64	-	-	1,08	14,5	#####	α	
4,2	22,7	1,80	13		1,93	0,66	-	-	0,88	17,7	#####	α	
4,4	23,7	1,13	21		1,93	0,68	-	-	0,92	16,9	#####	α	
4,6	24,7	0,93	26		1,93	0,69	-	-	0,96	16,2	#####	αλ	
4,8	29,8	0,93	32		1,75	0,71	28	-	-	11,2	°°°	σλ	
5	27,8	1,60	17		1,94	0,73	-	-	1,08	14,4	#####	α	
5,2	28,8	1,73	17		1,94	0,75	-	-	1,12	13,9	#####	α	
5,4	29,8	1,73	17		1,94	0,77	-	-	1,16	13,4	#####	α	
5,6	26,8	1,60	17		1,94	0,78	-	-	1,04	14,9	#####	α	
5,8	26,9	1,40	19		1,94	0,80	-	-	1,04	14,9	#####	α	
6	24,9	1,27	20		1,93	0,82	-	-	0,96	16,1	#####	α	
6,2	22,9	1,73	13		1,93	0,84	-	-	0,88	17,5	#####	α	
6,4	21,9	1,80	12		1,93	0,86	-	-	0,84	16,9	#####	α	
6,6	24,9	1,80	14		1,93	0,88	-	-	0,96	16,1	#####	α	
6,8	24,0	2,00	12		1,93	0,90	-	-	0,93	15,4	#####	α	
7	22,0	1,87	12		1,93	0,91	-	-	0,85	16,8	#####	α	
7,2	23,0	1,87	12		1,93	0,93	-	-	0,88	16,1	#####	α	
7,4	18,0	0,93	19		1,92	0,95	-	-	0,68	19,5	#####	α	
7,6	17,0	1,13	15		1,92	0,97	-	-	0,64	19,4	#####	α	
7,8	16,2	0,93	17		1,91	0,99	-	-	0,61	19,4	#####	α	
8	15,2	1,13	13		1,58	1,00	-	-	0,57	24,4	#####	αοτ	
8,2	16,2	0,87	19		1,91	1,02	-	-	0,61	19,4	#####	α	
8,4	18,2	0,93	19		1,92	1,04	-	-	0,69	19,5	#####	α	
8,6	14,2	0,47	30		1,91	1,05	-	-	0,52	20,0	#####	αλ	
8,8	15,3	0,47	33		1,68	1,07	-	-	0,57	17,6		λ	
9	16,3	0,53	31		1,91	1,09	-	-	0,61	19,4	#####	αλ	
9,2	14,3	0,53	27		1,91	1,10	-	-	0,53	19,9	#####	αλ	
9,4	15,3	0,33	46		1,68	1,12	-	-	0,57	17,6		λ	
9,6	16,3	0,33	49		1,68	1,13	28	3	-	20,4	°°°°°	σσ	
9,8	14,4	0,60	24		1,91	1,15	-	-	0,53	19,9	#####	α	
10	15,4	0,47	33		1,68	1,16	-	-	0,57	17,6		λ	



Prova numero 6  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.): 3,2



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 7

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalvetti

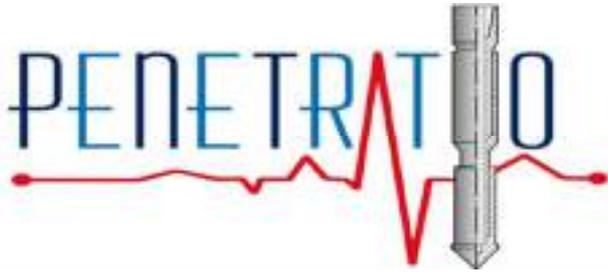
Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

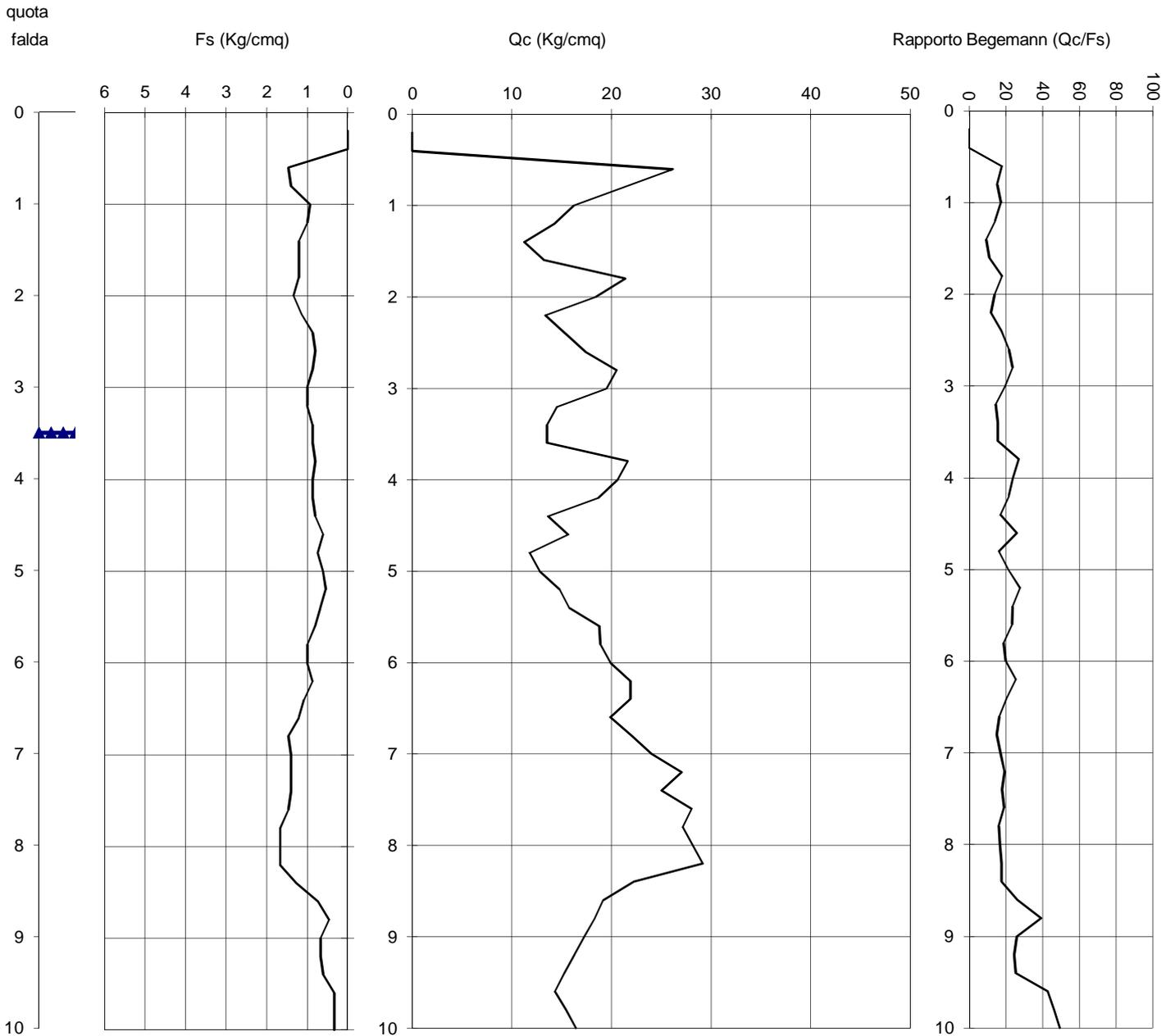
Quota falda: 3,5 m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.		
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.		
0,6	26,1	1,47	18		1,94	0,11	-	-	1,04	15,3	α		
0,8	21,3	1,40	15		1,93	0,15	-	-	0,84	18,8	α		
1	16,3	0,93	17		1,91	0,19	-	-	0,64	19,4	α		
1,2	14,3	1,00	14		1,91	0,23	-	-	0,56	19,9	α		
1,4	11,3	1,20	9		1,54	0,26	-	-	0,44	32,9	αοτ		
1,6	13,3	1,20	11		1,56	0,29	-	-	0,52	27,9	αοτ		
1,8	21,4	1,20	18		1,93	0,33	-	-	0,84	18,7	α		
2	18,4	1,33	14		1,92	0,36	-	-	0,72	19,5	α		
2,2	13,4	1,13	12		1,56	0,40	-	-	0,52	27,7	αοτ		
2,4	15,4	0,87	18		1,91	0,43	-	-	0,60	19,6	α		
2,6	17,4	0,80	22		1,92	0,47	-	-	0,68	19,4	α		
2,8	20,5	0,87	24		1,92	0,51	-	-	0,80	19,5	α		
3	19,5	1,00	20		1,92	0,55	-	-	0,76	19,8	α		
3,2	14,5	1,00	15		1,91	0,59	-	-	0,56	19,8	α		
3,4	13,5	0,87	16		1,91	0,63	-	-	0,52	20,3	α		
3,6	13,5	0,87	16		1,91	0,64	-	-	0,52	20,3	α		
3,8	21,7	0,80	27		1,93	0,66	-	-	0,84	18,5	αλ		
4	20,7	0,87	24		1,92	0,68	-	-	0,80	19,4	α		
4,2	18,7	0,87	22		1,92	0,70	-	-	0,72	19,6	α		
4,4	13,7	0,80	17		1,91	0,72	-	-	0,52	20,2	α		
4,6	15,7	0,60	26		1,91	0,74	-	-	0,60	19,5	αλ		
4,8	11,8	0,73	16		1,90	0,75	-	-	0,44	21,4	α		
5	12,8	0,60	21		1,91	0,77	-	-	0,48	20,7	α		
5,2	14,8	0,53	28		1,91	0,79	-	-	0,56	19,7	αλ		
5,4	15,8	0,67	24		1,91	0,81	-	-	0,60	19,5	α		
5,6	18,8	0,80	23		1,92	0,83	-	-	0,72	19,6	α		
5,8	18,9	1,00	19		1,92	0,85	-	-	0,72	19,6	α		
6	19,9	1,00	20		1,92	0,86	-	-	0,76	20,0	α		
6,2	21,9	0,87	25		1,93	0,88	-	-	0,84	18,3	αλ		
6,4	21,9	1,07	21		1,93	0,90	-	-	0,84	18,3	α		
6,6	19,9	1,20	17		1,92	0,92	-	-	0,76	20,0	α		
6,8	22,0	1,47	15		1,93	0,94	-	-	0,84	18,1	α		
7	24,0	1,40	17		1,93	0,96	-	-	0,92	16,6	α		
7,2	27,0	1,40	19		1,94	0,98	-	-	1,04	14,8	α		
7,4	25,0	1,40	18		1,93	0,99	-	-	0,96	16,0	α		
7,6	28,0	1,47	19		1,94	1,01	-	-	1,08	14,3	α		
7,8	27,2	1,67	16		1,94	1,03	-	-	1,05	14,7	α		
8	28,2	1,67	17		1,94	1,05	-	-	1,08	14,2	α		
8,2	29,2	1,67	18		1,94	1,07	-	-	1,12	13,7	α		
8,4	22,2	1,27	18		1,93	1,09	-	-	0,84	18,0	α		
8,6	19,2	0,73	26		1,92	1,11	-	-	0,72	19,7	αλ		
8,8	18,3	0,47	39		1,69	1,12	-	-	0,69	16,8	λ		
9	17,3	0,67	26		1,92	1,14	-	-	0,65	19,4	αλ		
9,2	16,3	0,67	24		1,91	1,16	-	-	0,61	19,4	α		
9,4	15,3	0,60	26		1,91	1,17	-	-	0,57	19,6	αλ		
9,6	14,3	0,33	43		1,67	1,19	-	-	0,52	18,1	λ		
9,8	15,4	0,33	46		1,68	1,20	-	-	0,57	17,6	λ		
10	16,4	0,33	49		1,68	1,22	28	2	-	20,3	σσ		



Prova numero 7  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,5



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 8

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,3 m dal p.c.

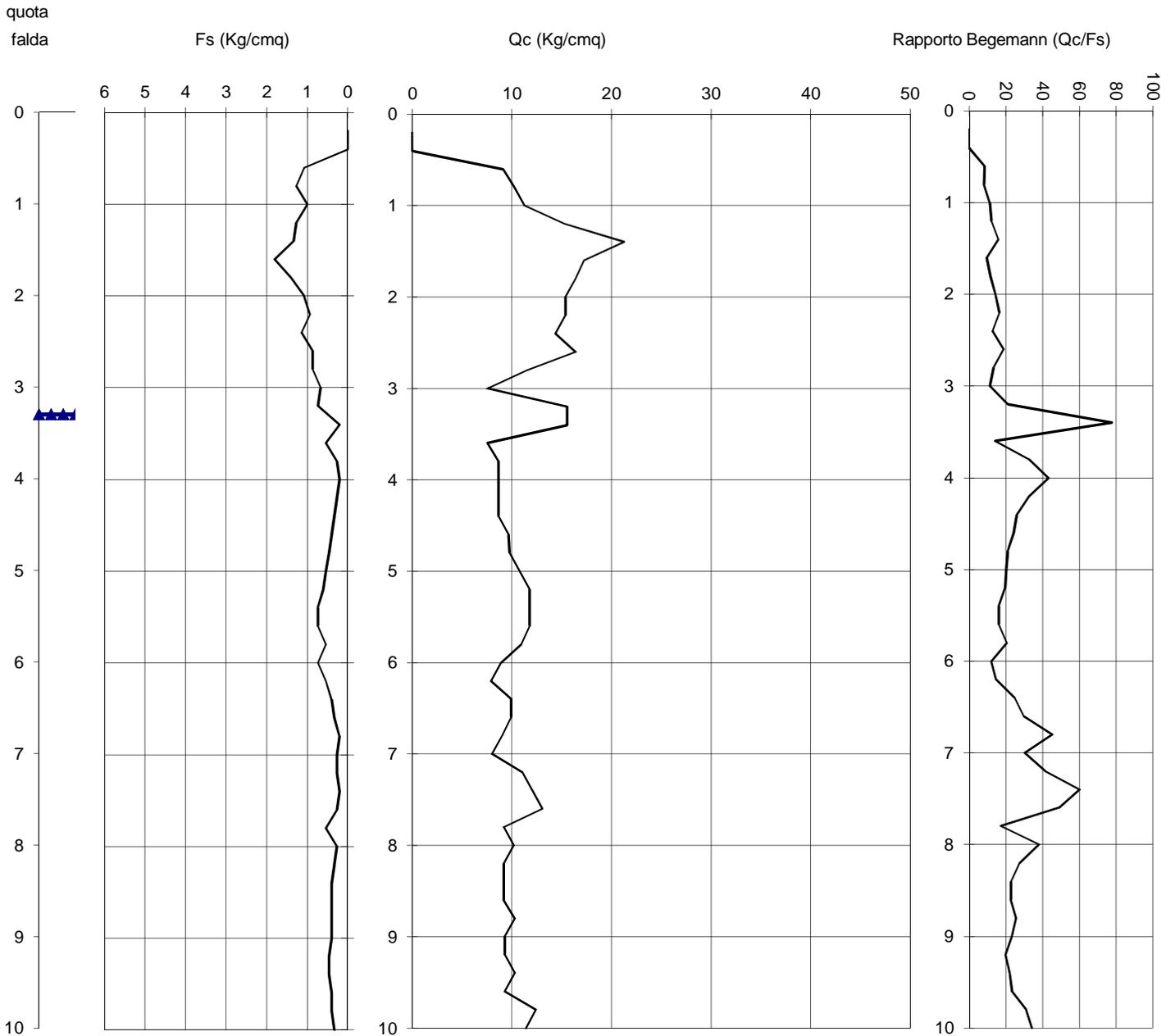
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	9,1	1,07	9		1,52	0,10	-	-	0,36	38,9	#####	αοτ
0,8	10,3	1,27	8		1,53	0,13	-	-	0,41	36,1	#####	αοτ
1	11,3	1,00	11		1,54	0,16	-	-	0,44	32,9	#####	αοτ
1,2	15,3	1,27	12		1,58	0,20	-	-	0,60	24,3	#####	αοτ
1,4	21,3	1,33	16		1,93	0,23	-	-	0,84	18,8	#####	α
1,6	17,3	1,80	10		1,60	0,27	-	-	0,68	21,5	#####	αοτ
1,8	16,4	1,40	12		1,59	0,30	-	-	0,64	22,6	#####	αοτ
2	15,4	1,07	14		1,91	0,34	-	-	0,60	19,6	#####	α
2,2	15,4	0,93	16		1,91	0,37	-	-	0,60	19,6	#####	α
2,4	14,4	1,13	13		1,57	0,41	-	-	0,56	25,7	#####	αοτ
2,6	16,4	0,87	19		1,91	0,44	-	-	0,64	19,4	#####	α
2,8	11,5	0,87	13		1,55	0,48	-	-	0,44	32,2	#####	αοτ
3	7,5	0,67	11		1,51	0,51	-	-	0,28	44,0	#####	αοτ
3,2	15,5	0,73	21		1,91	0,54	-	-	0,60	19,5	#####	α
3,4	15,5	0,20	78		1,68	0,56	30	18	-	21,5	oooooo	σσ
3,6	7,5	0,53	14		1,51	0,57	-	-	0,28	44,0	#####	αοτ
3,8	8,7	0,27	32		1,83	0,58	-	-	0,32	25,6	#####	αλ
4	8,7	0,20	43		1,64	0,60	-	-	0,32	24,6		λ
4,2	8,7	0,27	32		1,83	0,61	-	-	0,32	25,6	#####	αλ
4,4	8,7	0,33	26		1,83	0,63	-	-	0,32	25,6	#####	α
4,6	9,7	0,40	24		1,88	0,65	-	-	0,36	23,9	#####	α
4,8	9,8	0,47	21		1,89	0,67	-	-	0,36	23,7	#####	α
5	10,8	0,53	20		1,90	0,68	-	-	0,40	22,4	#####	α
5,2	11,8	0,60	20		1,90	0,70	-	-	0,44	21,4	#####	α
5,4	11,8	0,73	16		1,90	0,72	-	-	0,44	21,4	#####	α
5,6	11,8	0,73	16		1,90	0,74	-	-	0,44	21,4	#####	α
5,8	10,9	0,53	20		1,90	0,76	-	-	0,41	22,3	#####	α
6	8,9	0,73	12		1,52	0,77	-	-	0,33	39,5	#####	αοτ
6,2	7,9	0,53	15		1,51	0,78	-	-	0,29	42,5	#####	αοτ
6,4	9,9	0,40	25		1,90	0,79	-	-	0,36	23,5	#####	α
6,6	9,9	0,33	30		1,90	0,81	-	-	0,36	23,5	#####	αλ
6,8	9,0	0,20	45		1,65	0,83	-	-	0,33	23,8		λ
7	8,0	0,27	30		1,80	0,84	-	-	0,29	26,9	#####	αλ
7,2	11,0	0,27	41		1,66	0,85	-	-	0,41	20,9		λ
7,4	12,0	0,20	60		1,66	0,87	28	2	-	27,7	oooooo	σσ
7,6	13,0	0,27	49		1,67	0,88	28	2	-	25,6	oooooo	σσ
7,8	9,2	0,53	17		1,86	0,90	-	-	0,33	24,6	#####	α
8	10,2	0,27	38		1,65	0,91	-	-	0,37	22,0		λ
8,2	9,2	0,33	28		1,86	0,93	-	-	0,33	24,6	#####	αλ
8,4	9,2	0,40	23		1,86	0,95	-	-	0,33	24,6	#####	α
8,6	9,2	0,40	23		1,86	0,96	-	-	0,33	24,6	#####	α
8,8	10,3	0,40	26		1,90	0,98	-	-	0,37	23,0	#####	α
9	9,3	0,40	23		1,87	1,00	-	-	0,33	24,4	#####	α
9,2	9,3	0,47	20		1,87	1,01	-	-	0,33	24,4	#####	α
9,4	10,3	0,47	22		1,90	1,03	-	-	0,37	23,0	#####	α
9,6	9,3	0,40	23		1,87	1,05	-	-	0,33	24,4	#####	α
9,8	12,4	0,40	31		1,91	1,07	-	-	0,45	20,9	#####	αλ
10	11,4	0,33	34		1,66	1,08	-	-	0,41	20,4		λ



