

COMUNE DI FERRARA

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU
TERRENO AGRICOLO EX DISCARICA DI POTENZA DI
PICCO PARI A 28,1556 MWp E POTENZA NOMINALE PARI
A 24,00 MW UBICATO IN PROSSIMITA' DI SP 19 VIA
ERIDANO NEL COMUNE DI FERRARA**

Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica

Geom. Stelio Poli
Ing. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori

polienergiesrl

Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani
Ing. David Negrini

Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confini 24/a - 48015 Cervia (RA)
P.IVA 02653670394

Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia
Dott. Maurizio Castellari
Dott.ssa Marta Cristiani



Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri
Arch. Andrea Ricci Bitti

Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Bitti
Arch. Valeria Tedaldi
Arch. Cecilia Venieri
Dott. Cristian Griguoli



COMMITTENTE: C.L. SOLAR SRL

p.IVA 02697670392

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCST67R26H199U

PROGETTISTA: Geologo Maurizio Castellari

C.F. CSTMRZ60R01E289N

N. ELABORATO

F3.1

ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV MANUZZI

DATA

05/07/2023

REVISIONE

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF 

Protesa spa

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.
In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file CARTIGLIO MANUZZI.dwg

Sommario

1	Premessa	4
2	Normative e riferimenti tecnici.....	5
3	Vincolistica.....	6
3.1	Piano di gestione del rischio alluvioni	6
3.2	Microzonazione Sismica.....	7
4	Inquadramento geologico generale	8
4.1	Inquadramento geologico e geomorfologico di dettaglio	9
5	Indagini geognostiche	12
5.1	Interpretazione stratigrafica.....	12
6	Sismicità dell'area.....	2
6.1	Caratterizzazione sismica del terreno attraverso prove HVSR	4
6.2	Verifica a liquefazione	12
7	Conclusioni.....	15

1 Premessa

Su incarico della committenza viene redatta la presente relazione allo scopo di fornire i parametri geologici e sismici necessari per il progetto di un nuovo impianto fotovoltaico e della creazione di cabine elettriche a servizio.

L'area oggetto di studio si trova a nord ovest di Ferrara, tra via Eridano e via Diamantina.



Figura 1. – Inquadramento territoriale

2 Normative e riferimenti tecnici

Relativamente alla parte geologica, si fa riferimento alle seguenti normative:

- D.M. 17.01.2018 *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 *“Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008*;
- Consiglio Superiore dei lavori pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 20/03/2003 n.3274 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- DGR n. 1878/2011 del 19.12.2011 *“Approvazione dell’atto di indirizzo recante la modulistica unificata Regionale relativa ai procedimenti in materia sismica”*;
- DGR n. 1373/2011 del 26.09.2011 della Regione Emilia-Romagna.

3 Vincolistica

3.1 Piano di gestione del rischio alluvioni

La mappa della pericolosità all'interno del PGRA dell'Autorità di Bacino del fiume Po, carta del reticolo naturale principale e secondario, indica che l'area oggetto di studio è caratterizzata da una pericolosità alta, ovvero P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità).



Figura 2. – PGRA, tavola pericolosità

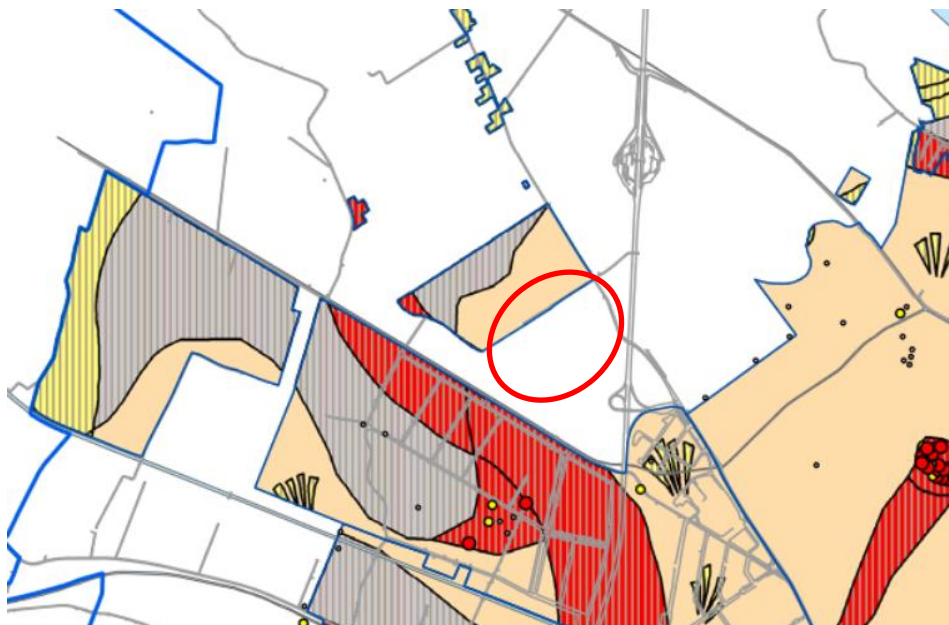
La mappa rischio derivata dalla mappa della pericolosità indica la presenza nell'area di studio di un rischio medio (R2 - arancione).



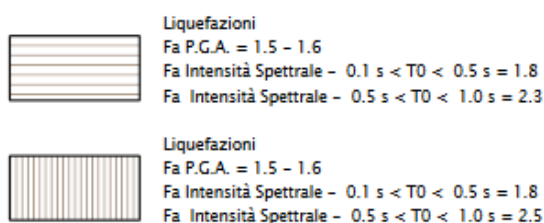
Figura 3. – PGRA, tavola rischio

3.2 Microzonazione Sismica

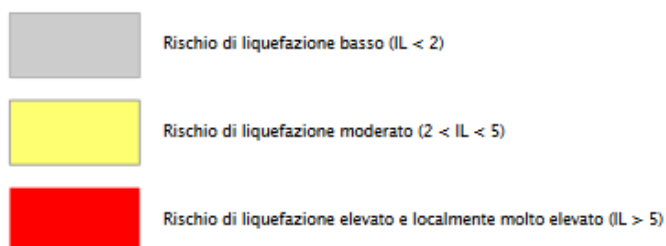
La carta di microzonazione sismica di 3° livello del comune di Ferrara, tavola qc1_1.10, viene riportata di seguito ed indica che l'area in oggetto non è stata oggetto di microzonazione, tuttavia, l'area presente a nord è caratterizzata come zona stabile suscettibile di amplificazioni locali e area con potenziale di liquefazione basso ($IL < 2$).



Zone instabili suscettibili di liquefazione: Fa



Zone instabili suscettibili di liquefazione: IL



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

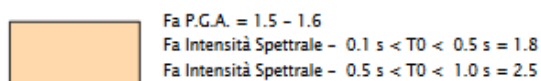


Figura 4. – MZS di 3° livello

4 Inquadramento geologico generale

L'assetto strutturale delle successioni sepolte plio-pleistoceniche nel settore di pianura in esame è dato da una serie di pieghe e thrust ad andamento parallelo con orientazione circa NO-SE.

Il Foglio si estende in un settore caratterizzato da un prima fascia meridionale di pieghe e sovrascorrimenti sepolti lungo la direzione Minerbio - S. Giorgio di Piano, più prossima al margine appenninico e circa parallela ad esso ("pieghe romagnole") e da una seconda fascia settentrionale, più esterna e ampia, che si sviluppa a nord della direttrice S. Pietro in Casale - pieve di Cento con forma arcuata e concavità rivolta verso il margine appenninico ("pieghe ferraresi", op. cit.). L'insieme di questi elementi rappresentano la culminazione strutturale che delimita verso nord un ampio bacino di piggy-back all'interno del quale si sono depositi cospicui spessori di sedimento della successione pliocenica e quaternaria continentale a ridosso del margine appenninico

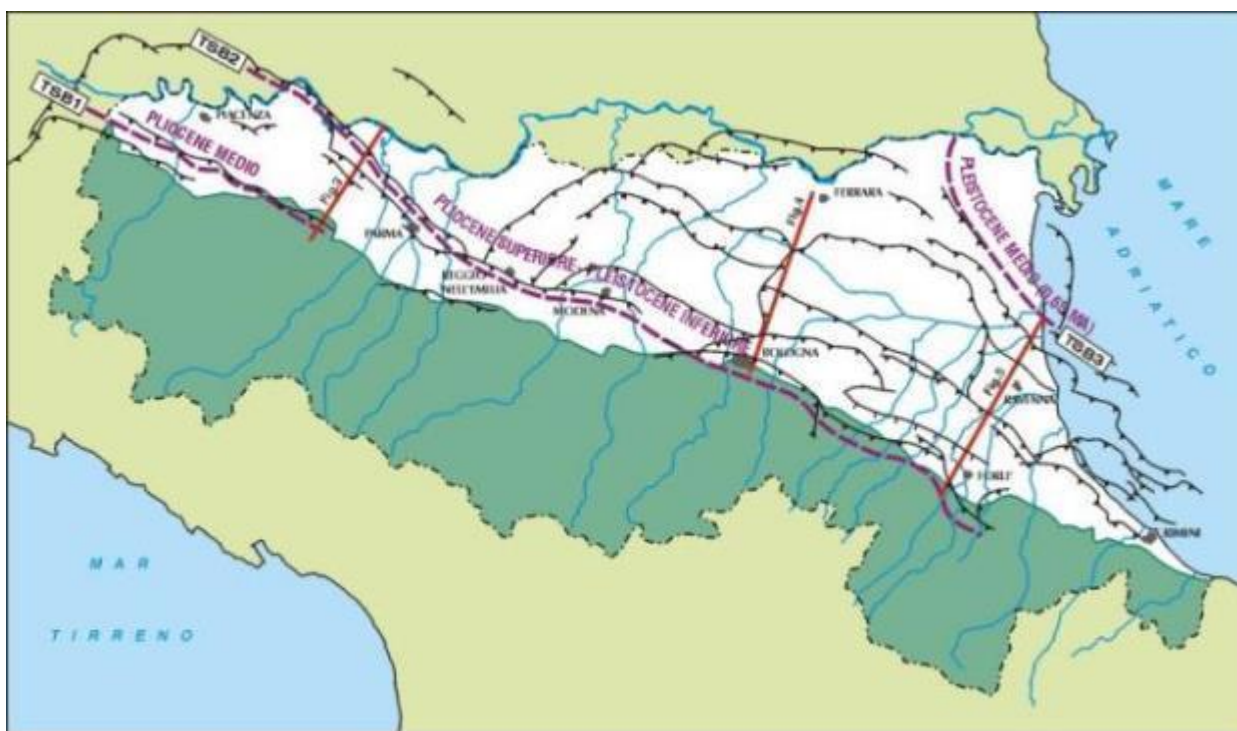


Fig. 7 - Fasi di migrazione della Transizione Scarpata Sottomarina - Piana Bacinale nell'area di studio dal Pliocene medio al Pleistocene medio.

SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES8)

Questo subsintema è attraversato per intero dalla gran parte delle indagini geognostiche della banca dati geologici. Trattandosi dell'unità affiorante e spesso solo una ventina di metri è l'unità meglio caratterizzata fra i depositi quaternari della pianura, per quanto riguarda sia la superficie sia il sottosuolo. La continuità fisica dei suoi depositi e delle superfici che la definiscono lungo tutta la pianura emiliano-romagnola orientale. Nei settori intravallivi e allo sbocco delle valli dei fogli

immediatamente a sud del foglio 203, aEs8 è dato da depositi fluviali organizzati in vari ordini di terrazzo, costituiti da ghiaie di canale fluviale ricoperte da tracimazioni fluviali argillose, limose e sabbiose, variamente pedogenizzate. Questi depositi passano, nel settore di pianura alluvionale del Foglio 203, a depositi di tracimazione fluviale (all'interno dei quali è stato possibile distinguere depositi sabbioso-limosi di canale, argine e rotta fluviale dai depositi argillosi e limosi di piana inondabile) che caratterizzano quasi tutta l'area in esame. Nel margine NE del foglio questi depositi alluvionali passano ai depositi limosi-sabbiosi e argillosi di canale distributore dell'apparato deltizio più meridionale del fiume Po.

i depositi di AES8 poggiano in contatto netto sui depositi di canale e di tracimazione fluviale del ciclo sottostante e costituiscono la porzione trasgressiva e quella iniziale regressiva di un ciclo trasgressivo-regressivo, simile a quelli descritti in precedenza, ma incompleto perché attualmente in corso di evoluzione.

Il tetto del subsistema, che affiora e coincide con il piano topografico, presenta suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei affiorano prevalentemente nel margine meridionale del Foglio. Questi suoli sono associati a ritrovamenti di reperti archeologici di età variabile dal Neolitico al romano e si sviluppano sui depositi di canale-argine di un antico percorso del F. Reno affiorante nel settore so del foglio, lungo la direttrice s. Giorgio di piano - s. Pietro in Casale (Appendice 3). sulla base dei dati radiometrici ¹⁴C l'età del subsistema è compresa fra c.a. 13.450 anni (B.P. non calibrata) e l'attuale e corrisponde con la fase di rapida risalita eustatica e di miglioramento climatico che si sviluppa a partire dal tardo Pleistocene fino a tutto l'Olocene.

4.1 Inquadramento geologico e geomorfologico di dettaglio

L'area oggetto di studio si può ritrovare nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, foglio 76, Ferrara. Il Foglio comprende un'area situata tra Malalbergo nella zona SW, la valle del Mezzano nella zona SE ed il Po nella zona N. Nell'area in esame affiorano prevalentemente i depositi di piana deltizia relativi ad un grande lobo deltizio attivo dall'epoca etrusca fino al XII secolo che oggi costituisce un paleodelta incorporato nell'attuale sistema fluvio-deltizio. I corsi d'acqua principali presenti sono il F. Reno nel settore sud-occidentale, il Po di Primaro e il Po di Volano, ed il Po; esiste inoltre una fitta rete di canali, fosse e scoli in tutta l'area del Foglio. La superficie topografica è pianeggiante e fa parte del sistema deposizionale della piana alluvionale; è limitato verso nord dal paleoalveo del Po di Primaro ed è contraddistinto dai dossi fluviali del F. Reno. Le quote maggiori si osservano in corrispondenza degli argini artificiali del F. Reno e del F. Po, mentre quelle minori si situano nelle aree di piana inondabile e di "valle" presenti ad ovest di Argenta e a sud di Marrara. L'orientazione generale dei dossi è circa E-O.

Il settore centrale e settentrionale è caratterizzato da quote comprese tra 5 e 0 m s. l.m. ed è dominato dai dossi originati dai canali distributori del delta del Po. L'orientazione dei dossi è molto varia ed irregolare anche se, in linea generale, è ricorrente un andamento NO-SE.

Il settore orientale presenta quote comprese tra 0 e -3 m s.l.m. e conserva le tracce di ampie aree interdistributrici un tempo occupate da specchi d'acqua e oggi bonificate (Valle del Mezzano, Valle del Mantello e Valle di Argenta). La rete idrografica, in gran parte artificiale, risente di questa particolare conformazione del territorio, il Po di Primaro, infatti, si configura come una sorta di spartiacque: ad ovest i corsi d'acqua affluiscono principalmente nel F. Reno e nello stesso Po di Primaro; ad est i corsi d'acqua convergono nei settori topograficamente depressi. Va inoltre aggiunto che l'attuale aspetto geomorfologico del Foglio, come la maggior parte della pianura emiliano-romagnola, è stato pesantemente influenzato dall'attività dell'uomo sin dall'antichità attraverso le opere di regimazione, le arginature artificiali e le modifiche dei tracciati dei corsi d'acqua (rettificazioni, deviazioni, ecc.).

Il Foglio si estende in un'area caratterizzata in superficie dall'affioramento dei depositi olocenici della piana deltizia del fiume Po e, subordinatamente, di quelli della piana alluvionale padano-appenninica. Questi depositi rappresentano lo stadio attuale del progressivo colmamento che ha interessato i bacini sedimentari plio-pleistocenici dell'avampaese padano-adriatico. L'assetto strutturale di questi bacini è dato da una serie di pieghe e thrust ad andamento parallelo con orientazione circa NO-SE. In particolare, il Foglio si estende in un settore caratterizzato da una fascia di pieghe e sovrascorrimenti, con forma arcuata ("pieghe ferraresi"), limitato, ad est e ad ovest del Foglio, da importanti discontinuità con orientamento circa NE-SO, trasversale rispetto alle principali strutture sepolte e al margine della catena appenninica (rampe laterali, tear faults).

Le caratteristiche dell'area di studio la situano nella zona di divagazione del fiume Po, caratterizzata da sabbie limose.

L'areale oggetto della presente relazione è assimilabile ad un trapezio di dimensioni circa di 780 m (base maggiore), 480 m (base minore) ed un'altezza di 370 metri. Si colloca tra Via Eridano, Via Diamantina e l'Autostrada A13, in prossimità del Casello di Ferrara Nord. Da segnalare che la porzione di terreno sopra cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico, è adiacente ad un esistente campo di pannelli fotovoltaici.

