



di Carmignani e Seghieri

COMUNE DI FUCECCHIO

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(ai sensi del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020 e relative Direttive Tecniche (Delibera n. 31 del 20-01-2020-Allegato A), della L.R. 41 del 24/07/2018, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Autorità di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, delle norme sul Vincolo Idrogeologico R.D. 30/12/23 n. 3267, L.R.T. 21/03/2000 n. 39 da ultimo modificata dalla L.R.T. 02/01/2003 n. 1, D.P.G.R.T. 48/R del 08/08/2003 coordinato con il D.P.G.R.T. 16/03/2010 n. 32/R, della Del. Comitato dei Ministri del 04/02/1977, del D.P.G.R.T. 23/05/2003 n. 28/R, del D.Lgs 03/04/2006 n. 152 e ss.mm.ii, della L.R.T. 31/05/2006 n. 20, del D.P.G.R.T. 46/R del 08/09/2009 modificato dal D.P.G.R.T. 76/R del 17/12/2012 ed ai sensi dello S.U. comunale vigente: 2° Variante RU)

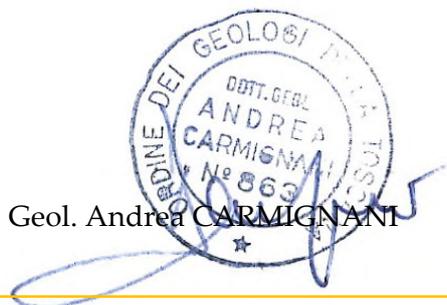
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA "PA-94" Progetto di ristrutturazione di fabbricati ad uso annessi agricoli

via **Ramoni**

Proprietà:
soc. **ALMAROSA s.a.s. di Pellegrini Sara e C.**
Sig. **PELEGRINI Alberto**

marzo 2020

Dott. Geol. Andrea CARMIGNANI



Studio Associato di Geologia di CARMIGNANI Andrea e SEGHERI Giorgio

Sede legale : via Turati, 15/1 ALTOPASCIO (LU) P. IVA 01664030465

Uffici: via Savorniana, 3 – 51019 PONTE BUGGIANESE (PT)

tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail andreacarmignani@interfree.it

COMUNE DI FUCECCHIO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA “PA-94” Progetto di ristrutturazione di fabbricati ad uso annessi agricoli

via **Ramoni**

Proprietà: soc. **ALMAROSA s.a.s. di Pellegrini Sara e C.**
Sig. **PELLEGRINI Alberto**

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(ai sensi del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020 e relative Direttive Tecniche (Delibera n. 31 del 20-01-2020-Allegato A), della L.R. 41 del 24/07/2018, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Autorità di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, delle norme sul Vincolo Idrogeologico R.D. 30/12/23 n. 3267, L.R.T. 21/03/2000 n. 39 da ultimo modificata dalla L.R.T. 02/01/2003 n. 1, D.P.G.R.T. 48/R del 08/08/2003 coordinato con il D.P.G.R.T. 16/03/2010 n. 32/R, della Del. Comitato dei Ministri del 04/02/1977, del D.P.G.R.T. 23/05/2003 n. 28/R, del D.Lgs 03/04/2006 n. 152 e ss.mm.ii, della L.R.T. 31/05/2006 n. 20, del D.P.G.R.T. 46/R del 08/09/2009 modificato dal D.P.G.R.T. 76/R del 17/12/2012 ed ai sensi dello S.U. comunale vigente: 2° Variante RU)

1 - PREMESSA

Il presente rapporto espone i risultati di un'indagine geologica di approfondimento delle caratteristiche del territorio in cui si colloca la previsione urbanistica denominata PA 94 attinente la ristrutturazione di fabbricati ad uso annessi agricoli lungo vi Ramoni e consistente, come dettagliato dal progetto dello Studio Tecnico Rabani, nella demolizione di due piccoli annessi e nella ristrutturazione con ampliamento del principale annesso esistente sulla proprietà.

Quanto effettuato in questa sede si giova di una serie di prove penetrometriche statiche C.P.T. alcune delle quali approfondite con metodica dinamica superpesante D.P.S.H. disposte sull'area e lungo il versante sud-est di essa, capaci di caratterizzare il sottosuolo sia di diretto intervento con la edificazione progettata, che dell'intero contesto di pendice connessa con le attività edilizie previste.

Per lo sviluppo delle analisi di stabilità del pendio e di accertamento della compatibilità del progetto con il vincolo idrogeologico, si è utilizzata una vicina prova geofisica Masw, capace di determinare la categoria di suolo ai sensi delle NTC 2018 per l'attuale sito di intervento.

L'attuale fase di predisposizione del Piano Attuativo si confronta con uno Strumento Urbanistico generale costituito da un Piano Strutturale e un Regolamento Urbanistico adeguati al D.P.G.R.T. 53/R/2011, normativa questa ad oggi superata e sostituita dalla emanazione del D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, cui verrà fatto riferimento in questa sede

Riferendosi alle nuove norme regionali in tema di pianificazione relativamente alle indagini geologiche di supporto, l'Allegato A della Delibera n. 31 del 20-01-2020 “*Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche*” di cui alla D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, stabilisce:

4. Direttive per la formazione dei piani attuativi

I piani attuativi sono corredati da una relazione contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel piano operativo oppure indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Qualora il piano operativo abbia subordinato la loro attuazione alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di mitigazione del rischio, la relazione contiene anche il progetto delle opere previste, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.

La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico. *In caso contrario, è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità.*

Lo studio adotta le metodologie di analisi e di redazione cartografica contenute nelle presenti direttive ed è condotto alla scala di redazione del piano attuativo.

Per la predisposizione delle relative varianti, si applicano le disposizioni di cui al presente paragrafo, in relazione agli ambiti e alle previsioni delle stesse.

Riguardo al concetto di *assenza di intervenute modifiche rispetto al Q.C. di riferimento*, la caratterizzazione del territorio del P.S. mantiene la sua validità sotto il profilo sismico, della caratterizzazione geologico-tecnica e di costituzione del sottosuolo e di quello geomorfologico, mentre l'aspetto idraulico viene ad oggi determinato dal P.G.R.A. e da questo acquisito come riferimento per l'azione di utilizzazione del territorio ai fini urbanistici ed edificatori.

Non si ravvedono pertanto le condizioni per poter pensare di apportare modifiche al Q.C. dell'area ed alla conseguente caratterizzazione di pericolosità e fattibilità attribuita dall'insieme dei documenti di PS-RU sopra descritti, potendosi mantenere a riferimento le determinazioni delle specifiche di fattibilità contenute nelle norme della 2° Variante al RU adottata con DCC 25 del 9.4.2019 relativamente al comparto PA 94 e che si rappresentano negli stralci seguenti:

• **Piano Attuativo: PA94**

Il comparto comprende due distinte zone: per quella più ad Est (decollo) è prevista la demolizione del fabbricato esistente, i cui volumi verranno riposizionati nella seconda zona più ad Ovest (atterraggio).

PA 94 decollo

Considerato che è prevista la sola demolizione dei volumi esistenti, non si rilevano limitazioni alla fattibilità senza particolari limitazioni per tutti gli aspetti:

Fattibilità geologica senza particolari limitazioni F1

Non si rilevano limitazioni alla fattibilità.

Fattibilità sismica senza particolari limitazioni F1

Non si rilevano limitazioni alla fattibilità.

Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni F1.

Non si rilevano limitazioni alla fattibilità.

PA 94 atterraggio

Fattibilità geologica condizionata F3.

L'area è ubicata in corrispondenza di un ampio ripiano, delimitato verso SudOvest da una piccola scarpata di raccordo al sottostante fondovalle.

Nella zona del comparto che ricomprende sia la scarpata che la classe G3 di pericolosità geologica è prescritta l'inedificabilità. Tale fascia è identificata nella carta di fattibilità.

Qualora i nuovi interventi venissero posizionati ad una distanza minore di 10 metri dal limite della suddetta fascia, dovranno essere redatte specifiche verifiche di stabilità estese all'intero versante.

Fattibilità sismica con normali vincoli F2.

Non si rilevano limitazioni alla fattibilità.

Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni F1.

L'intera area è posta in alto morfologico rispetto al fondovalle ed è inserita nella classe I1.

Nella attuale fase di studio di fattibilità del P.A., si è potuto utilizzare una campagna di indagine costituita da n. 6 verticali caratterizzate nei primi metri da prove penetrometriche statiche C.P.T. e in profondità da prove penetrometriche dinamiche superpesanti D.P.S.H., oltre che da una vicina prova geofisica Masw di riferimento, da cui si è potuta accertare la positiva fattibilità alla utilizzazione edificatoria dell'area di P.A. e l'assenza di condizionamenti specifici attinenti la risposta sismica del sito.

Quanto eseguito espleta in termini di tipologia e numero di indagini geognostico-geotecniche e geofisiche a quanto richiesto dalle NTC 2018 e DGRT 36/R/2009 per redarre la successiva documentazione di tipo geologico – geotecnico a supporto della concessione del titolo abilitativo alla costruzione del fabbricato, da affrontarsi a seguito della approvazione e contrattualizzazione della convenzione del P.A. attuale.

Da quanto effettuato si conferma che non sono state rilevate nuove ed ulteriori condizioni di criticità territoriale e che quindi **non sono intervenute modifiche peggiorative** rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, sismico, idraulico e idrogeologico) assunto dal RU a base delle determinazioni di pericolosità e fattibilità del PA 94.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.1 - Inquadramento geografico

La zona di intervento è situata nella parte centro occidentale del territorio comunale di Fucecchio, nei pressi della località Torri, in via Ramoni, all'interno della proprietà gestita per attività agricola ed in particolare nella spianata esistente attorno alla attuale struttura, di cui è prevista la ristrutturazione in una nuova opera edile comprendente le volumetrie della demolizione di due altri piccoli annessi posti ad oriente (vedi allegata COROGRAFIA GENERALE in scala 1 : 25.000).

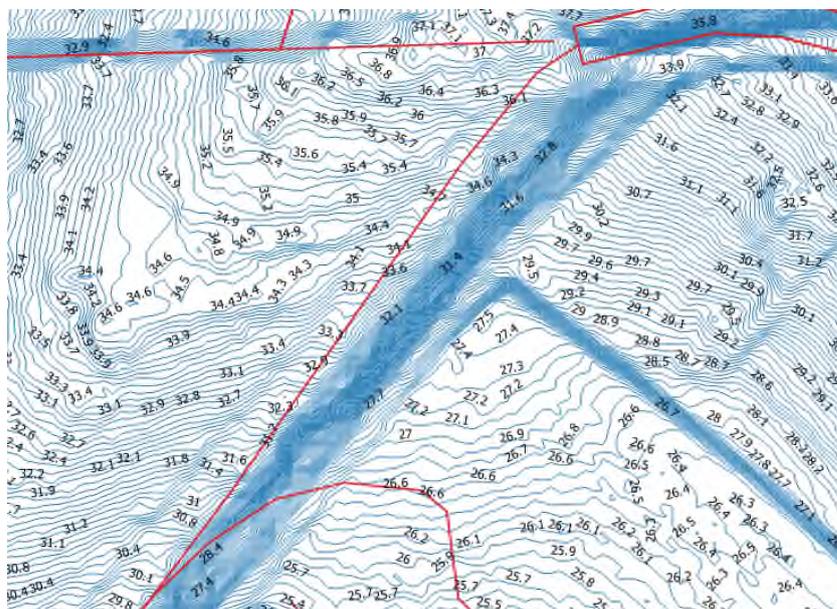
L'area viene ad individuarsi nella cartografia ufficiale al foglio n. 105 ed alla tavoletta topografica II NO "Padule di Fucecchio"; il terreno oggetto di studio è attualmente caratterizzato da una spianata sterrata utilizzata per l'attività della Azienda Agricola.

3.2 - Inquadramento geomorfologico

Il sito di indagine, ubicato ad una quota di circa 40 m s.l.m., come rappresentato nella UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO in scala 1:5.000, è caratterizzato da una morfologia che vede la alternanza di rilievi collinari a forma morbida, delimitati da incisioni di corsi di acqua che drenano le stesse verso i collettori di pianura collegati al Padule di Fucecchio.

Nello specifico del sito di intervento, questo è costituito da una spianata pianeggiante posta sulla sommità di una dorsale morfologica, delimitata dalla scarpata di valle (a SE) di inclinazione 37-38° in cui sono visibili materiali sabbiosi addensati e che collega tale spianata alla strada vicinale di confine della proprietà ed all'area di dolce declivio che scende verso la via di Montebono.

Nel complesso l'inclinazione della pendice del rilievo in cui si colloca il sito di intervento e che scende verso oriente, desunta dalla CTR 10k regionale, rilievo LIDAR e rilievo topografico del Progettista, risulta dell'ordine di 13-14°.



Dal sopralluogo di campagna effettuato non sono emerse forme testimoni di instabilità in atto, potenziali o temibili, se si esclude la naturale tendenza all'assestamento del terreno più superficiale che costituisce la parte esterna della scarpata del ciglio di delimitazione della spianata di intervento, ancorchè ad oggi non vi siano motivi di temere per una sua instabilizzazione.

A tale proposito occorre evidenziare che la CARTA GEOMORFOLOGICA di supporto al RU comunale classifica il sito sub pianeggiante di intervento a pericolosità media (G.2) e quindi scevro da problematiche di stabilità geomorfologica; la buona conduzione agricola della proprietà, relativamente alla regimazione con fossette delle acque piovane, non determina l'insorgenza di erosioni per ruscellamento od altro che possa determinare aggravamenti del buono stato di equilibrio dei terreni.

Solamente per l'area di declivio posta ad oriente della strada vicinale che delimita ad Est la proprietà, viene attribuita la classe di pericolosità G.3 attinente la potenzialità di instabilità in ambito di depositi colluviali: a tale grado di pericolosità viene equiparata anche la sopra descritta scarpata della strada vicinale in ragione della elevata acclività di essa.

I terreni affioranti nel loro complesso costituiscono un ampio terrazzo morfologico sulle aree alluvionali di fondovalle, delineatosi a partire dal Pleistocene conseguentemente ai movimenti tettonici che hanno portato da una parte al sollevamento della dorsale di *Montecarlo-Altopascio-Le Cerbaie* e dall'altra all'abbassamento dei bacini di sedimentazione corrispondenti all'attuale pianura del Padule di Bientina ed alla Valdinievole.

Processi evolutivi di erosione differenziata in funzione del reticolo idrografico e delle litologie di base, hanno determinato la caratterizzazione morfologica di dorsali e di scarpate – fondovali che costituiscono la peculiarità paesaggistica della zona.

3.3 – Caratteristiche litotecniche

I terreni presenti nell'area di indagine risultano depositi consolidati o sovraconsolidati ed hanno mostrato in genere comportamenti meccanici omogenei risultando in particolare dotati di qualità geomeccaniche da medie a buone.

Facendo riferimento alla **Carta Litologica** del RU, le zone dei rilievi presenti nella zona di Massarella - Torri sono caratterizzate da materiali riferibili alla Unità litologico-tecnica **E** ed in particolare a: *sabbie e conglomerati addensati con frazione argilloso-sabbiosa e livelli argillosi della Formazione del Bacino di Cerbaia – Altopascio*; la sezione generale del territorio tra la sommità del rilievo e le aree di pianura laterali, evidenzia che la successione sopra descritta poggia sui termini lacustri Villafranchiani e poi marini Pliocenici.

Ai piedi delle pendici dei rilievi sono localmente presenti materiali riferibili a depositi alluvionali terrazzati (*sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente brecciole*) mentre i fondovalle sono caratterizzati da

depositi alluvionali recenti con composizione generalmente sabbiosa (*sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale*).

Nel dettaglio delle indagini penetrometriche eseguite nell'area studiata, si è rilevata la presenza di materiali sabbioso argillosi da addensati a molto addensati per i primi 4-5 m di sottosuolo, con consistenza in linea con quanto usualmente individuato nei termini Villafranchiani della zona, a cui fanno seguito materiali sabbiosi e ghiaiosi pseudo cementati molto addensati ed impenetrabili.

3.4 - Geologia

Questa porzione dell'area comunale è stata interessata da più fasi tettoniche che hanno portato al sollevamento del Monte Pisano e delle dorsali collinari di Montecarlo e delle Cerbaie, ed alla lenta subsidenza dei bacini lacustri di Bientina e Fucecchio. Dai cicli di erosione connessi ai sollevamenti sono derivati gli importanti depositi fluviali antichi terrazzati ad elementi quarziticci provenienti dal Monte Pisano, mentre le depressioni lacustri si sono venute colmando, talora anche con materiali torbosi, dando origine al caratteristico ambiente palustre, in parte portato a bonifica con le colmate artificiali.

Dal punto di vista geologico (vedi allegata **Carta Geologica** estratta dall'omonima cartografia di supporto al RU comunale), l'area di intervento risulta caratterizzata dall'affioramento dei materiali riferibili alla formazione di deposizione fluviale e lacustri delle "Argille e Sabbie di Marginone-Mastromarco" – *Depositi fluviali e lacustri del Bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci*), costituiti da prevalenti sabbie e limi sabbiosi giallastri alternati ad argille limose di colore nocciola e subordinatamente livelli conglomeratici, talora cementati, depositati in facies di canale, di età Rusciniense - Villafranchiano.

4 - IDROLOGIA SUPERFICIALE E IDROGEOLOGIA

4.1 – Idrologia superficiale

L'idrologia superficiale è rappresentata da un reticolo idrografico secondario, costituito da fossette di scolo, ubicate lungo le strade e lungo i confini campestri, che assolve alla funzione della regimazione delle acque di prima corrivazione verso E e SE in direzione del fondovalle che scende verso la frazione di Caino - Cioni, affluendo poi nel sistema idrografico di bassa pianura in destra idrografica del Fosso Usciana, principale collettore idrico dell'area di bassa pianura a valle del comprensorio palustre.

L'idrologia superficiale secondaria è rappresentata da un reticolo di fossette di scolo, ubicate lungo le strade e lungo i confini campestri, terrazzamenti, limiti di bosco, ecc. che assolve alla funzione della regimazione delle acque di prima corrivazione verso i collettori principali.

Data la collocazione del sito, di 20-25 m più alto in quota rispetto ai limitrofi fondovalle dei corsi di acqua minori ad occidente, ed a notevole distanza da essi, il terreno è esente da problematiche attinenti esondazioni ed allagamenti, come confermato dagli elaborati di base disponibili, specificatamente la **CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE** (DPCM 5/11/1999), la carta delle aree a pericolosità da alluvione da P.G.R.A. del Distretto Appennino Settentrionale (**D.C.I. del 3/3/2016**) e le carte della analisi idraulica di supporto al RU comunale.

Da quanto sopra il sito di intervento non subisce condizionamenti da parte della **L.R.T. 41/2018** sul rischio idraulico.

4.2 – Idrogeologia

La struttura idrogeologica delle *sabbie, sabbie argillose ed argille limose* dei depositi lacustri è estremamente complessa in relazione alla marcata variabilità orizzontale e verticale dei litostrati permeabili.

Si tratta di modesti acquiferi sovrapposti e parzialmente anastomizzati tra di loro sia in senso verticale che orizzontale, situati nei livelli di sedimenti più grossolani (ghiaia-ciottolosa e sabbiosa) e caratterizzati, data la notevole percentuale di matrice fine e lo spessore abbastanza esiguo (0.5 – 5.0 m), da valori di trasmissività e potenzialità da medio a medio-bassi.

La CARTA IDROGEOLOGICA a corredo del Piano Strutturale comunale non individua la quota piezometrica; verifiche effettuate in diversi pozzi ad anelli presenti in aree limitrofe, che attingono dalla prima falda freatica più superficiale, individuano un livello statico attuale pari a circa - 10/-15 m rispetto al locale piano di campagna.

Nel complesso si rileva che, per quanto attiene le caratteristiche di permeabilità, sulla base della stratigrafia dedotta dalle indagini effettuate e dalle osservazioni sulle scarpate di affioramento, i terreni presentano un grado di permeabilità piuttosto basso o medio-basso (sabbie argillose e sabbie con argille prevalenti nei primi 7-8 m).

5 - CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA

Secondo quanto redatto nella cartografia tematica a corredo del Regolamento Urbanistico ed in particolare delle specifiche attribuzioni alla zona PA 94 della 2° Variante al RU che ha analizzato tale previsione di uso e che fa riferimento alla DPGRT 53/R/2011, la zona di studio presenta le seguenti caratteristiche di pericolosità:

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E GEOLOGICA:

Pericolosità geologica e geomorfologia media (classe **G.2**): *aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture caratterizzanti una bassa propensione al dissesto*; per la parte attinente alla scarpata della strada vicinale di confine orientale della proprietà, vi è l'attribuzione della classe di pericolosità elevata G.3.

PERICOLOSITA' IDRAULICA

Pericolosità idraulica bassa (classe **I.1**): *aree collinari e montane in sicurezza idraulica*

PERICOLOSITA' SISMICA

Pericolosità sismica locale media (classe **S.2**): *attribuita alle aree di instabilità inattiva che potrebbe riattivarsi in occasione di evento sismico ed alle zone stabili suscettibili di amplificazione locale che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità S.3* – al sito di intervento può essere individuata tale condizione, pur non essendo stato caratterizzato nella Carta della Pericolosità sismica del R.U., in quanto la pericolosità S.2 viene attribuita alla vicina ed omologa area di Torre.

Ai sensi del **P.A.I.** la zona risulta classificata a geomorfologica **P.F.2.** (pericolosità media).

Ai sensi del **P.G.R.A.** la zona è al di fuori delle perimetrazioni delle aree a pericolosità di alluvionamento

Come già indicato in premessa, nell'attuale sede di studio non si sono ravvisati elementi che possano determinare modifiche allo stato di conoscenza ed alla determinazione della pericolosità dei terreni, potendosi pienamente considerare ancora valide le sopra descritte classi di pericolosità anche ai sensi del DPGRT 5/2020

6 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO IN ESAME (ai sensi del RU vigente)

Stante le condizioni di pericolosità dettagliate innanzi, la valutazione della fattibilità geologica, sismica ed idraulica dell'intervento ha fatto riferimento alle indicazioni contenute nella specifica scheda per la zona PA94 ed alla allegata **Carta della Fattibilità** del R.U., da cui risulta:

- Fattibilità geologica III.
- Fattibilità idraulica I.
- Fattibilità sismica II.

6.1 – Compatibilità geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica

Per quanto attiene l'aspetto geologico e geomorfologico la zona risulta stabile e priva di evidenze che possano far presumere a qualche criticità geomorfologica, per cui le operazioni in progetto risultano compatibili e di fatto non producono nessun tipo di aggravamento della situazione geomorfologica complessiva dell'area.

Le condizioni di fattibilità nei confronti delle caratteristiche litotecniche del sottosuolo e sismiche del sito, non richiedono ulteriori indagini rispetto al quadro conoscitivo ricavabile dagli strumenti di analisi e pianificazione esistenti, così come integrati dalle indagini geognostiche e geofisiche attuali e di seguito descritte nel dettaglio, **rendendo possibile definire compatibile quanto previsto dal P.A. con le caratteristiche territoriali e le relative norme di salvaguardia, alla luce delle positive risultanze delle verifiche di stabilità condotte sulla pendice ai sensi delle norme sul vincolo idrogeologico.**

6.2 – Compatibilità idraulica

Per l'assenza di scenari di rischio idraulico per l'area, risulta positivamente accertata la compatibilità di quanto previsto nei confronti dell'assetto idraulico e del relativo rischio connesso.

6.3 – Compatibilità idrogeologica

La caratterizzazione idrogeologica del sito vede l'assenza di falda superficiale che possa interferire con le attività antropiche previste sull'area e che, tra l'altro non modificano l'attuale conduzione agricola e di allevamento dell'Azienda.

La ristrutturazione dell'attuale annesso prevede la realizzazione di un impianto di trattamento degli scarichi dal bagno previsto nella nuova configurazione del fabbricato, costituito da un degrassatore, fossa biologica Imhoff, pozzetti di cacciata, di manovra e campionamento con filtro a griglia di sicurezza intasamento e con sistema di trattamento secondario con trincea di subirrigazione drenata da cui le acque depurate verranno veicolate in condotta nella fossa campestre esistente a valle.

Ai sensi della tab. 2 dell'all. 3 del DPGR 76/R del 2012, a valle di un adeguato trattamento primario, è necessario un successivo e connesso **trattamento secondario dei reflui** che permetta la completa chiarificazione delle acque reflue e la possibilità di rilasciarle nei terreni limitrofi al sito ed all'interno della proprietà.

Un usuale metodo adottabile in tal senso sarebbe la *sub-irrigazione*, che è un particolare sistema di dispersione del liquame proveniente dalla chiarificazione, depuratori, ecc., tramite apposite tubazioni filtranti direttamente sotto la superficie del terreno, ove esso viene assorbito e gradualmente assimilato e degradato biologicamente.

Le norme che regolano lo smaltimento di reflui sono contenute nell'allegato n. 5 della Delibera 4/2/77 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento - "*Norme tecniche generali sulla natura e consistenza degli impianti di smaltimento al suolo o in sottosuolo di insediamenti civili di consistenza inferiore a 50 vani o a 5.000 mc*", oltre che nel D.Lgs 03/04/2006 n. 152 e succ. mod. e int., L.R.T. 31/05/2006 n. 20, D.P.G.R.T. 46/R del 08/09/2009, D.P.G.R.T 76/R del 17/12/2012.

L'insieme delle osservazioni inerenti la caratterizzazione stratigrafica del terreno di intervento, indica l'esistenza di una successione stratigrafica costituita da materiali a comportamento prevalentemente coesivo costituiti da sedimenti argilloso-sabbiosi e sabbioso-argillosi compatti.

Il terreno in cui si verrà a collocare la trincea di sub-irrigazione risulta quindi poco o per niente permeabile per cui, secondo quanto previsto al capo 2.5. dell'All 2 al D.P.G.R.T. 76/R/2012, si renderà necessaria la realizzazione di una **trincea di sub-irrigazione drenata** (o subirrigazione con drenaggio) con recapito dell'effluente depurato in acqua superficiale.

Questo sistema depurativo è costituito da uno scavo della profondità di circa metri 0.80 e di una larghezza nella parte superiore di cm 80 e nella parte inferiore di cm 60, sul fondo della trincea viene posto il tubo di scarico (condotta disperdente) costituito da un tubo in P.V.C. (tipo UNI 302-303) dotato di tagli nella parte superiore, che normalmente vengono eseguiti con flessibile, longitudinalmente rispetto alla lunghezza ad una distanza gli uni dagli altri di circa 15/20 cm.

Viene poi riempita l'intera trincea per una altezza di cm 65 di ghiaione lavato della pezzatura 40/70. E' consigliabile diversificare la pezzatura del ghiaione collocando nella parte inferiore uno strato di circa 30 cm di 20/40 e nella parte superiore di 40/70. Sopra a questo strato di ghiaia viene posta la tubazione superiore (condotta drenante), collegata al filtro a sabbia e ghiaia.

