

COMUNE DI FAENZA

VARIANTE

VARIANTE AL PIANO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA AREA EX DISTILLERIE NERI via NAVIGLIO, via S.SILVESTRO, S.P. S.SILVESTRO, via MAESTRI DEL LAVORO FAENZA CON MODIFICA DEL PERIMETRO DI INTERVENTO

Ubicazione e dati catastali

via della Costituzione, via Cora, via Fanfani - Faenza (RA) _ Fg. 116 Mapp. 1919-1967-1923-1924-1905-1874-1870-1871-1873-1853-1872

Proprietà/Committente

Commercianti Indipendenti Associati Soc. Coop. - via Dei Mercanti, 3 - 47100 Forlì - p. IVA 00138950407

RELAZIONE GEOLOGICA

maggio 2019

G_2019



COOPROGETTO

via Severoli, 18 - 48018 Faenza (RA)

tel. 0546-29237 - fax. 0546-29261

Progettista

arch. Alessandro Bucci

Collaboratori

arch. Stefano Martinelli

arch. Francesca Mura

arch. Simona Tartaglia

geom. Angela Esposito



Progettazione ambientale e acustica

Dott. Geol. Daniela Tonini

Via A. Bonci n.9 _ 47921 Rimini

Tel +39 0541 411204 Fax +39 0541 411204

www.toniniambiente.it _ info@toniniambiente.it

**Studio Geologico Ortelli
di Ortelli Matteo**

Via Ragazzini 3/1 - 48018 FAENZA

Tel./Fax 0546-33141

Email: maortelli@racine.ra.it

Pratiche precedenti

AUT. 927-2007 / AUT. 231-2009 / AUT. 27544-2011 / AUT. 7589-2013



revisione	data

**RELAZIONE SULL'INDAGINE GEOLOGICA GEOTECNICA E
SISMICA SUI TERRENI PER LA VARIANTE AL PIANO DI
RIQUALIFICAZIONE URBANA AREA EX DISTILLERIE NERI
VIA S. SILVESTRO, VIA NAVIGLIO, S.P. S. SILVESTRO E VIA
MAESTRI DEL LAVORO IN COMUNE DI FAENZA**

Su specifico incarico della Ditta Commercianti Indipendenti Associati Soc. Coop., con sede in via Dei Mercanti n. 3 in comune di Forlì, è stata eseguita una indagine geologica, geotecnica e sismica sui terreni di un'area sita in fregio a via Naviglio in comune di Faenza, distinta al Fg. 116 ed inserita nella Sezione 239110 "Faenza" della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000, come da cartografia allegata, estesa alle aree contermini di possibile influenza, per una Variante al Piano di Riqualificazione Urbana Area "Ex Distillerie Neri".

Scopo della presente relazione è accertare la natura geolitologica e morfologica dell'area, la presenza e profondità di falde idriche ed alcune caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione.

L'indagine è stata realizzata nel mese di giugno 2019 mediante sopralluoghi per accertare la natura litologica e morfologica dei terreni di superficie, esecuzione di prove penetrometriche statiche per indagare in profondità i terreni, osservazione di fotografie aeree, esecuzione di una prova HVSR atta a stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni utilizzando anche dati di precedenti indagini eseguite in aree adiacenti

In allegato vengono riportate le risultanze delle penetrometrie in forma numerica e diagrammatica ed in planimetria vengono indicati i punti di esecuzione delle prove.

MODELLO GEOLOGICO

Inquadramento geologico

L'area d'intervento si trova nella zona Nord dell'abitato di Faenza, in una zona parzialmente urbanizzata ed edificata, ad una quota di circa m 30 s.l.m., in sinistra idrografica del Fiume Lamone ed insiste su depositi limoso argillosi di piana inondabile in area interfluviale, recenti (*Olocene*), di ambiente di pianura alluvionale, nei pressi del passaggio eteropico, in direzione Sud, ai depositi continentali recenti della conoide del Fiume Lamone.

La Pianura Padana è un grande bacino subsidente caratterizzato, nel Quaternario, sia da un elevato tasso di sedimentazione che da una notevole velocità di abbassamento; inizia con un abbassamento dell'intero bacino sedimentario con valori massimi nella zona centrale ed orientale, con conseguente estensione del mare fino ai suoi margini e la sommersione di aree in precedenza emerse poste al suo interno, mentre, allo stesso tempo, si accentuava l'innalzamento della Catena appenninica.

Nel Quaternario più recente il fenomeno si inverte e si assiste ad una regressione, causata non da un innalzamento del fondo del bacino, ma da un abbassamento relativo del livello marino, dovuto sia al fenomeno delle glaciazioni, che trattengono l'acqua nelle zone continentali sotto forma di ghiaccio, sia al fenomeno dell'aumento relativo del volume di apporti

terrigeni, che compensano ampiamente i valori della subsidenza, sempre in atto. L'ultima regressione importante si ebbe in corrispondenza della glaciazione Wurmiana che, pur intervallata da vari periodi interglaciali, durò da 60.000 a 20.000 – 17.000 anni fa. Questa regressione portò il livello del mare a scendere fino a circa m 100 sotto il livello attuale, trasformando l'Adriatico in una grande pianura alluvionale; di conseguenza i depositi marini vengono ricoperti da una coltre alluvionale di notevole spessore.

La parte sommitale del Quaternario è, quindi, caratterizzata dalla presenza di episodi lagunari e salmastri sempre più numerosi mano a mano che ci si sposta verso l'alto e da depositi continentali fluviali che chiudono il ciclo, fino ed oltre l'emersione.

La copertura quaternaria si è modellata sul substrato pliocenico adattandosi ad esso, così che i suoi spessori risultano maggiori in corrispondenza dei bacini sinclinali e minori in corrispondenza delle strutture profonde che maggiormente si sono spinte verso la superficie.

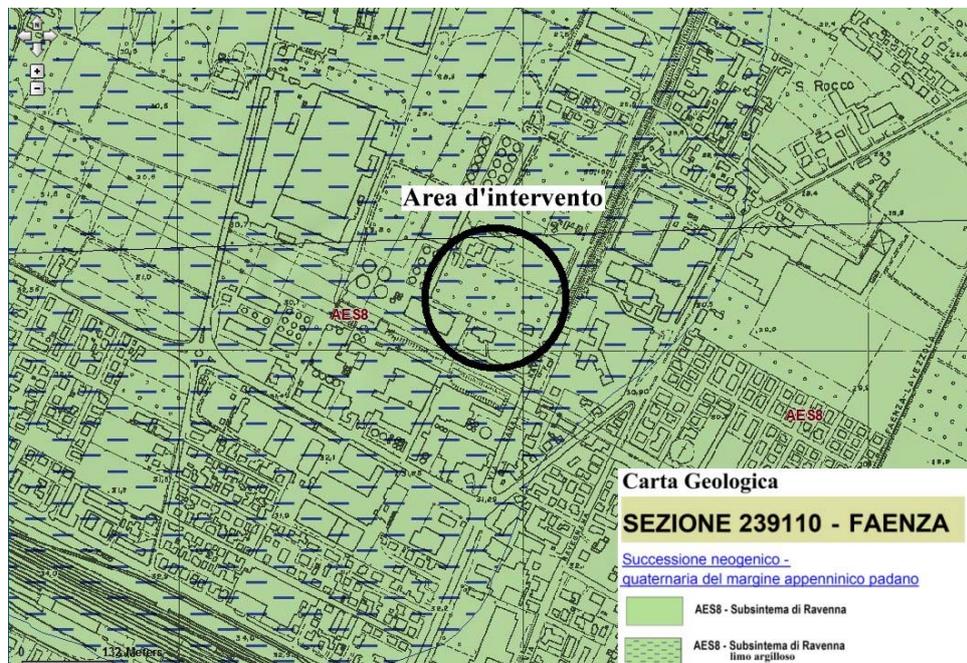
I terreni quaternari sono rappresentati sia da depositi marini che continentali; i primi sono caratterizzati da frequenti variazioni litologiche con corpi sabbiosi isolati intercalati nei livelli argilloso-sabbiosi, argillosi e limosi. Si passa poi verso l'alto a depositi salmastri continentali ed anche fluvio-lacustri, con "Neritine" e depositi sabbiosi di mare basso litoraneo.

I depositi continentali, invece, sono caratterizzati dalle alluvioni sabbiose, ghiaiose e ciottolose dei fondovalle e della pianura, dove assumono talora uno spessore notevole. Questi terreni sono

ripetutamente alternati a limi e argille in lenti variamente intercalate tra loro. La serie di litotipi che si ritrova in profondità è quindi legata all'avvicinarsi di diversi fenomeni geologici ed al conseguente succedersi di ambienti deposizionali diversi.

Il risultato finale è un'alternanza di strati prevalentemente sabbiosi, sabbioso-limosi e limoso sabbiosi e di strati argillosi ed argilloso limosi che si presentano talora come continui, talora in forma di lenti con spessori modesti in rapporto all'estensione areale e, in subordine, ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi che si trovano, però, solo a grande profondità.

Dal punto di vista geolitologico l'area d'intervento è ubicata su alluvioni appartenenti alla "Successione neogenica quaternaria del margine appenninico padano" ed in particolare al Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (*Pleistocene medio – Olocene*) - Subsintema di Ravenna (*Pleistocene sup. – Olocene*).



Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore è costituito da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di

interconoide, passanti lateralmente a limi più o meno sabbiosi e argillosi di piana alluvionale; in affioramento comprende anche depositi litorali e marini. È parzialmente suddiviso in subsintemi, sulla base dell'individuazione di deboli discordanze angolari o di scarpate erosive particolarmente ampie.

Il Subsintema di Ravenna è costituito da ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide.

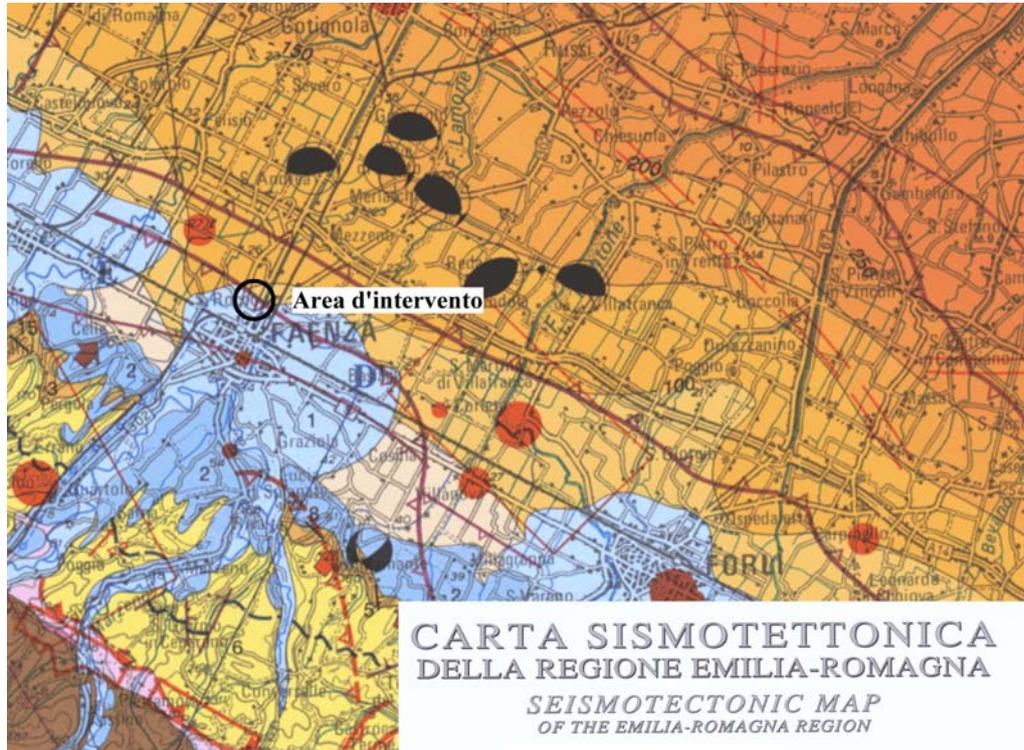
Inquadramento strutturale

Dal punto di vista tettonico, l'area della Pianura Padana è stata sottoposta ad un forte affossamento strutturale, con la base del *Pliocene* che si individua ad oltre 2 km di profondità, con presenza di duplicazioni tettoniche per faglie inverse (accavallamenti) e sovrascorrimenti a basso-medio angolo immerse verso Sud-Sud-Ovest e trasporto verso Nord-Nord-Est, che hanno determinato un sistema di grandi pieghe.

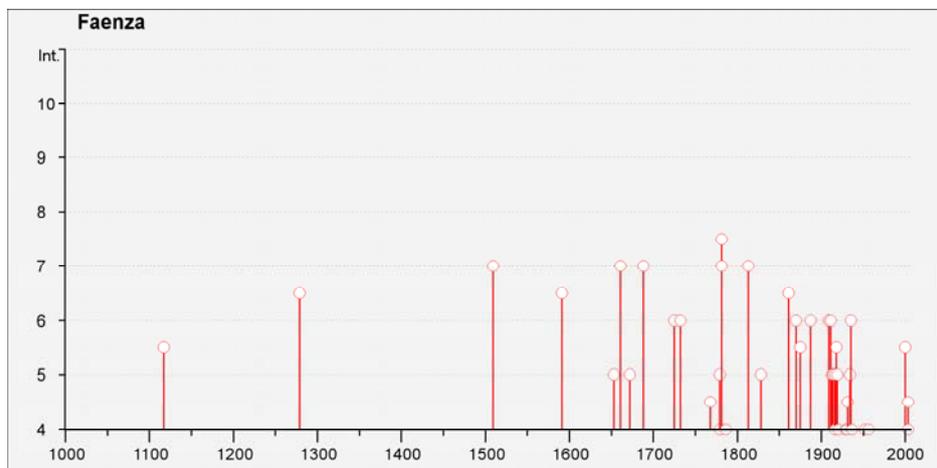
Dal punto di vista strutturale la “Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna” evidenzia che la base del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (S.E.R.S.), con depositi della Pianura Padana di età variabile fra 4,5 Ma e l'attuale, insiste ad una profondità di m 100 circa.

Inoltre, circa in corrispondenza dell'Autostrada A14, evidenzia la presenza del fronte sepolto di un retroscorrimento recentemente riattivato, con andamento circa Nord-Ovest / Sud-Est ed immersione verso Nord-Est ed in corrispondenza dell'area d'intervento evidenzia la

presenza del fronte sepolto di un sovrascorrimento recentemente riattivato con andamento circa Nord-Ovest / Sud-Est ed immersione verso Sud-Ovest; entrambi di età *Pliocene – Pleistocene inferiore* (4,5 – 1,0 Ma).

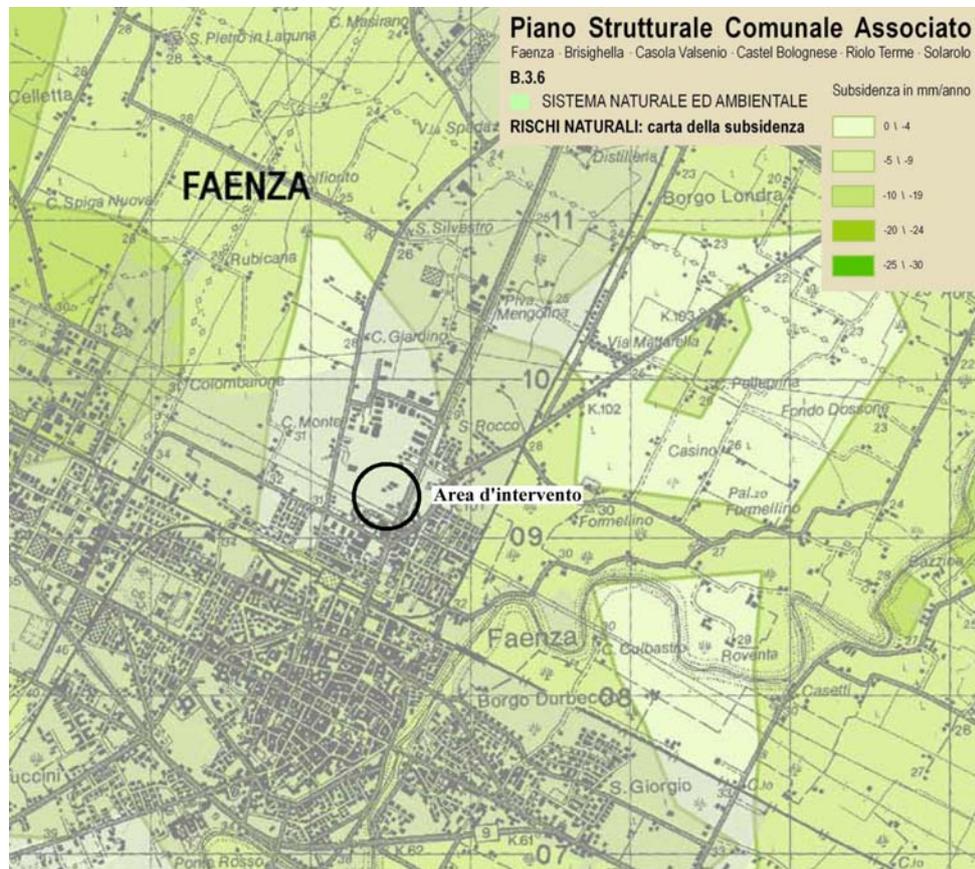


Nel raggio di una decina di chilometri dall'area in oggetto la "Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna" evidenzia la presenza di epicentri macrosismici con magnitudo M compresa fra 4,0 e 5,5 o superiori.



Il bacino padano è un'area geologicamente giovane, che mantiene ancora in atto l'innalzamento delle regioni appenniniche in parallelo con l'abbassamento della pianura per subsidenza, con epicentro nel delta del Po ed indici più elevati nella fascia costiera adriatica.

Secondo quanto riportato dal "Piano Strutturale del comune di Faenza" Quadro Conoscitivo Tav. B.3.6, Sistema Naturale ed Ambientale – Rischi Naturali: Subsidenza", la subsidenza risulta di circa mm/anno 0 - 4.



Considerando che Raimondo Selli dell'Università di Bologna considerava come naturale, cioè dovuta al normale assestamento dei terreni, una subsidenza di mm/anno 2 – 3 si tratta di abbassamenti bassi.

Inquadramento geomorfologico

I terreni superficiali in posto, si presentano prevalentemente argilloso limosi e limoso argillosi, di colore brunastro; in profondità sulla base delle risultanze delle penetrometrie statiche, si rilevano alternanze lentiformi da decimetriche a metriche di terreni limosi ed argillosi con terreni limoso sabbiosi, sabbioso limosi e, più raramente, sabbiosi, fino a m 14 - 15 circa di profondità, seguiti, da alternanze di terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso - ghiaiosi.

Dal punto di vista morfologico l'area d'intervento si trova in una porzione di pianura che, nel corso dei secoli, è stata fortemente antropizzata sia con attività agricole, che hanno radicalmente modificato l'ambiente naturale, sia con la realizzazione di edifici abitativi, artigianali ed infrastrutture. Gli originari lineamenti geomorfologici, determinati dall'azione erosiva / deposizionale dei corsi d'acqua, sono perciò quasi completamente scomparsi, ma ancora in alcuni casi riconoscibili in base a "testimoni frammentari" quali ad esempio i paleoalvei dei principali corsi d'acqua (dossi di pianura) e l'andamento del microrilievo.

