

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO**  
**ATTIVITA' COMMERCIALE**  
**AREA ROSSETTI MARKET**  
**ALSENO (PC)**

**PROCEDURA DI VIA**

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

**ESTENSORI:**

**COMMITTENTE:**

**PARMAGEO**  
INDAGINI GEOGNOSTICHE

Via Argini Sud n°31,  
Tel/Fax. 0521/681030  
[info@pamageo.com](mailto:info@pamageo.com)  
[www.pamageo.com](http://www.pamageo.com)



Dott. Geol. Enrico Faccini



Rossetti Market Srl  
Via Emilia Ovest n. 9  
29010 Alseno (PC)

## INDICE

<b>A.1</b>	<b>Premessa</b>	<b>4</b>
<b>A.2</b>	<b>Normative di riferimento</b>	<b>4</b>
<b>A.3</b>	<b>Localizzazione del sito</b>	<b>5</b>
A.3.1	Descrizione sintetica del progetto	6
<b>B.</b>	<b>Inquadramento geologico ed idrogeologico</b>	<b>9</b>
<b>B.1</b>	<b>Quadro geologico</b>	<b>9</b>
B.1.1	Stratigrafia	10
B.1.1.1	Subsintema di Ravenna - AES8	10
B.1.1.2	Subsintema di Ravenna - Unità di Modena - AES8a	10
B.1.1.3	Subsintema di Villa Verucchio (AES7)	11
B.1.1.4	Subsintema di Agazzano (AES3)	11
<b>B.2</b>	<b>Aspetti geomorfologici</b>	<b>12</b>
<b>B.3</b>	<b>Idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi</b>	<b>16</b>
B.3.1	Piezometria	19
B.3.2	Vulnerabilità	19
<b>C.</b>	<b>Dati geognostici</b>	<b>22</b>
<b>C.1</b>	<b>Dati geognostici e stratigrafici bibliografici</b>	<b>22</b>
C.1.1	Prove penetrometriche statiche (CPT)	24
C.1.1.1	CPT 1997-1998	24
C.1.1.2	CPT 2017	24
C.1.2	Indagine sismica MASW	28
C.1.3	Misure di rumore sismico con tecnica a stazione singola (HV)	28
C.1.4	Sondaggi a carotaggio continuo	29
C.1.5	Prove di laboratorio geotecnico	31
<b>C.2</b>	<b>Campagna di indagini Luglio – Agosto 2022</b>	<b>35</b>
C.2.1.1	Prove penetrometriche statiche CPT	36
C.2.1.1	Prove penetrometriche dinamiche DPSH	47
C.2.1.2	Stratigrafia ricostruita attraverso Sondaggi Ambientali	48
C.2.1.3	Indagine sismica Re.Mi.+MASW	49
<b>D.</b>	<b>Schema litologico e modello geologico-tecnico</b>	<b>50</b>
<b>D.1</b>	<b>Parametri meccanici</b>	<b>52</b>
D.1.1	Resistenza alla punta (qc) nelle prove penetrometriche statiche (CPT)	52
D.1.2	Numero di colpi (N) nelle prove penetrometriche dinamiche (DIN o DPSH)	52
D.1.3	Coesione non drenata (Cu)	53
D.1.4	Modulo Edometrico (M)	53
D.1.5	Resistenza al taglio e densità relativa	54
D.1.6	Modulo di Young [modulo di elasticità] (E)	56
<b>E.</b>	<b>Modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione</b>	<b>57</b>
<b>E.1</b>	<b>Sismicità</b>	<b>57</b>
E.1.1	Zonazione sismica e pericolosità	57
E.1.2	Classificazione sismica	58
<b>E.2</b>	<b>Elementi di microzonazione sismica</b>	<b>60</b>
E.2.1	Rischio sismico da PTCP Piacenza	60
E.2.2	Microzonazione sismica Comune di Alseno	61
<b>E.3</b>	<b>Azioni sismiche ai sensi NTC2018</b>	<b>66</b>
E.3.1	Categorie di sottosuolo	66

E.3.2	Categorie topografiche	66
E.3.3	Parametri sismici di calcolo	67
<b>F.</b>	<b>Requisiti di sicurezza del terreno di fondazione e stabilità globale</b>	<b>70</b>
<b>F.1</b>	<b>Stabilità nei confronti della liquefazione</b>	<b>70</b>
F.1.1	Verifica della suscettività dei terreni alla liquefazione	70
<b>G.</b>	<b>Considerazioni finali</b>	<b>74</b>
<b>ALLEGATO 1 - Indagini geognostiche pregresse</b>		<b>79</b>
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (1997-1998)		79
INDAGINE SISMICA MASW (2008)		82
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO (2012)		83
PROVE DI LABORATORIO (2012)		92
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (2017)		93
<b>ALLEGATO 2 - Indagini geognostiche 2022</b>		<b>94</b>
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT) E DINAMICHE (DPSH)		94
REPORT INDAGINI SISMICHE		95

### ELABORATI CARTOGRAFICI

TAV.GEO 1a - 1b\_Carta geologica - scala 1:5.000 e scala 1:2.000

TAV.GEO 2a - 2b\_Carta geomorfologica - scala 1:5.000 e scala 1:2.000

TAV.GEO 3a - 3b\_Carta idrogeologica - scala 1:5.000 e scala 1:2.000

TAV.GEO 4\_Ubicazione indagini - scala 1:250

TAV.GEO 5\_Sezioni geologiche interpretative - scala 1:500

#### LAVORO A CURA DI:

#### **Parmageo S.r.l.**

Via Argini Sud n°31  
Tel/Fax. 0521/681030  
[info@parmageo.com](mailto:info@parmageo.com)  
[www.parmageo.com](http://www.parmageo.com)

Dott. Geol. Enrico Faccini  
Via Gramsci n°4, Basilicanova  
43022 (PR)  
Iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 297)  
C.F. FCCNRC53R03F473Y  
Pec: [parmageosrl.PR00@postepec.cassaedile.it](mailto:parmageosrl.PR00@postepec.cassaedile.it)  
Cellulare: 3488407096

## A.1 Premessa

Per incarico della ditta Rossetti Market S.r.l. è stato eseguito uno studio geologico e sismico relativo al “*Progetto di Ampliamento attività commerciale Rossetti Market*” sito in località Santa Maria Maddalena ad Alseno (PC). L'area oggetto d'indagine è ubicata a sud est del centro abitato di Alseno nei pressi della località S. Maria Maddalena.