Detta tubazione deve avere le stesse caratteristiche di quella inferiore con la differenza che i tagli devono essere eseguiti nella parte sottostante del tubo. Viene poi immesso altro ghiaione fino a ricoprire detto tubo per uno spessore di circa 15 cm. Sopra a quest'ultimo strato viene posto del tessuto non tessuto, onde evitare che la terra intasi gli spazi fra i ciottoli, poi viene ritombato il tutto con terreno vegetale per uno strato di circa 30 cm e sistemata la relativa area.

Di notevole importanza, nell'esecuzione dell'opera, sono le pendenze delle tubazioni che non devono mai superare il 0,5%. La condotta disperdente dovrà avere una lunghezza superiore rispetto alla tubazione drenante di almeno 5 metri per cui la tubazione superiore dovrà essere chiusa con apposito tappo almeno 4-5 metri prima dell'immissione nel corpo recettore.

Al fine di instaurare nella massa filtrante un ambiente aerobico all'interno della trincea dovranno essere poste delle tubazioni di aerazione a circa 3 metri di distanza; tali sistemi di aerazione dovranno essere eseguiti in P.V.C. ed avere tubi del diametro di cm 10/12, dotati di fori che

permettano il passaggio dell'aria. Tali tubazioni dovranno essere collegate a dei torrini con cappello onde evitare l'immissione di acqua piovana durante eventi meteorici.

Per il dimensionamento della sub-irrigazione drenata, onde garantire un volume di massa filtrante pari a 1-2 m³ per abitante equivalente, dovrà essere calcolata una lunghezza minima variabile da 2 a 3 m calcolata sempre per abitante equivalente. Nello specifico riteniamo sufficiente un dimensionamento per **2.5 m/AE**.

Il Progettista, ai fini della definizione del numero di abitanti equivalenti (AE) può assumere a riferimento le metodiche indicate nelle linee guida dell'ARPAT, riprese anche poi dalle normative regionali citate, che indica: *n.1 abitante equivalente ogni 35 mq o frazione di superficie utile lorda per edifici di civile abitazione.*

7 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOFISICA

7.1 - Indagini geognostiche e stratigrafia

Nell'area di P.A. è stata eseguita una campagna geognostica articolata mediante l'esecuzione di n. 6 verticali di prova di tipo penetrometrico statico (CPT) spinte fino alla profondità di 2-3 m a cui si è avuto il disancoramento del mezzo spingente per eccessiva resistenza offerta dal sottosuolo alla penetrazione; quattro di tali prove sono poi proseguite sino al rifiuto mediante tecnica dinamica superpesante D.P.S.H., raggiungendo la profondità massima di 6 m dal p.c. in corrispondenza di materiali impenetrabili anche con la metodica dinamica.

La loro posizione in rapporto al fabbricato da ristrutturare e della scarpata di delimitazione della proprietà verso SE è indicata nell'allegata UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE in scala 1:500.

Le prove, correlate con numerose altre indagini eseguite nelle vicinanze, hanno permesso la ricostruzione litostratigrafica e la parametrizzazione del terreno di imposta del P.A. lungo due SEZIONI DI CORRELAZIONE STRATIGRAFICO – GEOTECNICHE IN SCALA 1:100 che rapportano tra loro la spianata del fabbricato, la scarpata della strada vicinale e il pendio sottostante ad Est.

L'attrezzatura utilizzata è un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-100 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT.

Per le **prove C.P.T.** le caratteristiche del mezzo consentono 10 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

antropizzato contraddistinto da mediocri valori di resistenza penetrometrica che ne rilevano il prevedibile rimaneggiamento a seguito di operazioni di riporto – livellamento ed uso del sito, con valori di $Q_c = 10-20$ kg/cmq

➤ LIVELLO II:

argille sabbiose compatte: caratterizzate da $N_{SPT} = 12 - 18$ colpi/30cm, $Q_c = 35-55$ kg/cmq con punte sino a 160 kg/cmq costituiscono un livello sino a 3,5 m dal p.c. in tutte le prove eseguite: si tratta di materiali compatti in cui prevale la frazione argillosa su quella sabbiosa associata ed al cui interno hanno avuto termine le prove statiche per disancoramento del mezzo spingente.

➤ LIVELLO III:

sabbie argillose molto addensate: se ne rileva la esistenza sino a profondità di 4,5 – 6,0 m dal p.c., sono costituite da sabbie prevalenti sulle argille con stato di addensamento molto elevato, caratterizzate da $N_{SPT} = 30 - 50$ colpi/30cm.

➤ LIVELLO IV:

sabbie ghiaiose debolmente argillose molto addensate – pseudo-cementate: se ne rileva la esistenza alla base della sopra descritta successione stratigrafica, sono costituite da sabbie ghiaiose prevalenti sulle argille associate di matrice, talora di tipo pseudo cementato, caratterizzate da $N_{SPT} = \text{rifiuto}$.

L'interpretazione sopra 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 però correlata, per quanto possibile, con l'osservazione diretta del terreno rimasto sulle aste penetrometriche, sui materiali affioranti nelle scarpata in scavo esistenti nella zona e con le stratigrafie ricavate dall'escavazione di alcuni pozzi realizzati nelle vicinanze della zona di studio, oltre che dalle caratterizzazioni di MOPS del PS-RU comunale.

7.3 - Caratterizzazione geotecnica

Sulla base dei risultati delle correlazioni empiriche e semi empiriche proposte dalla letteratura specializzata relative alle prove C.P.T. e D.P.S.H., si sono attribuiti i seguenti parametri geotecnici ai livelli stratigrafici riferendosi alla condizione “drenata” riferendosi alle caratteristiche prevalentemente attritiva degli orizzonti stratigrafici identificati nel modello geologico, e “non drenata” per quei livelli più superficiali ove la presenza di argille associate può rendere possibile tale comportamento.

Nell'ambito della valutazione di attribuzione dei valori di resistenza a taglio "drenata" si è tenuto conto che, pur in ambito di prove di taglio consolidate drenate lente, i materiali con una certa frazione coesiva in associazione alle granulometrie sabbiose, determinano la permanenza di una certa componente legata alla coesione e quindi si sono attribuiti valori di $c' = 5-10$ kPa in associazione al valore, stimato in difetto rispetto al possibile range attribuibile, all'angolo di attrito efficace.

COMPORAMENTO "DRENATO" – lungo termine – tensioni efficaci

- LIVELLO I – *terreni rimaneggiati di mediocre addensamento*
 $\varphi' = 24-25^\circ$ $c' = 5.0$ kPa $\gamma = 18.0$ kN/mc $E = 40 - 60$ Kg/cm²
- LIVELLO II – *argille sabbiose compatte,*
 $\varphi' = 31-32^\circ$ $c' = 10.0$ kPa $\gamma = 19.0$ kN/mc $E = 100 - 160$ Kg/cm²
- LIVELLO III – *sabbie argillose molto addensate,*
 $\varphi' = 34-35^\circ$ $c' = 5.0$ kPa $\gamma = 19.0$ kN/mc $E = 250 - 350$ Kg/cm²
- LIVELLO IV – *sabbie ghiaiose debolmente argillose molto addensate – pseudo cementate,*
 $\varphi' = 36-38^\circ$ $c' = 10.0$ kPa $\gamma = 20.0$ kN/mc $E = 400 - 500$ Kg/cm²

COMPORAMENTO "NON DRENATO" – breve termine – tensioni totali

- LIVELLO I – *terreni rimaneggiati di mediocre addensamento*
 $c_u = 50-80$ kPa $\gamma = 18.0$ kN/mc $E = 40 - 60$ Kg/cm²
- LIVELLO II – *argille sabbiose compatte,*
 $c_u = 110-180$ kPa $\gamma = 19.0$ kN/mc $E = 100 - 160$ Kg/cm²
- LIVELLO III – *sabbie argillose molto addensate,*
 ----- $\gamma = 19.0$ kN/mc $E = 250 - 350$ Kg/cm²
- LIVELLO IV – *sabbie ghiaiose debolmente argillose molto addensate – pseudo cementate,*
 ----- $\gamma = 20.0$ kN/mc $E = 400 - 500$ Kg/cm²

$c_u =$ *coesione non drenata*

$\varphi' =$ *angolo di attrito drenato*

$c' =$ *coesione drenata*

$E =$ *modulo di compressibilità edometrica, inverso del coefficiente di compressibilità m_v*

$\gamma =$ *peso di volume del terreno asciutto al di sopra della falda*

8 - PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

La normativa vigente impone la definizione dei parametri caratteristici del terreno (f_k) dai valori medi (f_m) ricavati dalle indagini geognostiche. Le istruzioni del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* indicano che nelle valutazioni che il tecnico deve svolgere per pervenire ad una corretta scelta dei valori caratteristici appare giustificato il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (come nel caso di fondazioni superficiali) con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità tale a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le stesse istruzioni indicano invece di fare riferimento ai **valori minimi** quando siano coinvolti modesti volumi di terreno (fondazioni su pali, verifica a scorrimento di un muro di sostegno) con concentrazione del volume significativo o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dagli strati meno resistenti a quelli più resistenti a causa dell'insufficiente rigidità della struttura.

In considerazione della tipologia di intervento prevista ed ai fini della progettazione geotecnica riteniamo corretta la definizione dei seguenti **parametri caratteristici**, individuati per cautela tra i valori prossimi ai valori minimi, così come peraltro indicato al punto 6.2.2 del DM 17.01.2018 che recita:

“Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito”.

LIVELLO	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	$c_{u,k}$ (kPa)	γ_k (kN/mc)	E_k (Kg/cmq)
	<i>taglio drenato (*)</i>		<i>taglio non drenato (*)</i>		
I	5.0	24	50,0	18.0	50
II	10.0	31	110,0	19.0	130
III	5.0	34	----	19.0	300
IV	10.0	36	----	20.0	450

condizioni da assumersi in alternativa tra loro ()*

$c_{u,k}$ = *coesione non drenata*

γ_k = *peso di volume asciutto*

E_k = *modulo di compressibilità edometrica, inverso del coefficiente di compressibilità m_v*

ϕ'_k = *angolo di attrito interno relativo alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato*

c'_k = *coesione drenata relativa alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato*

9 - ASPETTI SISMICI ED AZIONI SISMICHE

9.1 - Zonizzazione sismica dell'area

Nella classificazione sismica della Regione Toscana (***O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.06, Del.G.R.T. n. 421/2014, Del.G.R.T. 878 del 08.10.2012***) il Comune di Fucecchio in cui si inquadra l'intervento in oggetto si colloca in zona **3**; in funzione delle specifiche contenute nell'art. 2 del ***Regolamento D.P.G.R.T. 58/R del 22.10.2012***, la fascia di pericolosità attribuibile al sito è la **fascia C** corrispondente a: $a_g \leq 0,125g$, come emerge dal seguente stralcio di analisi di accelerazione sismica specifica su suolo rigido e pianeggiante per $V_n = 50$ anni e $C_u = 1,0$, come richiesto dalla norma, che prevede $a_g = 0,124g$.

In relazione ai disposti delle ***norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17.01.2018)***, la stima della pericolosità sismica è effettuata con approccio "sito dipendente".

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.

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), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione massima al sito

F_o 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_o e T'_c , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 gennaio 2018.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, che consentono di 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 coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica*.

Per la determinazione della categoria di suolo di fondazione, è stato fatto riferimento ad una vicina prospezione geofisica MASW ubicata in contesto geologico analogo ed a poca distanza dal sito di attuale intervento, come risulta dalla Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche allegate.

Si allegano in Appendice i risultati delle rilevazioni sismiche effettuate e la ricostruzione dei livelli rifrattori e la velocità sismica di ciascuno di essi.

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 Vs 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.

I diagrammi ed il report relativi al procedimento di elaborazione ed inversione sono allegati alla presente relazione. Sono stati individuati 4 strati a differente velocità Vsh:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4
VSh (m/sec)	324	349	578	639
spessore (m)	4,6	2,8	9,3	

Nell'ambito del contesto litostratigrafico in oggetto, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle **NTC 2018**, e si può quindi 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 V_s .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (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 Vs non inferiore a 800 m/s.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente 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	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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
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 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.

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha una $V_{S,eq}$ (corrispondente alla $V_{S,30}$ per quanto sopra detto) di **507 m/s** riferita al piano campagna, cui corrisponde una categoria di sottosuolo **“B”**.

Relativamente alle condizioni topografiche di sito, per configurazioni superficiali semplici le NTC 2018 permettono di fare riferimento alla classificazione contenuta nella Tab. 3.2.III che identifica le seguenti categorie topografiche riferite a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali

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 $i > 30^\circ$

Dato che il sito di intervento si presenta costituito da un terreno pianeggiante per quanto concerne la spianata di imposta del fabbricato, in ambito di pendice con inclinazione complessiva inferiore a 15° , per esso si assume:

categoria topografica “T1”.

9.2 - Azioni sismiche

Alle azioni sismiche contribuiscono i **parametri statici**, che dipendono essenzialmente dalla sorgente del terremoto (accelerazione di picco orizzontale al suolo **ao**, intensità macrosismica **I**) ed i **parametri dinamici**, che dipendono dalla posizione e dalle caratteristiche geologiche del sito (fattori di amplificazione **S** e **Fo**) 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 **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (a prescindere quindi dalle caratteristiche litologiche e litotecniche dell'area) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se(T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, come definite, nel periodo di riferimento **VR** (in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito).

8.2.1 Vita di riferimento

Il primo aspetto da considerare riguarda la definizione della *vita di riferimento* **VR** che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale **VN** per il coefficiente d'uso **CU**.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è stata destinata. La vita nominale **VN** è data dalla tab. 2.4.I delle NTC18:

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 DM 5/11/2001, 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.

Il valore del coefficiente di uso C_u è definito, al variare della classe di uso, seguendo la tab. 2.4.II:

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:

$$V_r = V_n * C_u = 50 * 1,00 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

8.2.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

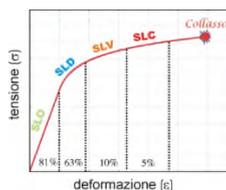
Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti 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, 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 sono:

- **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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità 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_{VR} , 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_{VR} in funzione dello stato limite considerato

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

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalla NTC nei confronti degli stati limite ultimi se sono soddisfatte le verifiche al solo SLV e nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio se sono soddisfatte le verifiche relative al solo SLD.

8.2.3 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S_e , è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali:

T è il periodo proprio di vibrazione;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T \quad [3.2.3]$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V);

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55, \quad [3.2.4]$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base dei materiali, della tipologia strutturale e del terreno di fondazione;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato dalla relazione

$$T_C = C_C \cdot T_C^*, \quad [3.2.5]$$

dove: T_C^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.IV);

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato dalla relazione

$$T_B = T_C / 3 \quad [3.2.6]$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6. \quad [3.2.7]$$

- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S :

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

- coefficiente di amplificazione topografica S_T :

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.

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

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

Nel caso specifico, per categoria di suolo di fondazione del tipo **B** si ha $S_s = 1,2$ e per zona pianeggiante **T1** si ha $S_T = 1,0$.

I parametri relativi all'azione sismica sono indicati nella tavola relativa allegata; in essa è anche evidenziata la posizione dell'area in oggetto nell'ambito del reticolo di riferimento. Gli stati limite corrispondono, in questo caso, a *Tr di 30 (SLO), 50 (SLD), 475 (SLV) e 975 (SLC)* anni rispettivamente. Nelle tabelle sono indicati l'accelerazione a_{max} attesa al sito e i coefficienti relativi alle azioni orizzontale e verticali (k_h e k_v) in corrispondenza dei vari stati limite.

9.2.4 - 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 (vedi tabelle allegate). Riassumendo avremo:

<i>Comune</i>	Fucecchio (FI)
<i>Zona sismica (Del. G.R.T. 878/2012)</i>	3 – fascia “C”
<i>ag (SLV) – D.P.G.R.T. 58/R/2012</i>	0.124 g
<i>Tipo di costruzione</i>	2 (opera ordinaria)
<i>Vita nominale (V_N)</i>	≥ 50 anni
<i>Classe d'uso</i>	II
<i>Coefficiente d'uso (C_U)</i>	1
<i>Periodo di riferimento (V_R)</i>	50 anni
<i>Categoria di sottosuolo</i>	B
<i>Categoria topografica</i>	T2
<i>Media ponderata $V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$</i>	507 m/sec
<i>Latitudine sito</i>	43,762423°
<i>Longitudine sito</i>	10,785881°

stabilità di pendii e fondazioni

	<u>Stato limite SLV</u>	<u>Stato limite SLD</u>
<i>Coefficiente di amplificazione topografica (S_T)</i>	1.20	1.20
<i>Amplificazione stratigrafica (S_s)</i>	1.20	1.20
<i>Fattore S</i>	1.44	1.44
<i>Accelerazione massima (a_{max})</i>	1,462 m/sec²	0,618 m/sec²
<i>Fattore di amplificazione (F_o)</i>	2,3945	2,578

<i>Periodo T_c^*</i>	<i>0,290 sec</i>	<i>0,254 sec</i>
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (β_s)</i>	<i>0,240</i>	<i>0,200</i>
<i>Coefficiente sismico orizzontale (k_h)</i>	<i>0,036</i>	<i>0,013</i>
<i>Coefficiente sismico verticale (k_v)</i>	<i>0,018</i>	<i>0,006</i>

con β_s uguale a (secondo NTC 7.11.3.5.2):

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

10 – VERIFICHE DI STABILITA' DELL'AREA - VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il territorio in cui si inserisce l'area di intervento è caratterizzato da complessive buone condizioni di stabilità ed in assenza di segni di una qualche rilevanza relativamente a denudamenti o processi gravitativi in atto o potenziali che ne potrebbero condizionare l'utilizzazione prevista con il Piano Attuativo.

Il terreno in cui si colloca l'intervento si presenta sub pianeggiante di spianata, dove sono presenti i volumi edilizi da ristrutturare, mentre vi è una scarpata di delimitazione di quest'ultima verso oriente, in corrispondenza del limite esterno della proprietà lungo la via vicinale.

Nell'ottica di analizzare sotto il profilo geotecnico le condizioni di equilibrio del versante, in questa sede sono state eseguite verifiche di stabilità della pendice secondo gli assunti ed i criteri contenuti nel **D.M. 17/01/2018** che differenzia varie situazioni di cui tenere conto, riferite alla valutazione di stabilità del pendio nella sua interezza e della stabilità globale opera/terreno, oltre che in condizioni sismiche o statiche.

In particolare si sono effettuate le seguenti verifiche, riferite alla previsione di realizzazione di un fabbricato annesso nello stesso punto in cui vi sono gli attuali volumi da ristrutturare:

- verifica di stato progetto del versante in condizioni sismiche (art. 7.11.3.5. NTC18)
- verifica di stabilità globale opera/terreno in condizioni sismiche (art. 7.11.4 NTC18)
- verifica di stabilità globale opera/terreno in condizioni statiche post sismiche (art. 6.8. NTC18)

10.1 - Verifica di stabilità della pendice in condizioni sismiche – metodo di Bishop

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche viene eseguita in questa sede mediante metodo pseudo statico, in cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h W$ ed $F_v = k_v W$, rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

Nel caso di verifiche riferite all'art. 7.11.3.5. delle NTC18 il valore di β_s risulta ricavabile dalla seguente tabella

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

In ragione della caratterizzazione sismica del sito, per una a_{\max} di 1,462 m/s² si ha un valore di $k_h = 0.036$ e di $k_v = 0.018$

Nel caso di verifiche riferite all'art. 7.11.4. delle NTC18, viene assunto il valore di $\beta_s = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) a prescindere dalla categoria di sottosuolo.

In ragione della caratterizzazione sismica del sito, per una a_{\max} di 1,462 m/s si ha un valore di $k_h = 0.057$ e di $k_v = 0.028$

La metodologia di calcolo di Bishop del programma utilizzato individua, per la sezione analizzata, una serie di superfici a minor coefficiente di sicurezza tra quelle definite con un processo di elaborazione automatica a step e routine successive, di cui in Appendice vengono riportate le geometrie delle serie di 10 superfici a minor coefficiente di sicurezza determinate; per ciascuna serie di verifiche vengono indicati dall'utente il numero di poli di creazione delle superfici di scivolamento ed il numero di esse per ciascun polo individuato lungo un determinato tratto di pendice.

Ogni schema allegato in Appendice rappresenta il risultato di molte centinaia di superfici verificate e scelte in maniera da essere rappresentative delle condizioni di equilibrio accertate.

Utilizzando il metodo delle strisce di Bishop, che tiene conto dei coefficienti di sicurezza relativi a tutte le ipotetiche superfici di rottura con forma circolare che possono prodursi nel sottosuolo in uno specificato tratto di sezione modellata, sono stati analizzati i fattori di stabilità del terreno in funzione dell'assetto morfologico del pendio, delle caratteristiche meccaniche dei terreni, oltre che della sollecitazione sismica.

In particolare il programma individua, come coefficiente di sicurezza F_s , il rapporto tra la resistenza al taglio del terreno e l'azione di spinta gravitativa mobilitata, corrispondenti al termine R ed E_d delle relazioni 6.2.1. 6.2.2.a 6.2.2.b 6.2.3. delle NTC ($F_s = R/E_d$)

$E_d \leq R_d$	[6.2.1]
essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]	
$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$	[6.2.2a]
$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$	[6.2.2b]
e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].	
$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$	[6.2.3]

Dato che per ogni SLU deve risultare $E_d \leq R_d$ e cioè $E_d \leq (1/\gamma_R) R$, risulta che tale condizione viene ottenuta nel caso risulti accertato che $F_s / \gamma_R \geq 1$.

Per il calcolo, il programma suddivide il pendio in un determinato numero di conci verticali di uguale ampiezza, per ognuno dei quali sono state analizzate le seguenti grandezze:

- il peso;
- la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie;
- le forze inerziali orizzontale e verticale;
- le mutue reazioni normali e tangenziali tra i conci;
- le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci;
- le eventuali pressioni idrostatiche alla base dei conci.

Inoltre, per elaborare tali verifiche di stabilità è stato ipotizzato che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento venga mobilitato il criterio di rottura secondo la teoria di Mohr-Coulomb, funzione delle reazioni tangenziali e normali alla base di ogni elemento verticale considerato.

Assunte tali condizioni, le incognite per la determinazione dell'equilibrio di ogni concio risultano legate alle mutue spinte laterali, ai loro punti di applicazione ed alla reazione normale prodotta alla base. Per la determinazione di tutte le incognite le equazioni di equilibrio statico risultano insufficienti, per cui il problema della stabilità dei pendii è matematicamente indeterminato, salvo l'introduzione di ulteriori condizioni sugli sforzi agenti in ciascun concio.

Tali condizioni, che differenziano il metodo di Bishop dagli altri metodi, risultano legate all'assunzione di una superficie di scivolamento circolare ed all'uguaglianza delle reazioni normali alle facce laterali di ciascun concio. Dall'applicazione, quindi, delle equazioni di equilibrio a tutte le forze coinvolte nella stabilità del pendio, la formula per il calcolo del coefficiente di sicurezza F_s risulta:

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c_i \cdot b_i + (G_i - u_i \cdot b_i) \cdot \tan \varphi] \cdot \left[\frac{1}{M} \right]}{\sum_{i=1}^{i=n} G_i \cdot \sin \theta_i}$$

con:

$$M = \cos \theta_i \cdot \left(1 + \frac{\tan \theta_i \cdot \tan \varphi}{\pi} \right)$$

dove:

c_i	Coesione alla base del concio i ;
b_i	Larghezza del concio i ;
G_i	Peso del concio i ;
u_i	Pressione idrica interstiziale alla base del concio i ;
φ_i	Angolo di attrito del terreno alla base del concio i ;
θ_i	Inclinazione della base del concio i ;

10.2 – Verifiche effettuate

In estrema sintesi le verifiche effettuate, utilizzando i criteri dettati dalle NTC18 di cui ai relativi art. citati, sono le seguenti:

- **verifica di stato di progetto del versante con sisma (art. 7.11.3.5. NTC18)**
 - parametri geotecnici caratteristici
 - k_h e k_v con coefficiente $\beta_s = 0.240$ per categoria di suolo B (pari a 0.036 e 0.018):
 - coefficiente di sicurezza scelto e motivato dal progettista

- **verifica di stabilità globale opera/terreno in condizioni sismiche (art. 7.11.4 NTC18)**
 - parametri geotecnici caratteristici
 - k_h e k_v con coefficiente $\beta_s = 0.38$ (pari a 0.057 e 0.028)
 - Verifica in base al rapporto $E_d \leq R_d$
 - Adozione del coefficiente riduttivo delle resistenze $\gamma_R = 1,2$

- **verifica di stabilità globale opera/terreno statica post sisma (art. 6.8. NTC18)**
 - parametri geotecnici “di design” (riduzione tab. 6.2.II)

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

- Verifica con combinazione 2 (A2 M2 R2) dell'Approccio 1
- Verifica in base al rapporto $E_d \leq R_d$
- Adozione del coefficiente riduttivo delle resistenze $\gamma_R = 1,1$ (riduzione tab. 6.8.I)

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Nella caratterizzazione stratigrafico – geotecnica della pendice comprensiva del fabbricato, l'incidenza di questo sui terreni sottoposti a verifica è stata definita mediante l'inserimento di un carico omogeneamente distribuito sulla impronta dell'edificio di 100 kPa.

In sintesi si hanno le seguenti situazioni di stabilità per la condizione reale di progetto senza falda:

verifica stabilità	F _s di calcolo	γ _R	F _s = R/E _d
stato progetto del versante con sisma (7.11.3.5)	F _s minimo = 1.87	assunto 1.3	F_s/γ_R = 1.44
stabilità globale opera/terreno in condizioni sismiche (7.11.4)	F _s minimo = 1.80	NTC18 1.2	F_s/γ_R = 1.50
stabilità globale opera/terreno statica post sisma (6.8)	F _s minimo = 1.59	NTC18 1.1	F_s/γ_R = 1.44

Dalle verifiche effettuate risulta accertata la condizione di sicurezza **F_s/γ_R ≥ 1.00 per tutte le condizioni e scenari analizzati, e quindi la stabilità del versante e la compatibilità dell'intervento in progetto con l'assetto idrogeologico e geomorfologico dell'area.**

11 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' stato eseguito, su incarico della Committenza e su richiesta del Progettista, uno studio geologico di fattibilità a supporto *del Piano Attuativo di iniziativa privata PA94* lungo via Ramoni in Comune di Fucecchio.

A supporto di tale analisi si sono effettuate prove geognostiche penetrometriche statiche C.P.T. e dinamiche superpesanti D.P.S.H. oltre che fatto riferimento ad una prova geofisica Masw effettuata per lo stesso proprietario poco distante ed in contesto geologico analogo a quello di intervento.

Nel rispetto delle norme contenute nel DPGRT 5/2020 recentemente subentrato al DPGRT 53/R/2011 decaduto, non si ravvedono le condizioni per poter pensare di apportare modifiche al Q.C. dell'area ed alla conseguente caratterizzazione di pericolosità e fattibilità attribuita dall'insieme dei documenti di PS-RU analizzati e di riferimento, potendosi confermare le determinazioni delle specifiche di fattibilità contenute nelle NTA della 2° Variante al RU relativamente al comparto PA 94 e che si rappresentano come segue:

pericolosità geomorfologica prevalente media (G.2) e per porzione minoritaria elevata (G.3)

pericolosità idraulica bassa (I.1)

pericolosità sismica media (S.2)

fattibilità geologica condizionata **F3_g**

fattibilità sismica con normali vincoli **F2_s**

fattibilità idraulica senza particolari limitazioni **F1_i**

Le analisi di ricostruzione stratigrafico – geotecnica dell’area e le conseguenti verifiche di stabilità della pendice di intervento hanno accertato la positiva compatibilità di quanto previsto nei confronti della stabilità del sito e quindi con il vincolo idrogeologico gravante sulla zona.