Prova numero 8  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,3



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 9

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,3 m dal p.c.

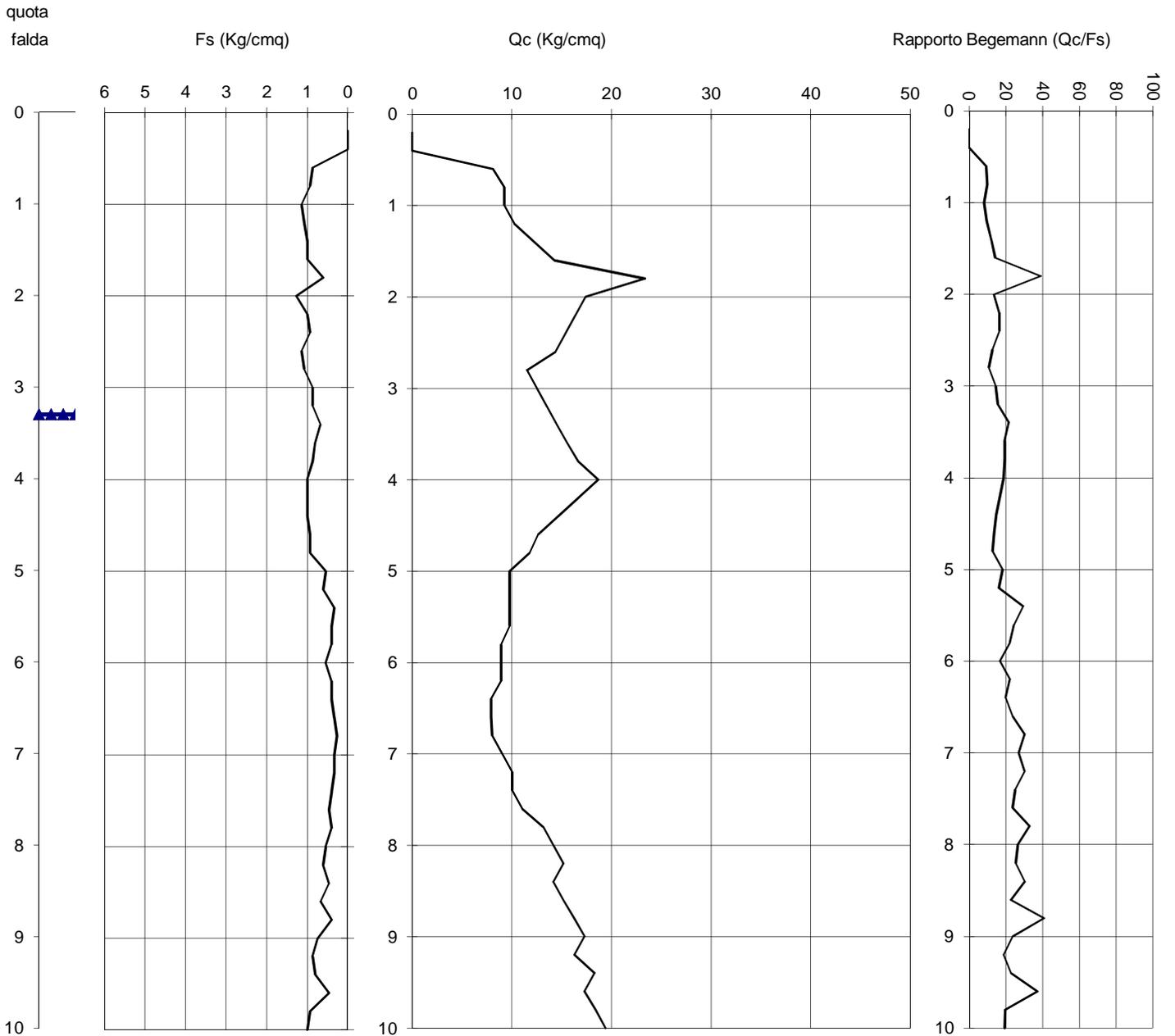
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	8,1	0,87	9		1,51	0,10	-	-	0,32	41,8	#####	αοτ
0,8	9,3	0,93	10		1,52	0,13	-	-	0,37	38,6	#####	αοτ
1	9,3	1,13	8		1,52	0,16	-	-	0,36	38,6	#####	αοτ
1,2	10,3	1,07	10		1,53	0,19	-	-	0,40	36,1	#####	αοτ
1,4	12,3	1,00	12		1,55	0,22	-	-	0,48	30,2	#####	αοτ
1,6	14,3	1,00	14		1,91	0,26	-	-	0,56	19,9	#####	α
1,8	23,4	0,60	39		1,72	0,30	28	-	-	14,3	°°°	σλ
2	17,4	1,27	14		1,92	0,34	-	-	0,68	19,4	#####	α
2,2	16,4	1,00	16		1,91	0,37	-	-	0,64	19,4	#####	α
2,4	15,4	0,93	16		1,91	0,41	-	-	0,60	19,6	#####	α
2,6	14,4	1,13	13		1,57	0,44	-	-	0,56	25,7	#####	αοτ
2,8	11,5	1,07	11		1,55	0,47	-	-	0,44	32,2	#####	αοτ
3	12,5	0,87	14		1,56	0,51	-	-	0,48	29,6	#####	αοτ
3,2	13,5	0,87	16		1,91	0,54	-	-	0,52	20,3	#####	α
3,4	14,5	0,67	22		1,91	0,56	-	-	0,56	19,8	#####	α
3,6	15,5	0,80	19		1,91	0,58	-	-	0,60	19,5	#####	α
3,8	16,7	0,87	19		1,91	0,60	-	-	0,64	19,4	#####	α
4	18,7	1,00	19		1,92	0,62	-	-	0,72	19,6	#####	α
4,2	16,7	1,00	17		1,91	0,64	-	-	0,64	19,4	#####	α
4,4	14,7	1,00	15		1,91	0,65	-	-	0,56	19,8	#####	α
4,6	12,7	0,93	14		1,56	0,66	-	-	0,48	29,3	#####	αοτ
4,8	11,8	0,93	13		1,55	0,68	-	-	0,44	31,4	#####	αοτ
5	9,8	0,53	18		1,89	0,69	-	-	0,36	23,7	#####	α
5,2	9,8	0,60	16		1,89	0,71	-	-	0,36	23,7	#####	α
5,4	9,8	0,33	29		1,89	0,73	-	-	0,36	23,7	#####	αλ
5,6	9,8	0,40	24		1,89	0,75	-	-	0,36	23,7	#####	α
5,8	8,9	0,40	22		1,85	0,76	-	-	0,33	25,1	#####	α
6	8,9	0,53	17		1,85	0,78	-	-	0,33	25,1	#####	α
6,2	8,9	0,40	22		1,85	0,80	-	-	0,32	25,1	#####	α
6,4	7,9	0,40	20		1,80	0,81	-	-	0,28	27,2	#####	α
6,6	7,9	0,33	24		1,80	0,83	-	-	0,28	27,2	#####	α
6,8	8,0	0,27	30		1,80	0,85	-	-	0,29	26,9	#####	αλ
7	9,0	0,33	27		1,85	0,86	-	-	0,33	24,9	#####	αλ
7,2	10,0	0,33	30		1,90	0,88	-	-	0,37	23,3	#####	αλ
7,4	10,0	0,40	25		1,90	0,90	-	-	0,37	23,3	#####	α
7,6	11,0	0,47	24		1,90	0,92	-	-	0,40	22,1	#####	α
7,8	13,2	0,40	33		1,91	0,93	-	-	0,49	20,4	#####	αλ
8	14,2	0,53	27		1,91	0,95	-	-	0,53	20,0	#####	αλ
8,2	15,2	0,60	25		1,91	0,97	-	-	0,57	19,6	#####	α
8,4	14,2	0,47	30		1,91	0,99	-	-	0,53	20,0	#####	αλ
8,6	15,2	0,67	23		1,91	1,01	-	-	0,57	19,6	#####	α
8,8	16,3	0,40	41		1,68	1,02	-	-	0,61	17,3		λ
9	17,3	0,73	24		1,92	1,04	-	-	0,65	19,4	#####	α
9,2	16,3	0,87	19		1,91	1,06	-	-	0,61	19,4	#####	α
9,4	18,3	0,80	23		1,92	1,08	-	-	0,69	19,5	#####	α
9,6	17,3	0,47	37		1,69	1,09	-	-	0,65	17,0		λ
9,8	18,4	0,93	20		1,92	1,11	-	-	0,69	19,5	#####	α
10	19,4	1,00	19		1,92	1,13	-	-	0,73	19,8	#####	α



Prova numero 9  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,3



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 10

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,3 m dal p.c.

