



COMUNE DI QUARRATA

Via Vittorio Veneto, 2 - 51039 Quarrata (PT) - C F e P. IVA: 00146470471
Tel. 0573 7710 - Fax 0573 775053 - PEC: comune.quarrata@postacert.toscana.it

LAVORI DI "RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO SPORTIVO SUSSIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE "F. Raciti" DI QUARRATA, CON REALIZZAZIONE DI NUOVI SPOGLIATOI E DI NUOVO MANTO IN ERBA SINTETICA

ARCHITETTONICO

Stato
di Progetto

**Tavola
M**

Scala 1/100

R.U.P.

Arch. Francesco Tronci



Progetto Architettonico

Dr. Arch. PAOLO PETTENE
Dr. Arch. MARCO BIAGINI

Progetto Strutture

Dr. Ing. SARA MONTI

Progetto Impianti

Dr. Ing. MARCO MEONI
P.I. GIOVANNI MARTINI

Coordinamento della Sicurezza

Dr. Ing. ELENA DUCCI

Studi Geologici

Dr. Geol. GADDO MANNORI

PROGETTO ESECUTIVO

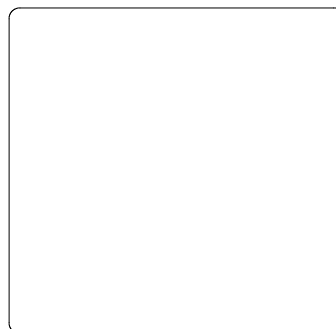
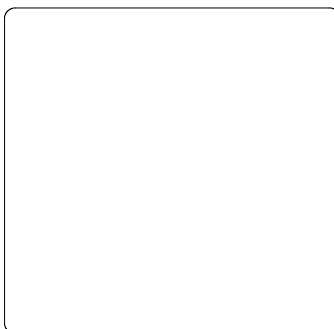
TIPO DI ELABORATO **RELAZIONE GEOLOGICA**

ARCH. P. PETTENE & PARTNERS

Dott. Arch. Marco Biagini

D-SIDE STUDIO ASSOCIATI

MANNORI & ASSOCIATI



**R.T.I.
MAGIA 2022
costituito da:**

ARCHITETTO PAOLO PETTENE & PARTNERS S.T.P. S.R.L. (mandataria),
ARCH. MARCO BIAGINI (mandante),
D SIDE STUDIO Elena Ducci, Sara Monti, Marco Meoni Ingegneri e Giovanni Martini
Perito Industriale Associati (mandante),
MANNORI & ASSOCIATI Geologia Tecnica (mandante)

n° commessa

Responsabile progetto

Arch. PAOLO PETTENE

REV.

00

Redatto

data

02.05.2023

data

note



Intervento finanziato dall'Unione Europea - NEXT Generation EU

**Finanziato
dall'Unione europea**

A05 – RELAZIONE GEOLOGICA

**RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE
“F. RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA**

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular blue ink stamp is visible, containing the text "ISTITUTO GEOLOGICO DELLA PROV. DI PISTOIA" around the perimeter and "GADDO MANNORI" in the center. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in dark ink, which appears to be "Gaddo".

**Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it**

1 – PREMESSA

La presente relazione riporta i risultati di un'indagine geologica, geotecnica e sismica eseguita nell'ambito del progetto di riqualificazione e ristrutturazione del campo sportivo sussidiario dello stadio comunale F. Raciti, in via Carlo Giacomelli, nel Comune di Quarrata. In particolare, il progetto prevede la ristrutturazione del campo sportivo con realizzazione del manto erboso e nuovi sistemi di illuminazione; il nuovo impianto di illuminazione sarà costituito da n. 4 torri faro a piattaforma fissa di altezza pari a 20 m. Nel lotto di terreno adiacente al campo verranno realizzati nuovi spogliatoi con parcheggi annessi.

Per i dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

L'ubicazione dell'area di intervento è riportata, a diverse scale, nelle Figure 1 e 2 in Appendice.

Gli spogliatoi in progetto sono caratterizzati da un volume di circa 370 mc, per cui l'intervento ricade in **Classe di Indagine 2** ai sensi del D.P.G.R. 1/R/2022.

Gli scopi dell'indagine sono stati la valutazione delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geomorfologiche dell'area, nonché l'acquisizione degli elementi necessari per la caratterizzazione geotecnica e sismica del sottosuolo.

Per la modellazione geologica, geotecnica e sismica sono state eseguite nell'area di intervento le seguenti indagini:

- n. 5 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di un campione indisturbato di terreno e n. 2 prove SPT;
- n. 1 prove di laboratorio geotecnico;
- n. 1 indagine sismica a rifrazione in onde P/SH.

2 – DESCRIZIONE DEI LUOGHI

2.1 – Morfologia

L'area di studio si trova lungo la fascia di raccordo fra la zona collinare e le aree di pianura del Comune di Quarrata, ad una quota di 52.5 m s.l.m. e presenta una lieve pendenza verso NNE.

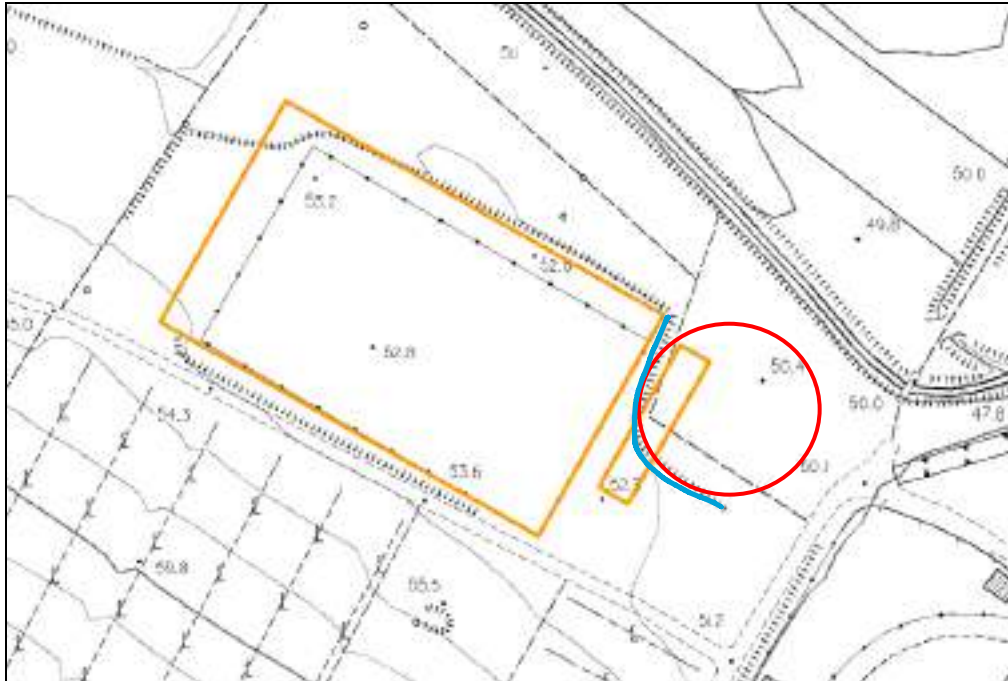
La zona è stata oggetto nel tempo di modifiche morfologiche, in particolare di attività di riempimento e livellamento del suolo. La parte settentrionale dell'area dove verranno realizzati i nuovi spogliatoi, messa in evidenza nelle immagini sotto riportate, è stata topograficamente rialzata ed allo stato attuale si trova a circa 2.0 m al di sopra la quota della viabilità di collegamento con il centro cittadino.



Estratto delle ortofoto dell'area di studio con indicazione delle opere in progetto: a sinistra del 1996 ed a destra del 2010. Allo stato attuale l'area evidenziata in rosso risulta rialzata.

Si riporta di seguito un estratto della carta tecnica regionale in scala 1:2.000 dell'area di studio; i punti quotati nella CTR2k sono antecedenti alle modifiche morfologiche di livellamento del suolo che sono state realizzate nell'area entro il 2010, come ricavabile dalle immagini aeree storiche disponibili.

In sintesi, la zona precedentemente ribassata è allo stato attuale alla stessa quota del campo sportivo esistente.



Estratto della CTR2k dell'area di studio: allo stato attuale la scarpata indicata in celeste non è presente e l'area evidenziata è stata rialzata di circa 2.0 m e risulta alla stessa quota della zona immediatamente a sud della scarpata stessa.

2.2 – Litologia

Dalla Carta geologica allegata al vigente Piano Strutturale del Comune di Quarrata, il cui estratto è riportato in Figura 3, si osserva che nella zona di interesse affiorano terreni alluvionali costituiti prevalentemente da limi ed argille e depositi eluvio-colluviali costituiti da materiali eterogenei derivanti dall'alterazione del substrato roccioso sottostante; tali depositi, come indicato dagli studi di Microzonazione Sismica, presentano uno spessore variabile fra 2.0 e 12.0 metri.

Il substrato roccioso sottostante è costituito da argilliti e siltiti grigio-scure appartenenti alla Formazione di Sillano.

2.3 – Idrografia ed idrogeologia

Le acque superficiali sono a carico di due fosse interpoderali presenti sui lati nord e sud del campo sportivo esistente che convogliano le acque nel Fosso Farnio o di

Falcereto che scorre circa 30 m a nord dell'area di studio.

Per quanto riguarda le acque di sottosuolo, con l'esecuzione della campagna geognostica è stato installato un piezometro in corrispondenza di una prova penetrometrica: è stata realizzata una misura piezometrica in data 30/11/2022 che ha fornito un livello di falda pari a 1.65 m dal p.c.

Per quanto riguarda la presenza di falde acquifere all'interno del substrato roccioso, la loro formazione è possibile ad elevate profondità in coincidenza di livelli intensamente fratturati.

3 – SITUAZIONE VINCOLISTICA

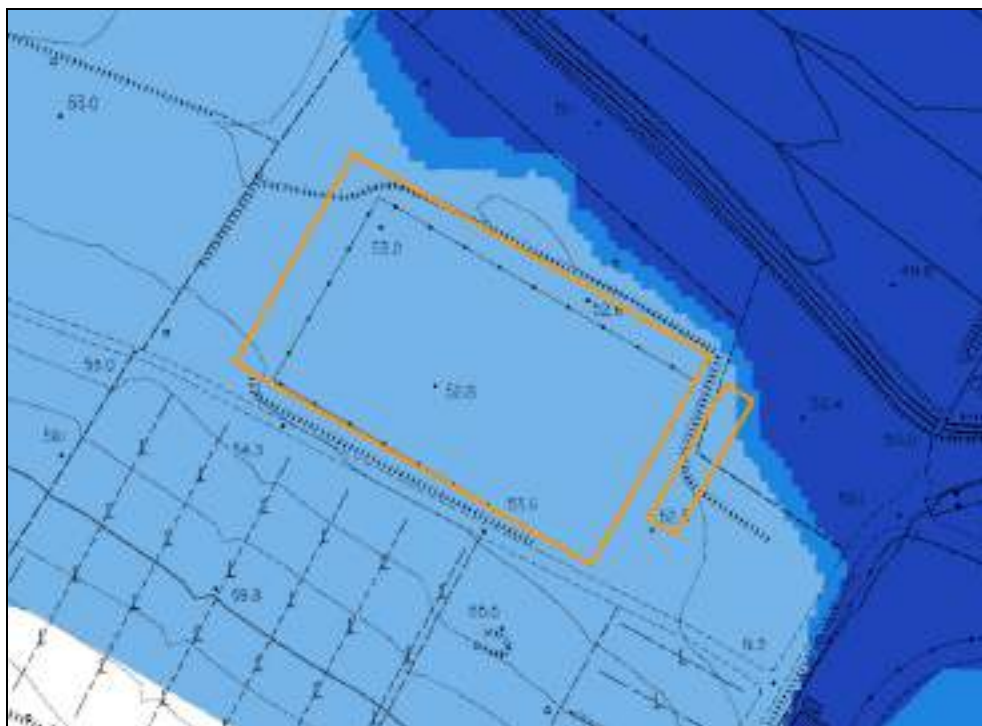
Si riporta di seguito l'analisi dei vincoli di carattere geologico, idraulico e sismico che interessano l'area in esame ai sensi degli strumenti urbanistici vigenti e della normativa sovracomunale emanata dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale.

PS/PO	Pericolosità geologica	G2 – Pericolosità geologica media
	Pericolosità idraulica	I2 – Pericolosità idraulica media
	Pericolosità sismica	S3 – Pericolosità sismica locale elevata
	Fattibilità geologica	F2.1g – Fattibilità geologica con normali vincoli
	Fattibilità idraulica	F2i – Fattibilità idraulica con normali vincoli
	Fattibilità sismica	F2s – Fattibilità sismica con normali vincoli
PAI PGRA	PGRA Idraulica	P1 – Pericolosità idraulica bassa P2 – Pericolosità idraulica media
	PAI Frane	Non classificata

Per quanto riguarda le fattibilità geologica, idraulica e sismica, per il presente studio sono state realizzate opportune indagini geognostiche nel rispetto della normativa di riferimento (NTC 2018 e D.P.G.R. 1/R/2022), per cui gli interventi in progetto sono fattibili ai sensi delle NTA del RU vigente.

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione del suolo, le opere in progetto presentano una superficie inferiore a 500 mq, per cui ai sensi dell'art. 152 delle NTA del RU vigente, gli interventi sono fattibili senza la necessità di realizzare impianti per il deflusso delle acque superficiali.

Per quanto riguarda la zonazione del rischio idraulico dell'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, la zona rientra prevalentemente in pericolosità bassa P1 del PGRA; come si può osservare dall'estratto posto di seguito, solo una minima parte dell'area su cui verranno realizzati i nuovi spogliatoi ricade in pericolosità media P2.



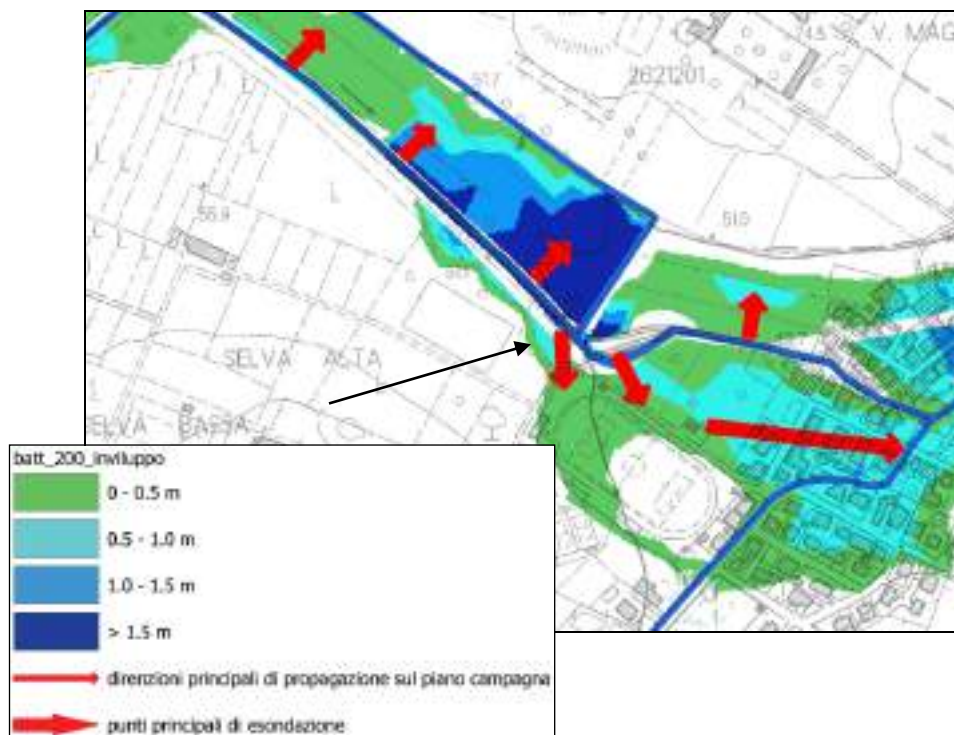
Estratto del Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Nell'area di studio non è inoltre presente la distribuzione dei battenti.



*Estratto della distribuzione dei battenti
 (Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale)*

La Carta dei battenti per Tr200 anni allegata al PO vigente, di cui di seguito si riporta un estratto, indica un battente compreso fra 0.0-0.5 m per una modesta porzione dell'area di studio, coincidente con la fascia che rientra in pericolosità media P2 del PGRA.



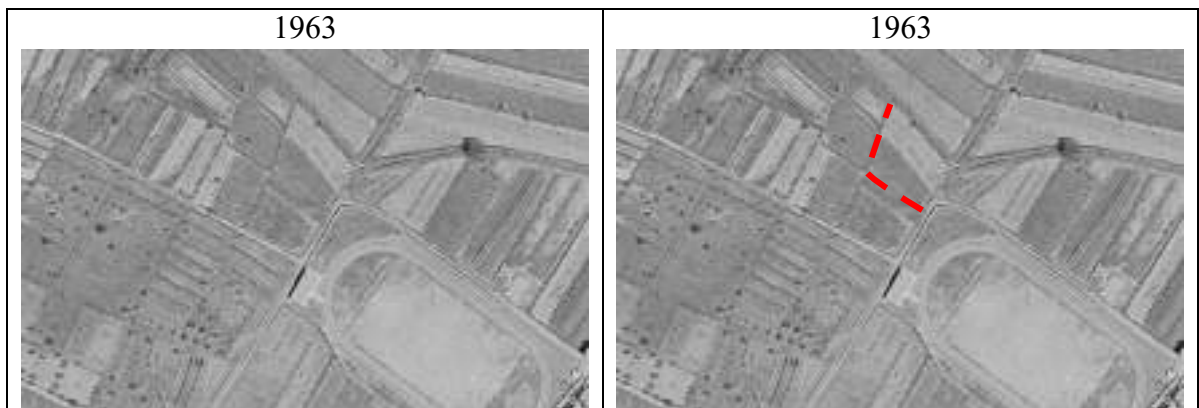
Estratto della Carta dei battenti Tr200 anni allegata al PO vigente

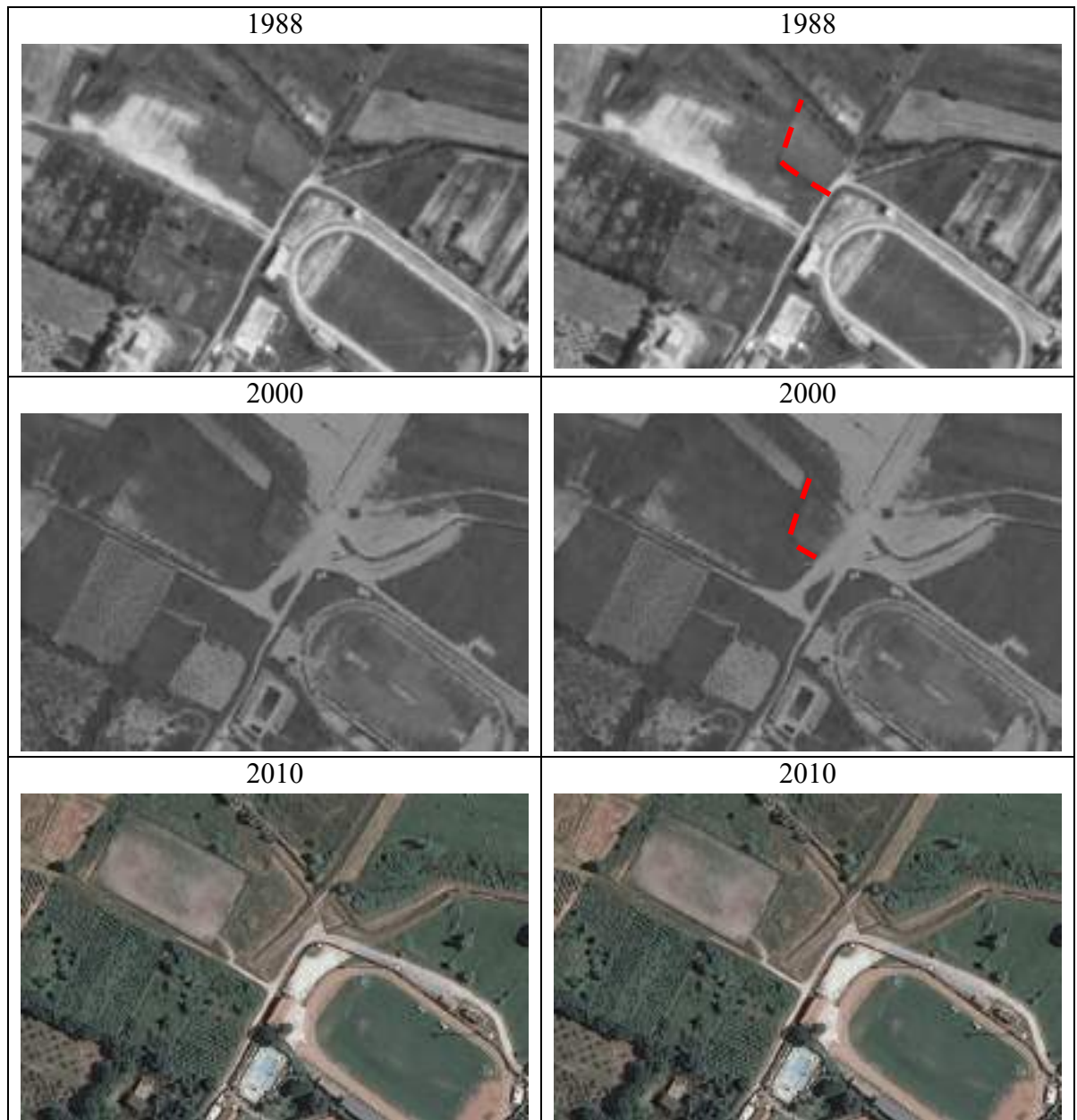
L'area di studio non presenta copertura LiDAR 1m×1m, per cui la definizione della distribuzione dei battenti presenti nella Carta dei battenti Tr200 anni allegata al PO vigente, è stata realizzata in base ai punti quotati della CTR2k; questa non risulta aggiornata rispetto alle variazioni morfologiche che hanno interessato la zona negli ultimi 20-30 anni. Allo stato attuale l'area, che ricade in pericolosità media P2 del PGRA, risulta rialzata di circa 2.0 m rispetto alla quota della viabilità. Si osserva:

- l'assenza della copertura LiDAR ha comportato una errata definizione della ricostruzione del modello digitale del terreno;
- la zona in questione è attualmente rialzata di circa 2 m rispetto alla morfologia preesistente. I punti quotati della CTR2k indicavano infatti quota 52.7 m s.l.m. nella parte in piano con il campo sportivo e 50.4 m s.l.m. nella zona ribassata (vedi Figura 2). Quest'ultima si trova oggi alla stessa quota del campo sportivo;
- il rialzamento della zona (circa 2 m) è ampiamente superiore al battente previsto (0-0.5 m).

È pertanto evidente che la zona non risulta allagabile ed è in sicurezza idraulica; gli interventi sono quindi fattibili senza attuare alcun intervento di mitigazione previsto dalla L.R. 41/2018.

Si riportano di seguito alcune ortofoto/immagini satellitari che evidenziano la variazione morfologica degli ultimi anni.





*Ortofoto/immagini satellitari dell'area di studio
In rosso la scarpata morfologica*

Dalle immagini sopra riportate si nota che il rialzamento è stato eseguito in almeno due fasi: tra il 1988 ed il 2000 è stata rialzata la porzione occidentale mentre il completamento dell'intervento è stato realizzato prima dell'anno 2010.

4 – INDAGINI DI SOTTOSUOLO

Per la ricostruzione del sottosuolo e l'attribuzione dei parametri geotecnici e sismici sono state eseguite le seguenti indagini nell'area di intervento:

- n. 5 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di un campione indisturbato di terreno e n. 2 prove SPT;
- prove di laboratorio geotecnico;
- n. 1 indagine sismica a rifrazione in onde P/SH.

L'ubicazione delle indagini è indicata in Figura 4 mentre i dati sono allegati in Appendice.

4.1 – Prove penetrometriche statiche CPT

Nei giorni 15 e 18 novembre 2022, all'interno dell'area di studio, sono state realizzate n. 5 prove penetrometriche statiche, che al massimo hanno raggiunto i 9.0 m di profondità.

La prova penetrometrica statica consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa nel terreno ad una velocità costante di 2 cm/sec mediante una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta stessa.

L'attrezzatura utilizzata è Pagani da 10/20t con le seguenti caratteristiche:

caratteristiche della punta

angolo al vertice 60°
diametro 35,7 mm
sezione 10 cmq

caratteristiche del manicotto

superficie 150 cmq
rilevamento delle resistenze ogni 20 cm

Agendo separatamente sulla punta, sulla punta più il manicotto e sull'insieme di aste, è possibile misurare, ogni 20 cm di approfondimento, la resistenza sia all'avanzamento della sola punta (Q_c) che all'avanzamento della punta più la resistenza per attrito laterale sul manicotto (f_s).

Attraverso le correlazioni empiriche proposte dai vari ricercatori, per mezzo dei valori di Q_c e del rapporto Q_c/f_s , è possibile definire la tipologia dei terreni del sottosuolo e stimare il valore dei principali parametri che caratterizzano i terreni dal punto di vista geotecnico.

Dall'analisi dei dati è stato possibile ricostruire le seguenti stratigrafie (si riporta per ogni livello il valore di $Q_{c\text{ medio}}$):

CPT1

- 0.0 – 1.8 m: terreni rimaneggiati e/o riporto ($Q_{c\text{ medio}} = 19 \text{ kg/cmq}$);
- 2.0 – 2.4 m: livello di alterazione del substrato roccioso ($Q_{c\text{ medio}} = 97 \text{ kg/cmq}$).

CPT2

- 0.0 – 0.6 m: terreni rimaneggiati e/o riporto ($Q_{c\text{ medio}} = 12 \text{ kg/cmq}$);
- 0.6 – 1.8 m: limi argillosi ($Q_{c\text{ medio}} = 21 \text{ kg/cmq}$);
- 1.8 – 3.4 m: livello di alterazione del substrato roccioso ($Q_{c\text{ medio}} = 72 \text{ kg/cmq}$).

CPT3

- 0.0 – 1.4 m: terreni rimaneggiati e/o riporto ($Q_{c\text{ medio}} = 7 \text{ kg/cmq}$);
- 1.4 – 8.6 m: limi argillosi consistenti con inclusi ($Q_{c\text{ medio}} = 31 \text{ kg/cmq}$);
- 8.6 – 9.0 m: livello di alterazione del substrato roccioso ($Q_{c\text{ medio}} = 200 \text{ kg/cmq}$).

CPT4

- 0.0 – 1.2 m: terreni rimaneggiati e/o riporto ($Q_{c\text{ medio}} = 8 \text{ kg/cmq}$);
- 1.2 – 7.4 m: limi argillosi consistenti con inclusi ($Q_{c\text{ medio}} = 29 \text{ kg/cmq}$);
- 7.4 – 7.8 m: livello di alterazione del substrato roccioso ($Q_{c\text{ medio}} = 139 \text{ kg/cmq}$).

CPT5

- 0.0 – 1.2 m: terreni rimaneggiati e/o riporto ($Q_{c\text{ medio}} = 61 \text{ kg/cmq}$);
- 1.2 – 7.4 m: limi argillosi consistenti con inclusi ($Q_{c\text{ medio}} = 44 \text{ kg/cmq}$);
- 7.4 – 7.8 m: livello di alterazione del substrato roccioso ($Q_{c\text{ medio}} = 149 \text{ kg/cmq}$).

La prova penetrometrica CPT3 è stata attrezzata a piezometro. La misura piezometrica in data 30/11/2022 ha fornito un livello di falda pari a 1.65 m dal p.c.

4.2 – Sondaggio a carotaggio continuo

Il giorno 21 novembre 2022 è stato realizzato, all'interno dell'area di studio, un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 11.2 m dal piano campagna. In fase di perforazione sono state eseguite n. 2 prove SPT a fondo foro rispettivamente alle profondità di 4.0 m e 6.0 m ed è stato prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno alla profondità di 2.4 m che è successivamente stato sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico.

La colonna stratigrafica e la documentazione fotografica delle cassette catalogatrici sono riportate in Appendice.

Dall'analisi delle carote del sondaggio è stata ricostruita la seguente stratigrafia:

- tra 0.0 m e 2.0 m, terreni di riporto;
- tra 2.0 m e 7.8 m, alternanza fra livelli di limi sabbiosi e livelli di limi argillosi, talora con presenza di inclusi, frazione organica e frustoli carboniosi;
- tra 7.8 m e 10.6 m, livello di alterazione del substrato roccioso;
- 10.6 m e 11.2 m, argilliti e siltiti grigio scuro.

Prove SPT

Le prove SPT hanno fornito i seguenti risultati:

SPT	Profondità	N1	N2	N3	N2+N3
1	4.0 m	6	7	7	14
2	6.0 m	10	8	7	15

4.3 – Prove di laboratorio geotecnico

Sul campione indisturbato prelevato alla profondità di 2.4 – 2.8 m, sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- prova di taglio diretto;
- prova di compressione ad espansione laterale libera.

I risultati delle prove sono riassunti nell'estratto riportato di seguito.

CARATTERISTICHE FISICHE			ANALISI GRANULOMETRICA			COMPRESSIONE		
Umidità naturale	25,3	%	Ghiaia	1,1	%	σ_c	179	kPa
Peso di volume	18,3	kN/m ³	Sabbia	54,5	%	c_u	88	kPa
Peso di volume secco	14,6	kN/m ³	Limo	46,0	%	σ_{lim}		kPa
Peso di volume saturo	19,0	kN/m ³	Argilla	38,4	%	$c_u \text{ lim}$		kPa
Peso specifico	26,5	kN/m ³	D 10	0,000181	mm	TAGLIO DIRETTO		
Indice dei vuoti	0,816		D 50	0,005315	mm			
Porosità	44,9	%	D 80	0,010836	mm	Prova consolidata-lenta		
Grado di saturazione	83,7	%	D 90	0,119104	mm			
			Passante set. 10	98,9	%	c'	15,8	kPa
			Passante set. 42	94,9	%	ϕ'	23,3	°
			Passante set. 200	87,7	%			

I certificati relativi alle indagini di laboratorio sono riportati in Appendice.

4.4 - Indagine sismica a rifrazione in onde P/SH

4.4.1 – Metodologia

La sismica a rifrazione è una metodologia di indagine geofisica che consente di ricostruire l'assetto stratigrafico del sottosuolo in maniera areale, limitando o in alcuni casi escludendo i sondaggi geognostici da effettuare nell'area di studio.

L'indagine consiste nel generare nel terreno un'onda d'urto mediante una sorgente di energia (caduta di una massa o esplosivo) e nel misurare i tempi che impiegano le onde elastiche generate (*onde di compressione o longitudinali "P" e onde di taglio o trasversali* che si propagano lungo il piano orizzontale "*SH*") ad arrivare al gruppo di sensori ("geofoni") disposti lungo un allineamento ("*stendimento sismico*").

Le onde generate si propagano nel sottosuolo sostanzialmente secondo la legge della rifrazione ottica (legge di Snell) per cui, in presenza di due o più strati sovrapposti con densità (e quindi con indice di rifrazione) differente, le onde sismiche si propagano lungo la superficie di separazione degli strati.

La misura delle velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p e V_s) e la conoscenza della distanza sorgente-geofono consente, applicando gli algoritmi ricavati dalle leggi dell'ottica, di risalire agli spessori ed alle caratteristiche elastiche dei vari strati che compongono il sottosuolo. La misura dei tempi di percorrenza tra la sorgente

ed i geofoni è effettuata con un sismografo attraverso il quale si può visualizzare la forma d'onda registrata dai vari geofoni disposti lungo lo stendimento.

I tempi di “primo arrivo” dell'onda sismica misurati alle varie distanze dal punto di energizzazione permettono la costruzione di un grafico Tempi-Distanze sul quale si individuano le velocità apparenti delle onde sismiche che si propagano nei vari strati (“*dromòcrone*”). Occorre puntualizzare che il metodo sismico a rifrazione ha alcune limitazioni; in particolare si ricorda che le metodologie di interpretazione dei dati attraverso le leggi dell'ottica funzionano correttamente soltanto se la velocità delle onde sismiche degli strati aumenta progressivamente con la profondità. Si ricorda inoltre che l'interpretazione sismostratigrafica che può essere fatta per uno strato caratterizzato da una determinata velocità delle onde sismiche può non essere univoca. In altre parole, una determinata velocità delle onde sismiche misurata per uno strato può essere associata a più litologie differenti dipendendo essa da molteplici variabili spesso non valutabili con le sole indagini geofisiche (grado di alterazione, compattazione, presenza della falda idrica, ecc.). Per questo motivo è opportuno ricordare che le indagini geofisiche devono essere sempre accompagnate da indagini dirette (di superficie e/o di sottosuolo).

4.4.2 – Strumentazione utilizzata

Il lavoro è stato eseguito con un sismografo GEODE della Geometrics che ha le seguenti caratteristiche: 24 canali di acquisizione; 24 bit di risoluzione di acquisizione; 1.75-20000 Hz di larghezza della banda di ingresso; 0.02-16 ms di intervallo di campionamento; 144 dB di range dinamico di sistema; 16.000 campioni per traccia.

Per la ricezione delle onde sono stati utilizzati n. 24 geofoni Mark Products (PASI) con frequenza naturale di 10 Hz per quelle longitudinali e di 4.5 Hz per quelle trasversali.

Per generare le onde P è stato energizzato verticalmente il terreno mediante una piastra di battuta in metallo “AluFer” ed una mazza da 9 kg; per le onde SH è stata battuta, con la stessa mazza da 9 kg, la piastra in metallo inserita di taglio in uno scavo appositamente realizzato in modo da produrre delle vibrazioni perpendicolari alla

direzione di propagazione delle onde P e polarizzate sul piano orizzontale. Per le registrazioni delle onde SH è stata utilizzata la metodologia classica, che consiste nell'eseguire la differenza tra un ugual numero di battute a destra ed a sinistra dello scavo in modo da esaltare le onde SH ed abbattere le eventuali onde P spurie.