Nella località di Castel Trivellino, dove rientra l'unità di terreno in esame, sono presenti n.2 laghetti artificiali distanti 1,40 km e 2,60 km (tra questi è presente il Canale di Burana), e il fiume Po distante circa 2,70 km. Il settore di indagine è tipicamente pianeggiante con quota di circa 6 m s.l.m.

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia geologica.



Fig. 5. Carta geologica dell'area

5 Indagini geognostiche

In data 24/02/2023 è stata eseguita una campagna d'indagini consistente nell'esecuzione di:

- **n°5 prove penetrometriche statiche (CPT)** spinte fino alla profondità di -10.00 m dal piano campagna attuale. Le prove hanno avuto come obiettivo la caratterizzazione geotecnica dei terreni e sono servite come supporto per l'interpretazione geofisica;
- **n°1 indagine geofisica HVSr** eseguita utilizzando un tromografo digitale Tromino-Micromed che avvalendosi del metodo di Nakamura sul rapporto spettrale H/V fornisce una valutazione diretta della Vs30 in base all'individuazione delle discontinuità sismiche e della profondità della formazione rocciosa.

5.1 Interpretazione stratigrafica

L'area in oggetto presenta un primo strato di terreno vegetale di spessore variabile tra 20 e 40 cm, seguito da limi argillosi e/o argille limose ad addensamento medio o medio basso fino a fine prove (10,00 m). Talvolta si riscontra un orizzonte di argille organiche di spessore compreso tra 0,8 e 1,0 m. Il livello dei rifiuti si colloca ad una profondità variabile tra 1,60 e 3,80 m con spessore altrettanto variabile. Da precisare che la CPT4 non evidenzia la presenza dei rifiuti e mostra un unico orizzonte costituito da argille limose in cui varia la consistenza da media a medio bassa intorno ai 3 metri di profondità.

Al momento delle prove è stata rilevata la presenza di falda freatica fra le profondità di 1,00 e 2,60 m dal p.c., tale livello misurato può subire oscillazioni verticali al variare delle stagioni e in seguito a precipitazioni prolungate e/o intense.

Si riporta di seguito il modello stratigrafico desunto da ogni prova e la planimetria con l'ubicazione delle stesse.

CPT1					
Profondità strato [m]	Descrizione	Peso unità di volume [t/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coazione non drenata [Kg/cm ²]	Modulo edometrico [Kg/cm ²]
0,0 – 0,40	Terreno vegetale	18,5	-	0,30	9,00
0,40 – 1,60	Limi argillosi a consistenza media	18,0	26	0,79	61,00
1,60 – 3,80	Rifiuti	18,5	29	0,82	67,86
3,80 – 10,00	Argille limose a consistenza medio bassa	18,5	24	0,52	42,00

CPT2					
Profondità strato [m]	Descrizione	Peso unità di volume [t/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coazione non drenata [Kg/cm ²]	Modulo edometrico [Kg/cm ²]
0,0 – 0,20	Terreno vegetale	18,5	-	-	-
0,20 – 2,20	Argille limose a consistenza medio bassa	18,0	24	0,59	46,00
2,20 – 3,60	Rifiuti	18,5	26	0,43	31,30
3,60 – 10,00	Argille limose a consistenza medio bassa	18,5	24	0,51	42,00

CPT3					
Profondità strato [m]	Descrizione	Peso unità di volume [t/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coazione non drenata [Kg/cm ²]	Modulo edometrico [Kg/cm ²]
0,0 – 0,40	Terreno vegetale	18,5	-	0,20	6,00
0,40 – 1,80	Argille limose a consistenza medio bassa	18,0	24	0,49	40,00
1,80 – 2,40	Argille limose a consistenza media	18,5	25	0,74	55,00
2,40 – 3,00	Rifiuti	18,5	26	0,92	76,50
3,00 – 5,00	Argille limosi e limi argillosi a consistenza media	18,5	25	0,82	63,00

5,00 – 6,80	Argille limose a consistenza medio bassa	18,5	25	0,59	46,00
6,80 – 7,80	Argille organiche	18,0	24	0,35	20,00
7,80 – 10,00	Argille limose a consistenza bassa	18,5	24	0,45	38,00

CPT4					
Profondità strato [m]	Descrizione	Peso unità di volume [t/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo edometrico [Kg/cm²]
0,0 – 0,20	Terreno vegetale	18,5	-	-	-
0,20 – 3,00	Argille limose a consistenza media	18,0	26	0,67	51,00
3,00 – 10,00	Argille limose a consistenza medio bassa	18,5	24	0,51	41,00

CPT5					
Profondità strato [m]	Descrizione	Peso unità di volume [t/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo edometrico [Kg/cm²]
0,0 – 0,20	Terreno vegetale	18,5	-	-	-
0,20 – 1,00	Limi argillosi a consistenza medio bassa	18,0	-	0,60	47,00
1,00 – 1,80	Argille organiche	18,5	-	0,33	16,00
1,80 – 4,00	Rifiuti	18,5	25	0,64	47,00
4,00 – 10,00	Argille limose e limi argillosi a consistenza medio bassa con livelli sabbiosi		25	0,57	44,00

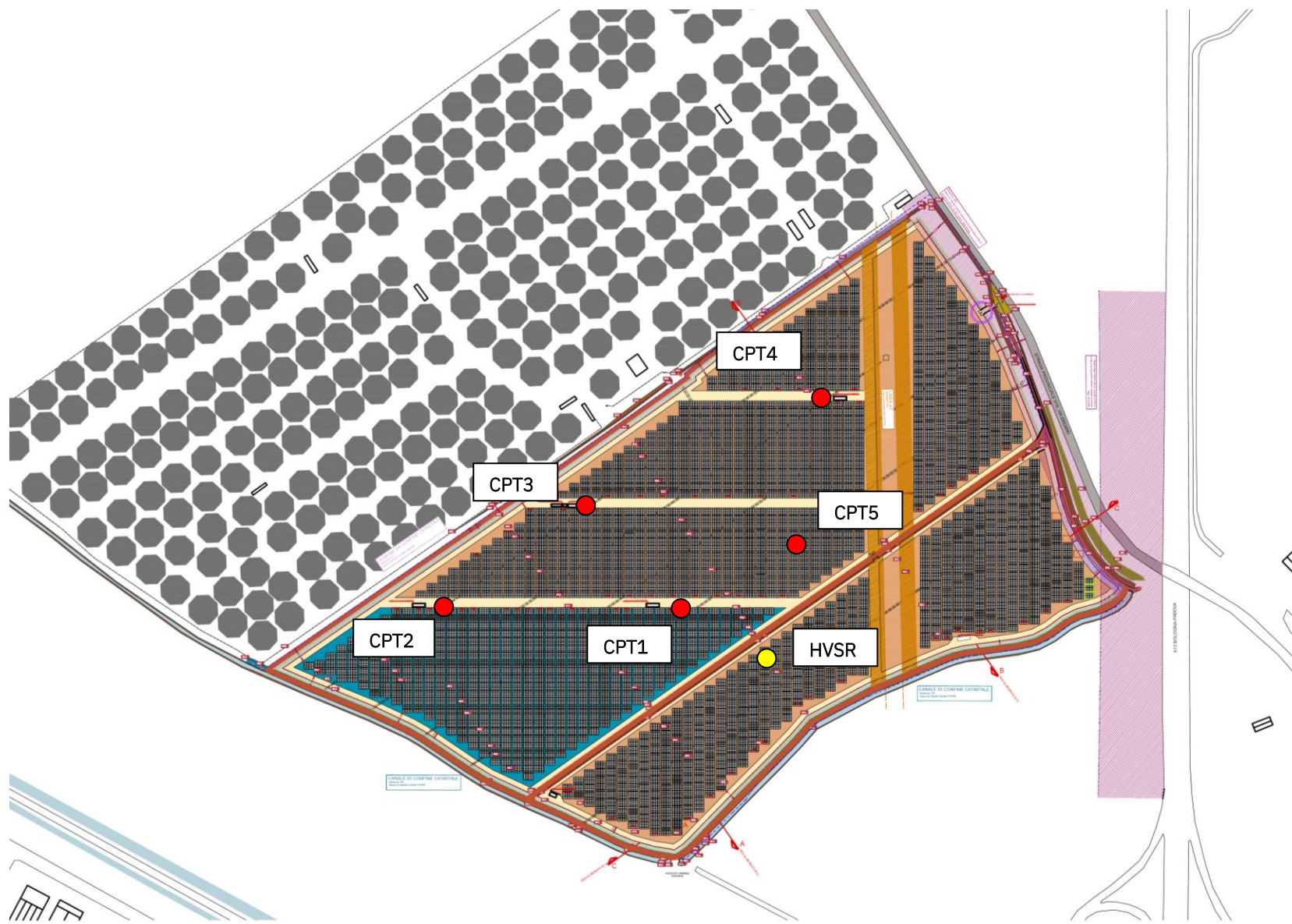


Fig. 6. Ubicazione prove

6 Sismicità dell'area

In base alla normativa riguardante la situazione sismica del territorio, con riferimento al D.M. Min. LLPP 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", il Comune di Ferrara, ricadeva in una zona classificata in classe III.

Nel mese di marzo 2003 è stata redatta una bozza al fine di definire un sistema normativo per la progettazione antisismica e acquisire dei criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. In riferimento a tale bozza il Comune di Ferrara ricade in classe 3, indicativa di zona a media pericolosità sismica.

Con l'entrata in vigore, il 24/10/2005, dell'OPCM n. 3274/2003 e successive modifiche, in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e del D.M. 14/09/2005 recante "Norme tecniche per le costruzioni", il Comune di Ferrara è stato classificato in classe di sismicità 3 (zona a media sismicità).

Estratto dal D.M. 17/01/2018 recante "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni":

3.2 AZIONE SISMICA

3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Categorie di sottosuolo

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

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

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

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

hi spessore dell' i -esimo strato;

- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

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

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Condizioni topografiche

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

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Secondo la classificazione del suolo, sulla base della nuova normativa sismica per gli edifici (D.M. 17/01/2018 recante "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") in base ai dati ottenuti dalle indagini geognostiche in sito si classifica il terreno di fondazione del fabbricato come appartenente alla categoria **C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

6.1 Caratterizzazione sismica del terreno attraverso prove HVSR

Ai fini della caratterizzazione sismica del sottosuolo, l'indagine geofisica con apparecchio tromografico digitale **TROMINO**, avvalendosi del metodo di Nakamura sul rapporto spettrale H/V fornisce una valutazione diretta della V_{s30} in base all'individuazione delle discontinuità sismiche e della profondità della formazione rocciosa.

Inoltre, questa tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con apparecchio tromografico **TROMINO** permette anche di misurare la frequenza caratteristica di risonanza del sito, parametro che è utilizzabile in termini di risposta sismica locale (RSL) per progettare edifici non con la stessa frequenza di risonanza del terreno, in modo da evitare l'effetto di doppia risonanza pericoloso per la stabilità degli edifici.

La V_{s30} viene calcolata o meglio stimata mediante un codice di calcolo apposito attraverso il software **GRILLA**, è necessario conoscere la profondità di un riflettore stratigrafico (prova penetrometrica o sondaggio) e riconoscibile dalla curva H/V.

La tecnica HVSR si basa in parte sulla sismica tradizionale dei microtrempi, cioè di oscillazioni molto piccole rispetto al sisma; il metodo di acquisizione dei dati è quindi detto passivo in quanto il rumore

non è generato come ad esempio dalle esplosioni della sismica attiva.

I dati sono stati acquisiti con un frequenza base di 128 Hz e convertiti in file ASCII mediante il software Grilla, e il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo di 20 o 30 minuti, suddiviso in intervalli della durata di 8 sec.

Successivamente si è operato alla costruzione di un modello teorico HVSR e, tramite un algoritmo, all'adattamento della curva sperimentale e quella teorica. Le acquisizioni rispettano le indicazioni del processo SESAME.

Nel presente studio, che sfrutta la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale H/V = 1) con quello misurato in superficie, la frequenza di risonanza del terreno è regolata dalla formula:

$$f = V_s / 4H$$

dove f è la frequenza e H lo spessore dello strato sismico.

Di seguito si riportano i dati relativi all'acquisizione sismica:

Start recording: 24/02/2023 10:54:06 End recording: 24/02/2023 11:14:06

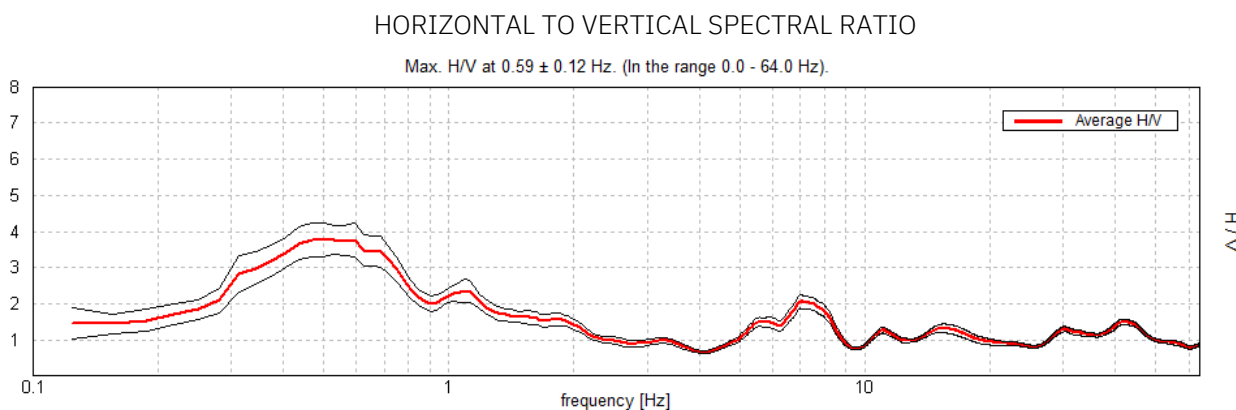
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

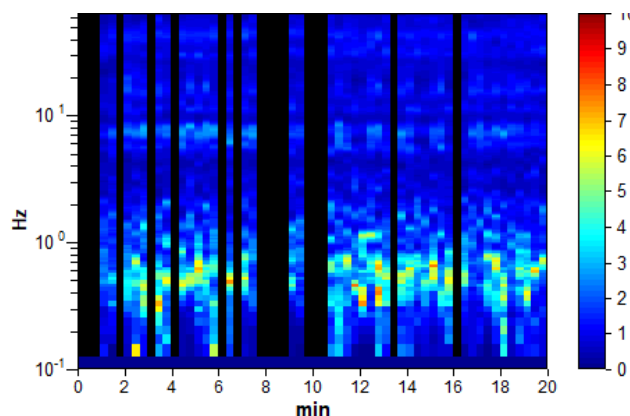
Trace length: 0h20'00". Analyzed 72% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

Nel grafico che segue è rappresentata la curva sperimentale H/V frutto dell'elaborazione mediante algoritmo dei microtremori registrato dall'apparecchiatura, in ascissa la frequenza di risonanza del terreno, in ordinata il rapporto H/V:

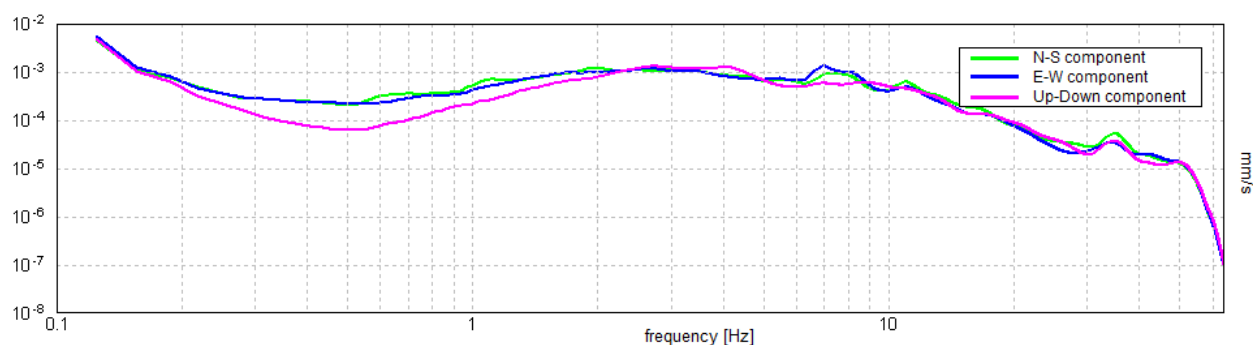




H/V TIME HISTORY

Nei grafici successivi l'andamento della traccia nelle 3 componenti N-S, E-W e verticale:

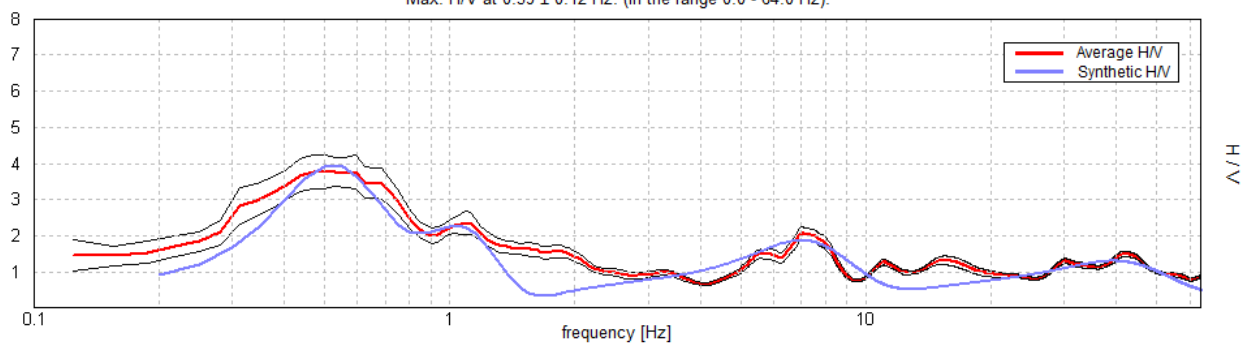
SINGLE COMPONENT SPECTRA (VELOCITA')



Il grafico sotto rappresenta l'elaborazione della traccia sperimentale da cui si ricava la Vs30 e relativa categoria di suolo, la curva blu è la curva teorica risultato dell'elaborazione, devono essere il più possibile coincidenti.