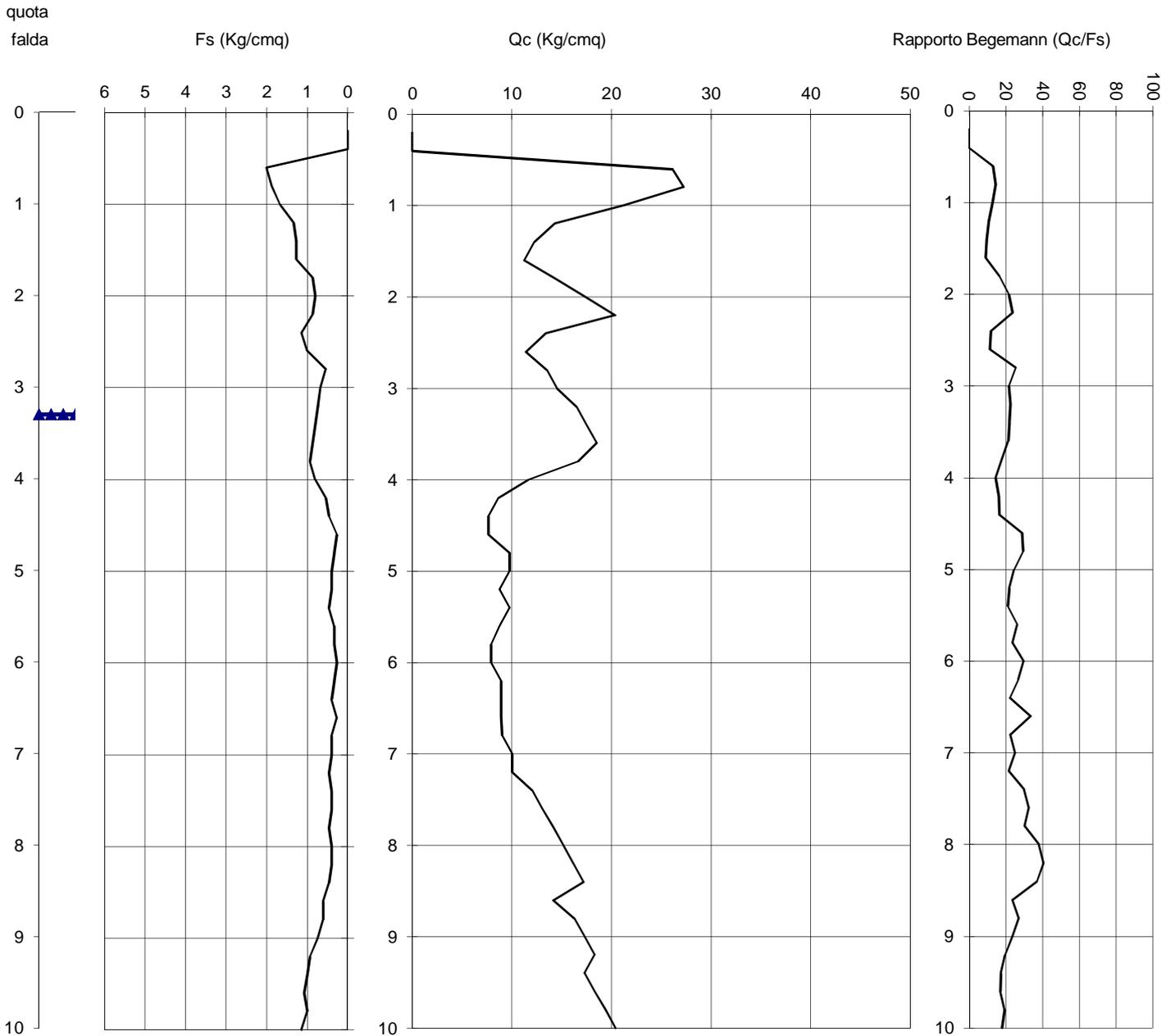
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	26,1	2,00	13		1,94	0,11	-	-	1,04	15,3	α	
0,8	27,3	1,87	15		1,94	0,15	-	-	1,08	14,7	α	
1	21,3	1,67	13		1,93	0,19	-	-	0,84	18,8	α	
1,2	14,3	1,33	11		1,57	0,22	-	-	0,56	26,0	αοτ	
1,4	12,3	1,27	10		1,55	0,25	-	-	0,48	30,2	αοτ	
1,6	11,3	1,27	9		1,54	0,28	-	-	0,44	32,9	αοτ	
1,8	14,4	0,87	17		1,91	0,32	-	-	0,56	19,9	α	
2	17,4	0,80	22		1,92	0,36	-	-	0,68	19,4	α	
2,2	20,4	0,87	24		1,92	0,40	-	-	0,80	19,6	α	
2,4	13,4	1,13	12		1,56	0,43	-	-	0,52	27,7	αοτ	
2,6	11,4	1,00	11		1,54	0,46	-	-	0,44	32,5	αοτ	
2,8	13,5	0,53	25		1,91	0,50	-	-	0,52	20,3	α	
3	14,5	0,67	22		1,91	0,53	-	-	0,56	19,8	α	
3,2	16,5	0,73	23		1,91	0,57	-	-	0,64	19,4	α	
3,4	17,5	0,80	22		1,92	0,59	-	-	0,68	19,4	α	
3,6	18,5	0,87	21		1,92	0,61	-	-	0,72	19,5	α	
3,8	16,7	0,93	18		1,91	0,63	-	-	0,64	19,4	α	
4	11,7	0,80	15		1,55	0,64	-	-	0,44	31,8	αοτ	
4,2	8,7	0,53	16		1,83	0,66	-	-	0,32	25,6	α	
4,4	7,7	0,47	16		1,51	0,67	-	-	0,28	43,5	αοτ	
4,6	7,7	0,27	29		1,78	0,68	-	-	0,28	27,8	αλ	
4,8	9,8	0,33	29		1,89	0,70	-	-	0,36	23,7	αλ	
5	9,8	0,40	24		1,89	0,72	-	-	0,36	23,7	α	
5,2	8,8	0,40	22		1,84	0,73	-	-	0,32	25,3	α	
5,4	9,8	0,47	21		1,89	0,75	-	-	0,36	23,7	α	
5,6	8,8	0,33	26		1,84	0,77	-	-	0,32	25,3	α	
5,8	7,9	0,33	24		1,80	0,78	-	-	0,29	27,2	α	
6	7,9	0,27	30		1,80	0,80	-	-	0,28	27,2	αλ	
6,2	8,9	0,33	27		1,85	0,82	-	-	0,32	25,1	α	
6,4	8,9	0,40	22		1,85	0,83	-	-	0,32	25,1	α	
6,6	8,9	0,27	33		1,85	0,85	-	-	0,32	25,1	αλ	
6,8	9,0	0,40	23		1,85	0,87	-	-	0,33	24,9	α	
7	10,0	0,40	25		1,90	0,89	-	-	0,37	23,3	α	
7,2	10,0	0,47	22		1,90	0,90	-	-	0,37	23,3	α	
7,4	12,0	0,40	30		1,90	0,92	-	-	0,44	21,2	αλ	
7,6	13,0	0,40	33		1,91	0,94	-	-	0,48	20,5	αλ	
7,8	14,2	0,47	30		1,91	0,96	-	-	0,53	20,0	αλ	
8	15,2	0,40	38		1,68	0,97	-	-	0,57	17,7	λ	
8,2	16,2	0,40	40		1,68	0,99	-	-	0,61	17,3	λ	
8,4	17,2	0,47	37		1,69	1,00	-	-	0,65	17,0	λ	
8,6	14,2	0,60	24		1,91	1,02	-	-	0,53	20,0	α	
8,8	16,3	0,60	27		1,91	1,04	-	-	0,61	19,4	αλ	
9	17,3	0,73	24		1,92	1,05	-	-	0,65	19,4	α	
9,2	18,3	0,93	20		1,92	1,07	-	-	0,69	19,5	α	
9,4	17,3	1,00	17		1,92	1,09	-	-	0,65	19,4	α	
9,6	18,3	1,07	17		1,92	1,11	-	-	0,69	19,5	α	
9,8	19,4	1,00	19		1,92	1,13	-	-	0,73	19,8	α	
10	20,4	1,13	18		1,92	1,15	-	-	0,77	19,6	α	



Prova numero 10  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.): 3,3



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 11

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalvetti

Cantiere: Via dello Zannone

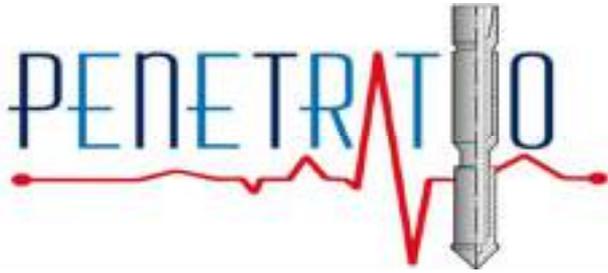
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: 3,3 m dal p.c.

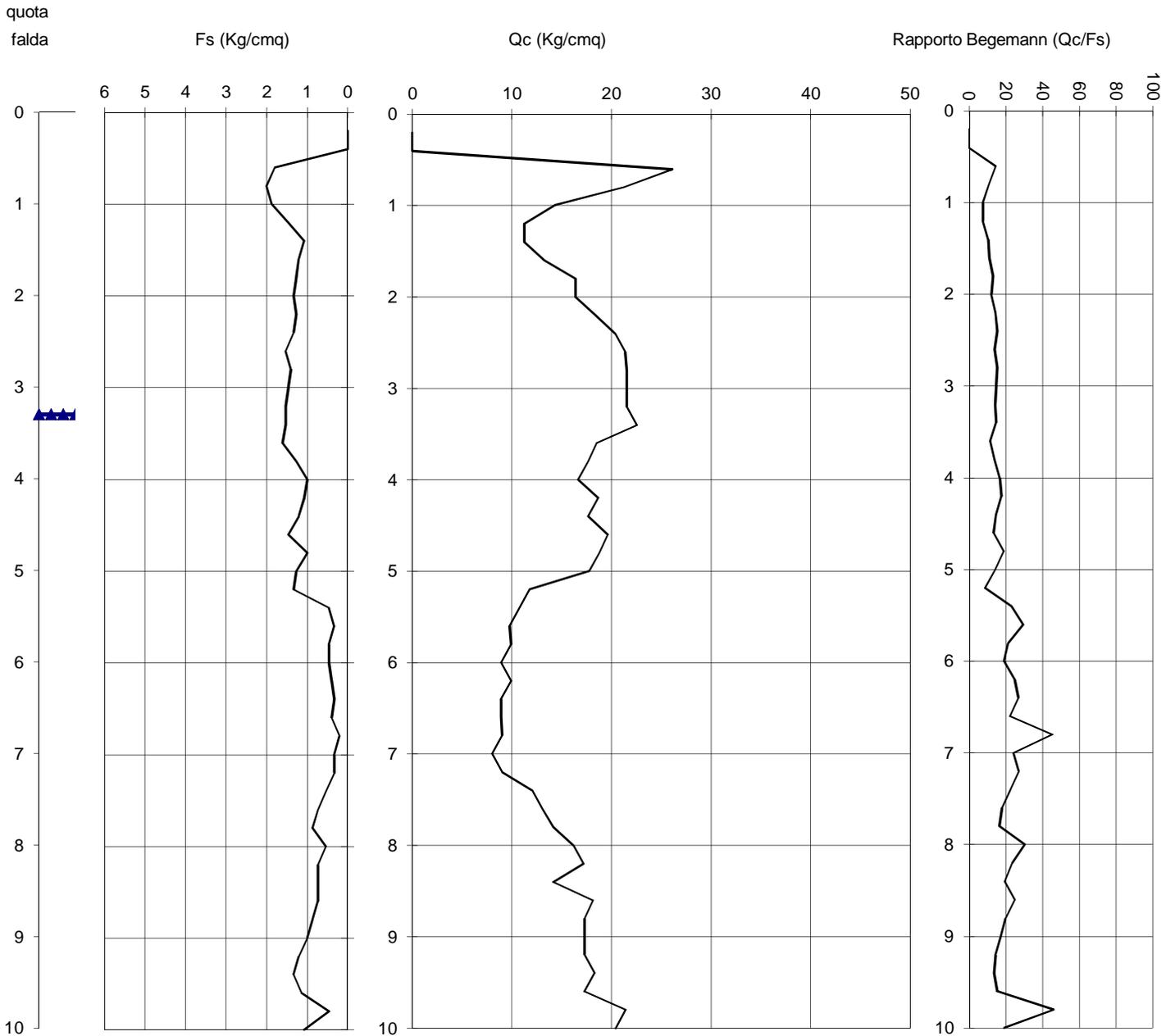
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	26,1	1,80	15		1,94	0,11	-	-	1,04	15,3	α	
0,8	21,3	2,00	11		1,93	0,15	-	-	0,84	17,4	α	
1	14,3	1,87	8		1,57	0,18	-	-	0,56	26,0	α	
1,2	11,3	1,47	8		1,54	0,21	-	-	0,44	32,9	α	
1,4	11,3	1,07	11		1,54	0,24	-	-	0,44	32,9	α	
1,6	13,3	1,20	11		1,56	0,27	-	-	0,52	27,9	α	
1,8	16,4	1,27	13		1,59	0,31	-	-	0,64	22,6	α	
2	16,4	1,33	12		1,59	0,34	-	-	0,64	22,6	α	
2,2	18,4	1,27	15		1,92	0,38	-	-	0,72	19,5	α	
2,4	20,4	1,33	15		1,92	0,41	-	-	0,80	19,6	α	
2,6	21,4	1,53	14		1,93	0,45	-	-	0,84	18,7	α	
2,8	21,5	1,40	15		1,93	0,49	-	-	0,84	18,6	α	
3	21,5	1,47	15		1,93	0,53	-	-	0,84	18,6	α	
3,2	21,5	1,53	14		1,93	0,57	-	-	0,84	18,6	α	
3,4	22,5	1,53	15		1,93	0,59	-	-	0,88	17,8	α	
3,6	18,5	1,60	12		1,62	0,60	-	-	0,72	20,0	α	
3,8	17,7	1,27	14		1,92	0,62	-	-	0,68	19,4	α	
4	16,7	1,00	17		1,91	0,64	-	-	0,64	19,4	α	
4,2	18,7	1,07	17		1,92	0,65	-	-	0,72	19,6	α	
4,4	17,7	1,20	15		1,92	0,67	-	-	0,68	19,4	α	
4,6	19,7	1,47	13		1,92	0,69	-	-	0,76	19,9	α	
4,8	18,8	1,00	19		1,92	0,71	-	-	0,72	19,6	α	
5	17,8	1,27	14		1,92	0,73	-	-	0,68	19,4	α	
5,2	11,8	1,33	9		1,55	0,74	-	-	0,44	31,4	α	
5,4	10,8	0,47	23		1,90	0,76	-	-	0,40	22,4	α	
5,6	9,8	0,33	29		1,89	0,77	-	-	0,36	23,7	α	
5,8	9,9	0,47	21		1,90	0,79	-	-	0,36	23,5	α	
6	8,9	0,47	19		1,85	0,81	-	-	0,32	25,1	α	
6,2	9,9	0,40	25		1,90	0,83	-	-	0,36	23,5	α	
6,4	8,9	0,33	27		1,85	0,84	-	-	0,32	25,1	α	
6,6	8,9	0,40	22		1,85	0,86	-	-	0,32	25,1	α	
6,8	9,0	0,20	45		1,65	0,87	-	-	0,33	23,8	λ	
7	8,0	0,33	24		1,80	0,89	-	-	0,29	26,9	α	
7,2	9,0	0,33	27		1,85	0,91	-	-	0,33	24,9	α	
7,4	12,0	0,53	23		1,90	0,93	-	-	0,44	21,2	α	
7,6	13,0	0,73	18		1,91	0,94	-	-	0,48	20,5	α	
7,8	14,2	0,87	16		1,91	0,96	-	-	0,53	20,0	α	
8	16,2	0,53	30		1,91	0,98	-	-	0,61	19,4	α	
8,2	17,2	0,73	23		1,92	1,00	-	-	0,65	19,4	α	
8,4	14,2	0,73	19		1,91	1,02	-	-	0,53	20,0	α	
8,6	18,2	0,73	25		1,92	1,03	-	-	0,69	19,5	α	
8,8	17,3	0,87	20		1,92	1,05	-	-	0,65	19,4	α	
9	17,3	1,00	17		1,92	1,07	-	-	0,65	19,4	α	
9,2	17,3	1,20	14		1,92	1,09	-	-	0,65	19,4	α	
9,4	18,3	1,33	14		1,92	1,11	-	-	0,69	19,5	α	
9,6	17,3	1,13	15		1,92	1,13	-	-	0,65	19,4	α	
9,8	21,4	0,47	46		1,71	1,14	27	-	-	15,6	σ	
10	20,4	1,07	19		1,92	1,16	-	-	0,77	19,6	α	



Prova numero 11  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.): 3,3



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 12

Data: 28/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

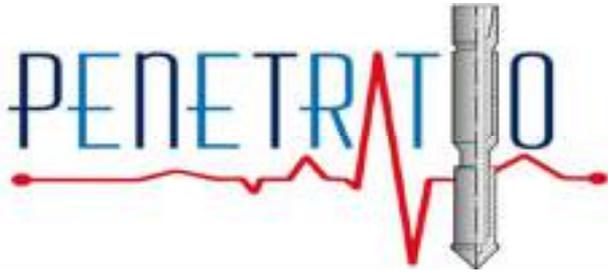
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