Per l'elaborazione dei dati rilevati in campagna è stato utilizzato il programma "Winsism 12" che permette l'utilizzo di diversi metodi di interpretazione (intercette, GRM, Delay Time).

4.4.3 – Prospezioni eseguite

Il giorno 30 novembre 2022 è stato eseguito un profilo sismico della lunghezza di 84 metri all'interno del lotto oggetto di intervento; sono state registrate prima le onde SH e successivamente, sostituendo i geofoni, le onde P.

Nella tabella che segue sono riassunte le principali caratteristiche geometriche del profilo.

Lunghezza (metri)	Scoppio estremo A	Scoppio intermedio lato A	Scoppio centrale	Scoppio intermedio lato B	Scoppio estremo B	Dist. fra geofoni	N. geofoni
84	0	21	42	63	84	3.5	24

4.4.4 – Analisi dei risultati

Le interpretazioni eseguite per le onde P e per le onde SH hanno fornito ricostruzioni dei profili di velocità sostanzialmente coerenti fra di loro, a meno dell'errore insito nel metodo di indagine.

Dall'analisi dei dati è stato possibile individuare tre sismostrati:

- il **primo sismostrato**, compreso tra 2.1 m e 4.6 m dal piano campagna, con spessore crescente in direzione est, è caratterizzato da una Vp di 230 – 290 m/sec e da una Vs di 110 – 150 m/sec. Questo livello è riferibile al livello di terreno agrario superficiale ed ai terreni di riporto. In particolare, la morfologia del sismostrato corrisponde ai terreni di riporto messi in posto per pianeggiare l'area rispetto alla morfologia precedente;

- il **secondo sismostrato**, compreso tra 2.1 – 4.6 m e 6.8 – 11.8 m, anch'esso con spessore crescente verso est, presenta V_p di 1820 m/sec e V_s di 340 m/sec. Il sismostrato è riferibile ai depositi alluvionali ed alluvio colluviali;
- il **terzo sismostrato**, che si spinge fino alla massima profondità raggiunta con l'indagine (circa 28 metri), è caratterizzato da una V_p di 2690 m/sec e da V_s di 940 m/sec. Questo livello è riferibile al substrato roccioso inalterato.

In Appendice sono riportate le dromocrone, la ricostruzione del sottosuolo e la tabella con le velocità e profondità degli strati.

5 – MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Sulla base delle indagini di sottosuolo descritte al capitolo precedente è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo riportato nelle sezioni litologiche delle Figure 5a e 5b, le cui ubicazioni sono riportate in Figura 4.

- **Livello A:** tra 0.0 m e 0.6 – 2.0 m, terreno rimaneggiato e/o di riporto costituito da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi e laterizi;
- **Livello B:** tra 0.6 – 2.0 m e 1.8 – 8.8 m, limi argillosi consistenti, talora con la presenza di inclusi e frustoli carboniosi, colore grigio e marrone;
- **Livello C:** oltre 1.8 – 8.8 m, substrato roccioso costituito da argilliti e siltiti appartenenti dalla Formazione di Sillano con un sottile livello di alterazione superficiale.

La misura piezometrica realizzata in data 30/11/2022 in corrispondenza della prova CPT3 ha fornito un livello di falda pari a 1.65 m dal p.c.; in via cautelativa, si considera che durante il periodo di morbida il livello dell'acqua possa risalire fino a 1.5 m di profondità dal p.c.

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori



Appendice

- Figure del testo
- Prove penetrometriche statiche CPT
- Sondaggio a carotaggio continuo
- Prove di laboratorio geotecnico
- Indagine sismica a rifrazione in onde P/SH

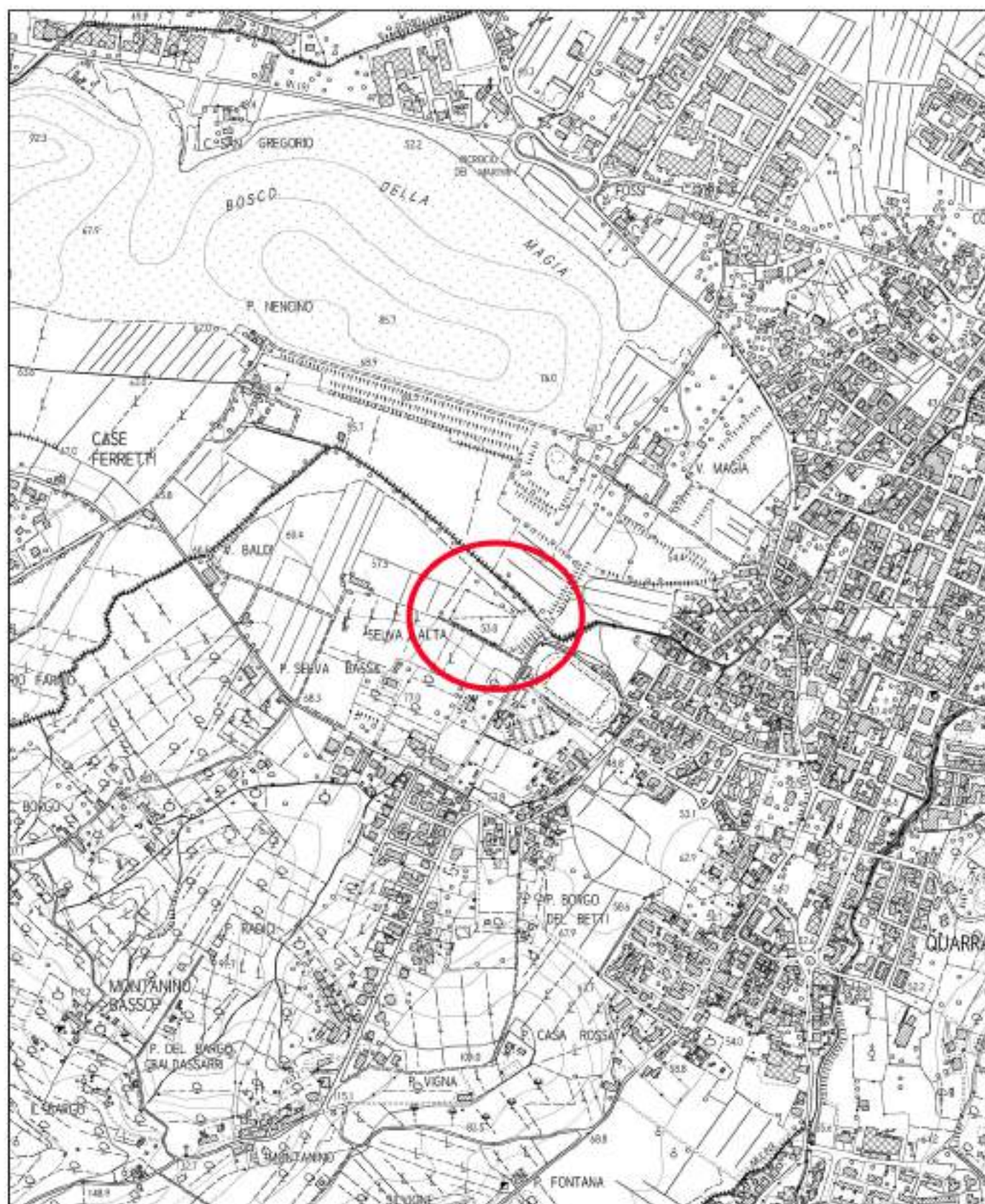


Figura 1
Inquadrimento generale
Scala 1:10.000

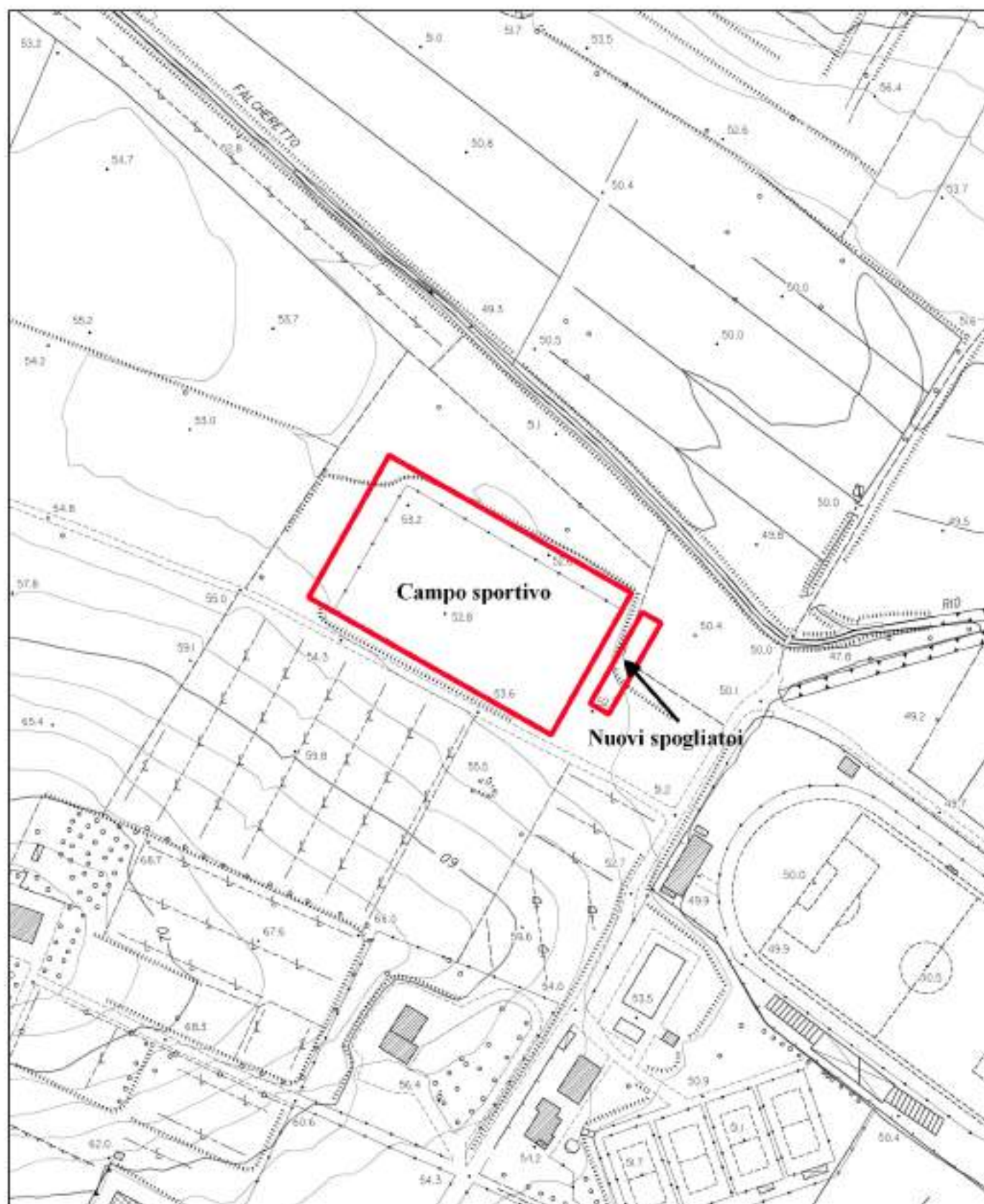
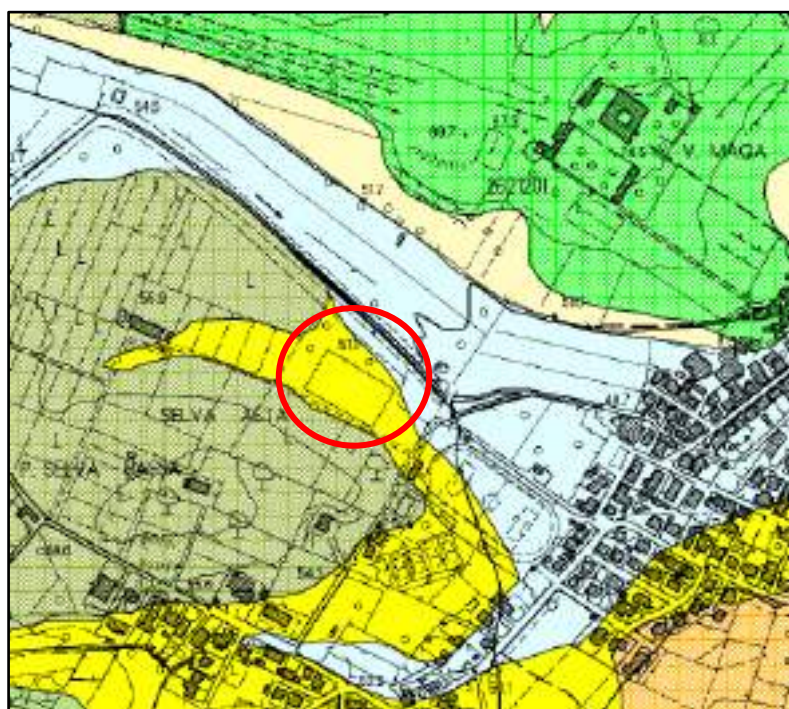


Figura 2
Area di intervento
Scala 1:2.000



Depositi eluvio - colluviali

Materiale eterogeneo ed eterometrico derivante dall'alterazione della roccia del substrato ed accumulato in posto o dopo breve trasporto per gravità



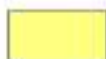
Facies argillosa



Facies sabbiosa

Depositi alluvio - colluviali

Materiale eterogeneo ed eterometrico costituito in parte dall'alterazione della roccia del substrato ed in parte da sabbie e ciottoli alluvionali ed accumulato dopo breve trasporto per gravità o per ruscellamento (Olocene)



Depositi alluvionali recenti

Depositi di origine fluviale costituiti prevalentemente da limi ed argille (Olocene)



Argille e sabbie lacustri

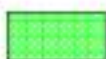
Depositi di origine lacustre costituiti prevalentemente da argille e sabbie (Villafranchiano superiore)



Successione "Ligure"

Formazione di Monte Morello

Calcarei e calcari marnosi talvolta a base calcarenitica intercalati da sottili strati di marne, argilliti calcaree ed argilliti (Eocene inf. - Eocene med./sup.?)



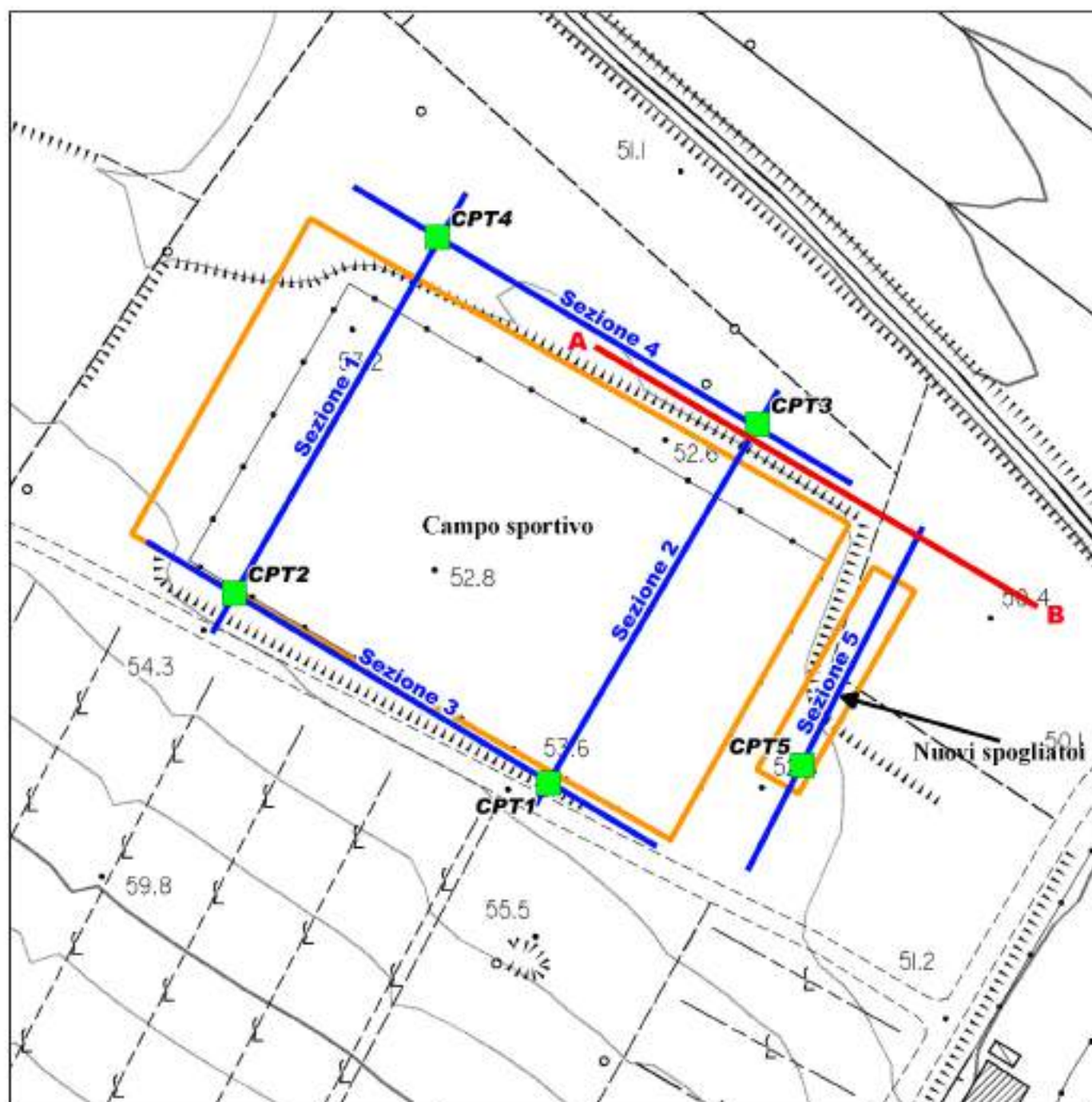
Formazione di Sillano

Argilliti e siltiti di colore grigio scuro con inclusi blocchi di natura calcarea, calcareo marnosa (Cretaceo superiore - Eocene inferiore)



Figura 3

Carta geologica allegata al Piano Strutturale vigente



- Prove penetrometriche statiche CPT
(la prova penetrometrica CPT3 è stata attrezzata a piezometro)
- Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campione indisturbato di terreno
- Indagine sismica a rifrazione in onde P/SH
- Traccia delle sezioni litologiche
- Opere in progetto

Figura 4
Ubicazione delle indagini geognostiche e delle tracce delle sezioni litologiche
Scala 1:1.000

Figura 5a
Sezioni litologiche
Scala 1:400

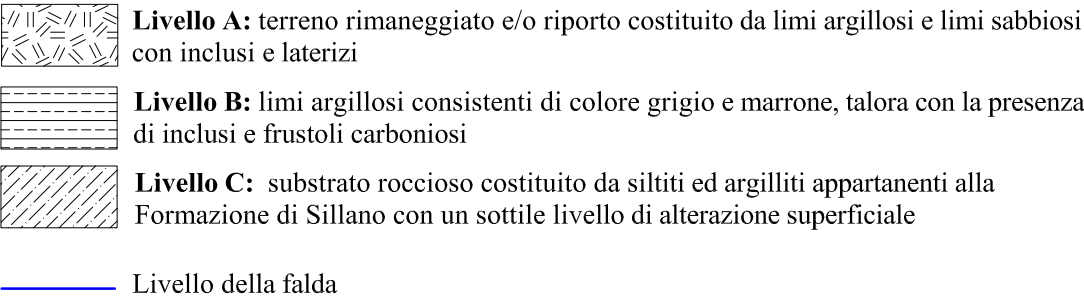
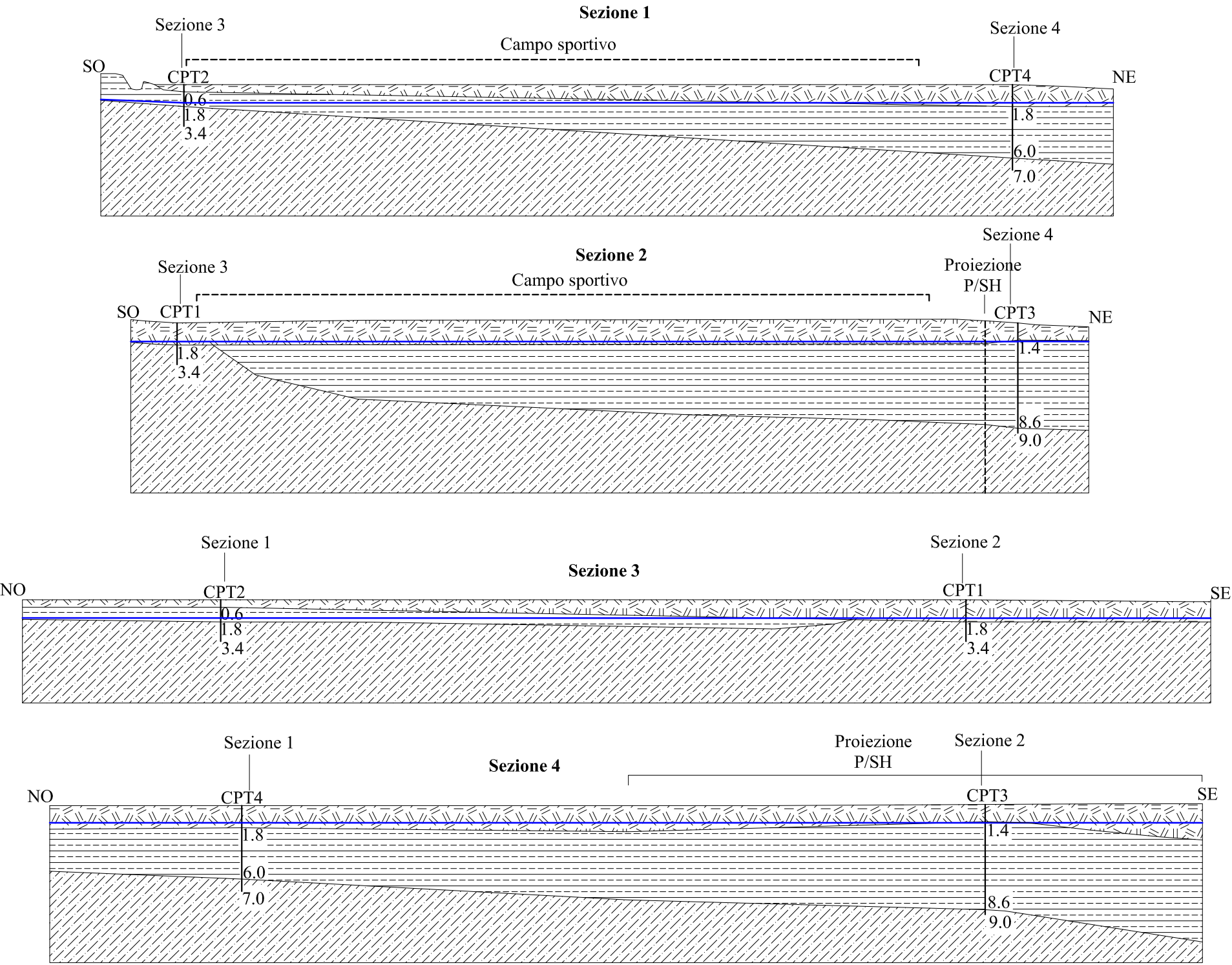
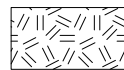
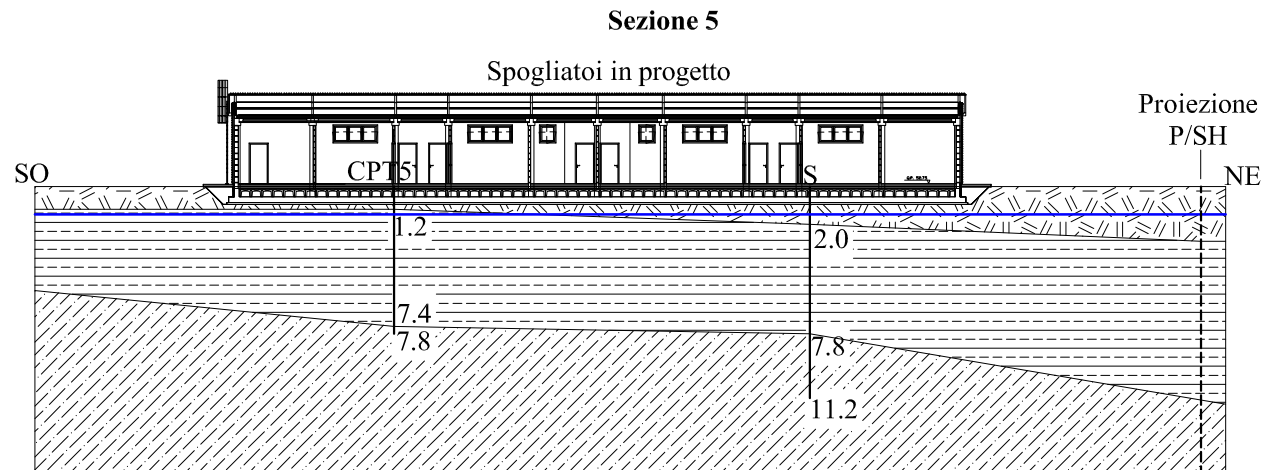


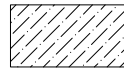
Figura 1b
Sezione litotecnica
Scala 1:400



Livello A: terreno rimaneggiato e/o riporto costituito da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi e laterizi



Livello B: limi argillosi consistenti di colore grigio e marrone, talora con la presenza di inclusi e frustoli carboniosi



Livello C: substrato roccioso costituito da siltiti ed argilliti appartenenti alla Formazione di Sillano con un sottile livello di alterazione superficiale

— Livello della falda

Livello	Peso di volume γ (t/mc)	Tensioni totali		Tensioni efficaci		Modulo edometrico M (kg/cmq)	Modulo elastico E (kg/cmq)
		Angolo di attrito interno ϕ_x (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)	Coesione c' (kg/cmq)		
A	1.8	0	0.4	25	0	35	-
B	1.8	0	1.3	23	0.16	100	-
C	2.2	26	0.1	26	0.1	-	>250

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- 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	----	----	--	0,47	----	2,00	90,0	100,0	90,0	3,13	29,0
0,40	35,0	42,0	35,0	1,07	33,0	2,20	30,0	77,0	30,0	7,07	4,0
0,60	38,0	54,0	38,0	0,60	63,0	2,40	151,0	257,0	151,0	5,53	27,0
0,80	7,0	16,0	7,0	0,87	8,0	2,60	113,0	196,0	113,0	10,20	11,0
1,00	6,0	19,0	6,0	0,47	13,0	2,80	51,0	204,0	51,0	2,73	19,0
1,20	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	3,00	53,0	94,0	53,0	1,93	27,0
1,40	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0	3,20	38,0	67,0	38,0	3,33	11,0
1,60	19,0	29,0	19,0	0,93	20,0	3,40	250,0	300,0	250,0	-----	----
1,80	29,0	43,0	29,0	0,67	43,0						

- 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)

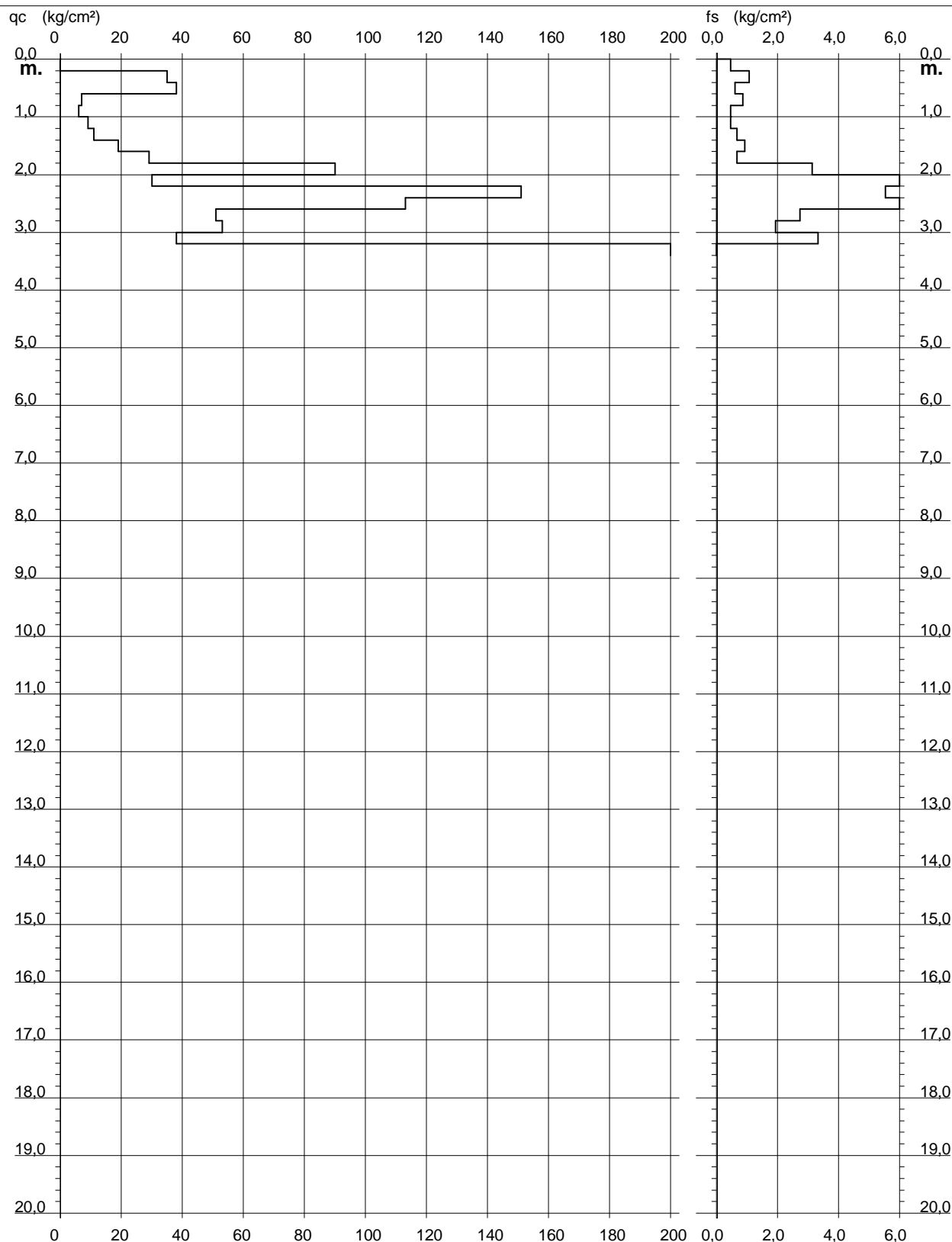
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



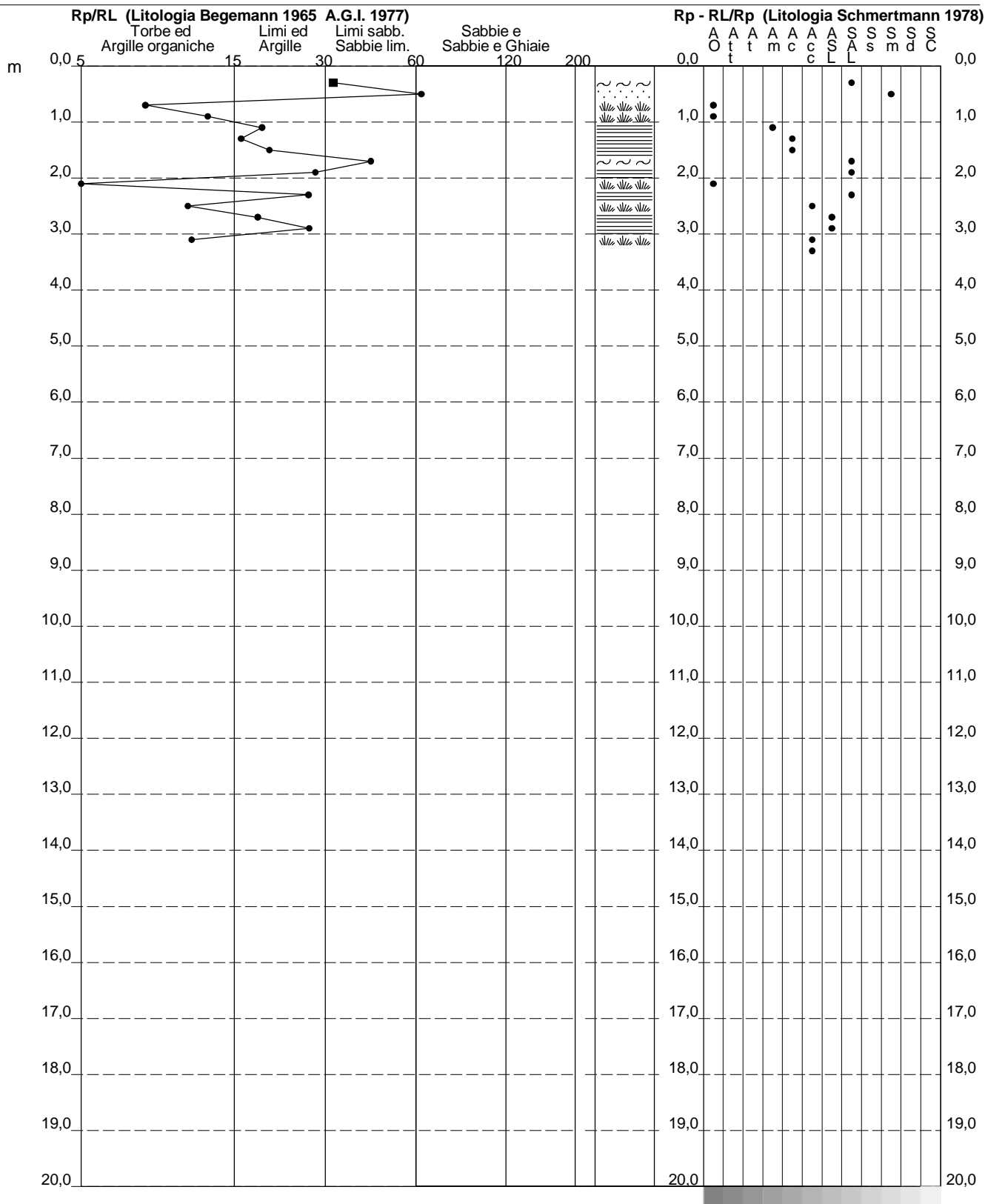
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	35	33	3:~:~	1,85	0,07	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	44	29	0,256	58	88	105
0,60	38	63	3:~:~	1,85	0,11	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	42	30	0,231	63	95	114
0,80	7	8	1***	1,85	0,15	0,35	18,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	6	13	1***	1,85	0,19	0,30	11,5	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	19	2//	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	11	16	2//	1,85	0,26	0,54	15,6	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	19	20	2//	1,85	0,30	0,78	20,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	29	43	3:~:~	1,85	0,33	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87
2,00	90	29	4:~:~	1,85	0,37	3,00	85,9	510	765	270	93	41	42	44	45	41	33	0,232	150	225	270
2,20	30	4	4:~:~	1,85	0,41	1,00	19,3	170	255	90	53	35	38	40	42	35	29	0,111	50	75	90
2,40	151	27	4:~:~	1,85	0,44	5,03	99,9	856	1284	453	100	42	43	45	46	42	36	0,258	252	378	453
2,60	113	11	4:~:~	1,85	0,48	3,77	82,2	640	961	339	94	41	43	44	46	41	34	0,237	188	283	339
2,80	51	19	4:~:~	1,85	0,52	1,70	27,7	289	434	153	65	37	39	41	43	37	31	0,144	85	128	153
3,00	53	27	4:~:~	1,85	0,55	1,77	26,7	300	451	159	65	37	39	41	43	37	31	0,143	88	133	159
3,20	38	11	4:~:~	1,85	0,59	1,27	16,2	215	323	114	52	35	37	40	42	35	30	0,108	63	95	114
3,40	250	--	3:~:~	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	39	0,258	417	625	750