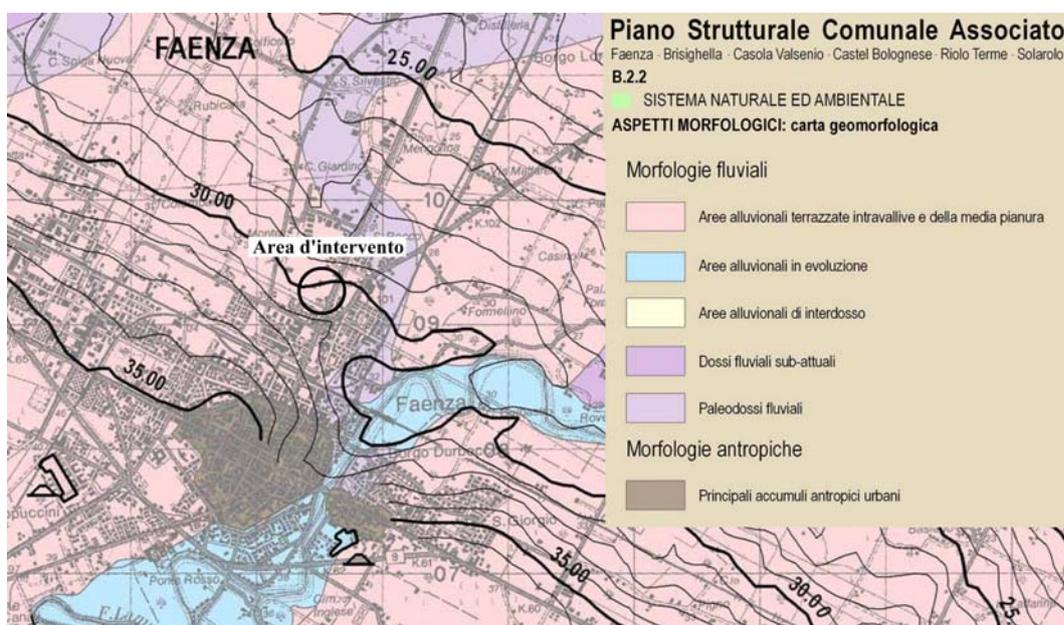
L'area di Variante, in particolare, insiste ad una quota leggermente inferiore rispetto a quella di via Naviglio e si presenta abbastanza uniforme, sub-pianeggiante con modesta inclinazione verso Nord-Est.

Gli elementi di morfologia antropica più significativi insistenti sull'area ed in prossimità del sito in esame sono: gli argini, peraltro piuttosto modesti del Canale Naviglio in fregio all'omonima strada, la rampa in rilevato del Cavalcaferrovia, ubicata a m 350 circa di distanza in

zona Sud ed il rilevato della linea ferroviaria “Bologna – Ancona”, anche se non molto accentuata.

Nelle immediate vicinanze non sono stati rilevati altri elementi morfologici significativi, né naturali né antropici.

Il Piano Strutturale Comunale del Comune di Faenza, Tav. B.2.2, “Carta geomorfologica”, evidenzia che l’area di Variante si trova in “Area alluvionale terrazzata intravalliva e della media pianura” e che in zona Est, a poche centinaia di metri di distanza, si trova un’area di “Paleodosso fluviale”, noto localmente come “Fiume Vetro”.



Anche la Tav. B.2.1, “Carta geolitologica”, evidenzia che l’area di Variante si trova sulle “Alluvioni del Subsistema di Ravenna (p.p.) e Villa Verrucchio e che in zona Est, a poche centinaia di metri di distanza, si trova un’area di “Alluvioni di Paleodosso fluviale (limi e sabbie prevalenti)”, noto localmente come “Fiume Vetro”.

Inquadramento idrologico

L'area in oggetto si trova nei pressi dell'ampia zona di antica palude, oggi bonificata, denominata "Fiume Vetro" ed era attraversata da una fitta rete di fossi di scolo che convogliavano le acque superficiali allo Scolo Consorziale Fiume Vetro.

L'elemento idrologico più importante presente nell'intorno dell'area d'intervento è il Fiume Lamone che scorre in zona Sud-Est a m 800 circa di distanza con andamento ad ampi meandri raccordati da brevi tratti rettilinei e direzione generale Sud-Ovest / Nord-Est.

Altri elementi idrologici, più vicini, ma di dimensioni molto minori, sono il Canale Naviglio che scorre lungo il confine Est dell'area in fregio e parallelamente a via Naviglio con andamento rettilineo e lo Scolo Consorziale Fiume Vetro che scorre a m 150 circa di distanza in zona Ovest, tombinato negli anni '80 in tutta l'area industriale, in cui viene convogliata la rete di fossi di scolo; entrambi hanno direzione Sud-Ovest / Nord-Est.

Poiché dal punto di vista dei bacini di scolo l'area di Variante fa parte del Bacino del Fiume Reno viene esaminato il "Progetto di Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di Bacino" Tavola MP 12, "Mappa di Pericolosità delle aree potenzialmente interessata da alluvioni" elaborate dall'Autorità di Bacino del Reno, in cui l'area d'intervento ricade al di fuori degli scenari di pericolosità previsti.

La "Carta delle alluvioni storiche" (PSC 2009 Tav. B.3.4, Sistema Naturale ed Ambientale, Rischi Naturali), evidenzia che l'area d'intervento non è stata alluvionata nel periodo 1949 - 1996. Anche la

“Carta della pericolosità idrogeologica” (PSC 2009, Tav. B.3.1, Sistema Naturale ed Ambientale, Rischi Naturali), evidenzia che l’area d’intervento si trova al di fuori sia delle aree di potenziale allagamento che di quelle a rischio di esondazione.

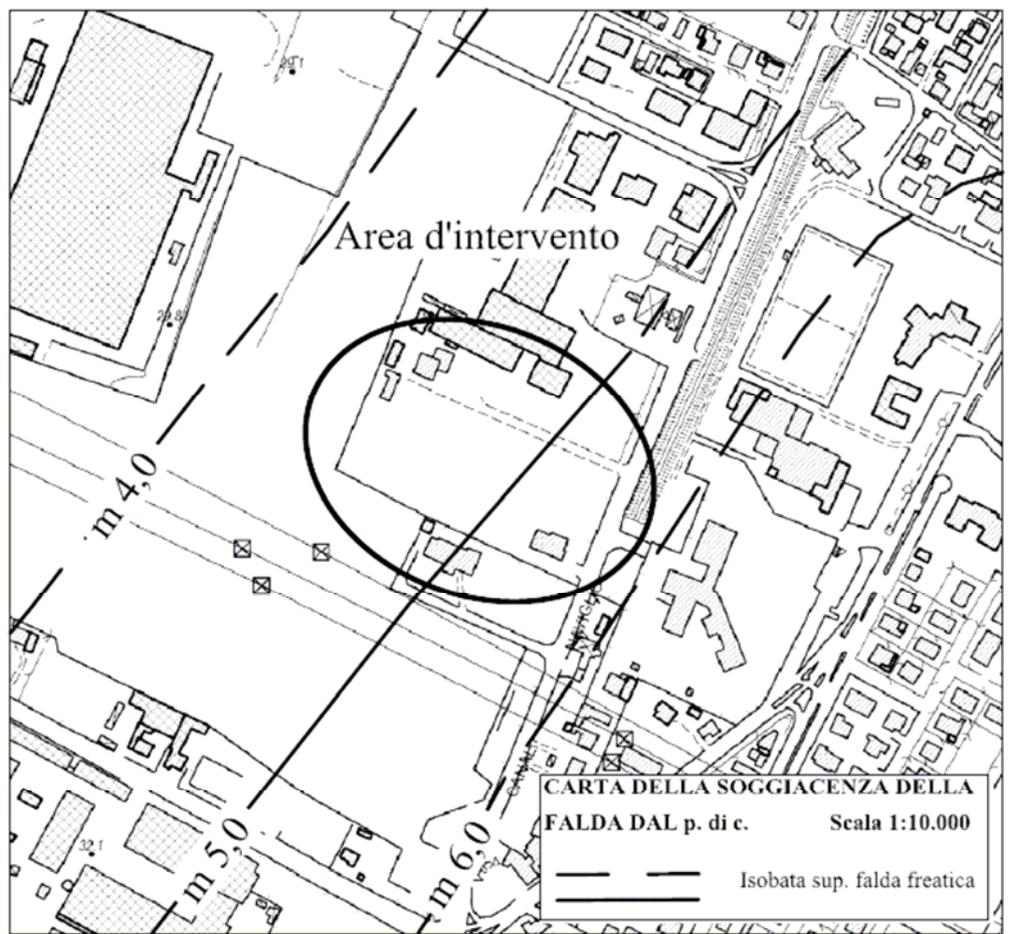
Sull’area di Variante le acque meteoriche, attualmente, non sono regimate e vengono assorbite direttamente dal terreno ed eliminate per evapotraspirazione.

Inquadramento idrogeologico

L’analisi idrogeologica di un sito edificabile riveste particolare importanza per quanto attiene la determinazione della profondità minima della falda freatica, in quanto può interferire con l’edificabilità stessa dell’area.

Per quanto attiene la profondità attuale della falda freatica dal piano di campagna, le penetrometrie hanno evidenziato presenza di acqua di falda nei fori di prova con livello statico variabile tra m 2,5 e m 2,9 di profondità, dal piano di campagna; in una sola prova (CPT3) si è individuata una falda sospesa e temporanea con livello statico alla profondità di m 1,5 circa.

La “Carta della soggiacenza della falda dal P. C.” è stata ricavata da un precedente studio condotto nel periodo ’90 – ’91 sull’andamento della falda freatica; il livello statico, misurato in alcuni pozzi attorno alla zona di Piano di Riqualficazione Urbana del 2004, fu accertato a m 3,5 – 6,0 circa di profondità dal piano di campagna e l’acquifero insisteva, sulla base di informazioni assunte, al letto di un banco di limo sabbioso.



Non si riporta, invece, cartografia idrogeologica attuale, in quanto nelle immediate vicinanze del sito non sono stati individuati pozzi freatici in numero sufficiente per una corretta stesura cartografica, anche a seguito dell'impossibilità di accesso ad alcuni pozzi stante l'assenza ripetuta dei residenti e la chiusura di altri pozzi; di conseguenza non è stato possibile costruire la carta della soggiacenza della falda dal piano di campagna e la successiva carta sulla dinamica delle isofreatiche.

Nella presente indagine si è tenuto, perciò, conto delle risultanze delle quattro prove penetrometriche eseguite direttamente sull'area di Variante che, tra l'altro, rivestono maggior validità rispetto ad un'elaborazione idrogeologica effettuata su pochi pozzi e distanti dal sito in oggetto.

Da quanto sopra esposto si può affermare che la falda freatica non ha subito penalizzazione negli ultimi trent'anni, ma anzi il livello statico ha avuto un significativo innalzamento.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Penetrometrie statiche

Considerate le dimensioni dell'area di Variante sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche statiche, distribuite in modo da investigare tutta l'area di interesse ed atte a porre in evidenza l'uniformità ed alcune caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione e l'eventuale presenza e profondità di falde freatiche o sospese.

Le prove sono state spinte ad una profondità sufficiente per investigare il sottosuolo fino alle zone nelle quali le tensioni indotte dai manufatti non provocano più deformazioni apprezzabili nel terreno.

Le quote sono riferite al piano di campagna esistente al momento dell'esecuzione delle prove e la loro ubicazione viene riportata in cartografia allegata ed indicata con quadrato e numerazione progressiva.

Le prove penetrometriche statiche sono state spinte fino a circa m 15 di profondità dal piano di campagna ed eseguite con penetrometro statico olandese tipo GOUDA della Ditta "Pagani" da ton 20, pari a kN 200 di potenza di spinta, attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann", anello allargatore e "jacket friction cone" per la misura della resistenza di attrito locale; la velocità di avanzamento è di cm/sec 2 circa.

La prova consiste nel rilevamento, ripetuto ogni cm 20, di due caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati; da queste si ricavano i seguenti parametri:

- R_p = resistenza misurata durante l'infissione della sola punta conica di ϕ mm 35,7 pari ad una sezione di cm^2 10, espressa in kg/cm^2 ;
- R_L = resistenza laterale, relativa all'infissione di punta e manicotto (superficie laterale di 150 cm^2) espressa in kg/cm^2 .

I risultati delle prove, espressi in forma diagrammatica, sono riportati in allegato. Sulla base delle esperienze di Begemann (1964) - A.G.I. (1977) e Schmertmann (1978) è stata ricavata la granulometria indicativa dei terreni.

Al di sotto del sottile strato di terreno vegetale superficiale le penetrometrie statiche evidenziano la presenza di alternanze lentiformi, da decimetriche a metriche, di terreni limosi ed argillosi con terreni limoso sabbiosi, sabbioso limosi e, più raramente, sabbiosi, fino a m 14 - 15 circa di profondità, seguiti da terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi.

Al termine delle prove è stata individuata presenza di acqua di falda nel foro con livello statico a circa m 2,5 - 2,9 di profondità dal piano di campagna.

L'area d'intervento evidenzia resistenza statica discretamente omogenea in senso orizzontale e l'esame dei grafici, al di sotto di uno strato di circa m 0,6 - 0,8 di terreno con resistenza meccanica bassa, evidenzia la presenza di alternanze lentiformi irregolari da decimetriche a metriche di terreni con resistenza geomeccanica da discreta a buona fino a

circa m 9 - 10 di profondità, seguiti da terreni con resistenza a compressione mediamente da buona a molto buona fino al termine delle prove a circa m 15 di profondità dal piano di campagna; le prove n. 1-2-4 sono andate a rifiuto in un banco di ghiaia sabbiosa dotato di elevate caratteristiche di resistenza a compressione.

Sezioni litotecniche

Sulla base delle risultanze delle quattro prove penetrometriche statiche sono state elaborate due Sezioni Litotecniche, amplificando di 2 volte la scala delle profondità, allo scopo di rendere maggiormente visibili gli spessori minori e considerando i parametri geotecnici caratteristici dei terreni, per tutto lo spessore delle prove fino a circa m 15 di profondità.

I terreni attraversati dalle quattro penetrometrie possono essere suddivisi in tre strati (A - B - C) omogenei dal punto di vista della caratteristiche geotecniche e di resistenza statica, ma nettamente distinti fra loro.

- Strato A: $0 < R_p < 20$, comprende terreni argilloso limosi e limoso argillosi, con comportamento misto, ma prevalentemente coesivo;
- Strato B: $20 < R_p < 100$, comprende terreni limoso sabbiosi e sabbioso limosi, con comportamento misto, ma prevalentemente attritivo;
- Strato C: $R_p > 100$, comprende terreni sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, con comportamento prevalentemente attritivo.

In allegato si riporta la sezione e la relativa ubicazione in planimetria.

CARATTERI SISMICI

Il decreto di riclassificazione sismica della Regione Emilia Romagna, emanato dal Ministero dei LL. PP. ha inserito il territorio del Comune di Faenza in zona sismica di 2° categoria a cui corrisponde un valore di accelerazione orizzontale massima convenzionale al suolo (a_g) pari a **0,250**. Sulla base della Normativa Sismica vigente (D.G.R. n. 2193/2015), ai fini della determinazione delle azioni sismiche, per l'area in oggetto occorrerà considerare un valore di accelerazione di picco orizzontale di picco al suolo, cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità (g) $a_{refg} = \mathbf{0,2063}$ corrispondente al più vicino punto della griglia regionale (Allegato 4). Entrambi i valori di accelerazione sono calcolati con possibilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni.

Per configurazioni superficiali semplici le NTC consentono di adottare un classificazione in quattro categorie topografiche, basata sulle caratteristiche della superficie topografica e dell'ubicazione dell'intervento, da cui ricavare il valore del Coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Facendo riferimento a quanto emerso dallo studio geomorfologico, si può notare come l'area in oggetto si presenti sub-pianeggiante e classificabile in Categoria Topografica “**T1**” – “Superfici pianeggianti, pendii e rilievi con inclinazione media $i \leq a 15^\circ$ ”, quindi non soggetta a penalizzazione derivante dalla morfologia ed a cui corrisponde un valore massimo del Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = \mathbf{1,0}$.

Verifica alla liquefazione

Dal punto di vista litologico, pur con possibili piccole variazioni locali, la stratigrafia dell'area è caratterizzata da alternanze lentiformi di terreni argilloso limosi e limoso argillosi con terreni limoso sabbiosi, sabbioso limosi e sabbiosi.

È chiaro, a questo punto, che l'unico problema nel quale si potrebbe incorrere e che, quindi, potrebbe penalizzare il territorio, è costituito dalla liquefazione ciclica dei terreni granulari saturi per effetto delle sollecitazioni sismiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche, è noto che la dimensione e la gradazione delle particelle sono fattori con influenza non trascurabile sulla suscettibilità alla liquefazione.

Da esperienze sperimentali è emerso che, per portare ad una deformazione del 5% suoli litologicamente costituiti da sabbie medio-grossolane e da altri materiali più grossolani (si ricorda che si considera liquefazione quando si ha una deformazione del 20%), l'ampiezza di sforzo ciclico necessaria è circa doppia rispetto a suoli costituiti da sabbie medio-fini, oppure fini, od anche leggermente limose. Per le argille è necessario aumentare lo sforzo di 5 volte. Se ne deduce che ghiaia ed argilla, anche se più o meno limose, non sono suscettibili alla liquefazione.

Nel caso in esame la verifica alla liquefazione dei terreni è stata eseguita fino a m 15 di profondità utilizzando le risultanze delle quattro penetrometrie statiche tramite il calcolo dell'Indice del Potenziale di

Liquefazione (LPI) con il metodo proposto da Robertson, (NCEER R&W 1998,2009) e considerando i seguenti parametri:

- profondità del livello statico della falda m 2,5 - 2,9 dal p. c.;
- una risalita del livello della falda fino a m 1,5 m dal p.c.;
- accelerazione massima (a_{max}) pari a **0,330g** (considerando l'accelerazione orizzontale di picco al suolo $a_{refg} = 0,2063$ della Dlgs 2193/2015 della R.E.R., il fattore di amplificazione stratigrafico F.A. = 1,6, una zona "Margine di tipo B", con $V_{s30} = 249$ m/s ed il Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$);
- una magnitudo momento **M_w** pari a **5,91**, secondo quanto riportato per la zona sismogenetica ZS9 = 914 "Forlivese".

La classificazione del rischio di liquefazione in funzione dell'Indice di Potenziale di Liquefazione (LPI), è quella proposta da Iwasaki et al. (1982), come modificato dalla Regione Emilia Romagna (D.G.R. n. 2193/2015) dopo il terremoto del 2012 nella bassa modenese:

- LPI = 0 Non liquefacibile ($F_L \geq 1,2$);
- $0 < LPI \leq 2$ Potenziale basso;
- $2 < LPI \leq 5$ Potenziale moderato;
- $5 < LPI \leq 15$ Potenziale alto;
- LPI > 15 Potenziale molto alto.

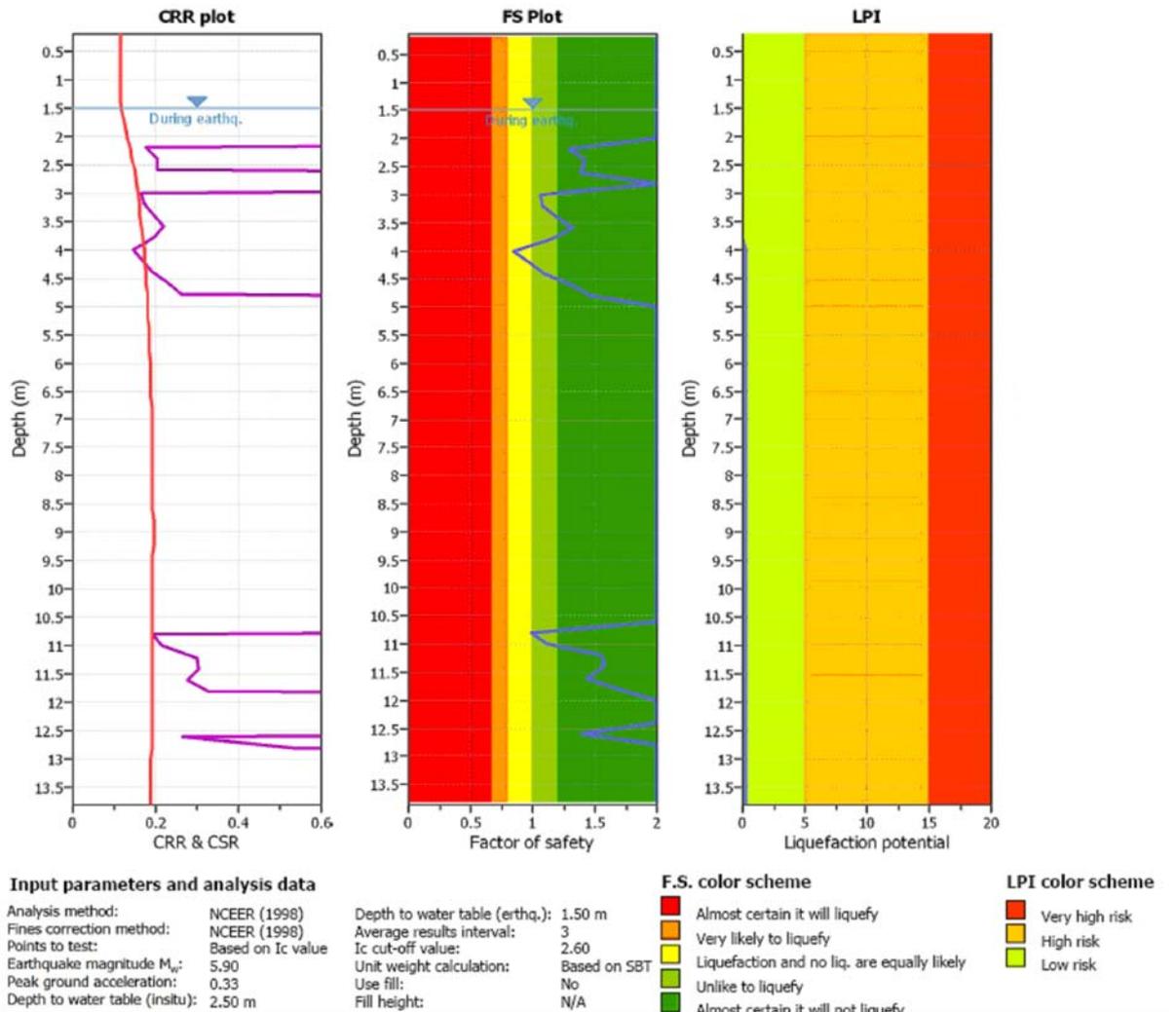
Prova CPT n. 1

Dalle verifiche eseguite, si evince che l'Indice del Potenziale di Liquefazione risulta un valore cumulativo di LPI = 0,30 su tutti i m 15 di prova a cui corrisponde un rischio di liquefazione "basso" (Regione Emilia Romagna). Il Fattore di sicurezza FS minimo è risultato 0,85.