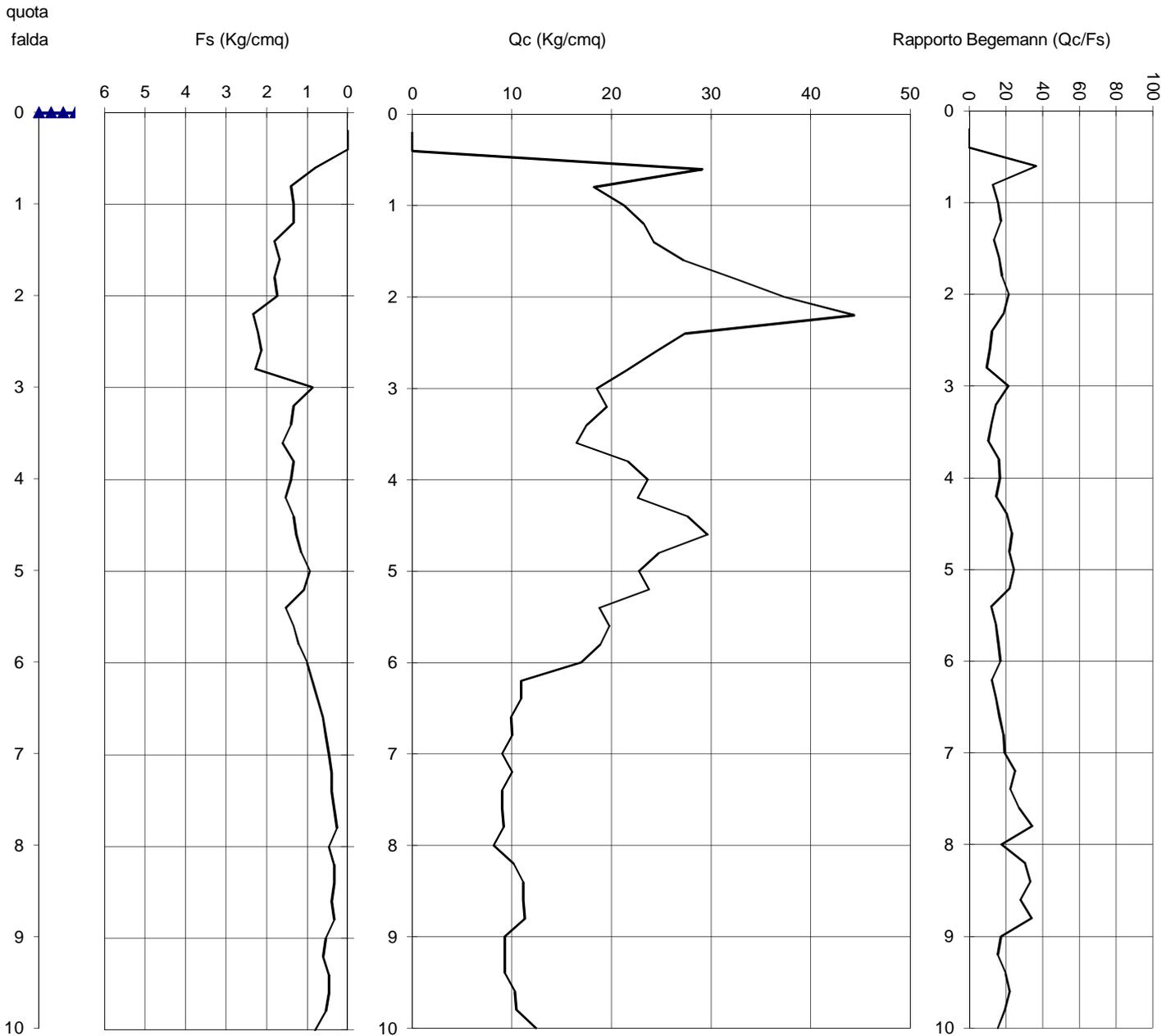
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	29,1	0,80	36		1,75	0,11	28	-	-	11,4	°°°	σλ
0,8	18,3	1,40	13		1,61	0,14	-	-	0,72	20,3	#####	αοτ
1	21,3	1,33	16		1,93	0,18	-	-	0,84	18,8	#####	α
1,2	23,3	1,33	17		1,93	0,22	-	-	0,92	17,2	#####	α
1,4	24,3	1,80	13		1,93	0,25	-	-	0,96	16,5	#####	α
1,6	27,3	1,67	16		1,94	0,29	-	-	1,08	14,7	#####	α
1,8	32,4	1,80	18		1,95	0,33	-	-	1,28	12,3	#####	α
2	37,4	1,73	22		1,96	0,37	-	-	1,48	10,7	#####	α
2,2	44,4	2,33	19		1,98	0,41	-	-	1,76	9,0	#####	α
2,4	27,4	2,20	12		1,94	0,45	-	-	1,08	14,6	#####	α
2,6	24,4	2,13	11		1,93	0,49	-	-	0,96	15,2	#####	α
2,8	21,5	2,27	9		1,93	0,53	-	-	0,84	17,2	#####	α
3	18,5	0,87	21		1,92	0,57	-	-	0,72	19,5	#####	α
3,2	19,5	1,33	15		1,92	0,60	-	-	0,76	19,8	#####	α
3,4	17,5	1,40	13		1,61	0,64	-	-	0,68	21,1	#####	αοτ
3,6	16,5	1,60	10		1,60	0,67	-	-	0,63	22,4	#####	αοτ
3,8	21,7	1,33	16		1,93	0,71	-	-	0,84	18,5	#####	α
4	23,7	1,40	17		1,93	0,75	-	-	0,92	16,9	#####	α
4,2	22,7	1,53	15		1,93	0,78	-	-	0,87	17,7	#####	α
4,4	27,7	1,33	21		1,94	0,82	-	-	1,07	14,5	#####	α
4,6	29,7	1,27	23		1,94	0,86	-	-	1,15	13,5	#####	αλ
4,8	24,8	1,13	22		1,93	0,90	-	-	0,96	16,1	#####	α
5	22,8	0,93	24		1,93	0,94	-	-	0,87	17,6	#####	αλ
5,2	23,8	1,07	22		1,93	0,98	-	-	0,91	16,8	#####	α
5,4	18,8	1,53	12		1,62	1,01	-	-	0,71	19,7	#####	αοτ
5,6	19,8	1,33	15		1,92	1,05	-	-	0,75	19,9	#####	α
5,8	18,9	1,20	16		1,92	1,09	-	-	0,71	19,6	#####	α
6	16,9	1,00	17		1,92	1,12	-	-	0,63	19,4	#####	α
6,2	10,9	0,87	13		1,54	1,16	-	-	0,39	33,9	#####	αοτ
6,4	10,9	0,73	15		1,90	1,19	-	-	0,39	22,3	#####	α
6,6	9,9	0,60	17		1,90	1,23	-	-	0,35	23,5	#####	α
6,8	10,0	0,53	19		1,90	1,27	-	-	0,35	23,3	#####	α
7	9,0	0,47	19		1,85	1,31	-	-	0,31	24,9	#####	α
7,2	10,0	0,40	25		1,90	1,34	-	-	0,35	23,3	#####	α
7,4	9,0	0,40	23		1,85	1,38	-	-	0,31	24,9	#####	α
7,6	9,0	0,33	27		1,85	1,42	-	-	0,30	24,9	#####	αλ
7,8	9,2	0,27	34		1,86	1,46	-	-	0,31	24,6	#####	αλ
8	8,2	0,47	18		1,81	1,49	-	-	0,27	26,6	#####	α
8,2	10,2	0,33	31		1,90	1,53	-	-	0,35	23,1	#####	αλ
8,4	11,2	0,33	34		1,90	1,57	-	-	0,38	22,0	#####	αλ
8,6	11,2	0,40	28		1,90	1,61	-	-	0,38	22,0	#####	αλ
8,8	11,3	0,33	34		1,90	1,64	-	-	0,39	21,9	#####	αλ
9	9,3	0,53	17		1,87	1,68	-	-	0,30	24,4	#####	α
9,2	9,3	0,60	16		1,87	1,72	-	-	0,30	24,4	#####	α
9,4	9,3	0,47	20		1,87	1,76	-	-	0,30	24,4	#####	α
9,6	10,3	0,47	22		1,90	1,79	-	-	0,34	23,0	#####	α
9,8	10,4	0,53	20		1,90	1,83	-	-	0,34	22,8	#####	α
10	12,4	0,80	16		1,91	1,87	-	-	0,42	20,9	#####	α



Prova numero 12  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 28/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 13

Data: 28/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalvetti

Cantiere: Via dello Zannone

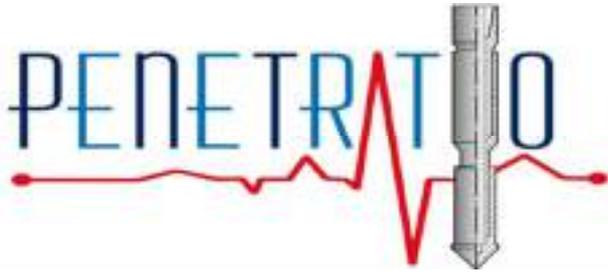
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

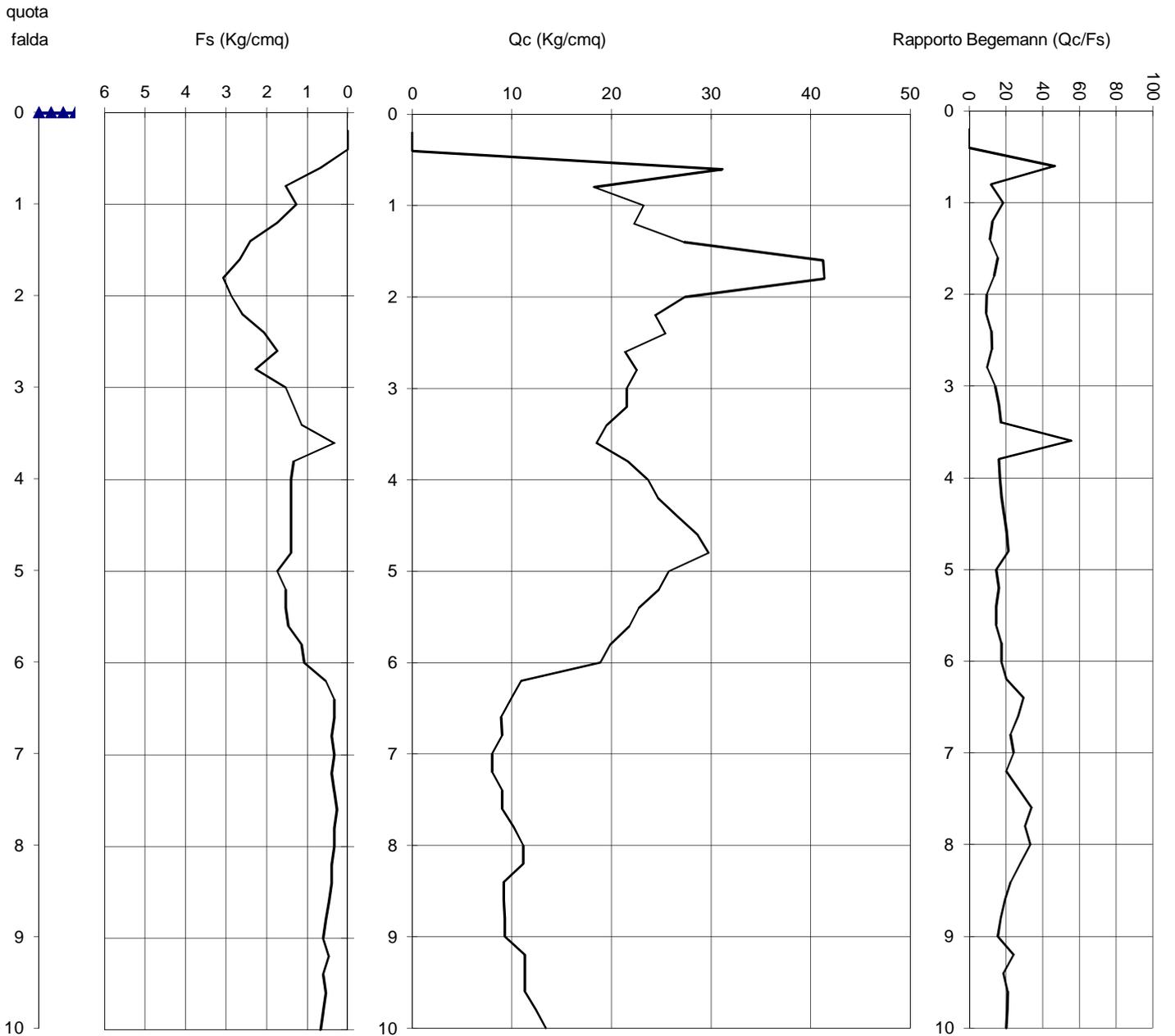
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	31,1	0,67	47		1,76	0,11	29	-	-	10,7	°°    σλ	
0,8	18,3	1,53	12		1,61	0,14	-	-	0,72	20,3	##### αοτ	
1	23,3	1,27	18		1,93	0,18	-	-	0,92	17,2	##### α	
1,2	22,3	1,73	13		1,93	0,22	-	-	0,88	18,0	##### α	
1,4	27,3	2,40	11		1,94	0,26	-	-	1,08	13,6	##### α	
1,6	41,3	2,67	15		1,97	0,29	-	-	1,64	9,7	##### α	
1,8	41,4	3,07	13	704	1,97	0,33	-	-	1,64	9,7	##### α	
2	27,4	2,87	10		1,94	0,37	-	-	1,08	13,5	##### α	
2,2	24,4	2,60	9		1,93	0,41	-	-	0,96	15,2	##### α	
2,4	25,4	2,07	12		1,93	0,45	-	-	1,00	15,8	##### α	
2,6	21,4	1,73	12		1,93	0,49	-	-	0,84	17,3	##### α	
2,8	22,5	2,27	10		1,93	0,53	-	-	0,88	16,4	##### α	
3	21,5	1,53	14		1,93	0,57	-	-	0,84	18,6	##### α	
3,2	21,5	1,33	16		1,93	0,60	-	-	0,84	18,6	##### α	
3,4	19,5	1,13	17		1,92	0,64	-	-	0,76	19,8	##### α	
3,6	18,5	0,33	56		1,69	0,68	30	19	-	18,0	°°°°° σσ	
3,8	21,7	1,33	16		1,93	0,72	-	-	0,84	18,5	##### α	
4	23,7	1,40	17		1,93	0,75	-	-	0,92	16,9	##### α	
4,2	24,7	1,40	18		1,93	0,79	-	-	0,95	16,2	##### α	
4,4	26,7	1,40	19		1,94	0,83	-	-	1,03	15,0	##### α	
4,6	28,7	1,40	20		1,94	0,87	-	-	1,11	14,0	##### α	
4,8	29,8	1,40	21		1,94	0,91	-	-	1,15	13,4	##### α	
5	25,8	1,73	15		1,94	0,95	-	-	0,99	15,5	##### α	
5,2	24,8	1,53	16		1,93	0,99	-	-	0,95	16,1	##### α	
5,4	22,8	1,53	15		1,93	1,02	-	-	0,87	17,6	##### α	
5,6	21,8	1,47	15		1,93	1,06	-	-	0,83	18,4	##### α	
5,8	19,9	1,13	18		1,92	1,10	-	-	0,75	20,0	##### α	
6	18,9	1,07	18		1,92	1,14	-	-	0,71	19,6	##### α	
6,2	10,9	0,53	20		1,90	1,18	-	-	0,39	22,3	##### α	
6,4	9,9	0,33	30		1,90	1,22	-	-	0,35	23,5	##### αλ	
6,6	8,9	0,33	27		1,85	1,25	-	-	0,31	25,1	##### α	
6,8	9,0	0,40	23		1,85	1,29	-	-	0,31	24,9	##### α	
7	8,0	0,33	24		1,80	1,33	-	-	0,27	26,9	##### α	
7,2	8,0	0,40	20		1,80	1,36	-	-	0,27	26,9	##### α	
7,4	9,0	0,33	27		1,85	1,40	-	-	0,31	24,9	##### αλ	
7,6	9,0	0,27	34		1,85	1,44	-	-	0,30	24,9	##### αλ	
7,8	10,2	0,33	31		1,90	1,47	-	-	0,35	23,1	##### αλ	
8	11,2	0,33	34		1,90	1,51	-	-	0,39	22,0	##### αλ	
8,2	11,2	0,40	28		1,90	1,55	-	-	0,38	22,0	##### αλ	
8,4	9,2	0,40	23		1,86	1,59	-	-	0,30	24,6	##### α	
8,6	9,2	0,47	20		1,86	1,62	-	-	0,30	24,6	##### α	
8,8	9,3	0,53	17		1,87	1,66	-	-	0,31	24,4	##### α	
9	9,3	0,60	16		1,87	1,70	-	-	0,30	24,4	##### α	
9,2	11,3	0,47	24		1,90	1,74	-	-	0,38	21,9	##### α	
9,4	11,3	0,60	19		1,90	1,78	-	-	0,38	21,9	##### α	
9,6	11,3	0,53	21		1,90	1,81	-	-	0,38	21,9	##### α	
9,8	12,4	0,60	21		1,91	1,85	-	-	0,42	20,9	##### α	
10	13,4	0,67	20		1,91	1,89	-	-	0,46	20,3	##### α	



Prova numero 13  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 28/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 14