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- 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	----	----	--	1,07	----	2,00	78,0	131,0	78,0	4,47	17,0
0,40	10,0	26,0	10,0	1,60	6,0	2,20	57,0	124,0	57,0	3,67	16,0
0,60	14,0	38,0	14,0	1,00	14,0	2,40	59,0	114,0	59,0	4,33	14,0
0,80	26,0	41,0	26,0	2,07	13,0	2,60	67,0	132,0	67,0	1,13	59,0
1,00	12,0	43,0	12,0	1,67	7,0	2,80	46,0	63,0	46,0	1,13	41,0
1,20	19,0	44,0	19,0	1,87	10,0	3,00	113,0	130,0	113,0	1,60	71,0
1,40	20,0	48,0	20,0	1,93	10,0	3,20	28,0	52,0	28,0	0,07	420,0
1,60	23,0	52,0	23,0	1,93	12,0	3,40	127,0	128,0	127,0	-----	----
1,80	27,0	56,0	27,0	3,53	8,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - 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)

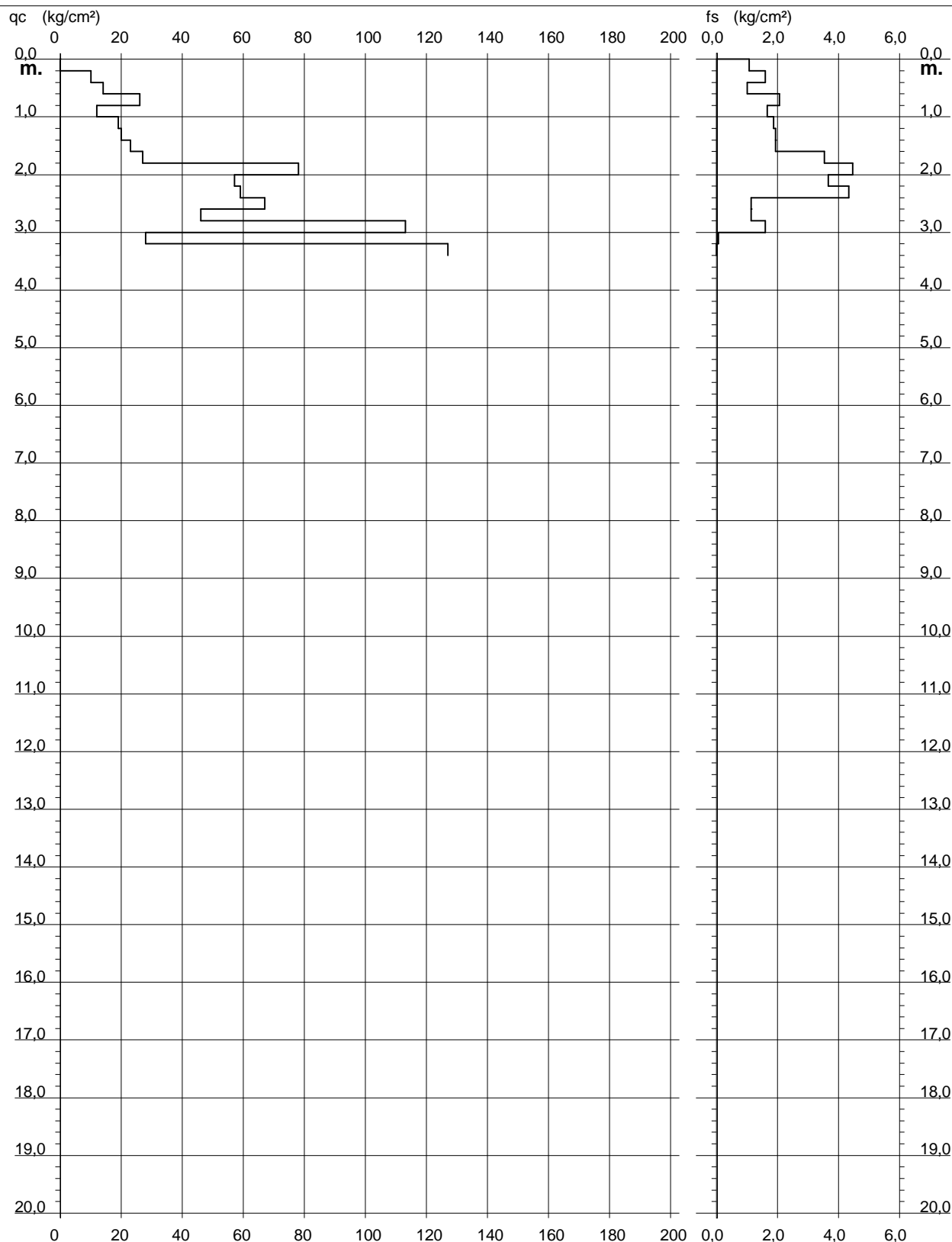
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



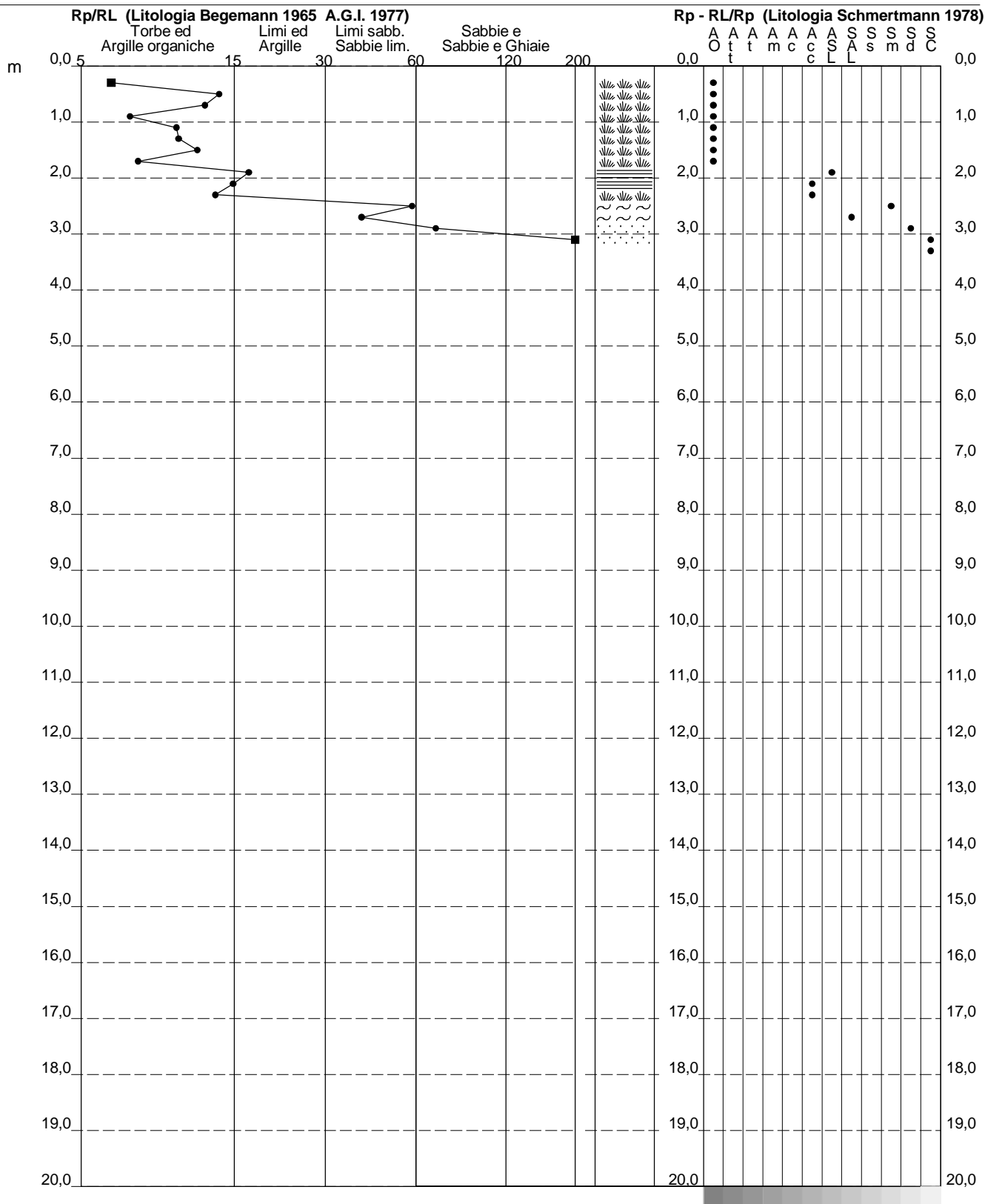
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	10	6	2////	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	14	14	2////	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	26	13	4/-/-	1,85	0,15	0,93	62,3	158	237	78	72	38	40	42	44	40	28	0,166	43	65	78
1,00	12	7	2////	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	19	10	2////	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	20	10	4/-/-	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60
1,60	23	12	4/-/-	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69
1,80	27	8	4/-/-	1,85	0,33	0,95	23,2	161	242	81	54	36	38	40	42	36	28	0,114	45	68	81
2,00	78	17	4/-/-	1,85	0,37	2,60	71,8	442	663	234	68	40	42	43	45	40	33	0,215	130	195	234
2,20	57	16	4/-/-	1,85	0,41	1,90	43,1	323	485	171	75	38	40	42	44	39	31	0,173	95	143	171
2,40	59	14	4/-/-	1,85	0,44	1,97	40,3	334	502	177	74	38	40	42	44	38	32	0,170	98	148	177
2,60	67	59	3:-:-	1,85	0,48	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	39	32	0,178	112	168	201
2,80	46	41	3:-:-	1,85	0,52	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	36	31	0,134	77	115	138
3,00	113	71	3:-:-	1,85	0,55	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	34	0,225	188	283	339
3,20	28	420	3:-:-	1,85	0,59	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	28	0,082	47	70	84
3,40	127	--	3:-:-	1,85	0,63	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	35	0,228	212	318	381

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,20	----	4,80	17,0	30,0	17,0	0,93	18,0
0,40	7,0	10,0	7,0	0,33	21,0	5,00	14,0	28,0	14,0	0,87	16,0
0,60	5,0	10,0	5,0	0,40	12,0	5,20	18,0	31,0	18,0	0,73	25,0
0,80	4,0	10,0	4,0	0,40	10,0	5,40	28,0	39,0	28,0	1,53	18,0
1,00	10,0	16,0	10,0	0,53	19,0	5,60	30,0	53,0	30,0	1,60	19,0
1,20	7,0	15,0	7,0	0,53	13,0	5,80	29,0	53,0	29,0	1,73	17,0
1,40	8,0	16,0	8,0	0,53	15,0	6,00	43,0	69,0	43,0	2,00	22,0
1,60	16,0	24,0	16,0	1,20	13,0	6,20	72,0	102,0	72,0	2,20	33,0
1,80	18,0	36,0	18,0	1,40	13,0	6,40	60,0	93,0	60,0	2,33	26,0
2,00	33,0	54,0	33,0	2,20	15,0	6,60	50,0	85,0	50,0	2,47	20,0
2,20	33,0	66,0	33,0	2,87	12,0	6,80	27,0	64,0	27,0	2,13	13,0
2,40	36,0	79,0	36,0	2,67	13,0	7,00	38,0	70,0	38,0	2,07	18,0
2,60	35,0	75,0	35,0	2,87	12,0	7,20	36,0	67,0	36,0	1,80	20,0
2,80	31,0	74,0	31,0	2,33	13,0	7,40	39,0	66,0	39,0	3,07	13,0
3,00	30,0	65,0	30,0	2,13	14,0	7,60	36,0	82,0	36,0	6,20	6,0
3,20	32,0	64,0	32,0	2,20	15,0	7,80	66,0	159,0	66,0	0,87	76,0
3,40	30,0	63,0	30,0	2,13	14,0	8,00	103,0	116,0	103,0	2,93	35,0
3,60	31,0	63,0	31,0	2,00	16,0	8,20	60,0	104,0	60,0	1,73	35,0
3,80	30,0	60,0	30,0	1,93	16,0	8,40	36,0	62,0	36,0	0,93	39,0
4,00	34,0	63,0	34,0	2,00	17,0	8,60	25,0	39,0	25,0	3,00	8,0
4,20	27,0	57,0	27,0	2,07	13,0	8,80	185,0	230,0	185,0	0,93	198,0
4,40	18,0	49,0	18,0	1,20	15,0	9,00	218,0	232,0	218,0	-----	----
4,60	14,0	32,0	14,0	0,87	16,0						

- 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)

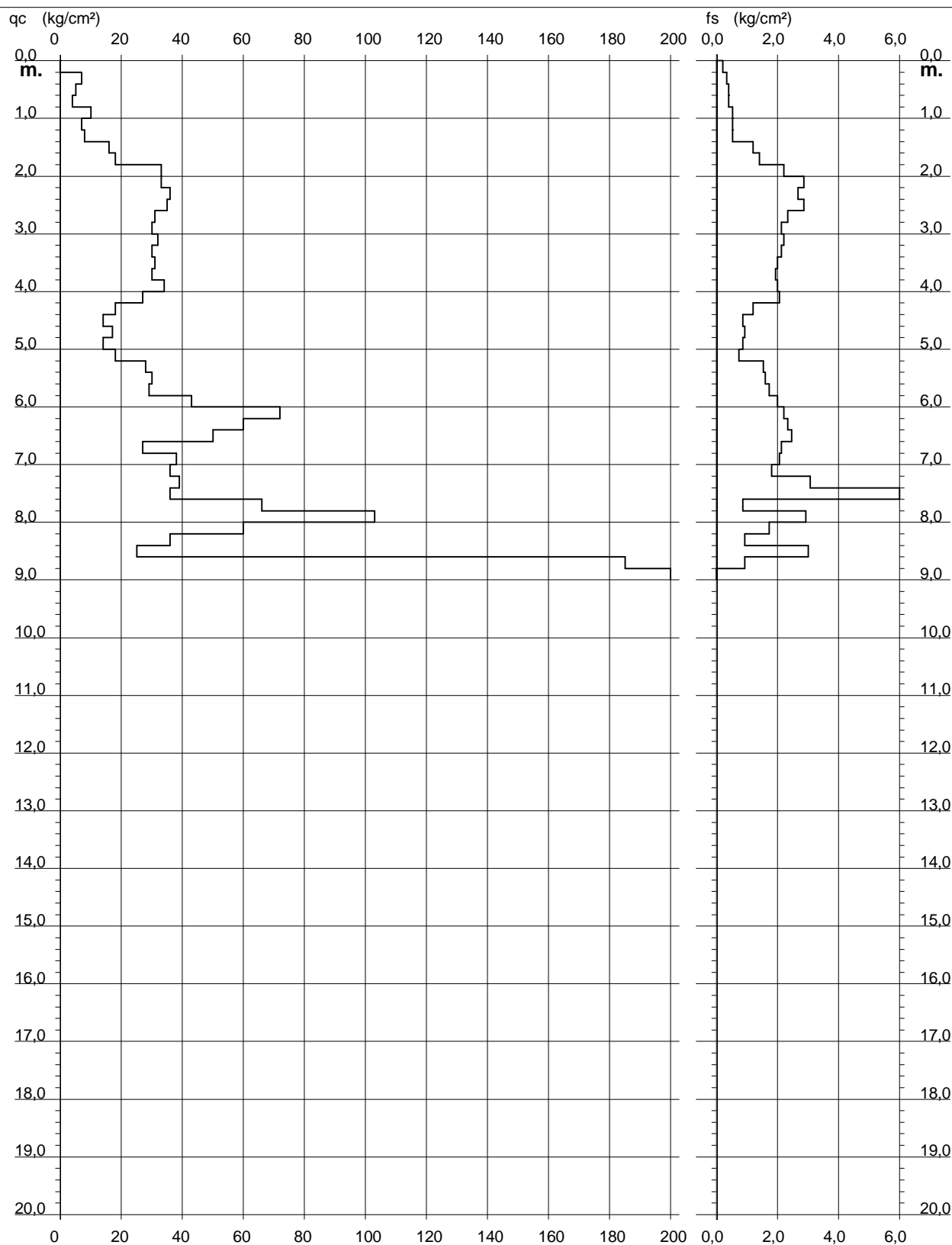
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



CPT 3

2.01PG05-185

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	7	21	2////	1,85	0,07	0,35	43,8	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	5	12	1***	1,85	0,11	0,25	17,3	10	15	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	4	10	1***	1,85	0,15	0,20	9,1	8	13	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	10	19	2////	1,85	0,19	0,50	21,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	7	13	1***	1,85	0,22	0,35	11,1	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	8	15	2////	1,85	0,26	0,40	10,8	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	13	2////	1,85	0,30	0,70	18,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	18	13	2////	1,85	0,33	0,75	17,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	33	15	4:/:	1,85	0,37	1,10	24,5	187	281	99	58	36	38	40	43	36	29	0,125	55	83	99
2,20	33	12	4:/:	1,85	0,41	1,10	21,8	187	281	99	56	36	38	40	42	36	29	0,119	55	83	99
2,40	36	13	4:/:	1,85	0,44	1,20	21,8	204	306	108	57	36	38	40	43	36	30	0,121	60	90	108
2,60	35	12	4:/:	1,85	0,48	1,17	19,0	198	298	105	54	36	38	40	42	35	29	0,114	58	88	105
2,80	31	13	4:/:	1,85	0,52	1,03	14,9	176	264	93	48	35	37	39	42	34	29	0,098	52	78	93
3,00	30	14	4:/:	1,85	0,55	1,00	13,1	170	255	90	45	34	37	39	42	34	29	0,092	50	75	90
3,20	32	15	4:/:	1,85	0,59	1,07	13,1	181	272	96	46	34	37	39	42	34	29	0,093	53	80	96
3,40	30	14	4:/:	1,85	0,63	1,00	11,2	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90
3,60	31	16	4:/:	1,85	0,67	1,03	10,9	176	264	93	42	34	36	39	41	33	29	0,084	52	78	93
3,80	30	16	4:/:	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90
4,00	34	17	4:/:	1,85	0,74	1,13	10,7	193	289	102	42	34	36	39	41	33	29	0,085	57	85	102
4,20	27	13	4:/:	1,85	0,78	0,95	8,0	186	279	81	33	33	35	38	41	31	28	0,064	45	68	81
4,40	18	15	2////	1,85	0,81	0,75	5,7	219	328	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	14	16	2////	1,85	0,85	0,64	4,4	238	356	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	17	18	2////	1,85	0,89	0,72	4,9	246	369	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	16	2////	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	18	25	2////	1,85	0,96	0,75	4,6	268	402	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	28	18	4:/:	1,85	1,00	0,97	6,0	264	396	84	28	32	35	37	40	30	28	0,054	47	70	84
5,60	30	19	4:/:	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90
5,80	29	17	4:/:	1,85	1,07	0,98	5,6	289	434	87	28	32	35	37	40	30	29	0,053	48	73	87
6,00	43	22	4:/:	1,85	1,11	1,43	8,6	263	395	129	40	34	36	39	41	32	30	0,081	72	108	129
6,20	72	33	3:::	1,85	1,15	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	32	0,123	120	180	216
6,40	60	26	4:/:	1,85	1,18	2,00	12,1	340	510	180	50	35	37	40	42	33	32	0,105	100	150	180
6,60	50	20	4:/:	1,85	1,22	1,67	9,3	291	436	150	43	34	36	39	41	32	31	0,088	83	125	150
6,80	27	13	4:/:	1,85	1,26	0,95	4,4	351	527	81	21	31	34	37	40	28	28	0,041	45	68	81
7,00	38	18	4:/:	1,85	1,30	1,27	6,1	341	511	114	32	33	35	38	41	30	30	0,063	63	95	114
7,20	36	20	4:/:	1,85	1,33	1,20	5,5	361	541	108	30	32	35	38	40	30	30	0,058	60	90	108
7,40	37	13	4:/:	1,85	1,37	1,30	5,9	364	547	117	32	32	35	38	41	30	30	0,062	65	98	117
7,60	36	6	4:/:	1,85	1,41	1,20	5,2	386	579	108	29	32	35	37	40	29	30	0,055	60	90	108
7,80	66	76	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,101	110	165	198
8,00	103	35	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	172	258	309
8,20	60	35	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	32	32	0,090	100	150	180
8,40	36	39	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	29	30	0,050	60	90	108
8,60	25	8	4:/:	1,85	1,59	0,91	3,1	440	659	75	13	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75
8,80	185	198	3:::	1,85	1,63	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	37	0,194	308	463	555
9,00	218	--	3:::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	38	38	0,211	363	545	654

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,80	----	3,80	36,0	72,0	36,0	1,73	21,0
0,40	8,0	20,0	8,0	0,40	20,0	4,00	31,0	57,0	31,0	2,07	15,0
0,60	4,0	10,0	4,0	0,40	10,0	4,20	35,0	66,0	35,0	2,07	17,0
0,80	3,0	9,0	3,0	0,47	6,0	4,40	39,0	70,0	39,0	2,60	15,0
1,00	5,0	12,0	5,0	0,67	7,0	4,60	33,0	72,0	33,0	1,93	17,0
1,20	7,0	17,0	7,0	0,67	10,0	4,80	33,0	62,0	33,0	1,87	18,0
1,40	10,0	20,0	10,0	0,87	12,0	5,00	28,0	56,0	28,0	1,93	14,0
1,60	12,0	25,0	12,0	1,27	9,0	5,20	31,0	60,0	31,0	1,67	19,0
1,80	17,0	36,0	17,0	1,60	11,0	5,40	34,0	59,0	34,0	1,87	18,0
2,00	18,0	42,0	18,0	1,13	16,0	5,60	27,0	55,0	27,0	1,53	18,0
2,20	16,0	33,0	16,0	1,47	11,0	5,80	26,0	49,0	26,0	1,33	19,0
2,40	18,0	40,0	18,0	0,93	19,0	6,00	29,0	49,0	29,0	1,27	23,0
2,60	25,0	39,0	25,0	1,40	18,0	6,20	62,0	81,0	62,0	3,40	18,0
2,80	23,0	44,0	23,0	1,33	17,0	6,40	55,0	106,0	55,0	1,93	28,0
3,00	29,0	49,0	29,0	1,67	17,0	6,60	50,0	79,0	50,0	1,20	42,0
3,20	36,0	61,0	36,0	2,20	16,0	6,80	252,0	270,0	252,0	1,73	145,0
3,40	41,0	74,0	41,0	2,67	15,0	7,00	274,0	300,0	274,0	-----	----
3,60	38,0	78,0	38,0	2,40	16,0						

- 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)

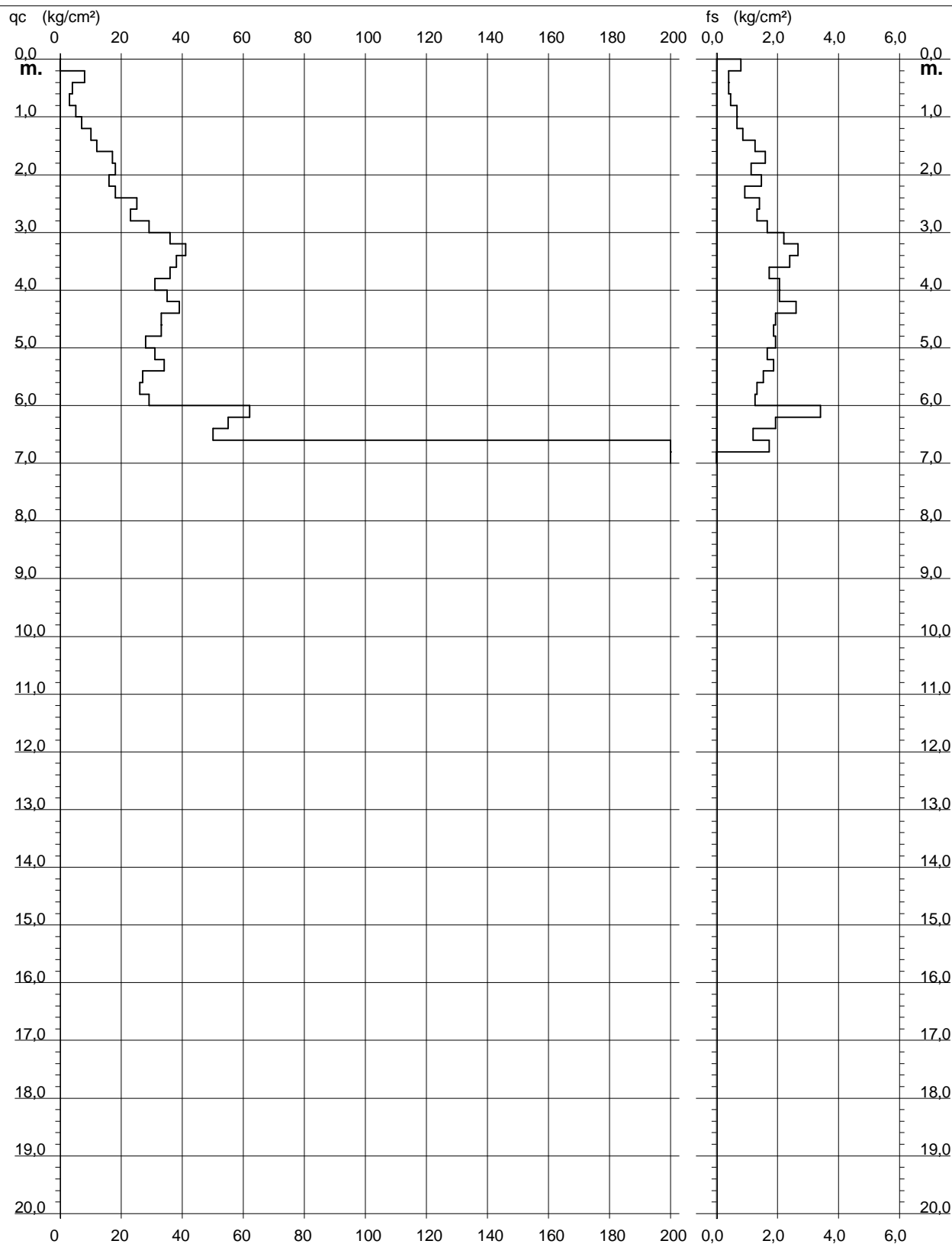
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



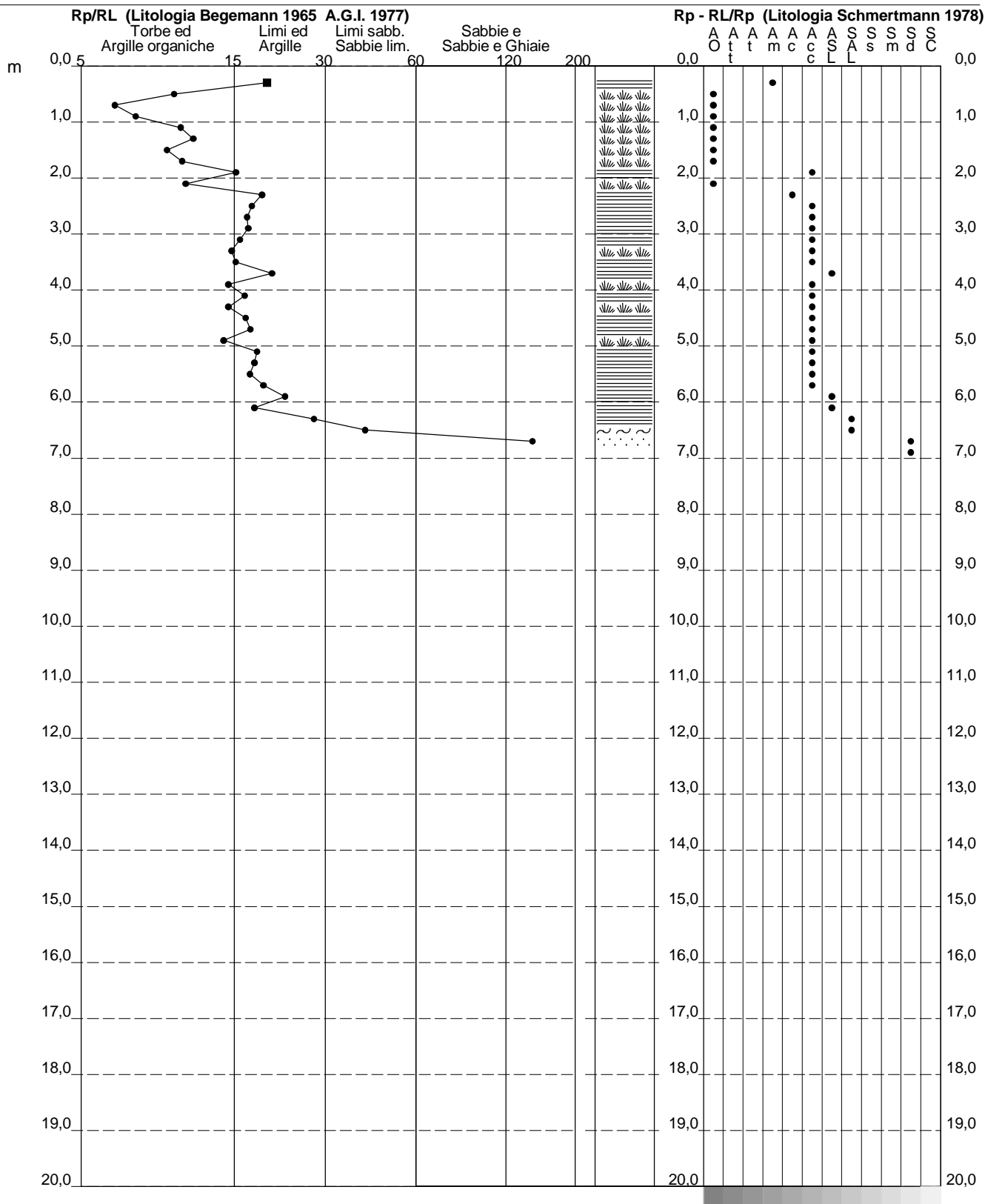
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	8	20	2////	1,85	0,07	0,40	51,7	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	4	10	1***	1,85	0,11	0,20	13,1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	3	6	1***	1,85	0,15	0,15	6,4	8	12	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	5	7	1***	1,85	0,19	0,25	9,1	10	16	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	7	10	1***	1,85	0,22	0,35	11,1	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	10	12	2////	1,85	0,26	0,50	14,3	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	9	2////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	17	11	2////	1,85	0,33	0,72	16,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	18	16	2////	1,85	0,37	0,75	15,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	16	11	2////	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	18	19	2////	1,85	0,44	0,75	12,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	25	18	4:/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75
2,80	23	17	4:/:	1,85	0,52	0,87	12,0	148	221	69	38	33	36	38	41	32	28	0,074	38	58	69
3,00	29	17	4:/:	1,85	0,55	0,98	12,8	167	251	87	44	34	37	39	42	33	29	0,089	48	73	87
3,20	36	16	4:/:	1,85	0,59	1,20	15,2	204	306	108	50	35	37	40	42	34	30	0,103	60	90	108
3,40	41	15	4:/:	1,85	0,63	1,37	16,6	232	349	123	53	35	38	40	42	35	30	0,111	68	103	123
3,60	38	16	4:/:	1,85	0,67	1,27	14,0	215	323	114	49	35	37	39	42	34	30	0,101	63	95	114
3,80	36	21	4:/:	1,85	0,70	1,20	12,2	204	306	108	45	34	37	39	42	33	30	0,093	60	90	108
4,00	31	15	4:/:	1,85	0,74	1,03	9,5	178	267	93	39	33	36	38	41	32	29	0,078	52	78	93
4,20	35	17	4:/:	1,85	0,78	1,17	10,4	198	298	105	42	34	36	39	41	33	29	0,085	58	88	105
4,40	39	15	4:/:	1,85	0,81	1,30	11,3	221	332	117	45	34	37	39	42	33	30	0,091	65	98	117
4,60	33	17	4:/:	1,85	0,85	1,10	8,7	202	302	99	38	33	36	38	41	32	29	0,075	55	83	99
4,80	33	18	4:/:	1,85	0,89	1,10	8,2	212	318	99	37	33	36	38	41	31	29	0,072	55	83	99
5,00	28	14	4:/:	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
5,20	31	19	4:/:	1,85	0,96	1,03	6,9	243	365	93	33	33	35	38	41	31	29	0,063	52	78	93
5,40	34	18	4:/:	1,85	1,00	1,13	7,4	246	369	102	35	33	35	38	41	31	29	0,068	57	85	102
5,60	27	18	4:/:	1,85	1,04	0,95	5,6	279	419	81	26	32	34	37	40	29	28	0,050	45	68	81
5,80	26	19	4:/:	1,85	1,07	0,93	5,2	294	441	78	24	31	34	37	40	29	28	0,046	43	65	78
6,00	29	23	4:/:	1,85	1,11	0,98	5,4	302	453	87	27	32	34	37	40	29	29	0,051	48	73	87
6,20	62	18	4:/:	1,85	1,15	2,07	13,1	351	527	186	52	35	38	40	42	34	32	0,110	103	155	186
6,40	55	28	4:/:	1,85	1,18	1,83	10,8	312	467	165	47	35	37	39	42	33	31	0,097	92	138	165
6,60	50	42	3:..:	1,85	1,22	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	31	0,088	83	125	150
6,80	252	145	3:..:	1,85	1,26	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	39	0,252	420	630	756
7,00	274	--	3:..:	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	457	685	822