A seguire si riportano i grafici di approfondimento relativi alla prova penetrometrica statica utilizzata nelle analisi di verifica alla liquefazione.

ANALISI DI LIQUEFAZIONE SULLA PROVA CPT 1

Liquefaction analysis overall plots

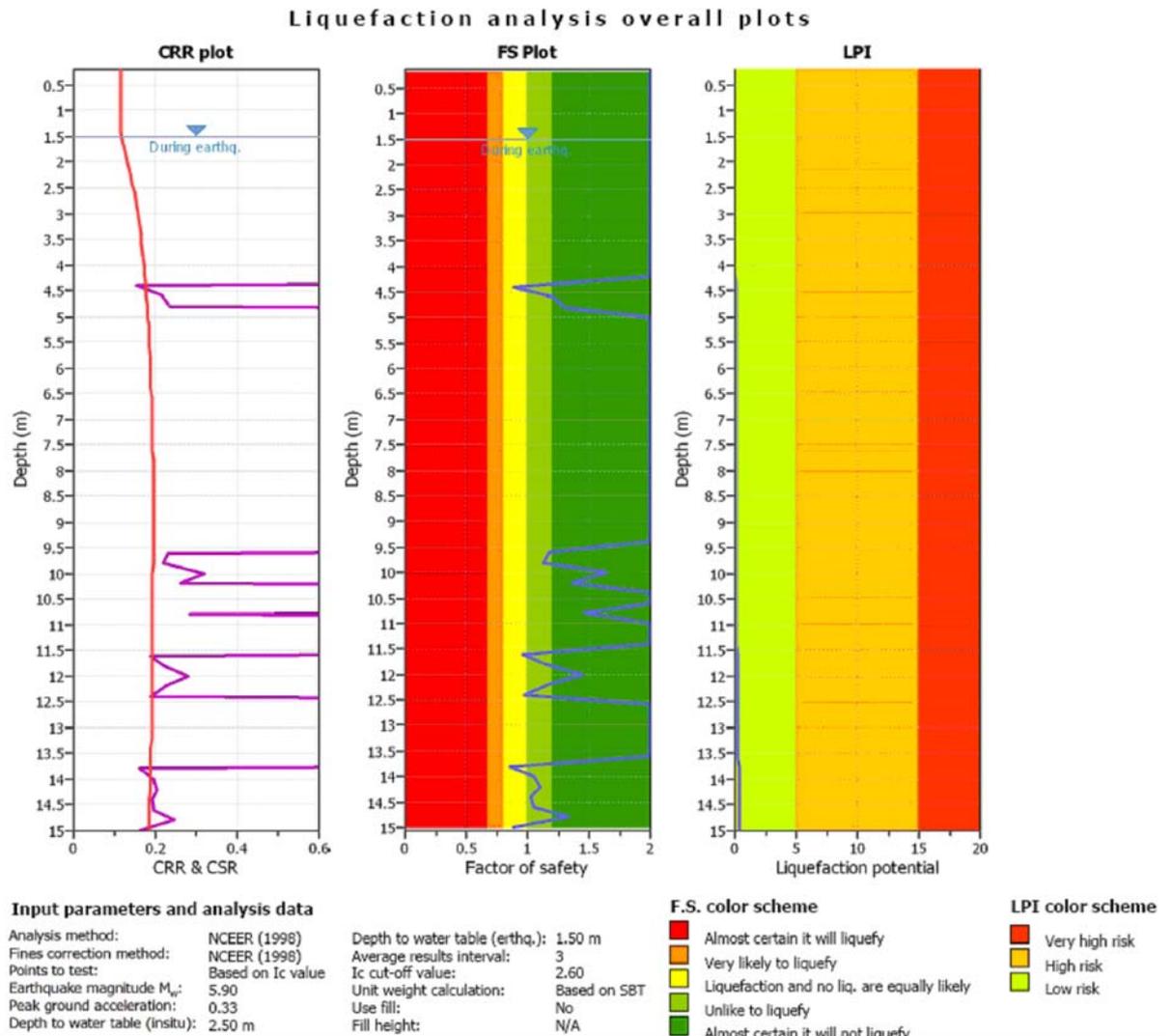


Prova CPT n. 2

Dalle verifiche eseguite, si evince che l'Indice del Potenziale di Liquefazione risulta un valore cumulativo di $LPI = 0,38$ su tutti i m 15 di prova a cui corrisponde un rischio di liquefazione "basso" (Regione Emilia Romagna). Il Fattore di sicurezza FS minimo è risultato 0,86.

A seguire si riportano i grafici di approfondimento relativi alla prova penetrometrica statica utilizzata nelle analisi di verifica alla liquefazione.

ANALISI DI LIQUEFAZIONE SULLA PROVA CPT 2

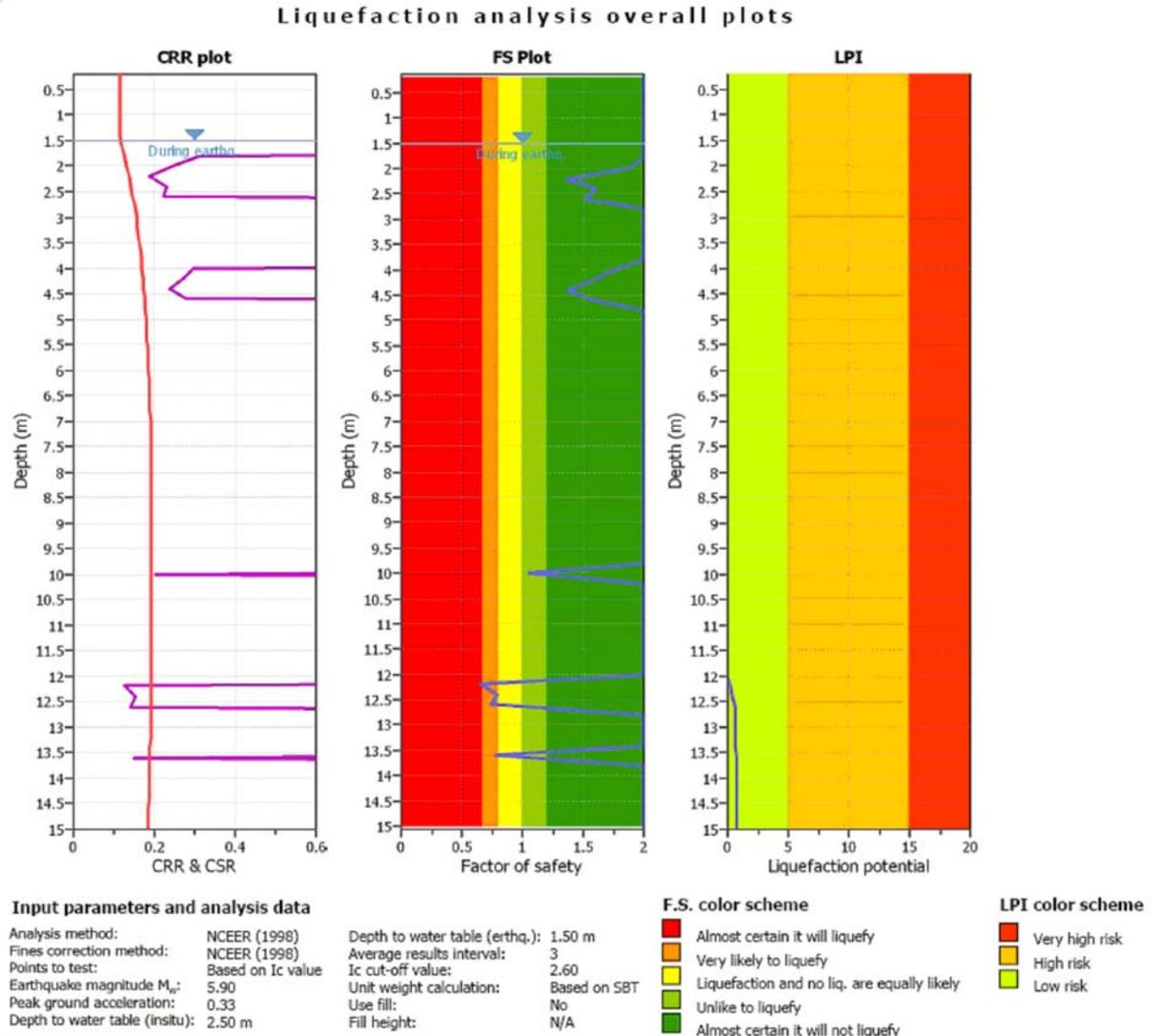


Prova CPT n. 3

Dalle verifiche eseguite, si evince che l'Indice del Potenziale di Liquefazione risulta un valore cumulativo di LPI = 0,75 su tutti i m 15 di prova a cui corrisponde un rischio di liquefazione "basso" (Regione Emilia Romagna). Il Fattore di sicurezza FS minimo è risultato 0,65.

A seguire si riportano i grafici di approfondimento relativi alla prova penetrometrica statica utilizzata nelle analisi di verifica alla liquefazione.

ANALISI DI LIQUEFAZIONE SULLA PROVA CPT 3

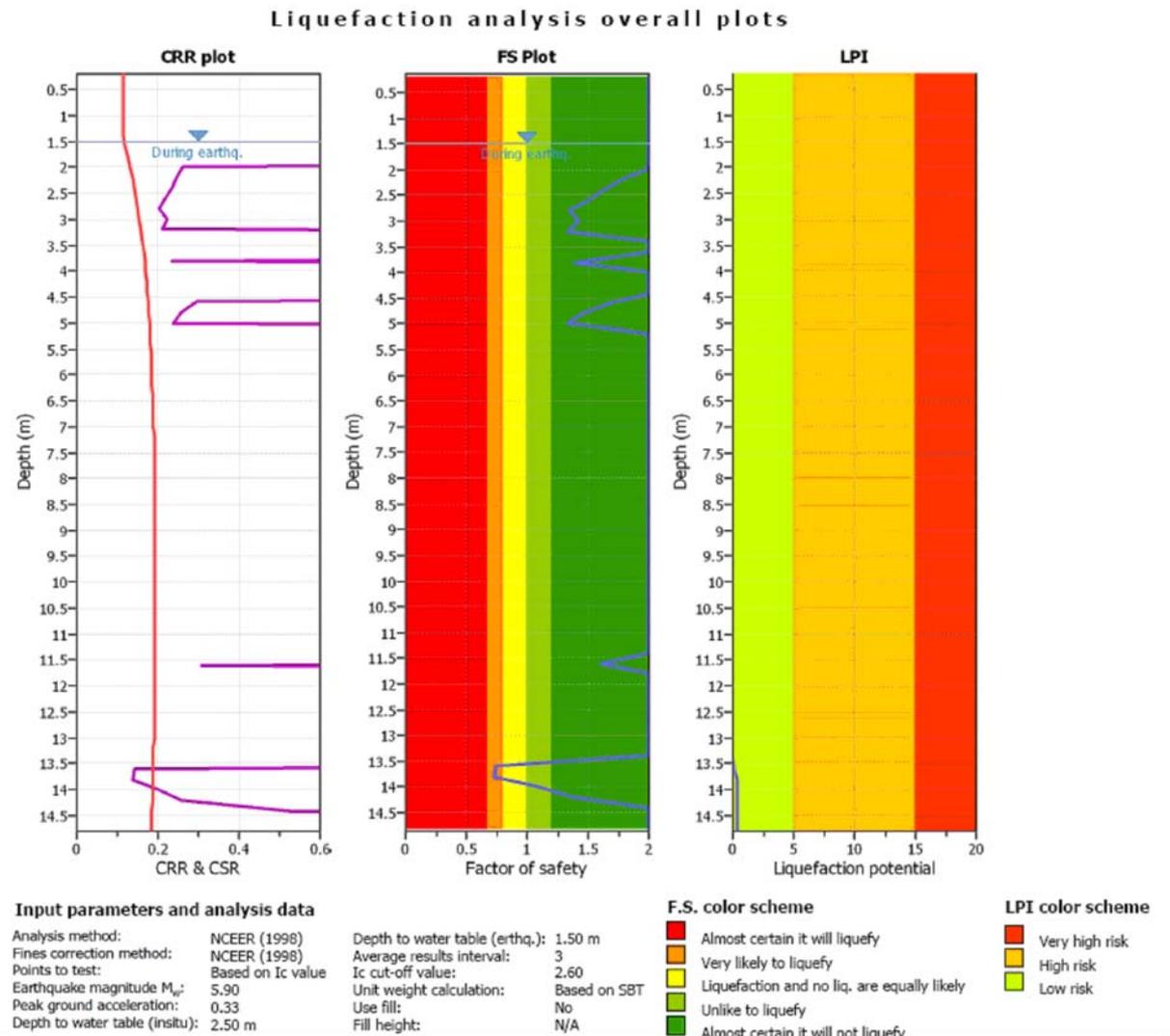


Prova CPT n. 4

Dalle verifiche eseguite, si evince che l'Indice del Potenziale di Liquefazione risulta un valore cumulativo di $LPI = 0,33$ su tutti i m 15 di prova a cui corrisponde un rischio di liquefazione "basso" (Regione Emilia Romagna). Il Fattore di sicurezza FS minimo è risultato 0,73.

A seguire si riportano i grafici di approfondimento relativi alla prova penetrometrica statica utilizzata nelle analisi di verifica alla liquefazione.

ANALISI DI LIQUEFAZIONE SULLA PROVA CPT 4



Pertanto, in base alle risultanze delle elaborazioni effettuate, gli strati granulari saturi esaminati possono ritenersi non interessati dal fenomeno della liquefazione per gli eventi sismici di intensità ed accelerazione attesi nel comune di Faenza fino a m 15 di profondità.

Indagine geofisica

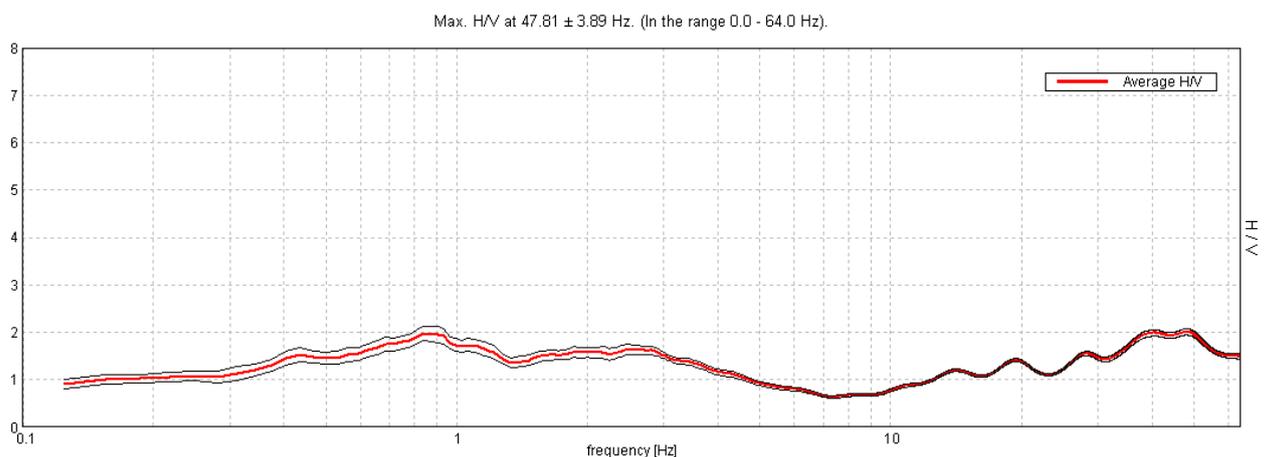
Sull'area d'intervento è stata eseguita un'indagine geofisica mediante acquisizione ad alta definizione del microtremore sismico ambientale e delle vibrazioni con tromografo digitale portatile TROMINO atta a

stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).

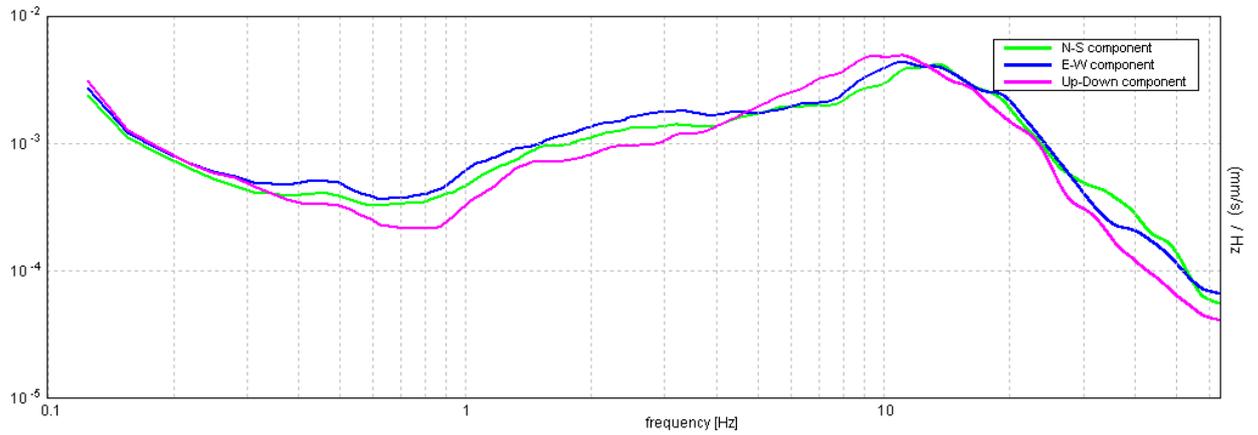
Lo strumento dispone di tre canali connessi a tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alta risoluzione disposti secondo le tre direzioni ortogonali (N-S, E-W, e verticalmente); i dati di rumore sismico, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz. Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero sono state ricavate le curve H/V con i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Di seguito si riportano i risultati dell'indagine elaborata graficamente.