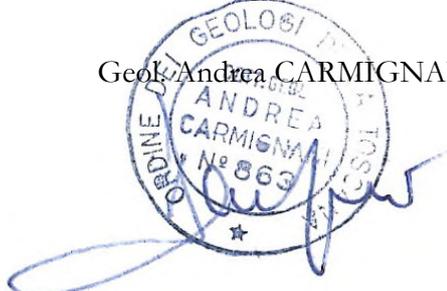
Le caratteristiche del sottosuolo sono state a base della determinazione della tipologia di trattamento secondario dei reflui provenienti dal bagno previsto all’interno del fabbricato da ristrutturare e rendere conseguentemente compatibile tale intervento anche nei confronti della risorsa idrica di sottosuolo ed ambientale.

Da quanto effettuato e conseguito dalle verifiche eseguite, la realizzazione del P.A. potrà avvenire senza introdurre decadimenti o incompatibilità con i criteri di salvaguardia territoriale e nel rispetto delle norme nazionali e regionali vigenti.

Le indagini effettuate saranno utilmente sfruttate a base delle documentazioni che dovranno essere redatte sul progetto esecutivo della struttura ai sensi delle NTC 2018 e DGRT 36/R/2009 ad avvenuta approvazione del P.A. analizzato.

Altopascio, 28/08/2020

Geol. Andrea CARMIGNANI



The image shows a circular professional stamp for a geologist. The text inside the stamp includes "ORDINE DEI GEOLOGI", "ANDREA CARMIGNANI", and "N° 863". There is a small star at the bottom of the stamp. A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

TAVOLE:

COROGRAFIA GENERALE (scala 1:25.000)

UBICAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO (scala 1:5.000)

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL P.S. E DEL R.U. COMUNALE

Carta geologica e geomorfologica

Carta litotecnica e dei dati di base

Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi

Carta della pericolosità geologica e geomorfologica

Carta della pericolosità idraulica

Carta della pericolosità sismica

carta delle MOPS – stratigrafie caratteristiche

Carta della fattibilità (R.U 2° Variante adottata DCC 25 del 9.4.2019)

Azioni sismiche - Parametri e coefficienti sismici di sito - Geostru

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE scala 1:500

SEZIONI STRATIGRAFICO - GEOTECNICHE scala 1:100

schemi dei risultati delle verifiche di stabilità

schema di trattamento secondario dei reflui con trincea drenata

ALLEGATI:

Prove penetrometriche statiche C.P.T. e dinamiche superpesanti D.P.S.H.

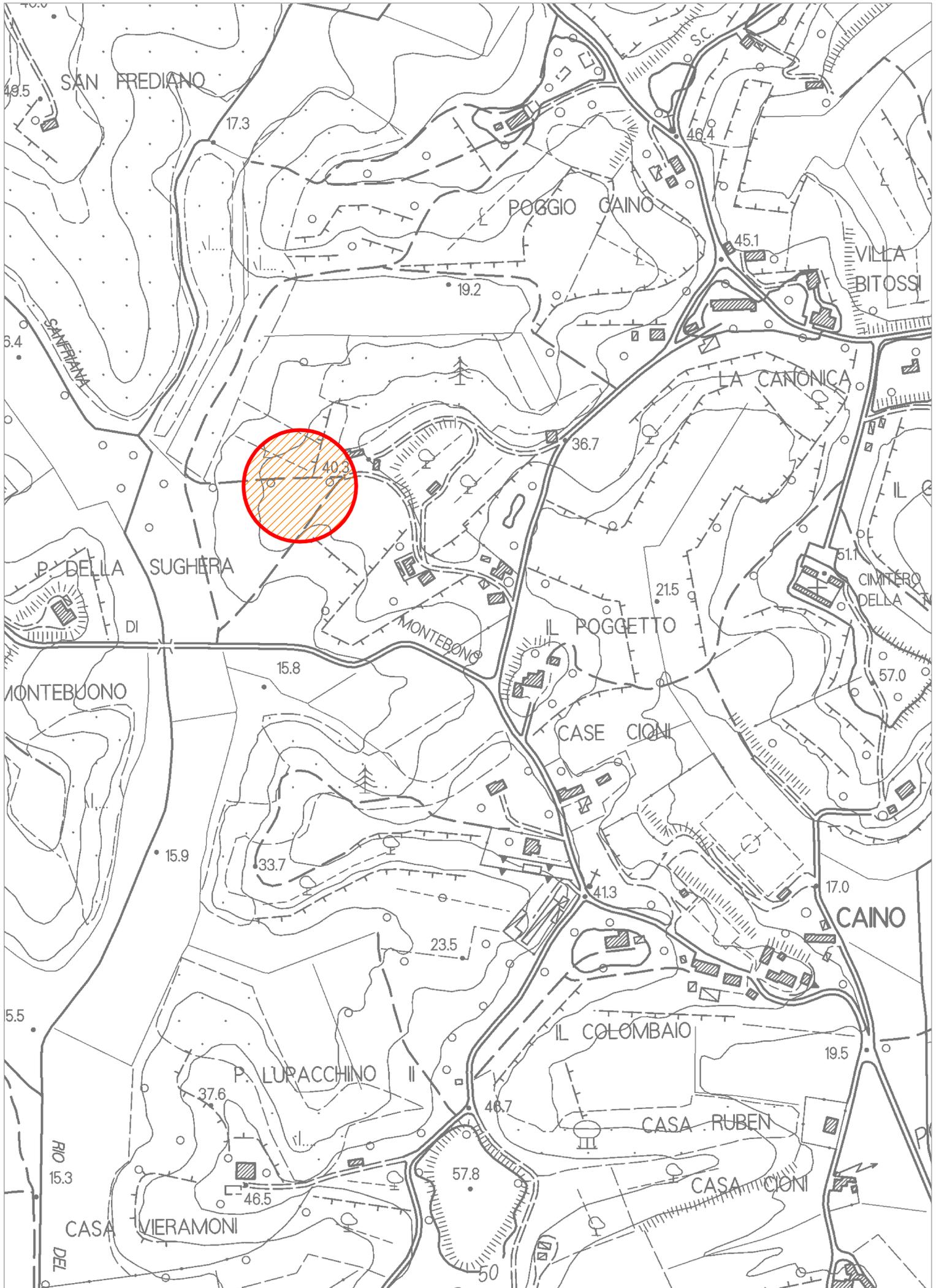
- Indagine MASW– risultato inversione (grafici)

- Indagine MASW – report

COROGRAFIA GENERALE SCALA 1 : 25.000

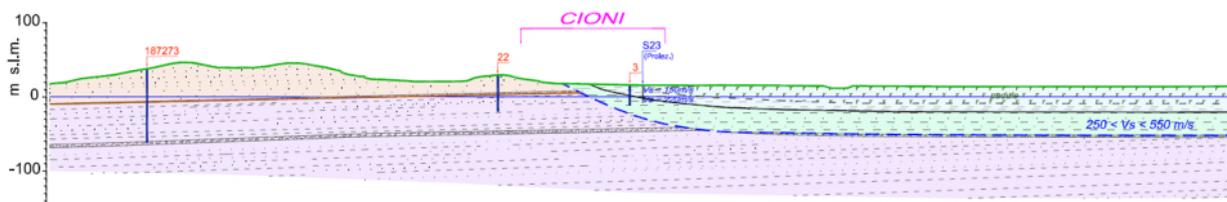
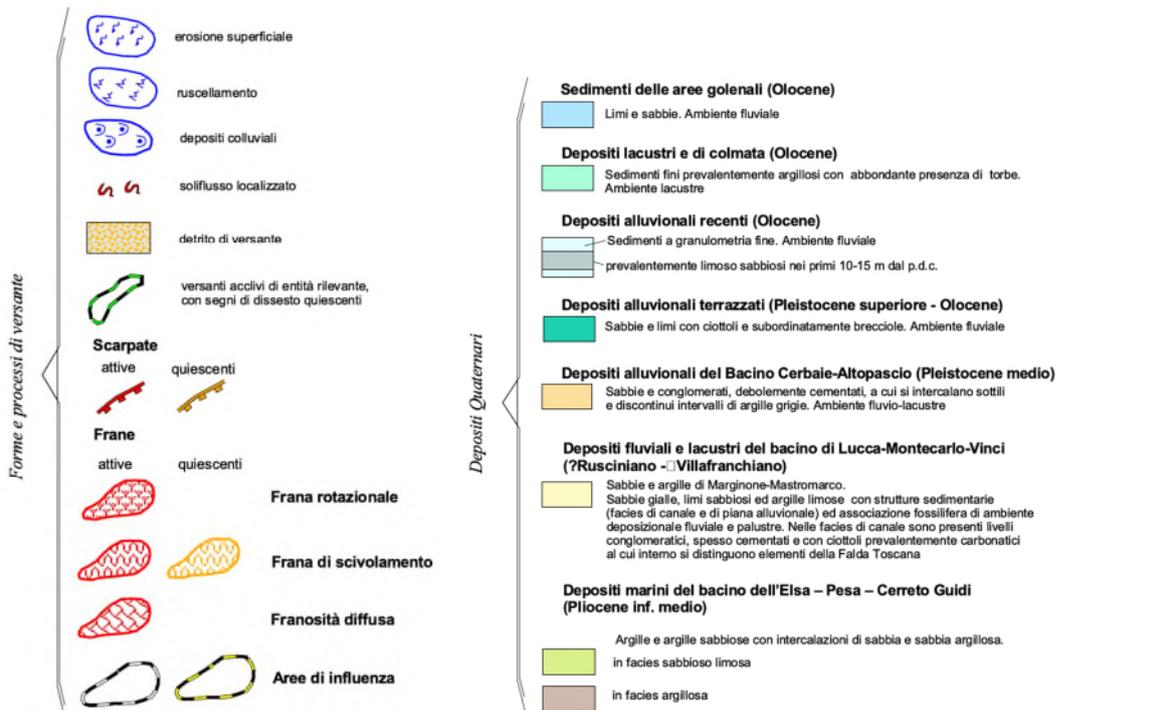
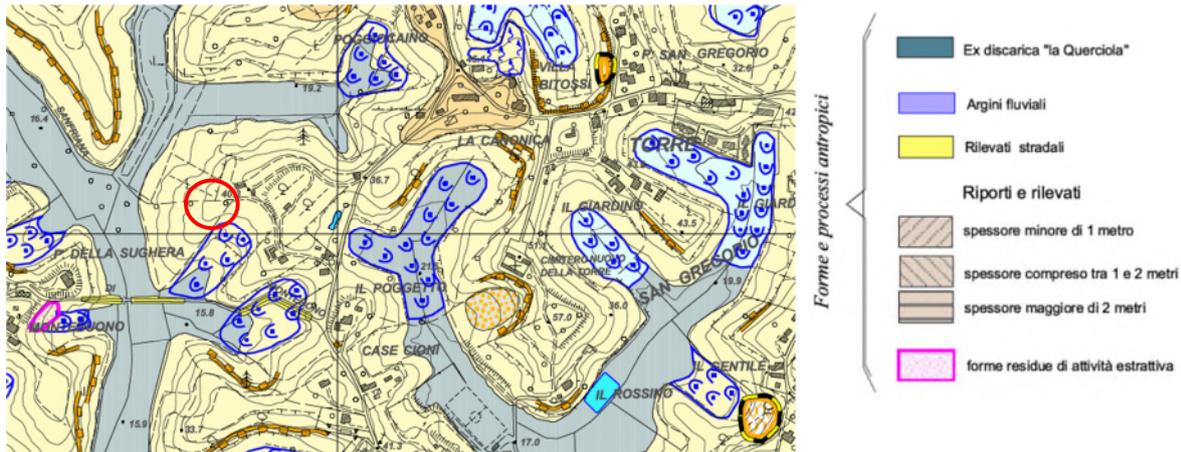
Foglio - Padule di Fucecchio - 105 II NO





CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U. adottato (A.4.1.1)



FORMAZIONI GEOLOGICHE

Depositi alluvionali recenti/attuali (Olocene)

- Sedimenti alluvionali poco compatti da coesivi a sabbiosi. Ambiente fluviale o di piana alluvionale.
- Depositi lacustri e di colmata. Sedimenti fini, prevalentemente argillosi, con abbondante presenza di torbe. Ambiente lacustre e palustre con lenti di sabbie di canale fluviale.

Depositi alluvionali antichi (Pleistocene superiore)

- Sedimenti alluvionali mediamente compatti, da coesivi a sabbiosi con ciottoli. Ambiente fluviale o di piana alluvionale.

Depositi alluvionali del bacino Cerbaie-Altospasio (Pleistocene medio)

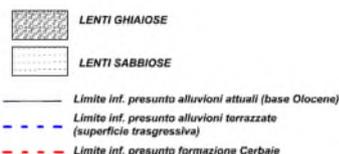
- Sabbie e conglomerati debolmente cementati a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie. Ambiente fluvio-lacustre.

Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci (?Rusciniiano-Villafranchiano)

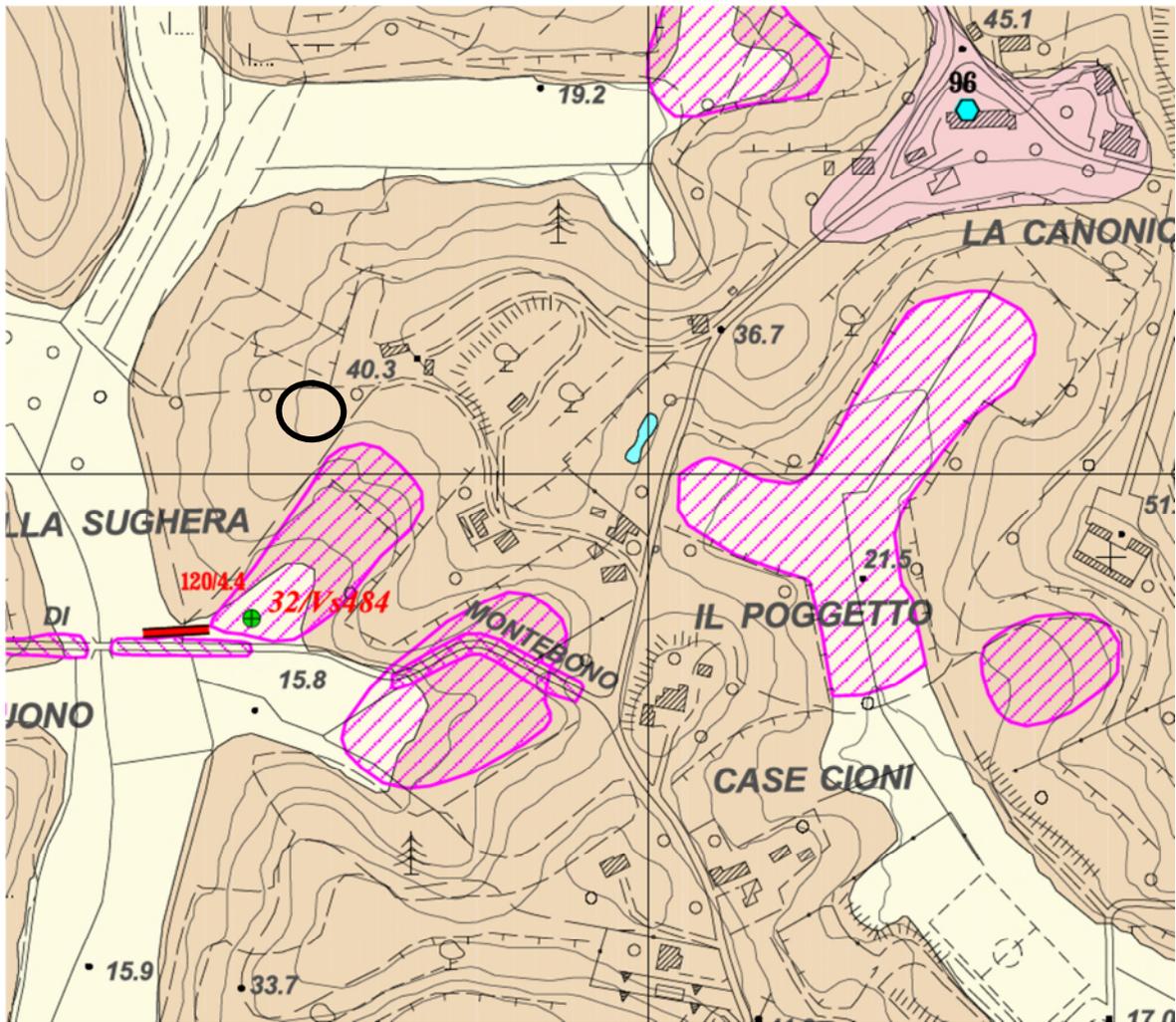
- Sabbie di Marginone-Mastromarco
- Sabbie gialle clinostratificate di ambiente fluviale con livelli coesivi di piana alluvionale. Rari livelli di ghiaie fluviali.

Depositi marino-costieri del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi (Pliocene inferiore - medio)

- Argille ed argille sabbiose con intercalazioni di sabbia e sabbia argillosa. Lenti ghiaiose rare.



CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE
Stralcio tratto dalla carta del R.U adottato (A.4.3.1)



UNITA' LITOLOGICO - TECNICA C

MATERIALI GRANULARI CEMENTATI

L'U.L.T.C comprende rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s.

C3.r7 - Sabbie lievemente cementate

Sabbie gialle climostratificate caratterizzate da un elevato grado di addensamento che raggiunge spesso la cementazione. Formazione delle Sabbie di Marginone-Mattromarco



UNITA' LITOLOGICO - TECNICA D

MATERIALI COESIVI CONSISTENTI

L'U.L.T.C comprende terreni coesivi con consistenza medio-elevata

D2.s2 - Argille coesive consistenti

Argille ed argille sabbioso-silose. Formazione dei depositi marini del bacino dell'Elisa-Pesa-Cerreto Guidi



UNITA' LITOLOGICO - TECNICA E

MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

L'U.L.T.E comprende i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolti costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione

E1-E2.a1-2.t3 - Ciottoli e ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale

Sabbie e conglomerati addensati con frazione argilloso-sabbiosa e livelli argillosi. Formazione del Bacino Cerbaie-Altospacio



E2-E3.a3-4.t1 - Sabbie e ghiaie poco addensate con frammenti di dimensioni maggiori

Sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente breccie. Depositi alluvionali terrazzati



E3.a1-2.t3 - Sabbie addensate e moderatamente addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale

Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose addensate. Membro sabbioso dei depositi marini del Bacino Elisa-Pesa-Cerreto Guidi



E3.a3-4.t3 - sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale

Depositi alluvionali recenti, con composizione principalmente sabbiosa



UNITA' LITOLOGICO - TECNICA F

MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

L'U.L.T.F comprende terreni coesivi a bassa consistenza

F1-F2.s3-4 - limi ed argille moderatamente consistenti

Depositi alluvionali recenti, a granulometria fine con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie



F1.s5-6 - limi poco consistenti

Limmi e sabbie soffici depositate nell'area golfoale del Fiume Arno



F2.s5-6.t4 - argille poco consistenti con presenza di materiale torboso

Argille, torbe e limi argillosi depositati nel Poale di Fucecchio



PROCESSI DI VERSANTE E FORME ANTROPICHE

Frane, coltri detritiche, coltri colturali



Argini fluviali, rilevati e riporti



Ex discarica



Ex cave

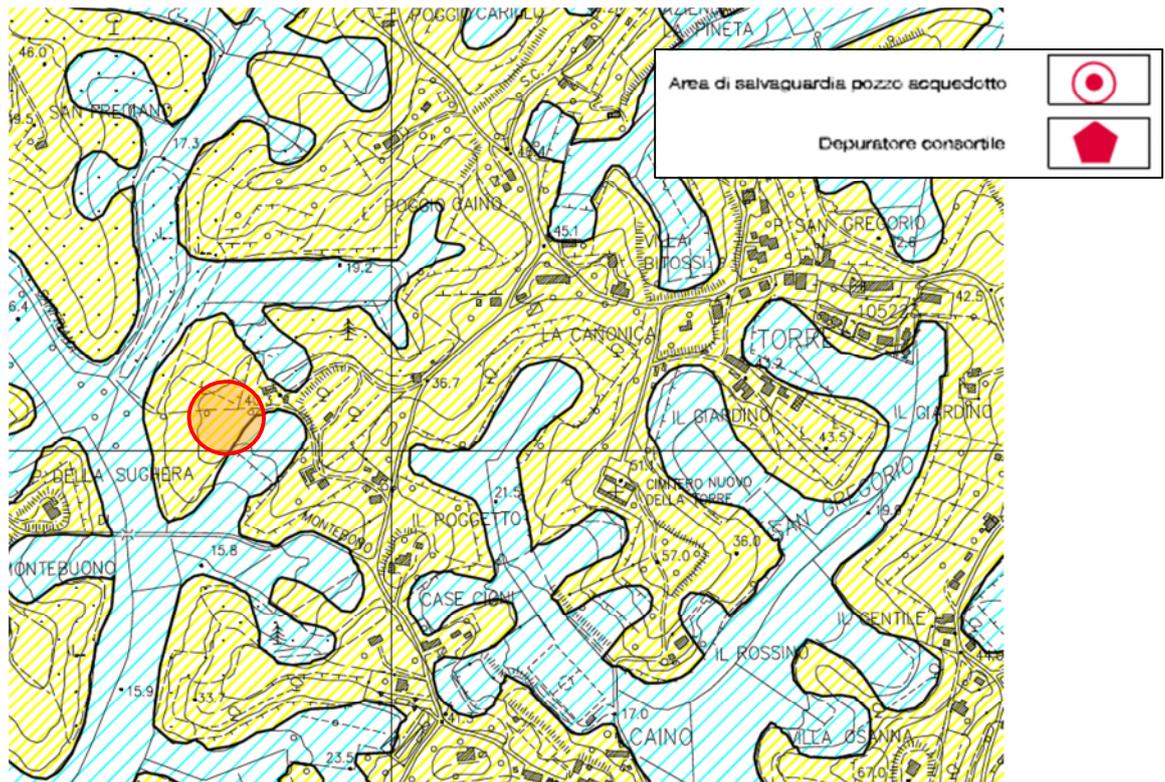


Laghi naturali ed artificiali



CARTA IDROGEOLOGICA E DI VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Stralcio tratto dalla omonima carta del P.S. (C.6.1.6)

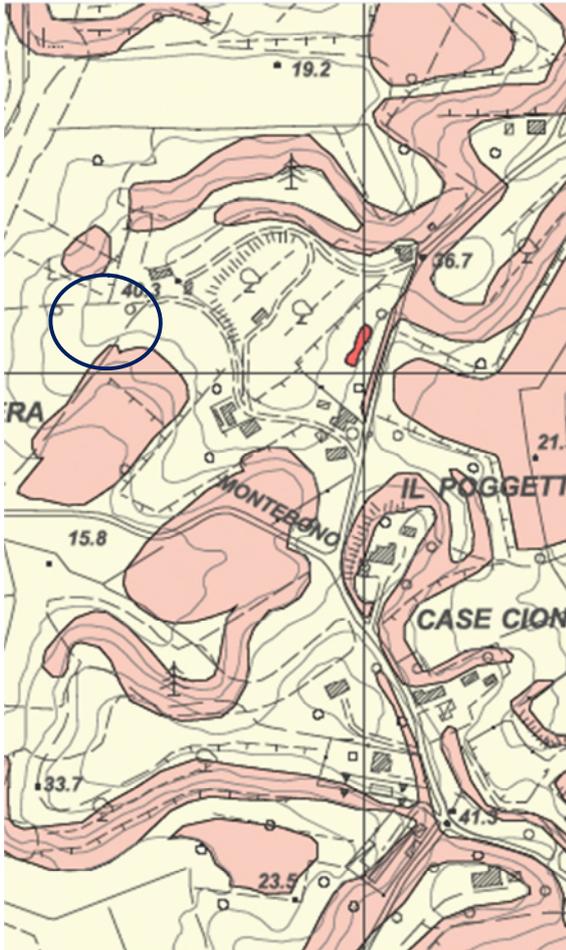


VULNERABILITA' POTENZIALE DELLA FALDA	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA PERMEABILITA' K	Classe
<p>FALDA: Probabile connessione fra Arno e il primo acquifero. Falde più profonde contenute nei livelli ghiaiosi intercalati con orizzonti semipermeabili Vulnerabilità - Alta per il primo livello acquifero, mentre le falde più profonde sono sufficientemente protette.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali recenti: sabbie con livelli di ghiaie minute e copertura limoso-sabbiosa. K - Buona nei depositi granulari con scarsa protezione superficiale</p>	
<p>FALDA: L'alimentazione per infiltrazione origina un acquifero superficiale diffuso e sfruttato con numerosi pozzi. Alla profondità fra 30 e 50 metri si rinvergono livelli ghiaiosi con falde di interesse locale. Vulnerabilità - Media per contaminazioni di origine agricola e ineludativa (scarichi non depurati, pozzi non a norma).</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali antichi: composizione eterogenea con ghiaie e sabbie, immerse in abbondante matrice fine. Morfologia semi-pianeggiante. Dalla profondità di 30 m argille con lenti di ghiaia K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione</p>	
<p>FALDA: La scarsa permeabilità favorisce la presenza di corpi acquiferi stagionalmente prossimi al piano campagna. Vulnerabilità - Medio-Bassa per i rari livelli ghiaiosi profondi, ma notevole per i corpi idrici superficiali</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluvio-lacustri: prevalentemente argillosi nei primi 20 - 30 metri di spessore. Localmente, lateralmente al Vlnlcio, sabbie fini e limi torbosi. Morfologia pianeggiante. K - Medio/Bassa</p>	
<p>FALDA: Si rinvergono falde +/- profonde artesiane di variabile produttività. Vulnerabilità - Bassa per la notevole copertura di protezione. Eventuali contaminanti di superficie si concentrano per riuccellamento nel reticolo superficiale.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi prevalentemente argillosi: nei rilievi collinari centro-orientali del territorio, con intercalazioni sabbiose affioranti. K - Bassa in grande</p>	
<p>FALDA: Il sottosuolo presenta le stesse caratteristiche delle formazioni circostanti Vulnerabilità variabile. La depressione morfologica favorisce l'accumulo di contaminanti di varia origine trasportati con le acque superficiali del vasto bacino intercomunale.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi limosi di ambiente palustre e di colmata K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione</p>	

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 2.1)

Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R



G.4 - Pericolosità Geologica Molto Elevata

 Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza. Sono inoltre compresi i corsi d'acqua, i laghi e la depressione del Padule

G.3 - Pericolosità Geologica Elevata

 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 fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

G.2 - Pericolosità Geologica Media

 Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

G.1 - Pericolosità Geologica Bassa

 Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Classi di pericolosità ai sensi del P.A.I. - Bacino Arno