EXPERIMENTAL VS SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.59 ± 0.12 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



A seguire uno schema dei sismostrati nei quali è stato suddiviso il sottosuolo, ciascuno caratterizzato da uno specifico valore Vs, e quindi il relativo grafico dell'andamento della Vs in profondità.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.45	0.45	78	0.42
4.45	4.00	130	0.42
57.45	53.00	220	0.45
237.45	180.00	455	0.45
inf.	inf.	700	0.45

Il valore medio risultante dall'elaborazione fornisce la seguente Vs30, valore che non va assunto come dato certo, ma considerando un margine di errore almeno del 20%.

$$V_{s_eq} (0.0-30.0) = 196 \text{ m/s} \pm 38 \text{ m/s}$$

Il valore ottenuto classifica il terreno come sito C, tuttavia, considerata l'incertezza si ritiene cautelativo considerare il terreno come "D".

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

Tabella 1. Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo [cfr. Borchardt, 1994]

TIPO DI SUOLO	V _s min [m/s]	V _s media [m/s]	V _s max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturati)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

Nella tabella sotto è illustrata la qualità del segnale acquisito in base al progetto SESAME (Linee guida 2005). Per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi 3 parametri, mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti 5 parametri su 6.

Max. H/V at 0.59 ± 0.12 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve			
[All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$510.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 29 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.77 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20698 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.12289 < 0.08906$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4733 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

PARAMETRI SISMICI da GEOSTRU

Tipo di elaborazione: FONDAZIONI

Sito in esame

latitudine: 44,870902 [°]

longitudine: 11,563702 [°]

Classe d'uso: I. Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli

Vita nominale: 50 [anni]

Castellari Ambiente s.r.l. s.t.p. - Via Emilia 67, 40026 Imola (BO)
C.F. - P.IVA 03987351206 - Tel 334 2075125 mail: info@castellariambiente.it

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Classe d'uso I: costruzioni con presenza occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe d'uso II: costruzioni con normale affollamento di persone, assenza di funzioni pubbliche e sociali importanti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti, strade e opere infrastrutturali non ricadenti in classe d'uso III e IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe d'uso III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi; industrie con attività pericolose per l'ambiente; reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV; ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza; dighe rilevanti per un loro eventuale collasso.

Classe d'uso IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della Protezione Civile in caso di calamità. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie di collegamento tra capoluoghi di provincia, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per le vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e centrali idroelettriche.

Siti di riferimento:

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15179	44,868560	11,516140	3757,2
Sito 2	15180	44,869700	11,586650	1813,3
Sito 3	14958	44,919690	11,585050	5679,6
Sito 4	14957	44,918540	11,514520	6562,6

Parametri sismici:

Categoria suolo: D

Categoria topografica: T1

Vita nominale opera: 35 anni

Coefficiente C_u : 0.7

	Prob. superamento [%]	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,035	2,551	0,249
Danno (SLD)	63	35	0,038	2,544	0,257
Salvaguardia della vita (SLV)	10	332	0,105	2,588	0,277
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	682	0,142	2,577	0,280

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R = 50$ anni

T_r = periodo di riferimento

a_g = accelerazione di gravità

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orr.

T_c = periodo di inizio del tratto di velocità costante dello spettro di accelerazione orr.

Coefficienti sismici:

	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	$Beta$ [-]
SLO	1,800	2,510	1,000	0,013	0,006	0,624	0,200
SLD	1,800	2,470	1,000	0,014	0,007	0,663	0,200
SLV	1,800	2,370	1,000	0,045	0,023	1,851	0,240
SLC	1,800	2,360	1,000	0,061	0,031	2,501	0,240

S_s = amplificazione stratigrafica

C_c = coeff. funz. categoria

S_t = amplificazione topografica

A_{max} = acc. max attesa al sito

K_h = coeff, sismico verticale

K_v = coeff. Sismico orizzontale

$Beta$ = coeff. riduzione acc.max

Zona 1 = 0,35g

Zona 2 = 0,25g

Zona 3 = 0,15g

Zona 4 = 0,05g

Valore di a_{refg} per il comune di Ferrara = 0,1364

dove a_{refg} = accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg})

Categorie topografiche del terreno

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolate con inclinazione media $i < 15^\circ$	$S_t = 1$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	$S_t = 1.2$
T3	Rilievi con larghezza in cresta minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$	$S_t = 1.2$
T4	Rilievi con larghezza in cresta minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	$S_t = 1.4$

ELEMENTI di MICROZONAZIONE SISMICA

L'area di intervento è morfologicamente classificabile come Pianura 2

Si considerano i coefficienti di amplificazione sismica relativi alla fascia di velocità relativa a 250 m/s.

Tabella per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica

(DGR n.630 del 29/04/2019 aggiornamento DGR n.476 del 12/04/2021)

F.A. P.G.A.: accelerazione di picco orizzontale a periodo $T=0$ alla superficie del sito.

F.A. S.I.: Intensità spettrale di risposta in velocità relativo a tre intervalli.

F.A. S.A.: Intensità spettrale di risposta in accelerazione relativo a quattro intervalli.

PIANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

Vs30	150	200	250	300	350	400
F.A. P.G.A	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5

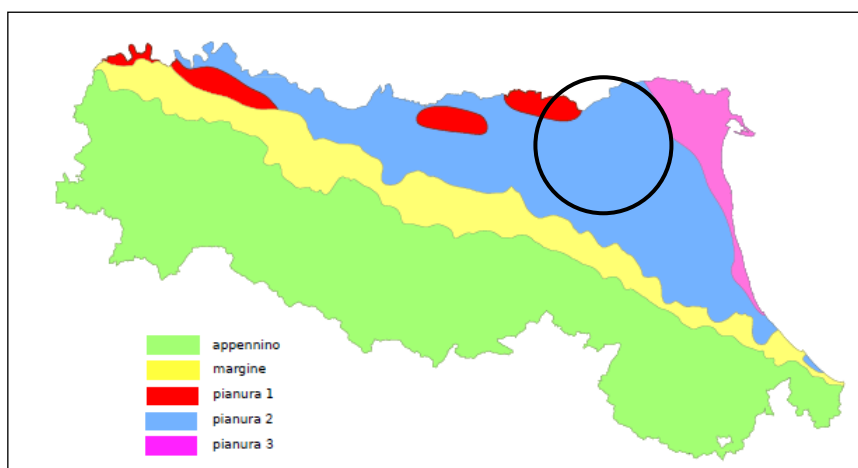
Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs30	150	200	250	300	350	400
F.A. SI1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6
F.A. SI2	3,1	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0
F.A. SI3	3,6	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0

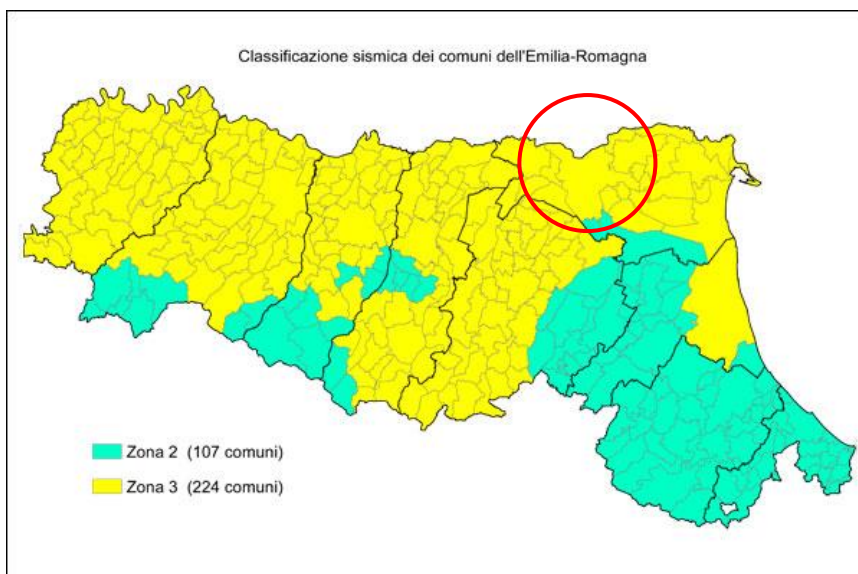
Fattori di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), **SI3** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

Vs30	150	200	250	300	350	400
F.A. SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5
F.A. SA2	2,7	2,7	2,4	2,1	1,9	1,8
F.A. SA3	3,3	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1
F.A. SA4	3,3	3,1	2,7	2,4	2,1	1,9

F.A. **SA1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SA2** ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), **SA3** ($0,7s \leq T \leq 1,1s$), **SA4** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)



Localizzazione indicativa degli ambienti geomorfologici e litostratigrafici



Nuova classificazione sismica NTC 2018 – Comune di Ferrara

Castellari Ambiente s.r.l. s.t.p. - Via Emilia 67, 40026 Imola (BO)

C.F. - P.IVA 03987351206 - Tel 334 2075125 mail: info@castellariambiente.it

6.2 Verifica a liquefazione

La liquefazione delle sabbie è un processo che può avvenire durante un evento sismico: essa nasce dall'incremento della pressione dell'acqua interstiziale (u) durante sollecitazioni di tipo ciclico.

Se tale aumento è tale da eguagliare la pressione litostatica totale, si ha l'annullamento della resistenza al taglio.

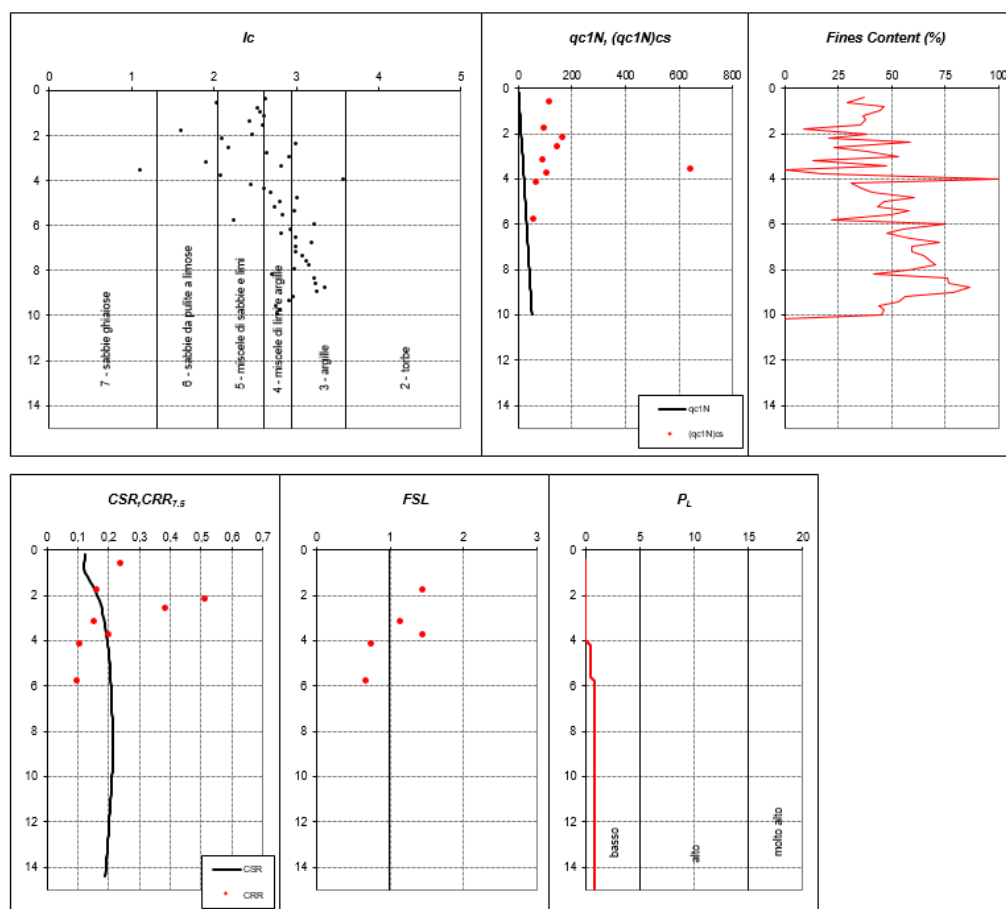
I valori inseriti per i calcoli sono:

- Soggiacenza falda: 1,0 m
- A_{max}/g : 0,188
- Magnitudo: 6,8

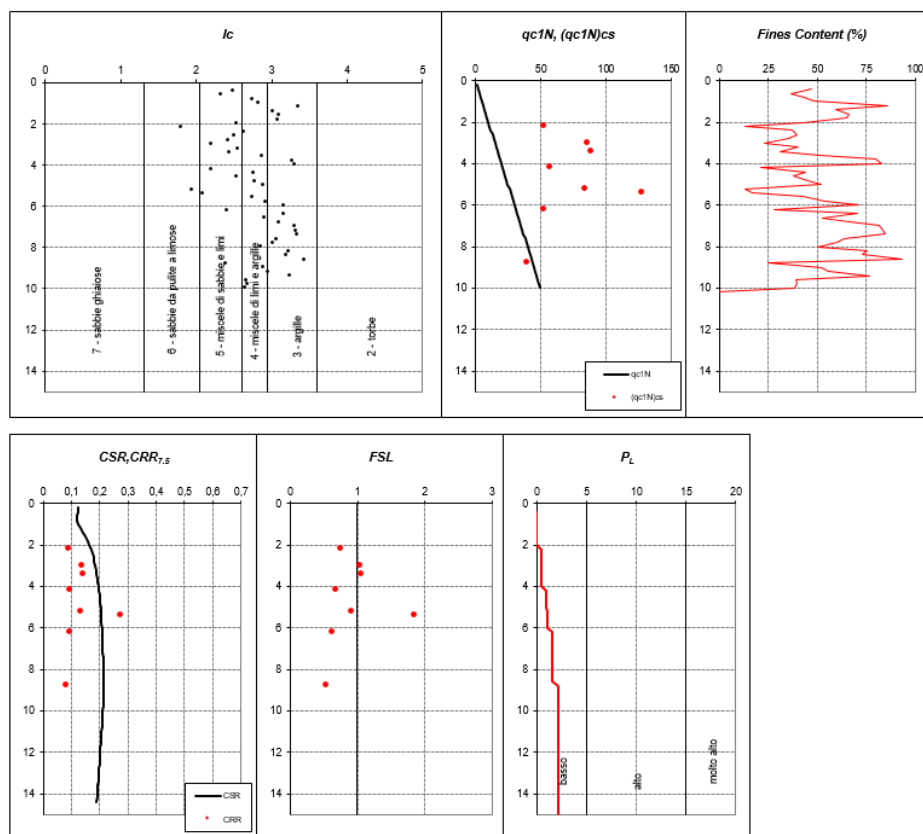
Le verifiche a liquefazione hanno identificato che le prove CPT3 e CPT4 indicano un potenziale di liquefazione nullo.

Le prove CPT1, CPT 2 e CPT 5 hanno un potenziale di liquefazione basso, ovvero compreso tra 0,8 e 2,1.