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,93	----	4,20	47,0	98,0	47,0	2,20	21,0
0,40	65,0	79,0	65,0	2,27	29,0	4,40	56,0	89,0	56,0	3,40	16,0
0,60	40,0	74,0	40,0	1,80	22,0	4,60	47,0	98,0	47,0	3,13	15,0
0,80	80,0	107,0	80,0	3,67	22,0	4,80	47,0	94,0	47,0	3,00	16,0
1,00	66,0	121,0	66,0	2,07	32,0	5,00	40,0	85,0	40,0	2,60	15,0
1,20	55,0	86,0	55,0	1,13	49,0	5,20	33,0	72,0	33,0	2,13	15,0
1,40	43,0	60,0	43,0	2,73	16,0	5,40	33,0	65,0	33,0	1,93	17,0
1,60	59,0	100,0	59,0	3,07	19,0	5,60	30,0	59,0	30,0	1,87	16,0
1,80	50,0	96,0	50,0	4,20	12,0	5,80	42,0	70,0	42,0	1,93	22,0
2,00	57,0	120,0	57,0	4,20	14,0	6,00	38,0	67,0	38,0	2,80	14,0
2,20	47,0	110,0	47,0	3,60	13,0	6,20	45,0	87,0	45,0	2,33	19,0
2,40	37,0	91,0	37,0	1,93	19,0	6,40	38,0	73,0	38,0	2,40	16,0
2,60	31,0	60,0	31,0	1,33	23,0	6,60	45,0	81,0	45,0	3,27	14,0
2,80	27,0	47,0	27,0	1,27	21,0	6,80	44,0	93,0	44,0	2,73	16,0
3,00	34,0	53,0	34,0	1,73	20,0	7,00	49,0	90,0	49,0	2,40	20,0
3,20	36,0	62,0	36,0	1,73	21,0	7,20	84,0	120,0	84,0	3,40	25,0
3,40	43,0	69,0	43,0	2,20	20,0	7,40	36,0	87,0	36,0	1,60	22,0
3,60	49,0	82,0	49,0	2,33	21,0	7,60	66,0	90,0	66,0	1,13	58,0
3,80	48,0	83,0	48,0	3,07	16,0	7,80	233,0	250,0	233,0	-----	----
4,00	56,0	102,0	56,0	3,40	16,0						

- 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)

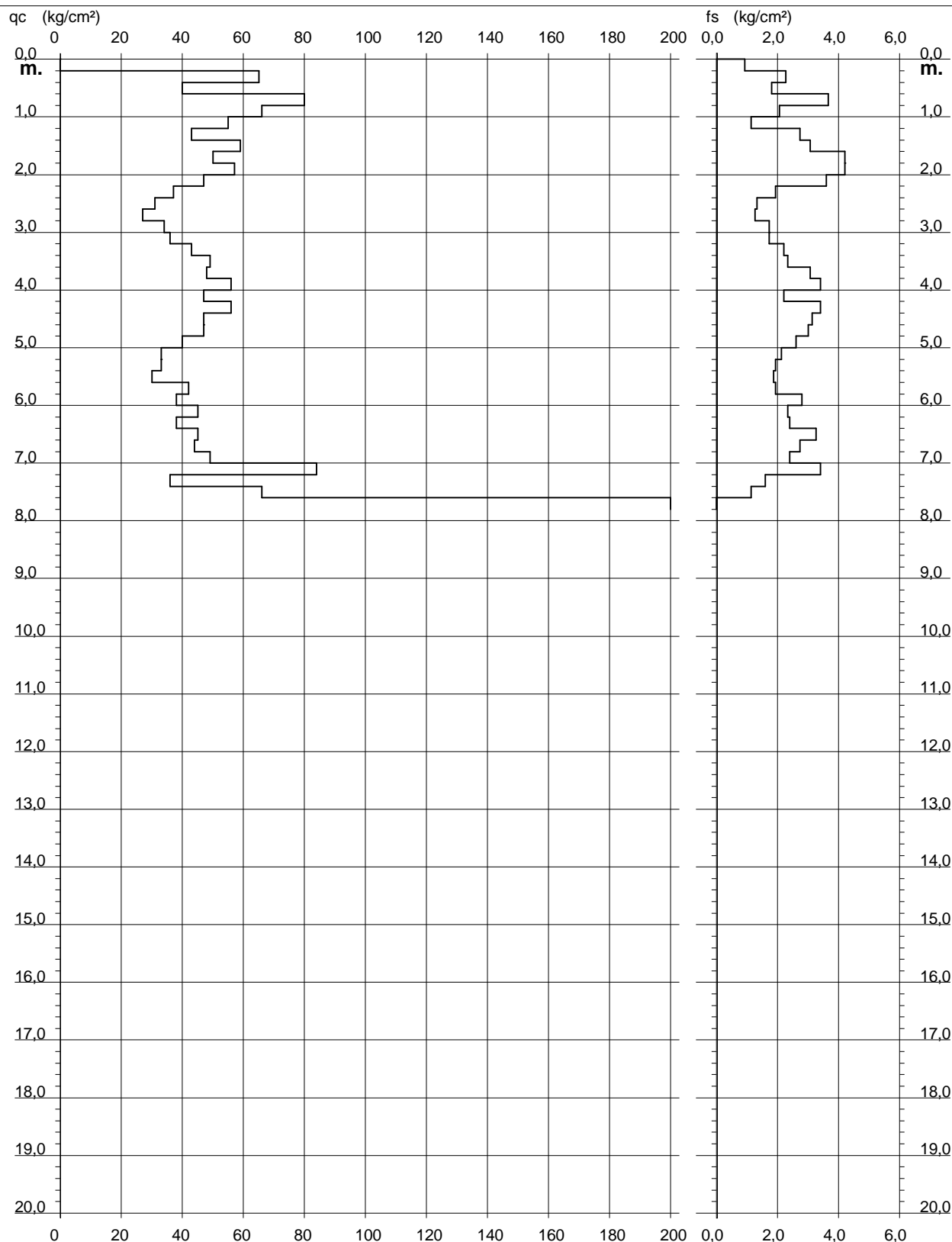
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



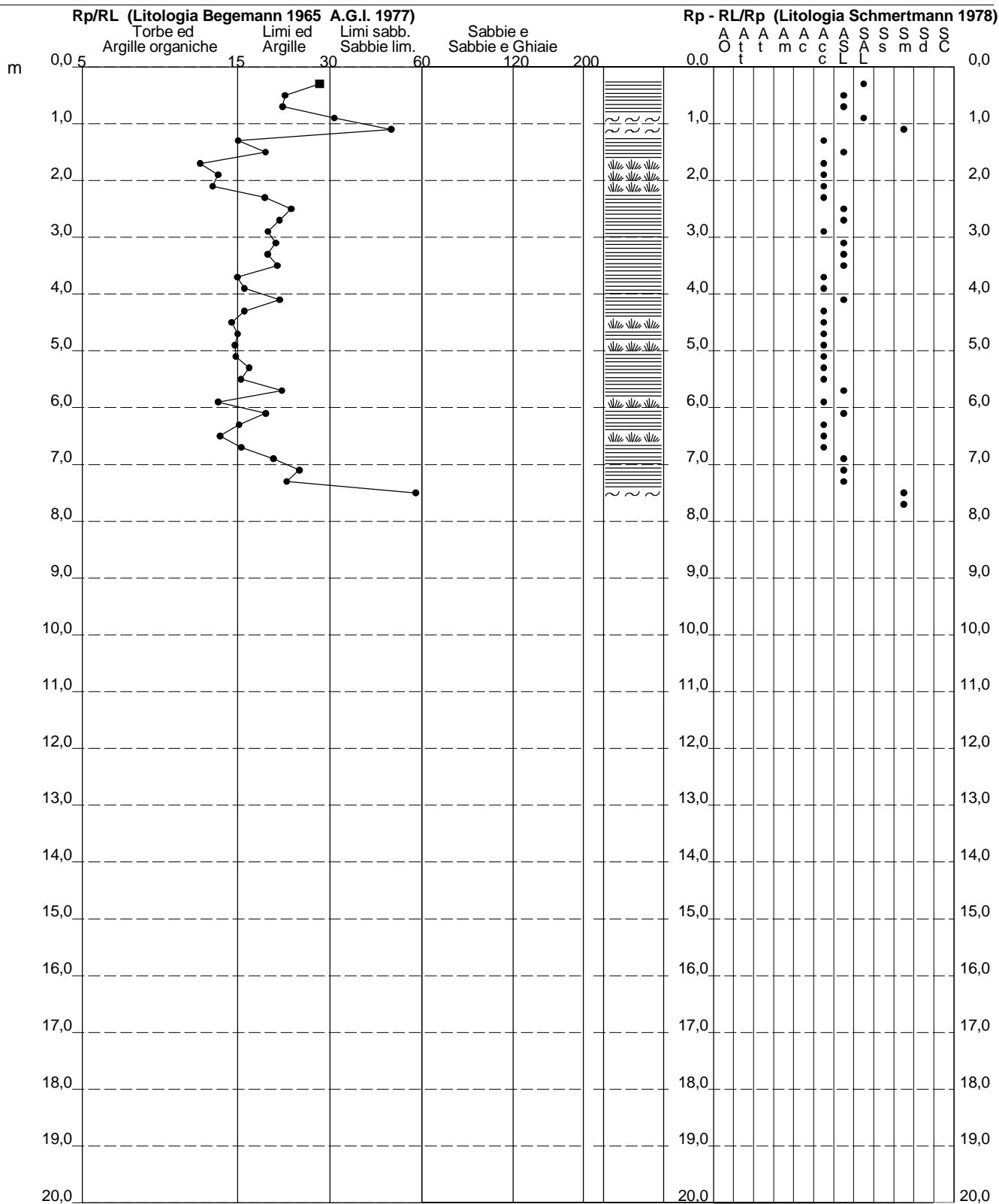
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	65	29	4/./	1,85	0,07	2,17	99,9	368	553	195	100	42	43	45	46	45	32	0,258	108	163	195
0,60	40	22	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	80	22	4/./	1,85	0,15	2,67	99,9	453	680	240	100	42	43	45	46	44	33	0,258	133	200	240
1,00	66	32	3:./	1,85	0,19	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	43	32	0,254	110	165	198
1,20	55	49	3:./	1,85	0,22	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	41	31	0,217	92	138	165
1,40	43	16	4/./	1,85	0,26	1,43	53,3	244	366	129	76	39	40	42	44	39	30	0,177	72	108	129
1,60	59	19	4/./	1,85	0,30	1,97	67,0	334	502	177	84	40	41	43	45	40	32	0,202	98	148	177
1,80	50	12	4/./	1,85	0,33	1,67	47,0	283	425	150	75	38	40	42	44	39	31	0,174	83	125	150
2,00	57	14	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	47	13	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	37	19	4/./	1,85	0,44	1,23	22,5	210	315	111	58	36	38	40	43	36	30	0,124	62	93	111
2,60	31	23	4/./	1,85	0,48	1,03	16,3	176	264	93	50	35	37	40	42	35	29	0,103	52	78	93
2,80	27	21	4/./	1,85	0,52	0,95	13,4	161	242	81	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81
3,00	34	20	4/./	1,85	0,55	1,13	15,3	193	289	102	49	35	37	39	42	34	29	0,102	57	85	102
3,20	36	21	4/./	1,85	0,59	1,20	15,2	204	306	108	50	35	37	40	42	34	30	0,103	60	90	108
3,40	43	20	4/./	1,85	0,63	1,43	17,6	244	366	129	54	36	38	40	42	35	30	0,115	72	108	129
3,60	49	21	4/./	1,85	0,67	1,63	19,3	278	417	147	57	36	38	40	43	35	31	0,123	82	123	147
3,80	48	16	4/./	1,85	0,70	1,60	17,6	272	408	144	55	36	38	40	42	35	31	0,118	80	120	144
4,00	56	16	4/./	1,85	0,74	1,87	20,0	317	476	168	59	36	38	41	43	35	31	0,129	93	140	168
4,20	47	21	4/./	1,85	0,78	1,57	15,1	266	400	141	52	35	38	40	42	34	31	0,110	78	118	141
4,40	56	16	4/./	1,85	0,81	1,87	17,7	317	476	168	57	36	38	40	43	35	31	0,122	93	140	168
4,60	47	15	4/./	1,85	0,85	1,57	13,5	266	400	141	50	35	37	40	42	34	31	0,104	78	118	141
4,80	47	16	4/./	1,85	0,89	1,57	12,8	266	400	141	49	35	37	39	42	33	31	0,101	78	118	141
5,00	40	15	4/./	1,85	0,93	1,33	9,9	227	340	120	42	34	36	39	41	32	30	0,085	67	100	120
5,20	33	15	4/./	1,85	0,96	1,10	7,4	236	355	99	35	33	35	38	41	31	29	0,068	55	83	99
5,40	33	17	4/./	1,85	1,00	1,10	7,1	250	374	99	34	33	35	38	41	31	29	0,066	55	83	99
5,60	30	16	4/./	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90
5,80	42	22	4/./	1,85	1,07	1,40	8,8	254	381	126	40	34	36	39	41	32	30	0,081	70	105	126
6,00	38	14	4/./	1,85	1,11	1,27	7,4	273	409	114	36	33	36	38	41	31	30	0,071	63	95	114
6,20	45	19	4/./	1,85	1,15	1,50	8,8	272	408	135	41	34	36	39	41	32	31	0,083	75	113	135
6,40	38	16	4/./	1,85	1,18	1,27	6,8	300	450	114	35	33	35	38	41	31	30	0,068	63	95	114
6,60	45	14	4/./	1,85	1,22	1,50	8,1	292	438	135	40	34	36	39	41	31	31	0,079	75	113	135
6,80	44	16	4/./	1,85	1,26	1,47	7,6	307	460	132	38	33	36	38	41	31	31	0,076	73	110	132
7,00	49	20	4/./	1,85	1,30	1,63	8,4	308	462	147	41	34	36	39	41	32	31	0,082	82	123	147
7,20	84	25	4/./	1,85	1,33	2,80	15,9	476	714	252	59	36	38	40	43	34	33	0,128	140	210	252
7,40	36	22	4/./	1,85	1,37	1,20	5,3	374	560	108	29	32	35	37	40	30	30	0,056	60	90	108
7,60	66	58	3:./	1,85	1,41	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,102	110	165	198
7,80	233	--	3:./	1,85	1,44	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	39	39	0,230	388	583	699

Mannori & Associati Geologia Tecnica
 Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
 tel: 0573 368448 fax: 0573 24355 e-mail:
 mannori@mannorieassociati.it



DATA PERFORAZIONE: 21 novembre 2022
 COMMITTENTE: Comune di Quarrata
 CANTIERE: Via Carlo Giacomelli (Quarrata) – Campo sportivo Raciti
 PERFORAZIONE: 1 SCALA GRAFICA: 1 : 100
 SCOPO DELL'INDAGINE: Riqualificazione e ristrutturazione campo sportivo
 PROFONDITA' (m): 11.2

Profondità dal p.c. (m)	S T R A T I G R A F I A		PERCENTUALE DI RECUPERO 50 %		SPT			VANE TEST Kg/cm ^q	POCKET PENETR: Kg/cm ^q	NOTE
	Descrizione litologica				N1	N2	N3			
0.00										
2.00		Terreni di riporto costituiti da limo argilloso con inclusi sparsi, laterizi e livelli sabbiosi								
2.40		Limo argilloso grigio								
2.80	Campione C1									
		Limo argilloso marrone screziato molto consistente con frustoli carboniosi						>1 >1 >1 >1	5 4 3 4 5	SPT 4.0 m
4.20				6	7	7				
4.60		Limo argilloso-sabbioso talora con screziature celesti						0.4	1.5 1.2 1.0	
5.10		Sabbia limosa marrone con rari inclusi di dimensioni centimetriche arrotondati								
		Limo argilloso marrone con screziature celesti ed abbondante frazione organica (inclusi di dimensioni da millimetriche a centimetriche spigolosi fra 5.5-6.6 m e 7.5-7.8 m)		10	8	7		0.9 >1 >1 0.6 1.0	Rif. 3.3 3.0 2.5 2.5	SPT 6.0 m
7.80										
		Livello di alterazione del substrato roccioso (il grado di alterazione diminuisce con la profondità) con noduli di calcite								
10.60										
11.20		Siltiti grigio scuro								



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER Srl

Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : Mannori e Associati
Cantiere : Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

Verbale Accettazione n° : 530 del 21/11/2022
Data Certificazione : 01/12/2022
Campioni n°: 1
Certificati da n° a n° : 05549 a 05553



**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370556
e-mail: laboter@laboterpi.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05549	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,3 %

☒ Omogeneo

Struttura del materiale:

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370556
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05550	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 24/11/22
COMMITTENTE: Mannori e Associati			
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)			
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.4-2.8
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,3 kN/m³

--

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05551 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 25/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 28/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

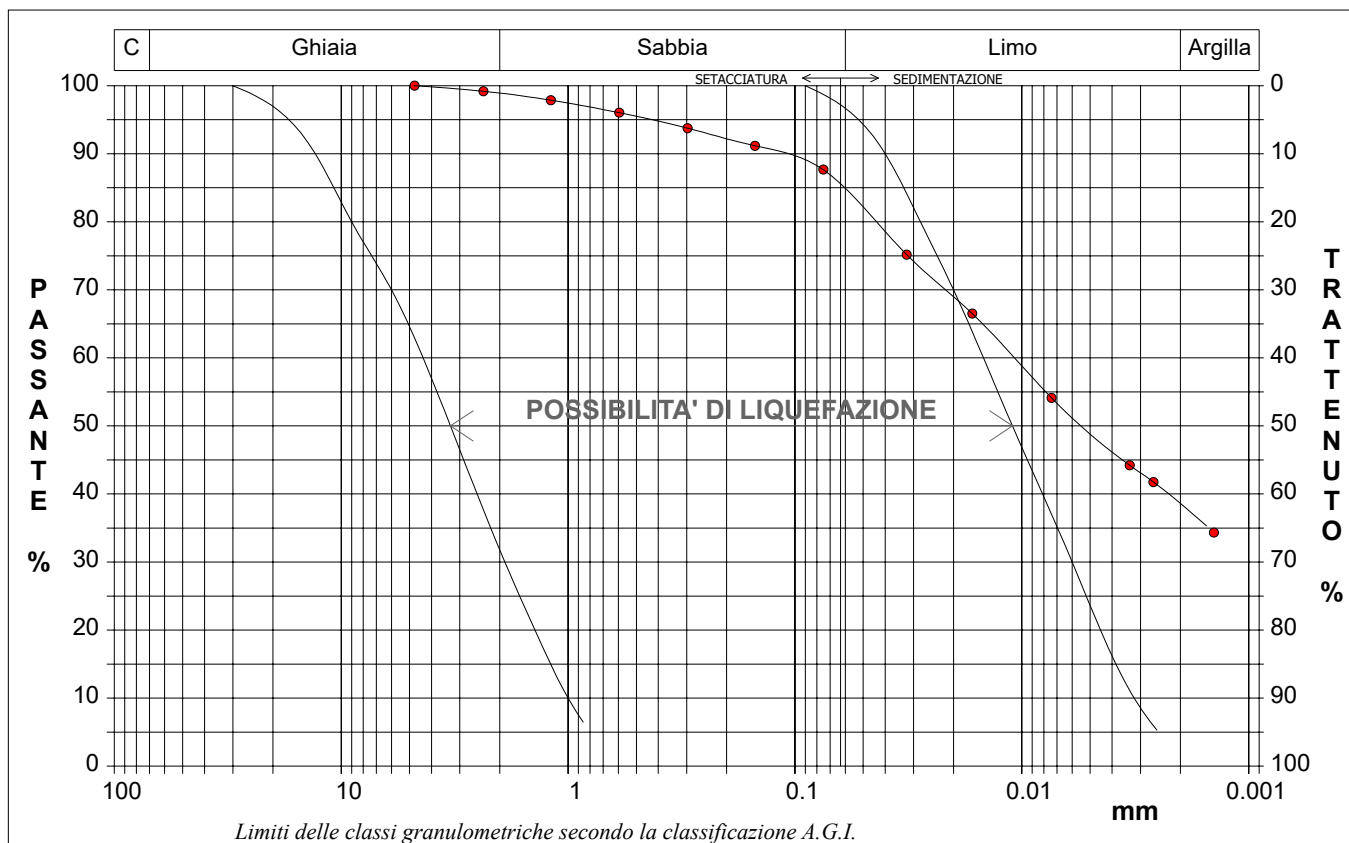
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	1,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,9 %	D10	0,00019 mm	
Sabbia	14,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,9 %	D30	--- mm	
Limo	46,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	87,7 %	D50	0,00532 mm	
Argilla	38,4 %			D60	0,01084 mm	
Coefficiente di uniformità		56,79	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,11910 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	91,16	0,0033	44,23				
2,3600	99,18	0,0750	87,66	0,0026	41,75				
1,1900	97,87	0,0322	75,17	0,0014	34,33				
0,5950	96,03	0,0165	66,50					Setacci	6
0,2970	93,75	0,0074	54,13					Punti sediment.	6

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

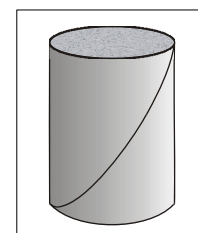
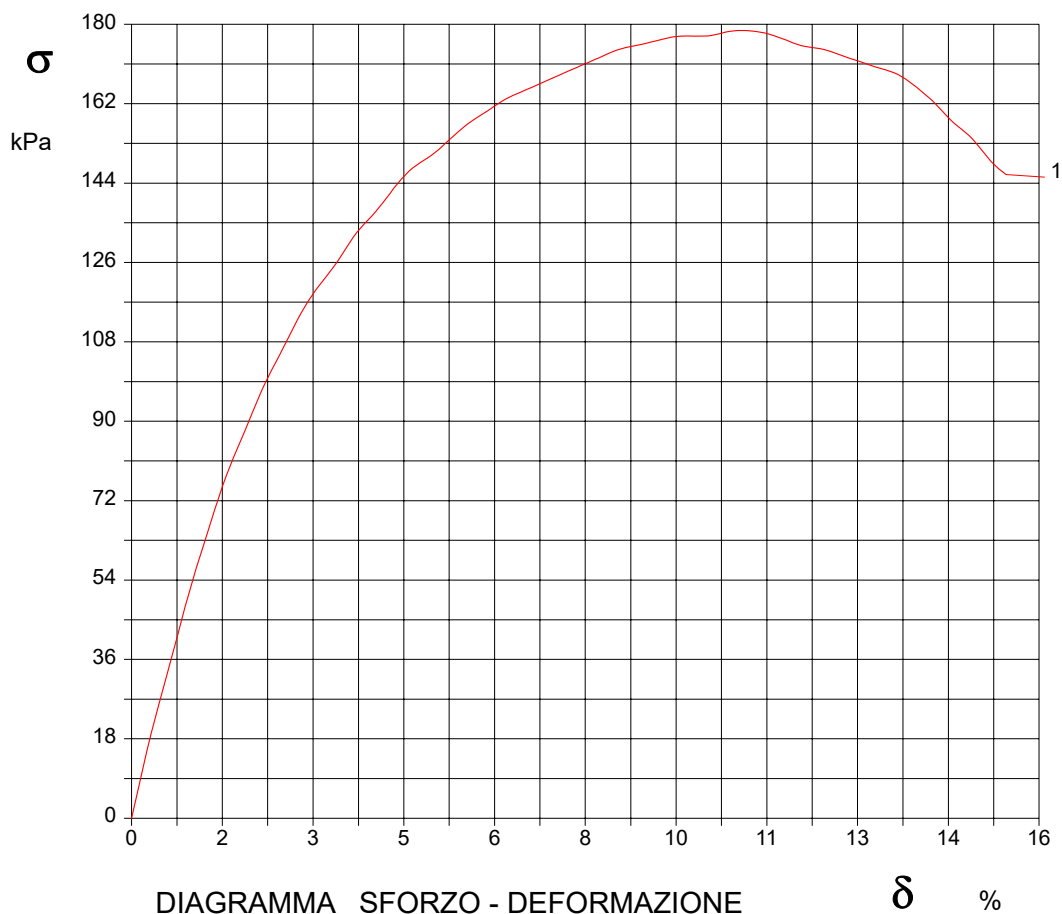
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

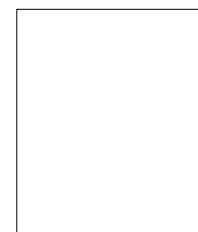
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

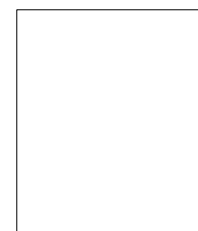
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,60	----	----
Sezione (cm²):	11,28	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19,7	----	----
Umidità naturale (%):	24,1	----	----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 5538	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Settore A - Prove di Laboratorio su terre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552 Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	19,4	12,85	171,5								
0,68	35,2	13,18	170,1								
1,01	50,9	13,51	168,7								
1,34	64,7	13,84	165,7								
1,67	77,6	14,17	162,1								
2,00	87,7	14,50	157,6								
2,32	97,8	14,82	154,0								
2,65	106,1	15,15	148,9								
2,98	114,4	15,48	145,3								
3,31	120,8										
3,64	126,4										
3,97	132,8										
4,30	137,4										
4,63	142,9										
4,96	147,4										
5,29	150,3										
5,61	153,9										
5,94	157,6										
6,27	160,3										
6,60	163,1										
6,93	165,0										
7,26	166,9										
7,59	168,7										
7,92	170,6										
8,25	172,4										
8,57	174,2										
8,90	175,2										
9,23	176,2										
9,56	177,2										
9,89	177,3										
10,22	177,5										
10,55	178,4										
10,88	178,5										
11,21	177,9										
11,54	176,4										
11,86	175,0										
12,19	174,3										
12,52	172,9										

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Settore A - Prove di Laboratorio su terre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

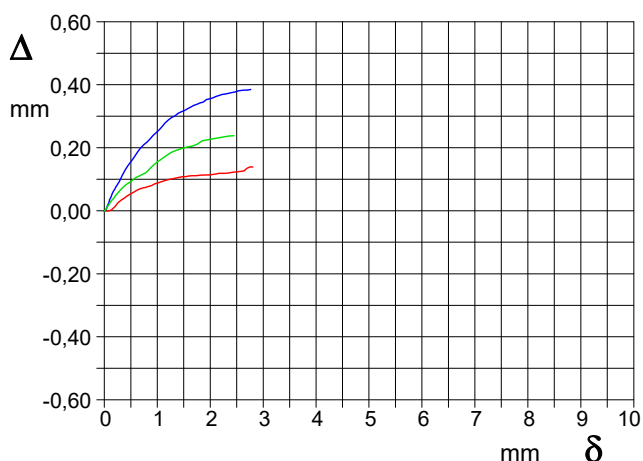
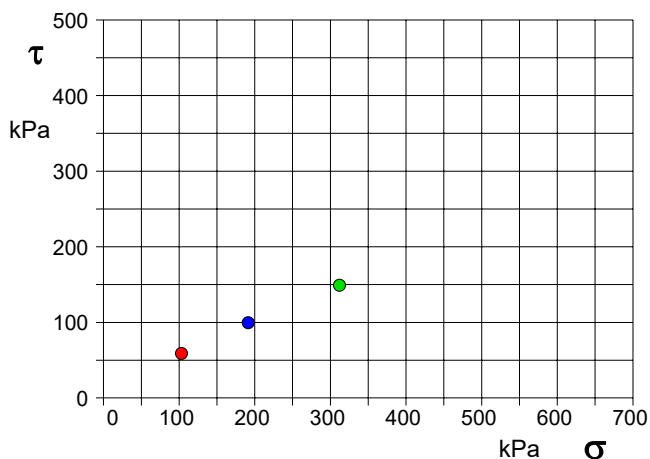
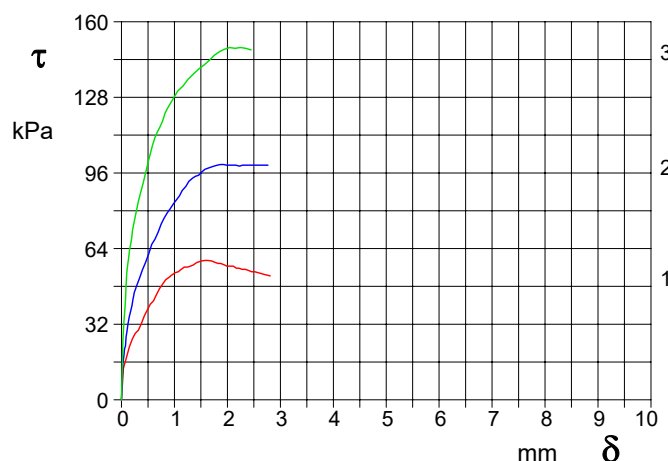
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	59	100	149
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,59	1,87	2,04
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,35	0,23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,2	--- 24,8	--- 26,9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,1 22,6	18,3 22,8	18,4 23,4

DIAGRAMMATensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553	Pagina 0/4	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati	
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)	
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

[illegible]

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

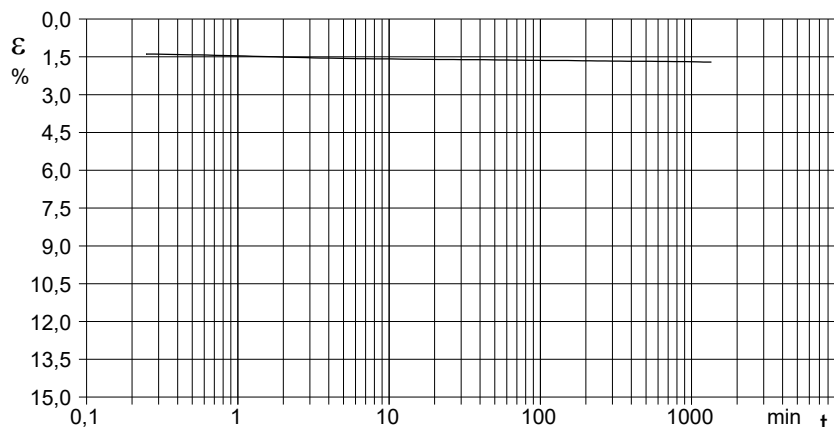
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

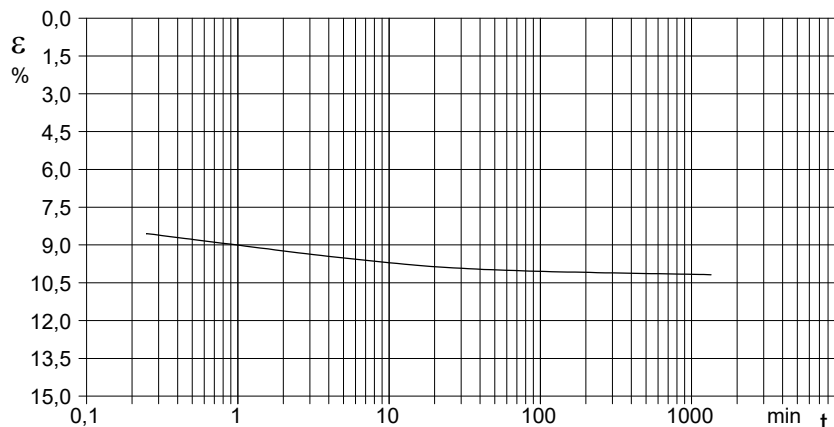
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 1**

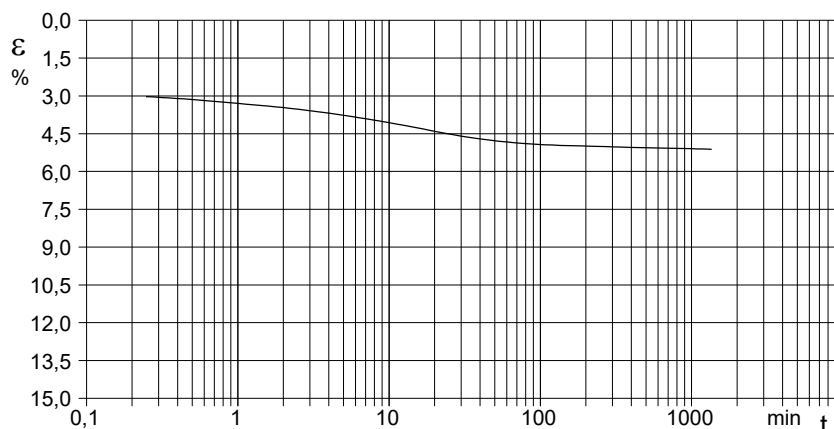
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,261
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,066
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 3**

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,182
Sezione (cm ²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati				
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)				
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m	2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

[illegible]

COMMITTENTE:	Mannori e Associati		
RIFERIMENTO:	Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	59	100	149
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,59	1,87	2,04
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,35	0,23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,2	--- 24,8	--- 26,9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,1 22,6	18,3 22,8	18,4 23,4

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 15,8 kPa
Angolo di attrito interno: 23,3 °