Pericolosità molto elevata da frana (P.F.4):

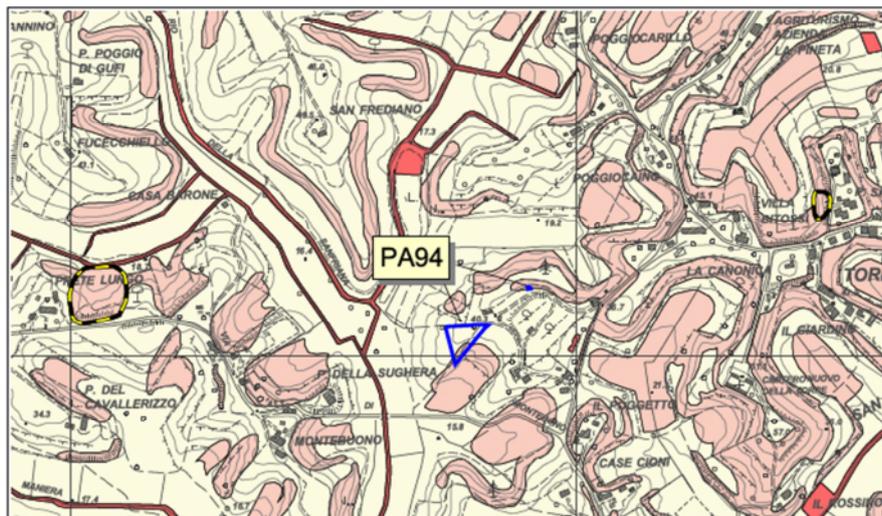
 pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato; aree a franosità diffusa

Pericolosità elevata da frana (P.F.3):

 pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato;

 versanti acclivi di entità rilevante, con segni di dissesto quiescenti

Carta della Pericolosità Geologica ai sensi del D.P.G.R. 53/r e del PAI Bacino Arno redatta a supporto del RU Comunale



G.3 - Pericolosità Geologica Elevata

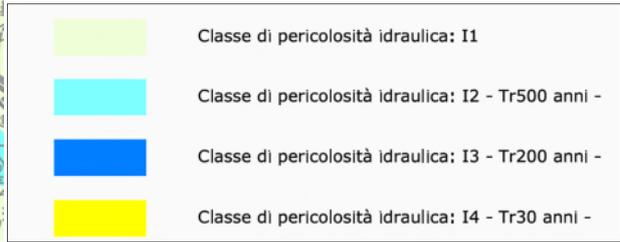
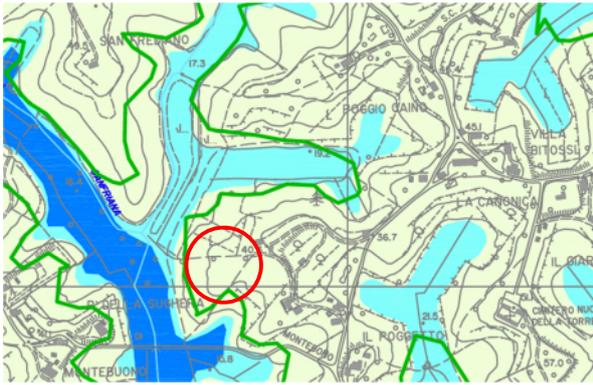
 Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

G.2 - Pericolosità Geologica Media

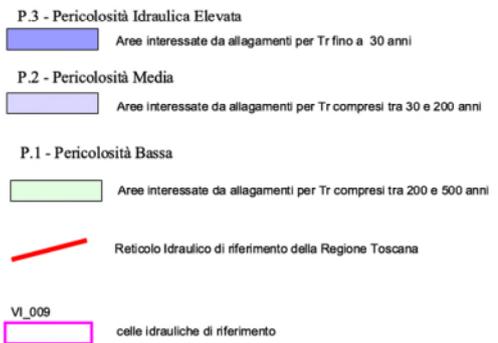
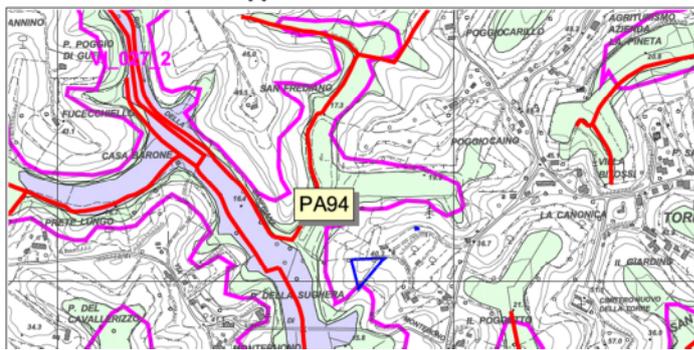
 Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 5.1)

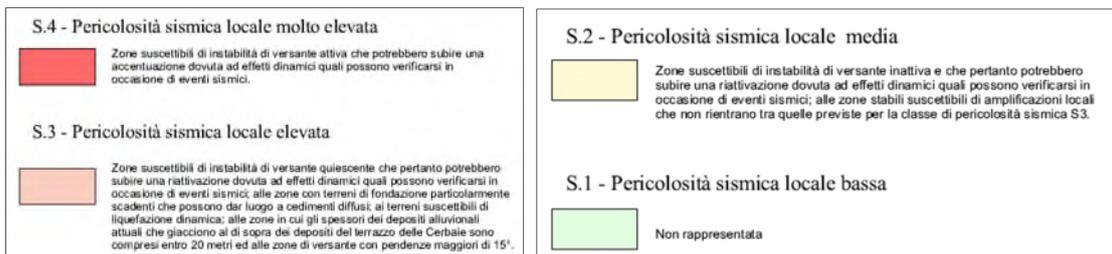
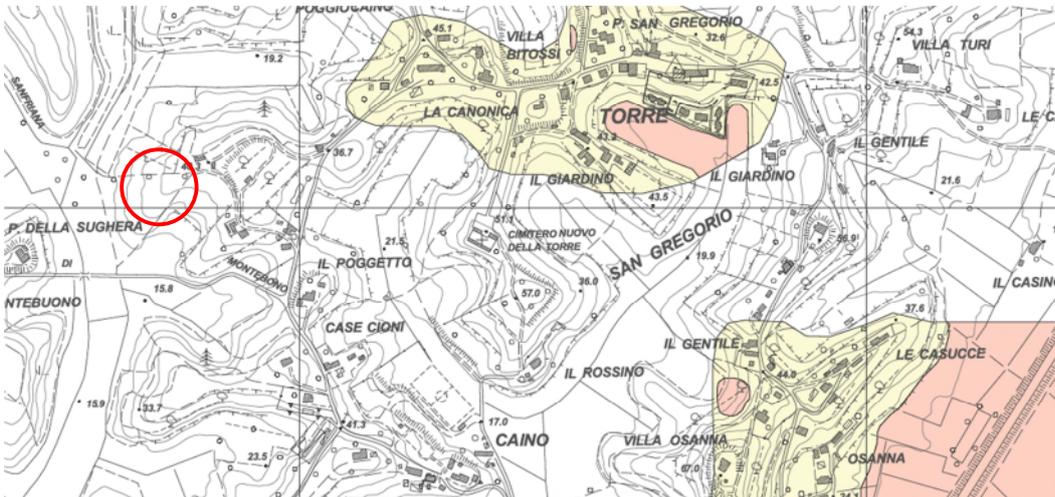


Carta della Pericolosità Idraulica del PGRA, conforme alla Carta della Pericolosità idraulica redatta ai sensi del D.P.G.R. 53/r a supporto del RU Comunale



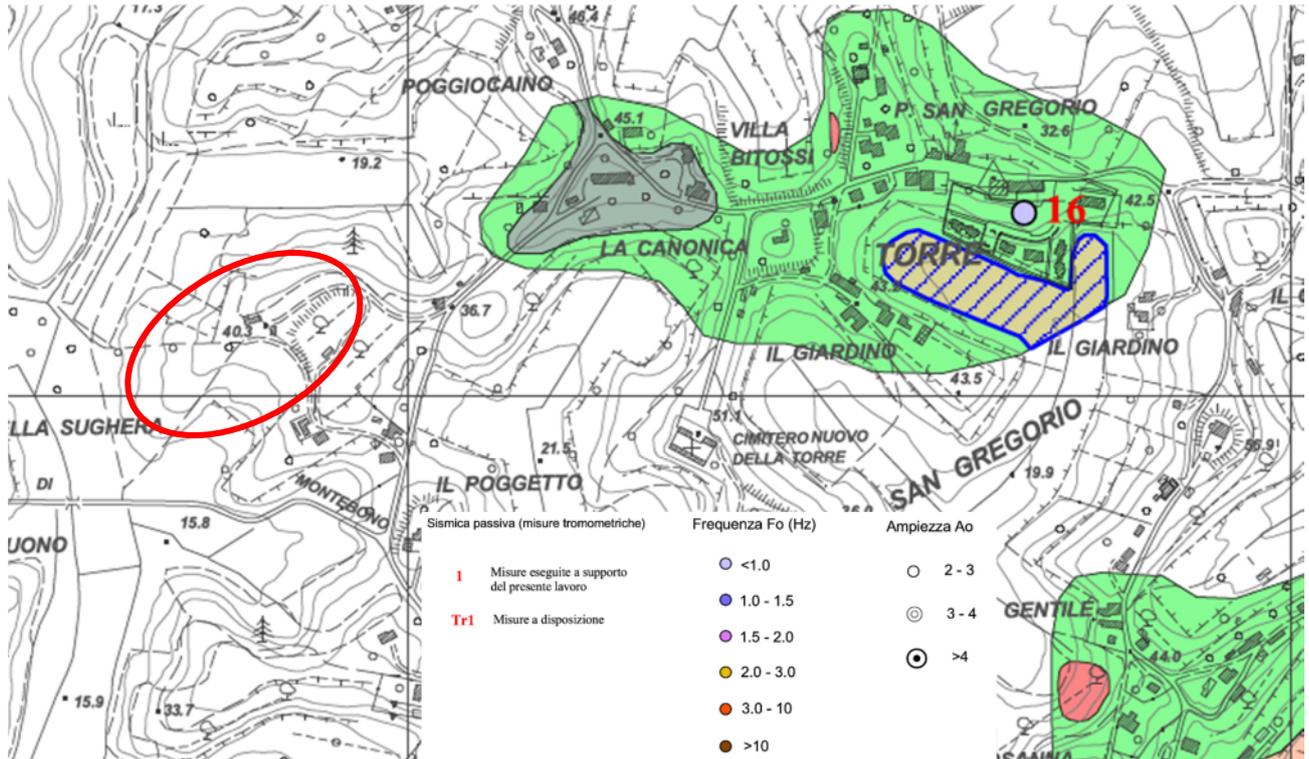
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA ai sensi del D.P.G.R. 53/R

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (C. 3.1)



CARTA DELLE MOPS – STRATIGRAFIE CARATTERISTICHE

Stralcio tratto dalla carta del R.U approvato (A. 4.5.2 – A. 4.6)



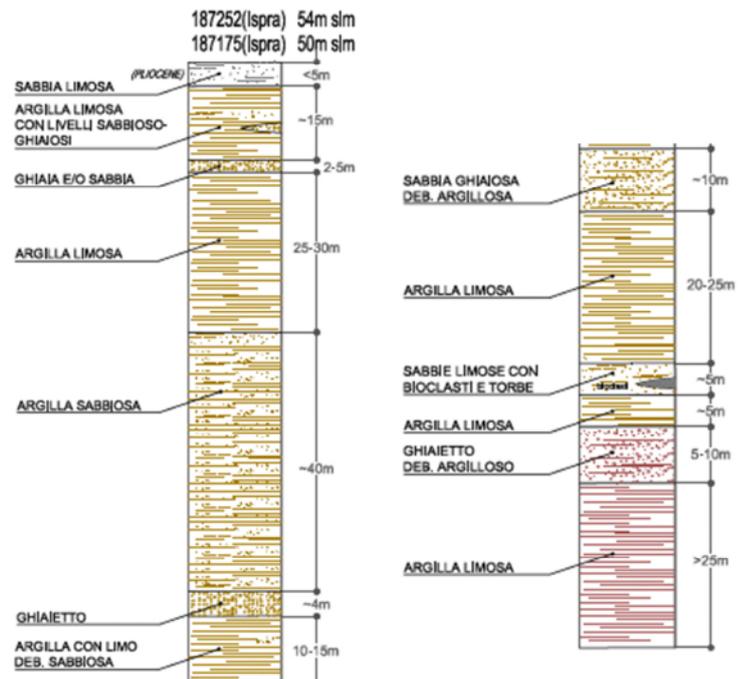
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Zona 1** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA NORD
CONTESTO COLLINARE PLEISTOCENICO
Sabbie e conglomerati debolmente cementati con livelli di argi
- Zona 2** ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA SUD
CONTESTO COLLINARE PLIO-PLEISTOCENICO
Sabbie gialle, limi sabbiosi e argille limose
- Zona 3** COLLINE AD EST DI FUCECCHIO
CONTESTO COLLINARE PLIOCENICO
Argille ed argille sabbiose
- Zona 4** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali a componente prevalentemente argillosa
- Zona 5** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali a componente prevalentemente granulare
- Zona 6** FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali terrazzati Sabbie e limi con ciottoli

ZONA 2

"Cerbeaie": contesto collinare plio-pleistocenico (nord)

"Calzino" TRA TORRE E LE VEDUTE



ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

Instabilità di versante (FR)

- a) attiva
- b) quiescente

Liquefazione (LI)

- FONDOVALLE FIUME ARNO
Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Arno a componente prevalentemente sabbiosa potenzialmente liquefacibili

Cedimenti differenziali (CD)

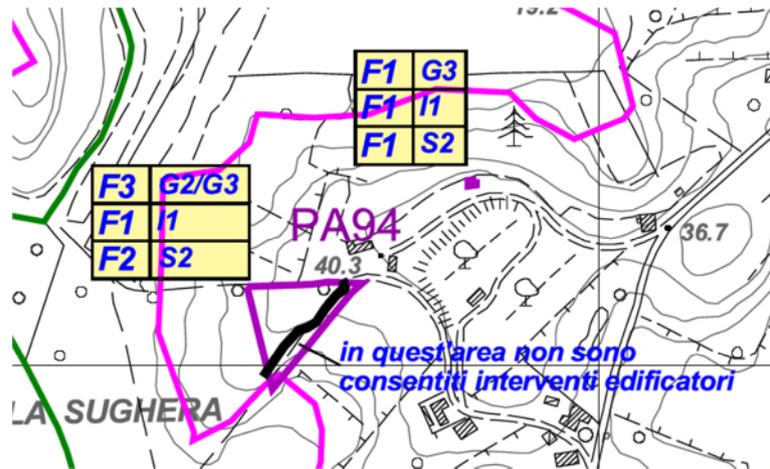
- PADULE DI FUCECCHIO
Tenaci argillose ed argillose-torbosi poco consistenti, soggetti a cedimenti

Amplificazione stratigrafica

- ZONE DI FONDOVALLE AL PIEDE DEL "TERRAZZO DELLE CERBAIE"

CARTA DELLA FATTIBILITA'

Stralcio tratto dalla carta del R.U 2° Variante adottata DCC 25 del 9.4.2019



Scheda Progetto: PA94 - 2° VAR.



Ubicazione:

Via di Montebono Località Torre
UTOE : UTOE 10 -Torre, Massarella, Vedute
Inv. Strutturali: Siti archeologici. Art.11 PTCP
RUC: D7 - Nuovi interventi a prevalente destinazione produttiva soggetti a Piano Attuativo

Fattibilità e pericolosità:

	Pericolosità PAI	Pericolosità 53/R	Fattibilità
Geologica		G2/G3	F3
Idraulica		I1	F1
Sismica		S2	F2

CLASSI DI FATTIBILITA'

- (F1) Fattibilità senza particolari limitazioni :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F2) Fattibilità con normali vincoli :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F3) Fattibilità condizionata :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- (F4) Fattibilità limitata :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI DI SITO

The screenshot shows a software interface for seismic analysis. It includes a map on the left, a search bar at the top, and several data tables on the right. The tables provide information on building limits, seismic coefficients, and site-specific parameters.

Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e so...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.043	2.560	0.242
Danno (SLD)	50	0.053	2.578	0.254
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.124	2.394	0.290
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.158	2.377	0.294

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz. categoria	1,46	1,45	1,41	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.013	0.036	0.046
kv	0.005	0.006	0.018	0.023
Amax [m/s²]	0.508	0.618	1.462	1.863
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 43.762423

longitudine: 10.785881

Sito in esame.

latitudine: 43,763385

longitudine: 10,786874

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20051 Lat: 43,7522 Lon: 10,7215 Distanza: 5393,317

Sito 2 ID: 20052 Lat: 43,7538 Lon: 10,7907 Distanza: 1107,922

Sito 3 ID: 19830 Lat: 43,8038 Lon: 10,7885 Distanza: 4493,523

Sito 4 ID: 19829 Lat: 43,8022 Lon: 10,7192 Distanza: 6935,918

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,043 g

Fo: 2,560

Tc*: 0,242 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,578
Tc*: 0,254 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,124 g
Fo: 2,394
Tc*: 0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,158 g
Fo: 2,377
Tc*: 0,294 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:
Ss: 1,200
Cc: 1,460
St: 1,000
Kh: 0,010
Kv: 0,005
Amax: 0,508
Beta: 0,200

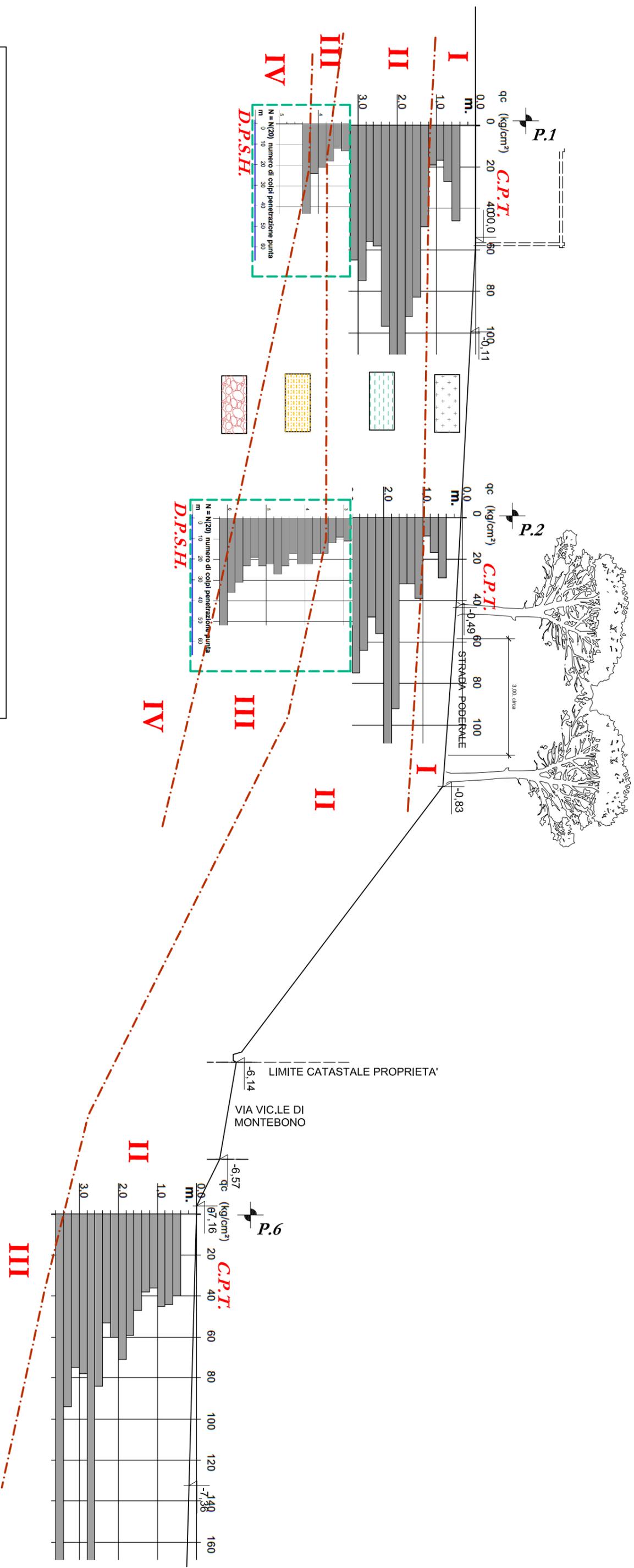
SLD:
Ss: 1,200
Cc: 1,450
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,006
Amax: 0,618
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,000
Kh: 0,036
Kv: 0,018
Amax: 1,462
Beta: 0,240

SLC:
Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,046
Kv: 0,023
Amax: 1,863
Beta: 0,240

SEZIONE STRATIGRAFICA - GEOTECNICA A-A

scala 1:100



MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

PESO DI VOLUME	COESIONE DRENATA	ANGOLO DI ATTRITO DRENATO	COESIONE NON DRENATA	MODULO EDOMETRICO
I $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$	$C' = 5,0 \text{ kPa}$	$\varphi' = 24-26^\circ$	$C_u = 50-80 \text{ kPa}$	$E = 40-60 \text{ kPa}$
II $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$C' = 10,0 \text{ kPa}$	$\varphi' = 31-32^\circ$	$C_u = 100-180 \text{ kPa}$	$E = 100-160 \text{ kPa}$
III $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$C' = 5,0 \text{ kPa}$	$\varphi' = 34-35^\circ$	-----	$E = 250-350 \text{ kPa}$
IV $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$	$C' = 10,0 \text{ kPa}$	$\varphi' = 36-38^\circ$	-----	$E = 400-500 \text{ kPa}$

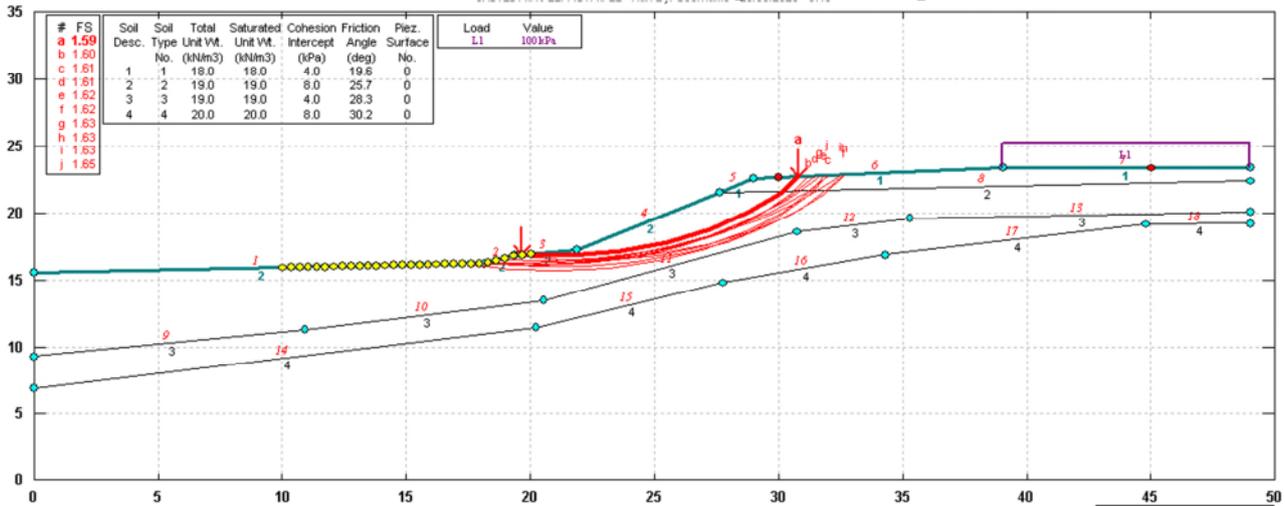
parametri di resistenza a taglio da assumersi in alternativa tra loro

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

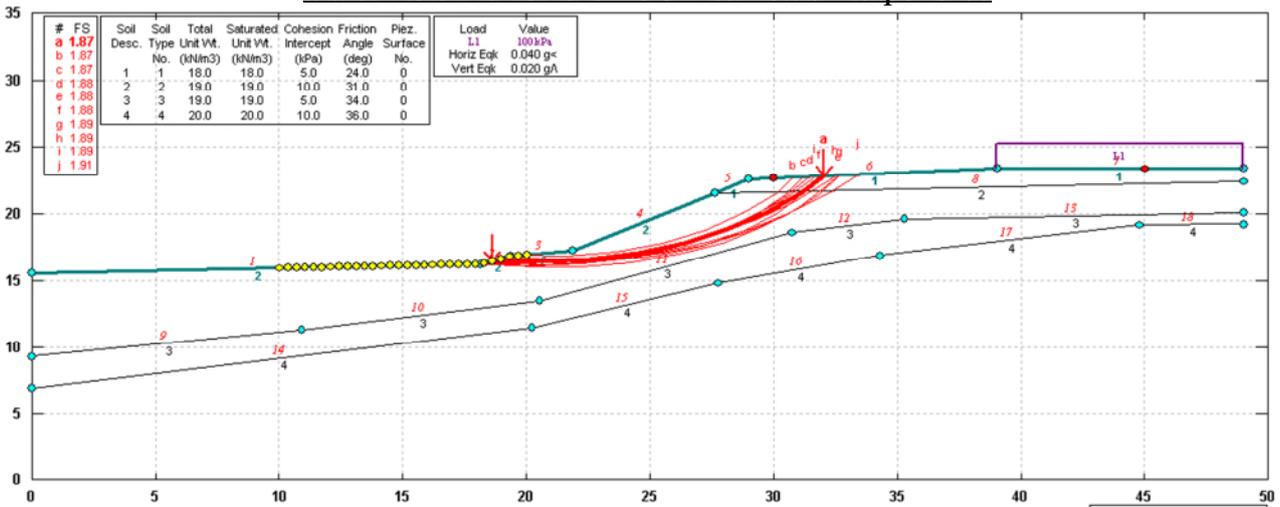
I	TERRENI RIMANEGGIATI DI MEDIOCRE ADDENSAMENTO ($Q_c = 10-20 \text{ kg/cm}^2$)
II	ARGILLE SABBIOSE COMPATTE ($N_{spt} = 12-18 \text{ colpi}$ $Q_c = 35-55 (160) \text{ kg/cm}^2$)
III	SABBIE ARGILLOSE MOLTO ADDENSATE ($N_{spt} = 30-50 \text{ colpi}$)
IV	SABBIE GHIAIOSE DEBOLMENTE ARGILLOSE MOLTO ADDENSATE - PSEUDOCEMENTATE ($N_{spt} = \text{rifiuto}$)

VERIFICA DI STABILITÀ STATO DI PROGETTO:

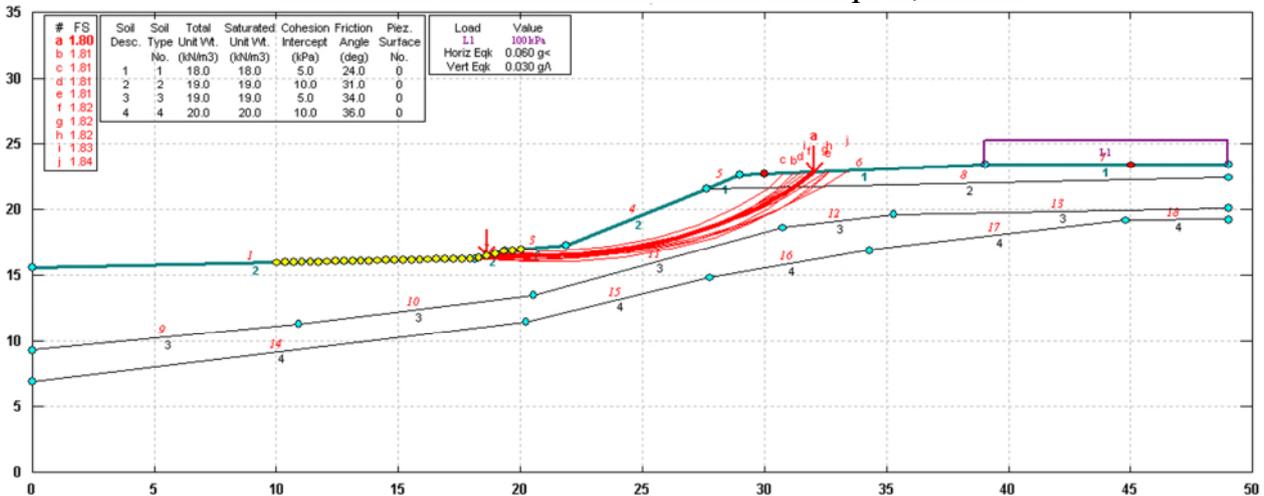
art. 6.8. NTC 2018 – statica - stabilità opera/terreno post sismica



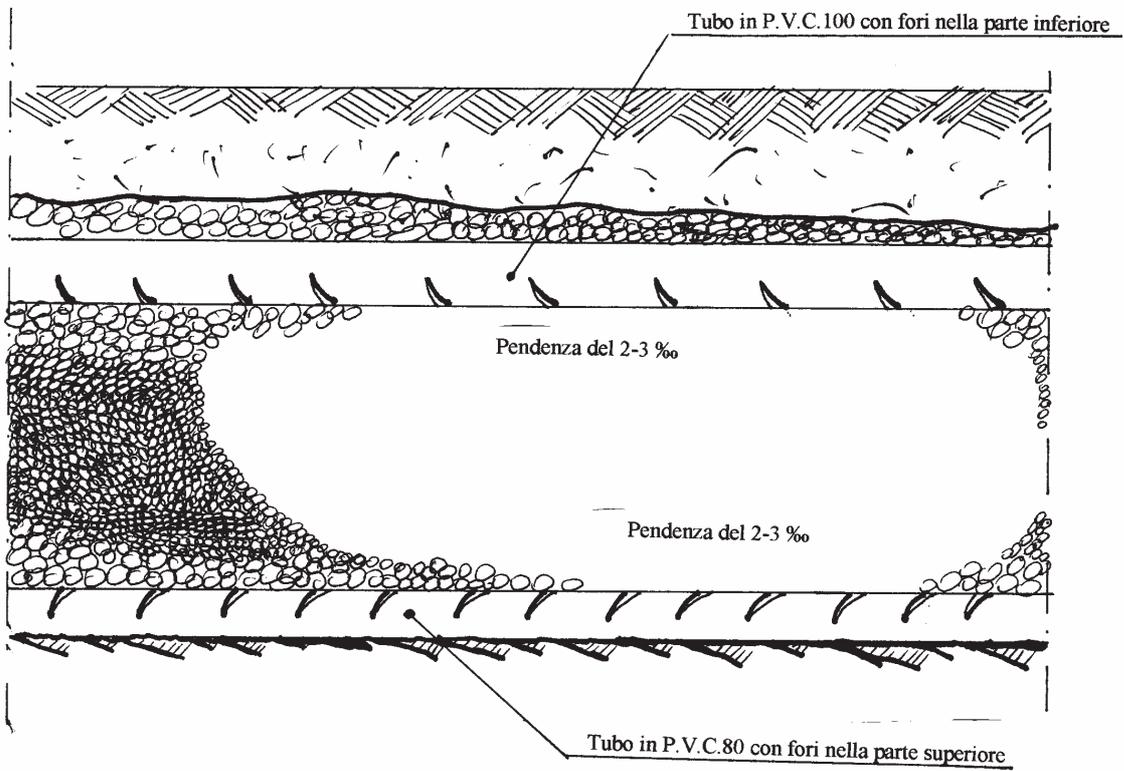
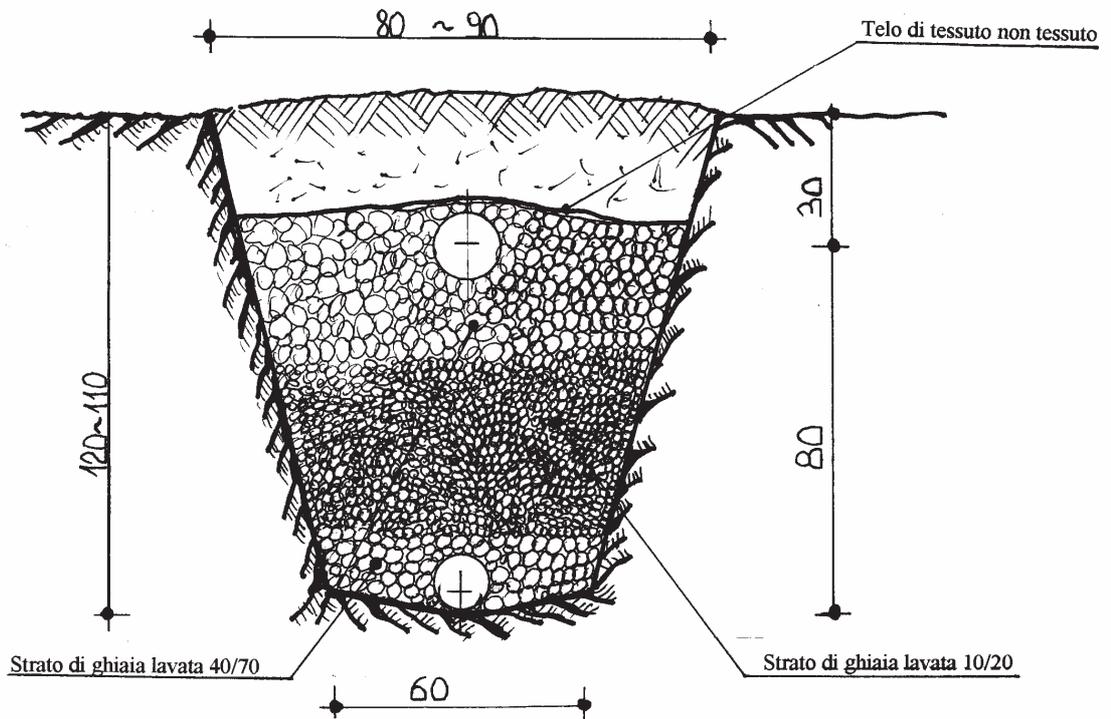
art. 7.11.3.5. NTC 2018 – sismica - stabilità pendice



art. 7.11.4. NTC 2018 – sismica - stabilità opera/terreno



SUB-IRRIGAZIONE DRENATA



PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	1,80	92,0	191,0	92,0	6,27	15,0
0,40	----	----	--	0,47	----	2,00	140,0	234,0	140,0	9,53	15,0
0,60	46,0	53,0	46,0	2,53	18,0	2,20	159,0	302,0	159,0	9,87	16,0
0,80	27,0	65,0	27,0	2,27	12,0	2,40	97,0	245,0	97,0	9,00	11,0
1,00	17,0	51,0	17,0	1,67	10,0	2,60	58,0	193,0	58,0	2,47	24,0
1,20	19,0	44,0	19,0	2,40	8,0	2,80	56,0	93,0	56,0	2,60	22,0
1,40	49,0	85,0	49,0	3,27	15,0	3,00	75,0	114,0	75,0	4,00	19,0
1,60	83,0	132,0	83,0	6,60	13,0	3,20	65,0	125,0	65,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	1,60	32,0	75,0	32,0	2,47	13,0
0,40	----	----	--	0,40	----	1,80	92,0	129,0	92,0	5,27	17,0
0,60	29,0	35,0	29,0	1,87	16,0	2,00	137,0	216,0	137,0	6,93	20,0
0,80	17,0	45,0	17,0	0,87	20,0	2,20	56,0	160,0	56,0	2,87	20,0
1,00	9,0	22,0	9,0	1,67	5,0	2,40	48,0	91,0	48,0	3,13	15,0
1,20	39,0	64,0	39,0	2,93	13,0	2,60	64,0	111,0	64,0	3,20	20,0
1,40	32,0	76,0	32,0	2,87	11,0	2,80	75,0	123,0	75,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	1,80	78,0	124,0	78,0	5,67	14,0
0,40	----	----	--	1,40	----	2,00	45,0	130,0	45,0	3,33	14,0
0,60	18,0	39,0	18,0	1,53	12,0	2,20	47,0	97,0	47,0	2,93	16,0
0,80	13,0	36,0	13,0	1,27	10,0	2,40	44,0	88,0	44,0	1,67	26,0
1,00	9,0	28,0	9,0	0,67	13,0	2,60	78,0	103,0	78,0	1,93	40,0
1,20	34,0	44,0	34,0	0,93	36,0	2,80	70,0	99,0	70,0	3,60	19,0
1,40	72,0	86,0	72,0	3,80	19,0	3,00	54,0	108,0	54,0	3,13	17,0
1,60	38,0	95,0	38,0	3,07	12,0	3,20	60,0	107,0	60,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	1,20	42,0	103,0	42,0	2,47	17,0
0,40	----	----	--	0,73	----	1,40	42,0	79,0	42,0	4,87	9,0
0,60	12,0	23,0	12,0	1,73	7,0	1,60	187,0	260,0	187,0	8,87	21,0
0,80	13,0	39,0	13,0	1,60	8,0	1,80	174,0	307,0	174,0	9,93	18,0
1,00	47,0	71,0	47,0	4,07	12,0	2,00	152,0	301,0	152,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

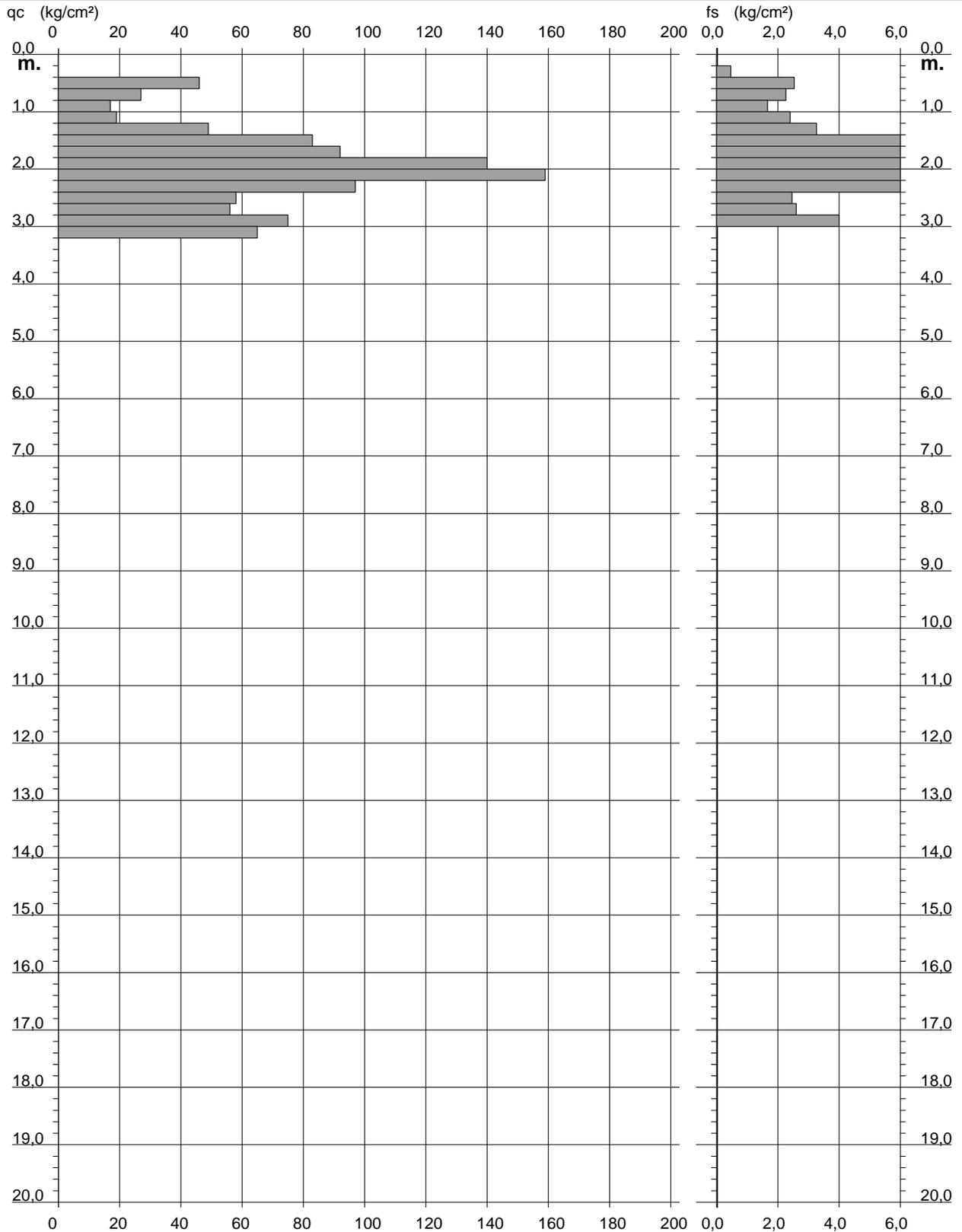
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



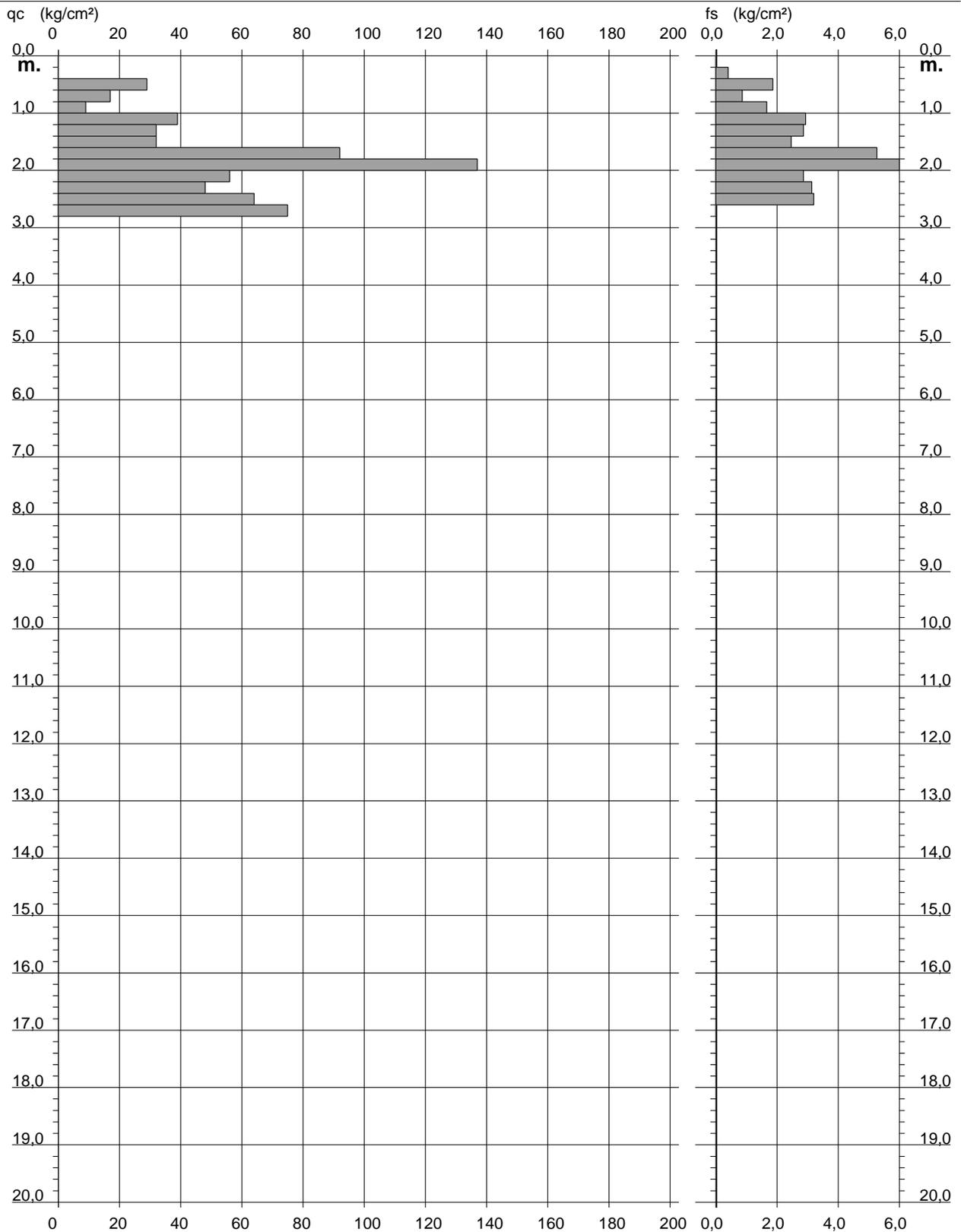
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



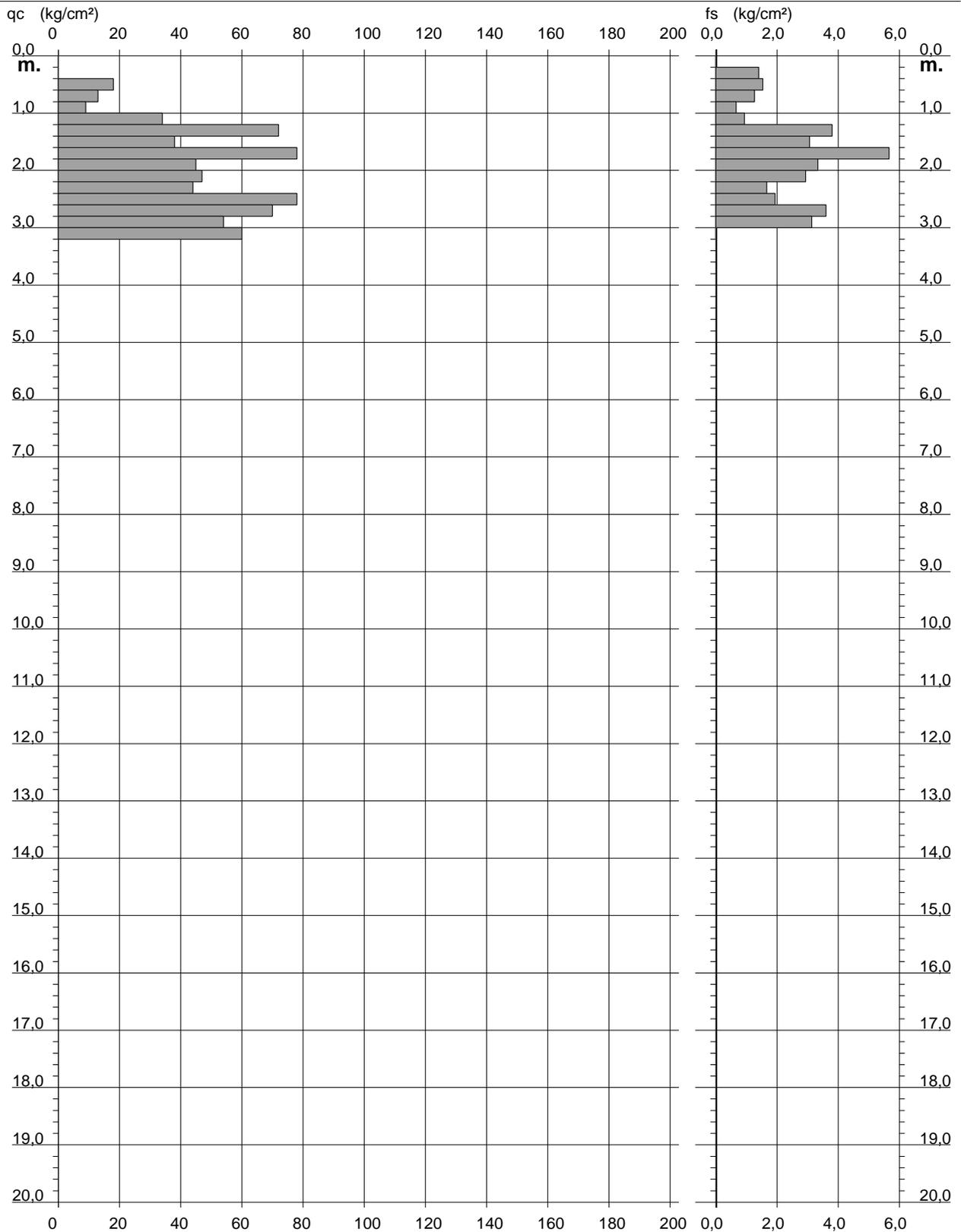
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



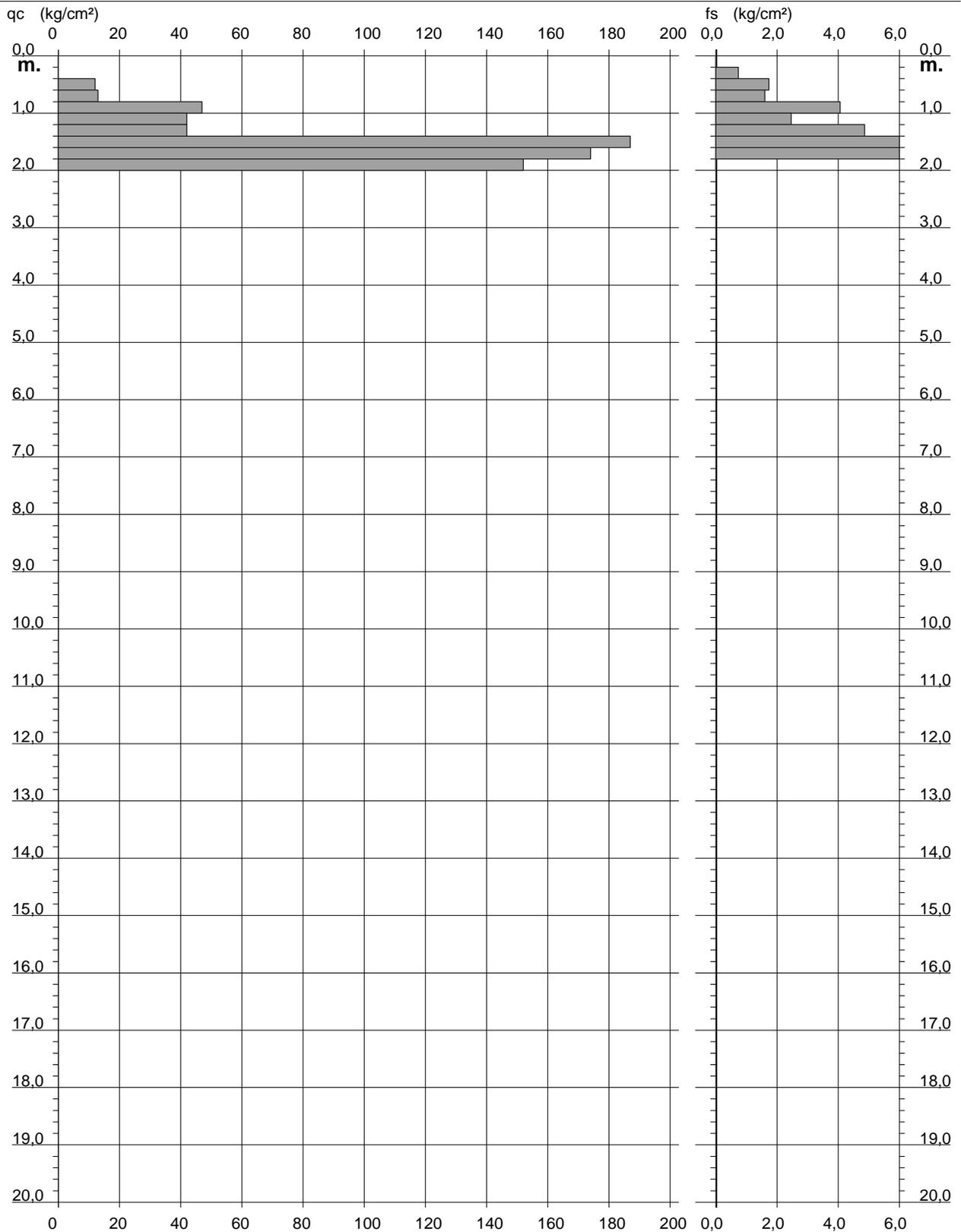
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



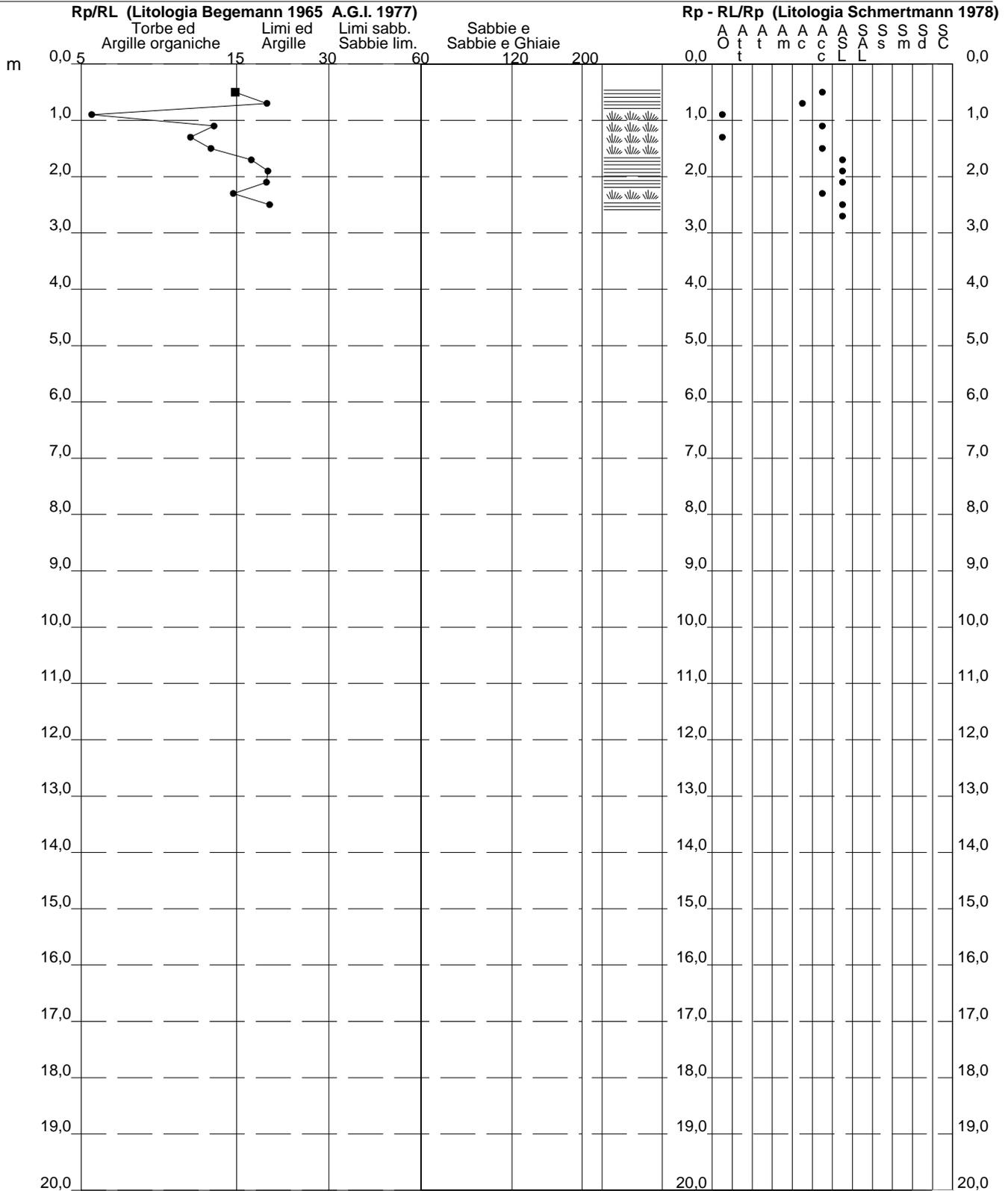
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