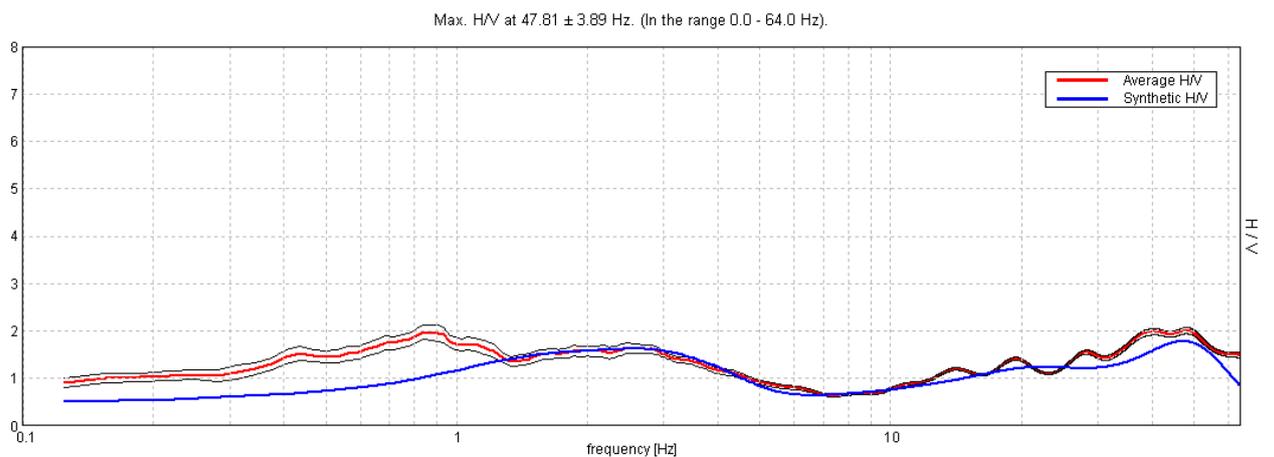


Curva H/V media su frequenza: la linea rossa corrisponde alla media dei tremori registrati, mentre le 2 linee nere corrispondono all'intervallo di confidenza del 95%

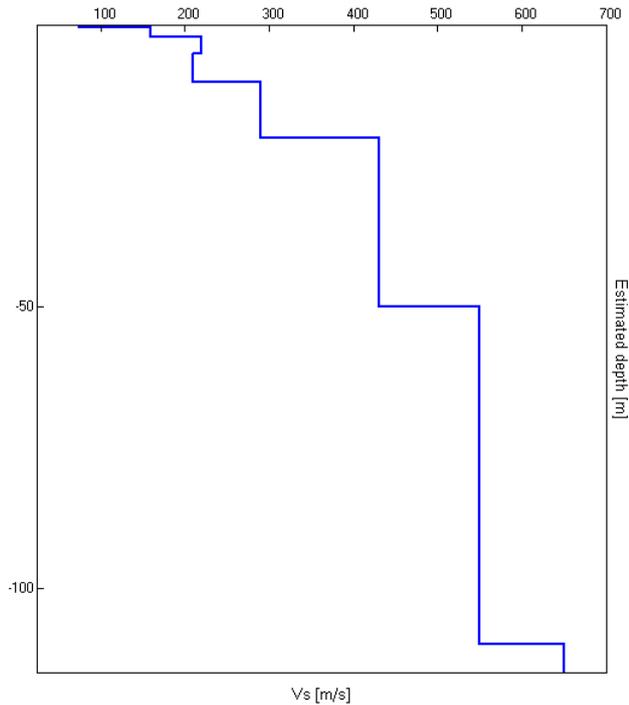


Spettro di ampiezza in velocità delle tre componenti del moto

Dall'elaborazione dei due grafici soprariportati si può ottenere la curva sintetica H/V basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981), di cui di seguito si riporta l'elaborazione grafica.



Curva H/V media su frequenza: la linea rossa corrisponde alla media dei tremori registrati mentre la linea blu corrisponde alla curva sintetica



Profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) stimato per il sottosuolo sulla base dell'inversione vincolata della curva H/V.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	V_s [m/s]
0.40	0.40	75
2.00	1.60	160
5.00	3.00	220
10.00	5.00	210
20.00	10.00	290
50.00	30.00	430
110.00	60.00	550
inf.	inf.	650

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:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

con:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

V_{s_i} = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

H = profondità del substrato, definito come una formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s superiore a m/s 800.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Ne consegue una velocità delle onde sismiche secondarie V_{s30} pari a **m/s 271**, che corrisponde ad una categoria di suolo di fondazione **tipo C**, ossia Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a m 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra m/s 180 e 360 (ovvero resistenza penetrometrica $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa o coesione non drenata $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

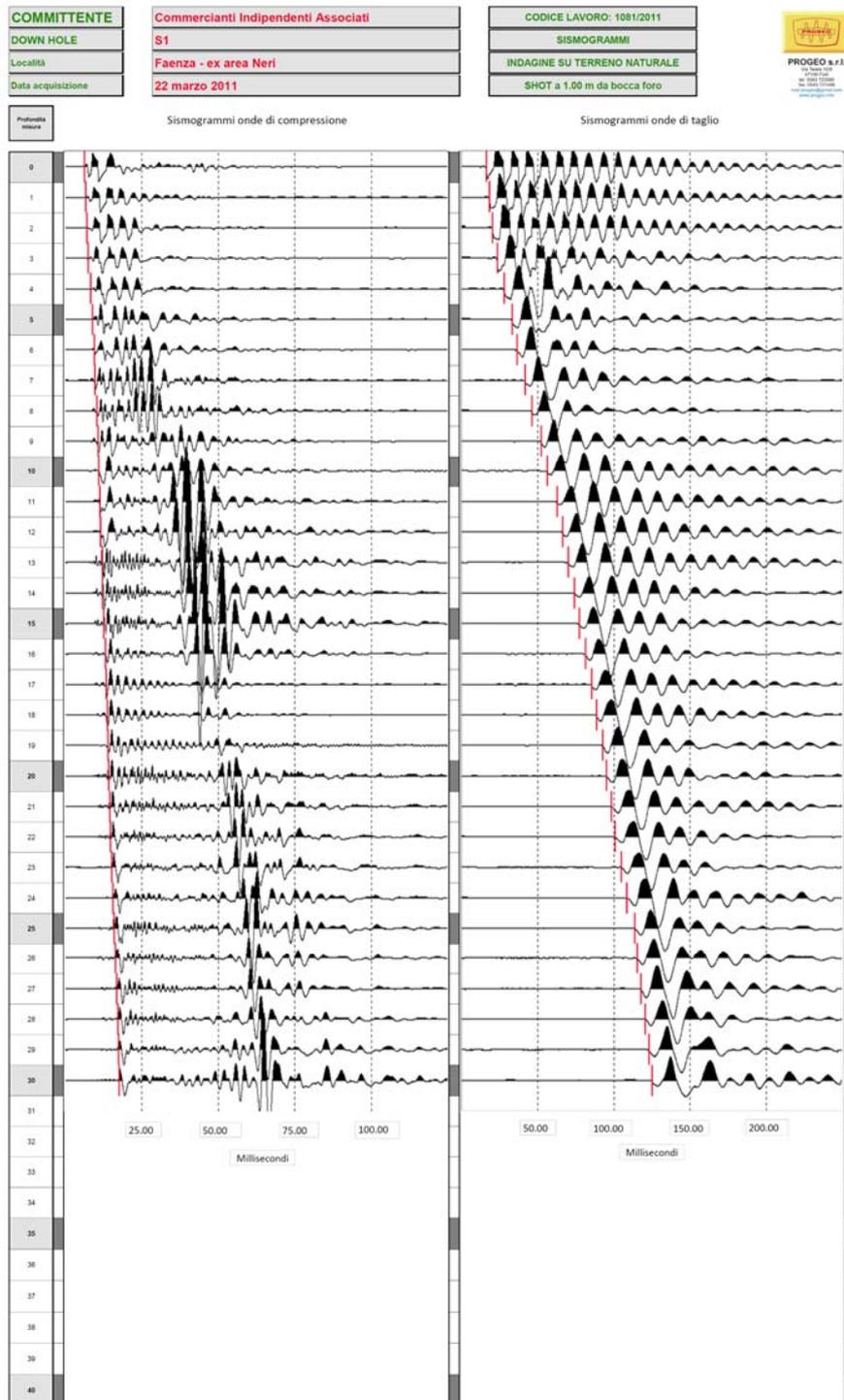
A brevissima distanza dall'area di Variante è stata eseguita un'indagine geofisica mediante prova Down-Hole nel foro di sondaggio n. 1 appositamente attrezzato.

L'indagine sismica di tipo Down-Hole consiste nella misura della velocità delle onde sismiche -S- generate da una sorgente in superficie per determinare gli spessori dei vari litotipi e studiare le caratteristiche fisico-meccaniche del mezzo attraversato dalle onde stesse.

In pratica questo metodo consiste nel misurare il tempo impiegato da un'onda P o SH per compiere il percorso nel sottosuolo dal punto in cui questa onda viene generata fino ad un ricevitore (geofono triassiale) posto all'interno di un foro di sondaggio, adeguatamente predisposto con un tubo in PVC perfettamente collegato con il terreno adiacente, dentro il quale viene fissato il geofono a varie profondità.

Al fine del presente studio il geofono da foro è stato fissato ad intervalli regolari di 1 metro per una profondità complessiva di 30 metri.

Di seguito vengono mostrati i sismogrammi con i picking dei primi arrivi sia delle Onde di compressione “P” che delle Onde di taglio “S”.



Di seguito vengono mostrati il diagramma relativo alla stratigrafia del terreno, assieme ad alcuni parametri tabulati:

COMMITTENTE		Commercianti Indipendenti Associati			CODICE LAVORO: 1081/2011			 PROGEO s.r.l. Via S. Maria Maddalena, 10 41012 Prato (MO) Tel. 0521/270000 Fax 0521/270001 www.progeo.it
DOWN HOLE		S1			TABELLA DATI			
Località		Faenza - ex area Neri			INDAGINE SU TERRENO NATURALE			
Data acquisizione		22 marzo 2011			SHOT a 1.00 m da bocca foro			

Profondità Riviera	Tempi		Vp m/sec	Vs m/sec	ν	γ t/cm ³	Edin kg/cm ²	Gdin kg/cm ²	Kdin kg/cm ²	STRATIGRAFIA SINTETICA	PARAMETRI INTERVALLARI PER LIVELLI OMOGENEI						STIMA DEGLI ERRORI									
	Onche g mm	Onche s mm									Vp m/sec	Vs m/sec	ν	γ t/cm ³	Edin kg/cm ²	Gdin kg/cm ²	Kdin kg/cm ²	Vp m/sec	Vs m/sec	ν	γ t/cm ³	Edin kg/cm ²	Gdin kg/cm ²	Kdin kg/cm ²	Vp m/sec	Vs m/sec
0	2.50	6.67	0.39	0.16	0.40	1.58	1161	415	1908	0-1.00 Ghiaia e ciottoli in matrice fina sabbiosa.	0.41	0.16	0.40	1.60	1242	443	2115	0.34	0.39	0.44	0.05	0.15	0.16	0.17	0.01	
1	3.39	8.66	0.42	0.17	0.41	1.61	1322	471	2323	1.00-4.20 Seno diffusamente sabbioso, sabbia argillosa.								0.42	0.42	0.44	0.01	0.17	0.17	0.17	0.00	
2	4.16	10.69	0.46	0.18	0.41	1.63	1483	525	2776									0.44	0.46	0.49	0.03	0.17	0.18	0.18	0.00	
3	4.97	13.90	0.71	0.26	0.43	1.78	3374	1183	7674									0.67	0.71	0.75	0.04	0.24	0.26	0.27	0.01	
4	6.65	18.32	0.83	0.26	0.45	1.83	3567	1233	11053	4.20-5.50 Sabbia fine diffusamente finita.	0.72	0.22	0.44	1.77	2678	928	8691	0.75	0.83	0.93	0.09	0.24	0.26	0.27	0.01	
5	8.02	23.55	0.67	0.23	0.44	1.76	2635	918	6873	5.50-7.00 Seno diffusamente sabbioso, sabbia fine con sabbie.								0.62	0.67	0.70	0.04	0.22	0.23	0.23	0.01	
6	8.65	26.76	0.71	0.21	0.45	1.77	2251	775	7078									0.70	0.71	0.73	0.02	0.20	0.21	0.22	0.01	
7	9.63	31.99	0.95	0.22	0.47	1.88	2755	836	15865									0.91	0.95	0.98	0.04	0.21	0.22	0.23	0.01	
8	10.60	36.41	1.12	0.22	0.48	1.94	2754	930	23678	7.00-9.20 Seno argilloso con frustoli carboniferi indurati.	1.21	0.21	0.48	1.96	2723	918	28247	1.04	1.12	1.19	0.08	0.21	0.22	0.23	0.01	
9	11.34	42.44	1.30	0.21	0.49	1.99	2693	906	32815	9.20-35.30 Seno sabbioso alternato a matrice fine.								1.21	1.30	1.44	0.11	0.20	0.21	0.23	0.01	
10	12.00	46.45	1.34	0.22	0.49	2.00	2850	999	35388									1.34	1.34	1.35	0.00	0.19	0.22	0.25	0.03	
11	12.65	52.88	1.40	0.21	0.49	2.02	2617	870	38870									1.37	1.40	1.41	0.02	0.20	0.21	0.22	0.01	
12	13.30	56.50	1.45	0.21	0.49	2.03	2705	908	42217									1.42	1.45	1.47	0.02	0.20	0.21	0.23	0.01	
13	14.17	60.12	1.45	0.21	0.49	2.03	2745	923	42329									1.43	1.45	1.47	0.02	0.20	0.21	0.22	0.01	
14	14.52	64.14	1.47	0.24	0.49	2.04	3411	1147	43045									1.42	1.47	1.50	0.04	0.21	0.24	0.25	0.02	
15	15.26	67.35	1.54	0.25	0.49	2.06	3784	1273	48169	11.30-20.00 Seno argilloso, talora fine, diffusamente argilloso con ghisole resinate e rare concrezioni calcaree.								1.48	1.54	1.61	0.06	0.23	0.25	0.26	0.02	
16	16.35	71.37	1.38	0.26	0.48	2.02	4168	1407	37499									1.36	1.38	1.40	0.02	0.25	0.26	0.27	0.01	
17	16.76	75.39	1.31	0.27	0.48	1.99	4454	1508	32765									1.21	1.31	1.38	0.09	0.26	0.27	0.28	0.01	
18	17.38	78.61	1.53	0.28	0.48	2.05	4836	1631	47010									1.48	1.53	1.60	0.06	0.28	0.28	0.28	0.00	
19	18.09	82.82	1.64	0.29	0.48	2.08	5308	1789	54660									1.83	1.64	1.65	0.01	0.29	0.29	0.29	0.00	
20	18.47	85.04	1.79	0.30	0.48	2.09	5829	1965	58726									1.66	1.70	1.74	0.04	0.30	0.30	0.31	0.06	
21	19.18	88.25	1.82	0.32	0.48	2.12	6630	2234	68424	20.00-21.80 Sabbia fine, sabbia.								1.76	1.82	1.88	0.06	0.31	0.32	0.33	0.01	
22	19.62	90.66	1.77	0.33	0.48	2.11	6767	2282	64056	21.80-25.00 Seno diffusamente argilloso con interstratificazioni di limo, seno sabbioso.	1.69	0.31	0.48	2.09	6115	2062	56770	1.71	1.77	1.81	0.05	0.32	0.33	0.33	0.01	
23	20.27	94.88	1.72	0.32	0.48	2.10	6474	2184	60621									1.66	1.72	1.79	0.07	0.31	0.32	0.33	0.01	
24	21.36	98.30	1.46	0.28	0.48	2.04	4876	1646	41980									1.44	1.46	1.47	0.01	0.28	0.28	0.29	0.01	
25	21.80	103.52	1.28	0.26	0.48	1.99	4019	1399	31562	25.00-27.00 Sabbia fine con ghisole e conchiglie.	1.31	0.29	0.47	1.99	5253	1788	32667	1.19	1.28	1.36	0.08	0.28	0.28	0.27	0.01	
26	22.67	105.13	1.39	0.27	0.48	2.02	4296	1450	37524									1.30	1.39	1.51	0.10	0.25	0.27	0.28	0.01	
27	23.54	107.54	1.26	0.36	0.48	1.88	7445	2555	28956	27.00-30.00 Seno argilloso alternato a sabbia sabbiosa di sabbia + limo.								1.24	1.26	1.29	0.03	0.35	0.36	0.37	0.01	
28	24.28	110.36	1.20	0.40	0.44	1.96	9038	3141	24606									1.16	1.20	1.24	0.04	0.39	0.40	0.40	0.01	
29	24.63	112.77	1.49	0.40	0.46	2.05	9955	3408	41985									1.45	1.49	1.53	0.04	0.40	0.40	0.41	0.01	
30	25.28	114.78	1.56	0.42	0.46	2.06	10894	3730	45938									1.52	1.56	1.60	0.04	0.42	0.42	0.42	0.00	
31																										
32																										
33																										
34																										
35																										

Legenda parametri dinamici		
Tp	Tempi onde di compressione	secondi
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi
Vp	Velocità onde di compressione	km/sec
Vs	Velocità onde di taglio	km/sec
ν	Coefficiente di Poisson	
γ	Peso di volume	T/m ³
Edin	Modulo di Elasticità dinamica	Kg/cm ²
Gdin	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
Kdin	Modulo di Compressibilità dinamica	Kg/cm ²

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI
(NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. del 14 gennaio 2008)

$$V_s 30 = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

$V_{S_{30}} = 249$ m/sec
 $G_s = 1208$ Kg/cm²

CATEGORIA SUOLO = C

A completamento delle considerazioni di tipo sismico sui risultati della prova HVSR, si deve affrontare anche il fenomeno della doppia risonanza che insorge in caso di terremoto quando i valori della frequenza di risonanza del terreno e quelli della struttura su esso costruita coincidono.

Ciò comporta un effetto massimo di amplificazione del sisma, con possibile conseguente danneggiamento o crollo della struttura.

Di conseguenza, in base ai risultati esposti nel grafico della Curva H/V, si consiglia, in fase di progettazione della struttura, di tener conto del valore del picco più significativo nell'intervallo 0,2 - 20 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale f_0 e di altri picchi significativi o indicazione dell'assenza di picchi (D.G.R. n. 2193/2015), indicanti le frequenze di risonanza del terreno; seguendo le indicazioni per la "Carta delle frequenze naturali dei terreni" l'area di intervento ricade nelle zone caratterizzate da contrasti di impedenza bassi (ampiezza picco $1,5 \leq \text{HVSR} < 2$) e spessori compresi tra 200 e 100 m (indicativamente $0,6 \text{ Hz} < f_0 \leq 1 \text{ Hz}$).

CARATTERISTICHE EDIFICATORIE

Alla luce dei risultati dell'indagine penetrometrica, geologica, geomorfologica ed idrogeologica eseguita, non sussistono impedimenti di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico alla edificazione nell'area di Variante al Piano di Riqualificazione Urbana Area "Ex Distillerie Neri".

Considerando le caratteristiche geotecniche dei terreni, l'ampiezza dell'area indagata, la destinazione d'uso abitativo e stante la natura esclusivamente pianificatoria della presente relazione per cui non è dato conoscere il tipo di strutture che verranno realizzate, il terreno verrà suddiviso in strati omogenei e per ogni strato verranno indicati i valori geotecnici caratteristici.

Come richiesto dalle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (DM 17/01/2018), tra tutti i possibili parametri geotecnici caratteristici X_k dei terreni di fondazione, verranno ricavati, in particolare, l'angolo di attrito interno (Φ_k), la coesione non drenata (c_{uk}) ed il peso per unità di volume del terreno (γ_k).

Nel caso specifico i parametri caratteristici X_k del terreno di fondazione verranno ricavati dall'angolo di attrito interno Φ , dalla coesione non drenata c_u e dal peso per unità di volume γ misurati direttamente in sito mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche statiche.

Per il calcolo dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione X_k esistono numerosi approcci statistici differenti, nel caso in esame si è scelto un approccio cautelativo.

I terreni attraversati dalle quattro penetrometrie possono essere suddivisi in tre strati (A - B - C) omogenei dal punto di vista della caratteristiche geotecniche e di resistenza statica, ma nettamente distinti fra loro.

- Strato A: $0 < R_p < 20$, comprende terreni argilloso limosi e limoso argillosi, con comportamento misto, ma prevalentemente coesivo;
- Strato B: $20 < R_p < 100$, comprende terreni limoso sabbiosi e sabbioso limosi, con comportamento misto, ma prevalentemente attritivo;
- Strato C: $R_p > 100$, comprende terreni sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, con comportamento prevalentemente attritivo.

Per ogni strato si possono considerare i seguenti parametri caratteristici:

STRATO A

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 16,6^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,30$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$;

STRATO B

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 26,0^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,53$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$;

STRATO C

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 30,9^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,00$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$.

Considerati i fini esclusivamente pianificatori della presente relazione ed il ristretto numero di prove eseguite rispetto ai singoli lotti, in fase esecutiva non potrà essere utilizzata e dovrà essere eseguita una specifica indagine per ogni singolo lotto con implementazione delle terebrazioni.

STRADE E PARCHEGGI - DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DEL SOTTOFONDO STRADALE

La conoscenza delle caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali è da considerarsi indispensabile per la stabilità della fascia interessata

direttamente od indirettamente dalle aree di parcheggio e dei sottofondi stradali.