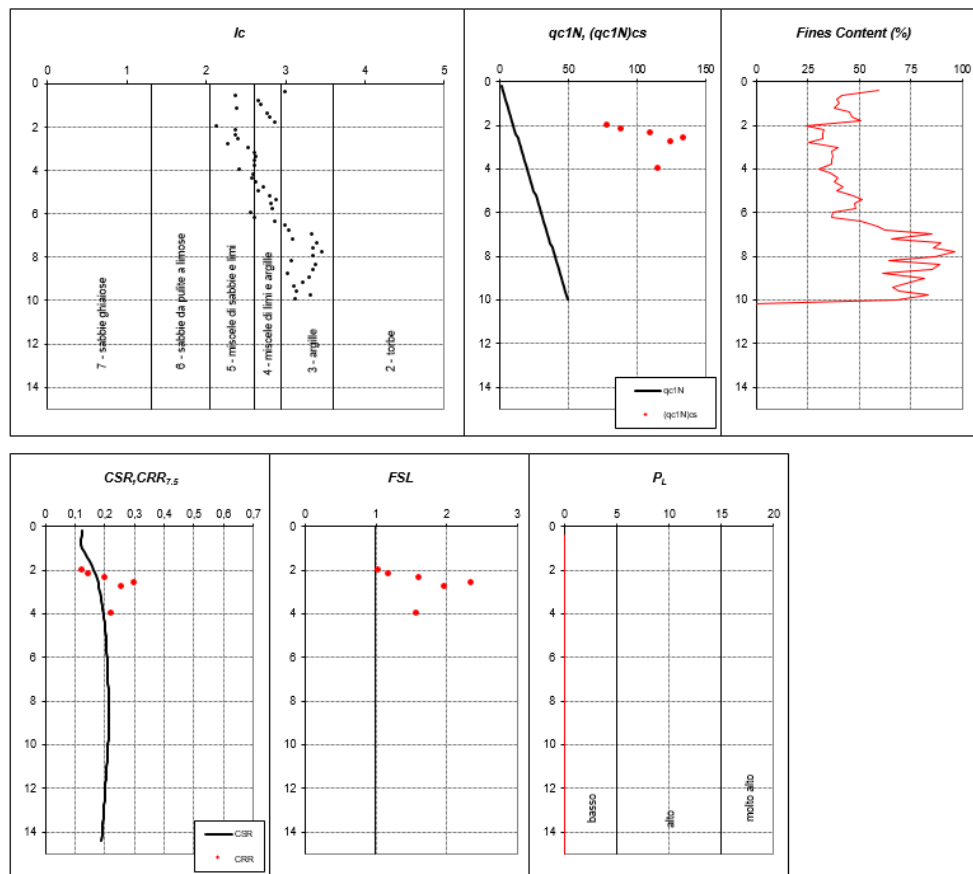
CPT1



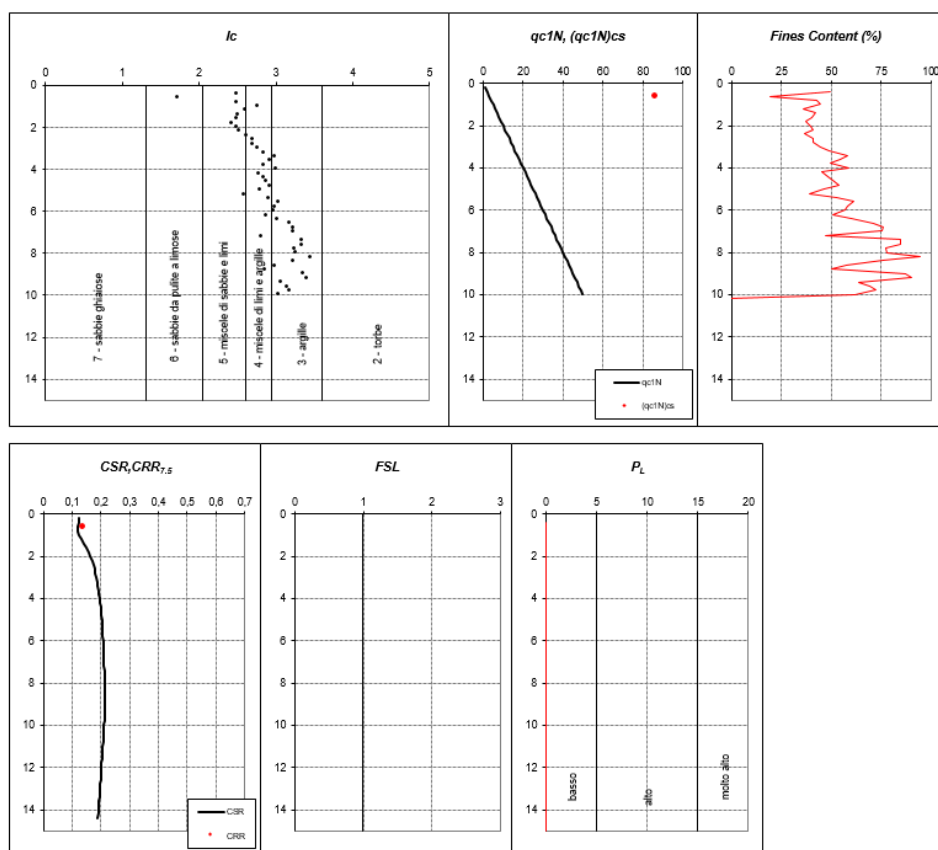
CPT2



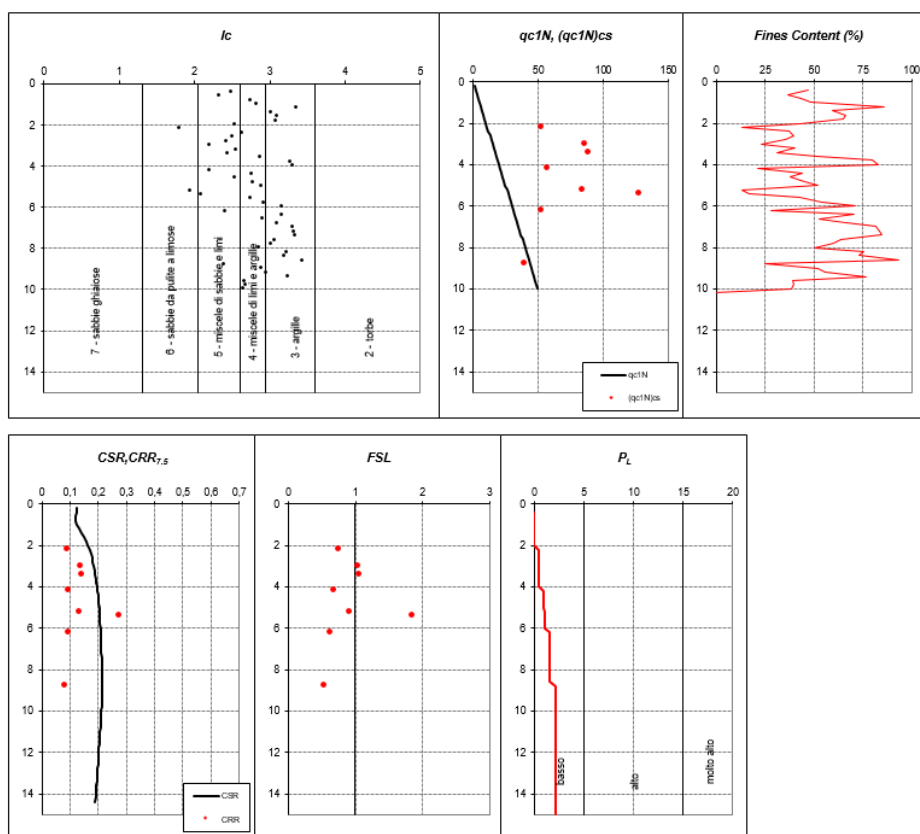
CPT3



CPT4



CPT5



7 Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti si può stabilire quanto segue:

- L'area in oggetto presenta un primo strato di terreno vegetale di spessore variabile tra 20 e 40 cm, seguito da limi argillosi e/o argille limose ad addensamento medio o medio basso fino a fine prove (10,00 m). Talvolta si riscontra un orizzonte di argille organiche di spessore compreso tra 0,8 e 1,0 m. Il livello dei rifiuti si colloca ad una profondità variabile tra 1,60 e 3,80 m con spessore altrettanto variabile. Da precisare che la CPT4 non evidenzia la presenza dei rifiuti e mostra un unico orizzonte costituito da argille limose in cui varia la consistenza da media a medio bassa intorno ai 3 metri di profondità.
- Al momento delle prove è stata rilevata la presenza di falda freatica fra le profondità di 1,00 e 2,60 m dal p.c., tale livello misurato può subire oscillazioni verticali al variare delle stagioni e in seguito a precipitazioni prolungate e/o intense.
- Secondo la classificazione del suolo, sulla base della nuova normativa sismica per gli edifici (D.M. 17/01/2018 recante "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") in base ai dati ottenuti dalle indagini in sito si classifica il terreno di fondazione del fabbricato come appartenente alla *D - depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s*
- Le verifiche a liquefazione hanno identificato che le prove CPT3 e CPT4 indicano un potenziale di liquefazione nullo. Le prove CPT1, CPT 2 e CPT 5 hanno un potenziale di liquefazione basso, ovvero compreso tra 0,8 e 2,1.

Imola 28 febbraio '23

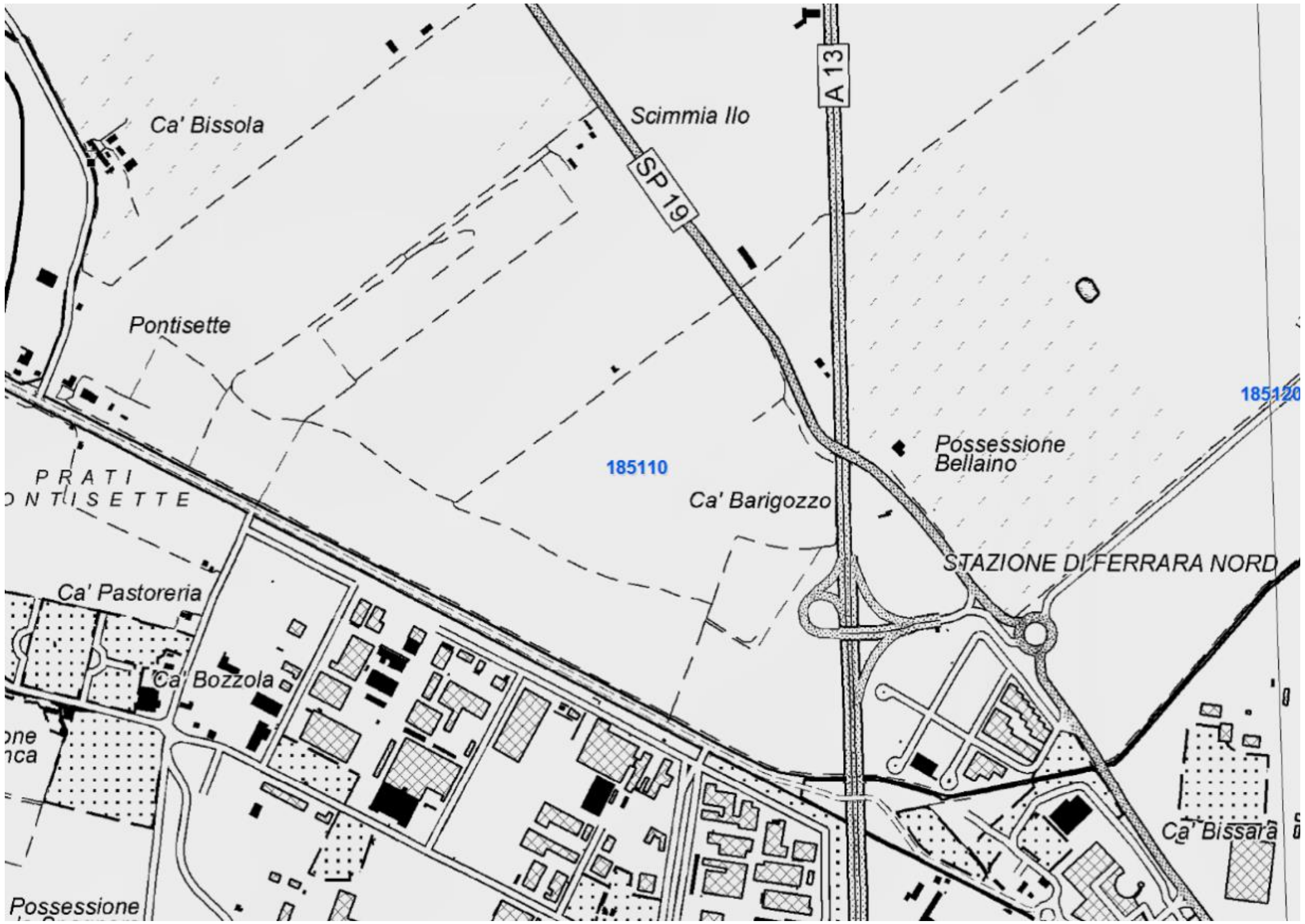
Il geologo
Dott. Maurizio Castellari



Allegato 1

Ubicazione intervento

CTR in scala 1:10.000



Ca' Bissola

Scimmia Ilo

SP 19

A 13

Pontisette

PRATI
PONTISETTE

185110

Ca' Barigozzo

Possessione
Bellaino

185120

STAZIONE DI FERRARA NORD

Ca' Pastoreria

Ca' Bozzola

one
nca

Possessione

Ca' Bissarà

Allegato 2

Grafici prove penetrometriche

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 1**

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,47	----	5,20	10,0	13,0	10,0	0,27	37,0
0,40	6,0	13,0	6,0	0,67	9,0	5,40	8,0	12,0	8,0	0,20	40,0
0,60	23,0	33,0	23,0	0,93	25,0	5,60	9,0	12,0	9,0	0,20	45,0
0,80	14,0	28,0	14,0	2,00	7,0	5,80	23,0	26,0	23,0	0,73	31,0
1,00	23,0	53,0	23,0	1,60	14,0	6,00	9,0	20,0	9,0	0,33	27,0
1,20	19,0	43,0	19,0	1,13	17,0	6,20	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0
1,40	22,0	39,0	22,0	1,07	21,0	6,40	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0
1,60	17,0	33,0	17,0	0,27	64,0	6,60	11,0	18,0	11,0	0,40	27,0
1,80	43,0	47,0	43,0	1,07	40,0	6,80	8,0	14,0	8,0	0,27	30,0
2,00	22,0	38,0	22,0	1,33	16,0	7,00	9,0	13,0	9,0	0,33	27,0
2,20	47,0	67,0	47,0	1,47	32,0	7,20	10,0	15,0	10,0	0,33	30,0
2,40	12,0	34,0	12,0	1,07	11,0	7,40	9,0	14,0	9,0	0,27	34,0
2,60	38,0	54,0	38,0	0,60	63,0	7,60	8,0	12,0	8,0	0,40	20,0
2,80	14,0	23,0	14,0	0,67	21,0	7,80	9,0	15,0	9,0	0,33	27,0
3,00	10,0	20,0	10,0	0,33	30,0	8,00	11,0	16,0	11,0	0,13	82,0
3,20	36,0	41,0	36,0	1,33	27,0	8,20	12,0	14,0	12,0	0,47	26,0
3,40	17,0	37,0	17,0	1,87	9,0	8,40	9,0	16,0	9,0	0,33	27,0
3,60	340,0	368,0	340,0	0,60	567,0	8,60	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
3,80	38,0	47,0	38,0	2,53	15,0	8,80	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
4,00	8,0	46,0	8,0	0,20	40,0	9,00	8,0	13,0	8,0	0,40	20,0
4,20	14,0	17,0	14,0	0,53	26,0	9,20	13,0	19,0	13,0	0,47	28,0
4,40	17,0	25,0	17,0	0,53	32,0	9,40	15,0	22,0	15,0	0,73	20,0
4,60	15,0	23,0	15,0	0,60	25,0	9,60	23,0	34,0	23,0	0,47	49,0
4,80	10,0	19,0	10,0	0,33	30,0	9,80	18,0	25,0	18,0	0,47	39,0
5,00	11,0	16,0	11,0	0,20	55,0	10,00	19,0	26,0	19,0	-----	----

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

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 2**

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,53	----	5,20	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0
0,40	11,0	19,0	11,0	0,60	18,0	5,40	10,0	16,0	10,0	0,33	30,0
0,60	15,0	24,0	15,0	1,07	14,0	5,60	13,0	18,0	13,0	0,33	39,0
0,80	13,0	29,0	13,0	1,07	12,0	5,80	11,0	16,0	11,0	0,20	55,0
1,00	15,0	31,0	15,0	0,87	17,0	6,00	10,0	13,0	10,0	0,33	30,0
1,20	13,0	26,0	13,0	1,00	13,0	6,20	8,0	13,0	8,0	0,33	24,0
1,40	8,0	23,0	8,0	0,87	9,0	6,40	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
1,60	15,0	28,0	15,0	0,40	37,0	6,60	7,0	12,0	7,0	0,20	35,0
1,80	18,0	24,0	18,0	0,87	21,0	6,80	9,0	12,0	9,0	0,93	10,0
2,00	10,0	23,0	10,0	0,47	21,0	7,00	13,0	27,0	13,0	0,27	49,0
2,20	11,0	18,0	11,0	0,13	82,0	7,20	24,0	28,0	24,0	1,27	19,0
2,40	21,0	23,0	21,0	0,33	63,0	7,40	23,0	42,0	23,0	0,53	43,0
2,60	34,0	39,0	34,0	0,67	51,0	7,60	7,0	15,0	7,0	0,33	21,0
2,80	23,0	33,0	23,0	0,73	31,0	7,80	9,0	14,0	9,0	0,27	34,0
3,00	18,0	29,0	18,0	1,73	10,0	8,00	7,0	11,0	7,0	0,27	26,0
3,20	25,0	51,0	25,0	0,33	75,0	8,20	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
3,40	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	8,40	8,0	12,0	8,0	0,13	60,0
3,60	4,0	9,0	4,0	0,47	9,0	8,60	16,0	18,0	16,0	0,33	48,0
3,80	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0	8,80	20,0	25,0	20,0	0,53	37,0
4,00	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0	9,00	14,0	22,0	14,0	0,40	35,0
4,20	12,0	18,0	12,0	0,53	22,0	9,20	9,0	15,0	9,0	0,20	45,0
4,40	17,0	25,0	17,0	0,60	28,0	9,40	13,0	16,0	13,0	0,60	22,0
4,60	14,0	23,0	14,0	0,60	23,0	9,60	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0
4,80	12,0	21,0	12,0	0,47	26,0	9,80	9,0	17,0	9,0	0,47	19,0
5,00	11,0	18,0	11,0	0,40	27,0	10,00	10,0	17,0	10,0	-----	----