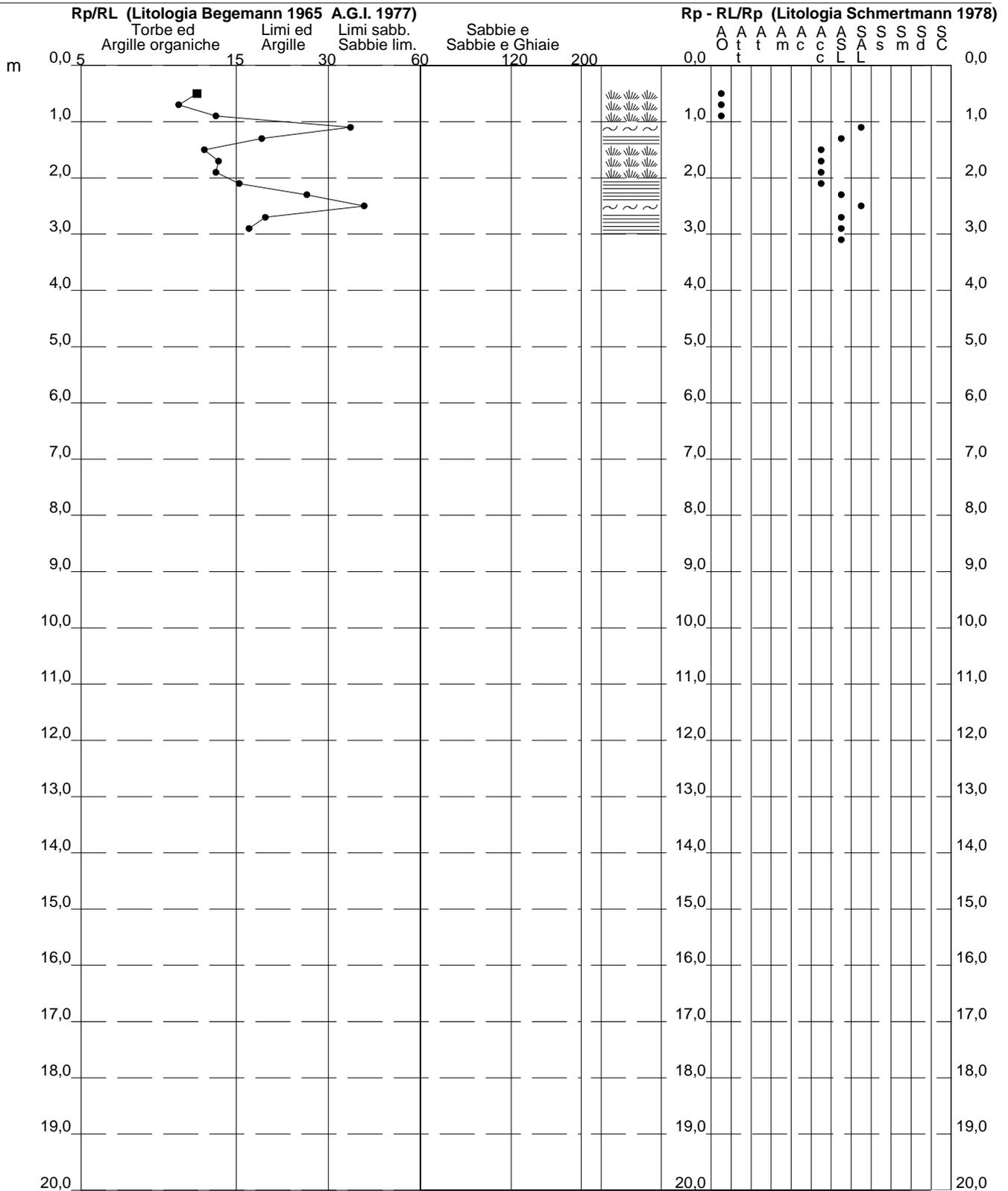
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



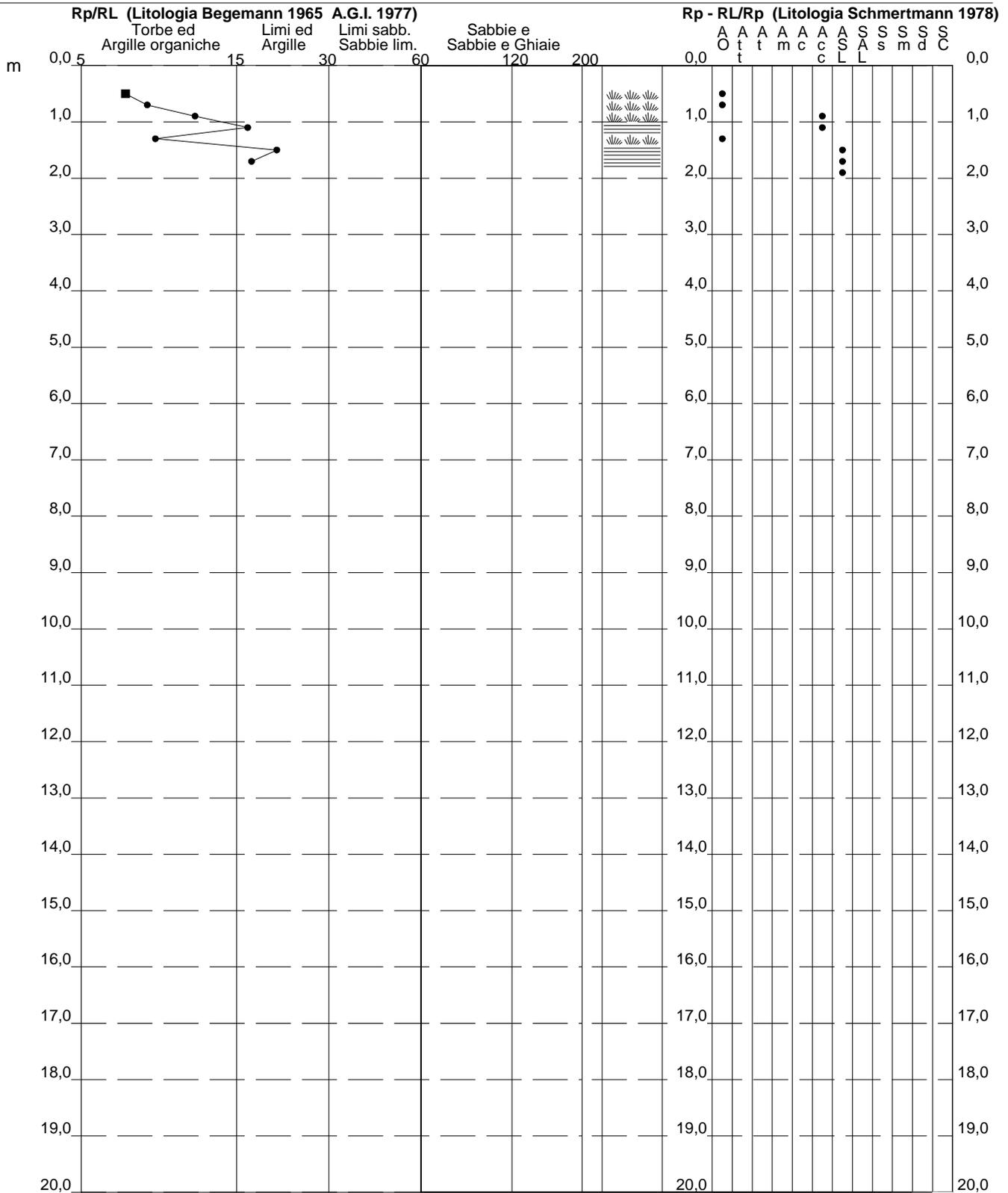
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Arttuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	46	18	4/..	1,85	0,11	1,53	99,9	261	391	138	99	42	43	44	46	43	31	0,255	77	115	138	
0,80	27	12	4/..	1,85	0,15	0,95	63,9	161	242	81	74	38	40	42	44	40	28	0,170	45	68	81	
1,00	17	10	2////	1,85	0,19	0,72	34,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	19	8	2////	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	49	15	4/..	1,85	0,26	1,63	62,7	278	417	147	80	39	41	43	44	40	31	0,191	82	123	147	
1,60	83	13	4/..	1,85	0,30	2,77	99,9	470	706	249	95	41	43	44	46	42	33	0,242	138	208	249	
1,80	92	15	4/..	1,85	0,33	3,07	99,9	521	782	276	96	41	43	44	46	41	33	0,244	153	230	276	
2,00	140	15	4/..	1,85	0,37	4,67	99,9	793	1190	420	100	42	43	45	46	43	36	0,258	233	350	420	
2,20	159	16	4/..	1,85	0,41	5,30	99,9	901	1352	477	100	42	43	45	46	43	36	0,258	265	398	477	
2,40	97	11	4/..	1,85	0,44	3,23	75,1	550	825	291	91	41	42	44	45	40	34	0,226	162	243	291	
2,60	58	24	4/..	1,85	0,48	1,93	35,7	329	493	174	71	38	40	42	44	38	31	0,162	97	145	174	
2,80	56	22	4/..	1,85	0,52	1,87	31,2	317	476	168	68	38	39	41	43	37	31	0,154	93	140	168	
3,00	75	19	4/..	1,85	0,55	2,50	41,2	425	638	225	76	39	40	42	44	38	32	0,179	125	188	225	
3,20	65	--	3....	1,85	0,59	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	38	32	0,159	108	163	195	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	29	16	4/./	1,85	0,11	0,98	95,9	167	251	87	83	40	41	43	45	41	29	0,200	48	73	87	
0,80	17	20	2/././	1,85	0,15	0,72	45,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	9	5	2/././	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	39	13	4/./	1,85	0,22	1,30	57,2	221	332	117	76	39	40	42	44	40	30	0,178	65	98	117	
1,40	32	11	4/./	1,85	0,26	1,07	36,8	181	272	96	66	37	39	41	43	38	29	0,147	53	80	96	
1,60	32	13	4/./	1,85	0,30	1,07	31,2	181	272	96	63	37	39	41	43	37	29	0,137	53	80	96	
1,80	32	17	4/./	1,85	0,33	3,07	99,9	521	782	276	96	41	43	44	46	41	33	0,244	153	230	276	
2,00	137	20	4/./	1,85	0,37	4,57	99,9	776	1165	411	100	42	43	45	46	43	35	0,258	228	343	411	
2,20	56	20	4/./	1,85	0,41	1,87	42,1	317	476	168	74	38	40	42	44	39	31	0,171	93	140	168	
2,40	48	15	4/./	1,85	0,44	1,60	31,2	272	408	144	67	37	39	41	43	37	31	0,149	80	120	144	
2,60	64	20	4/./	1,85	0,48	2,13	40,4	363	544	192	75	38	40	42	44	38	32	0,173	107	160	192	
2,80	75	--	3:./	1,85	0,52	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	39	32	0,184	125	188	225	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	18	12	2////	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13	10	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	9	13	2////	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	34	36	3:...	1,85	0,22	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	39	29	0,164	57	85	102	--
1,40	72	19	4:/:	1,85	0,26	2,40	99,9	408	612	216	94	41	42	44	45	41	32	0,236	120	180	216	--
1,60	38	12	4:/:	1,85	0,30	1,27	38,6	215	323	114	68	38	39	41	43	38	30	0,154	63	95	114	--
1,80	78	14	4:/:	1,85	0,33	2,60	81,9	442	663	234	90	41	42	44	45	41	33	0,224	130	195	234	--
2,00	45	14	4:/:	1,85	0,37	1,50	36,1	255	383	135	69	38	40	41	44	38	31	0,156	75	113	135	--
2,20	47	16	4:/:	1,85	0,41	1,57	33,9	266	400	141	68	38	39	41	43	38	31	0,153	78	118	141	--
2,40	44	26	4:/:	1,85	0,44	1,47	28,0	249	374	132	64	37	39	41	43	37	31	0,140	73	110	132	--
2,60	78	40	3:...	1,85	0,48	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	39	33	0,194	130	195	234	--
2,80	70	19	4:/:	1,85	0,52	2,33	41,2	397	595	210	76	39	40	42	44	38	32	0,177	117	175	210	--
3,00	54	17	4:/:	1,85	0,55	1,80	27,3	306	459	162	65	37	39	41	43	37	31	0,145	90	135	162	--
3,20	60	--	3:...	1,85	0,59	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	37	32	0,151	100	150	180	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Arttuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	12	7	2////	1,85	0,11	0,57	48,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13	8	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	47	12	4/./	1,85	0,19	1,57	90,7	266	400	141	87	40	42	43	45	41	31	0,214	78	118	141	
1,20	42	17	4/./	1,85	0,22	1,40	62,7	238	357	126	79	39	41	42	44	40	30	0,186	70	105	126	
1,40	42	9	4/./	1,85	0,26	1,40	51,7	238	357	126	75	39	40	42	44	39	30	0,175	70	105	126	
1,60	187	21	4/./	1,85	0,30	6,23	99,9	1060	1590	561	100	42	43	45	46	45	37	0,258	312	468	561	
1,80	174	18	4/./	1,85	0,33	5,80	99,9	986	1479	522	100	42	43	45	46	44	37	0,258	290	435	522	
2,00	152	--	3:..	1,85	0,37	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	253	380	456	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 5

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Attuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	1,80	40,0	143,0	40,0	5,93	7,0
0,40	----	----	--	3,00	----	2,00	57,0	146,0	57,0	8,13	7,0
0,60	131,0	176,0	131,0	7,60	17,0	2,20	79,0	201,0	79,0	6,80	12,0
0,80	64,0	178,0	64,0	4,47	14,0	2,40	114,0	216,0	114,0	13,00	9,0
1,00	46,0	113,0	46,0	4,27	11,0	2,60	134,0	329,0	134,0	14,07	10,0
1,20	253,0	317,0	253,0	4,87	52,0	2,80	133,0	344,0	133,0	10,87	12,0
1,40	44,0	117,0	44,0	8,00	6,0	3,00	128,0	291,0	128,0	-----	----
1,60	61,0	181,0	61,0	6,87	9,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 6

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
- lavoro : Piano Attuativo
- località : via Ramoni, Fucecchio
- note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	2,00	71,0	186,0	71,0	3,40	21,0
0,40	----	----	--	1,27	----	2,20	60,0	111,0	60,0	4,27	14,0
0,60	40,0	59,0	40,0	2,53	16,0	2,40	53,0	117,0	53,0	4,00	13,0
0,80	44,0	82,0	44,0	4,67	9,0	2,60	84,0	144,0	84,0	6,00	14,0
1,00	45,0	115,0	45,0	4,67	10,0	2,80	217,0	307,0	217,0	11,80	18,0
1,20	36,0	106,0	36,0	3,87	9,0	3,00	78,0	255,0	78,0	5,07	15,0
1,40	38,0	96,0	38,0	7,53	5,0	3,20	75,0	151,0	75,0	2,40	31,0
1,60	47,0	160,0	47,0	5,40	9,0	3,40	94,0	130,0	94,0	9,13	10,0
1,80	59,0	140,0	59,0	7,67	8,0	3,60	260,0	397,0	260,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

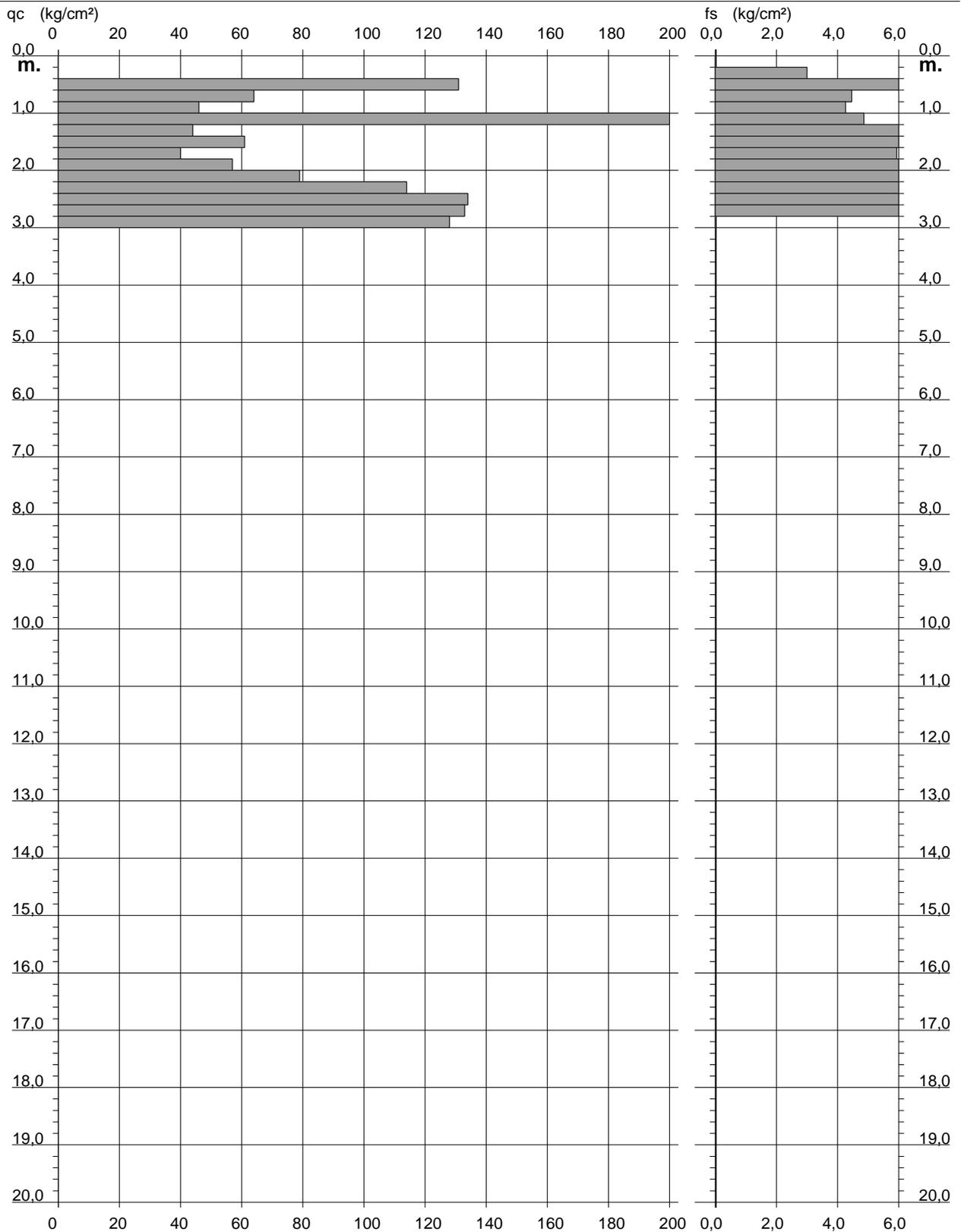
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



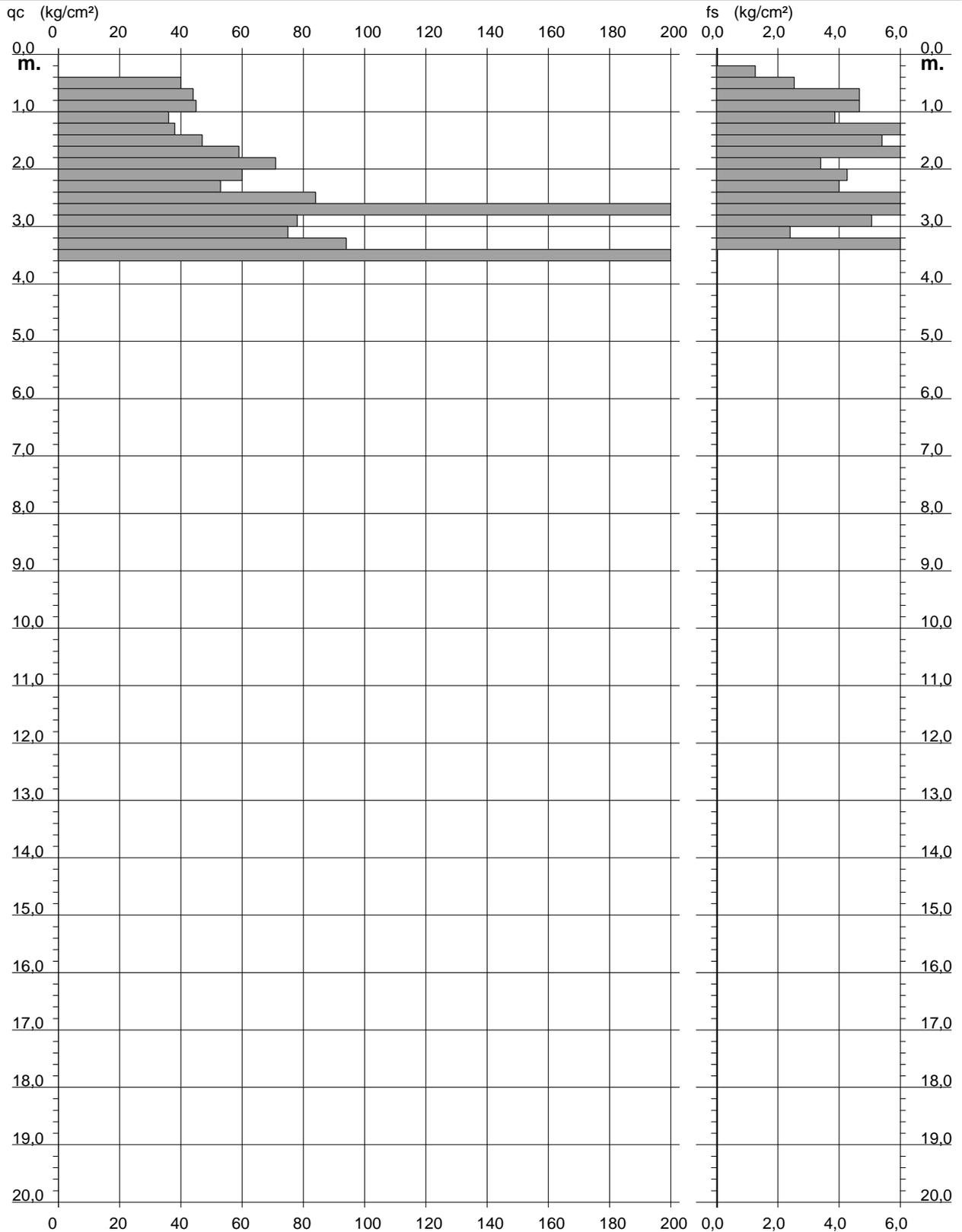
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



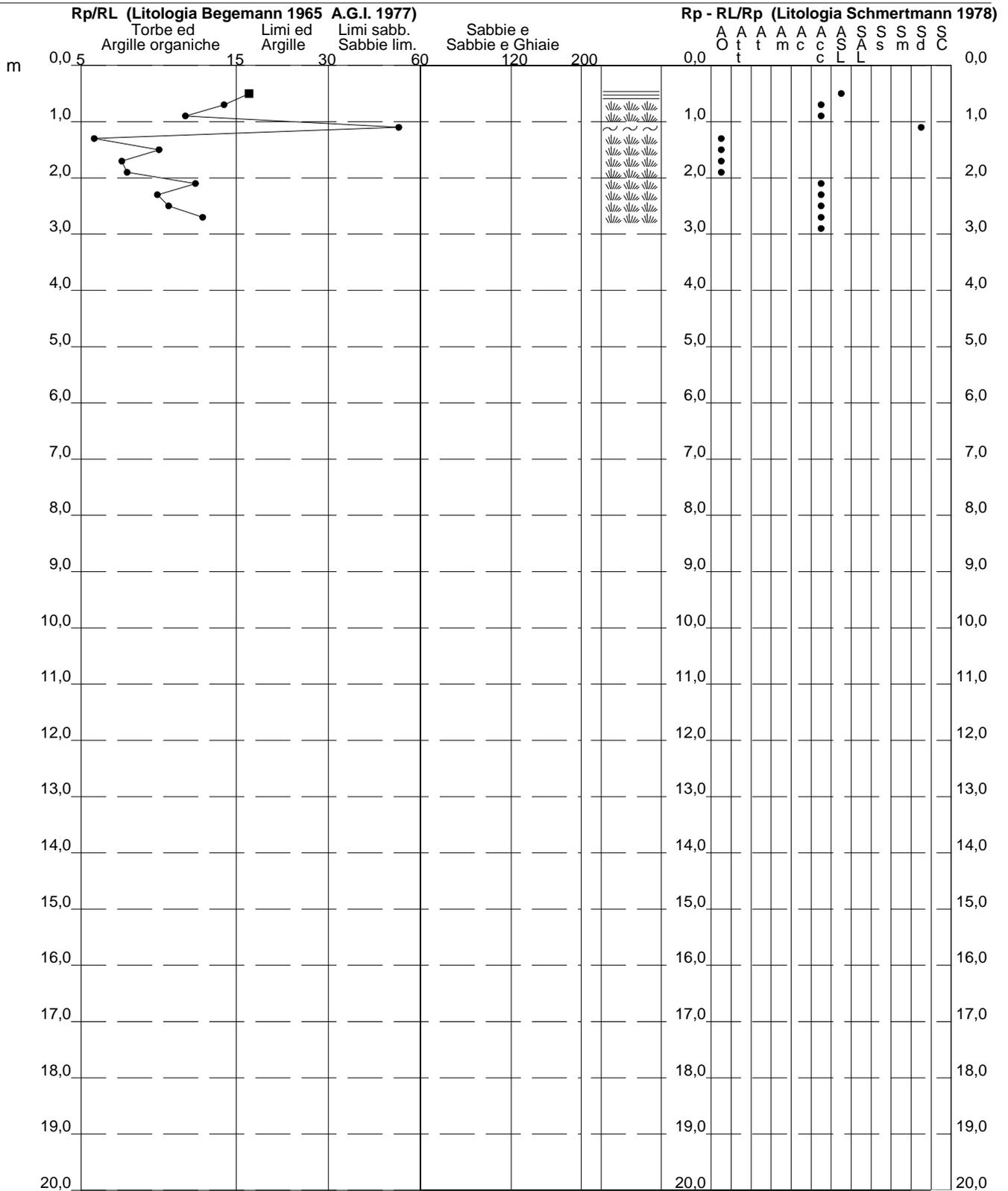
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