Data: 28/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

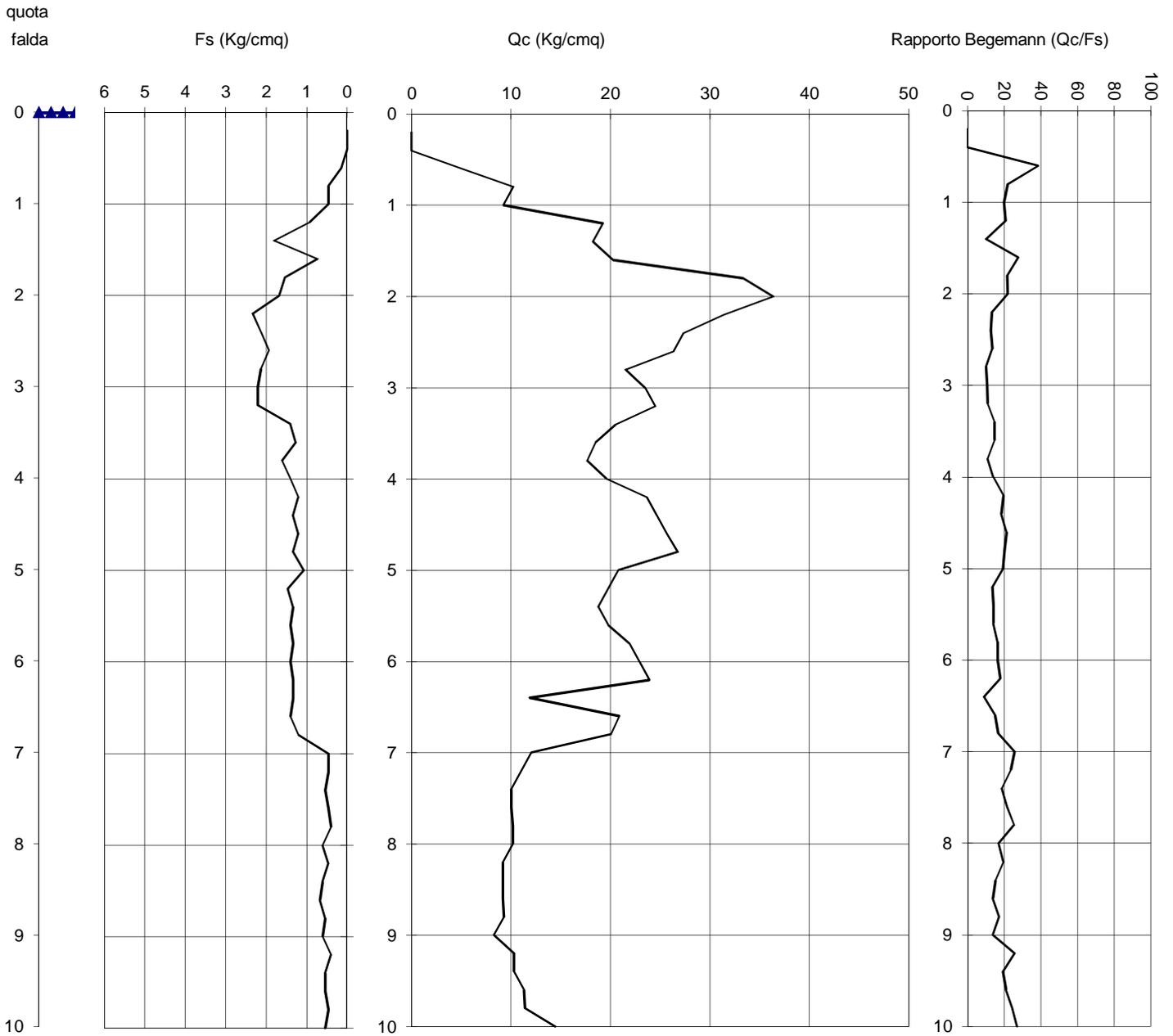
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	5,1	0,13	38		1,63	0,10	-	-	0,20	37,3	λ	
0,8	10,3	0,47	22		1,90	0,14	-	-	0,40	23,0	##### α	
1	9,3	0,47	20		1,86	0,18	-	-	0,36	24,5	##### α	
1,2	19,3	0,93	21		1,92	0,22	-	-	0,76	19,7	##### α	
1,4	18,3	1,80	10		1,61	0,25	-	-	0,72	20,3	##### αοτ	
1,6	20,3	0,73	28		1,92	0,29	-	-	0,80	19,7	##### αλ	
1,8	33,4	1,53	22		1,95	0,33	-	-	1,32	12,0	##### α	
2	36,4	1,67	22		1,96	0,37	-	-	1,44	11,0	##### α	
2,2	31,4	2,33	13		1,95	0,41	-	-	1,24	12,7	##### α	
2,4	27,4	2,13	13		1,94	0,44	-	-	1,08	14,6	##### α	
2,6	26,4	1,93	14		1,94	0,48	-	-	1,04	15,2	##### α	
2,8	21,5	2,13	10		1,93	0,52	-	-	0,84	17,2	##### α	
3	23,5	2,20	11		1,93	0,56	-	-	0,92	15,7	##### α	
3,2	24,5	2,20	11		1,93	0,60	-	-	0,96	15,1	##### α	
3,4	20,5	1,40	15		1,92	0,64	-	-	0,80	19,5	##### α	
3,6	18,5	1,27	15		1,92	0,68	-	-	0,71	19,5	##### α	
3,8	17,7	1,60	11		1,61	0,71	-	-	0,68	21,0	##### αοτ	
4	19,7	1,40	14		1,92	0,75	-	-	0,76	19,9	##### α	
4,2	23,7	1,20	20		1,93	0,79	-	-	0,91	16,9	##### α	
4,4	24,7	1,33	18		1,93	0,82	-	-	0,95	16,2	##### α	
4,6	25,7	1,20	21		1,93	0,86	-	-	0,99	15,6	##### α	
4,8	26,8	1,33	20		1,94	0,90	-	-	1,04	14,9	##### α	
5	20,8	1,07	19		1,92	0,94	-	-	0,79	19,2	##### α	
5,2	19,8	1,47	13		1,92	0,98	-	-	0,75	19,9	##### α	
5,4	18,8	1,33	14		1,92	1,02	-	-	0,71	19,6	##### α	
5,6	19,8	1,40	14		1,92	1,06	-	-	0,75	19,9	##### α	
5,8	21,9	1,33	16		1,93	1,09	-	-	0,83	18,3	##### α	
6	22,9	1,40	16		1,93	1,13	-	-	0,87	17,5	##### α	
6,2	23,9	1,33	18		1,93	1,17	-	-	0,91	16,7	##### α	
6,4	11,9	1,33	9		1,55	1,20	-	-	0,43	31,1	##### αοτ	
6,6	20,9	1,40	15		1,92	1,24	-	-	0,79	19,1	##### α	
6,8	20,0	1,20	17		1,92	1,28	-	-	0,75	20,0	##### α	
7	12,0	0,47	26		1,90	1,32	-	-	0,43	21,2	##### α	
7,2	11,0	0,47	24		1,90	1,35	-	-	0,39	22,1	##### α	
7,4	10,0	0,53	19		1,90	1,39	-	-	0,35	23,3	##### α	
7,6	10,0	0,47	22		1,90	1,43	-	-	0,34	23,3	##### α	
7,8	10,2	0,40	25		1,90	1,47	-	-	0,35	23,1	##### α	
8	10,2	0,60	17		1,90	1,51	-	-	0,35	23,1	##### α	
8,2	9,2	0,47	20		1,86	1,54	-	-	0,31	24,6	##### α	
8,4	9,2	0,60	15		1,52	1,57	-	-	0,30	38,8	##### αοτ	
8,6	9,2	0,67	14		1,52	1,60	-	-	0,30	38,8	##### αοτ	
8,8	9,3	0,53	17		1,87	1,64	-	-	0,31	24,4	##### α	
9	8,3	0,60	14		1,51	1,67	-	-	0,27	41,2	##### αοτ	
9,2	10,3	0,40	26		1,90	1,71	-	-	0,34	23,0	##### α	
9,4	10,3	0,53	19		1,90	1,75	-	-	0,34	23,0	##### α	
9,6	11,3	0,53	21		1,90	1,79	-	-	0,38	21,9	##### α	
9,8	11,4	0,47	24		1,90	1,82	-	-	0,38	21,7	##### α	
10	14,4	0,53	27		1,91	1,86	-	-	0,50	19,9	##### αλ	



Prova numero 14  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 28/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 15

Data: 28/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

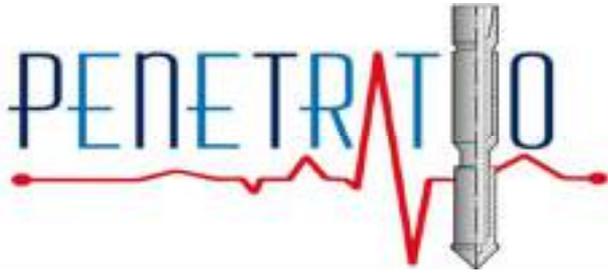
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

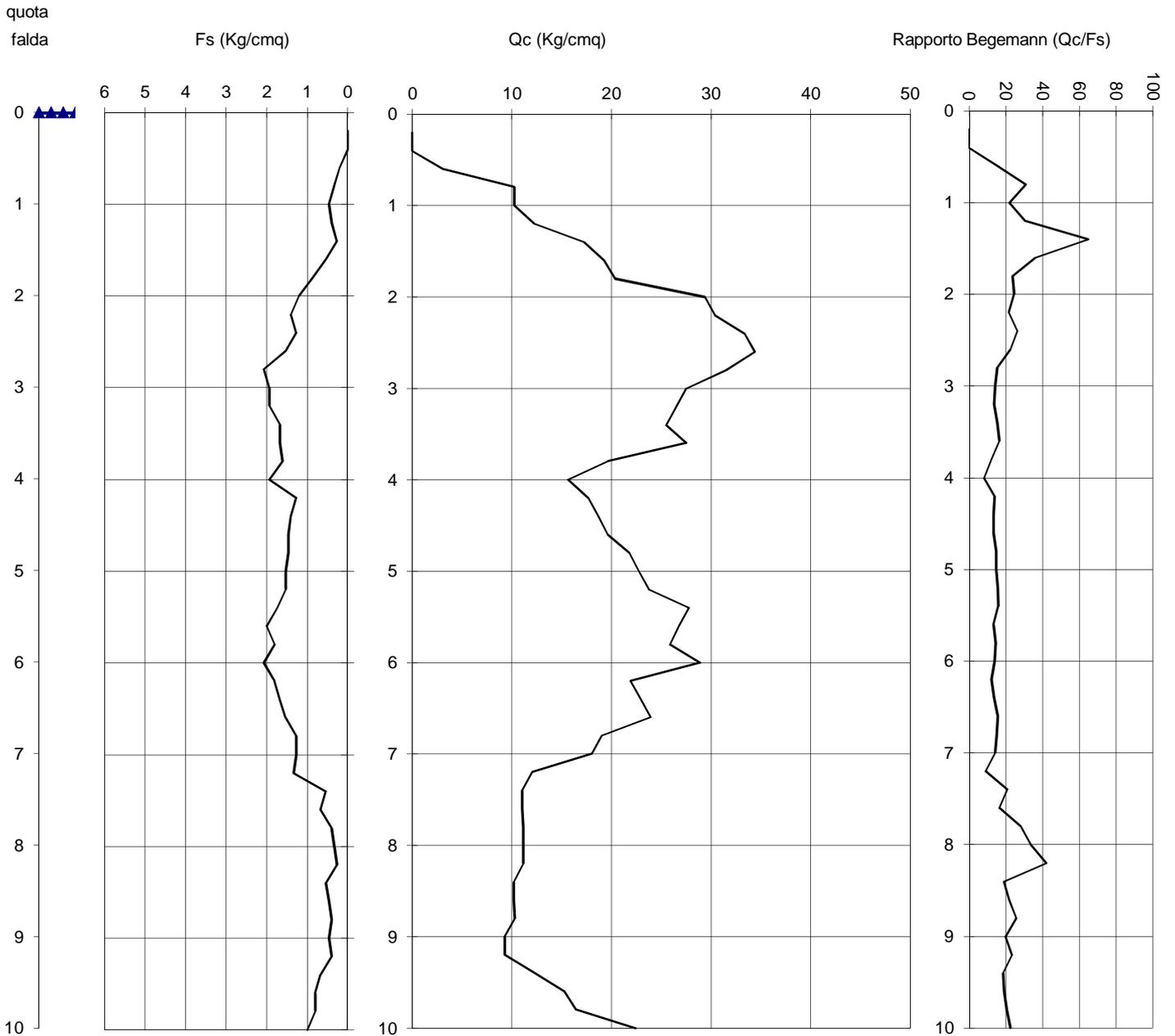
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	3,1	0,20	16		1,46	0,10	-	-	0,12	88,9	##### αοτ	
0,8	10,3	0,33	31		1,90	0,14	-	-	0,40	23,0	αλ	
1	10,3	0,47	22		1,90	0,18	-	-	0,40	23,0	α	
1,2	12,3	0,40	31		1,91	0,22	-	-	0,48	21,0	αλ	
1,4	17,3	0,27	65		1,69	0,25	35	39	-	19,3	ooooo σσ	
1,6	19,3	0,53	36		1,70	0,28	-	-	0,76	16,7	λ	
1,8	20,4	0,87	24		1,92	0,32	-	-	0,80	19,6	α	
2	29,4	1,20	24		1,94	0,36	-	-	1,16	13,6	αλ	
2,2	30,4	1,40	22		1,95	0,40	-	-	1,20	13,2	α	
2,4	33,4	1,27	26		1,95	0,44	-	-	1,32	12,0	αλ	
2,6	34,4	1,53	22		1,95	0,48	-	-	1,36	11,6	αλ	
2,8	31,5	2,07	15		1,95	0,52	-	-	1,24	12,7	α	
3	27,5	1,93	14		1,94	0,56	-	-	1,08	14,5	α	
3,2	26,5	1,93	14		1,94	0,59	-	-	1,04	15,1	α	
3,4	25,5	1,67	15		1,93	0,63	-	-	1,00	15,7	α	
3,6	27,5	1,67	17		1,94	0,67	-	-	1,07	14,5	α	
3,8	19,7	1,60	12		1,63	0,70	-	-	0,76	18,8	##### αοτ	
4	15,7	1,93	8		1,59	0,74	-	-	0,60	23,7	##### αοτ	
4,2	17,7	1,27	14		1,92	0,77	-	-	0,68	19,4	α	
4,4	18,7	1,40	13		1,92	0,81	-	-	0,71	19,6	α	
4,6	19,7	1,47	13		1,92	0,85	-	-	0,75	19,9	α	
4,8	21,8	1,47	15		1,93	0,89	-	-	0,84	18,4	α	
5	22,8	1,53	15		1,93	0,93	-	-	0,87	17,6	α	
5,2	23,8	1,53	16		1,93	0,97	-	-	0,91	16,8	α	
5,4	27,8	1,73	16		1,94	1,01	-	-	1,07	14,4	α	
5,6	26,8	2,00	13		1,94	1,04	-	-	1,03	14,9	α	
5,8	25,9	1,80	14		1,94	1,08	-	-	0,99	15,4	α	
6	28,9	2,07	14		1,94	1,12	-	-	1,11	13,8	α	
6,2	21,9	1,80	12		1,93	1,16	-	-	0,83	16,9	α	
6,4	22,9	1,67	14		1,93	1,20	-	-	0,87	17,5	α	
6,6	23,9	1,53	16		1,93	1,24	-	-	0,91	16,7	α	
6,8	19,0	1,27	15		1,92	1,28	-	-	0,71	19,7	α	
7	18,0	1,27	14		1,92	1,31	-	-	0,67	19,5	α	
7,2	12,0	1,33	9		1,55	1,34	-	-	0,43	30,8	##### αοτ	
7,4	11,0	0,53	21		1,90	1,38	-	-	0,39	22,1	α	
7,6	11,0	0,67	17		1,90	1,42	-	-	0,38	22,1	α	
7,8	11,2	0,40	28		1,90	1,46	-	-	0,39	22,0	αλ	
8	11,2	0,33	34		1,90	1,50	-	-	0,39	22,0	αλ	
8,2	11,2	0,27	42		1,66	1,53	-	-	0,39	20,7	λ	
8,4	10,2	0,53	19		1,90	1,57	-	-	0,34	23,1	α	
8,6	10,2	0,47	22		1,90	1,61	-	-	0,34	23,1	α	
8,8	10,3	0,40	26		1,90	1,64	-	-	0,35	23,0	α	
9	9,3	0,47	20		1,87	1,68	-	-	0,30	24,4	α	
9,2	9,3	0,40	23		1,87	1,72	-	-	0,30	24,4	α	
9,4	12,3	0,67	18		1,91	1,76	-	-	0,42	21,0	α	
9,6	15,3	0,80	19		1,91	1,80	-	-	0,54	19,6	α	
9,8	16,4	0,80	21		1,91	1,83	-	-	0,58	19,4	α	
10	22,4	1,00	22		1,93	1,87	-	-	0,82	17,8	α	