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

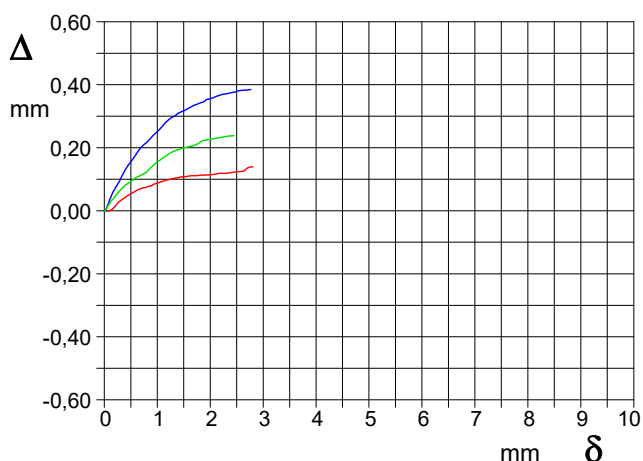
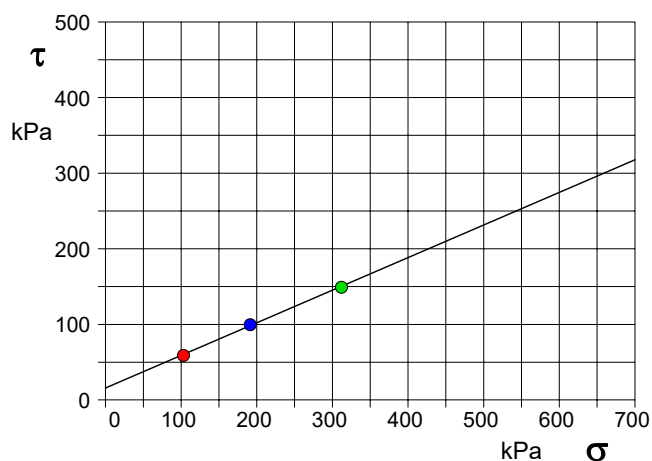


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

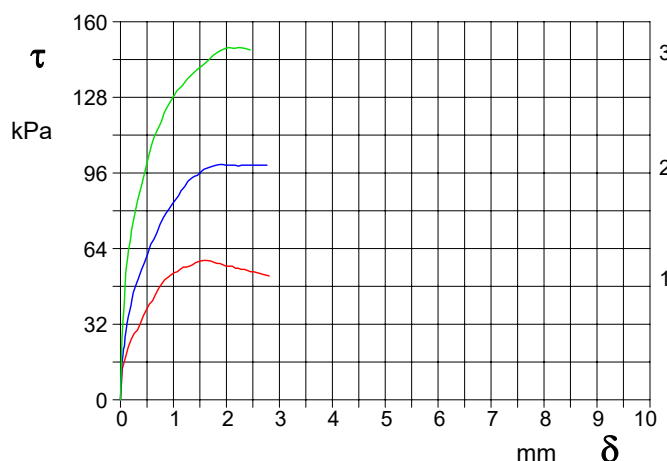
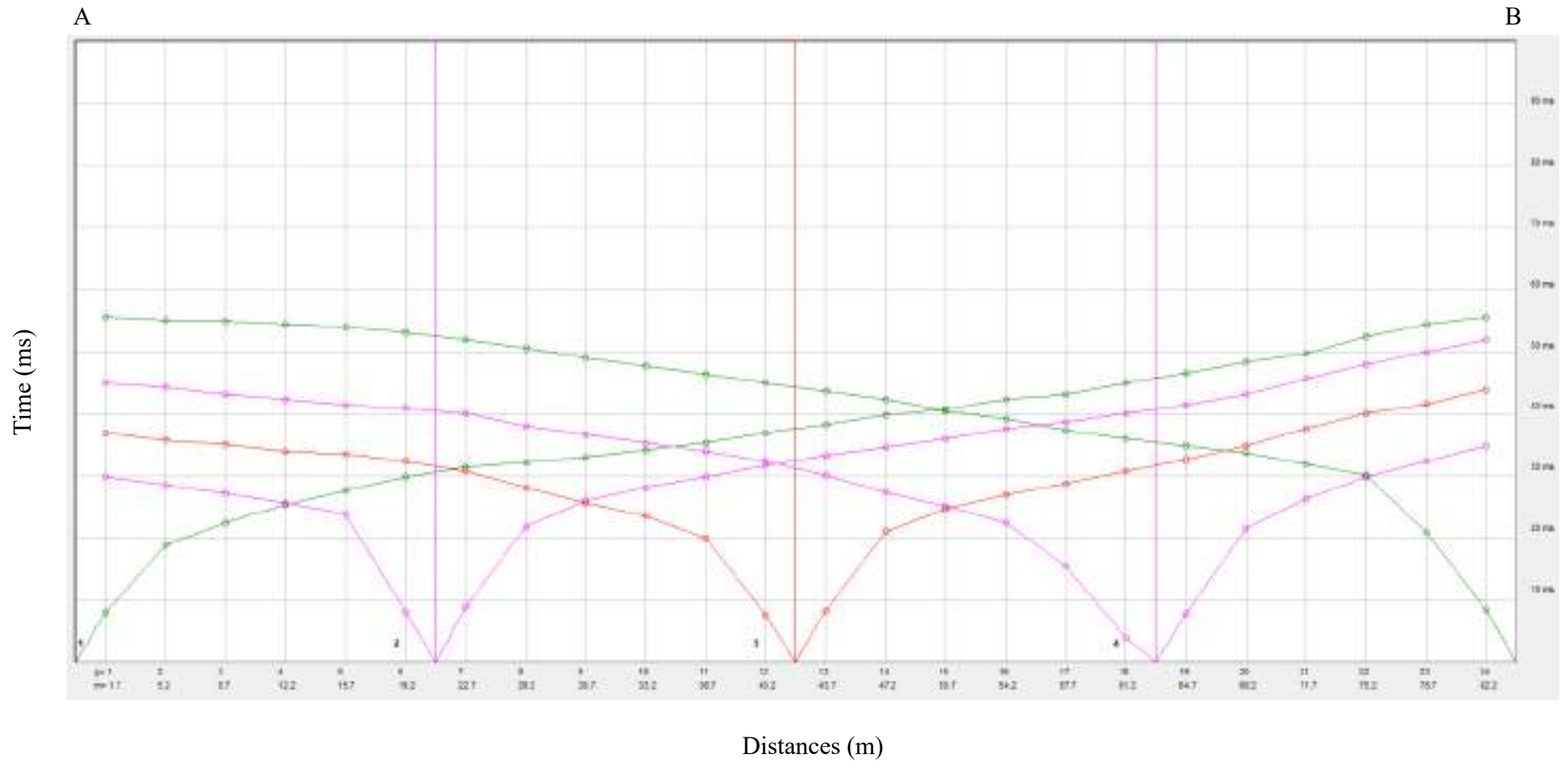


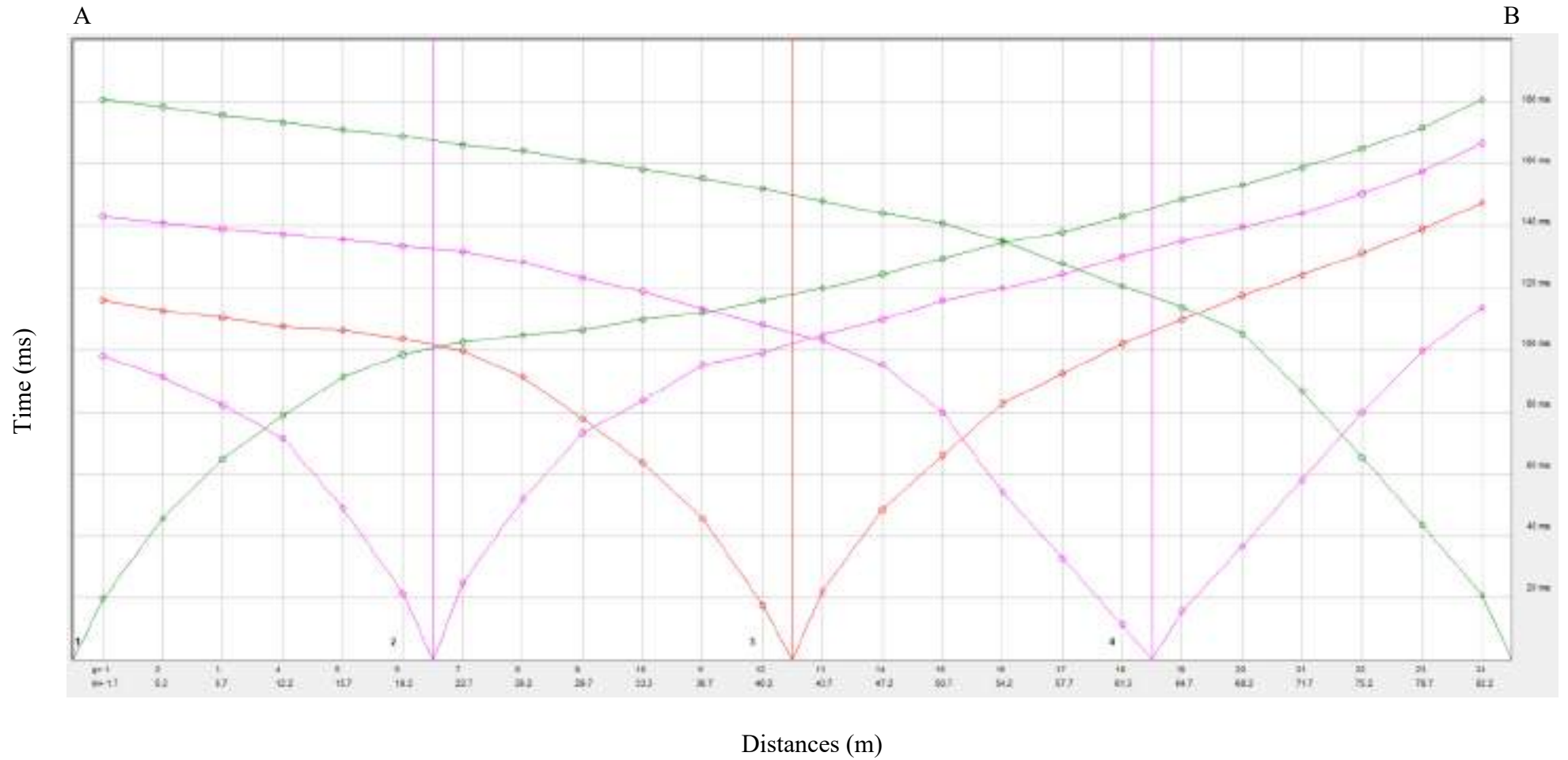
DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”, COMUNE DI QUARRATA

Dromocrone onde P



CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”, COMUNE DI QUARRATA
Dromocrone onde SH



**CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”
COMUNE DI QUARRATA**

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

**Ricostruzione sismostratigrafica
Onde P ed SH**

Scoppi	Distanze (m)	Profondità 1° livello	Profondità 2° livello	Vp1 (m/sec)	Vp2 (m/sec)	Vp3 (m/sec)	Vs1 (m/sec)	Vs2 (m/sec)	Vs3 (m/sec)
2	0	2.1	7.7	270	1820	2690	110	340	940
3	21	2.6	6.8	230			110		
4	42	2.9	11.3	250			130		
5	63	3.7	11.8	290			150		
6	48	4.6	11.0	280			140		

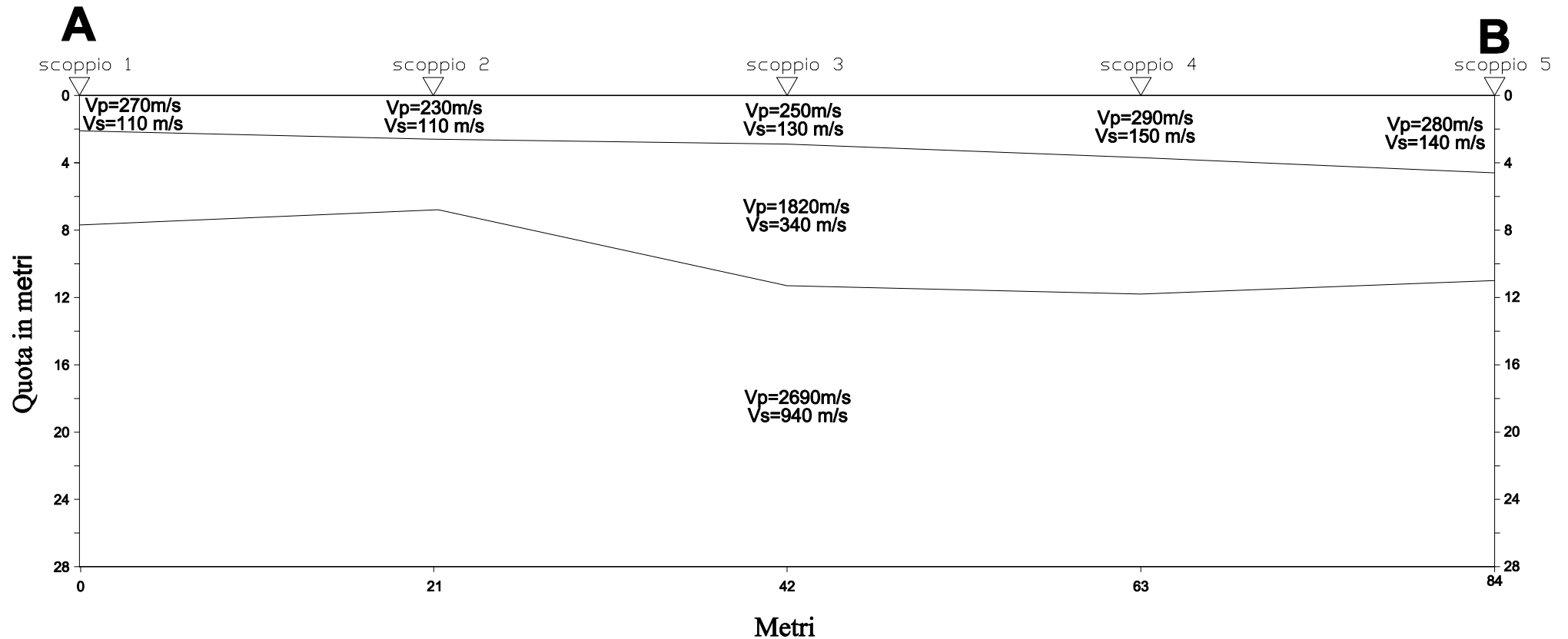
Documentazione fotografica



CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE "F. RACITI"
Comune di Quarrata

Profilo sismico a rifrazione

Ricostruzione sismostratigrafica
Onde SH



A06 – RELAZIONE GEOTECNICA

RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori



**Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it**

1 – PREMESSA

Nella presente relazione è riportata la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, in ottemperanza al D.M. 17.01.18, relativa allo studio eseguito per il progetto di riqualificazione e ristrutturazione del campo sportivo sussidiario dello stadio comunale F. Raciti, in via Carlo Giacomelli, nel Comune di Quarrata; viene inoltre trattato il tema della liquefazione.

Per l'ubicazione dell'area e la ricostruzione del modello geologico si fa riferimento al documento A05 – Relazione Geologica.

2 – MODELLO GEOTECNICO

Come descritto nella Relazione Geologica, il modello geotecnico è il seguente: (vedi sezioni delle Figure 1a e 1b, la cui ubicazione è riportata in Figura 4 del documento A05 – Relazione Geologica):

- **Livello A:** tra 0.0 m e 0.6 – 2.0 m, terreno rimaneggiato e/o di riporto costituito da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi e laterizi;
- **Livello B:** tra 0.6 – 2.0 m e 1.8 – 8.8 m, limi argillosi consistenti, talora con la presenza di inclusi e frustoli carboniosi, colore grigio e marrone;
- **Livello C:** oltre 1.8 – 8.8 m, substrato roccioso costituito da argilliti e siltiti appartenenti dalla Formazione di Sillano con un sottile livello di alterazione superficiale.

La misura piezometrica realizzata in data 30/11/2022 in corrispondenza della prova CPT3 ha fornito un livello di falda pari a 1.65 m dal p.c.; in via cautelativa, si considera che durante il periodo di morbida il livello dell'acqua possa risalire fino a 1.5 m di profondità dal p.c.

Livello A

Il livello A presenta un comportamento coesivo.

Per quanto riguarda i parametri a breve termine, l'angolo di attrito (ϕ_u) è uguale a 0, mentre la coesione non drenata (C_u) è stata calcolata, in base alle prove CPT, attraverso la correlazione Q_c / β con $\beta=20$. Utilizzando un valore di Q_c medio cautelativo, in quanto in presenza di terreni eterogenei, si ottiene $C_u = 0.4 \text{ Kg/cm}^2$.

Per quanto riguarda i parametri a lungo termine, questi sono stati attribuiti nel senso della massima sicurezza, facendo riferimento alle caratteristiche geotecniche generalmente presentate da questo tipo di terreni; si attribuiscono i valori di $\phi=25^\circ$ e di $c'=0 \text{ kg/cm}^2$.

Il modulo edometrico è stato ricavato tramite la correlazione $M=Q_c \times \alpha$ con $\alpha=2.5$: si ottiene $M=35 \text{ kg/cm}^2$.

Livello B

Il livello B presenta un comportamento coesivo.

Per quanto riguarda i parametri a breve termine, l'angolo di attrito (ϕ_u) è uguale a 0, mentre per la coesione non drenata (C_u) si osserva:

- i valori medi di Q_c derivanti dalle prove penetrometriche sono piuttosto elevati e compresi fra $21 \div 44 \text{ Kg/cm}^2$; attraverso la correlazione Q_c / β con $\beta=20$, forniscono valori di $C_u = 0.9 \div 2.2 \text{ Kg/cm}^2$;
- la prova di compressione ad espansione laterale libera realizzata sul campione indisturbato di terreno fornisce un valore di $C_u = 0.9 \text{ kg/cm}^2$;
- il valore più alto di Q_c medio si ottiene dalla prova CPT5; utilizzando un valore medio cautelativo di Q_c relativo alle altre prove penetrometriche, attraverso la correlazione Q_c / β con $\beta=20$, si ottiene $C_u = 1.3 \text{ Kg/cm}^2$.

Si attribuisce pertanto il valore $C_u = 1.3 \text{ Kg/cm}^2$ come rappresentativo dei terreni.

I parametri a lungo termine sono stati attribuiti tramite i risultati della prova di taglio diretto eseguita sul campione indisturbato di terreno prelevato durante la perforazione del sondaggio. Si attribuisce $\phi' = 23^\circ$ e $c' = 0.16 \text{ Kg/cm}^2$.

Il modulo edometrico è stato ricavato tramite la correlazione $M=Q_c \times \alpha$ con $\alpha=3.5$: si ottiene $M=100 \text{ kg/cm}^2$.

Livello C

Il Livello C è costituito dal livello di alterazione del substrato roccioso: si osserva che non è mai semplice parametrizzare il substrato roccioso in quanto la sua caratterizzazione risente del grado di alterazione e di fratturazione e soprattutto non esistono criteri significativamente validi per determinarne il comportamento in condizioni di stress. Non è evidentemente possibile immaginare di prelevare un campione ed analizzarlo in laboratorio, in quanto le dimensioni del provino non sarebbero rappresentative dell'ammasso nel suo complesso. Si attribuiscono pertanto parametri caratteristici del tipo di formazione in esame.

Sulla base di quanto detto in precedenza, ai livelli di terreno sopra indicati, si attribuiscono i seguenti parametri fisico-meccanici caratteristici:

<i>Livello</i>	<i>Peso di volume γ (t/mc)</i>	<i>Tensioni totali</i>		<i>Tensioni efficaci</i>		<i>Modulo edometrico M (kg/cmq)</i>	<i>Modulo elastico E (kg/cmq)</i>
		<i>Angolo di attrito interno ϕ_u (°)</i>	<i>Coesione non drenata c_u (kg/cmq)</i>	<i>Angolo di attrito interno ϕ' (°)</i>	<i>Coesione c' (kg/cmq)</i>		
A	1.8	0	0.4	25	0	35	-
B	1.8	0	1.3	23	0.16	100	-
C	2.2	26	0.1	26	0.1	-	>250

3 – LIQUEFAZIONE

Ai sensi di quanto previsto al paragrafo 7.11.3.4 del D.M. 17/01/2018 è stata eseguita la verifica della liquefazione, per la quale sono stati utilizzati i risultati della prova penetrometrica statica eseguita nel lotto d'intervento. L'analisi è stata condotta confrontando differenti metodi di calcolo presenti all'interno di un foglio elettronico predisposto dalla Sezione Geotecnica della Facoltà di Ingegneria di Firenze. I metodi sono i seguenti:

1. Nceer (2001);
2. Robertson (2009);
3. Idriss & Boulanger (2008)
4. J&A1 (2010);

5. AGI (Associazione Geotecnica Italiana, 2005)

I dati al contorno sono:

- $A_{\max} = a_g \times S = 0.133 \times 1.600 = 0.21 \text{ g}$; questo valore tiene conto della Categoria di Suolo E e della Categoria Topografica T1.
- Magnitudo $M = 6.14$
- Profondità della falda posta cautelativamente a 1.0 metri dal p.c.

Per la verticale utilizzata per l'analisi sono stati inseriti i valori della resistenza penetrometrica di punta e laterale (Q_c e F_s) con passo 20 centimetri riferiti alla prova CPT n. 5, realizzata in corrispondenza degli spogliatoi in progetto; i risultati dell'elaborazione contengono l'individuazione dei livelli sabbiosi potenzialmente liquefacibili, mediante il criterio di Robertson, ed il valore di FSL (coefficiente di liquefazione) per ciascun livello. Nell'ambito di uno studio di dettaglio come questo il calcolo di FSL di ogni singolo livello (magari di spessore limitato) può costituire un elemento scarsamente significativo non solo a causa dell'entità dello spessore, ma soprattutto a causa della profondità di questo stesso livello.

Per questo vari autori, tra cui Sonmez 2003, hanno proposto di assegnare all'intera verticale di indagine un singolo valore che tenesse conto dello spessore dei livelli liquefacibili, della loro profondità e dell'entità dei valori di **FSL** sull'intera verticale. In sintesi, questi valori risultano in qualche modo pesati e sintetizzati in un solo valore per ciascuna prova penetrometrica, che prende il nome di **Potenziale di Liquefazione** o **Rischio di Liquefazione**; in questo modo si ricava con facilità una valutazione analitica della effettiva propensione alla liquefazione del terreno.

Nella tabella che segue è riportata la valutazione del potenziale di liquefazione in rapporto ai valori numerici ricavati dal modello.

LPI	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile ($FSL \geq 1.2$)
$0 < LPI \leq 2$	Basso
$2 < LPI \leq 5$	Moderato
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$15 < LPI$	Molto alto

I risultati della verifica sulla prova CPT utilizzata sono allegati in Appendice, mentre di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei valori e del rischio di liquefazione, oltre che l'indicazione dei livelli di terreno interessati:

Metodo	1	2	3	4	5	6
	<i>NCEER</i>	<i>Rob</i>	<i>I&B</i>	<i>J&A1</i>	<i>Moss</i>	<i>AGI</i>
$LPI_{10} =$	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
Rischio di liquefazione	molto basso	molto basso	basso	molto basso	molto basso	basso
$z_{min} (m) =$	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	7.60
$z_{max} (m) =$	0.00	0.00	7.60	0.00	0.00	7.60
$H_L (m) =$	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.20

In generale, si osserva che i metodi utilizzati forniscono risultati concordi nell'indicare un **rischio di liquefazione basso e molto basso**.

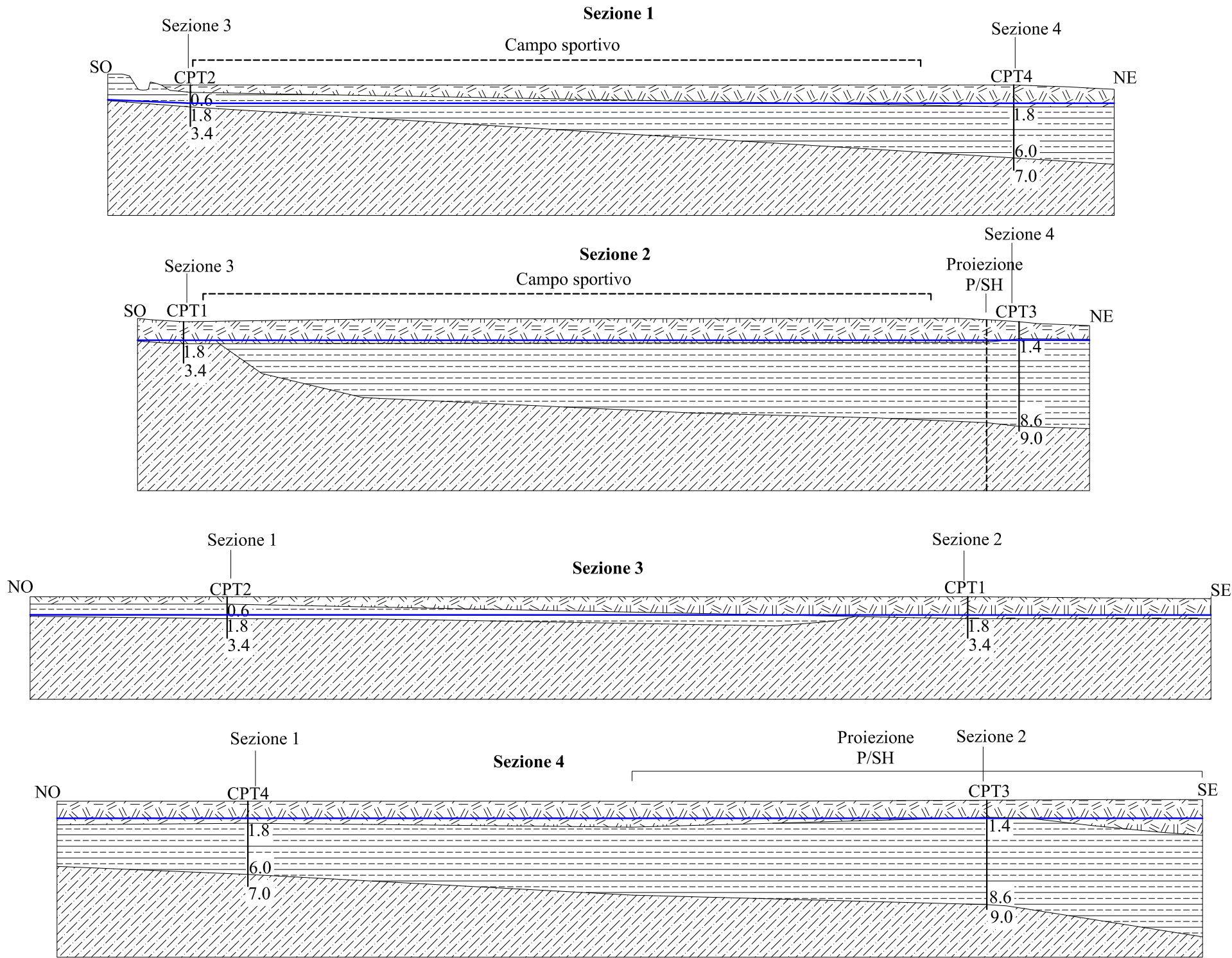
Pistoia, 02 dicembre 2022


Dott. Geol. Gaddo Mannori

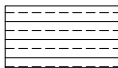
Appendice

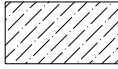
- **Figure del testo**
- **Sintesi FSL per la liquefazione**


Figura 1a
Sezioni litologiche
Scala 1:400



 **Livello A:** terreno rimaneggiato e/o riporto costituito da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi e laterizi

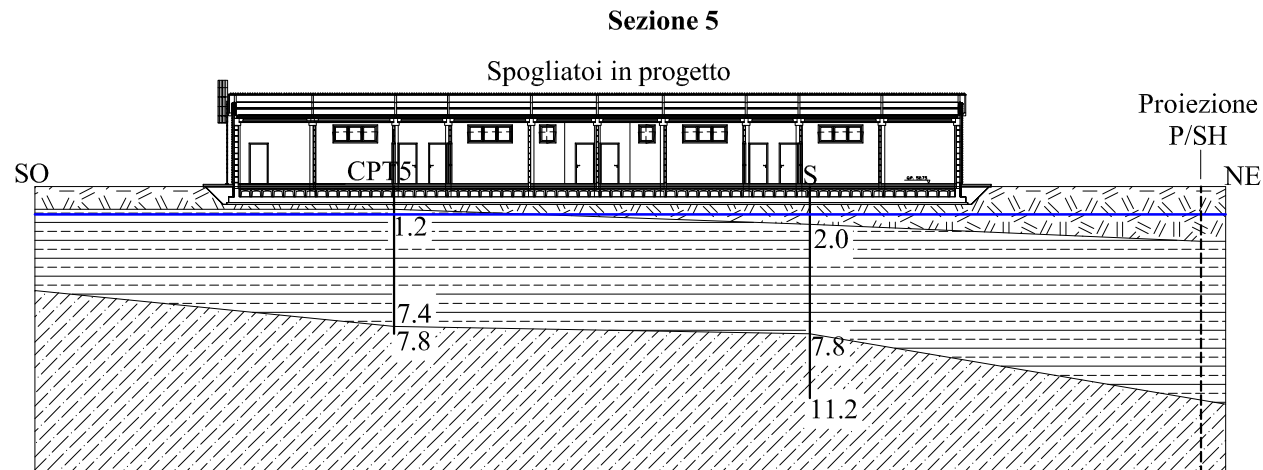
 **Livello B:** limi argillosi consistenti di colore grigio e marrone, talora con la presenza di inclusi e frustoli carboniosi

 **Livello C:** substrato roccioso costituito da siltiti ed argilliti appartenenti alla Formazione di Sillano con un sottile livello di alterazione superficiale

 Livello della falda

Livello	Peso di volume γ (t/mc)	Tensioni totali		Tensioni efficaci		Modulo edometrico M (kg/cmq)	Modulo elastico E (kg/cmq)
		Angolo di attrito interno ϕ_i (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)	Coesione c' (kg/cmq)		
A	1.8	0	0.4	25	0	35	-
B	1.8	0	1.3	23	0.16	100	-
C	2.2	26	0.1	26	0.1	-	>250

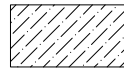
Figura 1b
Sezione litotecnica
Scala 1:400



Livello A: terreno rimaneggiato e/o riporto costituito da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi e laterizi



Livello B: limi argillosi consistenti di colore grigio e marrone, talora con la presenza di inclusi e frustoli carboniosi



Livello C: substrato roccioso costituito da siltiti ed argilliti appartenenti alla Formazione di Sillano con un sottile livello di alterazione superficiale

— Livello della falda

Livello	Peso di volume γ (t/mc)	Tensioni totali		Tensioni efficaci		Modulo edometrico M (kg/cmq)	Modulo elastico E (kg/cmq)
		Angolo di attrito interno ϕ_u (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)	Coesione c' (kg/cmq)		
A	1.8	0	0.4	25	0	35	-
B	1.8	0	1.3	23	0.16	100	-
C	2.2	26	0.1	26	0.1	-	>250

Sintesi FSL per la liquefazione

z (m)	FSL _(NCEER)	FSL _(Rob)	FSL _(I&B)	FSL _(J&AI)	FSL _(Moss)	FSL _(AGI)
0.20	0	0	0	0	0	0
0.40	999	999	999	999	999	999
0.60	999	999	999	999	999	999
0.80	999	999	999	999	999	999
1.00	999	999	999	999	999	999
1.20	3.8477928	4.8528065	2.2810652	4.7019963	2.4720931	2.3026245
1.40	999	999	1.71477	999	999	91.026232
1.60	999	999	2.6881256	999	999	194.68619
1.80	999	999	999	999	999	999
2.00	999	999	2.3832502	999	999	1482618.2
2.20	999	999	999	999	999	999
2.40	999	999	1.2354129	999	999	6.6330597
2.60	3.7934134	999	1.0391255	999	999	2.4160308
2.80	999	999	999	999	999	999
3.00	999	999	1.0885557	999	999	4.4634174
3.20	999	999	1.1273697	999	999	3.4716403
3.40	999	999	1.2846815	999	999	6.9547733
3.60	999	999	1.404979	999	1.445111	7.2834442
3.80	999	999	1.3486337	999	999	406.59776
4.00	999	999	1.5486969	999	999	133.47923
4.20	999	999	1.2347538	999	1.288047	4.6597891
4.40	999	999	1.4555069	999	999	86.880339
4.60	999	999	999	999	999	999
4.80	999	999	999	999	999	999
5.00	999	999	999	999	999	999
5.20	999	17.704812	999	999	999	999
5.40	999	999	999	999	999	999
5.60	999	15.096534	999	999	999	999
5.80	999	999	0.9705819	999	999	3.1386909
6.00	999	18.099389	999	999	999	999
6.20	999	999	999	999	999	999
6.40	999	16.994203	999	999	999	999
6.60	999	19.683131	999	999	999	999
6.80	999	999	999	999	999	999
7.00	999	999	1.0164152	999	999	4.1950959
7.20	999	999	1.8219691	29.532547	2.4344101	9.1957405
7.40	999	999	999	999	999	999
7.60	1.6192401	1.6366866	1.188787	1.5915803	1.2470009	1.1709016

PROGETTO DI : riqualificazione e ristrutturazione del campo sportivo sussidiario dello stadio comunale F. Raciti

COMUNE, LOCALITA', VIA : Quarrata, Quarrata, Via Carlo Giacomelli

DATA RELAZIONE GEOLOGICA : 02 dicembre 2022

SCHEDA DI SINTESI PER LA VALUTAZIONE DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, GEOFISICI E GEOTECNICI (da non compilarsi nel caso di applicazione del comma 3 e 6 art. 7 del DPGR 1/R/22)	
Classe di indagine 1/R/22 <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> non applicabile	Opera rilevante o strategica (All. A 1/R/22) <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Categoria di sottosuolo <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> Risposta Sismica Locale
Categoria Topografica <input checked="" type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2 <input type="checkbox"/> T3 <input type="checkbox"/> T4	Opere di sostegno / interventi su pendio <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Consolidamento fondazioni di edifici esistenti <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Opere in sotterraneo / volumi interrati o seminterrati <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Pericolosità geologica/geomorfológica SU <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	Pericolosità geomorfologica PAI <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> non presente
Pericolosità sismica da 53R - 5R <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> non presente	Fattibilità sismica SU <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> non presente
Pericolosità idraulica SU <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	Fattibilità idraulica SU <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> non presente
Fattibilità geologica SU <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> non presente	Presenza prescrizioni (SU, A.d.B o altro) <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Note relative al Progetto e/o alle Prescrizioni

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE ESEGUITE

<input checked="" type="checkbox"/> Sondaggi a carotaggio continuo	<input checked="" type="checkbox"/> Prove geotecniche di laboratorio (eseguite da laboratori autorizzati ai sensi dell'art.59 DPR 380/2001)	<input checked="" type="checkbox"/> SPT <input checked="" type="checkbox"/> CPT <input type="checkbox"/> CPTE <input type="checkbox"/> CPTU <input type="checkbox"/> DPSH
<input type="checkbox"/> Misure inclinometriche/estensimetriche	<input type="checkbox"/> Saggio geognostico	<input type="checkbox"/> Rilevamento e rilievi su affioramenti geologici
<input type="checkbox"/> Rilievo geomeccanico	<input checked="" type="checkbox"/> Sismica a rifrazione <input type="checkbox"/> MASW/ESAC <input type="checkbox"/> HVSIR	<input type="checkbox"/> Indagini geofisiche in foro (DH/SCPT)
Altre tipologie di indagini eseguite	
Indagini di archivio		
Eventuali note in merito alle indagini	

Il sottoscritto in qualità di **geologo**, dichiara che sono state rispettate le prescrizioni contenute negli strumenti della pianificazione territoriale e negli atti del governo del territorio con riferimento alla fattibilità degli interventi a seguito delle indagini geologico-tecniche e che le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche relative all'intervento sono state eseguite in ottemperanza alle disposizioni di cui all'art. 5 del regolamento di attuazione dell'art.181 della L.R. 65/2014.