Per quanto riguarda il terreno di fondazione delle strade interne e dei parcheggi da realizzare si ritiene, in base ai dati disponibili ed alle condizioni attuali, che le caratteristiche meccaniche del terreno di superficie siano idonee a sopportare i carichi stradali in modo adeguato, previo scotico del terreno vegetale e compattazione con rullo vibrante.

Attualmente l'area di Variante è completamente incolta ed una volta asportato lo strato di terreno superficiale alterato, ricco anche di residui vegetali e fortemente umido, per una profondità media di m 0,3 – 0,4 circa e successiva compattazione con rullo vibrante di peso adeguato, superiore a 10 ton, è da ritenersi sostanzialmente idoneo. Per lo strato di fondazione si potranno utilizzare delle sabbie a granulometria grossolana, mentre nelle zone eventualmente soggette a carichi particolarmente pesanti si consiglia di utilizzare dello “stabilizzato”.

Per una valutazione degli spessori delle sovrastrutture stradali e dei parcheggi si potrà operare mediante il metodo dell'*Indice di Gruppo* (I_g), utilizzando i dati di laboratorio (granulometria e limiti) relativi ai campioni che dovranno essere prelevati, anche con escavatore, alla profondità compresa fra m -0,5 e m -0,8 circa.

Con il termine *Indice di Gruppo* (I_g) si intende la seguente relazione:

$$I_g = 0,2 \cdot a + 0,005 \cdot a \cdot c + 0,01 \cdot b \cdot d$$

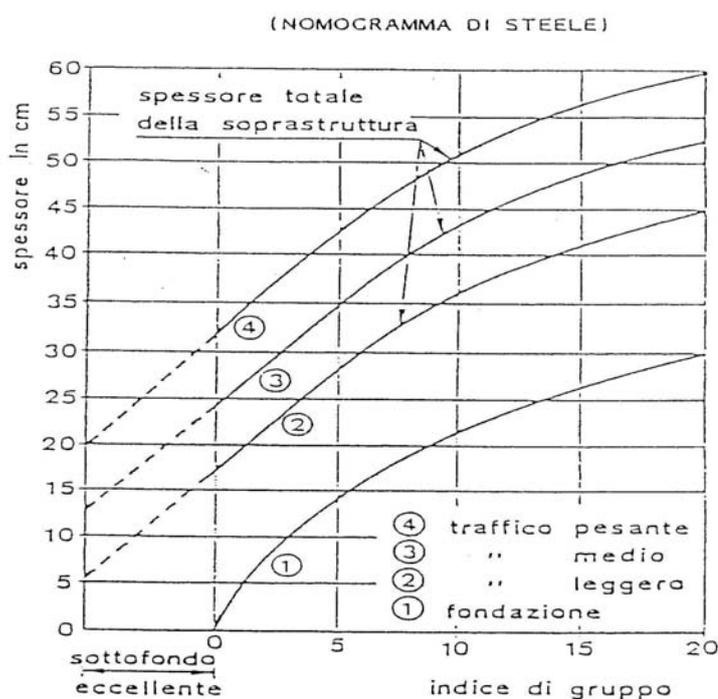
ove: a = passante al setaccio 200 MESH meno 35 (minimo 0 massimo 40)

b = passante al setaccio 200 MESH meno 15 (minimo 0 massimo 40)

c = limite di liquidità meno 40 (minimo 0 massimo 20)

d = indice di plasticità meno 10 (minimo 0 massimo 20)

In sede di progetto esecutivo si dovrà procedere al prelievo di almeno un campione ogni m^2 3000 di area da adibire a piazzale e/o strada e su questi si dovranno eseguire sia l'analisi granulometrica sia la determinazione dei limiti di Atterberg. Per valutare lo spessore delle soprastrutture da realizzare, in relazione all' *Indice di Gruppo* (I_g) ed al tipo di traffico previsto, si rinvia al sottostante diagramma.



- Diagramma per il calcolo dello spessore di una pavimentazione flessibile in base all'indice di gruppo.

Ovviamente tali lavori dovranno essere eseguiti su terreno asciutto ed in periodo stagionale favorevole.

A lavori conclusi si dovrà verificare con un numero adeguato di prove di carico su piastra il raggiungimento di un valore del Modulo di compressibilità (o Modulo di deformazione) $Me > daN/cm^2$ 500.

CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dell'indagine penetrometrica, geologica, geomorfologica ed idrogeologica eseguita, non sussistono impedimenti di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico alla edificazione nell'area di Variante al Piano di Riqualificazione Urbana Area "Ex Distillerie Neri".

Considerati i fini esclusivamente pianificatori della presente relazione, in fase esecutiva non potrà essere utilizzata e dovrà essere eseguita una specifica indagine per ogni lotto.

L'area d'intervento evidenzia resistenza statica discretamente omogenea in senso orizzontale ed è stata rilevata presenza di acqua di falda con livello statico a circa m 2,5 - 2,9 di profondità dal piano di campagna.

Considerando le caratteristiche geotecniche dei terreni, l'ampiezza dell'area indagata, la destinazione d'uso abitativo e stante la natura esclusivamente pianificatoria della presente relazione per cui non è dato conoscere il tipo di strutture che verranno realizzate, i terreni attraversati dalle penetrometrie possono essere suddivisi in tre strati (A - B - C) omogenei dal punto di vista della caratteristiche geotecniche e di resistenza statica, ma nettamente distinti fra loro.

- Strato A: $0 < R_p < 20$, comprende terreni argilloso limosi e limoso argillosi, con comportamento misto, ma prevalentemente coesivo;
- Strato B: $20 < R_p < 100$, comprende terreni limoso sabbiosi e sabbioso limosi, con comportamento misto, ma prevalentemente attritivo;

- Strato C: $R_p > 100$, comprende terreni sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, con comportamento prevalentemente attritivo.

Per ogni strato si possono considerare i seguenti parametri caratteristici:

STRATO A

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 16,6^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,30$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$;

STRATO B

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 26,0^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,53$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$;

STRATO C

- angolo di attrito interno caratteristico $\Phi_k = 30,9^\circ$;
- coesione non drenata caratteristica $c_{uk} = \text{kg/cm}^2 0,00$;
- peso per unità di volume caratteristico $\gamma_k = \text{t/m}^3 1,85$.

In generale, l'area è da ritenersi esente da penalizzazioni dovute a particolari situazioni indotte dall'attività sismica e gli strati granulari saturi esaminati risultano non interessati dal fenomeno della liquefazione per gli eventi sismici di intensità ed accelerazione attesi nel comune di Faenza fino a m 15 di profondità.

Sulla base della nuova Normativa Sismica, la velocità delle onde sismiche secondarie V_{s30} risulta pari a **m/s 271** circa, con una *categoria di suolo di fondazione tipo C* ed una *categoria topografica T1* a cui corrisponde un valore massimo del Coefficiente di amplificazione topografica **$S_T = 1,0$** .

Faenza, 19/06/2019



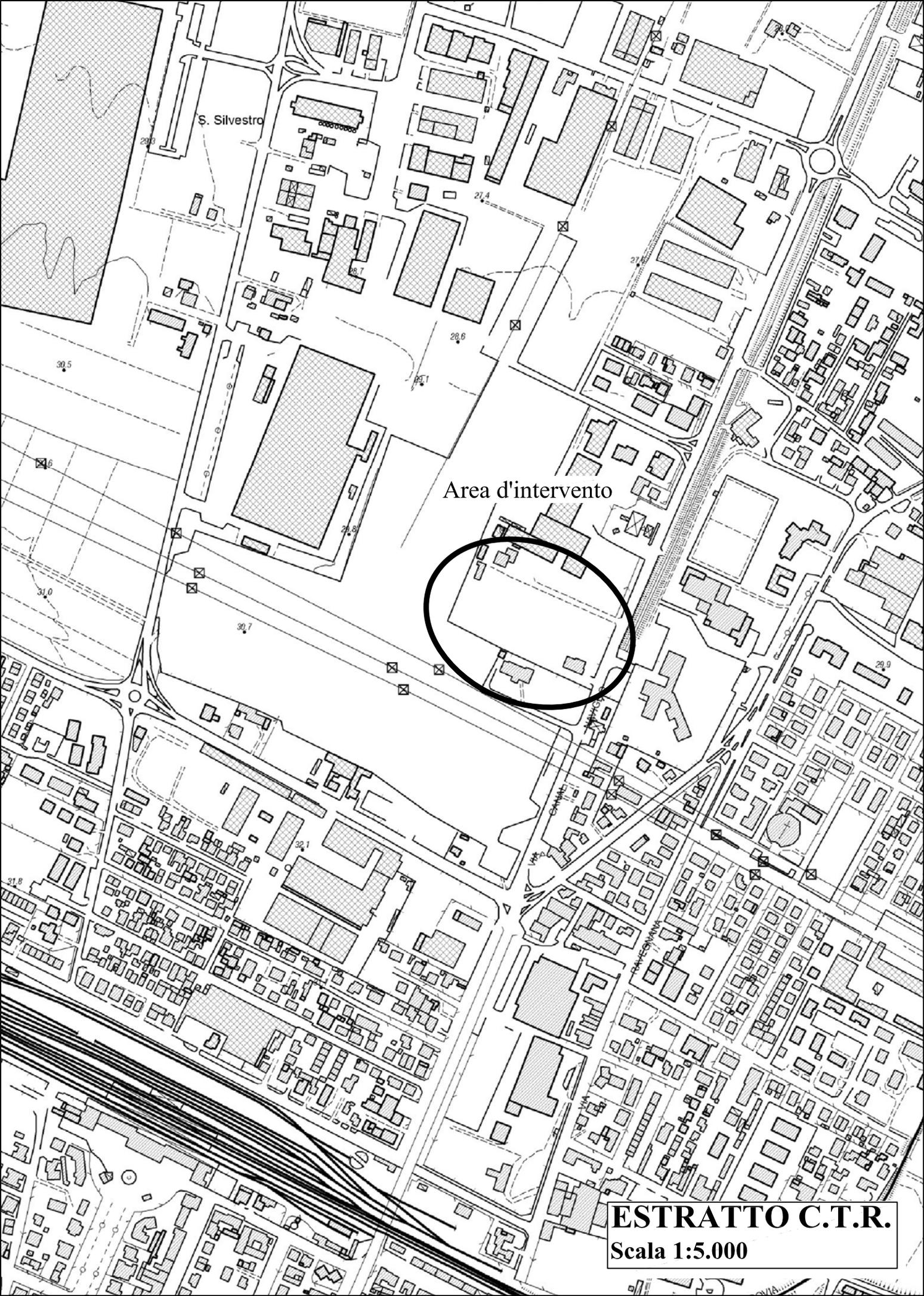
Il Geologo
Dr. Matteo Ortelli



Area d'intervento



ESTRATTO C.T.R.
Scala 1:10.000



S. Silvestro

Area d'intervento

ESTRATTO C.T.R.
Scala 1:5.000

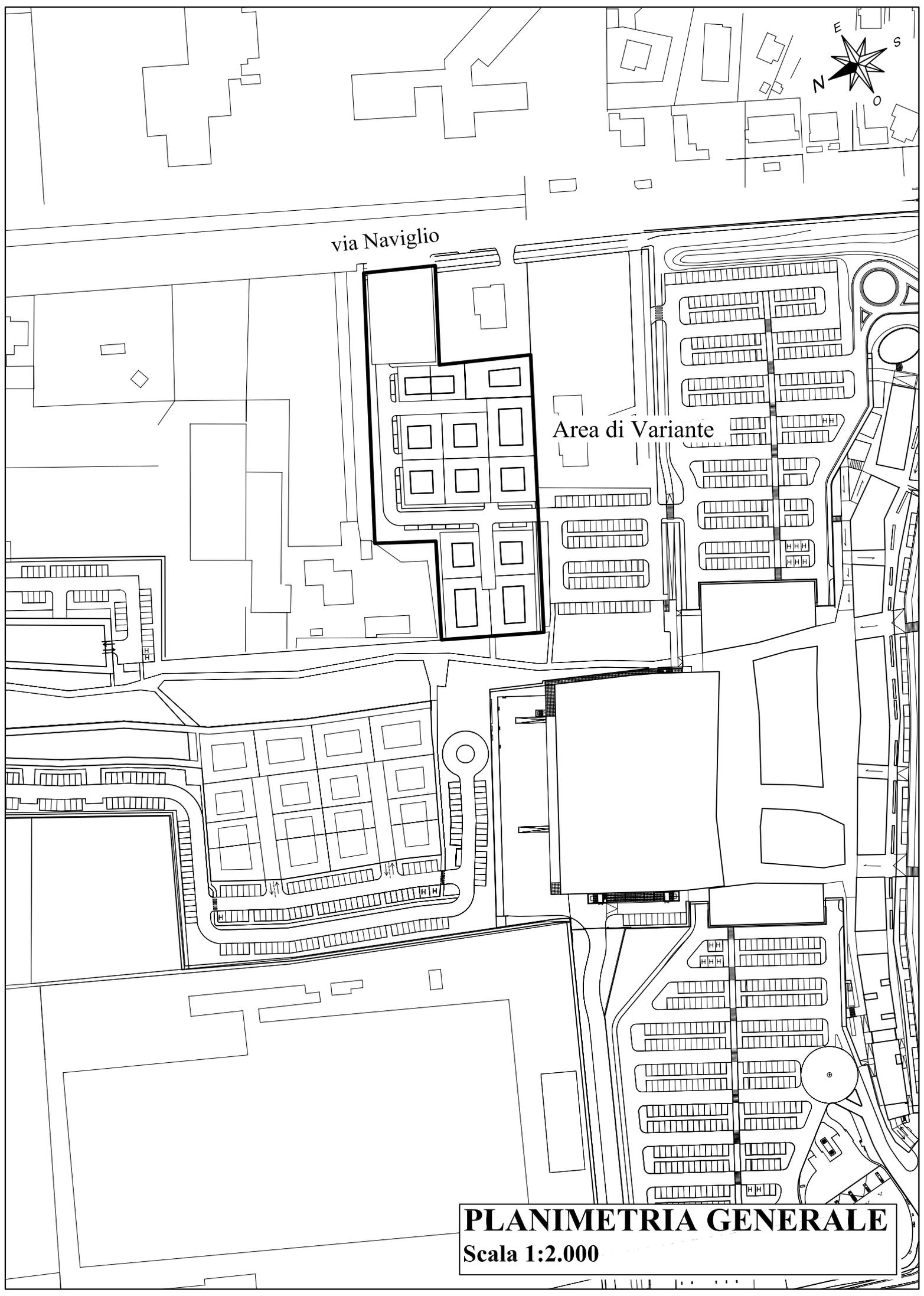


via Naviglio

Area di Variante

PLANIMETRIA GENERALE

Scala 1:2.000



via Naviglio



■ CPT1



HVSR

■ CPT4

Area di Variante

■ CPT2

■ CPT3



D.H.-S1

**PLANIMETRIA UBICAZIONE
PROVE**

Scala 1:1.000

- penetrometria statica
- * prova HVSR
- ▲ Down Hole e sondaggio

 SOGEO <small>S.p.A.</small> INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUSSO (RN) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-rt.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 00254 del 05/07/2010	COMMITTENTE: Commercianti Indipendenti Associati Soc. Coop.		SOND.N. S.1 - PROF. (m): 30,00
	CANTIERE: Faenza (RA) - ex area Neri		QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1		LATITUDINE (*): N 44°,29904
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo		LONGITUDINE (*): E 11°,88720
	RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm
PIEZOMETRO:			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 071-11	CERTIFICATO N°: C11-022-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 18/03/2011
			PAGINA N°: 1 di 2

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondità [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n.colpi] P.C.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tubo Down Hole
1					Ghiaia e ciottoli in matrice limo sabbiosa. Presenti rari frammenti di laterizi							
2	>6.0	4.7	1.20		Limo argilloso di colore grigio - nerastro		2.00					
3	1.4	0.32	1.70		Limo debolmente sabbioso, talora debolmente argilloso, di colore grigio		2.30					
4	1.7	1.10	4.20		Limo debolmente sabbioso, talora debolmente argilloso, di colore grigio							
5	1.9	0.60	4.20		Sabbia fine, talora debolmente limosa, di colore grigio - nocciola							
6	2.2	1.00	5.50		Limo debolmente sabbioso, talora limo con sabbia, di colore nocciola con striature griglastre							
7	2.0	0.78	7.60		Limo debolmente sabbioso, talora limo con sabbia, di colore nocciola con striature griglastre							
8	2.0	0.80	7.60		Limo argilloso di colore grigio con striature nocciola e frustoli carboniosi indecomposti							
9	3.3	1.28	9.20		Limo argilloso di colore grigio con striature nocciola e frustoli carboniosi indecomposti							
10	2.5	0.88	9.20		Limo argilloso di colore grigio con striature nocciola e frustoli carboniosi indecomposti							
11	2.0	0.70			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
12	0.8	0.40			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
13	1.7	0.60			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
14	0.8	0.38			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
15	1.0	0.50			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
16	2.5	1.30	15.10		Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
17	2.5	1.40			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
18	2.8	1.50			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
19	3.1	1.50			Limo sabbioso alternato a sabbia fine limosa di colore grigio con livelli, al massimo centimetrici, di sabbia fine							
20	2.0	0.80			Limo argilloso, talora limo debolmente argilloso, di colore grigio con striature nerastre e con rare concrezioni calcaree							
21	3.0	1.40			Limo argilloso, talora limo debolmente argilloso, di colore grigio con striature nerastre e con rare concrezioni calcaree							
22	2.2	1.10			Limo argilloso, talora limo debolmente argilloso, di colore grigio con striature nerastre e con rare concrezioni calcaree							
23	3.0	1.40			Limo argilloso, talora limo debolmente argilloso, di colore grigio con striature nerastre e con rare concrezioni calcaree							
24	3.2	1.50			Limo argilloso, talora limo debolmente argilloso, di colore grigio con striature nerastre e con rare concrezioni calcaree							
25	20.90		20.90		Sabbia fine talora debolmente limosa di colore grigio							
26	21.80		21.80		Sabbia fine talora debolmente limosa di colore grigio							
27	1.5	0.60			Limo debolmente argilloso con intercalazioni di limo e limo sabbioso. Colore grigio							
28	1.2	0.50			Limo debolmente argilloso con intercalazioni di limo e limo sabbioso. Colore grigio							
29	2.6	1.20			Limo debolmente argilloso con intercalazioni di limo e limo sabbioso. Colore grigio							
30	2.4	1.10			Limo debolmente argilloso con intercalazioni di limo e limo sabbioso. Colore grigio							
31	1.8		25.00		Sabbia fine di colore grigio, con ghiaia e ciottoli							
32	5.0		27.00		Sabbia fine di colore grigio, con ghiaia e ciottoli							
33	4.0		27.00		Sabbia fine di colore grigio, con ghiaia e ciottoli							
34	1.8	1.00			Limo argilloso di colore grigio, con concrezioni calcaree, alternato a livelli, al massimo decimetrici, di sabbia e limo di colore grigio							
35	2.6		30.00		Limo argilloso di colore grigio, con concrezioni calcaree, alternato a livelli, al massimo decimetrici, di sabbia e limo di colore grigio							
36	3.2	1.60	30.00		Limo argilloso di colore grigio, con concrezioni calcaree, alternato a livelli, al massimo decimetrici, di sabbia e limo di colore grigio							