Lo studio svolto ha contemplato:

- ✓ Inquadramento geologico e geomorfologico: in esso vengono descritte le formazioni e le litologie presenti nell'area;
- ✓ Ricostruzione stratigrafica ed idrogeologica alla luce delle indagini geognostiche reperite ed eseguite;
- ✓ Caratterizzazione meccanica del sottosuolo;
- ✓ Modellazione sismica di base del sito in esame;
- ✓ Analisi di fattibilità geologica e sismica.

## A.2 Normative di riferimento

- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 *Costruzioni in zona sismica*
- D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*
- D.M 17 gennaio 2018. *Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”*.
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti n.7 del 21/01/2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- D.A.L. 112/2007. Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, c.1 della L.R. 20/2000 per “*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*”
- L.R. 19 del 30.10.2008. *Norme per la riduzione del rischio sismico*.
- D.G.R. 1373/2011. *Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità di controllo degli stessi ai sensi dell'art. 12, comma 1 e dell'art. 4, comma 1 della L.R. 19 del 2008 e smi per la riduzione del rischio sismico*.
- DGR.2193/2015 “Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato “*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*” di cui alla DAL 2/05/2007 n.112”.
- D.G.R. n°1164 del 23/07/2018 “*Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna*”
- D.G.R. n.630 del 29/04/2019 “*Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (Artt.22 e 49, L.R. 24/2017)*”.
- DGR 476/2021 (e DGR integrativa n. 564/2021) “*Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)*” di cui alla *Deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n. 630*”

### A.3 Localizzazione del sito

L'area è ubicata nella Carta Tecnica Regionale elemento 180121 "ALSENO" alla scala 1:5.000, ad una quota di circa 74-80 m s.l.m. Sono state individuate le seguenti coordinate geografiche dell'area in esame:

WGS84: Latitudine 44.885760° Longitudine 9.987996°; ED50: Latitudine 44.886702° Longitudine 9.989027°.

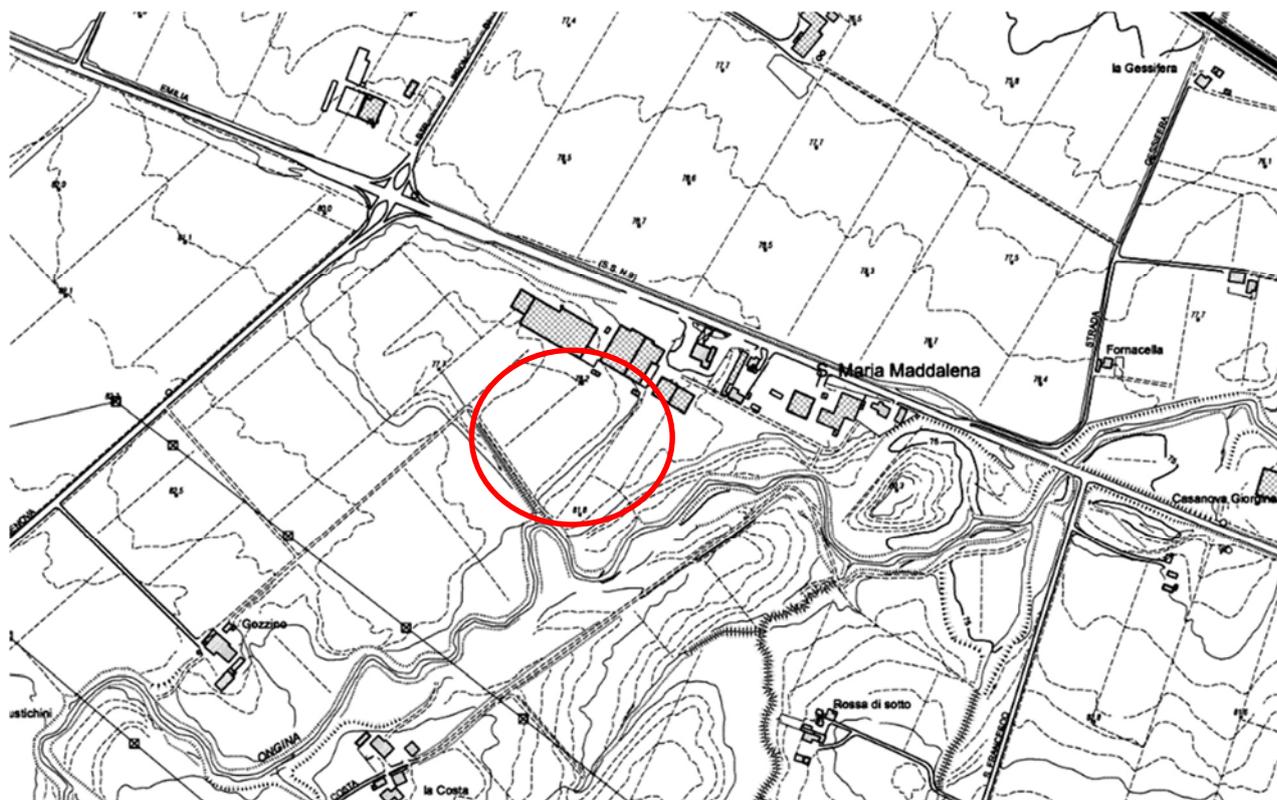


Figura 1. Ubicazione dell'area su CTR non in scala. Nel cerchio rosso è compresa l'area in esame.



Figura 2. Ubicazione dell'area in esame da foto Google Earth (24/06/2021). Nel cerchio rosso è compresa l'area in esame.

### A.3.1 Descrizione sintetica del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi capannoni ad uso magazzino, funzionali all'area commerciale del Rossetti Market, in progetto a sud degli edifici esistenti, un ampliamento dell'area di parcheggio presso zona sud del centro commerciale e la realizzazione di una nuova vasca di laminazione.