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A15 – MODELLAZIONE SISMICA

**RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE
“F. RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA**

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular blue ink stamp is positioned over a handwritten signature in dark ink. The stamp contains the text "STUDIO GADDO MANNORI" in the center, with "INGEGNERE DEL BENESSERE DELLA CITTÀ" around the top edge and "P.I. 12550" at the bottom. The signature is a stylized, cursive script that overlaps the stamp.

**Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it**

1 – PREMESSA

Nella presente relazione è riportata la modellazione sismica, in ottemperanza al D.M. 17.01.18, relativa allo studio eseguito per il progetto di riqualificazione e ristrutturazione del campo sportivo sussidiario dello stadio comunale F. Raciti, in via Carlo Giacomelli, nel Comune di Quarrata.

Sono inoltre indicate le categorie di sottosuolo e topografica.

Per l'ubicazione dell'area e la ricostruzione geotecnica del sito si fa riferimento ai documenti A05 – Relazione Geologica e A06 – Relazione Geotecnica.

2 – PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Come esplicitato nel documento *“Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi”*, P. Barsanti, C. Civelli 2013”, la definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9 nella quale sono individuate le zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima M_{wmax} (vedi figure riportate nella pagina seguente).

La zona di studio è classificata all'interno della Zona Sismogenetica 916 caratterizzata da **Magnitudo massima pari a 6.14**.

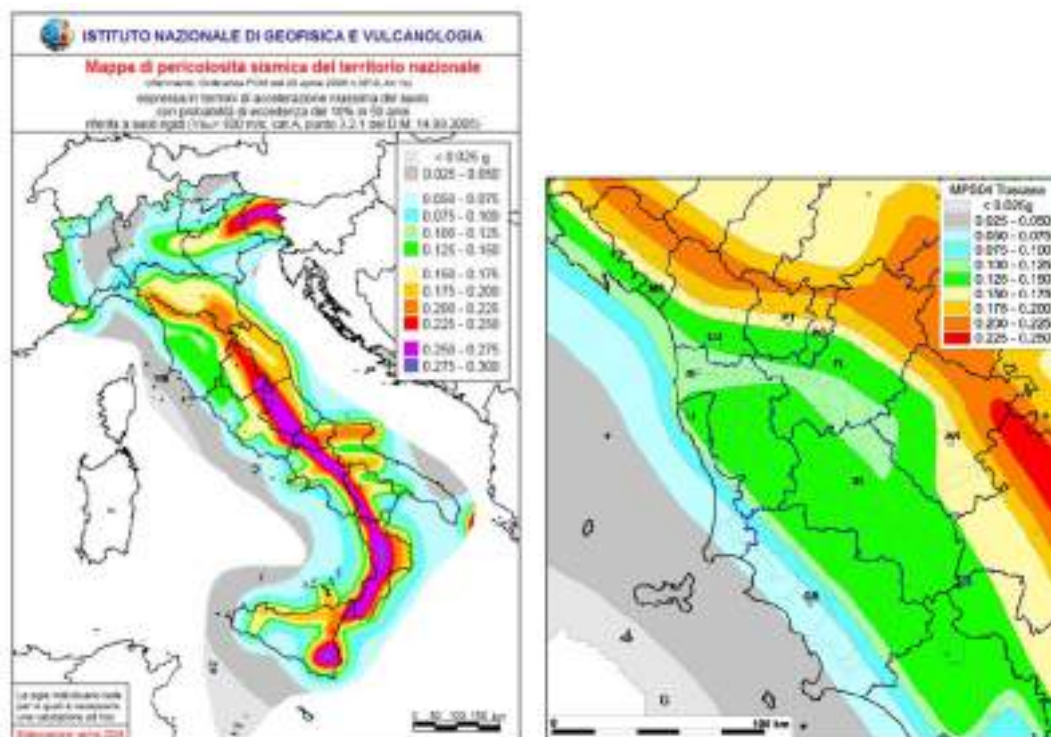
Sulla base di tale modello, sempre come descritto nel documento sopra citato, è stata elaborata la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006 e divenuta infine la Mappa di riferimento prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (vedi figure di seguito).



Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Campi Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Positano	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza-Savona	918, 919, 910	6.37
Friuli-Venezia Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Giaro, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Samio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9 e valori della Magnitudo M_{wmax}
 (Estratto da “Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi”, P. Barsanti, C. Civelli 2013)



*Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale a sinistra
 e focus sulla Regione Toscana a destra
 (Estratto da “Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione – Quaderno di
 approfondimento alle Linee Guida NTC 08 – Gruppo Interregionale Ordine dei
 Geologi”, P. Barsanti, C. Civelli 2013)*

Sulla base della carta sopra riportata, la Regione Toscana ha aggiornato la Classificazione sismica del territorio Regionale (Delibera G.R.T. n 421 del 26/05/2014): il comune di Quarrata rientra in **Zona Sismica 3**.

3 – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Come descritto nel documento A05 – Relazione Geologica, per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo è stato realizzato un profilo sismico a rifrazione nella zona oggetto di intervento.

Per la determinazione della *Categoria del sottosuolo di fondazione*, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, le Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/18 indicano 5 classi definite nella tabella seguente:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso l'indagine sismica realizzata si osserva:

- il substrato roccioso inalterato, con comportamento da *bedrock sismico* ($V_s > 800$ m/sec), è presente a partire da profondità comprese tra 6.8 m e 11.8 m dal piano campagna;
- la velocità equivalente dei terreni posti al di sopra del substrato roccioso inalterato risulta, anche considerando la profondità delle fondazioni in progetto, sempre inferiore a 360 m/sec.

Sulla base di quanto detto, si assegna all'area di intervento la **Categoria di Sottosuolo E**.

4 – CATEGORIA TOPOGRAFICA

L'area d'intervento risulta avere una pendenza inferiore a 15°: si assegna pertanto la **Categoria topografica T1**.

5 – PARAMETRI SISMICI

5.1 - Accelerazione sismica di sito

In base all'ubicazione dell'area d'intervento, consultando la Tabella dei Parametri

Spettrali allegata al DM 14/1/08 (Allegato B), l'accelerazione sismica di sito per i vari tempi di ritorno si calcola interpolando i valori dei quattro nodi più vicini utilizzando la seguente formula:

$$a_g = (a1 \times d1 + a2 \times d2 + a3 \times d3 + a4 \times d4) / (d1 + d2 + d3 + d4)$$

dove:

a_g = accelerazione di sito

$a1$ = accelerazione in uno dei nodi

$d1$ = distanza tra un nodo e l'area di intervento

Il valore così ottenuto è riferito convenzionalmente ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1).

Allo stesso modo vengono riportati di seguito i valori di F_o e di T_c , dove F_o è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale mentre T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

I valori sitospecifici per a_g e per gli altri parametri, ricavati sulla base delle coordinate del lotto (ED50: 43.84975°, 10.970315°), sono riportati di seguito per i vari tempi di ritorno.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R	a_g	F_o	T_c^*
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0,047	2,536	0,248
50	0,057	2,571	0,263
72	0,065	2,575	0,271
101	0,073	2,572	0,277
140	0,082	2,579	0,283
201	0,095	2,508	0,289
475	0,133	2,423	0,297
975	0,170	2,378	0,308
2475	0,225	2,406	0,317

5.2 – Scelta del tempo di ritorno

La valutazione del Tempo di ritorno si ricava dalla formula:

$$Tr = - ((C_u \times V_n) / \ln(1 - P_{vr}))$$

in cui:

T_r = Tempo di ritorno

V_n = Vita nominale dell'edificio

C_u = Coefficiente di classe di uso dell'edificio

P_{vr} = Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R

Ipotizzando:

Vita Nominale

$V_n = 50$ anni, riferibile a “opere ordinarie” di cui alla Tab. 2.4.1 delle NTC

Coefficiente di classe d'uso

$C_u = 1.0$ riferibile a “costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti” di cui alla Tab. 2.4.II delle NTC

Probabilità di superamento

$P_{vr} = 10\%$ nel caso di SLV (Stato Limite Ultimo di salvaguardia della vita)

$P_{vr} = 63\%$ nel caso di SLD (Stato Limite di Esercizio relativo al danno)

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,047	2,537	0,248
SLD	50	0,057	2,571	0,263
SLV	475	0,133	2,423	0,297
SLC	975	0,170	2,378	0,308

6 – SISMOSTRATIGRAFIA DEL SITO

Sulla base dei dati ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione realizzata durante il presente studio si osserva che sono stati individuati tre sismostrati:

- il primo sismostrato, compreso tra 2.1 m e 4.6 m dal piano campagna, è caratterizzato da V_s di 110 – 150 m/sec;
- il secondo sismostrato, compreso tra 2.1 – 4.6 m e 6.8 – 11.8 m, presenta V_s di 340 m/sec;
- il terzo sismostrato, che si spinge fino alla massima profondità raggiunta con l'indagine (circa 28 metri), è caratterizzato da V_s di 940 m/sec;
- il substrato roccioso inalterato, con comportamento da *bedrock sismico* ($V_s > 800$ m/sec), è quindi presente a partire da profondità comprese tra 6.8 m e 11.8 m dal piano campagna;

- la velocità equivalente dei terreni posti al di sopra del substrato roccioso inalterato risulta sempre inferiore a 360 m/sec.

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A handwritten signature in black ink is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text "LINEE DEI DEPOSITI DELLA" at the top, "STRADA" in the center, and "MANNORI" and "M250" at the bottom. The signature is stylized and appears to read "Gaddo Mannori".

A16 – INDAGINI GEOLOGICHE

Prove di laboratorio geotecnico

RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F.
RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular blue ink stamp of the Italian Geological Association (Associazione Nazionale Geologi della Toscana) is visible. The text within the stamp includes "ASSOCIAZIONE NAZIONALE GEOLOGI DELLA TOSCANA", "GADDO MANNORI", and "1950". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Settore A – Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER Srl

Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : Mannori e Associati
Cantiere : Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

Verbale Accettazione n° : 530 del 21/11/2022
Data Certificazione : 01/12/2022
Campioni n°: 1
Certificati da n° a n° : 05549 a 05553



**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370556
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

COMMITTENTE: Mannori e Associati				
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)				
SONDAGGIO:		CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.4-2.8

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,3	%
Peso di volume	18,3	kN/m³
Peso di volume secco	14,6	kN/m³
Peso di volume saturo	19,0	kN/m³
Peso specifico	26,5	kN/m³
Indice dei vuoti	0,816	
Porosità	44,9	%
Grado di saturazione	83,7	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,1	%
Sabbia	14,5	%
Limo	46,0	%
Argilla	38,4	%
D 10	0,000191	mm
D 50	0,005315	mm
D 60	0,010836	mm
D 90	0,119104	mm
Passante set. 10	98,9	%
Passante set. 42	94,9	%
Passante set. 200	87,7	%

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE

σ	179	kPa
c_u	89	kPa
σ_{Rim}		kPa
$c_{u Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	15,8	kPa
ϕ'	23,3	°
c'_{Res}		kPa
ϕ'_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA**OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove					cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	
CF	GR	CS	TD		0					
					10	250				Limo con argilla MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 5/2 Olive gray
					20	125				Limo con argilla sabbioso, con concrezioni di manganese MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/4 Light olive brown
					30	275		25		Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test
										< 24.5 kPa molto molle
										24.5 - 49.1 kPa molle
										49.1 - 98.1 kPa plastico
										98.1 - 196.2 kPa consistente
										196.2 - 392.4 kPa molto consistente
								38		>392,4 kPa duro

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370556
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05549	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370556
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05550	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 24/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,3 kN/m³

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n.440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05551** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 25/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 28/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

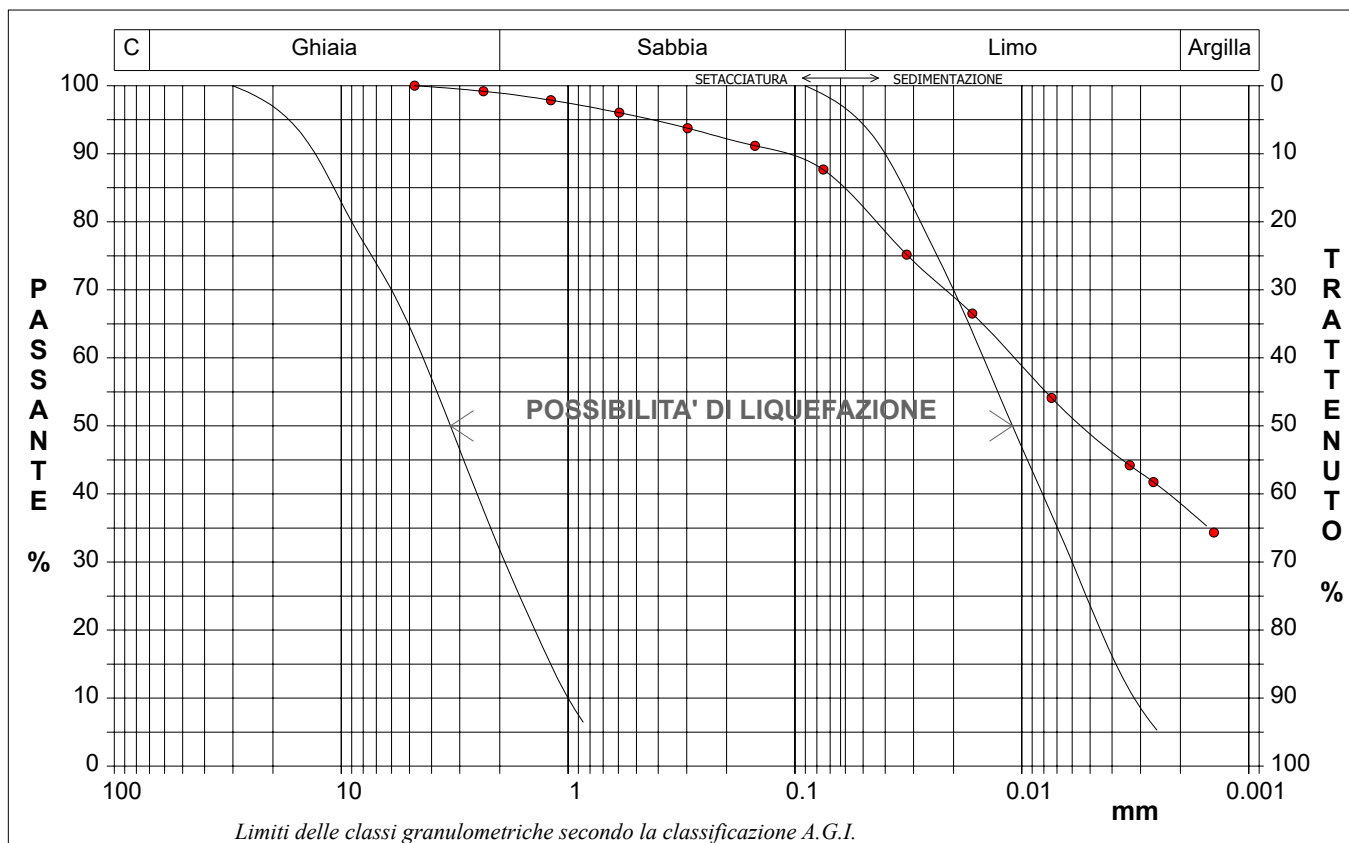
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma A.G.I. 1977

Ghiaia	1,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,9 %	D10	0,00019 mm	
Sabbia	14,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,9 %	D30	--- mm	
Limo	46,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	87,7 %	D50	0,00532 mm	
Argilla	38,4 %			D60	0,01084 mm	
Coefficiente di uniformità		56,79	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,11910 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1500	91,16	0,0033	44,23				
2,3600	99,18	0,0750	87,66	0,0026	41,75				
1,1900	97,87	0,0322	75,17	0,0014	34,33				
0,5950	96,03	0,0165	66,50					Setacci	6
0,2970	93,75	0,0074	54,13					Punti sediment.	6

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

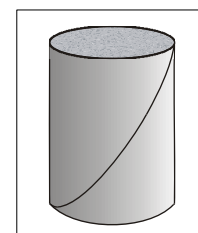
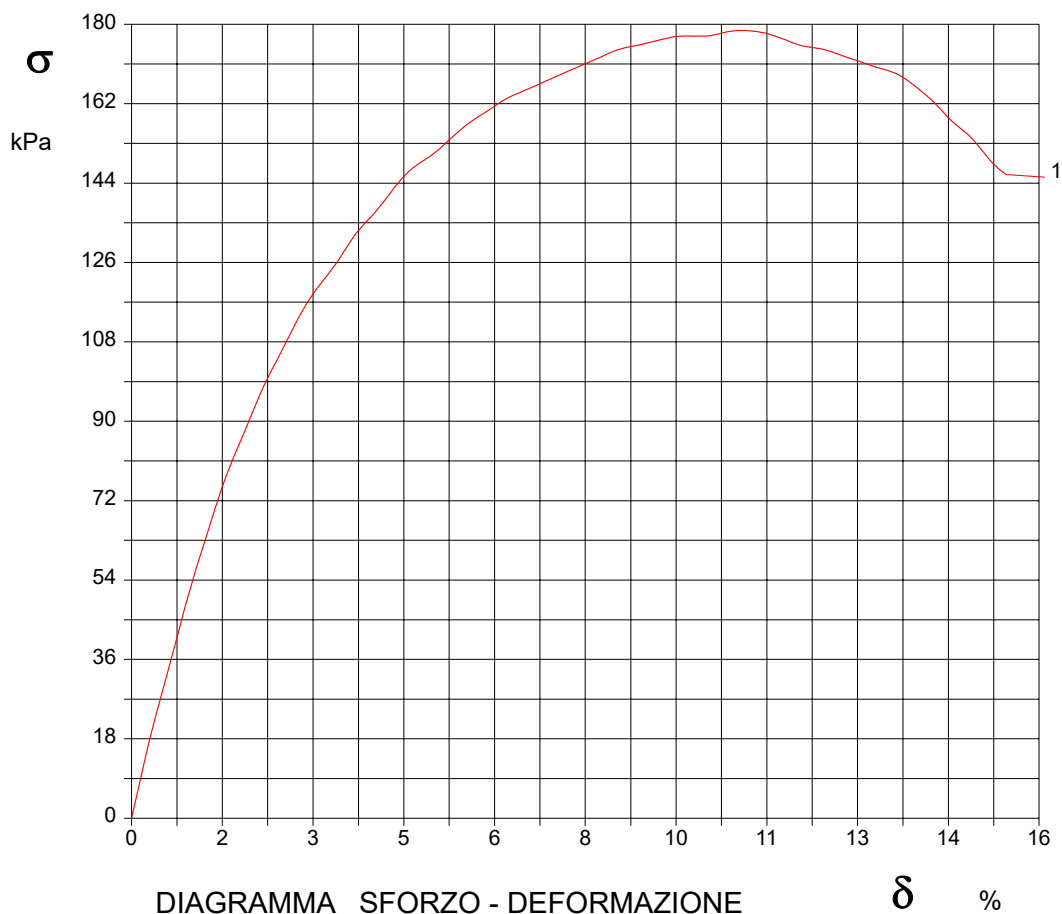
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

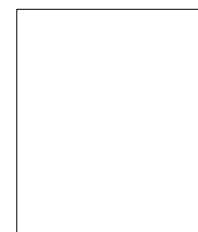
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

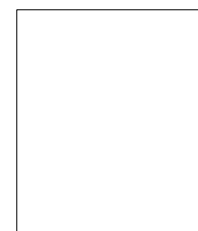
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,270	----	----
Altezza (cm):	7,60	----	----
Sezione (cm²):	11,28	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19,7	----	----
Umidità naturale (%):	24,1	----	----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 5538	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---

**LABOTER S.r.l.**

Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.it

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552 Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 25/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	19,4	12,85	171,5								
0,68	35,2	13,18	170,1								
1,01	50,9	13,51	168,7								
1,34	64,7	13,84	165,7								
1,67	77,6	14,17	162,1								
2,00	87,7	14,50	157,6								
2,32	97,8	14,82	154,0								
2,65	106,1	15,15	148,9								
2,98	114,4	15,48	145,3								
3,31	120,8										
3,64	126,4										
3,97	132,8										
4,30	137,4										
4,63	142,9										
4,96	147,4										
5,29	150,3										
5,61	153,9										
5,94	157,6										
6,27	160,3										
6,60	163,1										
6,93	165,0										
7,26	166,9										
7,59	168,7										
7,92	170,6										
8,25	172,4										
8,57	174,2										
8,90	175,2										
9,23	176,2										
9,56	177,2										
9,89	177,3										
10,22	177,5										
10,55	178,4										
10,88	178,5										
11,21	177,9										
11,54	176,4										
11,86	175,0										
12,19	174,3										
12,52	172,9										

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Settore A - Prove di Laboratorio su terre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

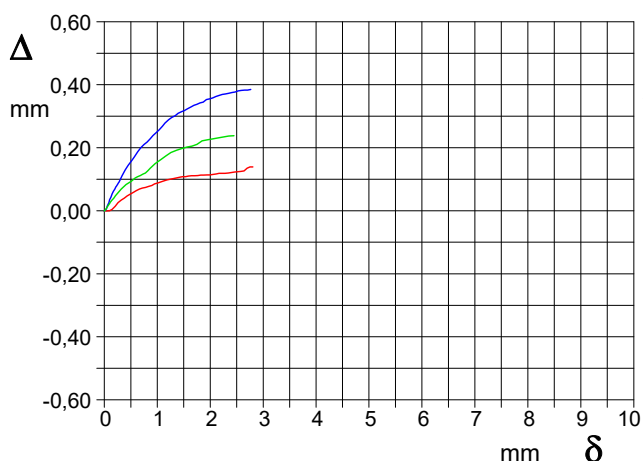
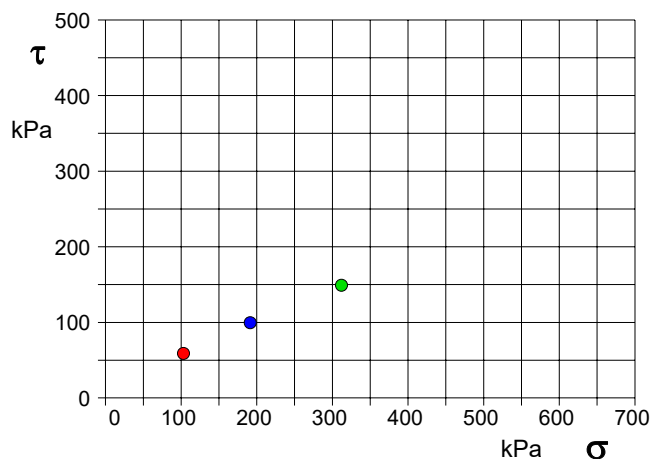
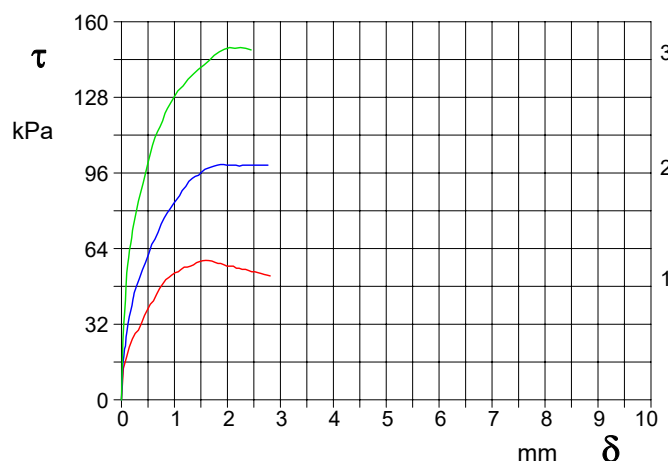
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	59	100	149
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,59	1,87	2,04
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11	0,35	0,23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,2	--- 24,8	--- 26,9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,1 22,6	18,3 22,8	18,4 23,4

DIAGRAMMATensione - Pressione verticale

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,007 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553	Pagina 0/4	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati	
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)	
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

[illegible]

**LABOTER S.r.l.**Via Nazario Sauro n. 440
51100 Pistoia
Tel. 0573 370566
e-mail: laboter@laboterpt.itDNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22

DATA DI EMISSIONE: 01/12/22 Inizio analisi: 24/11/22

Apertura campione: 24/11/22 Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati

RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)

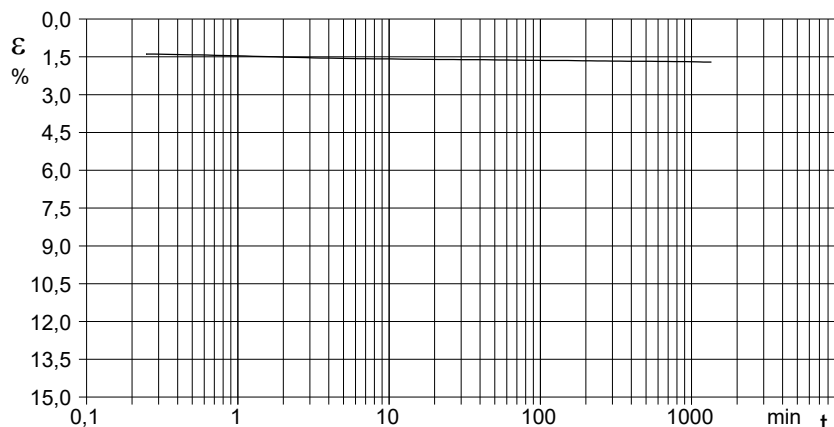
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

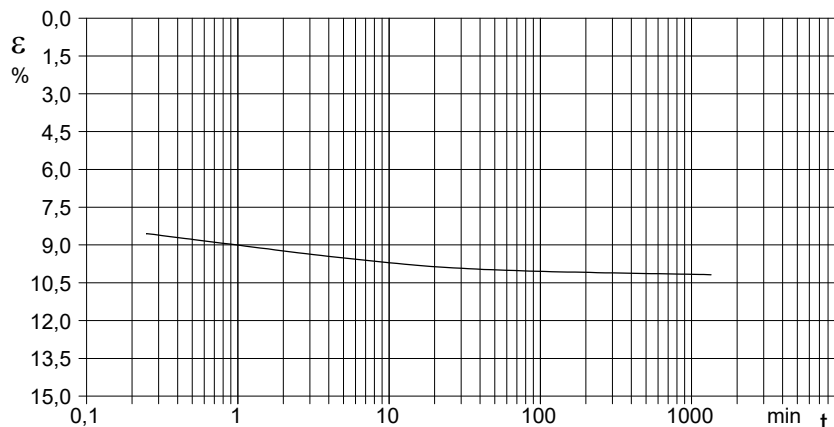
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 1**

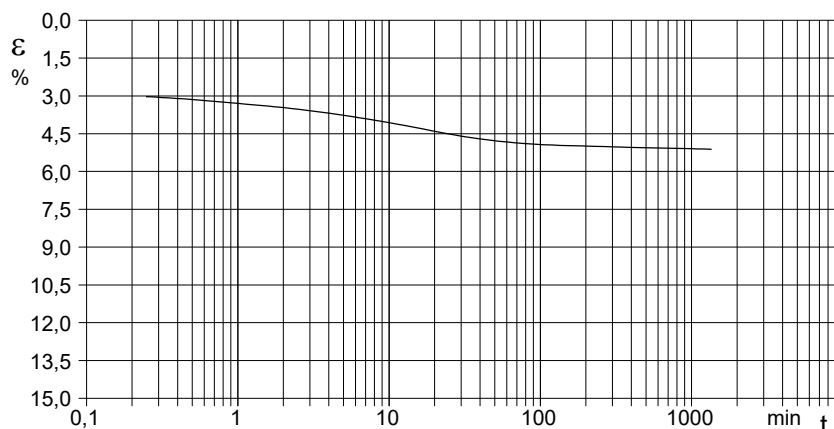
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,261
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,066
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 3**

Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,300
Altezza finale (cm)	2,182
Sezione (cm²):	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀

Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 01/12/22	Inizio analisi: 24/11/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 530 del 21/11/22		Apertura campione: 24/11/22	Fine analisi: 26/11/22

COMMITTENTE: Mannori e Associati	
RIFERIMENTO: Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)	
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

[illegible]

COMMITTENTE:	Mannori e Associati		
RIFERIMENTO:	Via C. Giacomelli - Quarrata (PT)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m 2.4-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	103		191		312	
Tensione a rottura (kPa):	59		100		149	
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,59		1,87		2,04	
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,11		0,35		0,23	
Umidità iniziale e umidità finale (%):	---	25,2	---	24,8	---	26,9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,1	22,6	18,3	22,8	18,4	23,4

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 15,8 kPa
Angolo di attrito interno: 23,3 °

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

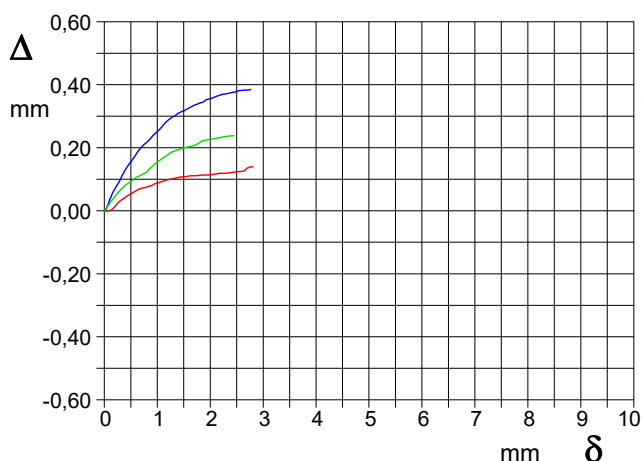
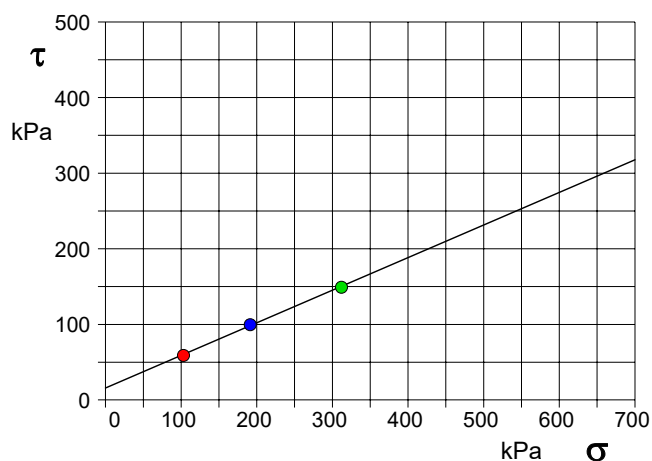


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

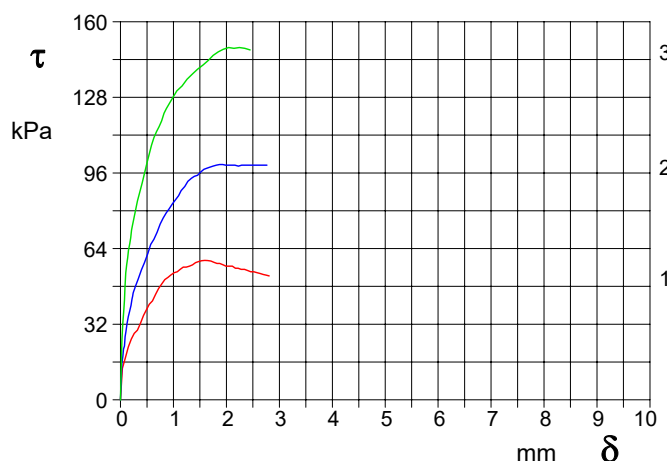


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

A16 – INDAGINI GEOLOGICHE

Prove penetrometriche statiche CPT

**RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F.
RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA**

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular blue ink stamp of the Italian Geological Association (Associazione Nazionale Geologi della Toscana) is visible. The text around the border includes "ASSOCIAZIONE NAZIONALE GEOLGICI DELLA TOSCANA". In the center, the name "GADDO MANNORI" and the number "19550" are printed. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

**Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it**

PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- 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	----	----	--	0,47	----	2,00	90,0	100,0	90,0	3,13	29,0
0,40	35,0	42,0	35,0	1,07	33,0	2,20	30,0	77,0	30,0	7,07	4,0
0,60	38,0	54,0	38,0	0,60	63,0	2,40	151,0	257,0	151,0	5,53	27,0
0,80	7,0	16,0	7,0	0,87	8,0	2,60	113,0	196,0	113,0	10,20	11,0
1,00	6,0	19,0	6,0	0,47	13,0	2,80	51,0	204,0	51,0	2,73	19,0
1,20	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	3,00	53,0	94,0	53,0	1,93	27,0
1,40	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0	3,20	38,0	67,0	38,0	3,33	11,0
1,60	19,0	29,0	19,0	0,93	20,0	3,40	250,0	300,0	250,0	-----	----
1,80	29,0	43,0	29,0	0,67	43,0						