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

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 3**

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,60 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,67	----	5,20	15,0	25,0	15,0	0,60	25,0
0,40	4,0	14,0	4,0	0,33	12,0	5,40	13,0	22,0	13,0	0,47	28,0
0,60	9,0	14,0	9,0	0,60	15,0	5,60	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
0,80	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0	5,80	13,0	20,0	13,0	0,60	22,0
1,00	10,0	20,0	10,0	0,40	25,0	6,00	22,0	31,0	22,0	0,27	82,0
1,20	13,0	19,0	13,0	0,87	15,0	6,20	15,0	19,0	15,0	0,47	32,0
1,40	11,0	24,0	11,0	0,73	15,0	6,40	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
1,60	10,0	21,0	10,0	0,53	19,0	6,60	11,0	18,0	11,0	0,33	33,0
1,80	8,0	16,0	8,0	0,27	30,0	6,80	9,0	14,0	9,0	0,47	19,0
2,00	19,0	23,0	19,0	0,33	57,0	7,00	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
2,20	15,0	20,0	15,0	0,53	28,0	7,20	10,0	17,0	10,0	0,33	30,0
2,40	19,0	27,0	19,0	0,80	24,0	7,40	6,0	11,0	6,0	0,27	22,0
2,60	23,0	35,0	23,0	0,73	31,0	7,60	6,0	10,0	6,0	0,40	15,0
2,80	28,0	39,0	28,0	1,07	26,0	7,80	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
3,00	23,0	39,0	23,0	1,00	23,0	8,00	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0
3,20	20,0	35,0	20,0	0,80	25,0	8,20	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0
3,40	18,0	30,0	18,0	0,67	27,0	8,40	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0
3,60	17,0	27,0	17,0	0,80	21,0	8,60	7,0	12,0	7,0	0,13	52,0
3,80	19,0	31,0	19,0	0,67	28,0	8,80	8,0	10,0	8,0	0,53	15,0
4,00	24,0	34,0	24,0	0,87	28,0	9,00	9,0	17,0	9,0	0,27	34,0
4,20	21,0	34,0	21,0	1,00	21,0	9,20	8,0	12,0	8,0	0,53	15,0
4,40	24,0	39,0	24,0	1,27	19,0	9,40	12,0	20,0	12,0	0,60	20,0
4,60	25,0	44,0	25,0	1,13	22,0	9,60	12,0	21,0	12,0	0,67	18,0
4,80	21,0	38,0	21,0	0,80	26,0	9,80	10,0	20,0	10,0	0,53	19,0
5,00	20,0	32,0	20,0	0,67	30,0	10,00	12,0	20,0	12,0	-----	----

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

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 4**

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,40	----	5,20	11,0	13,0	11,0	0,53	21,0
0,40	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	5,40	12,0	20,0	12,0	0,67	18,0
0,60	26,0	31,0	26,0	1,40	19,0	5,60	11,0	21,0	11,0	0,53	21,0
0,80	19,0	40,0	19,0	1,33	14,0	5,80	11,0	19,0	11,0	0,60	18,0
1,00	13,0	33,0	13,0	0,87	15,0	6,00	12,0	21,0	12,0	0,40	30,0
1,20	14,0	27,0	14,0	0,60	23,0	6,20	12,0	18,0	12,0	0,53	22,0
1,40	14,0	23,0	14,0	0,60	23,0	6,40	11,0	19,0	11,0	0,53	21,0
1,60	15,0	24,0	15,0	0,53	28,0	6,60	9,0	17,0	9,0	0,47	19,0
1,80	16,0	24,0	16,0	0,67	24,0	6,80	8,0	15,0	8,0	0,60	13,0
2,00	17,0	27,0	17,0	0,80	21,0	7,00	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0
2,20	18,0	30,0	18,0	0,80	22,0	7,20	15,0	22,0	15,0	0,60	25,0
2,40	16,0	28,0	16,0	0,87	18,0	7,40	8,0	17,0	8,0	0,40	20,0
2,60	15,0	28,0	15,0	0,60	25,0	7,60	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
2,80	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	7,80	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0
3,00	12,0	21,0	12,0	0,60	20,0	8,00	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
3,20	11,0	20,0	11,0	0,60	18,0	8,20	7,0	15,0	7,0	0,33	21,0
3,40	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0	8,40	8,0	13,0	8,0	0,47	17,0
3,60	9,0	16,0	9,0	0,33	27,0	8,60	13,0	20,0	13,0	0,67	19,0
3,80	9,0	14,0	9,0	0,40	22,0	8,80	18,0	28,0	18,0	0,67	27,0
4,00	8,0	14,0	8,0	0,47	17,0	9,00	9,0	19,0	9,0	0,53	17,0
4,20	12,0	19,0	12,0	0,53	22,0	9,20	8,0	16,0	8,0	0,47	17,0
4,40	12,0	20,0	12,0	0,47	26,0	9,40	12,0	19,0	12,0	0,60	20,0
4,60	11,0	18,0	11,0	0,53	21,0	9,60	12,0	21,0	12,0	0,67	18,0
4,80	11,0	19,0	11,0	0,40	27,0	9,80	12,0	22,0	12,0	0,47	26,0
5,00	12,0	18,0	12,0	0,13	90,0	10,00	13,0	20,0	13,0	-----	----

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

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 5**

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,10 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	1,00	----	5,20	43,0	48,0	43,0	1,00	43,0
0,40	12,0	27,0	12,0	0,80	15,0	5,40	57,0	72,0	57,0	0,73	78,0
0,60	16,0	28,0	16,0	1,47	11,0	5,60	18,0	29,0	18,0	1,00	18,0
0,80	13,0	35,0	13,0	1,20	11,0	5,80	16,0	31,0	16,0	0,60	27,0
1,00	11,0	29,0	11,0	1,67	7,0	6,00	9,0	18,0	9,0	0,13	67,0
1,20	6,0	31,0	6,0	1,20	5,0	6,20	16,0	18,0	16,0	0,53	30,0
1,40	9,0	27,0	9,0	0,67	13,0	6,40	9,0	17,0	9,0	0,33	27,0
1,60	6,0	16,0	6,0	0,40	15,0	6,60	11,0	16,0	11,0	0,40	27,0
1,80	5,0	11,0	5,0	0,47	11,0	6,80	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0
2,00	13,0	20,0	13,0	0,07	195,0	7,00	7,0	13,0	7,0	0,27	26,0
2,20	20,0	21,0	20,0	0,93	21,0	7,20	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
2,40	17,0	31,0	17,0	0,47	36,0	7,40	6,0	10,0	6,0	0,40	15,0
2,60	15,0	22,0	15,0	0,33	45,0	7,60	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0
2,80	15,0	20,0	15,0	0,33	45,0	7,80	11,0	17,0	11,0	0,33	33,0
3,00	22,0	27,0	22,0	0,67	33,0	8,00	13,0	18,0	13,0	0,47	28,0
3,20	18,0	28,0	18,0	0,33	54,0	8,20	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
3,40	16,0	21,0	16,0	2,07	8,0	8,40	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0
3,60	20,0	51,0	20,0	0,80	25,0	8,60	7,0	14,0	7,0	0,07	105,0
3,80	7,0	19,0	7,0	0,60	12,0	8,80	17,0	18,0	17,0	0,53	32,0
4,00	6,0	15,0	6,0	0,13	45,0	9,00	16,0	24,0	16,0	1,00	16,0
4,20	18,0	20,0	18,0	0,67	27,0	9,20	19,0	34,0	19,0	0,53	36,0
4,40	15,0	25,0	15,0	0,40	37,0	9,40	10,0	18,0	10,0	0,47	21,0
4,60	17,0	23,0	17,0	0,67	25,0	9,60	22,0	29,0	22,0	0,53	41,0
4,80	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0	9,80	23,0	31,0	23,0	0,47	49,0
5,00	14,0	26,0	14,0	0,33	42,0	10,00	23,0	30,0	23,0	-----	----

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

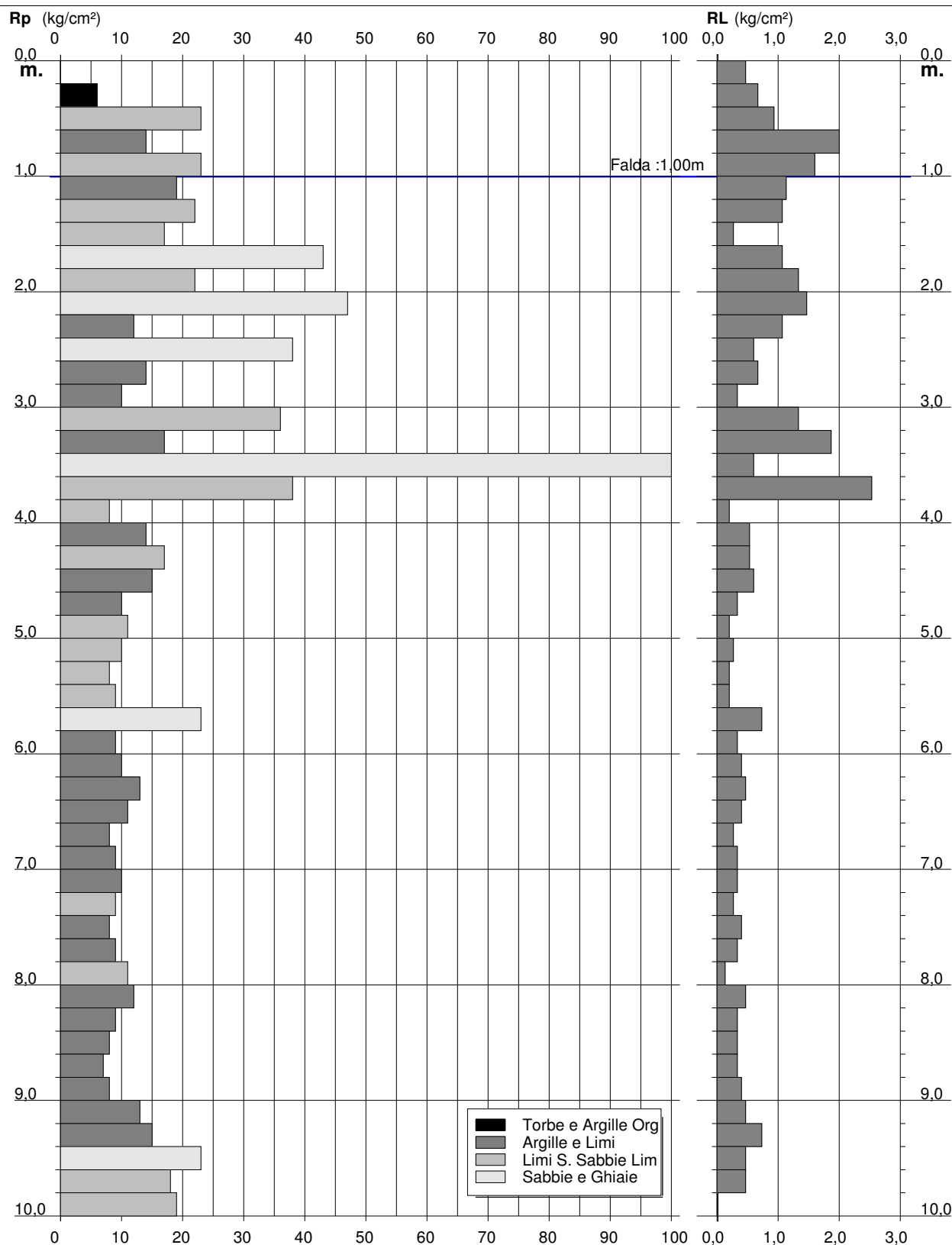
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



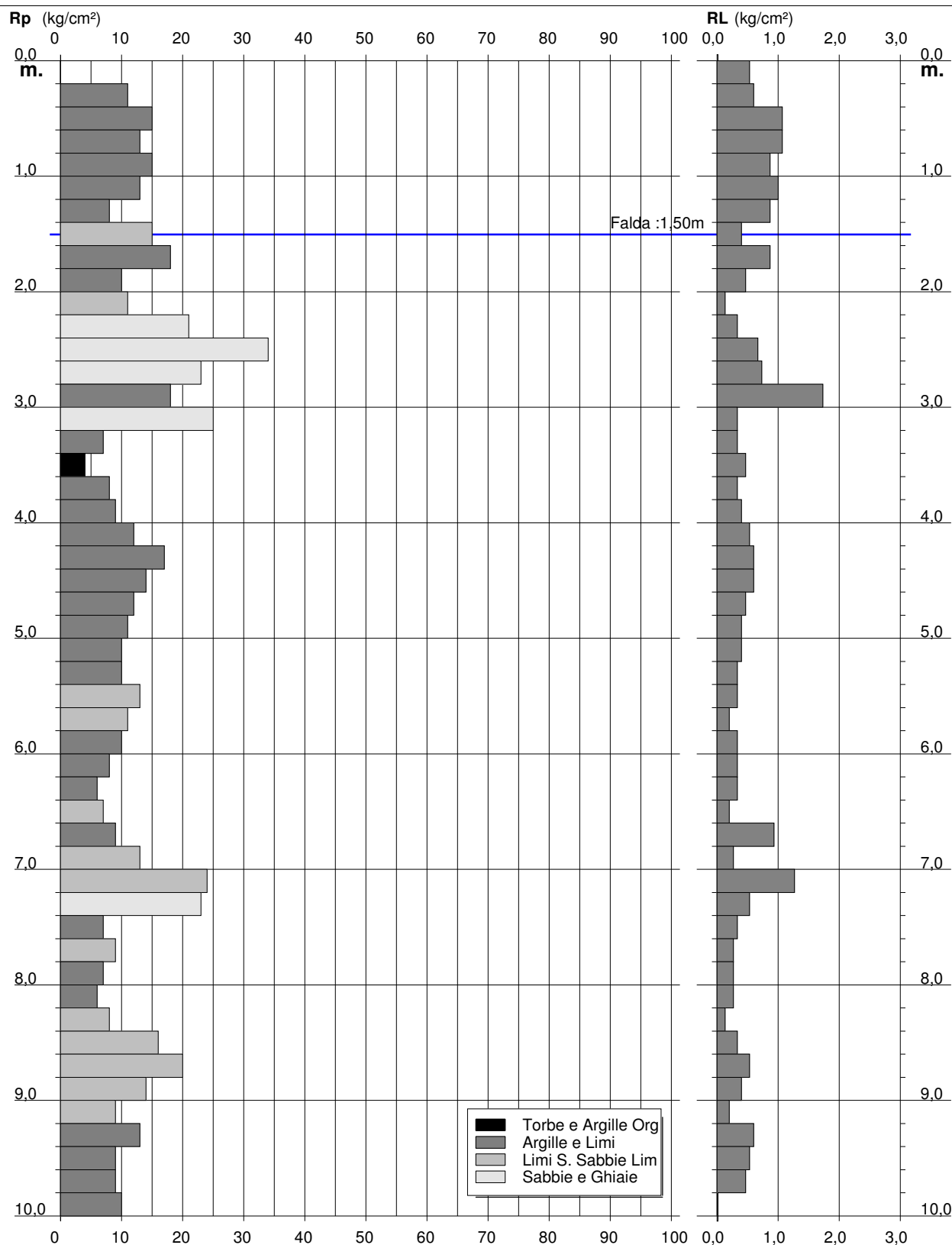
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