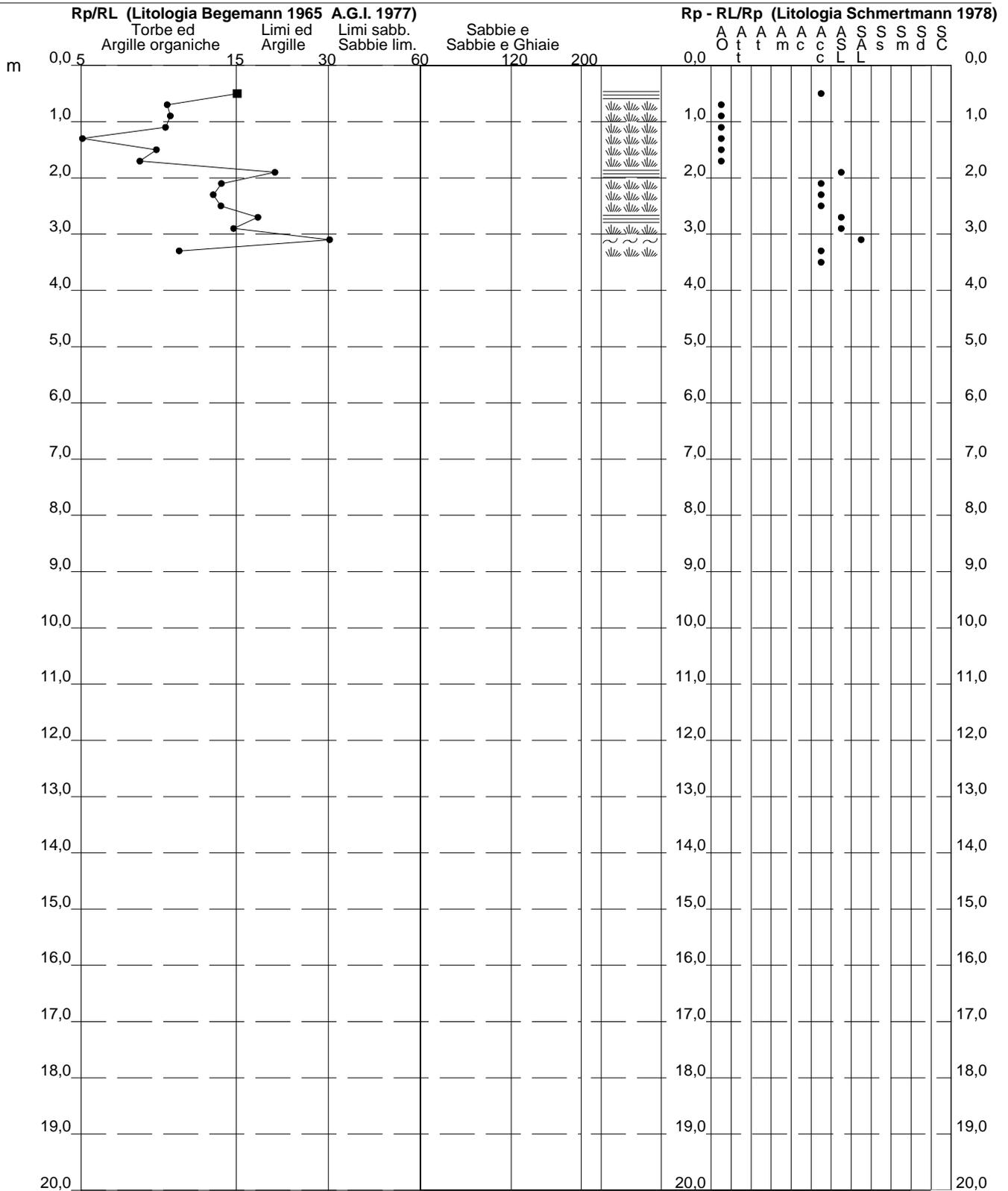
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 6

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	131	17	4/./	1,85	0,11	4,37	99,9	742	1114	393	100	42	43	45	46	45	35	0,258	218	328	393	
0,80	64	14	4/./	1,85	0,15	2,13	99,9	363	544	192	100	42	43	45	46	43	32	0,258	107	160	192	
1,00	46	11	4/./	1,85	0,19	1,53	88,3	261	391	138	86	40	42	43	45	41	31	0,211	77	115	138	
1,20	253	52	3:..	1,85	0,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	39	0,258	422	633	759	
1,40	44	6	4/./	1,85	0,26	1,47	54,8	249	374	132	77	39	40	42	44	39	31	0,180	73	110	132	
1,60	61	9	4/./	1,85	0,30	2,03	69,8	346	519	183	85	40	41	43	45	40	32	0,205	102	153	183	
1,80	40	7	4/./	1,85	0,33	1,33	35,6	227	340	120	67	37	39	41	43	38	30	0,151	67	100	120	
2,00	57	7	4/./	1,85	0,37	1,90	48,5	323	485	171	77	39	40	42	44	39	31	0,180	95	143	171	
2,20	79	12	4/./	1,85	0,41	2,63	64,8	448	672	237	86	40	42	43	45	40	33	0,209	132	198	237	
2,40	114	9	4/./	1,85	0,44	3,80	91,9	646	969	342	96	41	43	44	46	41	34	0,245	190	285	342	
2,60	134	10	4/./	1,85	0,48	4,47	99,9	759	1139	402	100	42	43	45	46	41	35	0,258	223	335	402	
2,80	133	12	4/./	1,85	0,52	4,43	91,9	754	1131	399	98	42	43	44	46	41	35	0,251	222	333	399	
3,00	128	--	3:..	1,85	0,55	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	41	35	0,240	213	320	384	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 6

2.01PG05-077

- committente : sig. Pellegrini Roberto
 - lavoro : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni, Fucecchio
 - note : disancoraggio strumento

- data : 27/08/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	40	16	4/./.	1,85	0,11	1,33	99,9	227	340	120	94	41	43	44	46	43	30	0,237	67	100	120	
0,80	44	9	4/./.	1,85	0,15	1,47	99,9	249	374	132	90	41	42	44	45	42	31	0,224	73	110	132	
1,00	45	10	4/./.	1,85	0,19	1,50	85,9	255	383	135	86	40	42	43	45	41	31	0,209	75	113	135	
1,20	36	9	4/./.	1,85	0,22	1,20	51,7	204	306	108	74	38	40	42	44	39	30	0,170	60	90	108	
1,40	38	5	4/./.	1,85	0,26	1,27	45,7	215	323	114	72	38	40	42	44	39	30	0,164	63	95	114	
1,60	47	9	4/./.	1,85	0,30	1,57	50,4	266	400	141	76	39	40	42	44	39	31	0,177	78	118	141	
1,80	59	8	4/./.	1,85	0,33	1,97	57,8	334	502	177	81	39	41	43	44	40	32	0,192	98	148	177	
2,00	71	21	4/./.	1,85	0,37	2,37	63,9	402	604	213	84	40	41	43	45	40	32	0,205	118	178	213	
2,20	60	14	4/./.	1,85	0,41	2,00	45,9	340	510	180	76	39	40	42	44	39	32	0,179	100	150	180	
2,40	53	13	4/./.	1,85	0,44	1,77	35,3	300	451	159	70	38	40	42	44	38	31	0,159	88	133	159	
2,60	84	14	4/./.	1,85	0,48	2,80	56,8	476	714	252	84	40	41	43	45	40	33	0,202	140	210	252	
2,80	217	18	4/./.	1,85	0,52	7,23	99,9	1230	1845	651	100	42	43	45	46	43	38	0,258	362	543	651	
3,00	78	15	4/./.	1,85	0,55	2,60	43,3	442	663	234	78	39	41	42	44	39	33	0,183	130	195	234	
3,20	75	31	3:./.	1,85	0,59	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	38	32	0,174	125	188	225	
3,40	94	10	4/./.	1,85	0,63	3,13	46,7	533	799	282	81	39	41	43	44	39	34	0,194	157	235	282	
3,60	260	--	3:./.	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	40	0,258	433	650	780	

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio
 - note : Prova effettuata al rifiuto della CPT1

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	2,20 - 2,40	----	----	----	3
0,20 - 0,40	----	----	----	1	2,40 - 2,60	----	----	----	4
0,40 - 0,60	----	----	----	2	2,60 - 2,80	----	----	----	4
0,60 - 0,80	----	----	----	2	2,80 - 3,00	----	----	----	4
0,80 - 1,00	----	----	----	2	3,00 - 3,20	----	----	----	4
1,00 - 1,20	----	----	----	2	3,20 - 3,40	13	107,7	----	4
1,20 - 1,40	----	----	----	2	3,40 - 3,60	12	92,8	----	5
1,40 - 1,60	----	----	----	3	3,60 - 3,80	18	139,2	----	5
1,60 - 1,80	----	----	----	3	3,80 - 4,00	21	162,4	----	5
1,80 - 2,00	----	----	----	3	4,00 - 4,20	24	185,7	----	5
2,00 - 2,20	----	----	----	3	4,20 - 4,40	99	765,8	----	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio
 - note : Prova effettuata al rifiuto della CPT2

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	3,20 - 3,40	12	99,4	----	4
0,20 - 0,40	----	----	----	1	3,40 - 3,60	17	131,5	----	5
0,40 - 0,60	----	----	----	2	3,60 - 3,80	17	131,5	----	5
0,60 - 0,80	----	----	----	2	3,80 - 4,00	22	170,2	----	5
0,80 - 1,00	----	----	----	2	4,00 - 4,20	22	170,2	----	5
1,00 - 1,20	----	----	----	2	4,20 - 4,40	17	131,5	----	5
1,20 - 1,40	----	----	----	2	4,40 - 4,60	23	166,9	----	6
1,40 - 1,60	----	----	----	3	4,60 - 4,80	27	195,9	----	6
1,60 - 1,80	----	----	----	3	4,80 - 5,00	22	159,7	----	6
1,80 - 2,00	----	----	----	3	5,00 - 5,20	23	166,9	----	6
2,00 - 2,20	----	----	----	3	5,20 - 5,40	19	137,9	----	6
2,20 - 2,40	----	----	----	3	5,40 - 5,60	23	157,2	----	7
2,40 - 2,60	----	----	----	4	5,60 - 5,80	31	211,9	----	7
2,60 - 2,80	----	----	----	4	5,80 - 6,00	36	246,0	----	7
2,80 - 3,00	11	91,1	----	4	6,00 - 6,20	99	676,6	----	7
3,00 - 3,20	9	74,5	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio
 - note : Prova effettuata al rifiuto della CPT3

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	2,20 - 2,40	----	----	----	3
0,20 - 0,40	----	----	----	1	2,40 - 2,60	----	----	----	4
0,40 - 0,60	----	----	----	2	2,60 - 2,80	----	----	----	4
0,60 - 0,80	----	----	----	2	2,80 - 3,00	----	----	----	4
0,80 - 1,00	----	----	----	2	3,00 - 3,20	----	----	----	4
1,00 - 1,20	----	----	----	2	3,20 - 3,40	14	115,9	----	4
1,20 - 1,40	----	----	----	2	3,40 - 3,60	14	108,3	----	5
1,40 - 1,60	----	----	----	3	3,60 - 3,80	18	139,2	----	5
1,60 - 1,80	----	----	----	3	3,80 - 4,00	24	185,7	----	5
1,80 - 2,00	----	----	----	3	4,00 - 4,20	24	185,7	----	5
2,00 - 2,20	----	----	----	3	4,20 - 4,40	99	765,8	----	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 4

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio
 - note : Prova effettuata al rifiuto della CPT4

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	2,60 - 2,80	12	99,4	----	4
0,20 - 0,40	----	----	----	1	2,80 - 3,00	10	82,8	----	4
0,40 - 0,60	----	----	----	2	3,00 - 3,20	10	82,8	----	4
0,60 - 0,80	----	----	----	2	3,20 - 3,40	10	82,8	----	4
0,80 - 1,00	----	----	----	2	3,40 - 3,60	17	131,5	----	5
1,00 - 1,20	----	----	----	2	3,60 - 3,80	22	170,2	----	5
1,20 - 1,40	----	----	----	2	3,80 - 4,00	23	177,9	----	5
1,40 - 1,60	----	----	----	3	4,00 - 4,20	26	201,1	----	5
1,60 - 1,80	----	----	----	3	4,20 - 4,40	25	193,4	----	5
1,80 - 2,00	----	----	----	3	4,40 - 4,60	32	232,2	----	6
2,00 - 2,20	8	71,3	----	3	4,60 - 4,80	39	283,0	----	6
2,20 - 2,40	7	62,4	----	3	4,80 - 5,00	99	718,4	----	6
2,40 - 2,60	10	82,8	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

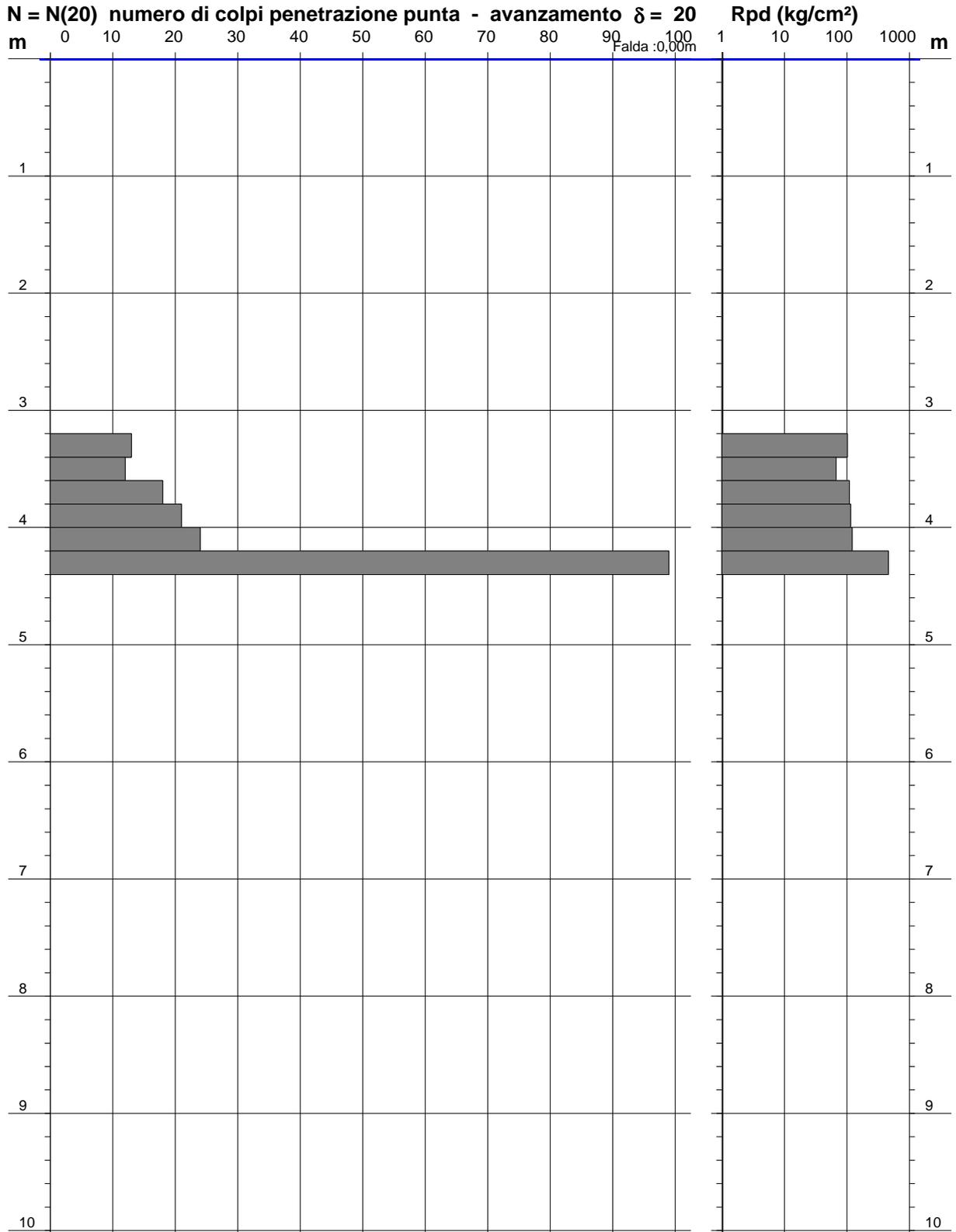
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto - data : 05/08/2020
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0
 - località : via Ramoni - Fucecchio - prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

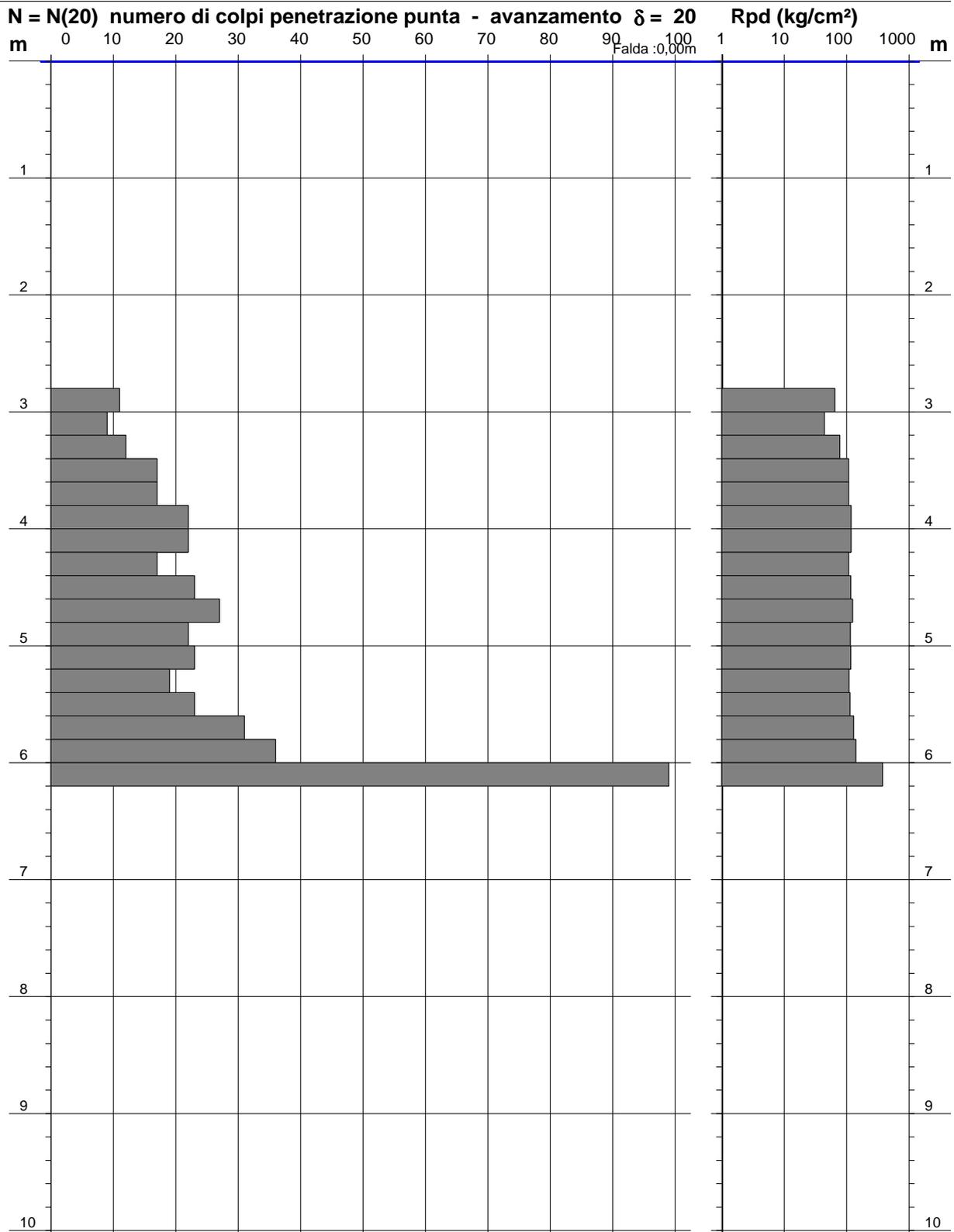
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto - data : 05/08/2020
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0
 - località : via Ramoni - Fucecchio - prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

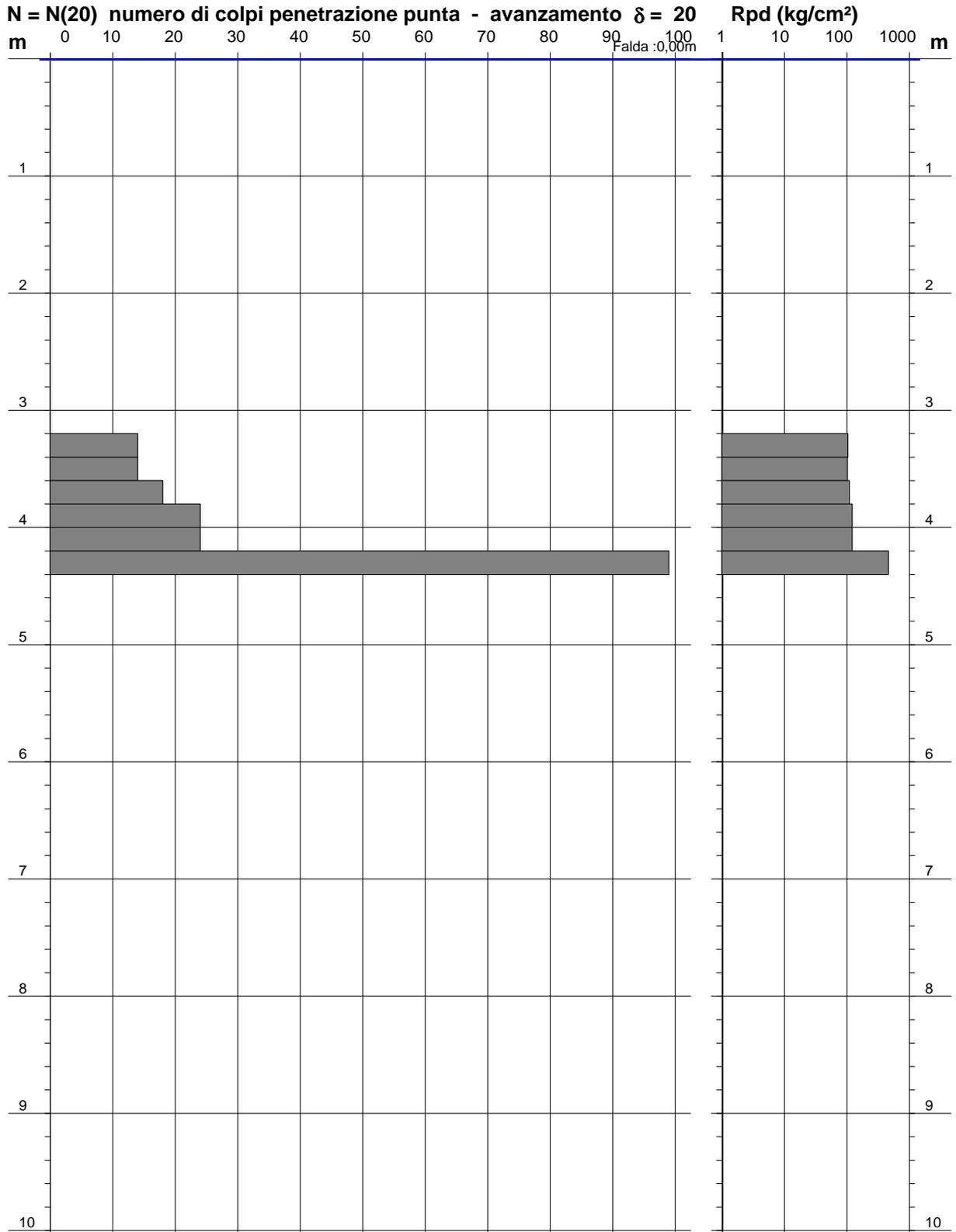
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
- cantiere : Piano Attuativo
- località : via Ramoni - Fucecchio

- data : 05/08/2020
- quota inizio : 0
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

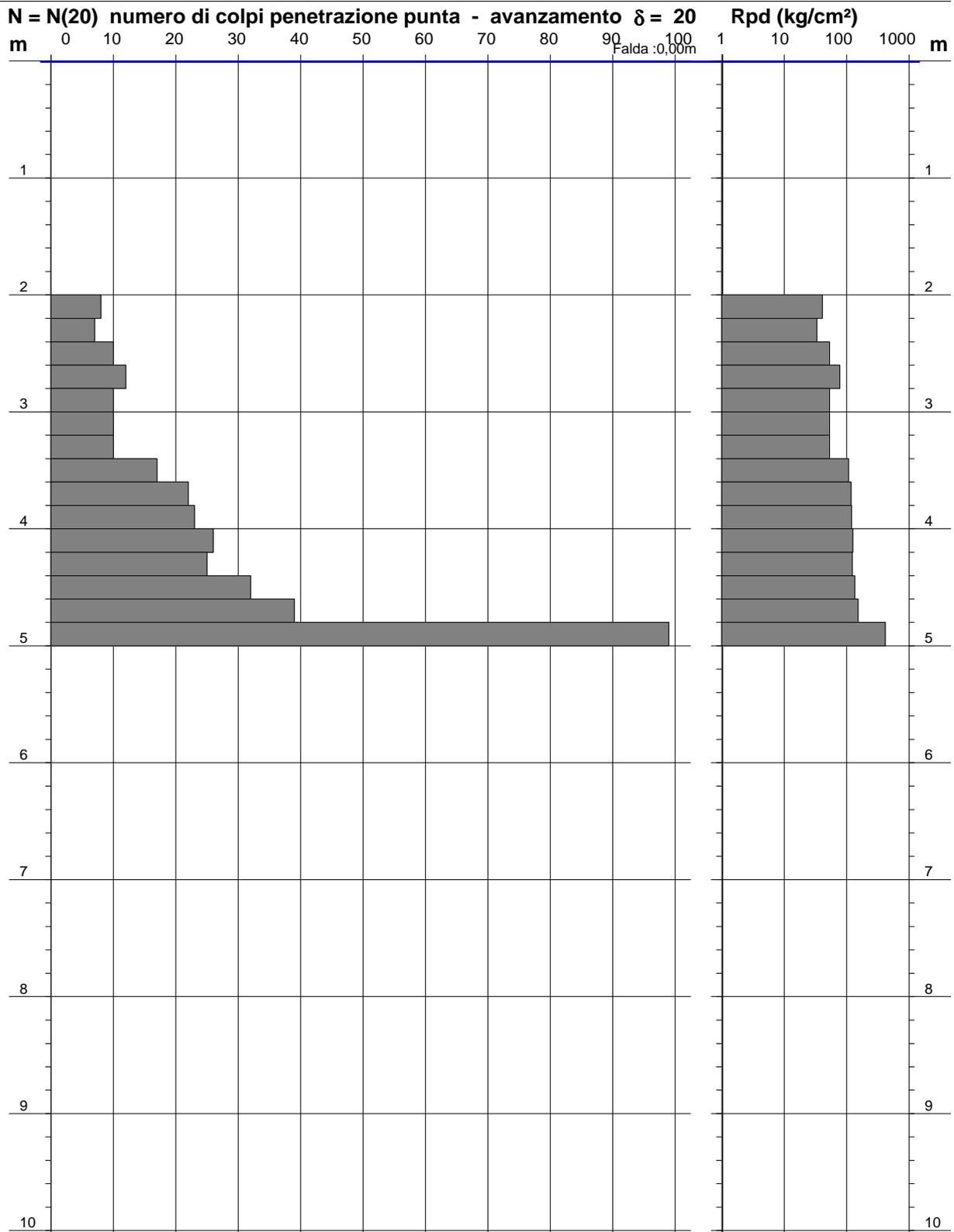
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