L'area di intervento è compresa nel Foglio 26 e interessa i mappali 112, 129, 150, 169, 182, 185, 146, 194, 196 ed in parte 104.

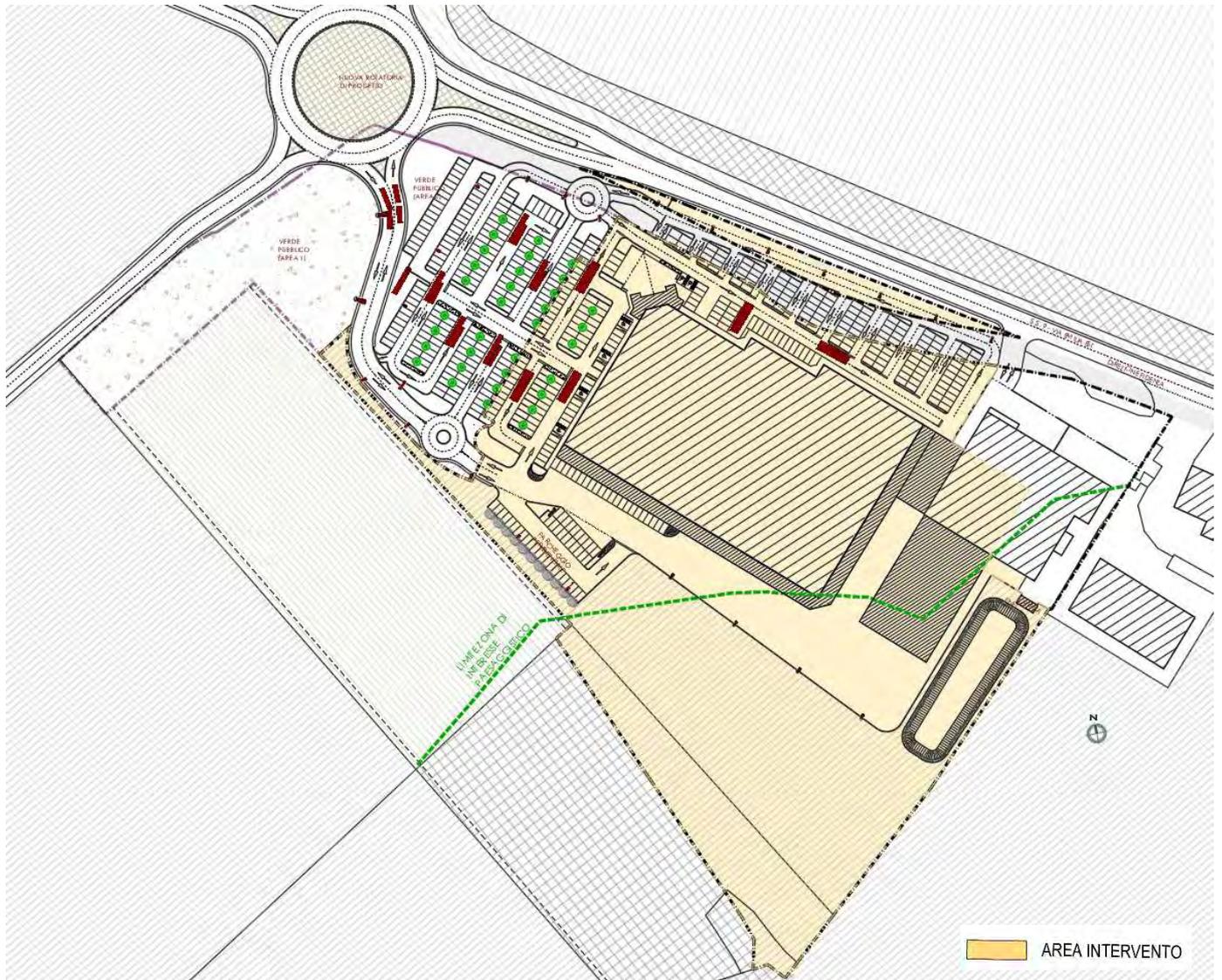


Figura 3. Planimetria stato di fatto.



Figura 4. Planimetria stato di fatto con sovrapposizione stato di progetto (in rosso gli edifici e pertinenze in progetto).



Figura 5. Dettaglio area in esame - Planimetria stato di fatto con sovrapposizione stato di progetto (in rosso gli edifici e pertinenze in progetto).



Figura 6. Planimetria stato finale.

## B. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### B.1 Quadro geologico

L'area in esame ricade nel Foglio Geologico 180 "SALSOMAGGIORE TERME" della carta geologica in scala 1:50.000 ed è caratterizzata principalmente dalla presenza di depositi di piana alluvionale appartenenti al Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (AES8a).