- 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)

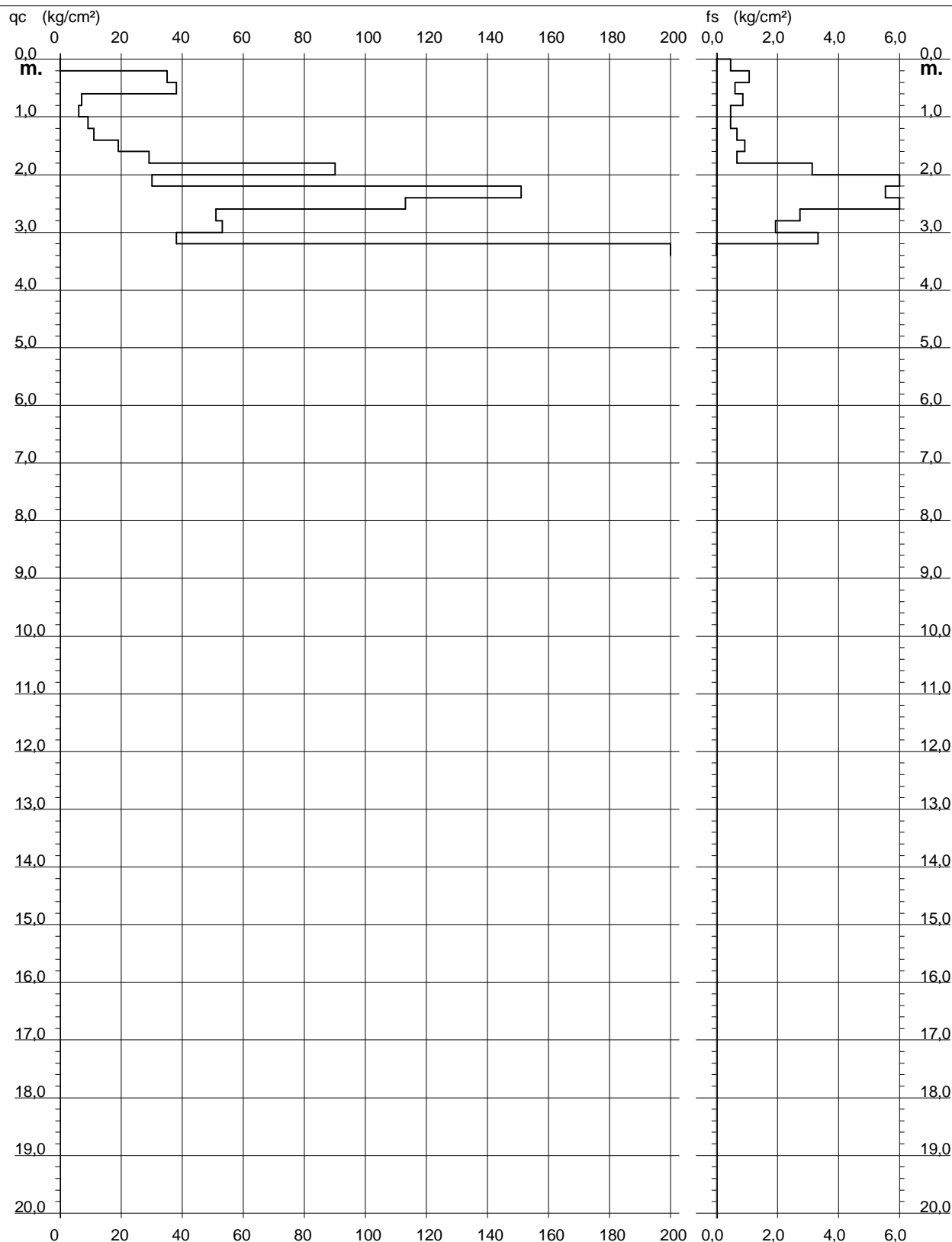
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



CPT 1

2.01PG05-185

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	35	33	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	44	29	0,256	58	88	105
0,60	38	63	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	42	30	0,231	63	95	114
0,80	7	8	1***	1,85	0,15	0,35	18,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	6	13	1***	1,85	0,19	0,30	11,5	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	19	2////	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	11	16	2////	1,85	0,26	0,54	15,6	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	19	20	2////	1,85	0,30	0,78	20,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	29	43	3:::	1,85	0,33	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87
2,00	90	29	4/-/-	1,85	0,37	3,00	85,9	510	765	270	93	41	42	44	45	41	33	0,232	150	225	270
2,20	30	4	4/-/-	1,85	0,41	1,00	19,3	170	255	90	53	35	38	40	42	35	29	0,111	50	75	90
2,40	151	27	4/-/-	1,85	0,44	5,03	99,9	856	1284	453	100	42	43	45	46	42	36	0,258	252	378	453
2,60	113	11	4/-/-	1,85	0,48	3,77	82,2	640	961	339	94	41	43	44	46	41	34	0,237	188	283	339
2,80	51	19	4/-/-	1,85	0,52	1,70	27,7	289	434	153	65	37	39	41	43	37	31	0,144	85	128	153
3,00	53	27	4/-/-	1,85	0,55	1,77	26,7	300	451	159	65	37	39	41	43	37	31	0,143	88	133	159
3,20	38	11	4/-/-	1,85	0,59	1,27	16,2	215	323	114	52	35	37	40	42	35	30	0,108	63	95	114
3,40	250	--	3:::	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	39	0,258	417	625	750

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- 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	----	----	--	1,07	----	2,00	78,0	131,0	78,0	4,47	17,0
0,40	10,0	26,0	10,0	1,60	6,0	2,20	57,0	124,0	57,0	3,67	16,0
0,60	14,0	38,0	14,0	1,00	14,0	2,40	59,0	114,0	59,0	4,33	14,0
0,80	26,0	41,0	26,0	2,07	13,0	2,60	67,0	132,0	67,0	1,13	59,0
1,00	12,0	43,0	12,0	1,67	7,0	2,80	46,0	63,0	46,0	1,13	41,0
1,20	19,0	44,0	19,0	1,87	10,0	3,00	113,0	130,0	113,0	1,60	71,0
1,40	20,0	48,0	20,0	1,93	10,0	3,20	28,0	52,0	28,0	0,07	420,0
1,60	23,0	52,0	23,0	1,93	12,0	3,40	127,0	128,0	127,0	-----	----
1,80	27,0	56,0	27,0	3,53	8,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - 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)

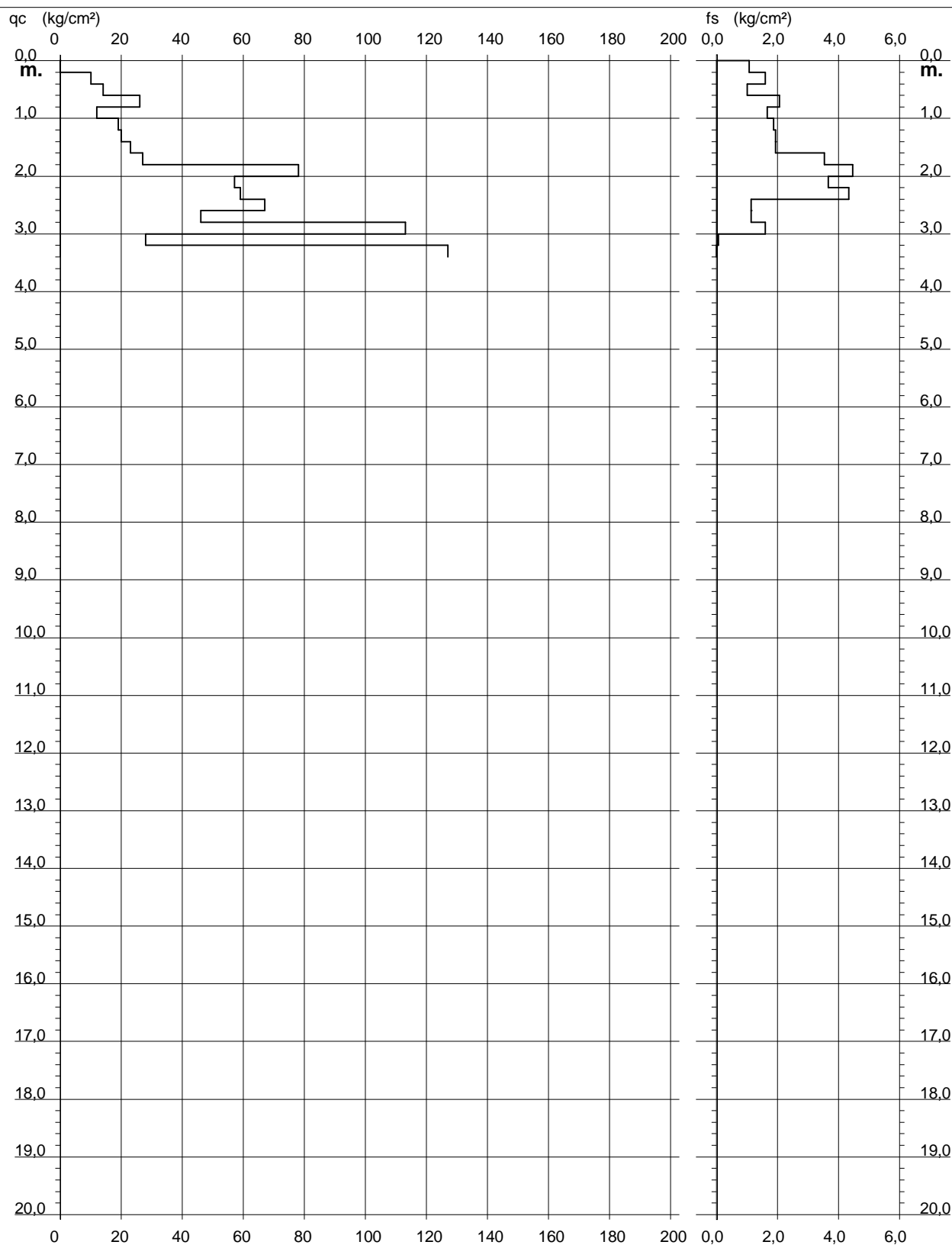
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



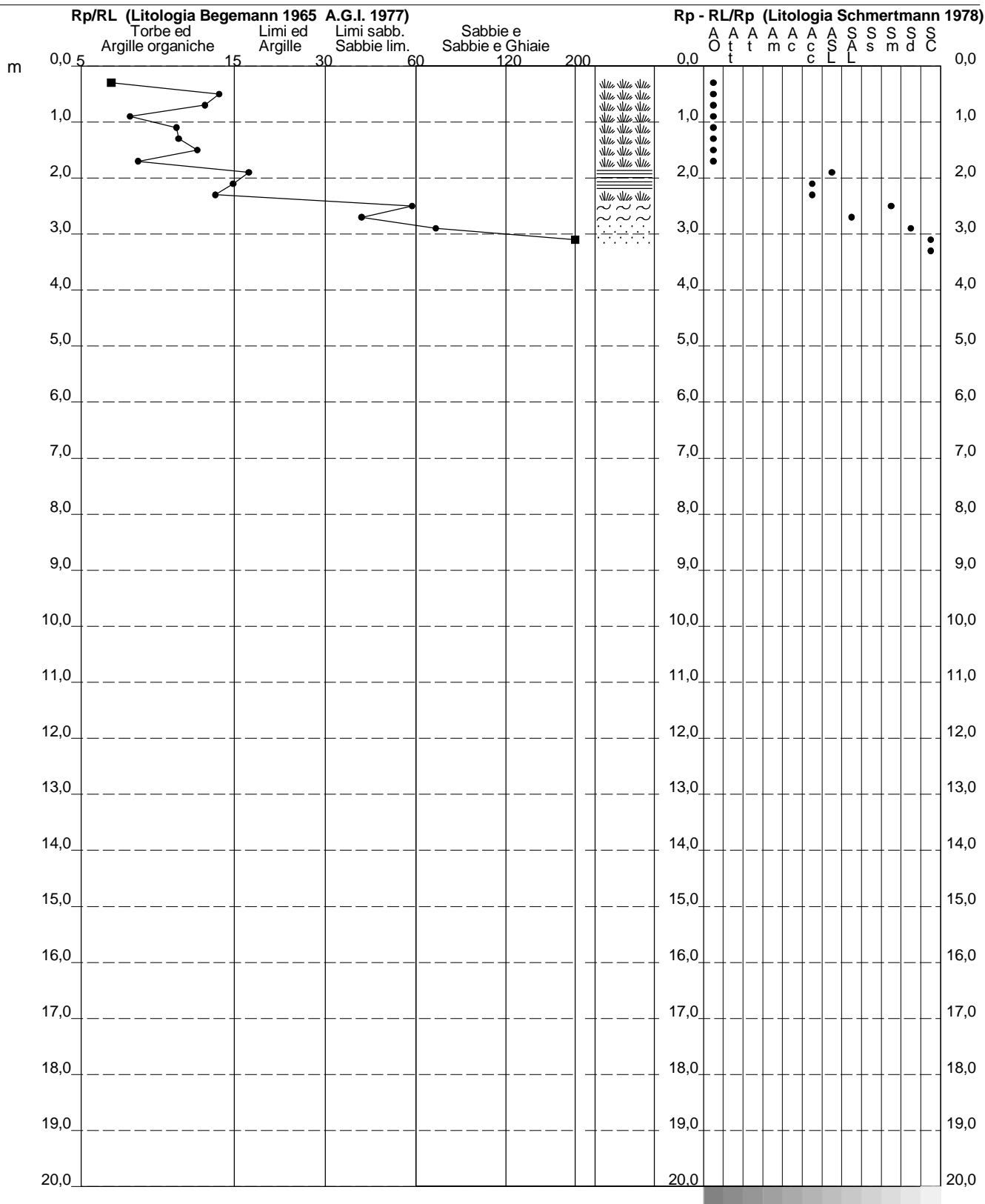
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 15/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	10	6	2////	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	14	14	2////	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	26	13	4/-/-	1,85	0,15	0,93	62,3	158	237	78	72	38	40	42	44	40	28	0,166	43	65	78
1,00	12	7	2////	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	19	10	2////	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	20	10	4/-/-	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60
1,60	23	12	4/-/-	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69
1,80	27	8	4/-/-	1,85	0,33	0,95	23,2	161	242	81	54	36	38	40	42	36	28	0,114	45	68	81
2,00	78	17	4/-/-	1,85	0,37	2,60	71,8	442	663	234	68	40	42	43	45	40	33	0,215	130	195	234
2,20	57	16	4/-/-	1,85	0,41	1,90	43,1	323	485	171	75	38	40	42	44	39	31	0,173	95	143	171
2,40	59	14	4/-/-	1,85	0,44	1,97	40,3	334	502	177	74	38	40	42	44	38	32	0,170	98	148	177
2,60	67	59	3:-:-	1,85	0,48	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	39	32	0,178	112	168	201
2,80	46	41	3:-:-	1,85	0,52	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	36	31	0,134	77	115	138
3,00	113	71	3:-:-	1,85	0,55	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	34	0,225	188	283	339
3,20	28	420	3:-:-	1,85	0,59	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	28	0,082	47	70	84
3,40	127	--	3:-:-	1,85	0,63	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	40	35	0,228	212	318	381

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,20	----	4,80	17,0	30,0	17,0	0,93	18,0
0,40	7,0	10,0	7,0	0,33	21,0	5,00	14,0	28,0	14,0	0,87	16,0
0,60	5,0	10,0	5,0	0,40	12,0	5,20	18,0	31,0	18,0	0,73	25,0
0,80	4,0	10,0	4,0	0,40	10,0	5,40	28,0	39,0	28,0	1,53	18,0
1,00	10,0	16,0	10,0	0,53	19,0	5,60	30,0	53,0	30,0	1,60	19,0
1,20	7,0	15,0	7,0	0,53	13,0	5,80	29,0	53,0	29,0	1,73	17,0
1,40	8,0	16,0	8,0	0,53	15,0	6,00	43,0	69,0	43,0	2,00	22,0
1,60	16,0	24,0	16,0	1,20	13,0	6,20	72,0	102,0	72,0	2,20	33,0
1,80	18,0	36,0	18,0	1,40	13,0	6,40	60,0	93,0	60,0	2,33	26,0
2,00	33,0	54,0	33,0	2,20	15,0	6,60	50,0	85,0	50,0	2,47	20,0
2,20	33,0	66,0	33,0	2,87	12,0	6,80	27,0	64,0	27,0	2,13	13,0
2,40	36,0	79,0	36,0	2,67	13,0	7,00	38,0	70,0	38,0	2,07	18,0
2,60	35,0	75,0	35,0	2,87	12,0	7,20	36,0	67,0	36,0	1,80	20,0
2,80	31,0	74,0	31,0	2,33	13,0	7,40	39,0	66,0	39,0	3,07	13,0
3,00	30,0	65,0	30,0	2,13	14,0	7,60	36,0	82,0	36,0	6,20	6,0
3,20	32,0	64,0	32,0	2,20	15,0	7,80	66,0	159,0	66,0	0,87	76,0
3,40	30,0	63,0	30,0	2,13	14,0	8,00	103,0	116,0	103,0	2,93	35,0
3,60	31,0	63,0	31,0	2,00	16,0	8,20	60,0	104,0	60,0	1,73	35,0
3,80	30,0	60,0	30,0	1,93	16,0	8,40	36,0	62,0	36,0	0,93	39,0
4,00	34,0	63,0	34,0	2,00	17,0	8,60	25,0	39,0	25,0	3,00	8,0
4,20	27,0	57,0	27,0	2,07	13,0	8,80	185,0	230,0	185,0	0,93	198,0
4,40	18,0	49,0	18,0	1,20	15,0	9,00	218,0	232,0	218,0	-----	----
4,60	14,0	32,0	14,0	0,87	16,0						

- 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)

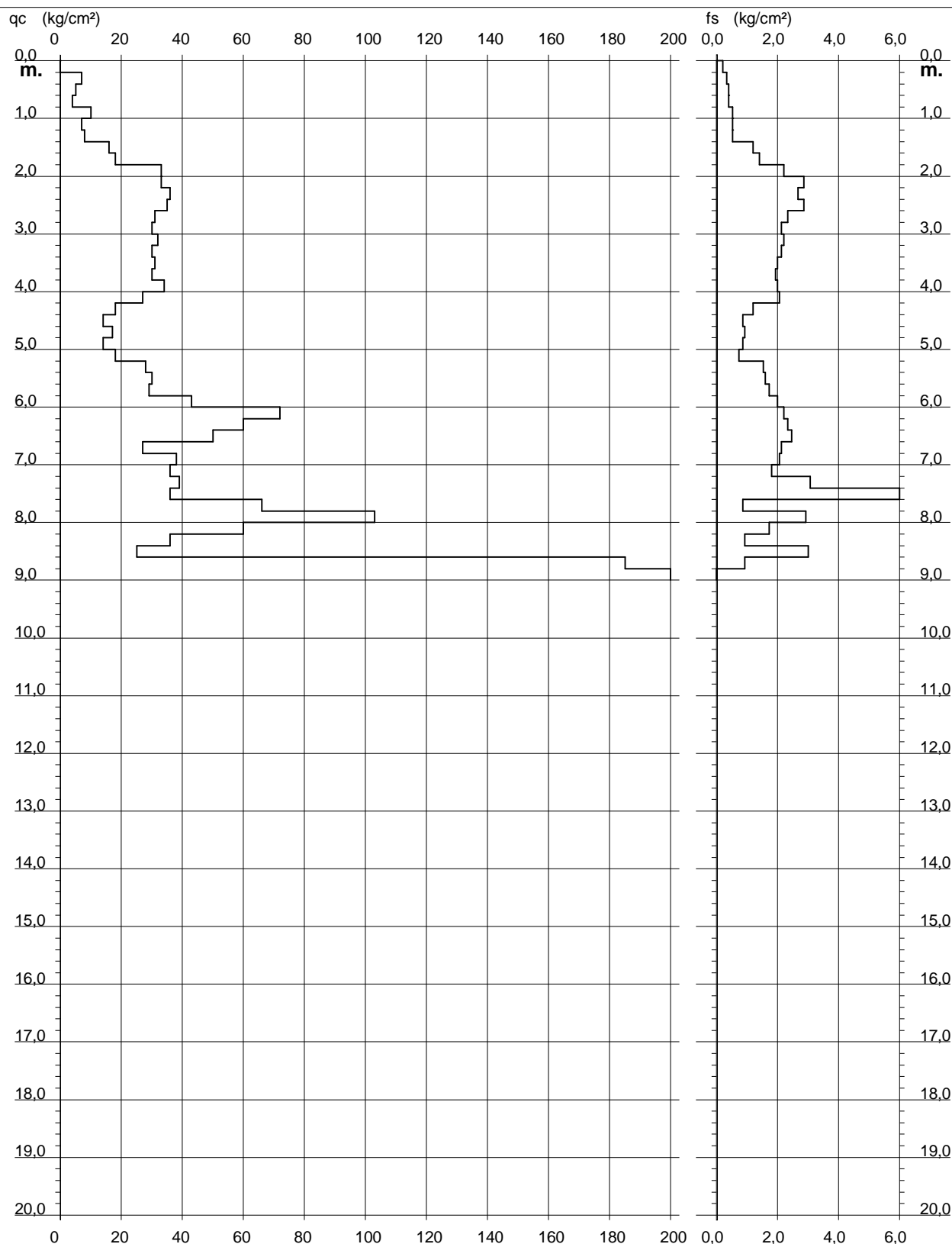
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



CPT 3

2.01PG05-185

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	7	21	2////	1,85	0,07	0,35	43,8	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	5	12	1***	1,85	0,11	0,25	17,3	10	15	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	4	10	1***	1,85	0,13	0,20	9,1	8	13	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	10	19	2////	1,85	0,19	0,50	21,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	7	13	1***	1,85	0,22	0,35	11,1	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	8	15	2////	1,85	0,26	0,40	10,8	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	13	2////	1,85	0,30	0,70	18,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	18	13	2////	1,85	0,33	0,75	17,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	33	15	4:/:	1,85	0,37	1,10	24,5	187	281	99	58	36	38	40	43	36	29	0,125	55	83	99
2,20	33	12	4:/:	1,85	0,41	1,10	21,8	187	281	99	56	36	38	40	42	36	29	0,119	55	83	99
2,40	36	13	4:/:	1,85	0,44	1,20	21,8	204	306	108	57	36	38	40	43	36	30	0,121	60	90	108
2,60	35	12	4:/:	1,85	0,48	1,17	19,0	198	298	105	54	36	38	40	42	35	29	0,114	58	88	105
2,80	31	13	4:/:	1,85	0,52	1,03	14,9	176	264	93	48	35	37	39	42	34	29	0,098	52	78	93
3,00	30	14	4:/:	1,85	0,55	1,00	13,1	170	255	90	45	34	37	39	42	34	29	0,092	50	75	90
3,20	32	15	4:/:	1,85	0,59	1,07	13,1	181	272	96	46	34	37	39	42	34	29	0,093	53	80	96
3,40	30	14	4:/:	1,85	0,63	1,00	11,2	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90
3,60	31	16	4:/:	1,85	0,67	1,03	10,9	176	264	93	42	34	36	39	41	33	29	0,084	52	78	93
3,80	30	16	4:/:	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90
4,00	34	17	4:/:	1,85	0,74	1,13	10,7	193	289	102	42	34	36	39	41	33	29	0,085	57	85	102
4,20	27	13	4:/:	1,85	0,78	0,95	8,0	186	279	81	33	33	35	38	41	31	28	0,064	45	68	81
4,40	18	15	2////	1,85	0,81	0,75	5,7	219	328	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	14	16	2////	1,85	0,85	0,64	4,4	238	356	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	17	18	2////	1,85	0,89	0,72	4,9	246	369	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	16	2////	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	18	25	2////	1,85	0,96	0,75	4,6	268	402	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	28	18	4:/:	1,85	1,00	0,97	6,0	264	396	84	28	32	35	37	40	30	28	0,054	47	70	84
5,60	30	19	4:/:	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90
5,80	29	17	4:/:	1,85	1,07	0,98	5,6	289	434	87	28	32	35	37	40	30	29	0,053	48	73	87
6,00	43	22	4:/:	1,85	1,11	1,43	8,6	263	395	129	40	34	36	39	41	32	30	0,081	72	108	129
6,20	72	33	3:..	1,85	1,15	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	32	0,123	120	180	216
6,40	60	26	4:/:	1,85	1,18	2,00	12,1	340	510	180	50	35	37	40	42	33	32	0,105	100	150	180
6,60	50	20	4:/:	1,85	1,22	1,67	9,3	291	436	150	43	34	36	39	41	32	31	0,088	83	125	150
6,80	27	13	4:/:	1,85	1,26	0,95	4,4	351	527	81	21	31	34	37	40	28	28	0,041	45	68	81
7,00	38	18	4:/:	1,85	1,30	1,27	6,1	341	511	114	32	33	35	38	41	30	30	0,063	63	95	114
7,20	36	20	4:/:	1,85	1,33	1,20	5,5	361	541	108	30	32	35	38	40	30	30	0,058	60	90	108
7,40	37	13	4:/:	1,85	1,37	1,30	5,9	364	547	117	32	32	35	38	41	30	30	0,062	65	98	117
7,60	36	6	4:/:	1,85	1,41	1,20	5,2	386	579	108	29	32	35	37	40	29	30	0,055	60	90	108
7,80	66	76	3:..	1,85	1,44	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,101	110	165	198
8,00	103	35	3:..	1,85	1,48	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	172	258	309
8,20	60	35	3:..	1,85	1,52	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	32	32	0,090	100	150	180
8,40	36	39	3:..	1,85	1,55	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	29	30	0,050	60	90	108
8,60	25	8	4:/:	1,85	1,59	0,91	3,1	440	659	75	13	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75
8,80	185	198	3:..	1,85	1,63	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	37	0,194	308	463	555
9,00	218	--	3:..	1,85	1,66	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	38	38	0,211	363	545	654

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,80	----	3,80	36,0	72,0	36,0	1,73	21,0
0,40	8,0	20,0	8,0	0,40	20,0	4,00	31,0	57,0	31,0	2,07	15,0
0,60	4,0	10,0	4,0	0,40	10,0	4,20	35,0	66,0	35,0	2,07	17,0
0,80	3,0	9,0	3,0	0,47	6,0	4,40	39,0	70,0	39,0	2,60	15,0
1,00	5,0	12,0	5,0	0,67	7,0	4,60	33,0	72,0	33,0	1,93	17,0
1,20	7,0	17,0	7,0	0,67	10,0	4,80	33,0	62,0	33,0	1,87	18,0
1,40	10,0	20,0	10,0	0,87	12,0	5,00	28,0	56,0	28,0	1,93	14,0
1,60	12,0	25,0	12,0	1,27	9,0	5,20	31,0	60,0	31,0	1,67	19,0
1,80	17,0	36,0	17,0	1,60	11,0	5,40	34,0	59,0	34,0	1,87	18,0
2,00	18,0	42,0	18,0	1,13	16,0	5,60	27,0	55,0	27,0	1,53	18,0
2,20	16,0	33,0	16,0	1,47	11,0	5,80	26,0	49,0	26,0	1,33	19,0
2,40	18,0	40,0	18,0	0,93	19,0	6,00	29,0	49,0	29,0	1,27	23,0
2,60	25,0	39,0	25,0	1,40	18,0	6,20	62,0	81,0	62,0	3,40	18,0
2,80	23,0	44,0	23,0	1,33	17,0	6,40	55,0	106,0	55,0	1,93	28,0
3,00	29,0	49,0	29,0	1,67	17,0	6,60	50,0	79,0	50,0	1,20	42,0
3,20	36,0	61,0	36,0	2,20	16,0	6,80	252,0	270,0	252,0	1,73	145,0
3,40	41,0	74,0	41,0	2,67	15,0	7,00	274,0	300,0	274,0	-----	----
3,60	38,0	78,0	38,0	2,40	16,0						

- 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)

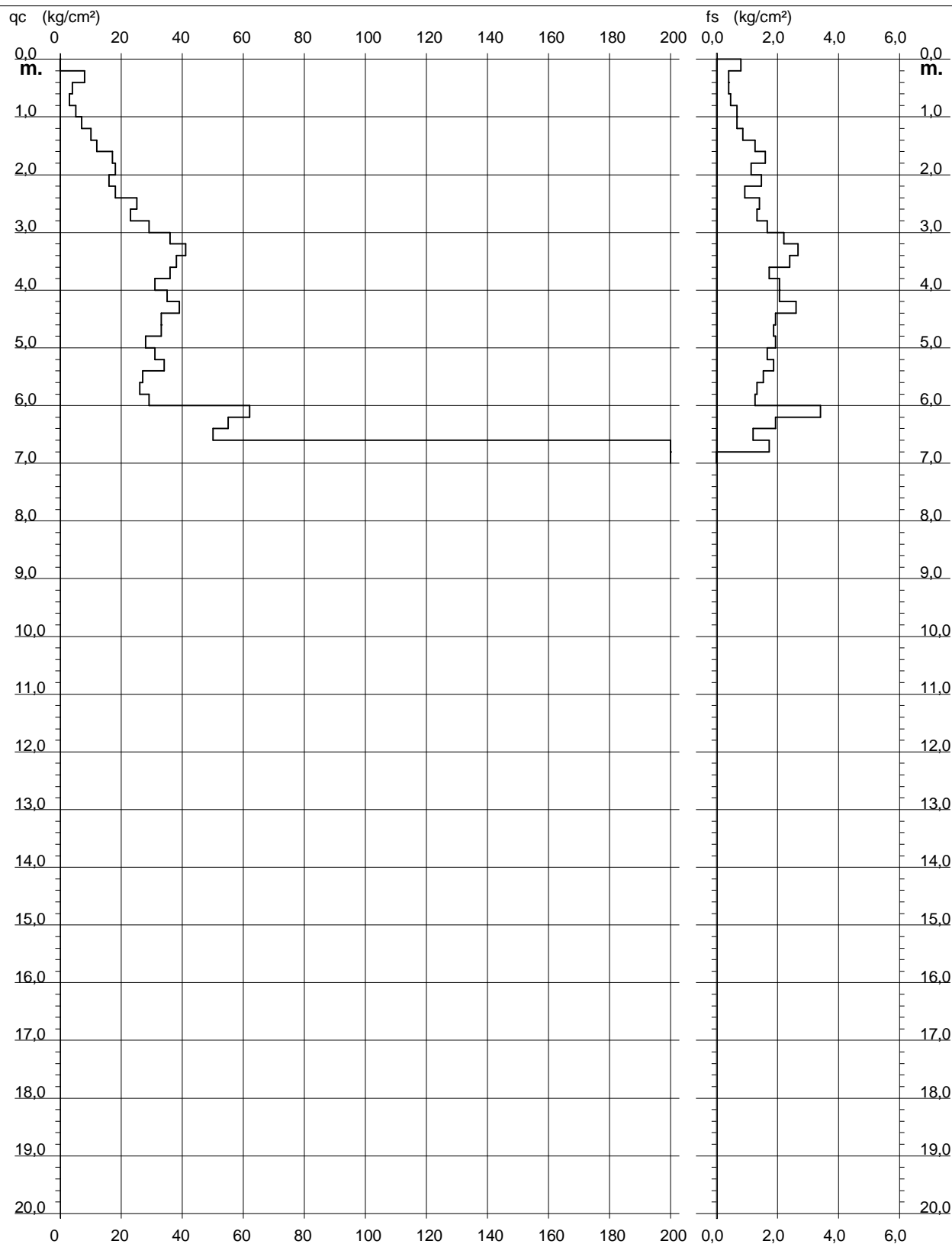
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