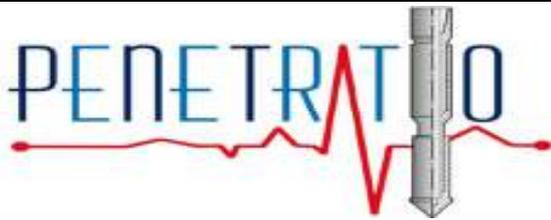


Prova numero 15  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 28/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 16

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

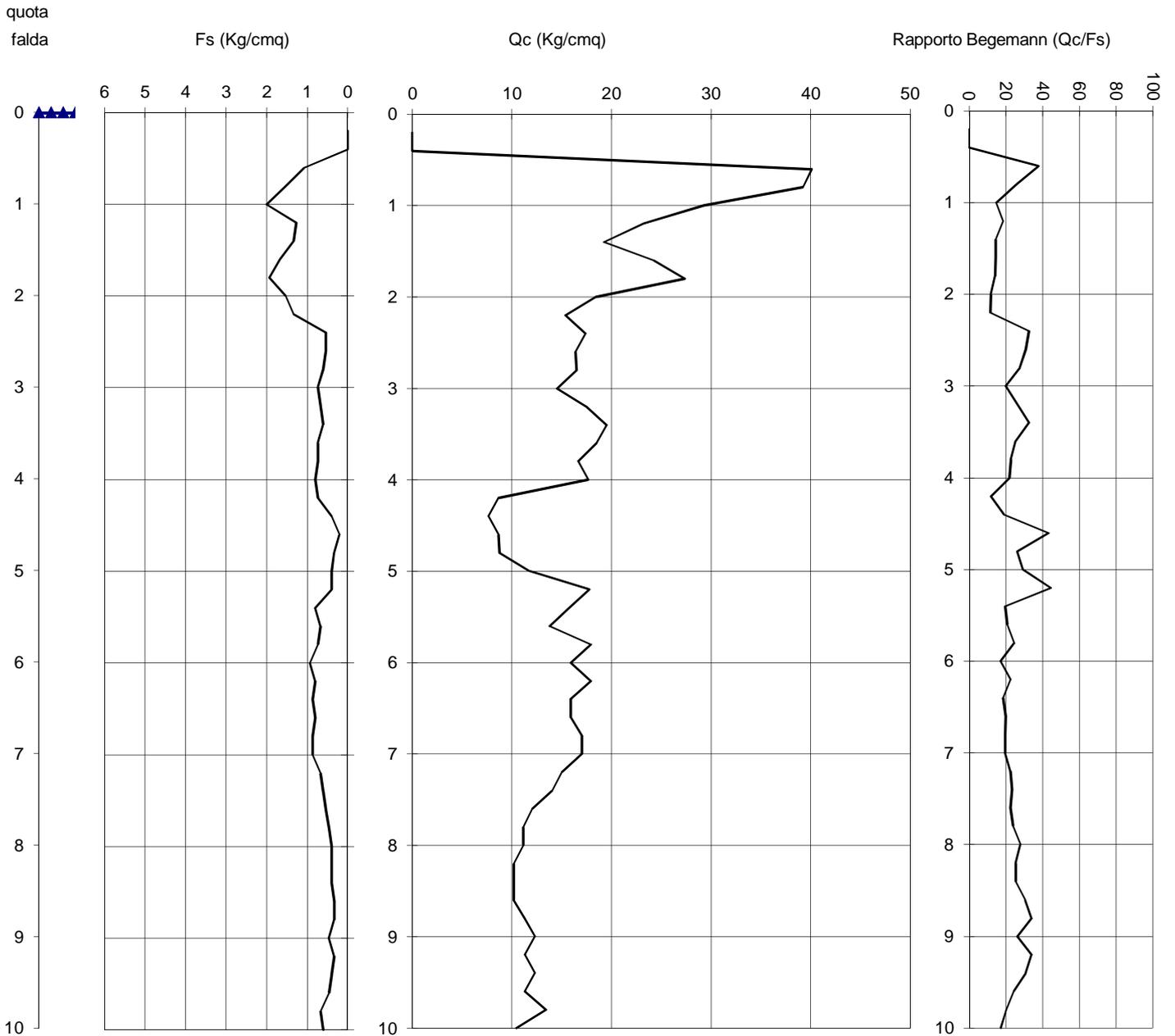
Quota falda: m dal p.c.

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	parametri geotecnici stimati							Colonna stratig.	lito_ logia
					$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]			
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.		
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.		
0,6	40,1	1,07	38		1,80	0,11	30	-	-	8,3	°°°    σλ		
0,8	39,3	1,53	26		1,97	0,15	-	-	1,56	10,2	°°°    αλ		
1	29,3	2,00	15		1,94	0,19	-	-	1,16	13,7	°°°°° α		
1,2	23,3	1,27	18		1,93	0,22	-	-	0,92	17,2	°°°°° α		
1,4	19,3	1,33	14		1,92	0,26	-	-	0,76	19,7	°°°°° α		
1,6	24,3	1,67	15		1,93	0,30	-	-	0,96	16,5	°°°°° α		
1,8	27,4	1,93	14		1,94	0,34	-	-	1,08	14,6	°°°°° α		
2	18,4	1,53	12		1,61	0,37	-	-	0,72	20,1	##### αοτ		
2,2	15,4	1,33	12		1,58	0,40	-	-	0,60	24,1	##### αοτ		
2,4	17,4	0,53	33		1,69	0,44	-	-	0,68	17,0	λ		
2,6	16,4	0,53	31		1,91	0,48	-	-	0,64	19,4	°°°    αλ		
2,8	16,5	0,60	28		1,91	0,51	-	-	0,64	19,4	°°°    αλ		
3	14,5	0,73	20		1,91	0,55	-	-	0,56	19,8	°°°°° α		
3,2	17,5	0,67	26		1,92	0,59	-	-	0,68	19,4	°°°    αλ		
3,4	19,5	0,60	33	285	1,70	0,63	-	-	0,76	16,7	λ		
3,6	18,5	0,73	25		1,92	0,66	-	-	0,71	19,5	°°°    αλ		
3,8	16,7	0,73	23		1,91	0,70	-	-	0,64	19,4	°°°°° α		
4	17,7	0,80	22		1,92	0,74	-	-	0,68	19,4	°°°°° α		
4,2	8,7	0,73	12		1,52	0,77	-	-	0,32	40,2	##### αοτ		
4,4	7,7	0,40	19		1,78	0,81	-	-	0,27	27,8	°°°°° α		
4,6	8,7	0,20	43		1,64	0,84	-	-	0,31	24,6	λ		
4,8	8,8	0,33	26		1,84	0,88	-	-	0,32	25,3	°°°°° α		
5	11,8	0,40	29		1,90	0,91	-	-	0,43	21,4	°°°    αλ		
5,2	17,8	0,40	44		1,69	0,95	-	-	0,67	16,9	λ		
5,4	15,8	0,80	20		1,91	0,99	-	-	0,59	19,5	°°°°° α		
5,6	13,8	0,67	21		1,91	1,02	-	-	0,51	20,1	°°°°° α		
5,8	17,9	0,73	24		1,92	1,06	-	-	0,67	19,4	°°°°° α		
6	15,9	0,93	17		1,91	1,10	-	-	0,59	19,5	°°°°° α		
6,2	17,9	0,80	22		1,92	1,14	-	-	0,67	19,4	°°°°° α		
6,4	15,9	0,87	18		1,91	1,18	-	-	0,59	19,5	°°°°° α		
6,6	15,9	0,80	20		1,91	1,22	-	-	0,59	19,5	°°°°° α		
6,8	17,0	0,87	20		1,92	1,25	-	-	0,63	19,4	°°°°° α		
7	17,0	0,87	20		1,92	1,29	-	-	0,63	19,4	°°°°° α		
7,2	15,0	0,67	23		1,91	1,33	-	-	0,55	19,7	°°°°° α		
7,4	14,0	0,60	23		1,91	1,37	-	-	0,51	20,0	°°°°° α		
7,6	12,0	0,53	23		1,90	1,41	-	-	0,43	21,2	°°°°° α		
7,8	11,2	0,47	24		1,90	1,44	-	-	0,39	22,0	°°°°° α		
8	11,2	0,40	28		1,90	1,48	-	-	0,39	22,0	°°°    αλ		
8,2	10,2	0,40	25		1,90	1,52	-	-	0,35	23,1	°°°°° α		
8,4	10,2	0,40	25		1,90	1,56	-	-	0,34	23,1	°°°°° α		
8,6	10,2	0,33	31		1,90	1,60	-	-	0,34	23,1	°°°    αλ		
8,8	11,3	0,33	34		1,90	1,64	-	-	0,39	21,9	°°°    αλ		
9	12,3	0,47	26		1,91	1,67	-	-	0,43	21,0	°°°    αλ		
9,2	11,3	0,33	34		1,90	1,71	-	-	0,38	21,9	°°°    αλ		
9,4	12,3	0,40	31		1,91	1,75	-	-	0,42	21,0	°°°    αλ		
9,6	11,3	0,47	24		1,90	1,79	-	-	0,38	21,9	°°°°° α		
9,8	13,4	0,67	20		1,91	1,83	-	-	0,46	20,3	°°°°° α		
10	10,4	0,60	17		1,90	1,86	-	-	0,34	22,8	°°°°° α		



Prova numero 16  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 17

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

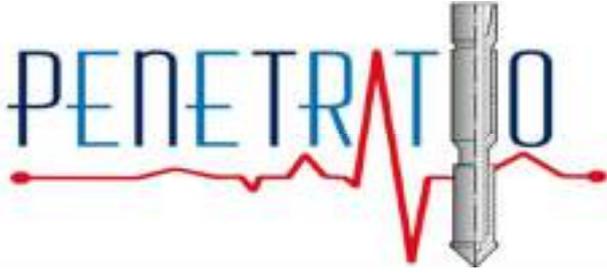
Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

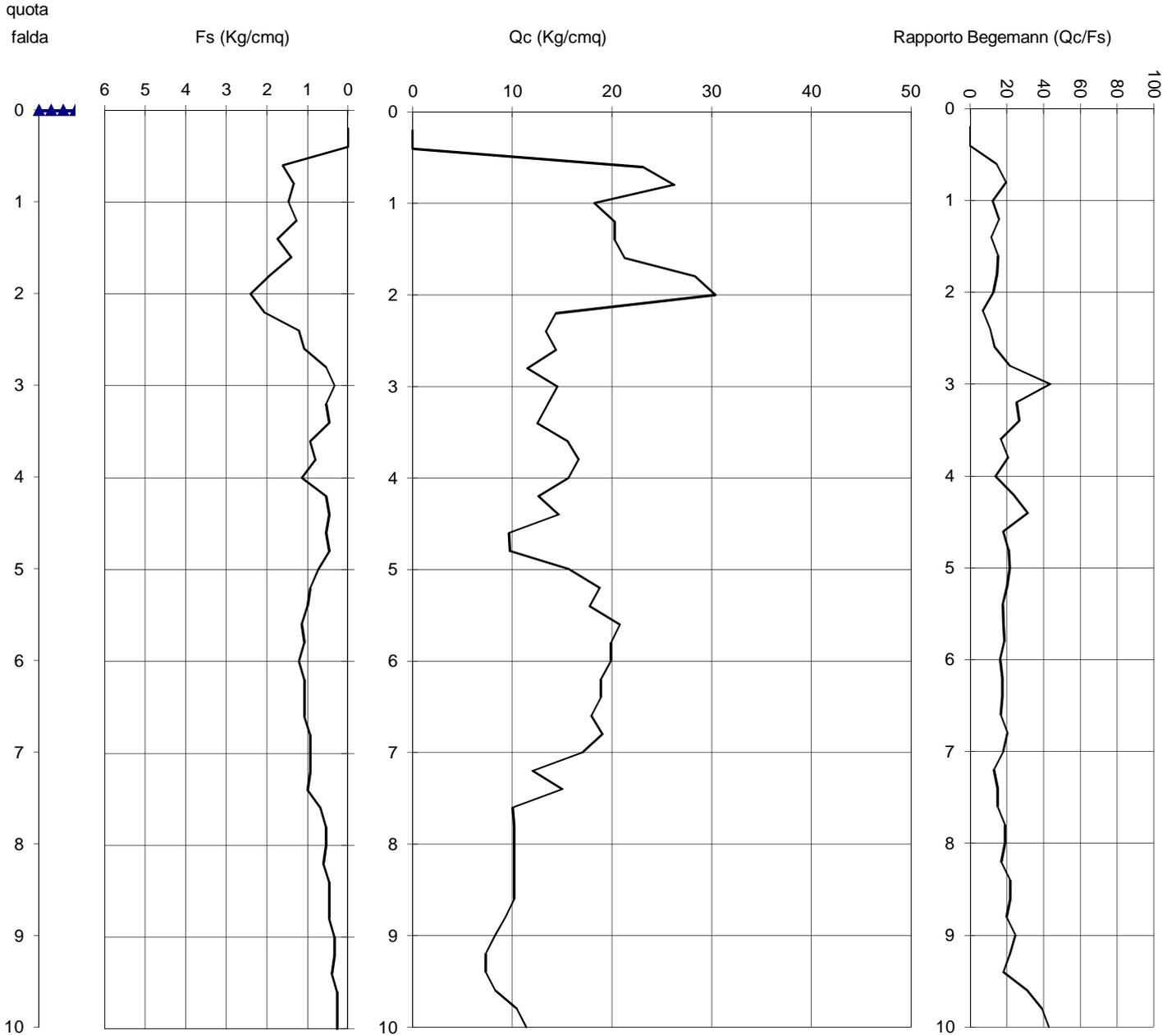
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	23,1	1,60	14		1,93	0,11	-	-	0,92	17,3	##### α	
0,8	26,3	1,33	20		1,94	0,15	-	-	1,04	15,2	##### α	
1	18,3	1,47	12		1,61	0,18	-	-	0,72	20,3	##### αοτ	
1,2	20,3	1,27	16		1,92	0,22	-	-	0,80	19,7	##### α	
1,4	20,3	1,73	12		1,92	0,26	-	-	0,80	18,3	##### α	
1,6	21,3	1,40	15		1,93	0,30	-	-	0,84	18,8	##### α	
1,8	28,4	1,93	15		1,94	0,34	-	-	1,12	14,1	##### α	
2	30,4	2,40	13		1,95	0,37	-	-	1,20	13,2	##### α	
2,2	14,4	2,07	7		1,57	0,41	-	-	0,56	25,7	##### αοτ	
2,4	13,4	1,20	11		1,56	0,44	-	-	0,52	27,7	##### αοτ	
2,6	14,4	1,07	13		1,57	0,47	-	-	0,56	25,7	##### αοτ	
2,8	11,5	0,53	22		1,90	0,51	-	-	0,44	21,7	##### α	
3	14,5	0,33	44		1,67	0,54	-	-	0,56	18,0	λ	
3,2	13,5	0,53	25		1,91	0,58	-	-	0,52	20,3	##### α	
3,4	12,5	0,47	27		1,91	0,62	-	-	0,48	20,9	###   αλ	
3,6	15,5	0,93	17		1,91	0,65	-	-	0,59	19,5	##### α	
3,8	16,7	0,80	21		1,91	0,69	-	-	0,64	19,4	##### α	
4	15,7	1,13	14		1,59	0,72	-	-	0,60	23,7	##### αοτ	
4,2	12,7	0,53	24		1,91	0,76	-	-	0,48	20,8	##### α	
4,4	14,7	0,47	31		1,91	0,80	-	-	0,55	19,8	###   αλ	
4,6	9,7	0,53	18		1,88	0,84	-	-	0,35	23,9	##### α	
4,8	9,8	0,47	21		1,89	0,88	-	-	0,36	23,7	##### α	
5	15,8	0,73	22		1,91	0,91	-	-	0,59	19,5	##### α	
5,2	18,8	0,93	20		1,92	0,95	-	-	0,71	19,6	##### α	
5,4	17,8	1,00	18		1,92	0,99	-	-	0,67	19,4	##### α	
5,6	20,8	1,13	18		1,92	1,03	-	-	0,79	19,2	##### α	
5,8	19,9	1,07	19		1,92	1,07	-	-	0,75	20,0	##### α	
6	19,9	1,20	17		1,92	1,11	-	-	0,75	20,0	##### α	
6,2	18,9	1,07	18		1,92	1,15	-	-	0,71	19,6	##### α	
6,4	18,9	1,07	18		1,92	1,18	-	-	0,71	19,6	##### α	
6,6	17,9	1,07	17		1,92	1,22	-	-	0,67	19,4	##### α	
6,8	19,0	0,93	20		1,92	1,26	-	-	0,71	19,7	##### α	
7	17,0	0,93	18		1,92	1,30	-	-	0,63	19,4	##### α	
7,2	12,0	0,93	13		1,55	1,33	-	-	0,43	30,8	##### αοτ	
7,4	15,0	1,00	15		1,91	1,37	-	-	0,55	19,7	##### α	
7,6	10,0	0,67	15		1,90	1,41	-	-	0,35	23,3	##### α	
7,8	10,2	0,53	19		1,90	1,44	-	-	0,35	23,1	##### α	
8	10,2	0,53	19		1,90	1,48	-	-	0,35	23,1	##### α	
8,2	10,2	0,60	17		1,90	1,52	-	-	0,35	23,1	##### α	
8,4	10,2	0,47	22		1,90	1,56	-	-	0,34	23,1	##### α	
8,6	10,2	0,47	22		1,90	1,60	-	-	0,34	23,1	##### α	
8,8	9,3	0,47	20		1,87	1,63	-	-	0,31	24,4	##### α	
9	8,3	0,33	25		1,82	1,67	-	-	0,27	26,3	##### α	
9,2	7,3	0,33	22		1,77	1,71	-	-	0,22	28,8	##### α	
9,4	7,3	0,40	18		1,77	1,74	-	-	0,22	28,8	##### α	
9,6	8,3	0,27	31		1,82	1,78	-	-	0,26	26,3	###   αλ	
9,8	10,4	0,27	39		1,65	1,81	-	-	0,34	21,6	λ	
10	11,4	0,27	43		1,66	1,84	-	-	0,38	20,4	λ	