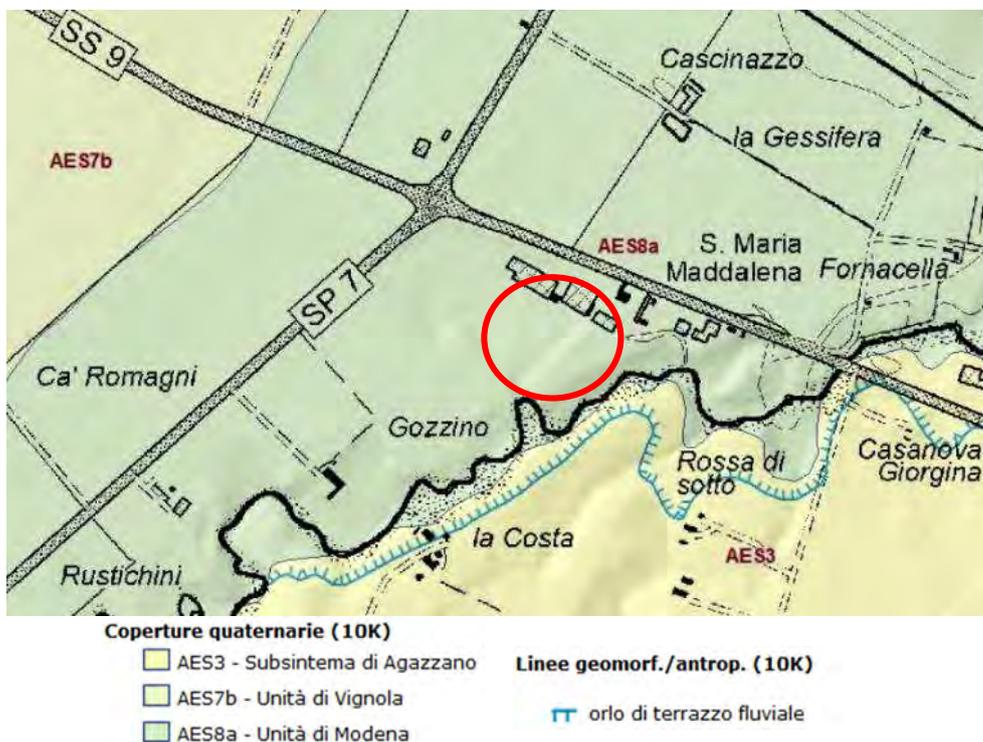


Figura 7. Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

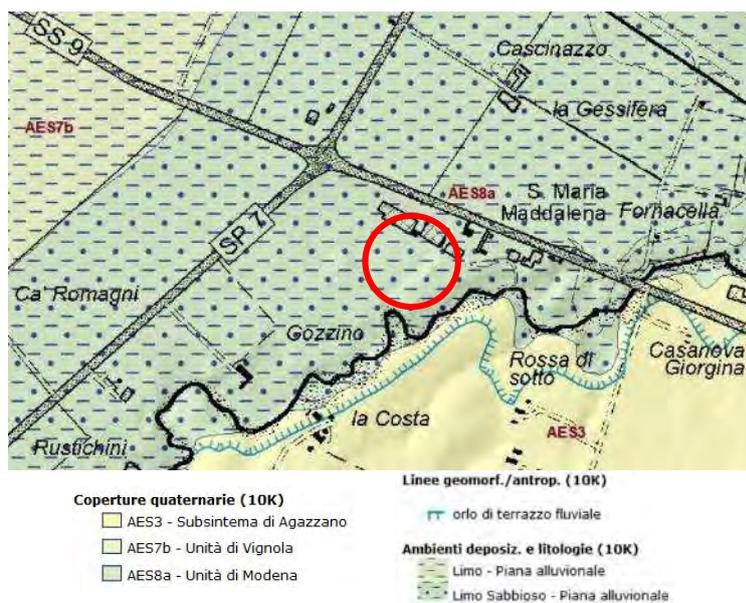


Figura 8. Estratto dalla carta geologica del progetto CARG (con indicazione ambiente deposizionale e litologie) disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

### B.1.1 Stratigrafia

Le unità geologiche affioranti nell'area in esame possono essere raggruppate all'interno del ciclo Quaternario Continentale, denominato Supersistema Emiliano-Romagnolo (equivalente all'Allogruppo Emiliano-Romagnolo di R.E.R., ENI-AGIP, 1998<sup>1</sup>) nel quale sono state individuate due unità principali: un'unità inferiore, detta Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore della pubblicazione citata) ed un'unità superiore, detta Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore della pubblicazione citata). Nell'area in esame il Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore non è affiorante, mentre i depositi del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore sono presenti nelle zone di pianura e al passaggio tra i rilievi collinari appenninici e la pianura.

Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore è stato suddiviso in cinque subsistemi identificabili in affioramento mediante caratteristiche morfo-pedostratigrafiche: si tratta infatti di conoidi alluvionali terrazzate, le cui superfici deposizionali relitte, poste a quote diverse e separate da scarpate erosive, presentano un'evoluzione pedostratigrafica differente. I subsistemi più recenti sono quelli affioranti nell'area in esame e coincidono con il Subsistema di Ravenna (AES8) all'interno del quale si distingue su base stratigrafica l'Unità di Modena (AES8a). Le descrizioni seguenti sono tratte dalle note illustrative della carta geologica disponibile sul sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>. L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un'unità geologica denominata in letteratura Subsistema di Ravenna (AES8) ed in particolare dell'Unità di Modena (AES8a) di seguito descritte.

#### B.1.1.1 Subsistema di Ravenna - AES8

Questa unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, ricoperti da una coltre limoso-argillosa discontinua e da limi, talora sabbiosi, di limitato spessore (3-4 m), interpretabili rispettivamente come depositi di conoide alluvionale, di interconoide e del reticolo idrografico minore. Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante sul substrato pliocenico e su AES3, AES7. Il fronte di alterazione è di moderato spessore (da qualche decina di cm fino ad 1 m) ed i suoli presentano gli orizzonti superficiali decarbonatati o parzialmente decarbonatati. Il profilo è costituito dagli orizzonti A-Bw-Bk (C); Hue degli orizzonti B 2.5Y-10YR. Nei settori intravallivi il subsistema è costituito da depositi alluvionali terrazzati che occupano porzioni ormai abbandonate dal corso d'acqua e risultano terrazzati in vari ordini a diverse quote al di sopra dell'alveo, in relazione all'età del deposito; tali depositi possono essere rimobilizzati solo in casi di piene eccezionali e solo per gli ordini di terrazzi più giovani, sono quindi fissati da vegetazione stabile. Questi depositi sono in genere ricoperti da sedimenti fini siltoso-argillosi con subordinate sabbie, che presentano differente grado di pedogenesi a seconda dell'età del deposito. Il suolo al tetto dell'unità è localmente ricoperto da una sottile coltre colluviale (0.5-1 m). Lo spessore massimo di questa unità è inferiore a 20 metri. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. È sede di attività agricola diffusa, di insediamenti produttivi e, localmente, di nuclei abitati ed affiora in tutto il settore settentrionale del Foglio 180. In affioramento, invece, su base geologica, archeologica e pedostratigrafica vengono distinti i depositi sommitali di AES8 ed attribuiti ad una unità stratigrafica denominata "unità di Modena". L'età dell'unità è Pleistocene superiore – Olocene (post circa 18.000 anni B.P.).