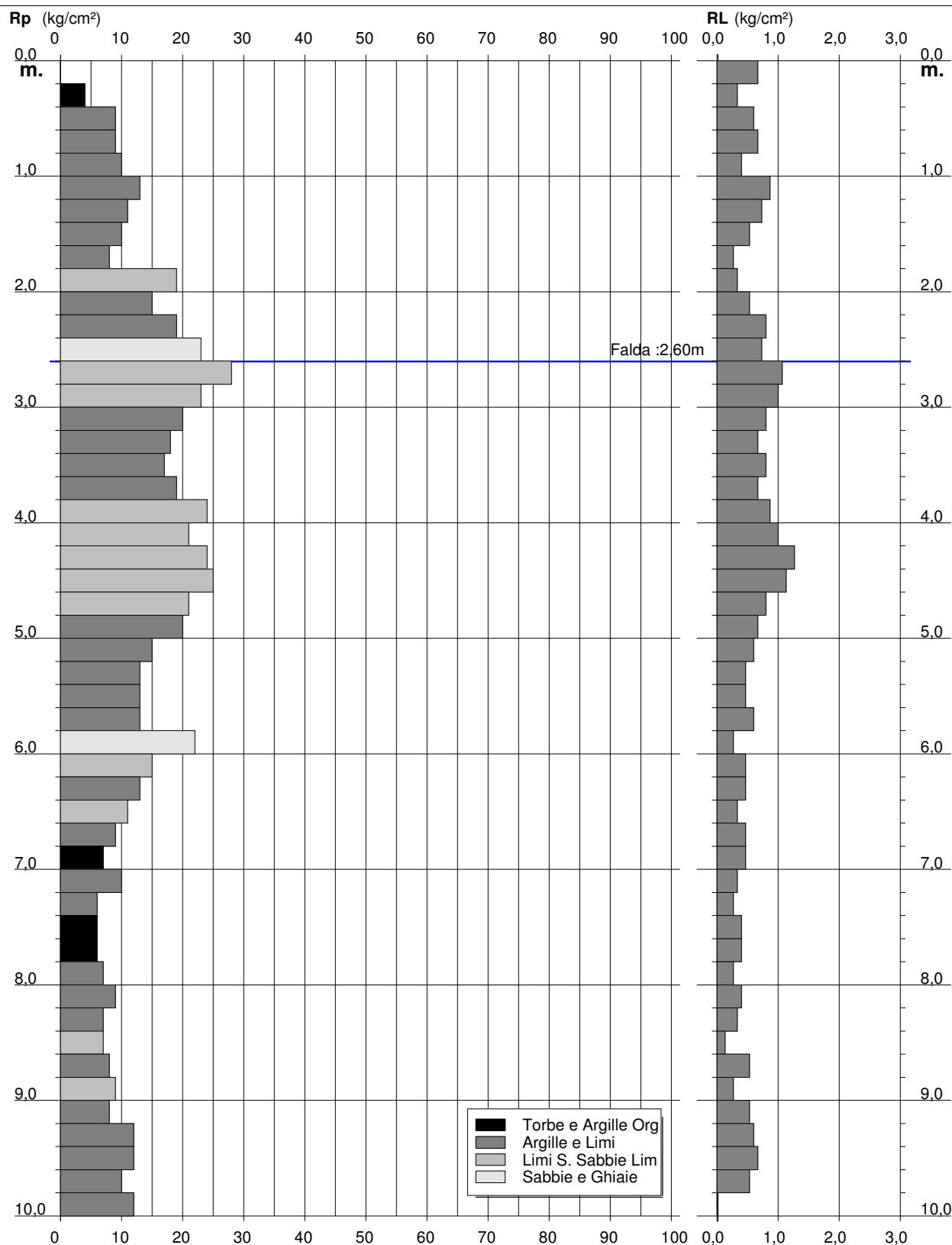
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,60 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



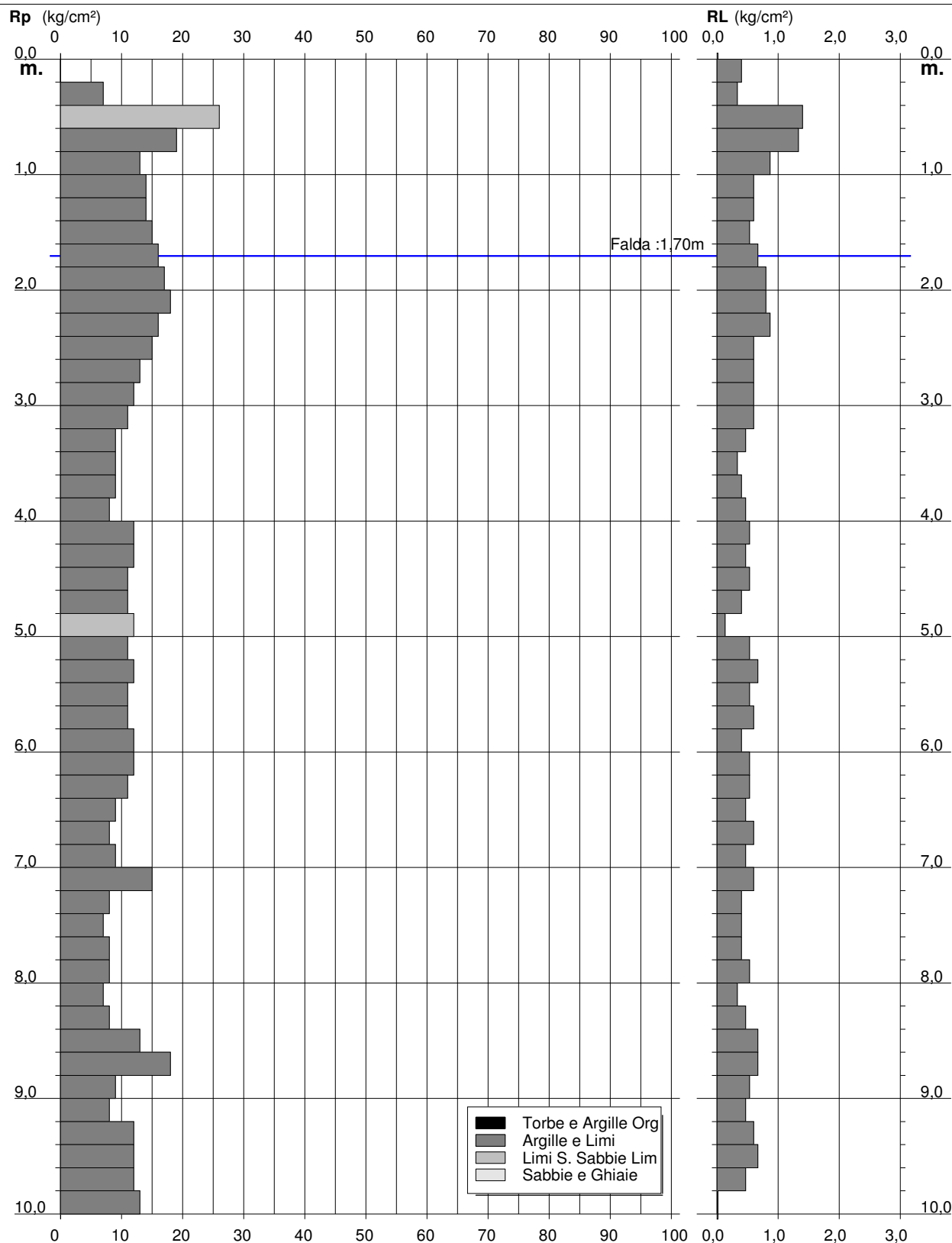
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



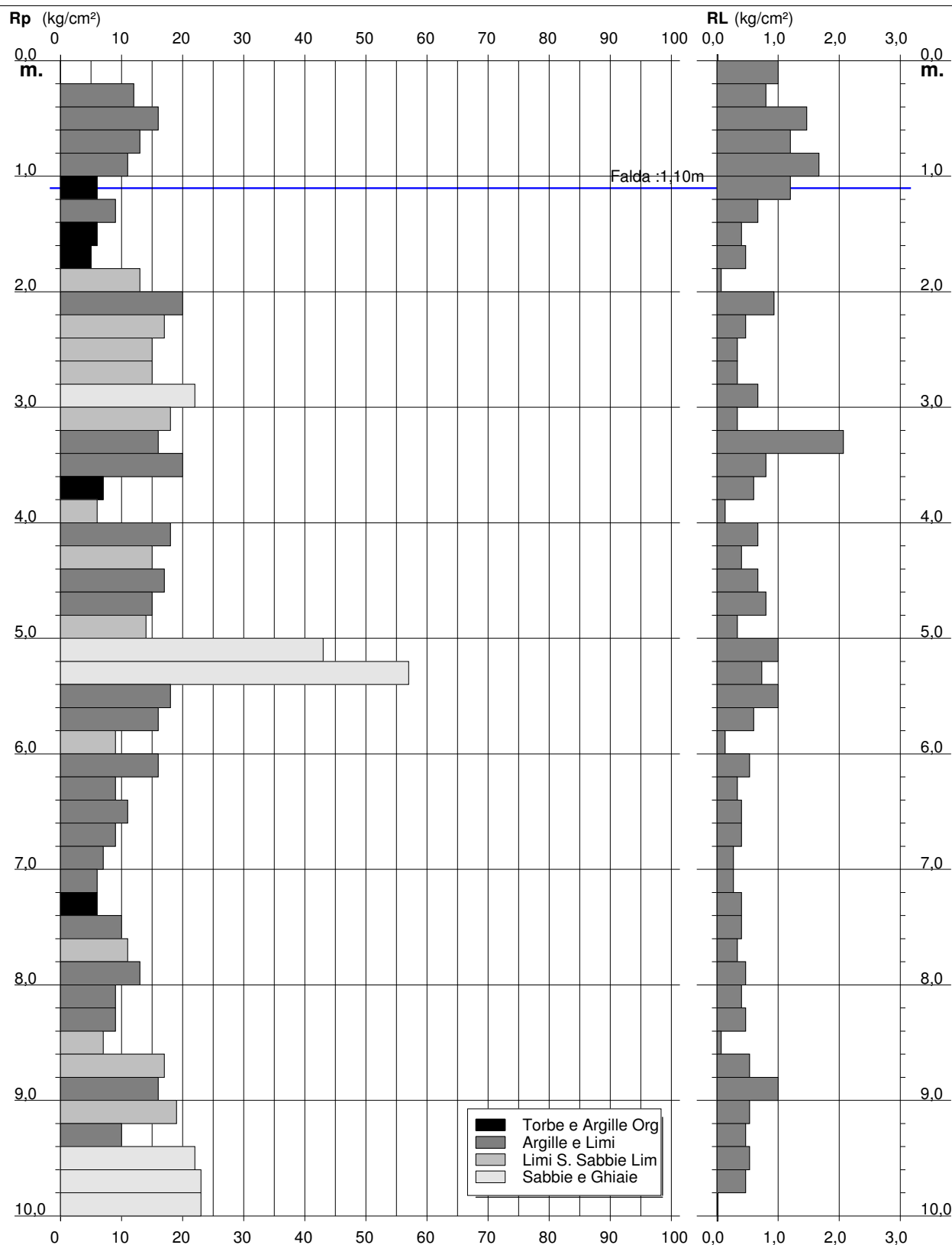
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,10 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



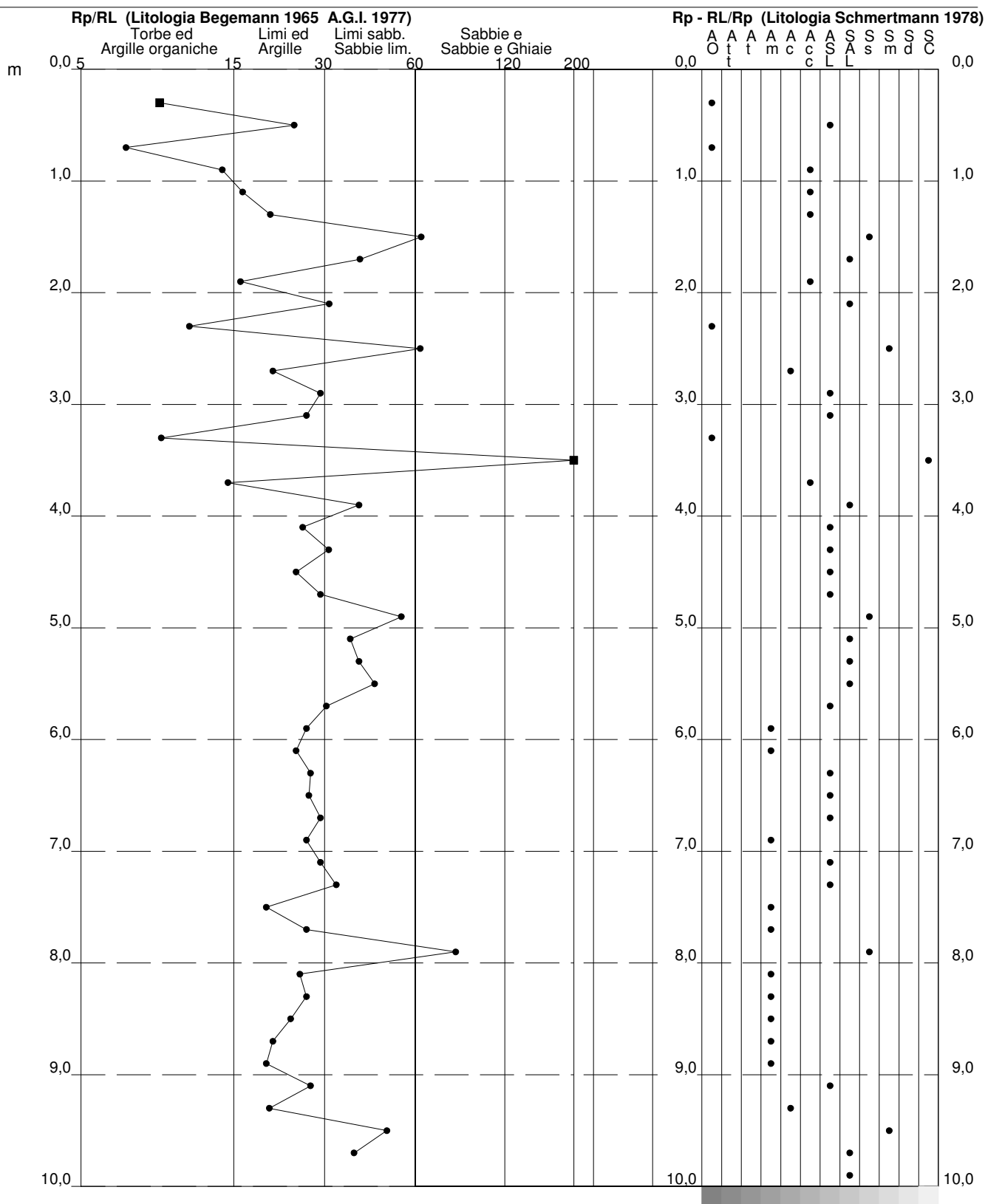
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



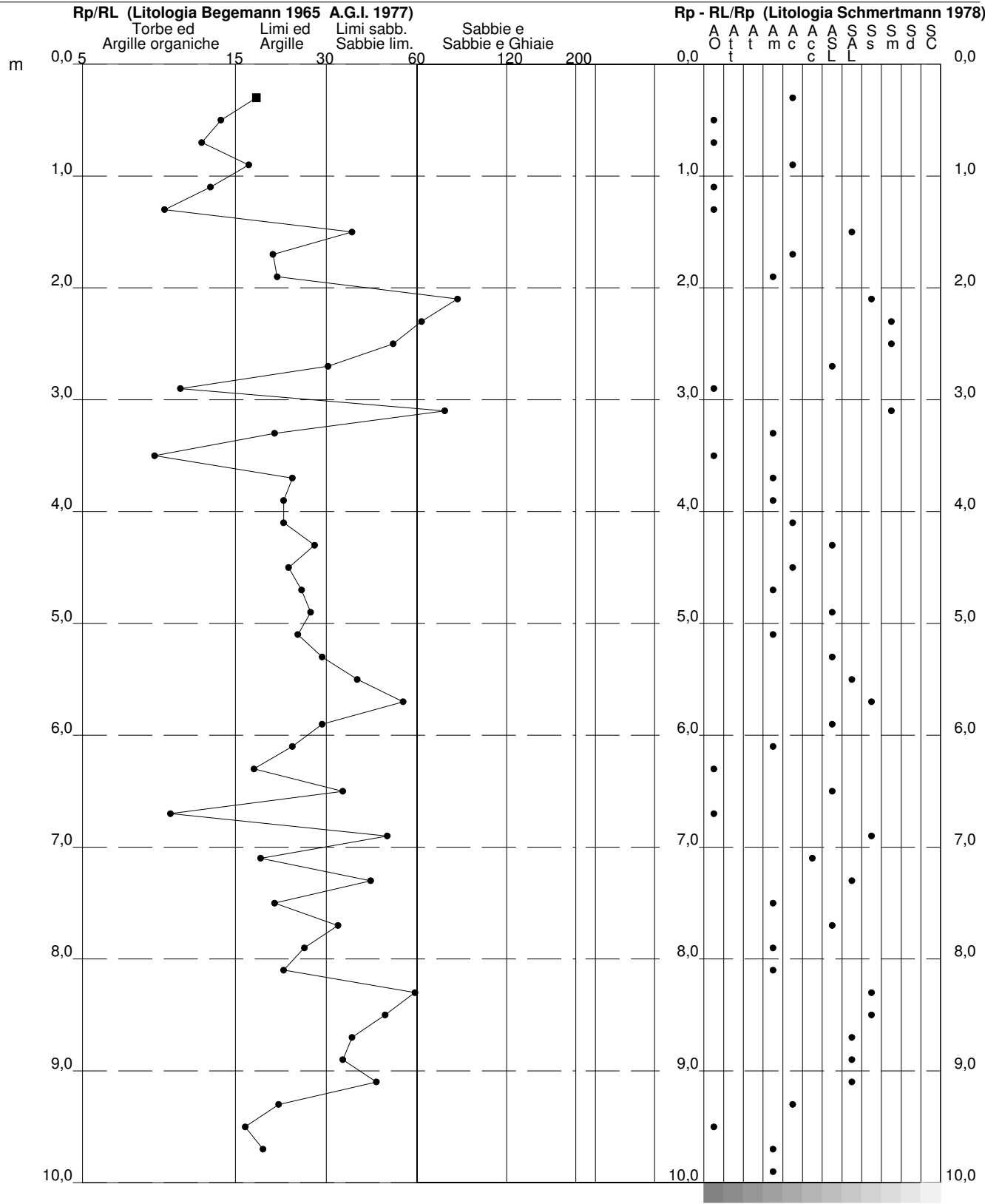
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