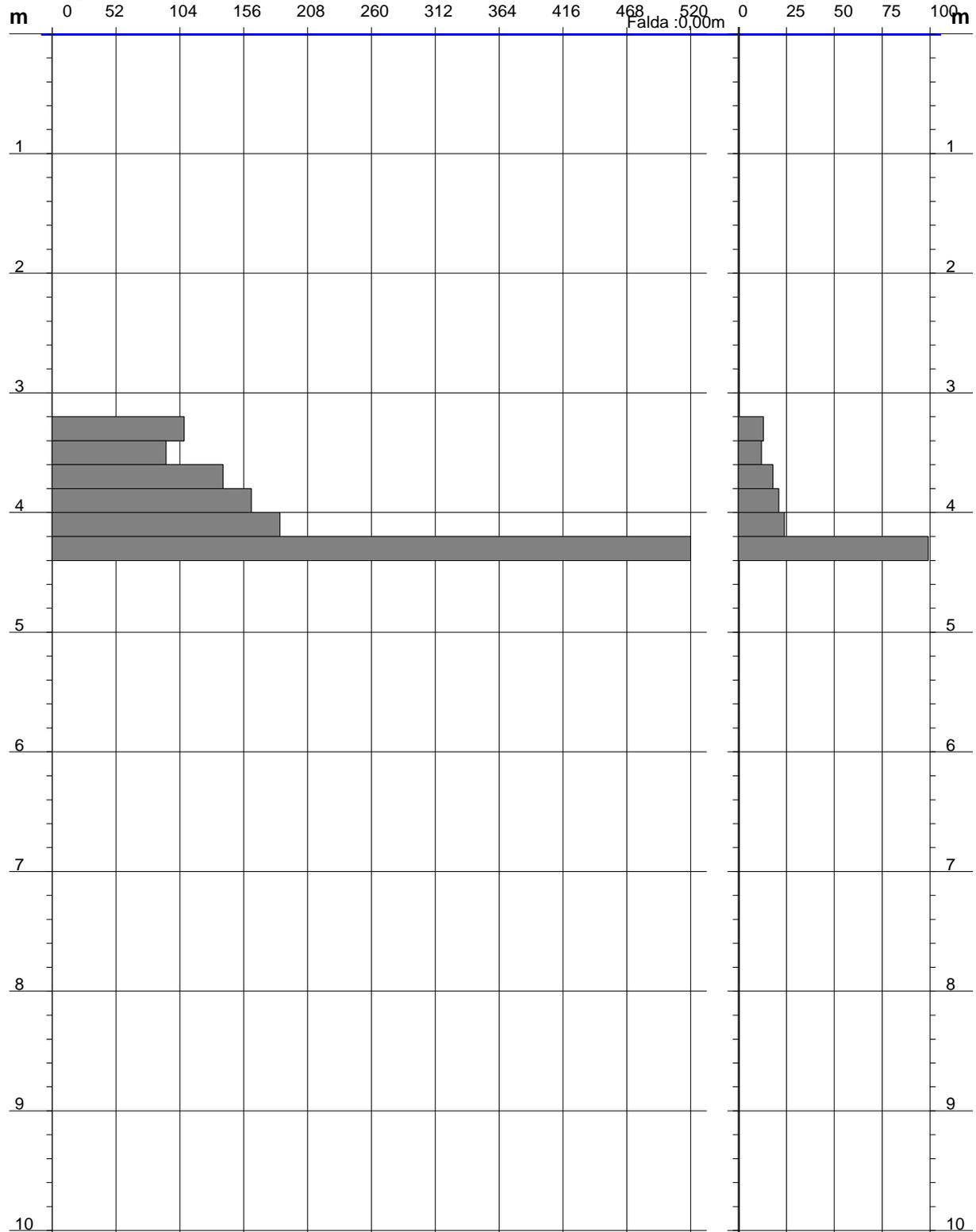
n° 1

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" **N = N(20) n° colpi $\delta = 20$**



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

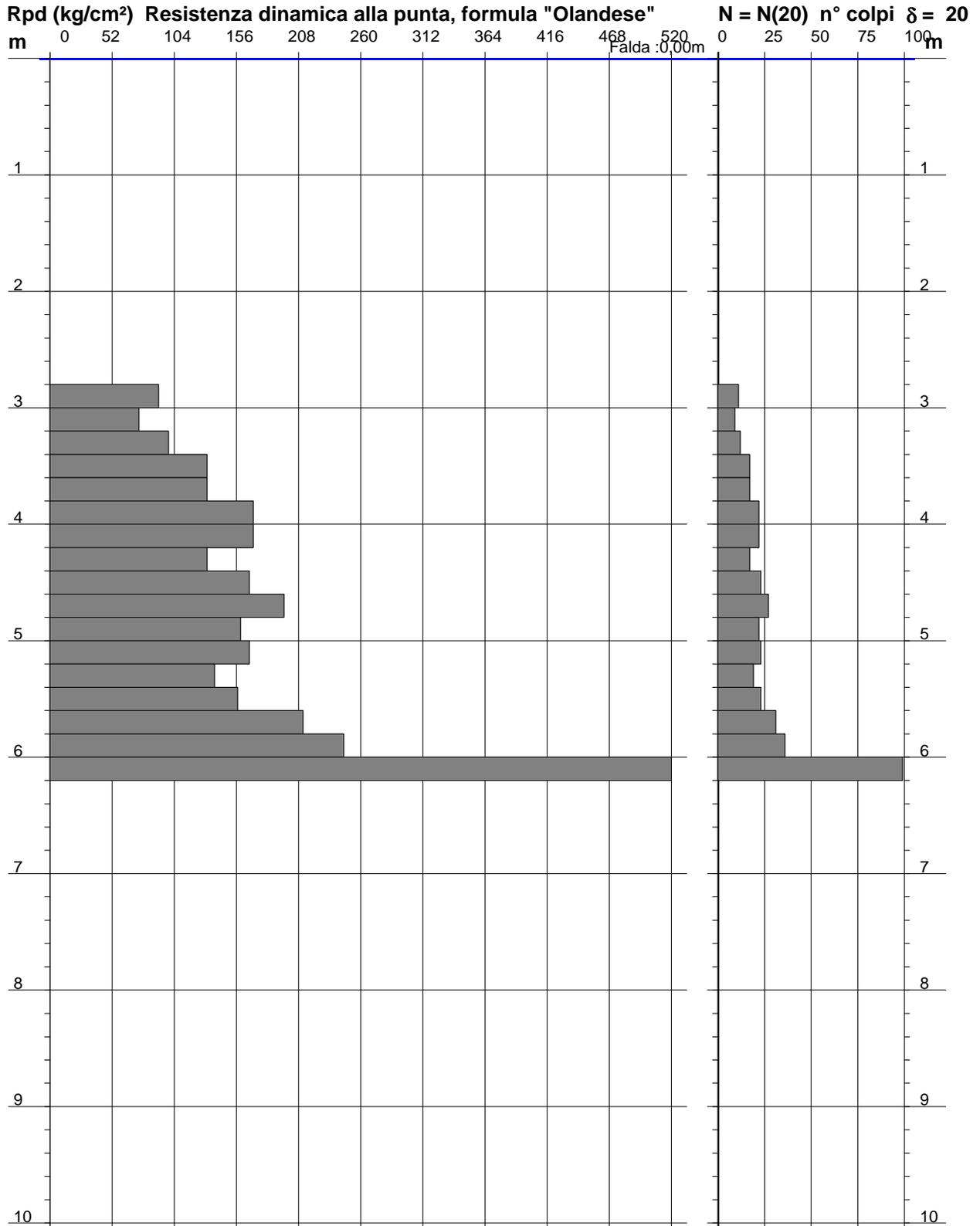
- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2
Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto - data : 05/08/2020
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0
 - località : via Ramoni - Fucecchio - prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

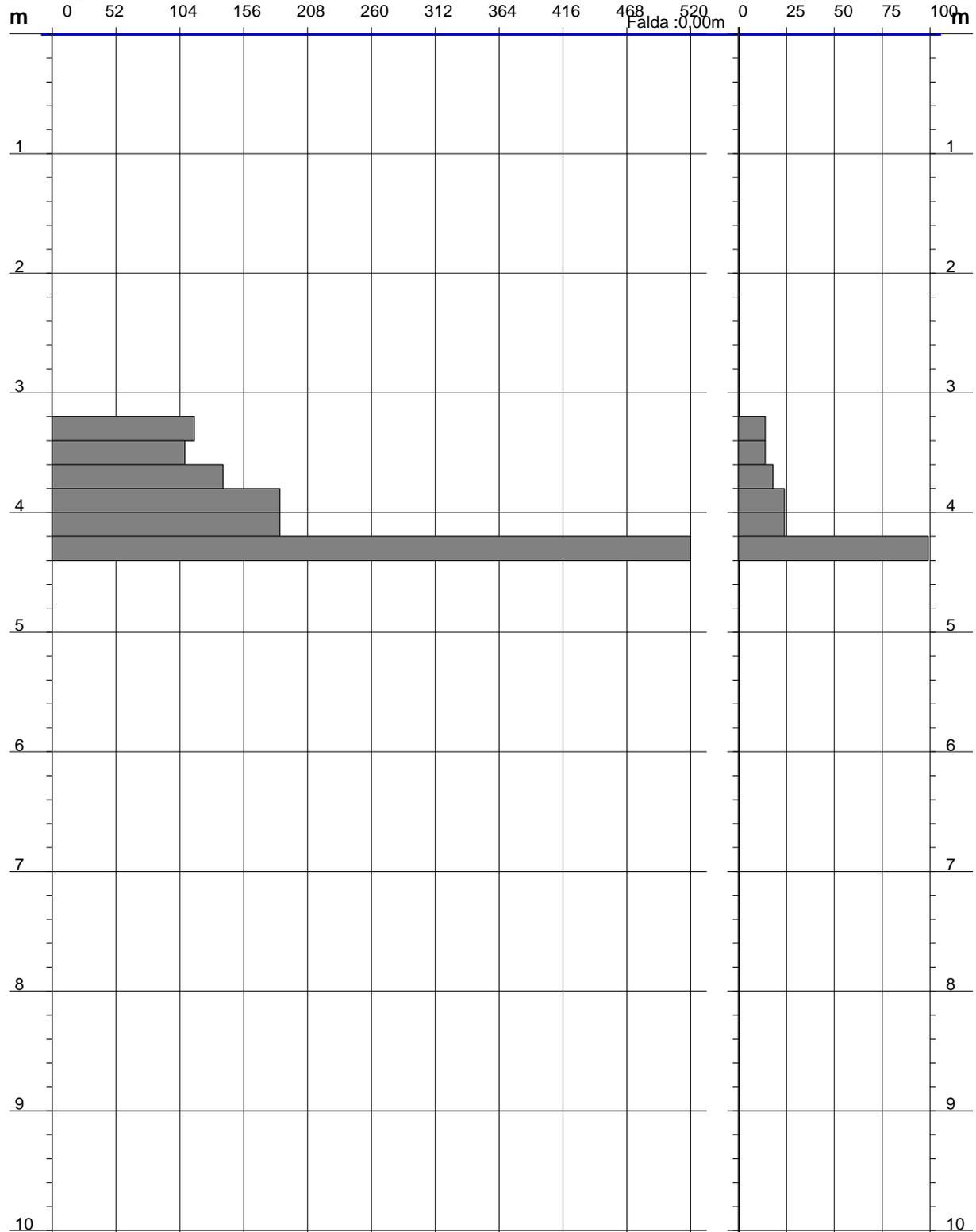
n° 3

Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto
 - cantiere : Piano Attuativo
 - località : via Ramoni - Fucecchio

- data : 05/08/2020
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" **N = N(20) n° colpi $\delta = 20$**



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

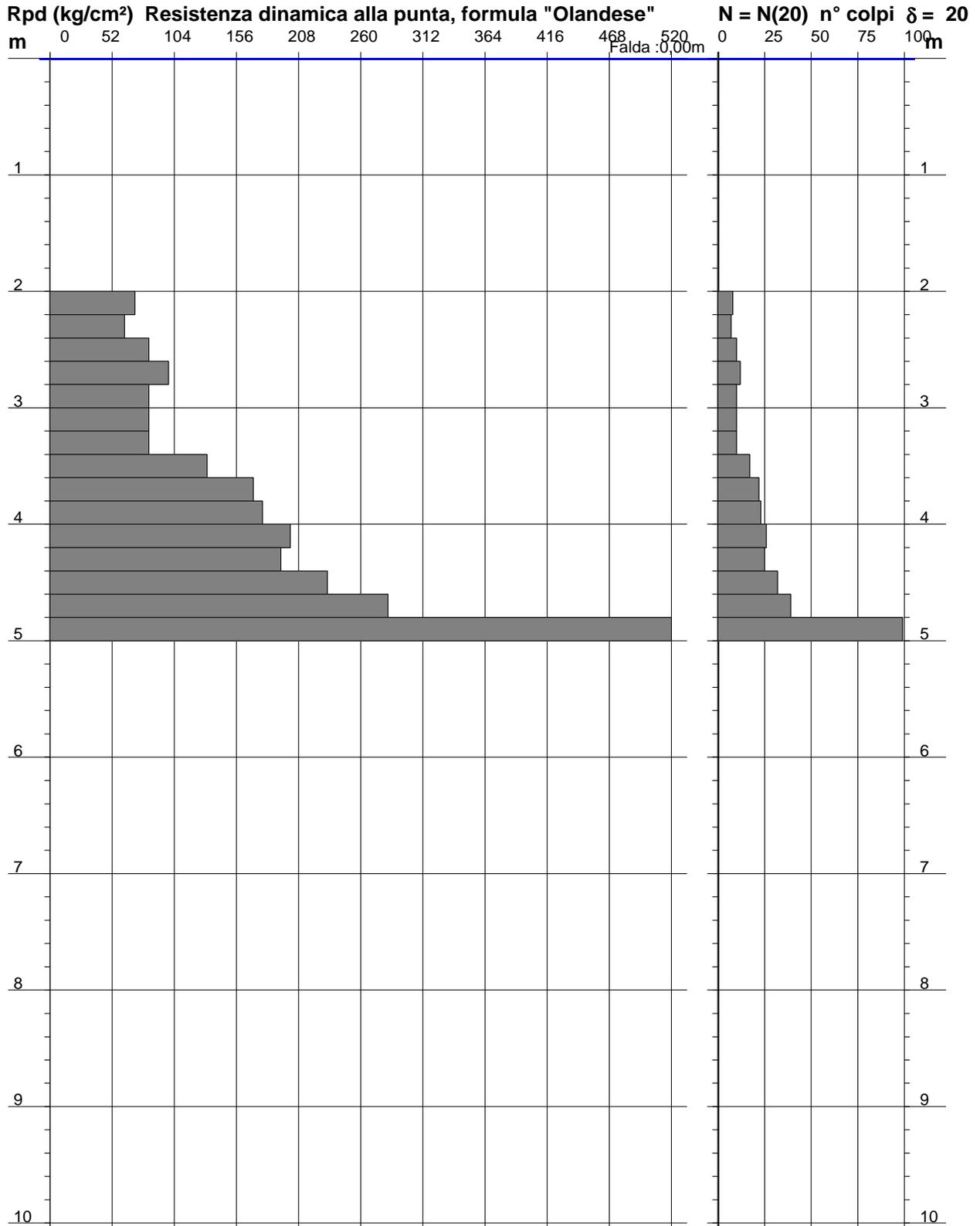
- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

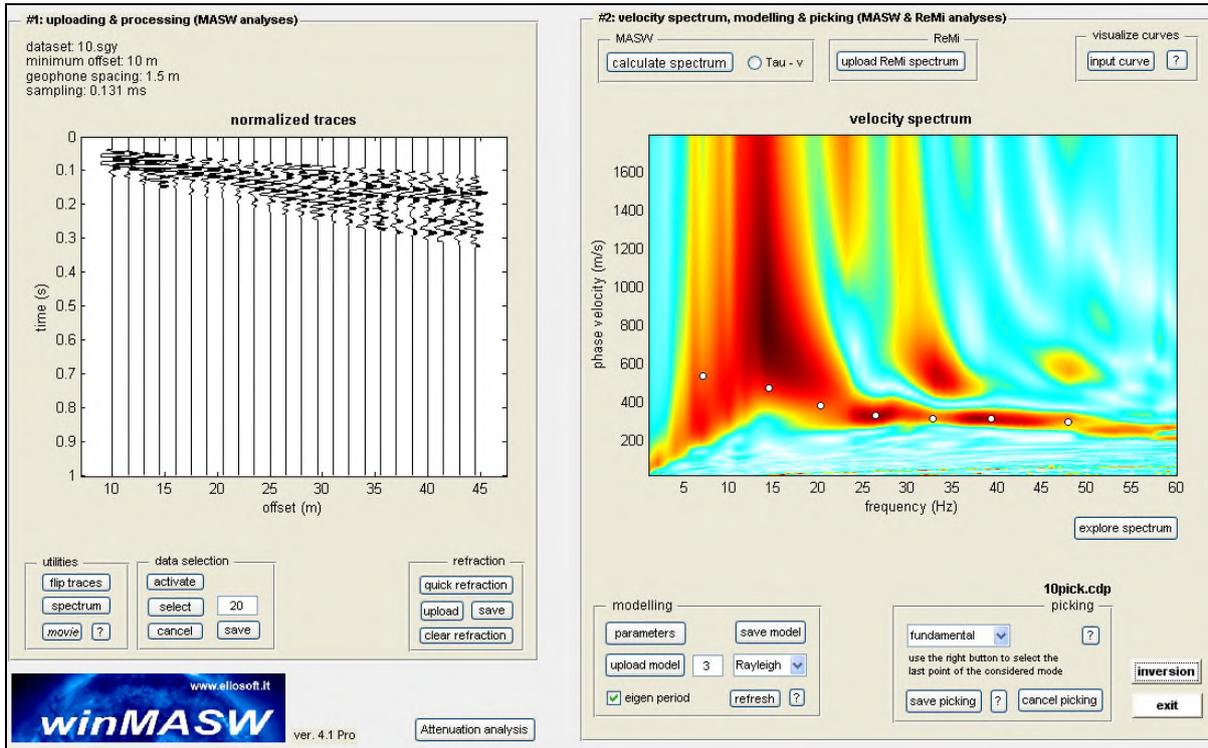
n° 4
Scala 1: 50

- indagine : sig. PELLEGRINI Roberto - data : 05/08/2020
 - cantiere : Piano Attuativo - quota inizio : 0
 - località : via Ramoni - Fucecchio - prof. falda : 0,00 m da quota inizio

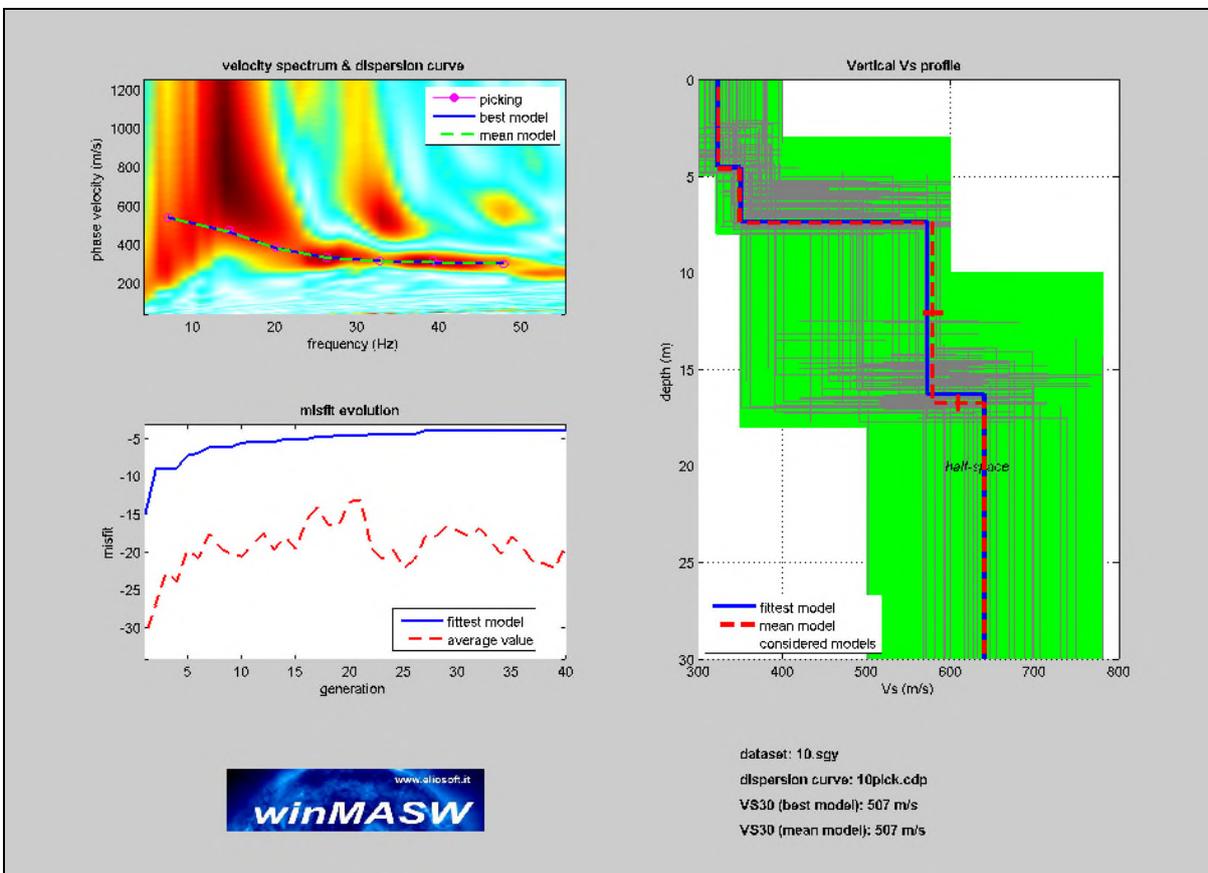


- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

GRAFICI INDAGINE SISMICA MASW



Common-shot gather e spettro di velocità



Risultato inversione

RISULTATI ELABORAZIONE MASW- loc. Torre – via Ramoni
Richiedente: sig. PELLEGRINI Roberto

Dispersion curve: number of frequency-velocity points=7
dataset: 10.sgy
minimum offset (m): 10
geophone spacing (m): 1.5
sampling (ms): 0.131
Dispersion curve: 10pick.cdp
Number of individuals: 30
Number of generations: 31

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 300 2 321 1 350 7 500
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 400 5 400 3 600 10 780
Adopted Poisson values: 0.3 0.3 0.3 0.3

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-31.0845	-15.0392
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-27.0303	-8.94499
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-22.7088	-8.94499
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-23.9334	-8.94499
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-19.6975	-7.27346
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-20.8385	-6.95475
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-17.6206	-6.18
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-19.4397	-6.18
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-20.371	-6.18
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-20.5884	-5.61532
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-19.0869	-5.46985
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-17.5433	-5.46985
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-19.7484	-5.46985
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-17.9117	-5.14658
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-19.6741	-5.14658
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-15.7594	-5.14658
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-14.117	-4.76625
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-16.4197	-4.76625
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-16.4141	-4.66892
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-13.3683	-4.66892
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-13.1705	-4.66892
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-19.5506	-4.48263
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-20.9133	-4.48263
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-19.7127	-4.48263
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-22.1452	-4.48263
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-21.0103	-4.48263
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-17.9537	-3.97793
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-17.9403	-3.97793
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-16.4942	-3.97793
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-17.2213	-3.97793
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-17.9024	-3.95192

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: -16.9054	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -18.4978	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -20.3066	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -17.9206	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -19.4503	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -21.4462	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -21.5925	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -22.1805	-3.95192
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -18.7551	-3.95192

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

Vs (m/s): 323 351 572 639
Poisson: 0.3 0.3 0.3 0.3
Thickness (m): 4.5 2.8 8.9

Number of models considered to calculate the average model: 3

```
#####  
RESULTS winMASW Pro  
#####
```

Dataset: 10.sgy
Analyzed curve: 10pick.cdp

MEAN MODEL

VS (m/s): 324 349 578 639
Standard deviations (m/s): 2 3 12 0

Thickness (m): 4.6 2.8 9.3
Standard deviations (m): 0.1 0.0 0.4

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):	606	653	1081	1195
Density (gr/cm3):	1.93	1.95	2.07	2.10
Vp/Vs ratio:	1.87	1.87	1.87	1.87
Poisson:	0.30	0.30	0.30	0.30
Young modulus (MPa):	527	618	1800	2226
Sjear modulus (MPa):	203	238	693	856
Lamé (MPa):	304	357	1037	1282
Bulk modulus (MPa):	439	515	1499	1853

Fundamental mode

Mean model
f(Hz) VR(m/s)
7.08438 538.003

14.4594	465.0583
20.2365	378.9353
26.3823	331.3798
32.774	314.4486
39.2885	307.526
47.8927	303.6705

BEST MODEL

Vs (m/s):	322.9018	350.6624	571.713	639.0496
thickness (m):	4.5411	2.7955	8.9387	

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):	604	656	1070	1196
Density (gr/cm3):	1.93	1.95	2.07	2.10
Vp/Vs ratio:	1.87	1.87	1.87	1.87
Poisson:	0.30	0.30	0.30	0.30
Young modulus (MPa):	524	625	1761	2227
Shear modulus (MPa):	202	240	677	856
Lamé (MPa):	302	359	1016	1287
Bulk modulus (MPa):	436	519	1467	1858

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
7.08438	537.9144
14.4594	464.8983
20.2365	380.4534
26.3823	332.1273
32.774	314.4547
39.2885	307.1277
47.8927	302.9884

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 326 m/s

VS5 (best model): 325 m/s

VS20 (mean model): 460 m/s

VS20 (best model): 460 m/s

VS30 (mean model): 507 m/s

VS30 (best model): 507 m/s

Possible Soil Type: B
(based on the mean model)

www.eliosoft.it Surface Wave Analysis
via MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

www.eliosoft.it