#### B.1.1.2 Subsistema di Ravenna - Unità di Modena - AES8a

L'unità è costituita da ghiaie prevalenti con livelli e lenti di sabbie, ricoperte da una coltre limoso-argillosa discontinua. Il fronte di alterazione è di limitato spessore (poche decine di cm) ed a profilo A-C (Entisuoli) e, localmente, A-Bw-C (Inceptisuoli); Hue dell'orizzonte Bw 10YR-2.5Y. Lo spessore massimo dell'unità è di qualche metro. In contesto intravallivo e di pianura questi sedimenti costituiscono depositi alluvionali terrazzati, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua. La scarpata fluviale che la separa dalla parte più antica del Subsistema di Ravenna varia da 1 a 2 m di altezza, mentre la scarpata fluviale che la separa dalle alluvioni attuali varia da 0.5 a 3 m di altezza.

<sup>1</sup> REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp..

Localmente è sede di attività agricola e talora di insediamenti produttivi. Non sono disponibili datazioni radiometriche o geoarcheologiche nell'area del Foglio, tuttavia all'Unità di Modena è attribuita, a livello regionale e su base archeologica, un'età post-romana, probabilmente post IV-VII sec. d.C. Verso sud, a causa della mancanza di dati significativi relativi ai suoli, alle relazioni stratigrafiche latero-verticali ed al riconoscimento delle superfici di discontinuità, vengono meno gli elementi sulla base dei quali le stesse unità stratigrafiche sono definite; pertanto, nel contesto intravallivo, si è utilizzato un criterio basato sulle caratteristiche morfologiche e dinamiche dei depositi alluvionali.

#### B.1.1.3 Subsistema di Villa Verucchio (AES7)

Questa unità è diffusa nella fascia centrale e nel settore nord-occidentale del Foglio 180 e corrisponde ad estese aree terrazzate, in genere adiacenti a quelle attribuite al Subsistema di Agazzano, basculate verso N-NE (pendenza 0.5-2%), a quote comprese tra 250 e 100 m s.l.m.; queste aree sono costituite da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, con locali intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi, attribuibili ad ambienti di conoide alluvionale. Localmente sono presenti limi e limi sabbiosi prevalenti, interpretabili come depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore. Il contatto di base è erosivo e discordante con AES (indifferenziato), AES3, CMZ, ATS e BDG, mentre il limite di tetto è costituito dalla superficie deposizionale relitta coincidente con la superficie topografica. Nell'area del Foglio il subsistema di Villa Verucchio raggiunge lo spessore massimo di 30 m circa. Sulla base della quota delle superfici topografiche (del tetto delle ghiaie per i terrazzi intravallivi) e del profilo di alterazione pedogenetica, sono state individuate e cartografate due unità informali (unità di Niviano e unità di Vignola), in parte a limiti inconformi, denominate unità morfo-pedostratigrafiche.

#### Unità di Vignola (AES7b)

È costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, ricoperti da una coltre limoso-argillosa discontinua; in contesto intravallivo è rappresentata da depositi terrazzati, mentre in pianura è rappresentata da depositi di conoide ghiaiosa; la scarpata che la separa dal Subsistema di Ravenna è di ordine metrico e l'unità è sede di attività agricola diffusa e di nuclei abitati. Il fronte di alterazione è di discreto spessore (1.5-2 m) e sono presenti suoli non calcarei, talora con evidenze di accumulo di argilla illuviale. Il profilo è differenziato in orizzonti A-Bw-BC-C e A-Bt-BCK-C; Hue degli orizzonti Bw e Bt 5YR. Il colore rossastro è connesso alla cristallizzazione degli ossidi di Fe, liberati in seguito ai processi di alterazione. In corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati in contesto intravallivo, il suolo al tetto dell'unità è localmente ricoperto da una coltre colluviale che può raggiungere anche i 3-4 m di spessore. Lo spessore massimo di questa unità è di circa 15 m. L'unità di Vignola aveva già concluso la sua deposizione in epoca romana, ed era occupata da insediamenti stabili quali Quarto, Settima e Ottavello. Tuttavia, durante il deterioramento climatico post-romano e fino al XIX secolo, fu periodicamente soggetta ad alluvionamenti; questo ha fatto sì che la porzione di pianura attribuita all'unità di Vignola sia caratterizzata da depositi alluvionali complessi e da locali ringiovanimenti del profilo pedostratigrafico. Pleistocene superiore.

#### B.1.1.4 Subsistema di Agazzano (AES3)

Affiora nel Foglio 180 in corrispondenza di estese aree terrazzate a nord di Castell'Arquato, tra le valli del Nure, del Riglio e del Chero, nella fascia di raccordo tra pianura e rilievi montuosi, e in piccoli lembi presso Salsomaggiore. Si tratta di unità profondamente incise e basculate verso N-NE (pendenza 2-4%), a quote comprese tra 380 e 150 m s.l.m., costituite da prevalenti depositi ghiaiosi e, localmente, da depositi più fini. I depositi grossolani sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti di colore grigio-nocciola, giallo-rossastro all'alterazione e sono interpretabili come sedimenti di conoide alluvionale. I depositi fini sono costituiti, invece, da limi stratificati prevalenti, grigio-nocciola, giallo-ocracei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie e sono interpretati come sedimenti di ambiente di interconoide e del reticolo idrografico minore. Come nell'unità precedente, entrambi i depositi possiedono una copertura fine, prevalentemente limoso-argillosa, di colore giallastro e dello spessore massimo di 4 m. Il fronte di alterazione dell'unità è generalmente molto evoluto e del tutto paragonabile a quello dell'unità precedente. Il contatto di base del Subsistema di Agazzano è erosivo e discordante con i depositi del Pliocene e con quelli del Supersistema del Quaternario Marino. Pleistocene medio.

Si riporta di seguito un estratto della “Carta del tetto delle ghiaie – Subsistemi di Ravenna e di Villa Verucchio” allegata al foglio geologico – 180 “SALSO MAGGIORE TERME” del progetto CARG alla scala 1:50.000.

Il sito oggetto della presente relazione si colloca in un’area di pianura compresa tra le isobate del tetto delle ghiaie dell’Unità di Vignola (AES<sub>7b</sub>) di 75 e 70 m s.l.m.