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,70 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	----	----	--	0,60	----	7,20	25,0	33,0	25,0	1,07	23,0
0,40	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0	7,40	17,0	33,0	17,0	0,60	28,0
0,60	10,0	17,0	10,0	0,93	11,0	7,60	19,0	28,0	19,0	0,67	28,0
0,80	7,0	21,0	7,0	0,47	15,0	7,80	25,0	35,0	25,0	1,00	25,0
1,00	18,0	25,0	18,0	1,33	13,0	8,00	24,0	39,0	24,0	1,27	19,0
1,20	18,0	38,0	18,0	1,33	13,0	8,20	19,0	38,0	19,0	0,80	24,0
1,40	36,0	56,0	36,0	1,33	27,0	8,40	24,0	36,0	24,0	0,87	28,0
1,60	16,0	36,0	16,0	0,67	24,0	8,60	17,0	30,0	17,0	0,73	23,0
1,80	13,0	23,0	13,0	0,53	24,0	8,80	24,0	35,0	24,0	0,67	36,0
2,00	24,0	32,0	24,0	0,53	45,0	9,00	23,0	33,0	23,0	0,60	38,0
2,20	19,0	27,0	19,0	0,53	36,0	9,20	22,0	31,0	22,0	0,87	25,0
2,40	24,0	32,0	24,0	0,60	40,0	9,40	23,0	36,0	23,0	1,13	20,0
2,60	24,0	33,0	24,0	0,80	30,0	9,60	27,0	44,0	27,0	1,47	18,0
2,80	19,0	31,0	19,0	0,53	36,0	9,80	47,0	69,0	47,0	1,80	26,0
3,00	17,0	25,0	17,0	0,60	28,0	10,00	28,0	55,0	28,0	1,13	25,0
3,20	19,0	28,0	19,0	0,33	57,0	10,20	32,0	49,0	32,0	1,33	24,0
3,40	21,0	26,0	21,0	0,60	35,0	10,40	40,0	60,0	40,0	1,60	25,0
3,60	23,0	32,0	23,0	0,87	27,0	10,60	23,0	47,0	23,0	0,80	29,0
3,80	22,0	35,0	22,0	0,60	37,0	10,80	25,0	37,0	25,0	0,87	29,0
4,00	36,0	45,0	36,0	0,53	67,0	11,00	74,0	87,0	74,0	1,73	43,0
4,20	42,0	50,0	42,0	0,33	126,0	11,20	124,0	150,0	124,0	1,67	74,0
4,40	45,0	50,0	45,0	1,00	45,0	11,40	167,0	192,0	167,0	1,47	114,0
4,60	32,0	47,0	32,0	0,93	34,0	11,60	84,0	106,0	84,0	1,73	48,0
4,80	19,0	33,0	19,0	0,73	26,0	11,80	47,0	73,0	47,0	2,27	21,0
5,00	38,0	49,0	38,0	1,27	30,0	12,00	60,0	94,0	60,0	2,53	24,0
5,20	23,0	42,0	23,0	0,80	29,0	12,20	20,0	58,0	20,0	0,80	25,0
5,40	18,0	30,0	18,0	0,73	25,0	12,40	19,0	31,0	19,0	1,00	19,0
5,60	19,0	30,0	19,0	1,00	19,0	12,60	65,0	80,0	65,0	3,13	21,0
5,80	23,0	38,0	23,0	0,80	29,0	12,80	102,0	149,0	102,0	1,53	67,0
6,00	25,0	37,0	25,0	0,93	27,0	13,00	410,0	433,0	410,0	0,87	473,0
6,20	20,0	34,0	20,0	0,60	33,0	13,20	460,0	473,0	460,0	1,67	276,0
6,40	22,0	31,0	22,0	0,67	33,0	13,40	252,0	277,0	252,0	1,27	199,0
6,60	23,0	33,0	23,0	1,40	16,0	13,60	239,0	258,0	239,0	0,80	299,0
6,80	27,0	48,0	27,0	0,87	31,0	13,80	499,0	511,0	499,0	-----	-----
7,00	22,0	35,0	22,0	0,53	41,0						

- 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 : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 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	----	----	--	0,47	----	7,80	17,0	28,0	17,0	0,80	21,0
0,40	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	8,00	19,0	31,0	19,0	0,80	24,0
0,60	7,0	14,0	7,0	0,53	13,0	8,20	18,0	30,0	18,0	0,80	22,0
0,80	10,0	18,0	10,0	0,53	19,0	8,40	21,0	33,0	21,0	0,93	22,0
1,00	14,0	22,0	14,0	0,80	17,0	8,60	21,0	35,0	21,0	1,07	20,0
1,20	18,0	30,0	18,0	1,07	17,0	8,80	21,0	37,0	21,0	0,87	24,0
1,40	19,0	35,0	19,0	1,07	18,0	9,00	16,0	29,0	16,0	0,73	22,0
1,60	18,0	34,0	18,0	1,20	15,0	9,20	17,0	28,0	17,0	0,73	23,0
1,80	17,0	35,0	17,0	0,80	21,0	9,40	37,0	48,0	37,0	1,33	28,0
2,00	16,0	28,0	16,0	0,87	18,0	9,60	24,0	44,0	24,0	0,87	28,0
2,20	15,0	28,0	15,0	0,67	22,0	9,80	64,0	77,0	64,0	1,67	38,0
2,40	18,0	28,0	18,0	0,47	39,0	10,00	74,0	99,0	74,0	1,40	53,0
2,60	10,0	17,0	10,0	0,40	25,0	10,20	53,0	74,0	53,0	2,67	20,0
2,80	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0	10,40	19,0	59,0	19,0	0,60	32,0
3,00	14,0	20,0	14,0	0,40	35,0	10,60	39,0	48,0	39,0	1,13	34,0
3,20	16,0	22,0	16,0	0,67	24,0	10,80	48,0	65,0	48,0	1,60	30,0
3,40	16,0	26,0	16,0	0,60	27,0	11,00	55,0	79,0	55,0	2,40	23,0
3,60	20,0	29,0	20,0	0,40	50,0	11,20	31,0	67,0	31,0	1,20	26,0
3,80	28,0	34,0	28,0	1,13	25,0	11,40	16,0	34,0	16,0	0,93	17,0
4,00	14,0	31,0	14,0	0,73	19,0	11,60	18,0	32,0	18,0	0,73	25,0
4,20	11,0	22,0	11,0	0,60	18,0	11,80	89,0	100,0	89,0	1,80	49,0
4,40	39,0	48,0	39,0	0,60	65,0	12,00	87,0	114,0	87,0	2,00	44,0
4,60	55,0	64,0	55,0	0,47	118,0	12,20	52,0	82,0	52,0	2,07	25,0
4,80	29,0	36,0	29,0	1,53	19,0	12,40	18,0	49,0	18,0	0,53	34,0
5,00	22,0	45,0	22,0	0,80	27,0	12,60	64,0	72,0	64,0	1,07	60,0
5,20	21,0	33,0	21,0	0,80	26,0	12,80	19,0	35,0	19,0	0,60	32,0
5,40	18,0	30,0	18,0	0,47	39,0	13,00	21,0	30,0	21,0	0,47	45,0
5,60	21,0	28,0	21,0	1,20	17,0	13,20	18,0	25,0	18,0	0,33	54,0
5,80	25,0	43,0	25,0	1,07	23,0	13,40	49,0	54,0	49,0	1,67	29,0
6,00	19,0	35,0	19,0	0,60	32,0	13,60	28,0	53,0	28,0	0,73	38,0
6,20	21,0	30,0	21,0	0,60	35,0	13,80	19,0	30,0	19,0	0,80	24,0
6,40	21,0	30,0	21,0	0,60	35,0	14,00	91,0	103,0	91,0	1,73	52,0
6,60	16,0	25,0	16,0	1,00	16,0	14,20	87,0	113,0	87,0	1,93	45,0
6,80	18,0	33,0	18,0	0,80	22,0	14,40	32,0	61,0	32,0	1,07	30,0
7,00	17,0	29,0	17,0	0,40	42,0	14,60	127,0	143,0	127,0	1,33	95,0
7,20	19,0	25,0	19,0	0,47	41,0	14,80	112,0	132,0	112,0	2,00	56,0
7,40	17,0	24,0	17,0	0,53	32,0	15,00	115,0	145,0	115,0	-----	-----
7,60	19,0	27,0	19,0	0,73	26,0						

- 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 : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- 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	----	----	--	0,40	----	7,80	20,0	42,0	20,0	0,93	21,0
0,40	15,0	21,0	15,0	0,73	20,0	8,00	21,0	35,0	21,0	0,93	22,0
0,60	15,0	26,0	15,0	0,80	19,0	8,20	18,0	32,0	18,0	0,67	27,0
0,80	13,0	25,0	13,0	0,87	15,0	8,40	21,0	31,0	21,0	0,87	24,0
1,00	10,0	23,0	10,0	0,53	19,0	8,60	20,0	33,0	20,0	0,80	25,0
1,20	15,0	23,0	15,0	0,53	28,0	8,80	19,0	31,0	19,0	1,07	18,0
1,40	16,0	24,0	16,0	0,40	40,0	9,00	19,0	35,0	19,0	0,87	22,0
1,60	25,0	31,0	25,0	1,27	20,0	9,20	15,0	28,0	15,0	0,80	19,0
1,80	27,0	46,0	27,0	1,00	27,0	9,40	11,0	23,0	11,0	0,60	18,0
2,00	27,0	42,0	27,0	0,67	40,0	9,60	16,0	25,0	16,0	0,67	24,0
2,20	22,0	32,0	22,0	0,73	30,0	9,80	18,0	28,0	18,0	0,33	54,0
2,40	23,0	34,0	23,0	0,40	57,0	10,00	46,0	51,0	46,0	1,40	33,0
2,60	26,0	32,0	26,0	1,07	24,0	10,20	52,0	73,0	52,0	1,73	30,0
2,80	21,0	37,0	21,0	0,67	31,0	10,40	26,0	52,0	26,0	1,53	17,0
3,00	19,0	29,0	19,0	0,93	20,0	10,60	32,0	55,0	32,0	1,27	25,0
3,20	19,0	33,0	19,0	0,73	26,0	10,80	54,0	73,0	54,0	1,60	34,0
3,40	19,0	30,0	19,0	0,87	22,0	11,00	31,0	55,0	31,0	0,93	33,0
3,60	14,0	27,0	14,0	0,80	17,0	11,20	19,0	33,0	19,0	1,13	17,0
3,80	10,0	22,0	10,0	1,13	9,0	11,40	39,0	56,0	39,0	1,00	39,0
4,00	49,0	66,0	49,0	1,40	35,0	11,60	26,0	41,0	26,0	1,07	24,0
4,20	59,0	80,0	59,0	0,80	74,0	11,80	17,0	33,0	17,0	1,00	17,0
4,40	60,0	72,0	60,0	1,07	56,0	12,00	19,0	34,0	19,0	0,47	41,0
4,60	35,0	51,0	35,0	1,07	33,0	12,20	17,0	24,0	17,0	0,73	23,0
4,80	19,0	35,0	19,0	1,13	17,0	12,40	67,0	78,0	67,0	0,73	91,0
5,00	24,0	41,0	24,0	0,40	60,0	12,60	38,0	49,0	38,0	1,33	28,0
5,20	27,0	33,0	27,0	1,33	20,0	12,80	18,0	38,0	18,0	0,47	39,0
5,40	22,0	42,0	22,0	0,53	41,0	13,00	14,0	21,0	14,0	0,67	21,0
5,60	20,0	28,0	20,0	1,13	18,0	13,20	16,0	26,0	16,0	0,40	40,0
5,80	22,0	39,0	22,0	0,93	24,0	13,40	45,0	51,0	45,0	1,07	42,0
6,00	23,0	37,0	23,0	0,67	34,0	13,60	48,0	64,0	48,0	0,93	51,0
6,20	20,0	30,0	20,0	0,67	30,0	13,80	28,0	42,0	28,0	0,80	35,0
6,40	20,0	30,0	20,0	0,67	30,0	14,00	10,0	22,0	10,0	0,40	25,0
6,60	18,0	28,0	18,0	0,73	25,0	14,20	10,0	16,0	10,0	0,40	25,0
6,80	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0	14,40	11,0	17,0	11,0	0,20	55,0
7,00	18,0	28,0	18,0	0,67	27,0	14,60	15,0	18,0	15,0	0,33	45,0
7,20	19,0	29,0	19,0	0,67	28,0	14,80	13,0	18,0	13,0	0,47	28,0
7,40	19,0	29,0	19,0	0,40	47,0	15,00	14,0	21,0	14,0	-----	-----
7,60	23,0	29,0	23,0	1,47	16,0						

- 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 : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 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	----	7,60	19,0	30,0	19,0	0,93	20,0
0,40	12,0	18,0	12,0	0,47	26,0	7,80	22,0	36,0	22,0	0,93	24,0
0,60	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	8,00	25,0	39,0	25,0	1,00	25,0
0,80	13,0	20,0	13,0	1,00	13,0	8,20	18,0	33,0	18,0	0,80	22,0
1,00	31,0	46,0	31,0	1,33	23,0	8,40	19,0	31,0	19,0	1,00	19,0
1,20	34,0	54,0	34,0	1,67	20,0	8,60	18,0	33,0	18,0	0,93	19,0
1,40	25,0	50,0	25,0	1,27	20,0	8,80	16,0	30,0	16,0	0,87	18,0
1,60	13,0	32,0	13,0	0,60	22,0	9,00	17,0	30,0	17,0	0,60	28,0
1,80	24,0	33,0	24,0	0,93	26,0	9,20	47,0	56,0	47,0	0,93	50,0
2,00	19,0	33,0	19,0	0,80	24,0	9,40	21,0	35,0	21,0	1,20	17,0
2,20	27,0	39,0	27,0	0,73	37,0	9,60	20,0	38,0	20,0	1,20	17,0
2,40	23,0	34,0	23,0	0,80	29,0	9,80	61,0	79,0	61,0	1,60	38,0
2,60	17,0	29,0	17,0	0,67	25,0	10,00	30,0	54,0	30,0	1,53	20,0
2,80	25,0	35,0	25,0	0,60	42,0	10,20	23,0	46,0	23,0	0,73	31,0
3,00	27,0	36,0	27,0	0,67	40,0	10,40	19,0	30,0	19,0	0,80	24,0
3,20	21,0	31,0	21,0	0,87	24,0	10,60	13,0	25,0	13,0	0,20	65,0
3,40	19,0	32,0	19,0	0,47	41,0	10,80	40,0	43,0	40,0	1,33	30,0
3,60	23,0	30,0	23,0	0,87	27,0	11,00	13,0	33,0	13,0	0,87	15,0
3,80	13,0	26,0	13,0	0,73	18,0	11,20	18,0	31,0	18,0	0,33	54,0
4,00	33,0	44,0	33,0	0,67	49,0	11,40	51,0	56,0	51,0	2,53	20,0
4,20	26,0	36,0	26,0	1,73	15,0	11,60	59,0	97,0	59,0	2,33	25,0
4,40	19,0	45,0	19,0	1,33	14,0	11,80	55,0	90,0	55,0	1,13	49,0
4,60	27,0	47,0	27,0	0,87	31,0	12,00	18,0	35,0	18,0	0,80	22,0
4,80	48,0	61,0	48,0	1,07	45,0	12,20	7,0	19,0	7,0	1,33	5,0
5,00	23,0	39,0	23,0	1,07	22,0	12,40	37,0	57,0	37,0	1,33	28,0
5,20	20,0	36,0	20,0	0,67	30,0	12,60	33,0	53,0	33,0	1,27	26,0
5,40	35,0	45,0	35,0	1,40	25,0	12,80	26,0	45,0	26,0	0,80	32,0
5,60	23,0	44,0	23,0	1,13	20,0	13,00	31,0	43,0	31,0	0,93	33,0
5,80	28,0	45,0	28,0	1,13	25,0	13,20	27,0	41,0	27,0	0,33	81,0
6,00	24,0	41,0	24,0	0,73	33,0	13,40	25,0	30,0	25,0	0,67	37,0
6,20	20,0	31,0	20,0	0,53	37,0	13,60	20,0	30,0	20,0	0,47	43,0
6,40	20,0	28,0	20,0	0,40	50,0	13,80	83,0	90,0	83,0	1,47	57,0
6,60	19,0	25,0	19,0	0,73	26,0	14,00	50,0	72,0	50,0	0,67	75,0
6,80	25,0	36,0	25,0	1,00	25,0	14,20	81,0	91,0	81,0	2,47	33,0
7,00	22,0	37,0	22,0	0,87	25,0	14,40	225,0	262,0	225,0	2,20	102,0
7,20	20,0	33,0	20,0	0,67	30,0	14,60	282,0	315,0	282,0	1,93	146,0
7,40	19,0	29,0	19,0	0,73	26,0	14,80	333,0	362,0	333,0	-----	----

- 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)

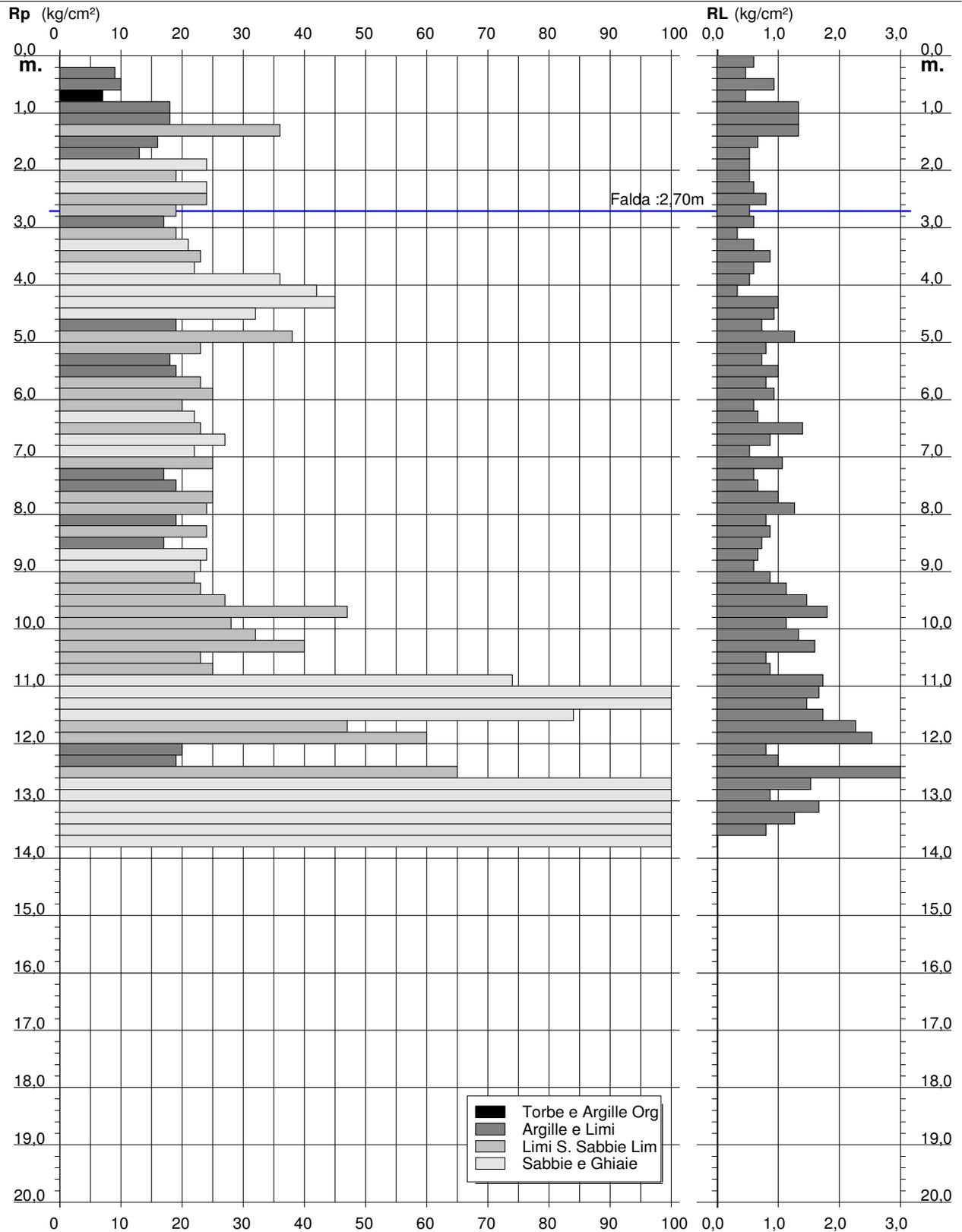
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,70 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