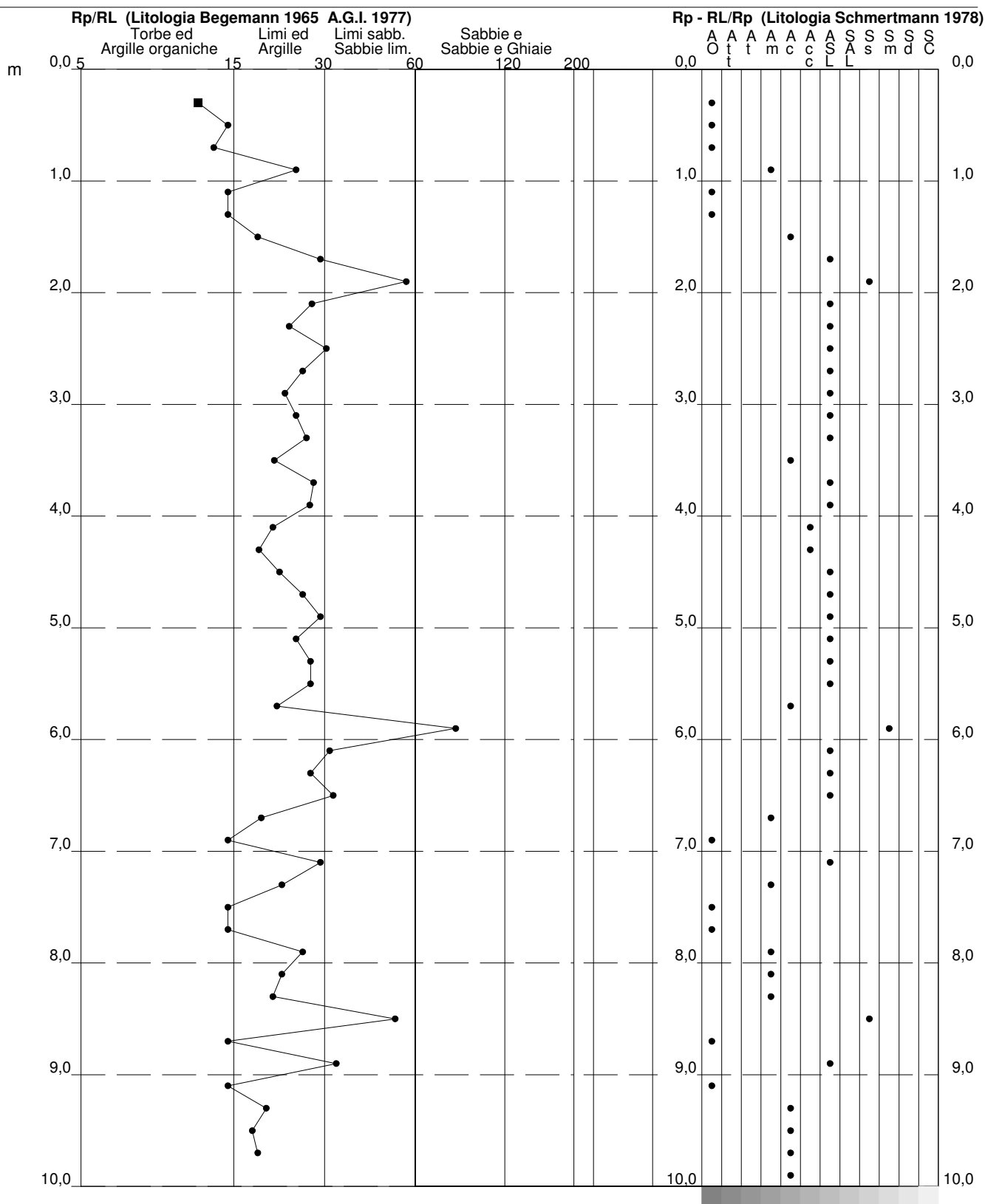
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,60 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



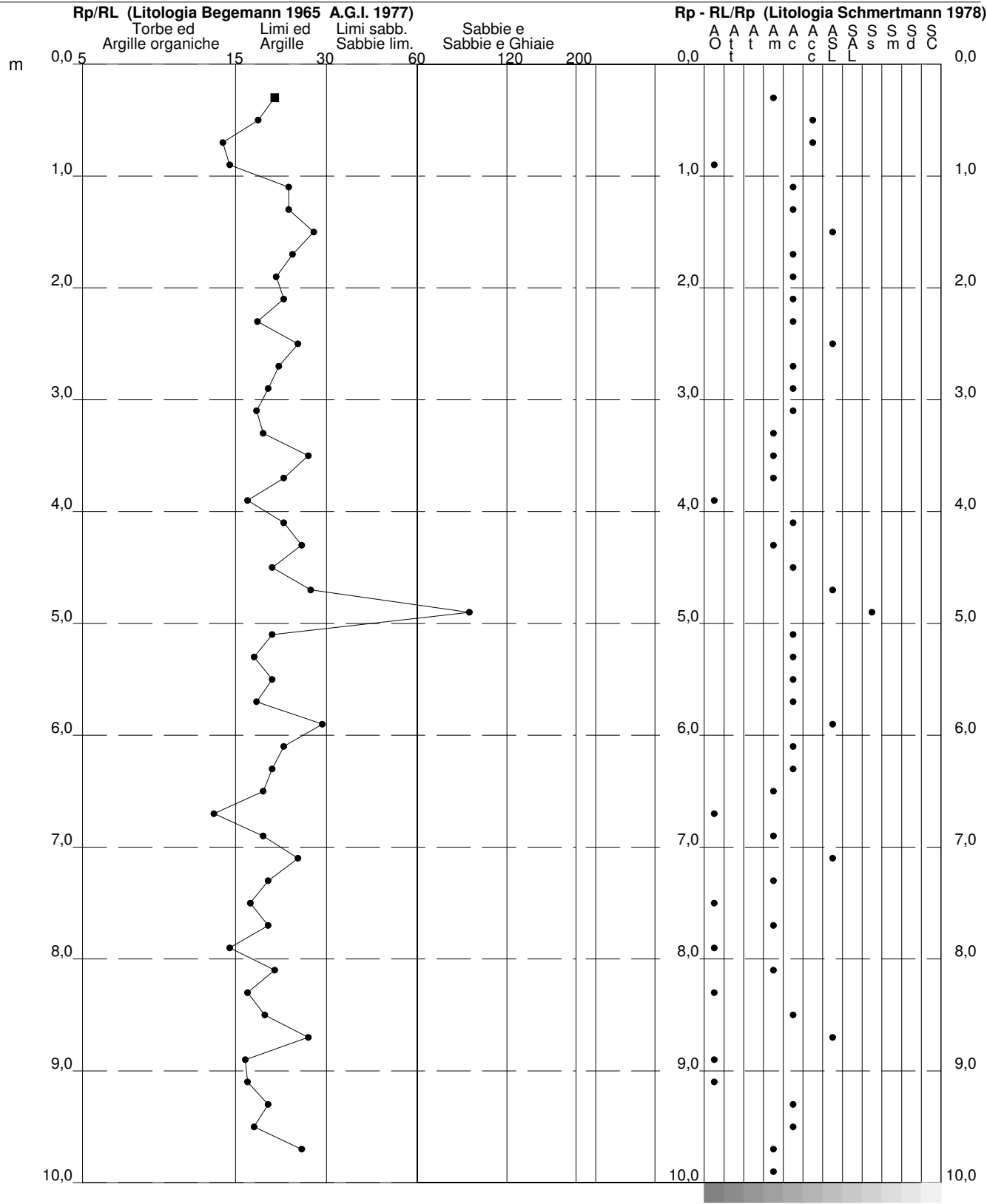
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



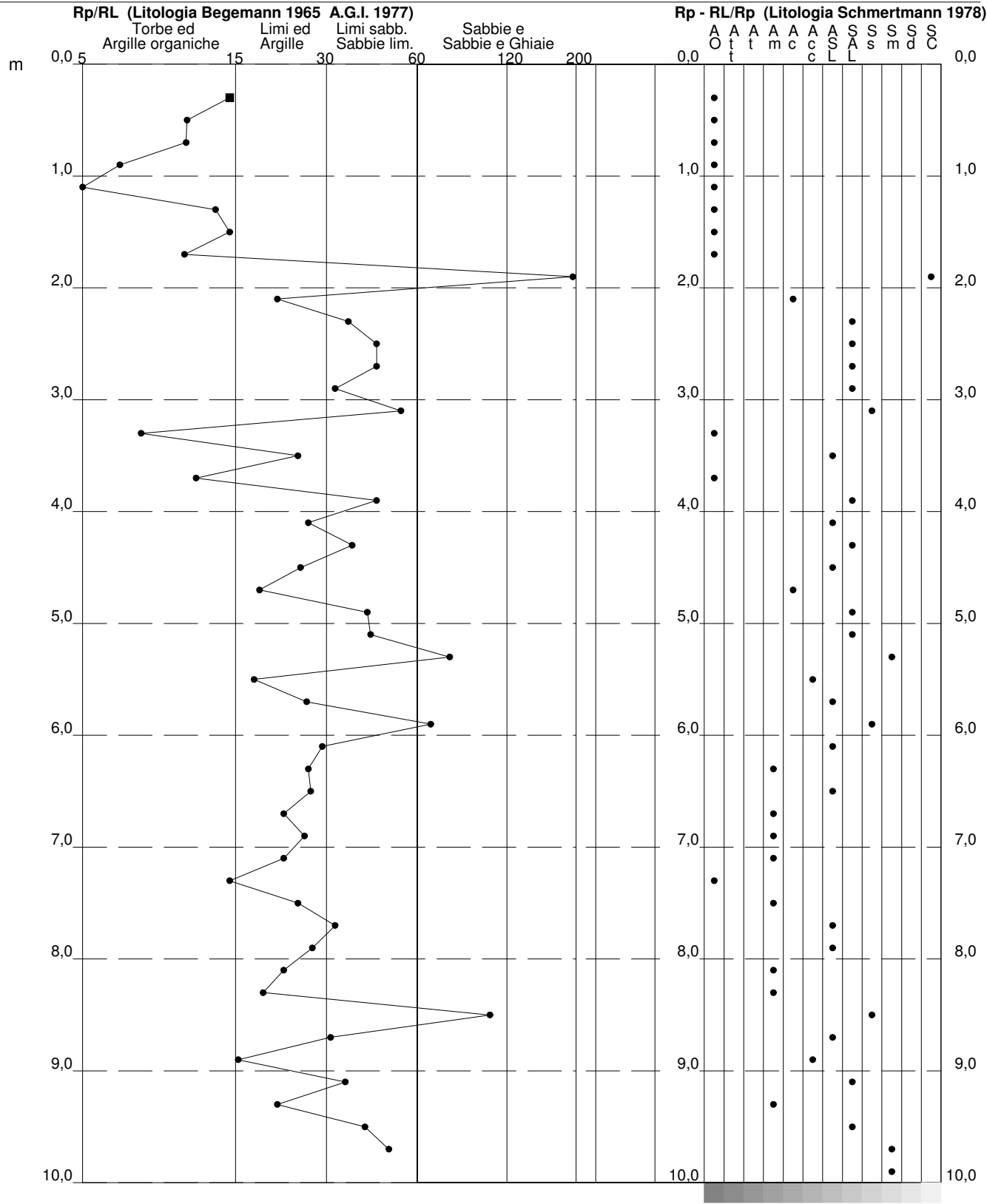
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,10 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-071

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

Dott.Geol. Maurizio Castellari
impianto fotovoltaico
Ferrara

- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- pagina :

24/02/2023
Piano Campagna
1,00 m da quota inizio
1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'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	6	9	1***	1,85	0,07	0,30	36,1	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	23	25	4/:	1,85	0,11	0,87	82,1	148	221	69	75	39	40	42	44	40	28	0,175	38	58	69
0,80	14	7	2:///	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	23	14	4/:	0,94	0,17	0,87	49,4	148	221	69	65	37	39	41	43	39	28	0,145	38	58	69
1,20	19	17	2:///	0,99	0,19	0,78	37,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	22	21	4/:	0,93	0,21	0,85	36,9	144	216	66	59	36	38	40	43	37	28	0,127	37	55	66
1,60	17	64	4/:	0,91	0,22	0,72	27,3	123	184	54	48	35	37	39	42	35	27	0,098	28	43	51
1,80	43	40	3:---	0,91	0,24	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	40	30	0,183	72	108	129
2,00	22	16	4/:	0,93	0,26	0,85	27,4	144	216	66	53	35	38	40	42	36	28	0,111	37	55	66
2,20	47	32	3:---	0,91	0,28	--	--	--	--	--	77	39	41	42	44	39	31	0,181	78	118	141
2,40	12	11	2:///	0,92	0,30	0,57	14,2	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	38	63	3:---	0,90	0,31	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	38	30	0,150	63	95	114
2,80	14	21	2:///	0,94	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	10	30	4/:	0,86	0,35	0,50	9,8	85	128	40	18	31	33	36	39	30	26	0,035	17	25	30
3,20	36	27	4/:	0,99	0,37	1,20	27,3	204	306	108	61	37	39	41	43	37	30	0,134	60	90	108
3,40	17	9	2:///	0,97	0,39	0,72	13,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	340	567	3:---	1,15	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	567	850	1020
3,80	38	15	4/:	0,99	0,43	1,27	24,0	215	323	114	59	36	38	40	43	36	30	0,128	63	95	114
4,00	8	40	4/:	0,84	0,45	0,40	5,4	122	183	35	5	29	32	35	38	27	26	0,012	13	20	24
4,20	14	26	2:///	0,94	0,47	0,64	9,2	111	167	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	17	32	4/:	0,91	0,49	0,72	10,3	123	184	54	29	32	35	37	40	31	27	0,055	28	43	51
4,60	15	25	2:///	0,95	0,51	0,67	8,9	120	180	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	10	30	4/:	0,86	0,52	0,50	5,9	139	208	40	9	29	32	35	39	28	26	0,018	17	25	30
5,00	11	55	4/:	0,87	0,54	0,54	6,2	141	212	42	11	30	33	36	39	28	26	0,022	18	28	33
5,20	10	37	4/:	0,86	0,56	0,50	5,5	151	227	40	7	29	32	35	39	27	26	0,016	17	25	30
5,40	8	40	4/:	0,84	0,57	0,40	4,0	160	240	35	--	28	31	35	38	26	26	--	13	20	24
5,60	9	45	4/:	0,85	0,59	0,45	4,5	165	247	38	2	28	31	35	38	26	26	0,005	15	23	27
5,80	23	31	3:---	0,86	0,61	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	32	28	0,065	38	58	69
6,00	9	27	2:///	0,88	0,63	0,45	4,2	175	262	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	10	25	2:///	0,90	0,64	0,50	4,6	179	269	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	13	28	2:///	0,93	0,66	0,60	5,6	179	268	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	11	27	2:///	0,91	0,68	0,54	4,7	189	284	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	8	30	4/:	0,84	0,70	0,40	3,1	193	289	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
7,00	9	27	2:///	0,88	0,71	0,45	3,5	202	303	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	10	30	4/:	0,86	0,73	0,50	3,9	205	308	40	0	28	31	35	38	26	26	0,001	17	25	30
7,40	9	34	4/:	0,85	0,75	0,45	3,3	210	315	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
7,60	8	20	2:///	0,86	0,77	0,40	2,8	204	306	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	9	27	2:///	0,88	0,78	0,45	3,1	217	325	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	11	82	4/:	0,87	0,80	0,54	3,8	226	338	42	2	28	31	35	38	26	26	0,004	18	28	33
8,20	12	26	2:///	0,92	0,82	0,57	4,0	229	343	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	9	27	2:///	0,88	0,84	0,45	2,9	226	339	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	8	24	2:///	0,86	0,85	0,40	2,4	214	321	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	7	21	2:///	0,84	0,87	0,35	2,0	196	294	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	8	20	2:///	0,86	0,89	0,40	2,3	217	325	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	13	28	2:///	0,93	0,91	0,60	3,8	256	383	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	15	20	2:///	0,95	0,93	0,67	4,2	259	388	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	23	49	3:---	0,86	0,94	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,044	38	58	69
9,80	18	39	4/:	0,91	0,96	0,75	4,6	268	402	56	14	30	33	36	39	28	27	0,027	30	45	54
10,00	19	--	4/:	0,92	0,98	0,78	4,7	273	409	58	15	30	33	36	39	28	27	0,030	32	48	57