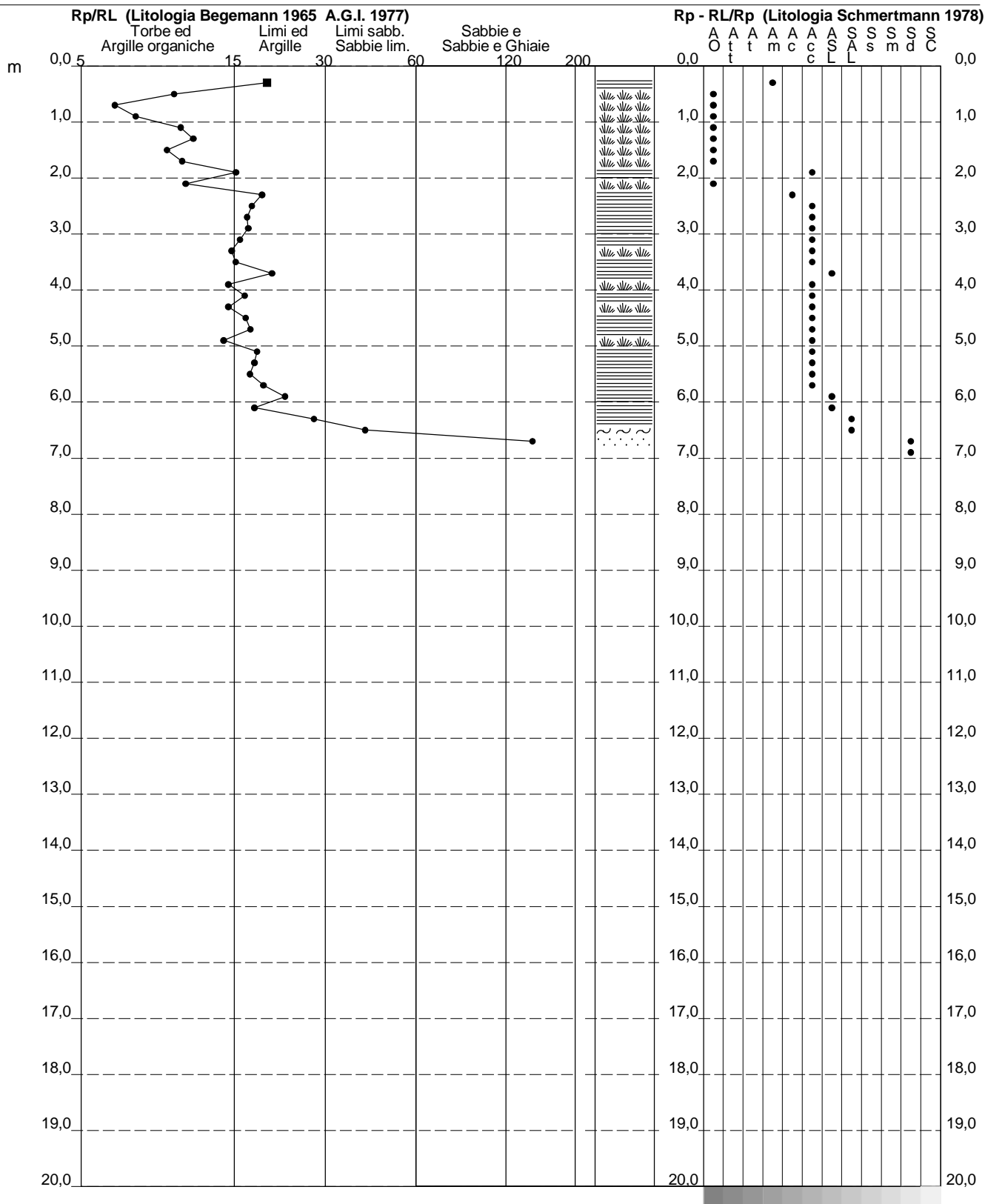
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	8	20	2////	1,85	0,07	0,40	51,7	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	4	10	1***	1,85	0,11	0,20	13,1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	3	6	1***	1,85	0,15	0,15	6,4	8	12	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	5	7	1***	1,85	0,19	0,25	9,1	10	16	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	7	10	1***	1,85	0,22	0,35	11,1	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	10	12	2////	1,85	0,26	0,50	14,3	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	9	2////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	17	11	2////	1,85	0,33	0,72	16,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	18	16	2////	1,85	0,37	0,75	15,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	16	11	2////	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	18	19	2////	1,85	0,44	0,75	12,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	25	18	4:/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75
2,80	23	17	4:/:	1,85	0,52	0,87	12,0	148	221	69	38	33	36	38	41	32	28	0,074	38	58	69
3,00	29	17	4:/:	1,85	0,55	0,98	12,8	167	251	87	44	34	37	39	42	33	29	0,089	48	73	87
3,20	36	16	4:/:	1,85	0,59	1,20	15,2	204	306	108	50	35	37	40	42	34	30	0,103	60	90	108
3,40	41	15	4:/:	1,85	0,63	1,37	16,6	232	349	123	53	35	38	40	42	35	30	0,111	68	103	123
3,60	38	16	4:/:	1,85	0,67	1,27	14,0	215	323	114	49	35	37	39	42	34	30	0,101	63	95	114
3,80	36	21	4:/:	1,85	0,70	1,20	12,2	204	306	108	45	34	37	39	42	33	30	0,093	60	90	108
4,00	31	15	4:/:	1,85	0,74	1,03	9,5	178	267	93	39	33	36	38	41	32	29	0,078	52	78	93
4,20	35	17	4:/:	1,85	0,78	1,17	10,4	198	298	105	42	34	36	39	41	33	29	0,085	58	88	105
4,40	39	15	4:/:	1,85	0,81	1,30	11,3	221	332	117	45	34	37	39	42	33	30	0,091	65	98	117
4,60	33	17	4:/:	1,85	0,85	1,10	8,7	202	302	99	38	33	36	38	41	32	29	0,075	55	83	99
4,80	33	18	4:/:	1,85	0,89	1,10	8,2	212	318	99	37	33	36	38	41	31	29	0,072	55	83	99
5,00	28	14	4:/:	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
5,20	31	19	4:/:	1,85	0,96	1,03	6,9	243	365	93	33	33	35	38	41	31	29	0,063	52	78	93
5,40	34	18	4:/:	1,85	1,00	1,13	7,4	246	369	102	35	33	35	38	41	31	29	0,068	57	85	102
5,60	27	18	4:/:	1,85	1,04	0,95	5,6	279	419	81	26	32	34	37	40	29	28	0,050	45	68	81
5,80	26	19	4:/:	1,85	1,07	0,93	5,2	294	441	78	24	31	34	37	40	29	28	0,046	43	65	78
6,00	29	23	4:/:	1,85	1,11	0,98	5,4	302	453	87	27	32	34	37	40	29	29	0,051	48	73	87
6,20	62	18	4:/:	1,85	1,15	2,07	13,1	351	527	186	52	35	38	40	42	34	32	0,110	103	155	186
6,40	55	28	4:/:	1,85	1,18	1,83	10,8	312	467	165	47	35	37	39	42	33	31	0,097	92	138	165
6,60	50	42	3:..:	1,85	1,22	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	31	0,088	83	125	150
6,80	252	145	3:..:	1,85	1,26	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	40	39	0,252	420	630	756
7,00	274	--	3:..:	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	40	40	0,258	457	685	822

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	----	----	--	0,93	----	4,20	47,0	98,0	47,0	2,20	21,0
0,40	65,0	79,0	65,0	2,27	29,0	4,40	56,0	89,0	56,0	3,40	16,0
0,60	40,0	74,0	40,0	1,80	22,0	4,60	47,0	98,0	47,0	3,13	15,0
0,80	80,0	107,0	80,0	3,67	22,0	4,80	47,0	94,0	47,0	3,00	16,0
1,00	66,0	121,0	66,0	2,07	32,0	5,00	40,0	85,0	40,0	2,60	15,0
1,20	55,0	86,0	55,0	1,13	49,0	5,20	33,0	72,0	33,0	2,13	15,0
1,40	43,0	60,0	43,0	2,73	16,0	5,40	33,0	65,0	33,0	1,93	17,0
1,60	59,0	100,0	59,0	3,07	19,0	5,60	30,0	59,0	30,0	1,87	16,0
1,80	50,0	96,0	50,0	4,20	12,0	5,80	42,0	70,0	42,0	1,93	22,0
2,00	57,0	120,0	57,0	4,20	14,0	6,00	38,0	67,0	38,0	2,80	14,0
2,20	47,0	110,0	47,0	3,60	13,0	6,20	45,0	87,0	45,0	2,33	19,0
2,40	37,0	91,0	37,0	1,93	19,0	6,40	38,0	73,0	38,0	2,40	16,0
2,60	31,0	60,0	31,0	1,33	23,0	6,60	45,0	81,0	45,0	3,27	14,0
2,80	27,0	47,0	27,0	1,27	21,0	6,80	44,0	93,0	44,0	2,73	16,0
3,00	34,0	53,0	34,0	1,73	20,0	7,00	49,0	90,0	49,0	2,40	20,0
3,20	36,0	62,0	36,0	1,73	21,0	7,20	84,0	120,0	84,0	3,40	25,0
3,40	43,0	69,0	43,0	2,20	20,0	7,40	36,0	87,0	36,0	1,60	22,0
3,60	49,0	82,0	49,0	2,33	21,0	7,60	66,0	90,0	66,0	1,13	58,0
3,80	48,0	83,0	48,0	3,07	16,0	7,80	233,0	250,0	233,0	-----	----
4,00	56,0	102,0	56,0	3,40	16,0						

- 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)

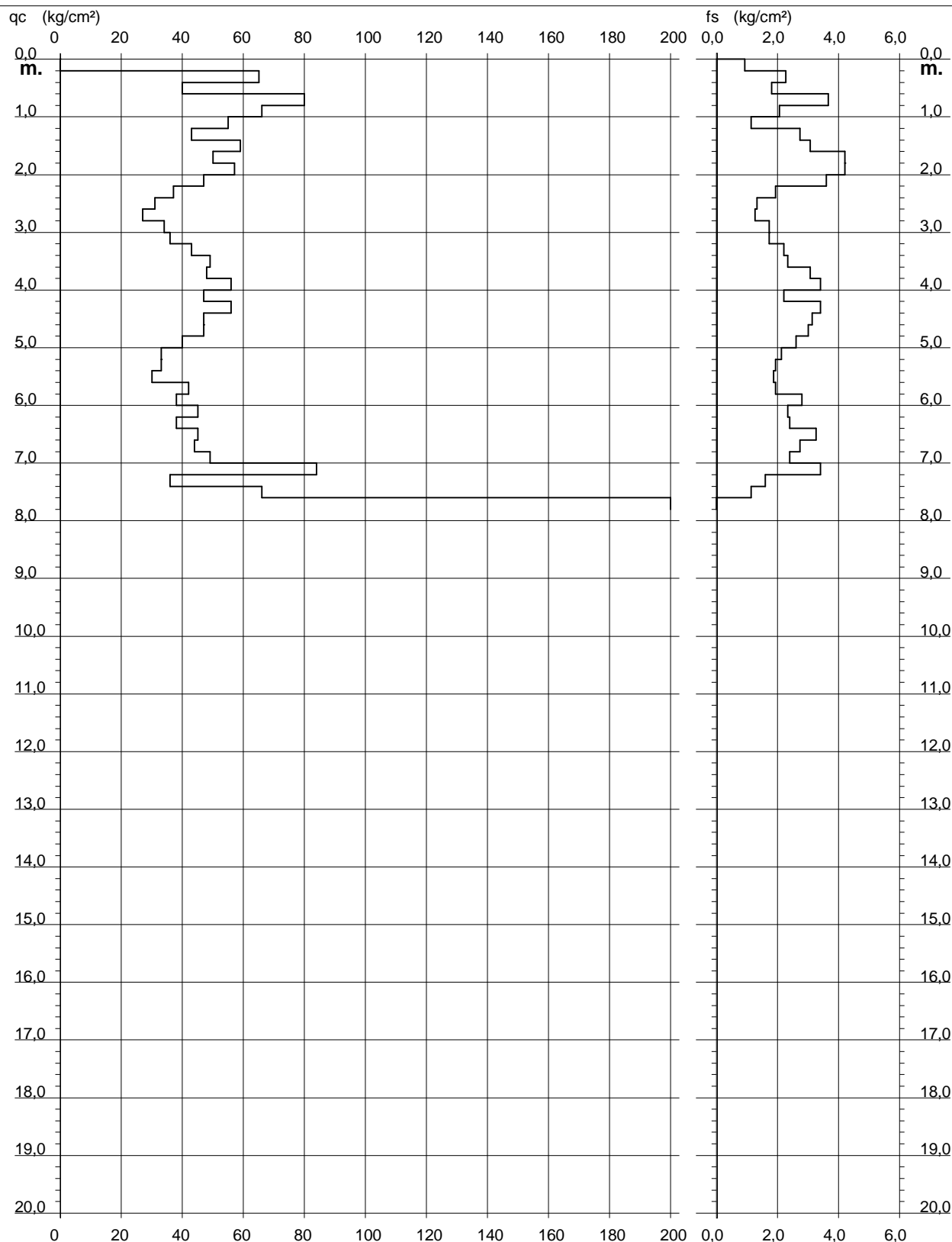
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata

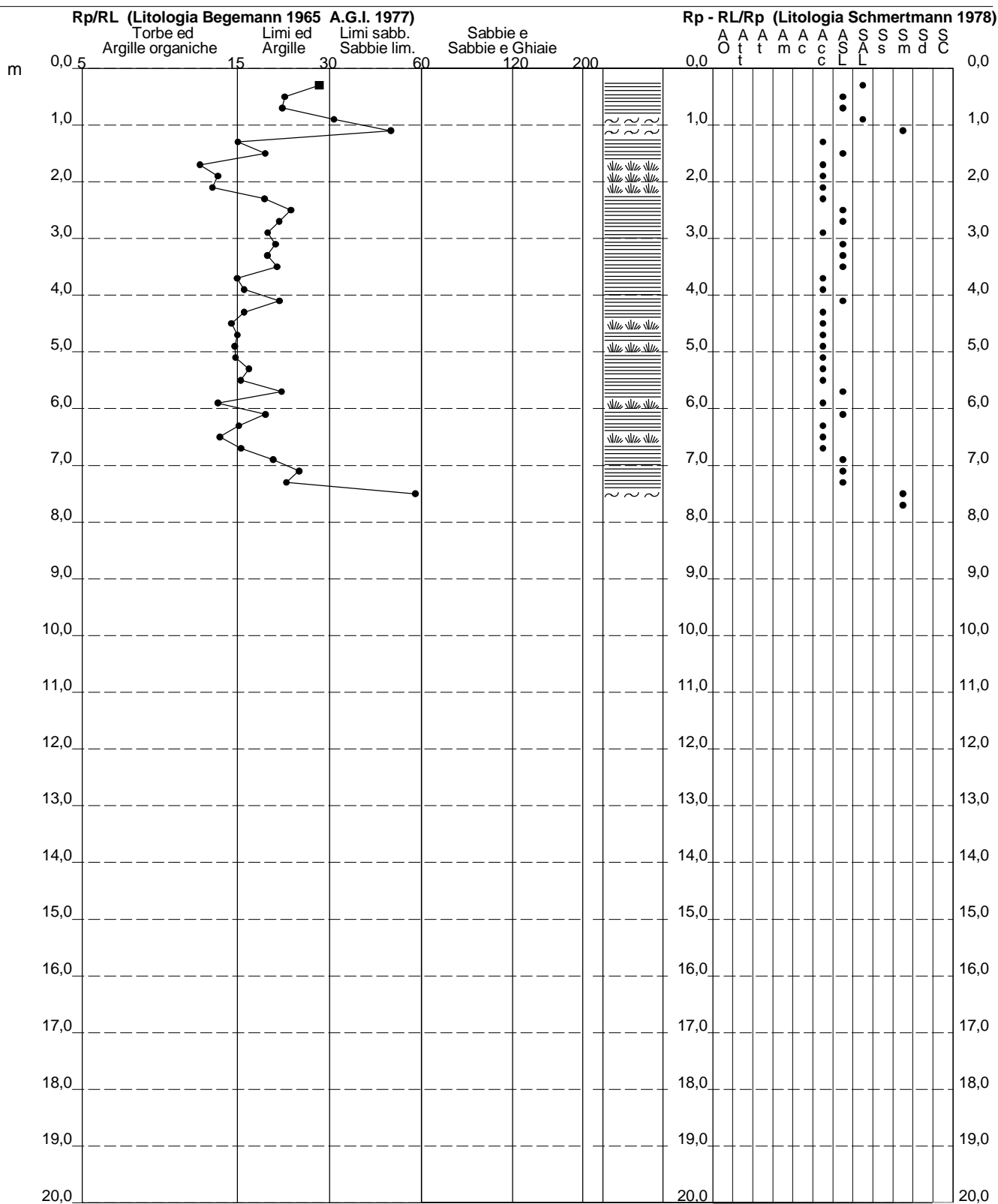
- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



CPT 5

2.01PG05-185

- data : 18/11/2022
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.01PG05-185

- committente : Studio Mannori
- lavoro : Ristrutturazione campo sportivo
- località : Stadio Raciti - Quarrata
- note :

- data : 18/11/2022
- 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	65	29	4/./	1,85	0,07	2,17	99,9	368	553	195	100	42	43	45	46	45	32	0,258	108	163	195
0,60	40	22	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	80	22	4/./	1,85	0,15	2,67	99,9	453	680	240	100	42	43	45	46	44	33	0,258	133	200	240
1,00	66	32	3:./	1,85	0,19	--	--	--	--	--	99	42	43	44	46	43	32	0,254	110	165	198
1,20	55	49	3:./	1,85	0,22	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	41	31	0,217	92	138	165
1,40	43	16	4/./	1,85	0,26	1,43	53,3	244	366	129	76	39	40	42	44	39	30	0,177	72	108	129
1,60	59	19	4/./	1,85	0,30	1,97	67,0	334	502	177	84	40	41	43	45	40	32	0,202	98	148	177
1,80	50	12	4/./	1,85	0,33	1,67	47,0	283	425	150	75	38	40	42	44	39	31	0,174	83	125	150
2,00	57	14	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	47	13	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	37	19	4/./	1,85	0,44	1,23	22,5	210	315	111	58	36	38	40	43	36	30	0,124	62	93	111
2,60	31	23	4/./	1,85	0,48	1,03	16,3	176	264	93	50	35	37	40	42	35	29	0,103	52	78	93
2,80	27	21	4/./	1,85	0,52	0,95	13,4	161	242	81	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81
3,00	34	20	4/./	1,85	0,55	1,13	15,3	193	289	102	49	35	37	39	42	34	29	0,102	57	85	102
3,20	36	21	4/./	1,85	0,59	1,20	15,2	204	306	108	50	35	37	40	42	34	30	0,103	60	90	108
3,40	43	20	4/./	1,85	0,63	1,43	17,6	244	366	129	54	36	38	40	42	35	30	0,115	72	108	129
3,60	49	21	4/./	1,85	0,67	1,63	19,3	278	417	147	57	36	38	40	43	35	31	0,123	82	123	147
3,80	48	16	4/./	1,85	0,70	1,60	17,6	272	408	144	55	36	38	40	42	35	31	0,118	80	120	144
4,00	56	16	4/./	1,85	0,74	1,87	20,0	317	476	168	59	36	38	41	43	35	31	0,129	93	140	168
4,20	47	21	4/./	1,85	0,78	1,57	15,1	266	400	141	52	35	38	40	42	34	31	0,110	78	118	141
4,40	56	16	4/./	1,85	0,81	1,87	17,7	317	476	168	57	36	38	40	43	35	31	0,122	93	140	168
4,60	47	15	4/./	1,85	0,85	1,57	13,5	266	400	141	50	35	37	40	42	34	31	0,104	78	118	141
4,80	47	16	4/./	1,85	0,89	1,57	12,8	266	400	141	49	35	37	39	42	33	31	0,101	78	118	141
5,00	40	15	4/./	1,85	0,93	1,33	9,9	227	340	120	42	34	36	39	41	32	30	0,085	67	100	120
5,20	33	15	4/./	1,85	0,96	1,10	7,4	236	355	99	35	33	35	38	41	31	29	0,068	55	83	99
5,40	33	17	4/./	1,85	1,00	1,10	7,1	250	374	99	34	33	35	38	41	31	29	0,066	55	83	99
5,60	30	16	4/./	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90
5,80	42	22	4/./	1,85	1,07	1,40	8,8	254	381	126	40	34	36	39	41	32	30	0,081	70	105	126
6,00	38	14	4/./	1,85	1,11	1,27	7,4	273	409	114	36	33	36	38	41	31	30	0,071	63	95	114
6,20	45	19	4/./	1,85	1,15	1,50	8,8	272	408	135	41	34	36	39	41	32	31	0,083	75	113	135
6,40	38	16	4/./	1,85	1,18	1,27	6,8	300	450	114	35	33	35	38	41	31	30	0,068	63	95	114
6,60	45	14	4/./	1,85	1,22	1,50	8,1	292	438	135	40	34	36	39	41	31	31	0,079	75	113	135
6,80	44	16	4/./	1,85	1,26	1,47	7,6	307	460	132	38	33	36	38	41	31	31	0,076	73	110	132
7,00	49	20	4/./	1,85	1,30	1,63	8,4	308	462	147	41	34	36	39	41	32	31	0,082	82	123	147
7,20	84	25	4/./	1,85	1,33	2,80	15,9	476	714	252	59	36	38	40	43	34	33	0,128	140	210	252
7,40	36	22	4/./	1,85	1,37	1,20	5,3	374	560	108	29	32	35	37	40	30	30	0,056	60	90	108
7,60	66	58	3:./	1,85	1,41	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	32	0,102	110	165	198
7,80	233	--	3:./	1,85	1,44	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	39	39	0,230	388	583	699

A16 – INDAGINI GEOLOGICHE

Indagine sismica a rifrazione in onde P/SH

**RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F.
RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA**

Pistoia, 02 dicembre 2022

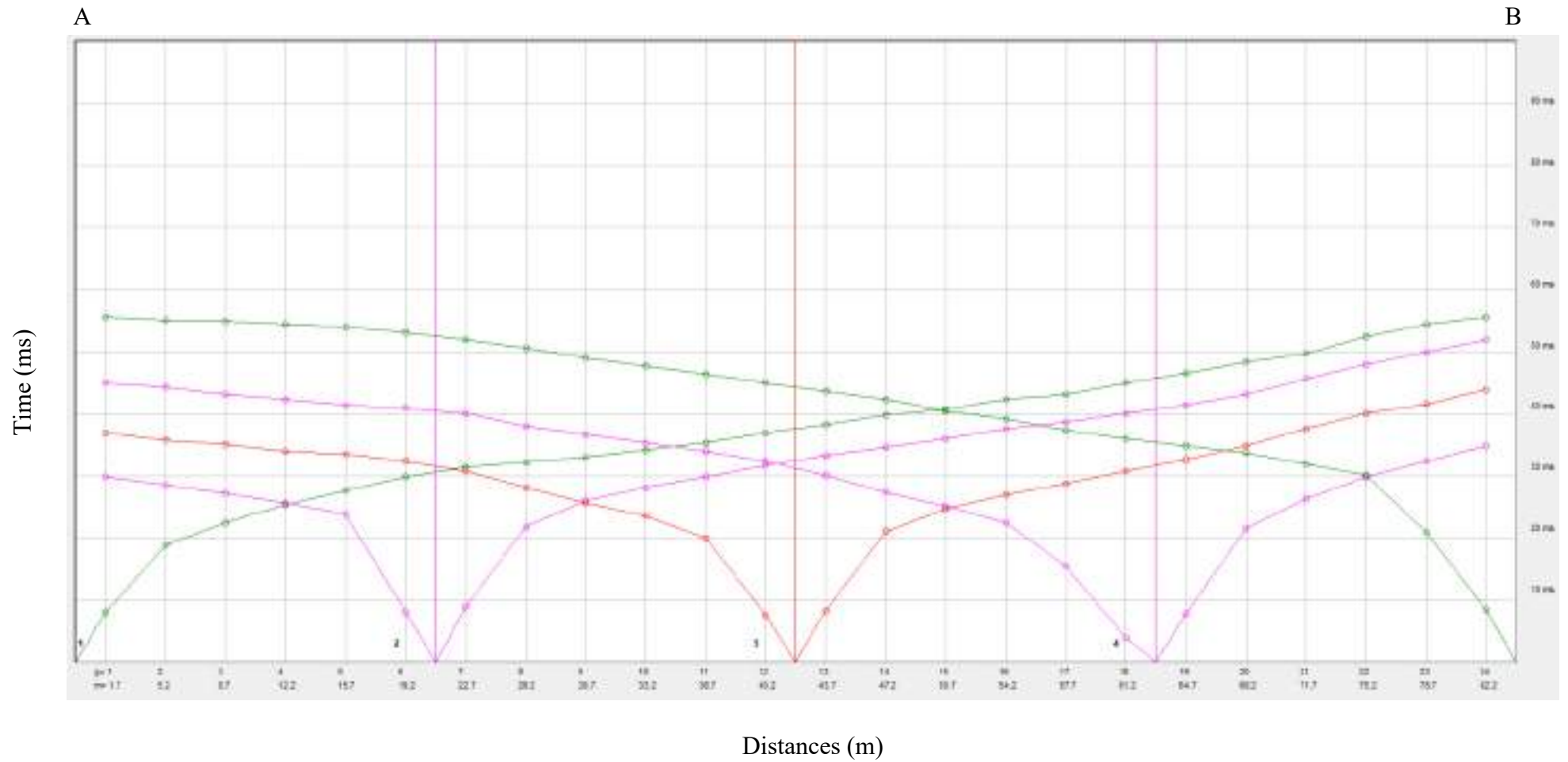
Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular blue ink stamp is visible, containing the text "ORDINE DEI GEOL. DELLA PROV. DI PISTOIA" around the perimeter and "GADDO MANNORI" in the center. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in dark ink, which appears to be "Gaddo Mannori".

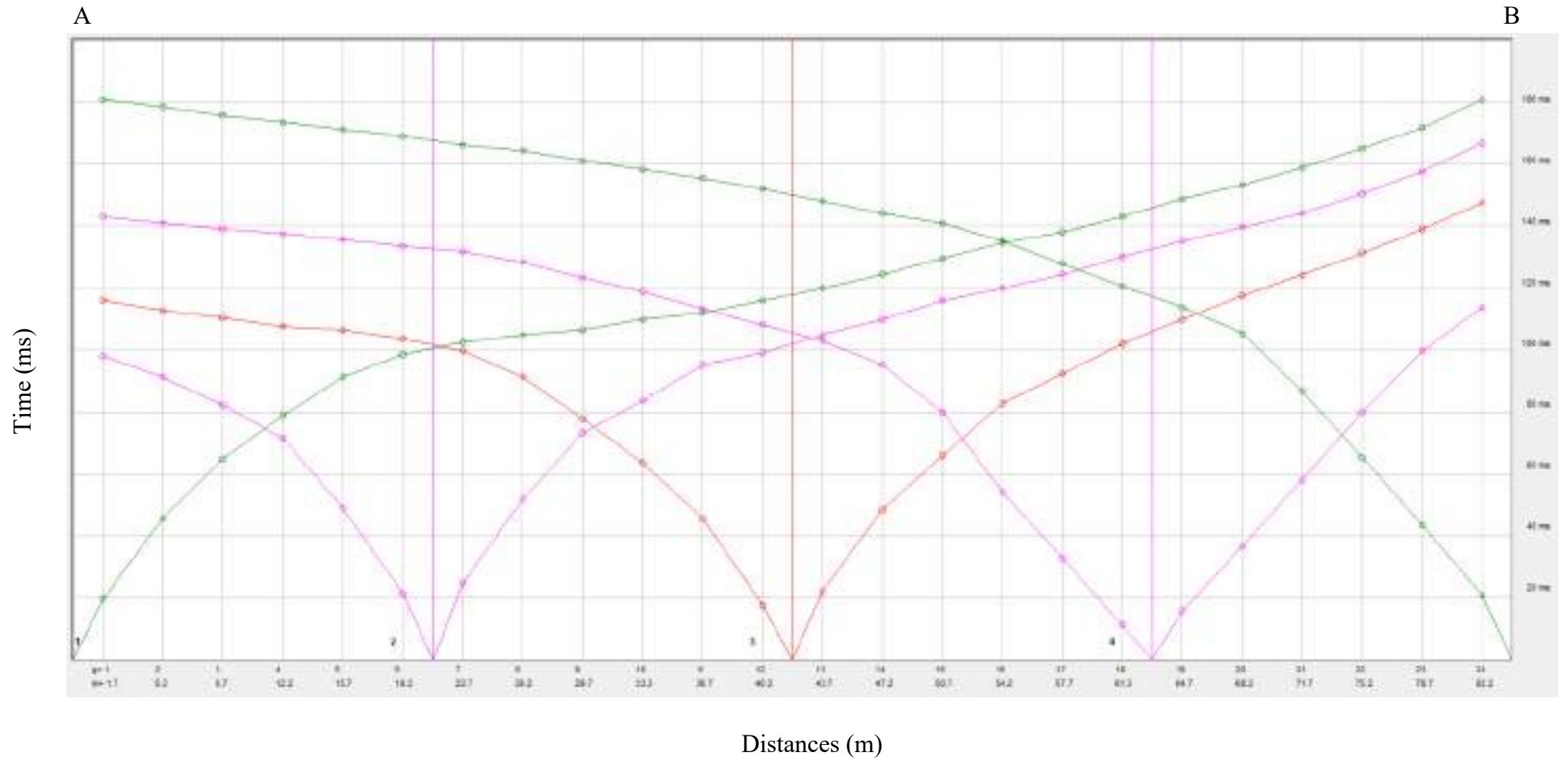
**Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it**

CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”, COMUNE DI QUARRATA

Dromocrone onde P



CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”, COMUNE DI QUARRATA
Dromocrone onde SH



**CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F. RACITI”
COMUNE DI QUARRATA**

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE

**Ricostruzione sismostratigrafica
Onde P ed SH**

Scoppi	Distanze (m)	Profondità 1° livello	Profondità 2° livello	Vp1 (m/sec)	Vp2 (m/sec)	Vp3 (m/sec)	Vs1 (m/sec)	Vs2 (m/sec)	Vs3 (m/sec)
2	0	2.1	7.7	270	1820	2690	110	340	940
3	21	2.6	6.8	230			110		
4	42	2.9	11.3	250			130		
5	63	3.7	11.8	290			150		
6	48	4.6	11.0	280			140		

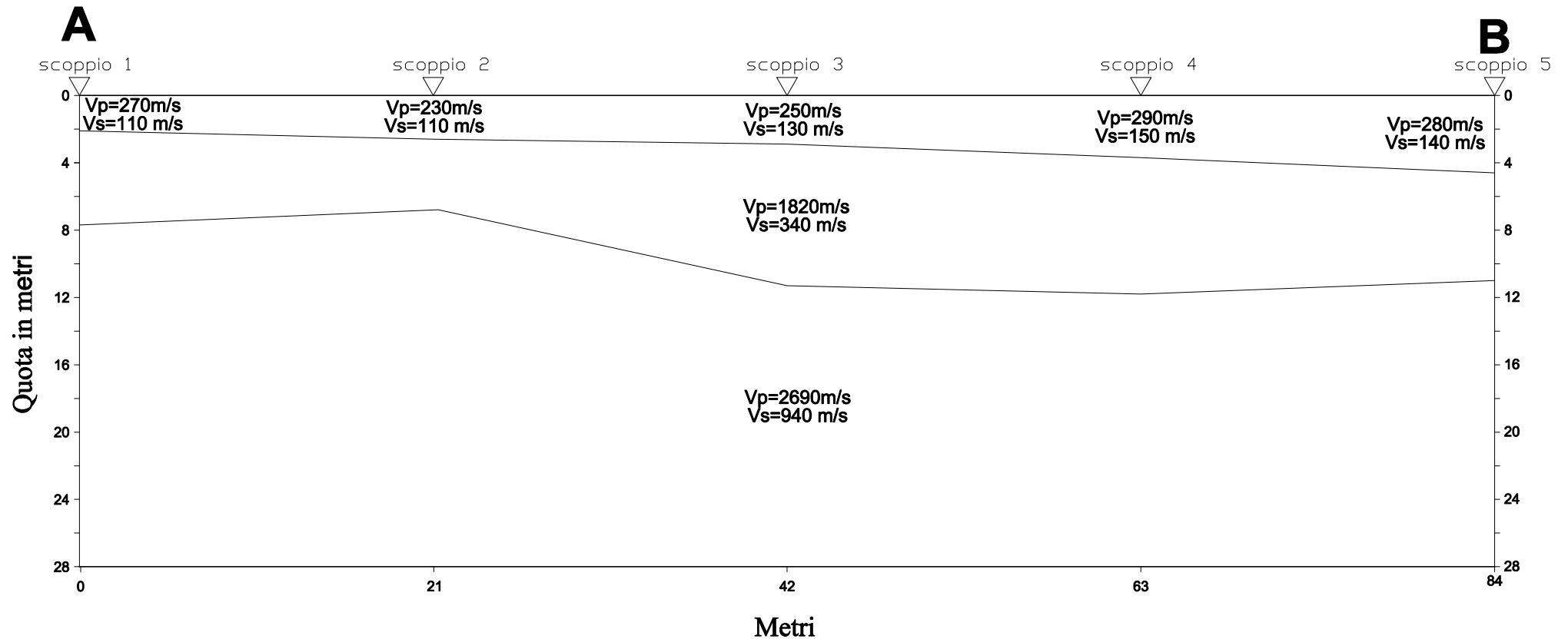
Documentazione fotografica



CAMPO SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE "F. RACITI"
Comune di Quarrata

Profilo sismico a rifrazione

Ricostruzione sismostratigrafica
Onde SH



A16 – INDAGINI GEOLOGICHE

Sondaggio a carotaggio continuo

RIQUALIFICAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO SUDDIDIARIO DELLO STADIO COMUNALE “F.
RACITI”, NEL COMUNE DI QUARRATA

Pistoia, 02 dicembre 2022

Dott. Geol. Gaddo Mannori

A circular professional stamp in light blue ink, containing the text "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter and "GADDO MANNORI" in the center. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in dark ink.

Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
Tel. 0573368448 – E-mail: mannori@mannorieassociati.it

Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 - 51100 Pistoia
tel: 0573 368448 fax: 0573 24355 e-mail:
mannori@mannorieassociati.it



DATA PERFORAZIONE: 21 novembre 2022
COMMITTENTE: Comune di Quarrata
CANTIERE: Via Carlo Giacomelli (Quarrata) – Campo sportivo Raciti
PERFORAZIONE: 1 SCALA GRAFICA: 1 : 100
SCOPO DELL'INDAGINE: Riqualificazione e ristrutturazione campo sportivo
PROFONDITA' (m): 11.2

Profondità dal p.c. (m)	S T R A T I G R A F I A		PERCENTUALE DI RECUPERO 50 %		SPT			VANE TEST Kg/cm ^q	POCKET PENETR: Kg/cm ^q	NOTE
	Descrizione litologica	N1			N2	N3				
		0.00								
2.00		Terreni di riporto costituiti da limo argilloso con inclusi sparsi, laterizi e livelli sabbiosi								
2.40		Limo argilloso grigio								
2.80	Campione C1									
		Limo argilloso marrone screziato molto consistente con frustoli carboniosi						>1	5	
								>1	4	
								>1	3	
4.20				6	7	7		>1	4	SPT
4.60		Limo argilloso-sabbioso talora con screziature celesti						>1	5	4.0 m
5.10								0.4	1.5	
		Sabbia limosa marrone con rari inclusi di dimensioni centimetriche arrotondati							1.2	
									1.0	
		Limo argilloso marrone con screziature celesti ed abbondante frazione organica (inclusi di dimensioni da millimetriche a centimetriche spigolosi fra 5.5-6.6 m e 7.5-7.8 m)		10	8	7		0.9	Rif.	SPT
								>1	3.3	6.0 m
								>1	3.0	
7.80								0.6	2.5	
								1.0	2.5	
		Livello di alterazione del substrato roccioso (il grado di alterazione diminuisce con la profondità) con noduli di calcite								
10.60										
11.20		Siltiti grigio scuro								

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Documentazione fotografica

0 – 5 m



5 – 10 m



10 – 15 m