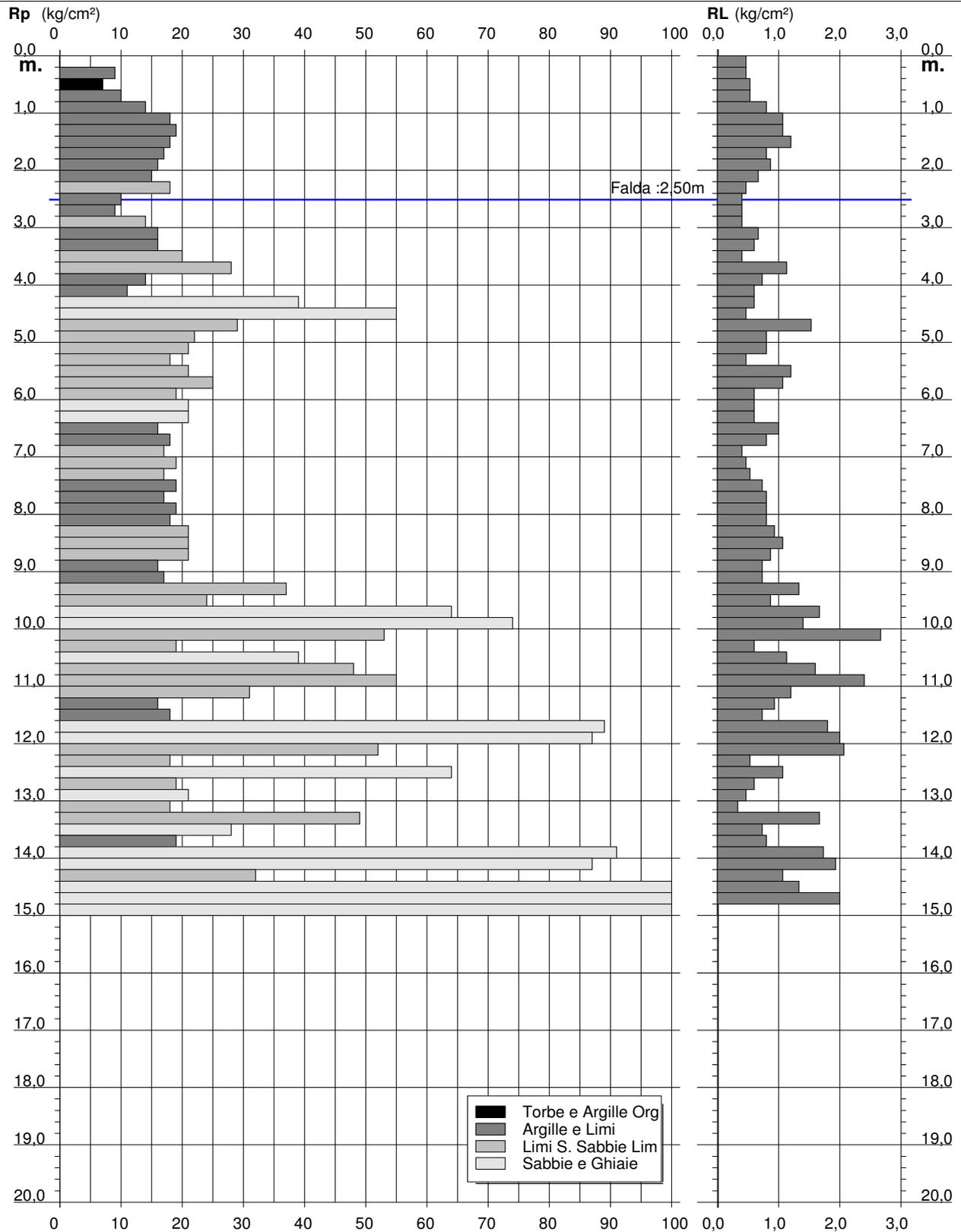
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



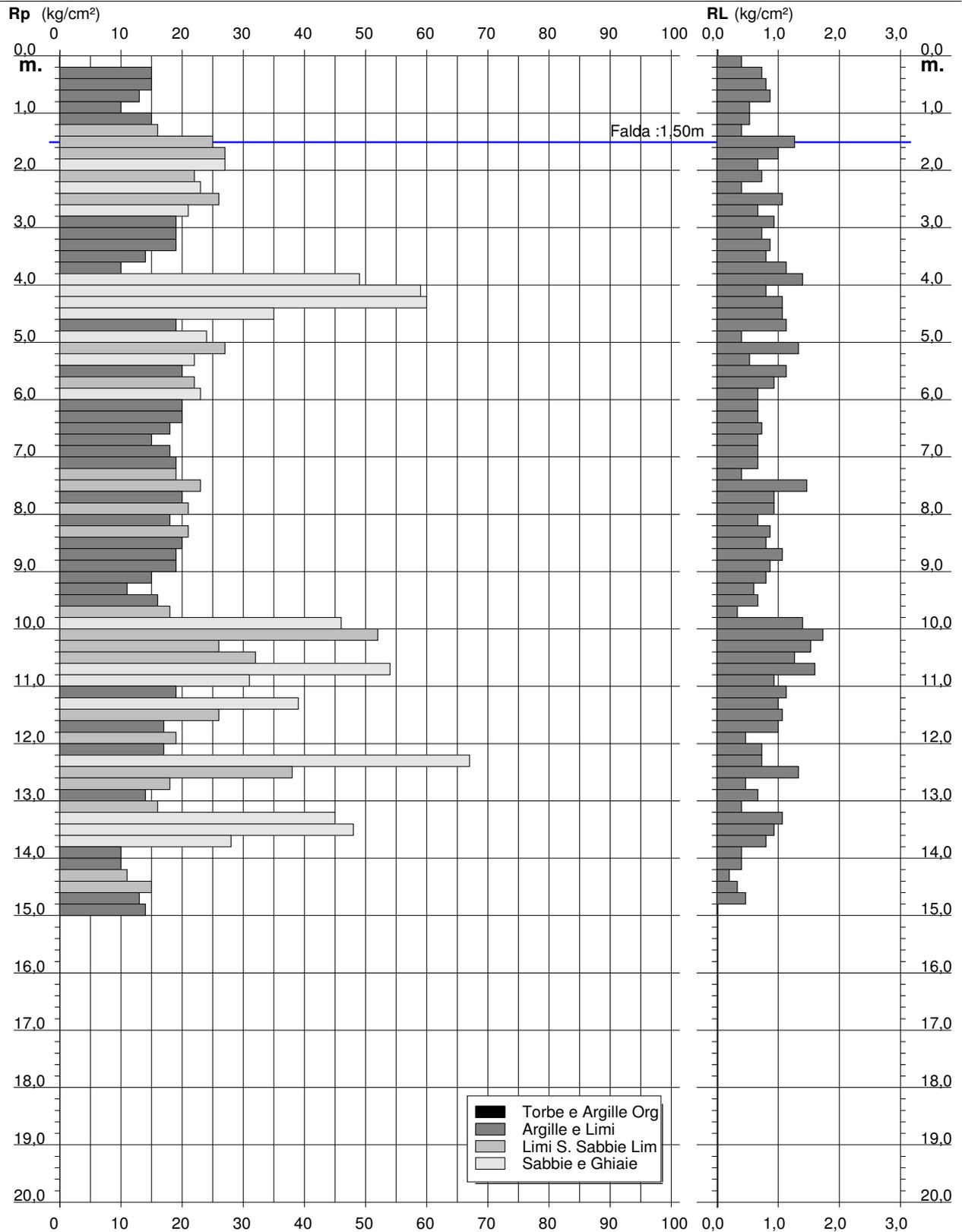
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



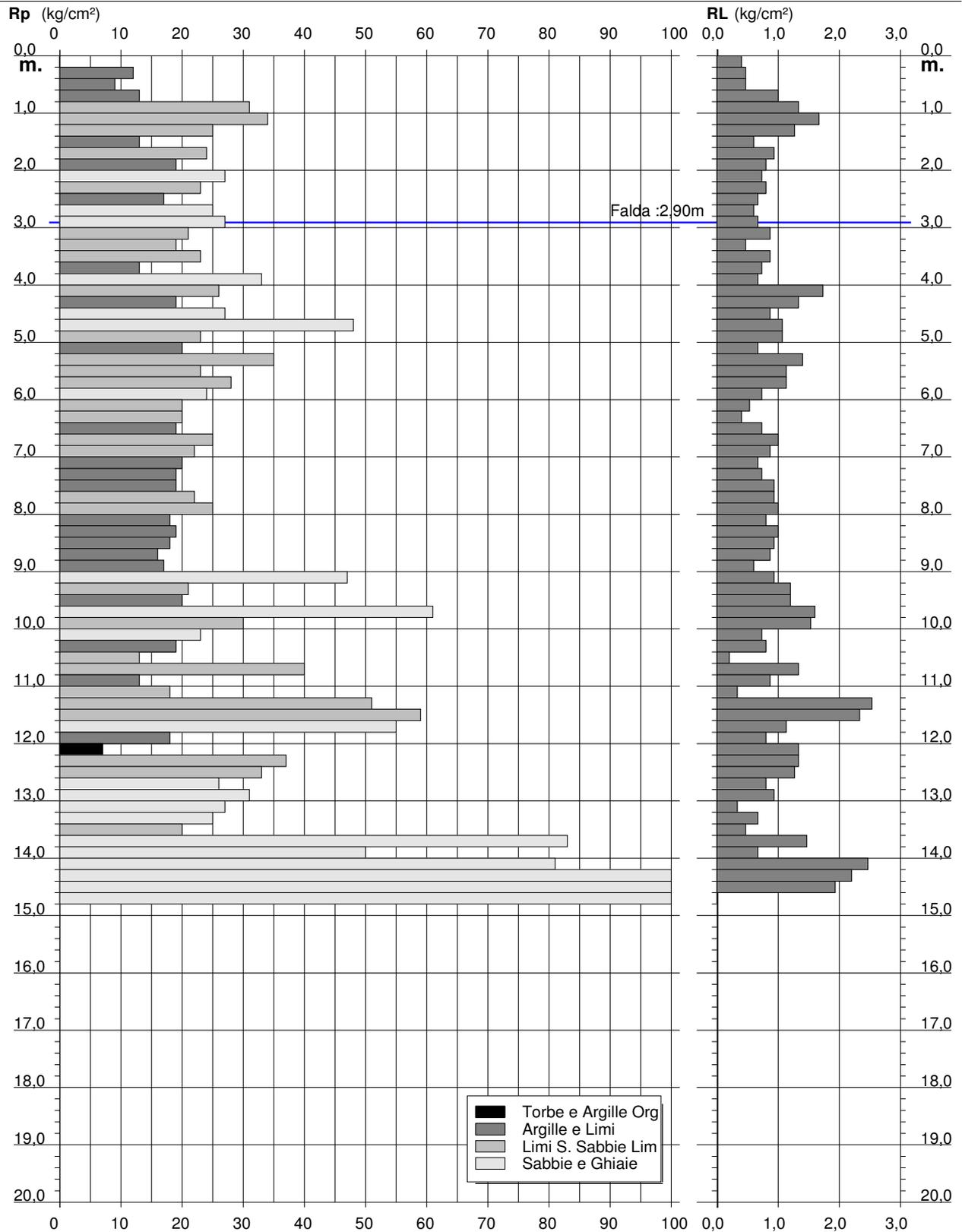
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



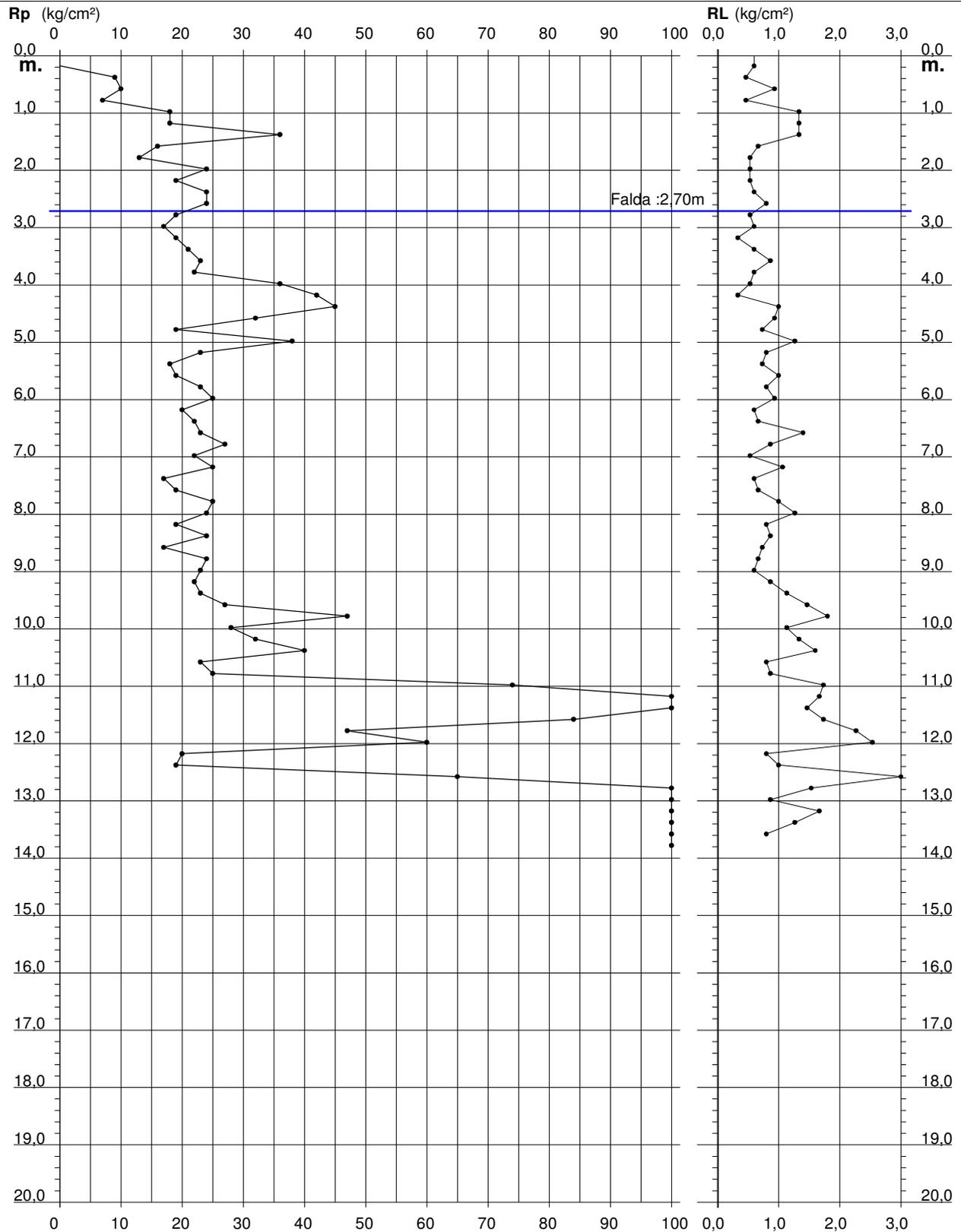
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,70 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



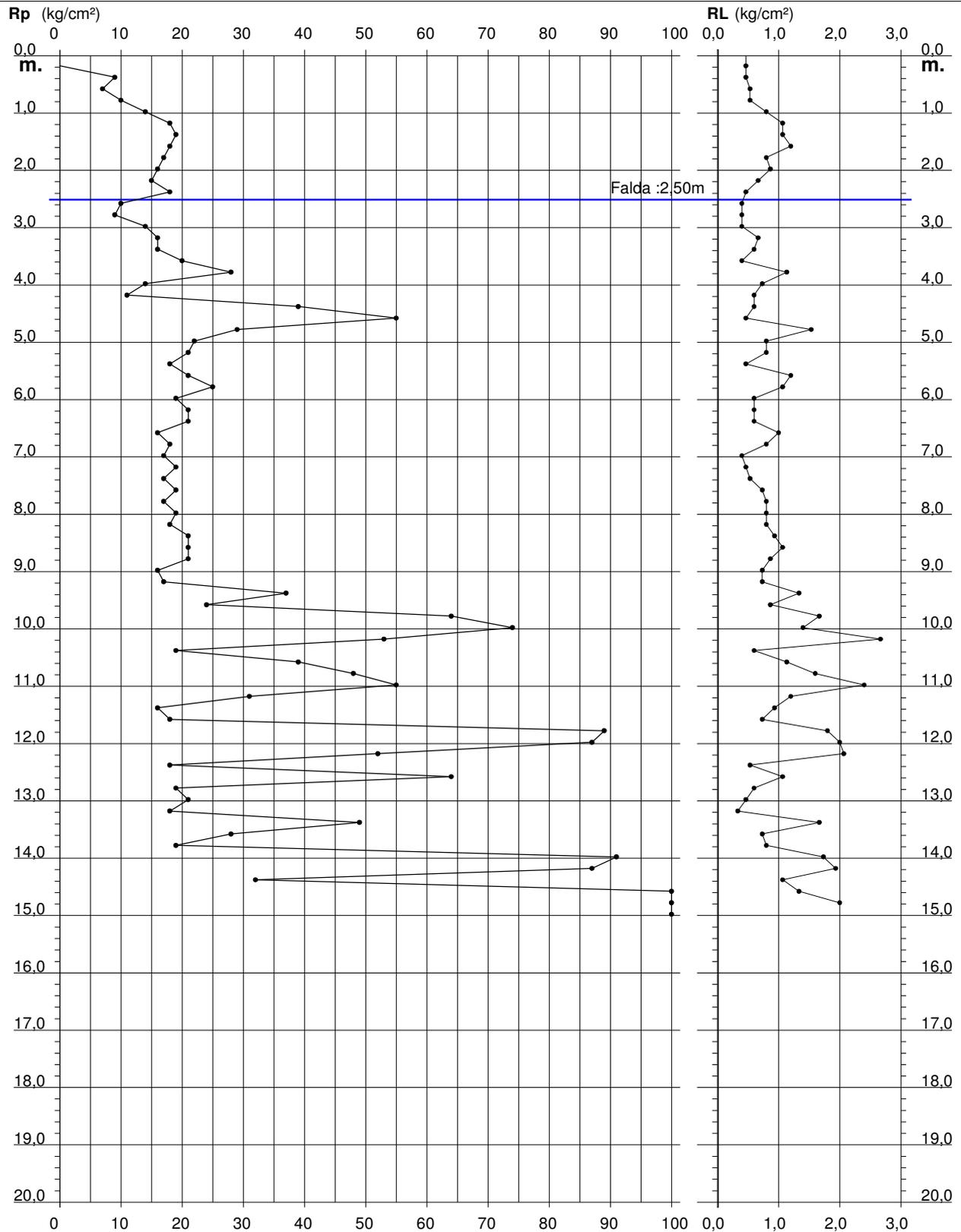
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



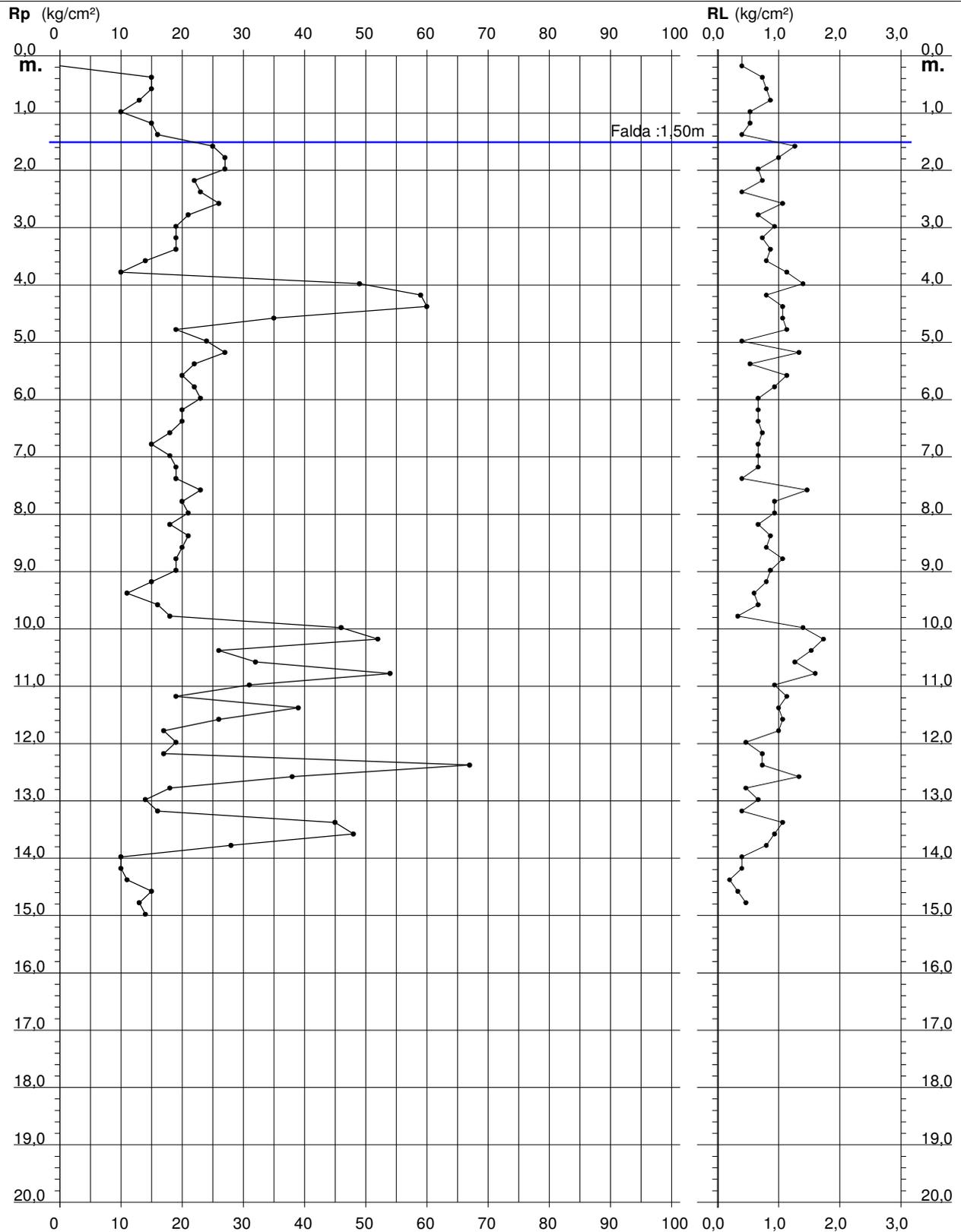
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