Figura 9. Estratto dalla “Carta del tetto delle ghiaie – Subsistemi di Ravenna e di Villa Verucchio – 180 “Salsomaggiore Terme” del progetto CARG

## B.2 Aspetti geomorfologici

L'attuale assetto del territorio è principalmente il risultato dell'azione fluviale e delle acque di scorrimento superficiali, sulla quale si è sovrapposta e sviluppata l'attività antropica. L'elemento idrografico principale per l'area in esame è il Torrente Ongina rispetto al quale l'area è ubicata in sinistra idrografica; il torrente si caratterizza per la presenza di meandri abbandonati con lanche fluviali residue e tracce di paleo alvei, nonché per forme morfologiche più recenti quali terrazzi e forme fluviali attivabili durante eventi di piena. L'area in esame ricade inoltre all'interno del conoide fossile del T. Ongina, con tetto del primo orizzonte continuo di ghiaie compreso tra le quote di 70 e 75 m s.l.m.

Come si osserva dalla carta geomorfologica del PSC di Alseno, riportata in Figura 11, l'attività antropica ha interessato queste aree in modo intensivo, utilizzate anche dal punto di vista estrattivo come testimonia la presenza di una cava dismessa, successivamente recuperata fini agricoli.

L'area in esame è caratterizzata da una pendenza compresa tra 1 e 5%. Non sono censite frane e/o dissesti.



Figura 10. Estratto dalla Tavola A3 del PTCP di Piacenza.

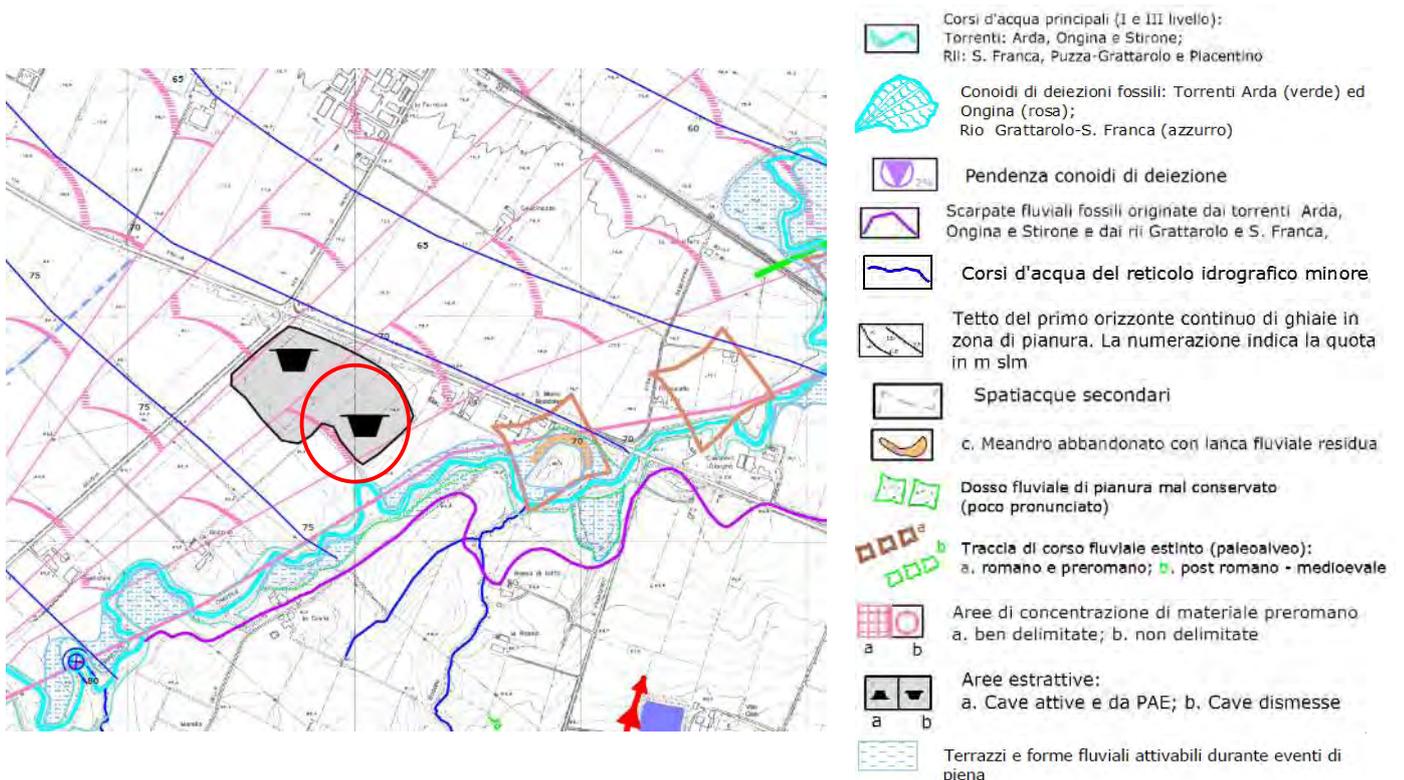
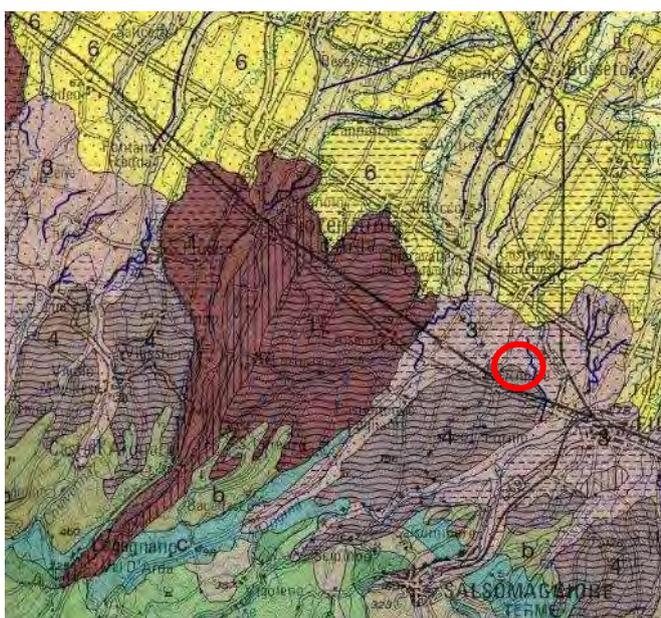


Figura 11. Estratto dalla tav. QC B10 "carta geomorfologica" del PSC di Alseno

Nella Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna (1999) l'area in studio è contraddistinta dalla presenza di sedimenti di "Conoidi e Terrazzi alluvionali", in particolare, è caratterizzata dalla presenza di "Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione".