Prova numero 17  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 18

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

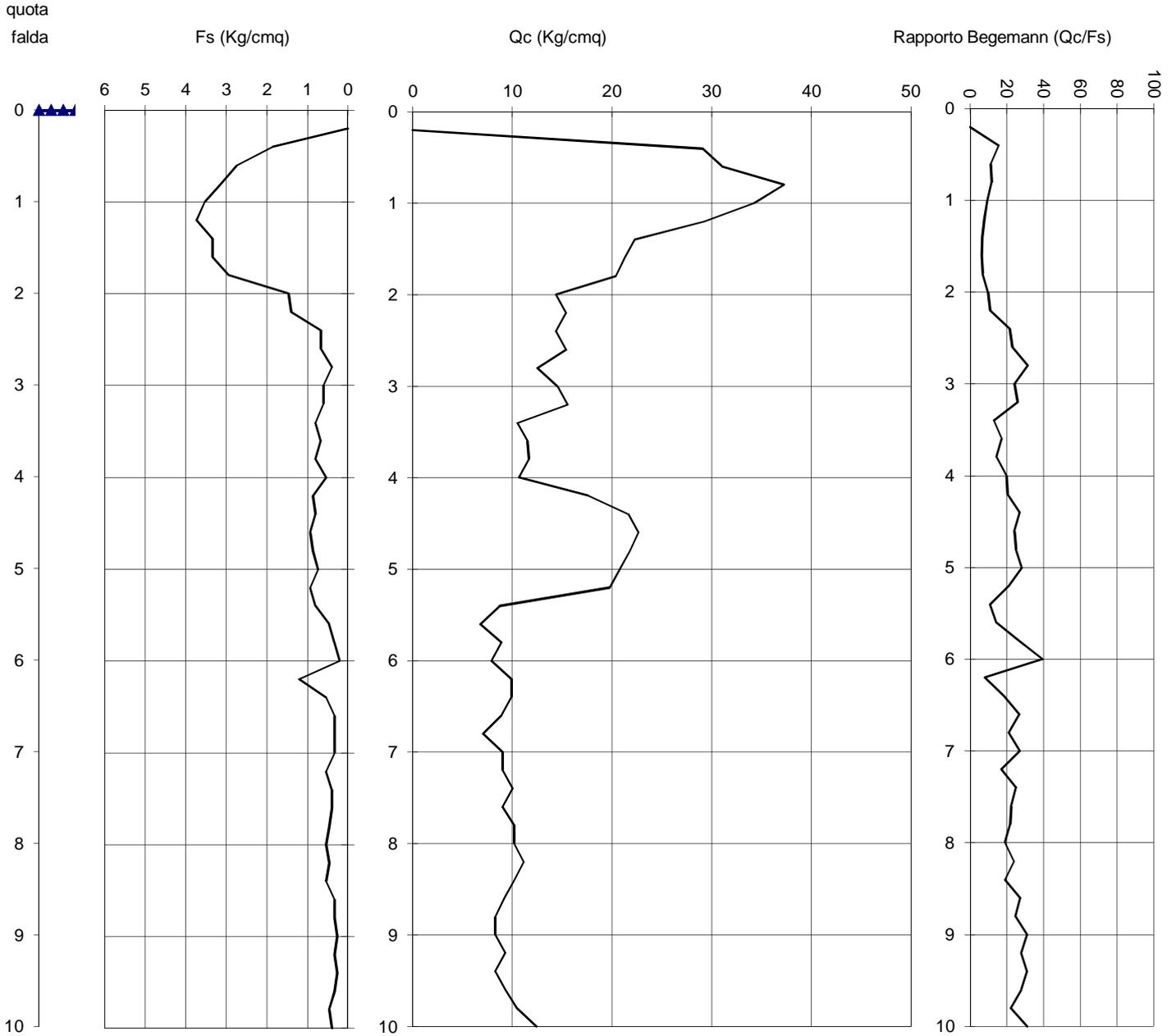
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4	29,1	1,87	16		1,94	0,07	-	-	1,16	13,7	##### α	
0,6	31,1	2,73	11		1,95	0,11	-	-	1,24	12,8	##### α	
0,8	37,3	3,13	12		1,96	0,15	-	-	1,48	10,7	##### α	
1	34,3	3,53	10		1,95	0,19	-	-	1,36	10,8	##### α	
1,2	29,3	3,73	8		1,94	0,23	-	-	1,16	12,7	##### α	
1,4	22,3	3,33	7		1,93	0,27	-	-	0,88	16,6	##### α	
1,6	21,3	3,33	6		1,93	0,31	-	-	0,84	17,4	##### α	
1,8	20,4	2,93	7		1,92	0,35	-	-	0,80	18,2	##### α	
2	14,4	1,47	10		1,57	0,38	-	-	0,56	25,7	##### αοτ	
2,2	15,4	1,40	11		1,58	0,41	-	-	0,60	24,1	##### αοτ	
2,4	14,4	0,67	22		1,91	0,45	-	-	0,56	19,9	##### α	
2,6	15,4	0,67	23		1,91	0,49	-	-	0,60	19,6	##### α	
2,8	12,5	0,40	31		1,91	0,52	-	-	0,48	20,9	###    αλ	
3	14,5	0,60	24		1,91	0,56	-	-	0,56	19,8	##### α	
3,2	15,5	0,60	26		1,91	0,60	-	-	0,60	19,5	###    αλ	
3,4	10,5	0,80	13		1,54	0,63	-	-	0,40	35,2	##### αοτ	
3,6	11,5	0,67	17		1,90	0,67	-	-	0,43	21,7	##### α	
3,8	11,7	0,80	15		1,55	0,70	-	-	0,44	31,8	##### αοτ	
4	10,7	0,53	20		1,90	0,74	-	-	0,40	22,6	##### α	
4,2	17,7	0,87	20		1,92	0,78	-	-	0,67	19,4	##### α	
4,4	21,7	0,80	27		1,93	0,82	-	-	0,83	18,5	###    αλ	
4,6	22,7	0,93	24		1,93	0,85	-	-	0,87	17,7	###    αλ	
4,8	21,8	0,87	25		1,93	0,89	-	-	0,84	18,4	###    αλ	
5	20,8	0,73	28		1,92	0,93	-	-	0,79	19,2	###    αλ	
5,2	19,8	0,93	21		1,92	0,97	-	-	0,75	19,9	##### α	
5,4	8,8	0,80	11		1,52	1,00	-	-	0,31	39,8	##### αοτ	
5,6	6,8	0,47	15		1,50	1,03	-	-	0,23	47,3	##### αοτ	
5,8	8,9	0,33	27		1,85	1,07	-	-	0,31	25,1	##### α	
6	7,9	0,20	40		1,64	1,10	-	-	0,27	26,3	λ	
6,2	9,9	1,20	8		1,53	1,13	-	-	0,35	37,2	##### αοτ	
6,4	9,9	0,53	19		1,90	1,17	-	-	0,35	23,5	##### α	
6,6	8,9	0,33	27		1,85	1,20	-	-	0,31	25,1	##### α	
6,8	7,0	0,33	21		1,75	1,24	-	-	0,23	29,6	##### α	
7	9,0	0,33	27		1,85	1,28	-	-	0,31	24,9	###    αλ	
7,2	9,0	0,53	17		1,85	1,31	-	-	0,31	24,9	##### α	
7,4	10,0	0,40	25		1,90	1,35	-	-	0,35	23,3	##### α	
7,6	9,0	0,40	23		1,85	1,39	-	-	0,31	24,9	##### α	
7,8	10,2	0,47	22		1,90	1,43	-	-	0,35	23,1	##### α	
8	10,2	0,53	19		1,90	1,46	-	-	0,35	23,1	##### α	
8,2	11,2	0,47	24		1,90	1,50	-	-	0,39	22,0	##### α	
8,4	10,2	0,53	19		1,90	1,54	-	-	0,35	23,1	##### α	
8,6	9,2	0,33	28		1,86	1,58	-	-	0,30	24,6	###    αλ	
8,8	8,3	0,33	25		1,82	1,61	-	-	0,27	26,3	##### α	
9	8,3	0,27	31		1,82	1,65	-	-	0,27	26,3	###    αλ	
9,2	9,3	0,33	28		1,87	1,69	-	-	0,30	24,4	###    αλ	
9,4	8,3	0,27	31		1,82	1,72	-	-	0,26	26,3	###    αλ	
9,6	9,3	0,33	28		1,87	1,76	-	-	0,30	24,4	###    αλ	
9,8	10,4	0,47	22		1,90	1,80	-	-	0,35	22,8	##### α	
10	12,4	0,40	31		1,91	1,84	-	-	0,42	20,9	###    αλ	



Prova numero 18  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
 Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 19

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalveti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 9,6 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

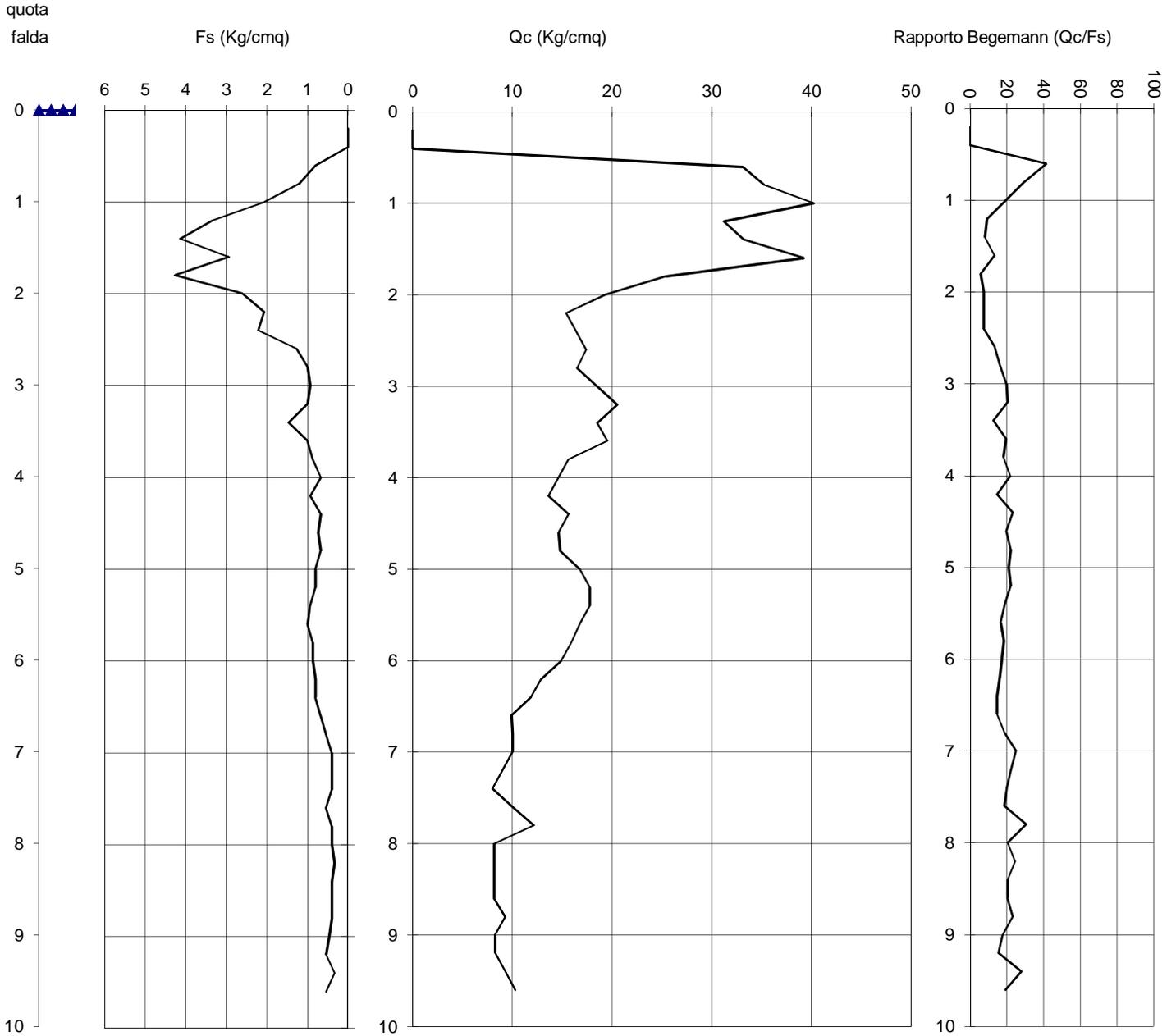
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	m <sub>v</sub> [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	33,1	0,80	41		1,77	0,11	29	-	-	10,1	°°°    σλ	
0,8	35,3	1,20	29		1,78	0,14	29	-	-	9,5	°°°    σλ	
1	40,3	2,07	19		1,97	0,18	-	-	1,60	9,9	##### α	
1,2	31,3	3,33	9		1,95	0,22	-	-	1,24	11,8	##### α	
1,4	33,3	4,13	8		1,95	0,26	-	-	1,32	11,1	##### α	
1,6	39,3	2,93	13		1,97	0,30	-	-	1,56	10,2	##### α	
1,8	25,4	4,27	6		1,93	0,34	-	-	1,00	14,6	##### α	
2	19,4	2,60	7		1,62	0,37	-	-	0,76	19,1	##### αοτ	
2,2	15,4	2,07	7		1,58	0,40	-	-	0,60	24,1	##### αοτ	
2,4	16,4	2,20	7		1,59	0,43	-	-	0,64	22,6	##### αοτ	
2,6	17,4	1,27	14		1,92	0,47	-	-	0,68	19,4	##### α	
2,8	16,5	1,00	17		1,91	0,51	-	-	0,64	19,4	##### α	
3	18,5	0,93	20		1,92	0,55	-	-	0,72	19,5	##### α	
3,2	20,5	1,00	21		1,92	0,59	-	-	0,80	19,5	##### α	
3,4	18,5	1,47	13		1,62	0,62	-	-	0,72	20,0	##### αοτ	
3,6	19,5	1,00	20		1,92	0,66	-	-	0,75	19,8	##### α	
3,8	15,7	0,87	18		1,91	0,70	-	-	0,60	19,5	##### α	
4	14,7	0,67	22		1,91	0,73	-	-	0,56	19,8	##### α	
4,2	13,7	0,93	15		1,91	0,77	-	-	0,52	20,2	##### α	
4,4	15,7	0,67	23		1,91	0,81	-	-	0,59	19,5	##### α	
4,6	14,7	0,73	20		1,91	0,85	-	-	0,55	19,8	##### α	
4,8	14,8	0,67	22		1,91	0,89	-	-	0,56	19,7	##### α	
5	16,8	0,80	21		1,92	0,93	-	-	0,63	19,4	##### α	
5,2	17,8	0,80	22		1,92	0,96	-	-	0,67	19,4	##### α	
5,4	17,8	0,93	19		1,92	1,00	-	-	0,67	19,4	##### α	
5,6	16,8	1,00	17		1,92	1,04	-	-	0,63	19,4	##### α	
5,8	15,9	0,87	18		1,91	1,08	-	-	0,59	19,5	##### α	
6	14,9	0,87	17		1,91	1,12	-	-	0,55	19,7	##### α	
6,2	12,9	0,80	16		1,91	1,16	-	-	0,47	20,6	##### α	
6,4	11,9	0,80	15		1,90	1,19	-	-	0,43	21,3	##### α	
6,6	9,9	0,67	15		1,53	1,22	-	-	0,35	37,2	##### αοτ	
6,8	10,0	0,53	19		1,90	1,26	-	-	0,35	23,3	##### α	
7	10,0	0,40	25		1,90	1,30	-	-	0,35	23,3	##### α	
7,2	9,0	0,40	23		1,85	1,34	-	-	0,31	24,9	##### α	
7,4	8,0	0,40	20		1,80	1,37	-	-	0,27	26,9	##### α	
7,6	10,0	0,53	19		1,90	1,41	-	-	0,35	23,3	##### α	
7,8	12,2	0,40	30		1,90	1,45	-	-	0,43	21,1	###    αλ	
8	8,2	0,40	20		1,81	1,49	-	-	0,27	26,6	##### α	
8,2	8,2	0,33	25		1,81	1,52	-	-	0,27	26,6	##### α	
8,4	8,2	0,40	20		1,81	1,56	-	-	0,26	26,6	##### α	
8,6	8,2	0,40	20		1,81	1,59	-	-	0,26	26,6	##### α	
8,8	9,3	0,40	23		1,87	1,63	-	-	0,31	24,4	##### α	
9	8,3	0,47	18		1,82	1,67	-	-	0,27	26,3	##### α	
9,2	8,3	0,53	16		1,51	1,70	-	-	0,26	41,2	##### αοτ	
9,4	9,3	0,33	28		1,87	1,74	-	-	0,30	24,4	###    αλ	
9,6	10,3	0,53	19		1,90	1,77	-	-	0,34	23,0	##### α	
9,8												
10												