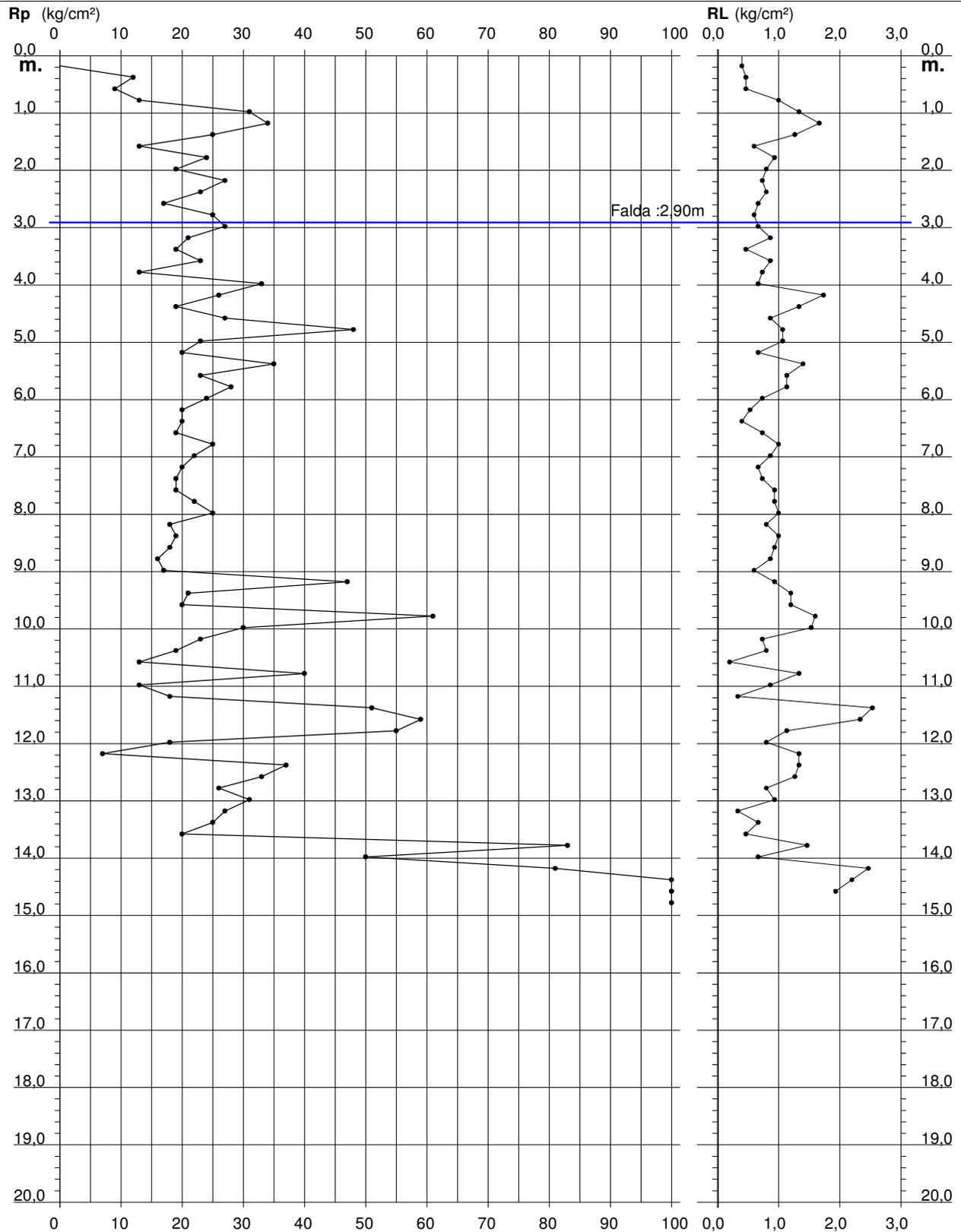
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



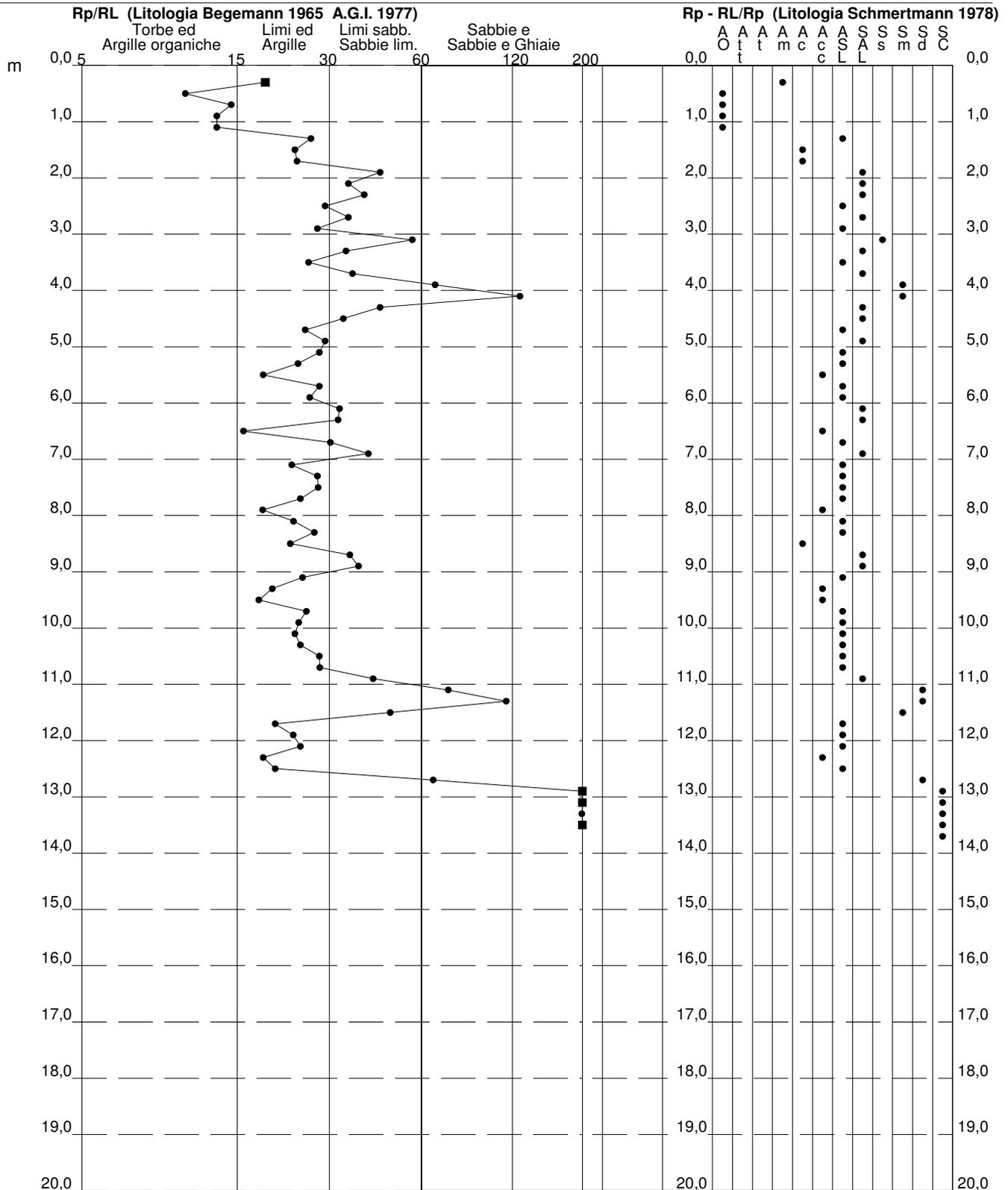
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2.010496-071

- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,70 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



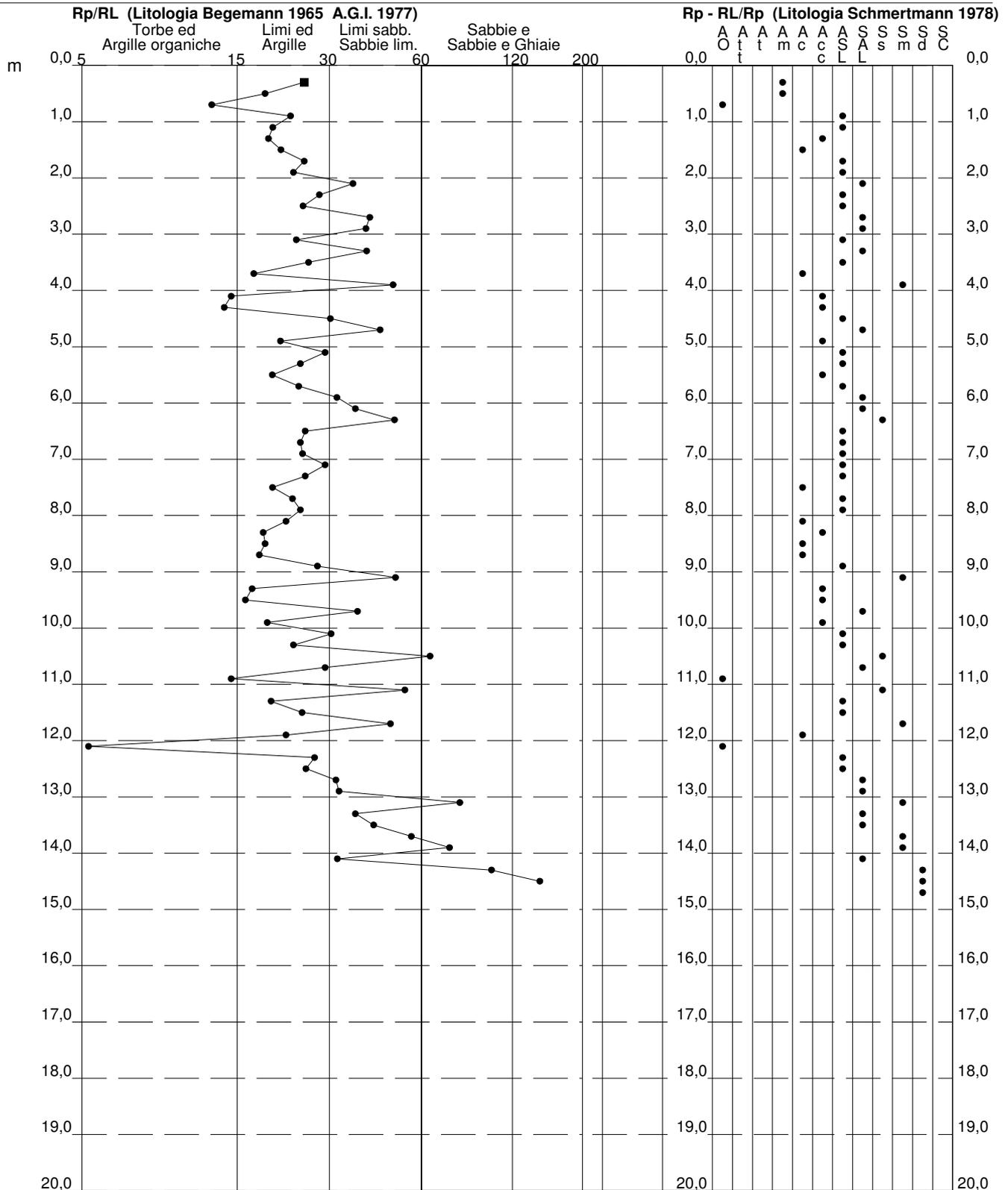
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

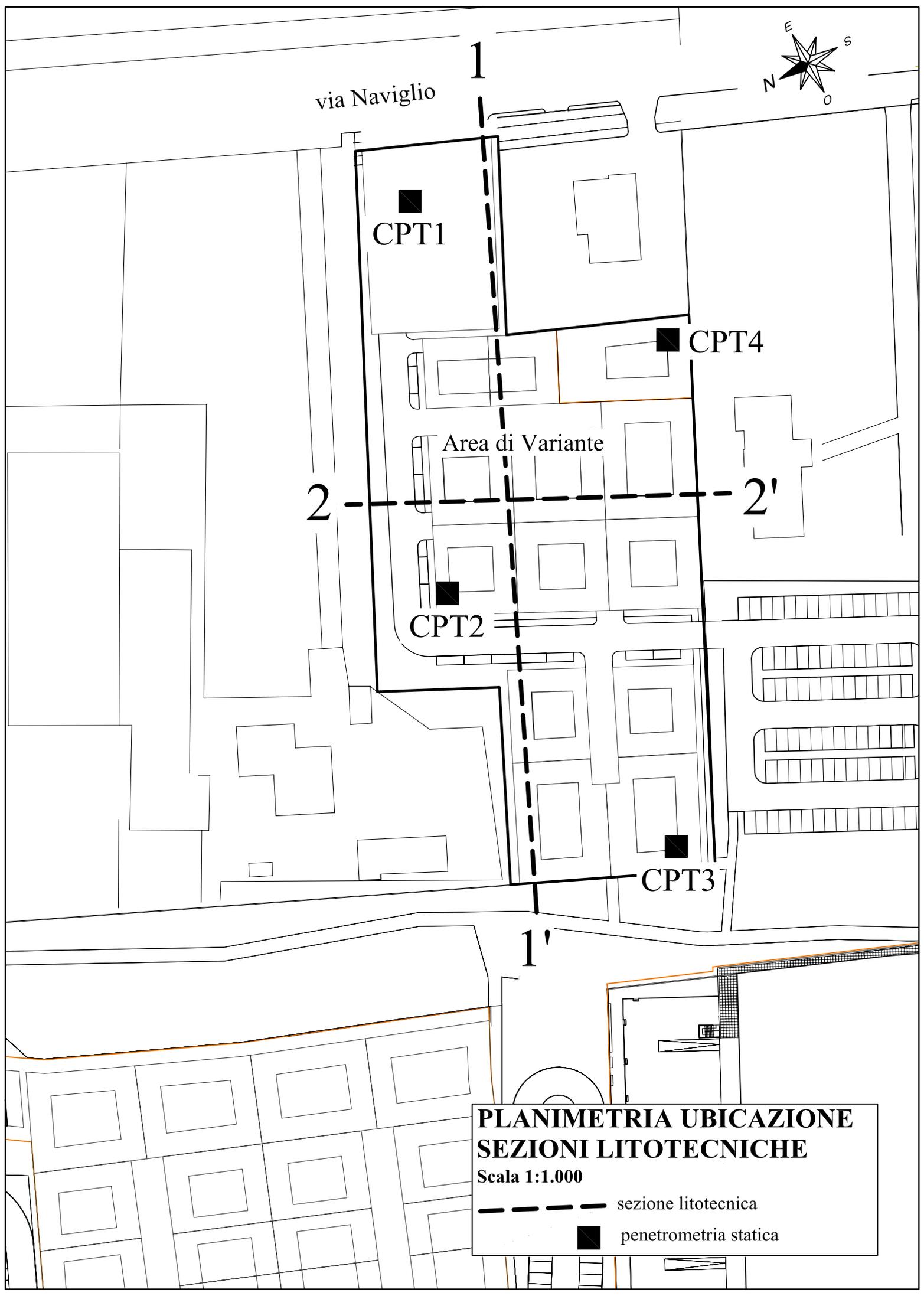
CPT 4

2.010496-071

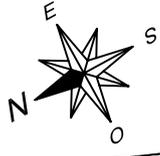
- committente : Studio Ortelli
- lavoro : nuova lottizzazione
- località : via Granarolo Faenza (RA)
- note :

- data : 30/05/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100





via Naviglio



CPT1

CPT4

Area di Variante

2

2'

CPT2

CPT3

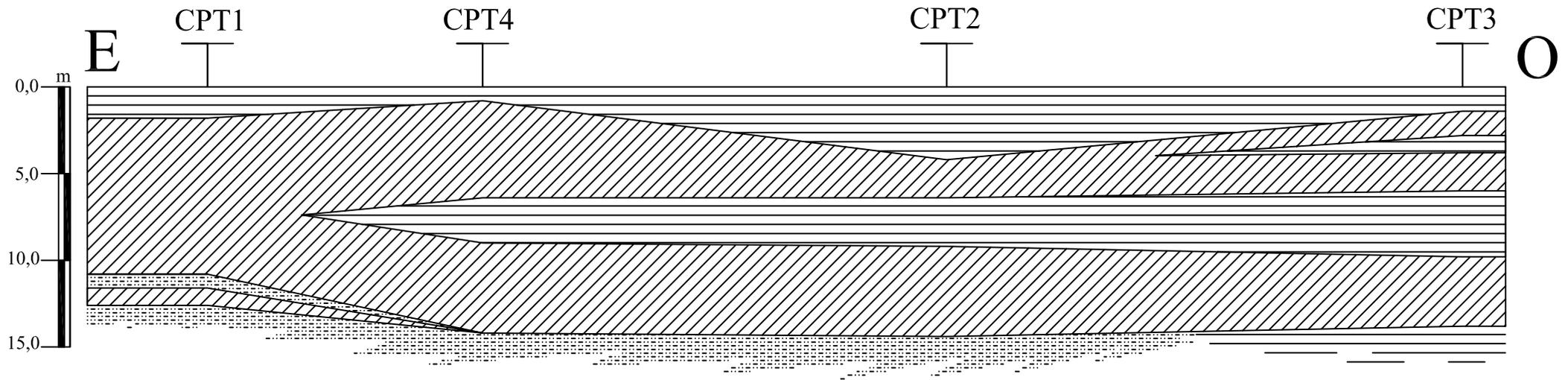
1'

**PLANIMETRIA UBICAZIONE
SEZIONI LITOTECNICHE**
Scala 1:1.000

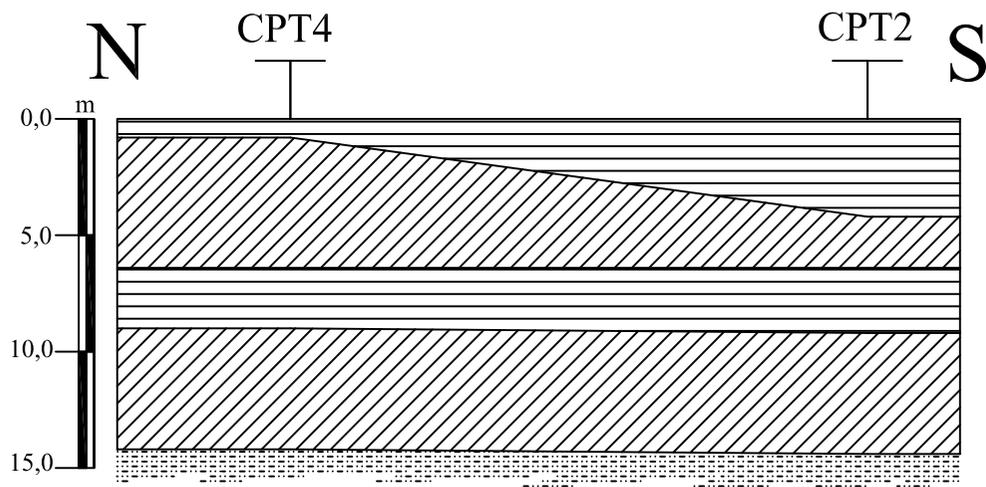
----- sezione litotecnica

■ penetrometria statica

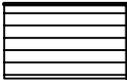
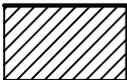
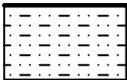
SEZIONE 1 - 1'



SEZIONE 2 - 2'



Legenda

-  Unita' (A) - $0,0 < R_p < 20$
-  Unita' (B) - $20,0 < R_p < 100$
-  Unita' (C) - $R_p > 100$