Dal punto di vista pedostratigrafico l'area è caratterizzata da depositi ai primi stadi di alterazione, con fronte di alterazione <1m (50-100cm). Al tetto sono presenti suoli calcarei con differenziazione del profilo in orizzonti A-C, A-Bw-C. Al tetto ed all'interno dei sedimenti sono presenti reperti di Età Medievale e di Età Moderna. Olocene tardo antico (VI secolo d.c.) – Età Moderna.



- 1 Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto all'interno suoli a diverso grado di evoluzione
- 2 Sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto ed all'interno suoli a diverso grado di evoluzione
- 3 Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto ed all'interno suoli a diverso grado di evoluzione
- 4 Ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi. Depositi alluvionali indifferenziati
- 5 Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi. Depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione
- 6 Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione
- 9 Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude
- 10 Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione

Figura 12. Estratto dalla "Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna".

Il sito in esame risulta esterno alla perimetrazione delle fasce fluviali così come definite dal PAI/PTCP. Si riporta di seguito l'estratto della Tavola A1 "Tutela ambientale, paesaggistica e storico culturale" del PTCP di Piacenza in cui l'area risulta esterna alla delimitazione delle fasce fluviali individuate; il sito è compreso nelle zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Nella Tavola QC-B12 del PSC del comune di Alseno non sono presenti segnalazioni di eventi alluvionali nell'area in esame.



Figura 13. Estratto dalla Tavola A1 del PTCP di Piacenza.

Il Progetto di Piano di Gestione Rischio Alluvioni del Bacino del Fiume Po (PGR, disponibile al sito <https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>, il cui aggiornamento ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006 è stato adottato in data 20 dicembre 2021 con Delibera\_5/2021\_PGRPo dalla Conferenza Istituzionale Permanente) perimetra le aree allagabili, in riferimento ai tre scenari di piena previsti dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.lgs n.49/2010 così come sintetizzati nella tabella seguente.

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Figura 14. Estratto dalla Relazione IIA. "Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio" - Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni.

Nel Piano di Gestione delle Alluvioni, nella mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti, l'area in esame rientra principalmente in aree interessate da alluvioni rare L-P1 (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi) relativamente al Reticolo Principale di Pianura (RP). La porzione più a sud dell'area in esame risulta inoltre essere compresa in aree interessate da alluvioni poco frequenti M-P2 ed alluvioni frequenti H-P3.

In dettaglio, nelle immagini che seguono si riportano i limiti delle fasce di pericolosità del PGR.

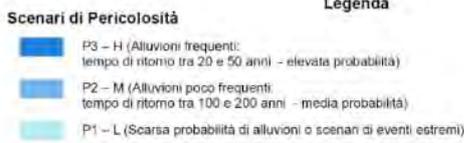


Figura 15. Piano di Gestione Alluvioni [estratto dal sito <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/cartografia>], (aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del marzo 2020).

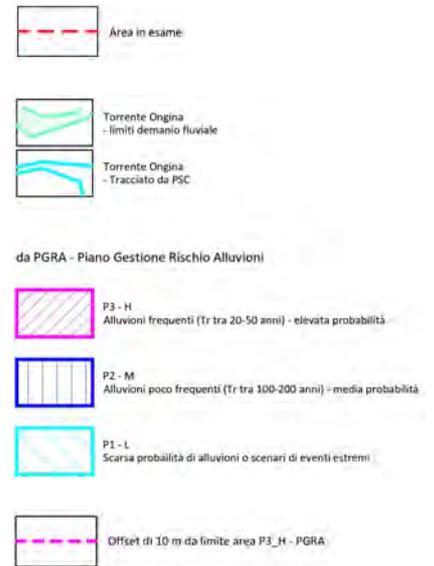


Figura 16. Inquadramento area – scenari di pericolosità fasce PGRA.

Si riporta inoltre, nell'immagine che segue, l'inquadramento dell'area in esame con visualizzazione delle Fasce del PAI, scaricabili al sito <https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>.