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-071

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

Dott.Geol. Maurizio Castellari
impianto fotovoltaico
Ferrara

- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- pagina :

24/02/2023
Piano Campagna
1,50 m da quota inizio
1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'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	11	18	2////	1,85	0,07	0,54	74,7	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	15	14	2////	1,85	0,11	0,67	59,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13	12	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	15	17	2////	1,85	0,19	0,67	31,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	13	13	2////	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	8	9	2////	1,85	0,26	0,40	10,8	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	15	37	4:/:	0,89	0,28	0,67	18,8	113	170	50	38	33	36	38	41	34	27	0,075	25	38	45
1,80	18	21	2////	0,98	0,30	0,75	20,0	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	10	21	2////	0,90	0,31	0,50	11,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	11	82	4:/:	0,87	0,33	0,54	11,4	91	137	42	23	31	34	37	40	31	26	0,044	18	28	33
2,40	21	63	3:::	0,85	0,35	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	34	27	0,089	35	53	63
2,60	34	51	3:::	0,89	0,37	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	37	29	0,129	57	85	102
2,80	23	31	3:::	0,86	0,38	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	34	28	0,091	38	58	69
3,00	18	10	2////	0,98	0,40	0,75	13,6	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	25	75	3:::	0,86	0,42	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	34	28	0,093	42	63	75
3,40	7	21	2////	0,84	0,44	0,35	4,8	121	182	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	4	9	1***	0,46	0,45	0,20	2,3	23	35	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	8	24	2////	0,86	0,46	0,40	5,2	127	191	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	9	22	2////	0,88	0,48	0,45	5,8	129	193	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	12	22	2////	0,92	0,50	0,57	7,4	123	184	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	17	28	2////	0,97	0,52	0,72	9,5	125	187	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	14	23	2////	0,94	0,54	0,64	7,7	130	196	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	12	26	2////	0,92	0,56	0,57	6,5	143	215	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	11	27	2////	0,91	0,57	0,54	5,8	154	231	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	10	25	2////	0,90	0,59	0,50	5,1	163	245	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	10	30	4:/:	0,86	0,61	0,50	4,9	169	253	40	5	29	32	35	38	27	26	0,012	17	25	30
5,60	13	39	4:/:	0,88	0,63	0,60	6,0	166	249	47	13	30	33	36	39	28	26	0,026	22	33	39
5,80	11	55	4:/:	0,87	0,64	0,54	5,0	178	267	42	7	29	32	35	39	27	26	0,015	18	28	33
6,00	10	30	4:/:	0,86	0,66	0,50	4,4	185	277	40	3	28	32	35	38	26	26	0,007	17	25	30
6,20	8	24	2////	0,86	0,68	0,40	3,2	189	284	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	6	18	2////	0,82	0,70	0,30	2,2	165	247	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	7	35	4:/:	0,83	0,71	0,35	2,6	184	275	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21
6,80	9	10	2////	0,88	0,73	0,45	3,4	205	308	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	13	49	4:/:	0,88	0,75	0,60	4,8	207	311	47	9	29	32	35	39	27	26	0,019	22	33	39
7,20	24	19	4:/:	0,94	0,77	0,89	7,6	187	281	72	29	32	35	37	40	30	28	0,057	40	60	72
7,40	23	43	3:::	0,86	0,78	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	30	28	0,052	38	58	69
7,60	7	21	2////	0,84	0,80	0,35	2,2	191	287	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	9	34	4:/:	0,85	0,82	0,45	3,0	223	334	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
8,00	7	26	2////	0,84	0,83	0,35	2,1	194	291	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	6	22	2////	0,82	0,85	0,30	1,7	172	259	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	8	60	4:/:	0,84	0,87	0,40	2,4	215	322	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
8,60	16	48	4:/:	0,90	0,89	0,70	4,6	246	370	52	12	30	33	36	39	27	27	0,024	27	40	48
8,80	20	37	4:/:	0,93	0,90	0,80	5,4	246	369	60	19	31	34	36	40	29	27	0,036	33	50	60
9,00	14	35	4:/:	0,89	0,92	0,64	4,0	258	387	48	6	29	32	35	39	26	26	0,015	23	35	42
9,20	9	45	4:/:	0,85	0,94	0,45	2,5	238	358	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
9,40	13	22	2////	0,93	0,96	0,60	3,5	270	405	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	9	17	2////	0,88	0,97	0,45	2,4	242	363	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	9	19	2////	0,88	0,99	0,45	2,3	243	365	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	10	--	2////	0,90	1,01	0,50	2,6	261	392	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-071

- committente : Dott.Geol. Maurizio Castellari
- lavoro : impianto fotovoltaico
- località : Ferrara
- note :

- data : 24/02/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,60 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'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	4	12	1***	1,85	0,07	0,20	21,8	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	9	15	2////	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	9	13	2////	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	10	25	2////	1,85	0,19	0,50	21,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	13	15	2////	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	11	15	2////	1,85	0,26	0,54	15,6	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	10	19	2////	1,85	0,30	0,50	12,1	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	8	30	4:/:	1,85	0,33	0,40	7,9	80	120	35	12	30	33	36	39	29	26	0,024	13	20	24
2,00	19	57	4:/:	1,85	0,37	0,78	15,8	132	198	58	39	33	36	38	41	33	27	0,078	32	48	57
2,20	15	28	2////	1,85	0,41	0,67	11,6	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	19	24	2////	1,85	0,44	0,78	12,6	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	23	31	3:..:	0,86	0,46	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	33	28	0,081	38	58	69
2,80	28	26	4:/:	0,96	0,48	0,97	15,0	164	246	84	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84
3,00	23	23	4:/:	0,94	0,50	0,87	12,5	148	221	69	38	33	36	38	41	33	28	0,076	38	58	69
3,20	20	25	4:/:	0,93	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60
3,40	18	27	2////	0,98	0,54	0,75	9,5	129	194	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	17	21	2////	0,97	0,56	0,72	8,7	132	198	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	19	28	2////	0,99	0,58	0,78	9,1	137	205	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	24	28	4:/:	0,94	0,60	0,89	10,4	151	227	72	36	33	36	38	41	32	28	0,070	40	60	72
4,20	21	21	4:/:	0,93	0,61	0,82	9,1	146	218	63	30	32	35	38	40	31	27	0,058	35	53	63
4,40	24	19	4:/:	0,94	0,63	0,89	9,6	153	229	72	34	33	35	38	41	32	28	0,067	40	60	72
4,60	25	22	4:/:	0,94	0,65	0,91	9,5	157	235	75	35	33	35	38	41	32	28	0,068	42	63	75
4,80	21	26	4:/:	0,93	0,67	0,82	8,1	160	240	63	28	32	35	37	40	31	27	0,054	35	53	63
5,00	20	30	4:/:	0,93	0,69	0,80	7,6	168	252	60	26	32	34	37	40	30	27	0,049	33	50	60
5,20	15	25	2////	0,95	0,71	0,67	5,8	189	283	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	13	28	2////	0,93	0,73	0,60	5,0	200	301	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	13	28	2////	0,93	0,74	0,60	4,8	206	310	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	13	22	2////	0,93	0,76	0,60	4,7	212	318	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	22	82	3:..:	0,86	0,78	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	30	28	0,050	37	55	66
6,20	15	32	4:/:	0,89	0,80	0,67	5,0	220	330	50	12	30	33	36	39	28	27	0,024	25	38	45
6,40	13	28	2////	0,93	0,82	0,60	4,3	228	342	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	11	33	4:/:	0,87	0,83	0,54	3,6	236	353	42	1	28	31	35	38	26	26	0,001	18	28	33
6,80	9	19	2////	0,88	0,85	0,45	2,8	228	342	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	7	15	1***	0,46	0,86	0,35	2,0	42	63	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	10	30	4:/:	0,86	0,88	0,50	3,1	242	364	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
7,40	6	22	2////	0,82	0,89	0,30	1,6	174	261	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	6	15	1***	0,46	0,90	0,30	1,6	38	56	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	6	15	1***	0,46	0,91	0,30	1,6	38	57	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	7	26	2////	0,84	0,93	0,35	1,9	199	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	9	22	2////	0,88	0,95	0,45	2,5	239	359	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	7	21	2////	0,84	0,96	0,35	1,8	200	300	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	7	52	4:/:	0,83	0,98	0,35	1,7	201	301	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21
8,80	8	15	2////	0,86	1,00	0,40	2,0	224	336	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	9	34	4:/:	0,85	1,02	0,45	2,3	245	368	38	--	28	31	35	38	25	26	--	15	23	27
9,20	8	15	2////	0,86	1,03	0,40	1,9	226	339	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	12	20	2////	0,92	1,05	0,57	2,9	285	427	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	12	18	2////	0,92	1,07	0,57	2,9	288	432	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	10	19	2////	0,90	1,09	0,50	2,4	269	403	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	12	--	2////	0,92	1,11	0,57	2,8	293	439	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.010496-071

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

Dott.Geol. Maurizio Castellari
impianto fotovoltaico
Ferrara

- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- pagina :

24/02/2023
Piano Campagna
1,70 m da quota inizio
1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'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	7	21	2////	1,85	0,07	0,35	43,8	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	26	19	4/:/:	1,85	0,11	0,93	89,3	158	237	78	79	39	41	43	44	41	28	0,188	43	65	78
0,80	19	14	2////	1,85	0,15	0,78	49,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	15	2////	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	23	2////	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	23	2////	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	15	28	2////	1,85	0,30	0,67	17,3	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	16	24	2////	0,96	0,32	0,70	16,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	17	21	2////	0,97	0,33	0,72	16,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	18	22	2////	0,98	0,35	0,75	16,0	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	16	18	2////	0,96	0,37	0,70	13,7	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	15	25	2////	0,95	0,39	0,67	12,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	13	22	2////	0,93	0,41	0,60	10,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	12	20	2////	0,92	0,43	0,57	9,0	102	153	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	11	18	2////	0,91	0,45	0,54	7,9	108	162	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	9	19	2////	0,88	0,47	0,45	6,0	123	184	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	9	27	2////	0,88	0,48	0,45	5,7	129	194	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	9	22	2////	0,88	0,50	0,45	5,5	136	203	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	17	2////	0,86	0,52	0,40	4,5	144	216	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	12	22	2////	0,92	0,54	0,57	6,8	136	204	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	12	26	2////	0,92	0,55	0,57	6,5	143	214	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	11	21	2////	0,91	0,57	0,54	5,8	153	230	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	11	27	2////	0,91	0,59	0,54	5,6	160	239	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	12	90	4/:/:	0,88	0,61	0,57	5,8	163	244	45	11	30	33	36	39	28	26	0,023	20	30	36
5,20	11	21	2////	0,91	0,63	0,54	5,2	172	258	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	12	18	2////	0,92	0,64	0,57	5,4	176	263	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	11	21	2////	0,91	0,66	0,54	4,8	184	276	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	11	18	2////	0,91	0,68	0,54	4,7	190	284	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	12	30	4/:/:	0,88	0,70	0,57	4,9	193	290	45	8	29	32	35	39	27	26	0,017	20	30	36
6,20	12	22	2////	0,92	0,72	0,57	4,7	199	299	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	11	21	2////	0,91	0,74	0,54	4,2	205	308	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	9	19	2////	0,88	0,75	0,45	3,3	211	316	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	8	13	2////	0,86	0,77	0,40	2,8	204	307	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	9	19	2////	0,88	0,79	0,45	3,1	218	327	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	15	25	2////	0,95	0,81	0,67	4,9	223	335	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	8	20	2////	0,86	0,82	0,40	2,5	211	316	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	7	17	2////	0,84	0,84	0,35	2,1	194	291	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	8	20	2////	0,86	0,86	0,40	2,4	214	321	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	8	15	2////	0,86	0,88	0,40	2,4	216	323	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	7	21	2////	0,84	0,89	0,35	1,9	197	295	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	8	17	2////	0,86	0,91	0,40	2,2	218	328	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13	19	2////	0,93	0,93	0,60	3,7	262	393	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	18	27	2////	0,98	0,95	0,75	4,7	263	395	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	9	17	2////	0,88	0,96	0,45	2,4	241	361	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	8	17	2////	0,86	0,98	0,40	2,0	223	335	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	12	20	2////	0,92	1,00	0,57	3,1	276	415	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	12	18	2////	0,92	1,02	0,57	3,0	280	420	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	12	26	2////	0,92	1,04	0,57	3,0	283	424	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	13	--	2////	0,93	1,06	0,60	3,1	292	438	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5

2.010496-071

- committente :
- lavoro :
- località :
- note :

Dott.Geol. Maurizio Castellari
impianto fotovoltaico
Ferrara

- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- pagina :

24/02/2023
Piano Campagna
1,10 m da quota inizio
1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'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	12	15	2////	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	16	11	2////	1,85	0,11	0,70	62,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13	11	2////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	11	7	2////	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	6	5	1***	0,46	0,19	0,30	10,8	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	9	13	2////	0,88	0,21	0,45	16,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	6	15	1***	0,46	0,22	0,30	9,2	13	19	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	5	11	1***	0,46	0,23	0,25	7,0	13	19	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	13	195	4/:/	0,88	0,25	0,60	19,1	103	154	47	36	33	36	38	41	33	26	0,071	22	33	39
2,20	20	21	4/:/	0,93	0,27	0,80	24,8	136	204	60	49	35	37	39	42	35	27	0,101	33	50	60
2,40	17	36	4/:/	0,91	0,28	0,72	20,2	123	184	54	42	34	36	39	41	34	27	0,084	28	43	51
2,60	15	45	4/:/	0,89	0,30	0,67	16,9	113	170	50	36	33	36	38	41	33	27	0,071	25	38	45
2,80	15	45	4/:/	0,89	0,32	0,67	15,7	113	170	50	35	33	35	38	41	33	27	0,068	25	38	45
3,00	22	33	3:////	0,86	0,34	--	--	--	--	--	46	35	37	39	42	35	28	0,095	37	55	66
3,20	18	54	4/:/	0,91	0,36	0,75	16,0	128	191	56	38	33	36	38	41	33	27	0,076	30	45	54
3,40	16	8	2////	0,96	0,37	0,70	13,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	20	25	4/:/	0,93	0,39	0,80	15,3	136	204	60	39	34	36	38	41	33	27	0,079	33	50	60
3,80	7	12	1***	0,46	0,40	0,35	5,3	21	32	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	6	45	4/:/	0,82	0,42	0,30	4,1	117	175	29	--	28	31	35	38	26	26	--	10	15	18
4,20	18	27	2////	0,98	0,44	0,75	12,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	15	37	4/:/	0,89	0,46	0,67	10,1	113	170	50	26	32	34	37	40	31	27	0,049	25	38	45
4,60	17	25	2////	0,97	0,48	0,72	10,6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	15	19	2////	0,95	0,49	0,67	9,1	117	176	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	42	4/:/	0,89	0,51	0,64	8,2	122	183	48	21	31	34	37	40	30	26	0,039	23	35	42
5,20	43	43	3:////	0,91	0,53	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	36	30	0,126	72	108	129
5,40	57	78	3:////	0,93	0,55	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	37	31	0,151	95	143	171
5,60	18	18	2////	0,98	0,57	0,75	8,9	135	202	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	16	27	2////	0,96	0,59	0,70	7,7	142	214	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	9	67	4/:/	0,85	0,60	0,45	4,3	169	253	38	2	28	31	35	38	26	26	0,004	15	23	27
6,20	16	30	4/:/	0,90	0,62	0,70	7,2	155	232	52	21	31	34	37	40	29	27	0,039	27	40	48
6,40	9	27	2////	0,88	0,64	0,45	4,0	179	268	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	11	27	2////	0,91	0,66	0,54	4,9	182	274	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9	22	2////	0,88	0,68	0,45	3,8	191	286	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	7	26	2////	0,84	0,69	0,35	2,7	181	272	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	6	22	2////	0,82	0,71	0,30	2,1	166	249	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	6	15	1***	0,46	0,72	0,30	2,1	36	53	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	10	25	2////	0,90	0,74	0,50	3,9	207	310	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	11	33	4/:/	0,87	0,75	0,54	4,1	211	316	42	3	28	32	35	38	26	26	0,008	18	28	33
8,00	13	28	2////	0,93	0,77	0,60	4,6	215	323	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	9	22	2////	0,88	0,79	0,45	3,1	218	327	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	9	19	2////	0,88	0,81	0,45	3,0	221	332	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	7	105	4/:/	0,83	0,82	0,35	2,2	193	290	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21
8,80	17	32	4/:/	0,91	0,84	0,72	5,2	231	347	54	15	30	33	36	39	28	27	0,029	28	43	51
9,00	16	16	2////	0,96	0,86	0,70	4,8	239	359	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	19	36	4/:/	0,92	0,88	0,78	5,4	240	360	58	18	31	33	36	39	28	27	0,034	32	48	57
9,40	10	21	2////	0,90	0,90	0,50	3,0	246	369	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	22	41	3:////	0,86	0,92	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0,042	37	55	66
9,80	23	49	3:////	0,86	0,93	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,044	38	58	69
10,00	23	--	4/:/	0,94	0,95	0,87	5,6	257	385	69	23	31	34	37	40	29	28	0,043	38	58	69