Prova numero 19  
 Committente Peppuccio La Placa  
 Località Collesalveti  
 Cantiere Via dello Zannone  
 Data 27/9/23

Profondità massima (m): 9,6  
 Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI



Prova numero: 20

Data: 27/9/23

Committente: Peppuccio La Placa

Località: Collesalvetti

Cantiere: Via dello Zannone

Profondità massima: 10,0 m dal p. c.

Quota piano camp.: m

Quota falda: m dal p.c.

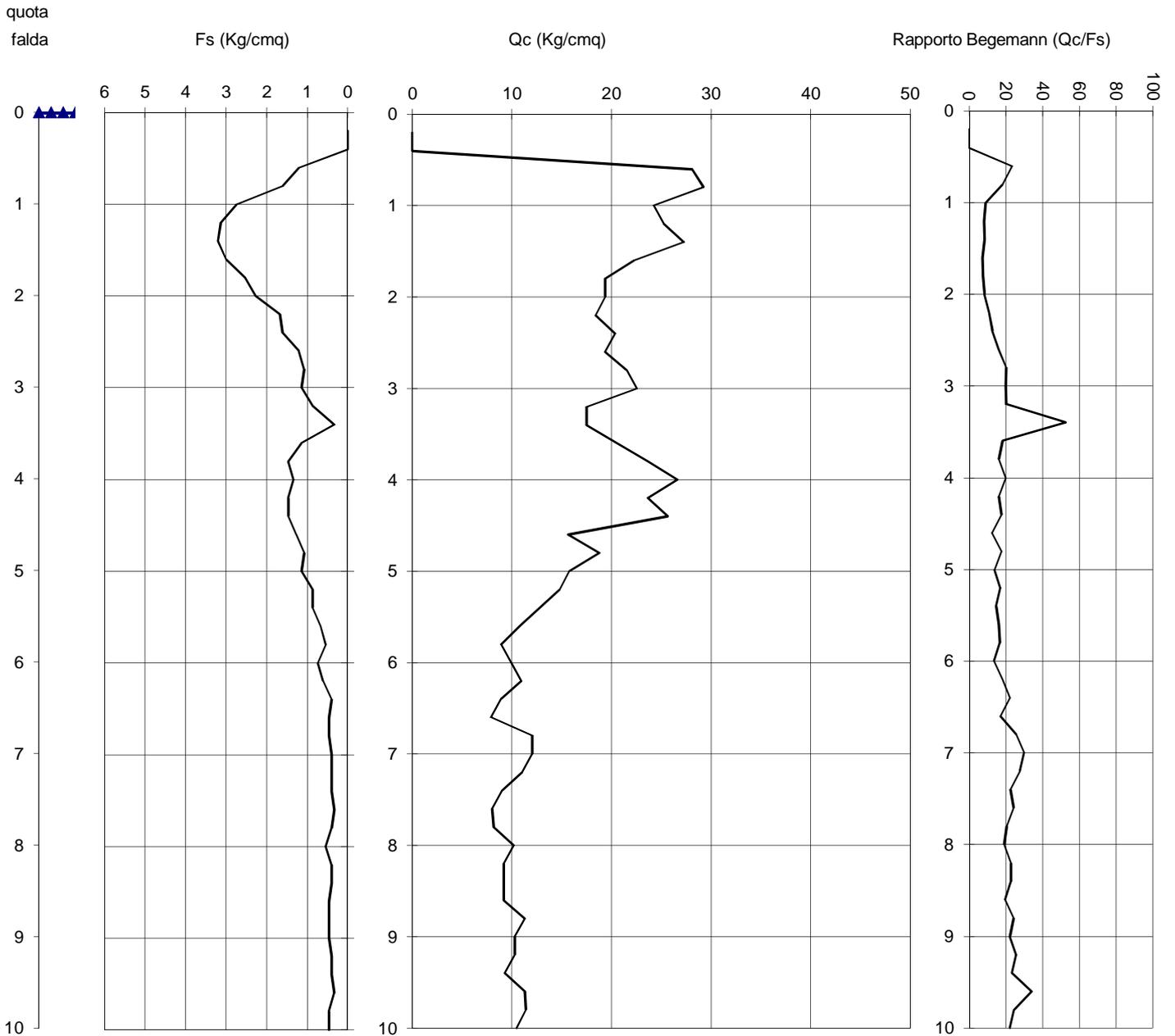
**parametri geotecnici stimati**

Prof. [metri]	Qc [Kg/cmq]	Fs [Kg/cmq]	Qc/Fs	Rt [Kgf]	$\gamma$ [Kg/dmc]	$\sigma'_{vo}$ [Kg/cmq]	$\phi$ [gradi]	Dr [%]	Cu [Kg/cmq]	mv [cmq/t]	Colonna stratig.	lito_ logia
0,2					1,80	0,04	-	-	-	-	von ριλ.	
0,4					1,80	0,07	-	-	-	-	von ριλ.	
0,6	28,1	1,20	23		1,94	0,11	-	-	1,12	14,2	αλ	
0,8	29,3	1,60	18		1,94	0,15	-	-	1,16	13,7	α	
1	24,3	2,73	9		1,93	0,19	-	-	0,96	15,3	α	
1,2	25,3	3,13	8		1,93	0,23	-	-	1,00	14,7	α	
1,4	27,3	3,20	9		1,94	0,27	-	-	1,08	13,6	α	
1,6	22,3	3,00	7		1,93	0,30	-	-	0,88	16,6	α	
1,8	19,4	2,53	8		1,62	0,34	-	-	0,76	19,1	##### αοτ	
2	19,4	2,27	9		1,62	0,37	-	-	0,76	19,1	##### αοτ	
2,2	18,4	1,67	11		1,61	0,40	-	-	0,72	20,1	##### αοτ	
2,4	20,4	1,60	13		1,92	0,44	-	-	0,80	18,2	α	
2,6	19,4	1,20	16		1,92	0,48	-	-	0,76	19,8	α	
2,8	21,5	1,07	20		1,93	0,52	-	-	0,84	18,6	α	
3	22,5	1,13	20		1,93	0,56	-	-	0,88	17,8	α	
3,2	17,5	0,87	20		1,92	0,59	-	-	0,68	19,4	α	
3,4	17,5	0,33	53		1,69	0,63	30	19	-	19,0	oooo σσ	
3,6	20,5	1,13	18		1,92	0,67	-	-	0,79	19,5	α	
3,8	23,7	1,47	16		1,93	0,70	-	-	0,92	16,9	α	
4	26,7	1,33	20		1,94	0,74	-	-	1,04	15,0	α	
4,2	23,7	1,47	16		1,93	0,78	-	-	0,91	16,9	α	
4,4	25,7	1,47	17		1,93	0,82	-	-	0,99	15,6	α	
4,6	15,7	1,27	12		1,59	0,85	-	-	0,59	23,7	##### αοτ	
4,8	18,8	1,07	18		1,92	0,89	-	-	0,72	19,6	α	
5	15,8	1,13	14		1,91	0,93	-	-	0,59	19,5	α	
5,2	14,8	0,87	17		1,91	0,97	-	-	0,55	19,7	α	
5,4	12,8	0,87	15		1,91	1,01	-	-	0,47	20,7	α	
5,6	10,8	0,67	16		1,90	1,04	-	-	0,39	22,4	α	
5,8	8,9	0,53	17		1,85	1,08	-	-	0,31	25,1	α	
6	9,9	0,73	14		1,53	1,11	-	-	0,35	37,2	##### αοτ	
6,2	10,9	0,60	18		1,90	1,15	-	-	0,39	22,3	α	
6,4	8,9	0,40	22		1,85	1,19	-	-	0,31	25,1	α	
6,6	7,9	0,47	17		1,80	1,22	-	-	0,27	27,2	α	
6,8	12,0	0,47	26		1,90	1,26	-	-	0,43	21,2	α	
7	12,0	0,40	30		1,90	1,30	-	-	0,43	21,2	αλ	
7,2	11,0	0,40	28		1,90	1,34	-	-	0,39	22,1	αλ	
7,4	9,0	0,40	23		1,85	1,37	-	-	0,31	24,9	α	
7,6	8,0	0,33	24		1,80	1,41	-	-	0,27	26,9	α	
7,8	8,2	0,40	20		1,81	1,45	-	-	0,27	26,6	α	
8	10,2	0,53	19		1,90	1,48	-	-	0,35	23,1	α	
8,2	9,2	0,40	23		1,86	1,52	-	-	0,31	24,6	α	
8,4	9,2	0,40	23		1,86	1,56	-	-	0,30	24,6	α	
8,6	9,2	0,47	20		1,86	1,59	-	-	0,30	24,6	α	
8,8	11,3	0,47	24		1,90	1,63	-	-	0,39	21,9	α	
9	10,3	0,47	22		1,90	1,67	-	-	0,35	23,0	α	
9,2	10,3	0,40	26		1,90	1,71	-	-	0,34	23,0	α	
9,4	9,3	0,40	23		1,87	1,75	-	-	0,30	24,4	α	
9,6	11,3	0,33	34		1,90	1,78	-	-	0,38	21,9	αλ	
9,8	11,4	0,47	24		1,90	1,82	-	-	0,38	21,7	α	
10	10,4	0,47	22		1,90	1,86	-	-	0,34	22,8	α	



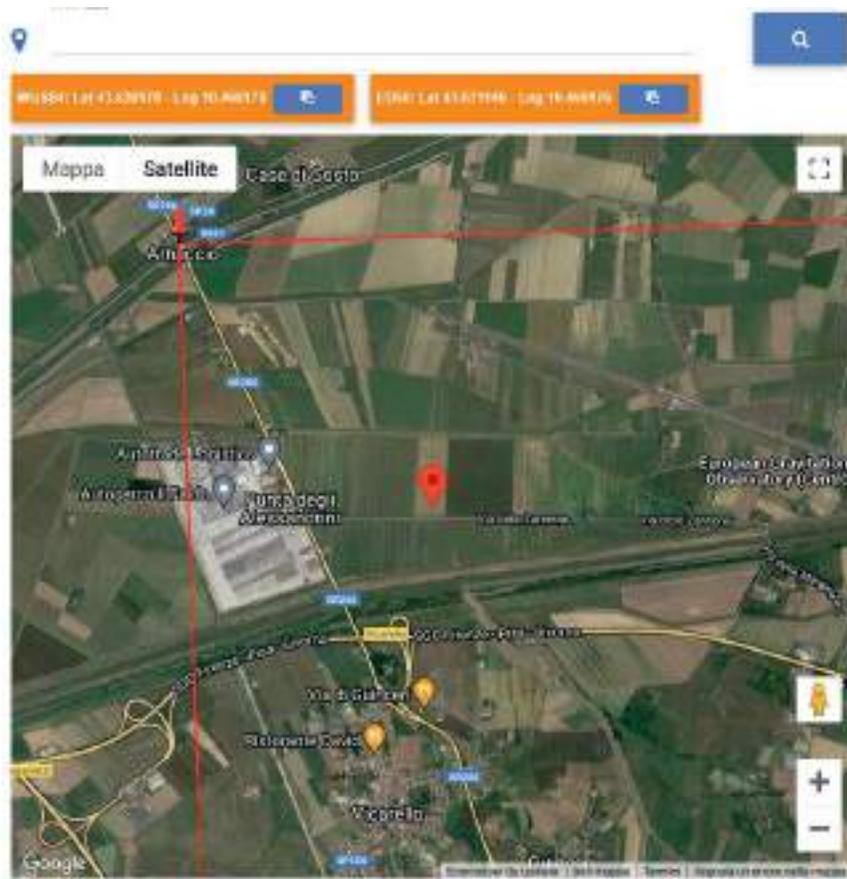
Prova numero 20  
Committente Peppuccio La Placa  
Località Collesalveti  
Cantiere Via dello Zannone  
Data 27/9/23

Profondità massima (m): 10  
Quota falda (m dal p.c.):



PENETROMETRO STATICO: TG 63 200 KN PAGANI

# PARAMETRI SISMICI



## Stati limite

Classe Edificio

Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Normale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 0.7**

Stato Limite	T <sub>r</sub> [anni]	a <sub>y</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> <sup>2</sup> [s]
Operatività (SLO)	30	0.040	2.565	0.228
Danno (SLD)	35	0.043	2.548	0.233
Salvaguardia vite (SLV)	332	0.114	2.467	0.269
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.146	2.430	0.276
Periodo di riferimento per l'azione sismica	35			

## Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 | Is (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: G

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SB Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.48
CC Coeff. funz. categoria	1.71	1.70	1.62	1.61
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Acc. na massima attesa al sito (m/s²): 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
ks	0.012	0.013	0.041	0.052
kv	0.006	0.006	0.021	0.026
Amax [m/s²]	0.583	0.632	1.683	2.121
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240