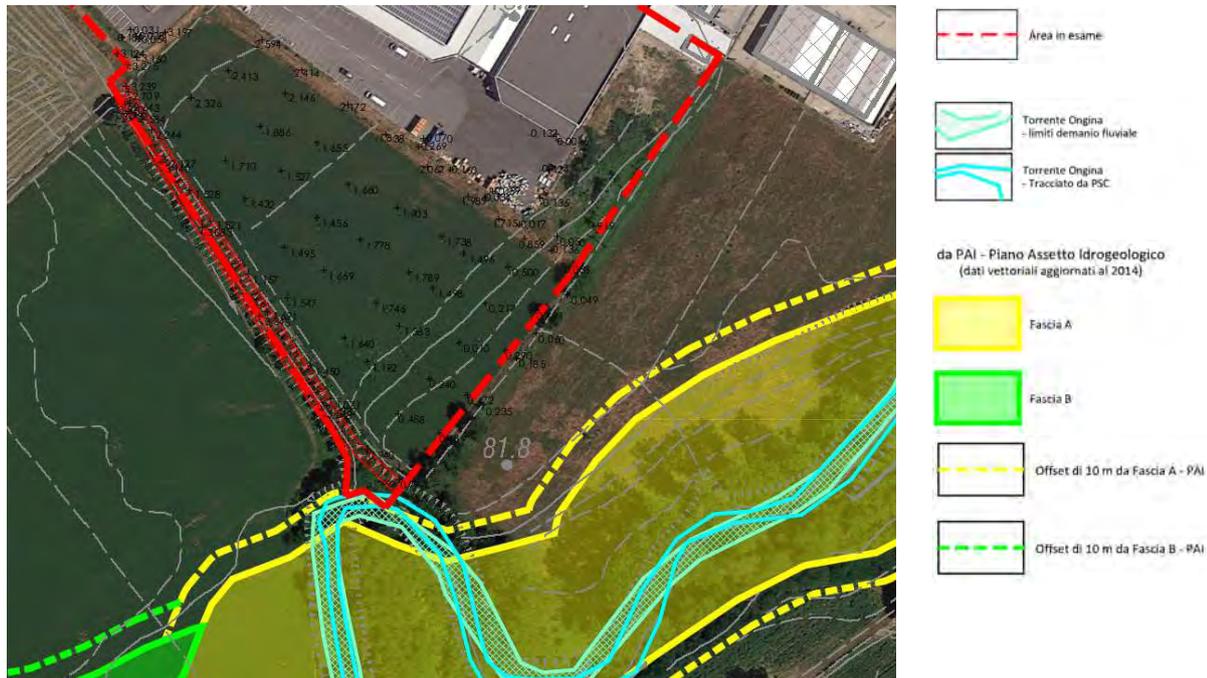


Figura 17. Inquadramento area – fasce PAI.

### B.3 Idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi

Sulla base degli studi “Riserve idriche dell’Emilia Romagna” (1988)<sup>2</sup> e del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna (2003) nell’area in esame sono stati individuati tre Gruppi Acquiferi separati da barriere di permeabilità di estensione regionale denominati informalmente A, B e C a partire dal piano di campagna. La storia tettonica e deposizionale del bacino padano ha influenzato le caratteristiche e l’architettura dei Gruppi Acquiferi. Il Gruppo più superficiale viene attualmente sfruttato intensamente, il Gruppo B ha importanza solo locale mentre l’acquifero più profondo è raramente sfruttato a causa della imponente copertura superficiale; la successione sedimentaria padana interessata dagli acquiferi identificati è plio-quadernaria ed ha carattere regressivo con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluviale e fluvio-glaciale ricoperto da depositi continentali.

Dal punto di vista gerarchico sono stati distinti tre Sequenze Principali (Supersintemi): il Supersintema del Pliocene medio-superiore, il Supersintema del Quaternario marino ed il Supersintema Emiliano-Romagnolo le cui geometrie vengono radicalmente modificate dagli eventi tettonici di sollevamento regionale.

L’organizzazione verticale delle porzioni deposizionali (facies) è costituita da una alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana che presentano talvolta, ad un grado minore, la medesima organizzazione interna. Queste unità, aventi un ciclo genetico di 40-100.000 anni, sono definite come Sequenze Deposizionali Elementari.

Le Sequenze Deposizionali Elementari possono essere sede di falda acquifera dolce, salata o salmastra e rappresentano i “mattoni” coi quali costruire il Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola (BIPER).

<sup>2</sup> Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP (1988) “Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna” a cura di G. Di Dio. S.EL.CA. (Firenze)

L'insieme dei sedimenti, già organizzati in Sequenze Deposizionali, costituenti il serbatoio padano, secondo R.E.R.-ENI-AGIP è compartimentato in Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali (UIS): un insieme di depositi con caratteri idrologici omogenei o distribuiti in modo da permettere una divisione interna in acquiferi, caratterizzati dall'aver alla base una facies fine scarsamente o per nulla permeabile (rispettivamente acquitardo o acquicludo) arealmente, in senso geologico, continuo e interessati, ad esclusione delle aree di ricarica, da flussi idrici interni confinati.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CROONSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRENERE (DILUVIAI) ALLUVIONI, TERRAZZI E ALLUVIONI	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLU SUPERIORE	UNITA' DI BORGIO PANIGALE	-0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE (DIOCENE)	A	A0	
	DILUVIAI P.D.			SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLU INFERIORE	-0.35-0.45		PLEISTOCENE MEDIO	B1
					FORMAZIONE PLUVIO-LACUSTRE			B2
								B3
FORMAZIONE DI QUARTELLO	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	B4						
UNITA' DI VALLA DEL MEDIO	UNITA' DI (DA) DI SOLA	SISTEMA QUATERNARIO MADRINO ?	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.65	0.89	C	C1	
MILAZZANO SABBIE DI CASTELVETRO (P.D.) SABBIE GALLE (S. NICOLA (P.D.))	SISTEMA QUATERNARIO MADRINO ?			-0.8			PLEISTOCENE INFERIORE	C2
				-1.0				C3
MILAZZANO e CALABRANO (P.D.) SABBIE DI CASTELVETRO (P.D.) SABBIE GALLE (S. NICOLA (P.D.))	SISTEMA QUATERNARIO MADRINO ?			-1.2			PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE	C4
CALABRANO (P.D.) SABBIE DI VIGNA TERICCIO FORMAZIONE DI TERZA (S. SOLE (P.D.))	SISTEMA QUATERNARIO MADRINO ?			-2.2				C5
CALABRANO (P.D.) FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO (P.D.)	SISTEMA QUATERNARIO MADRINO ?	-3.3-3.5	PLEISTOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITARDO BASALE				
P2 FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO (P.D.)	SUPERISISTEMA DEL PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE	-3.9						

Figura 18. Schema stratigrafico del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola (da "Le acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna. Modello concettuale" PTA, 2005)

Ogni Unità Idrostratigrafica-Sequenziale può essere considerata idraulicamente isolata da quelle adiacenti cosicché il livello piezometrico misurato in un pozzo attestato su questa UIS può risultare diverso dal livello misurato, nella stessa posizione geografica, in pozzi interessanti le altre Unità.

I tre Gruppi Acquiferi riconosciuti nel sottosuolo sono costituiti complessivamente da tredici UIS denominati Complessi Acquiferi, gerarchicamente inferiori ai precedenti per differenze di volume complessivo utile e per caratteristiche geometriche del proprio livello acquitardo o acquicludo basale. La base di ogni Gruppo Acquifero affiora a tratti sul Margine Appenninico Padano; nel territorio in esame è presente il Gruppo Acquifero A.

In generale gli acquiferi sono distinti in una zona di ricarica ed un serbatoio: la zona di ricarica diretta è la porzione di superficie topografica in cui avviene l'alimentazione del serbatoio stesso, a forte componente verticale e proveniente dalla superficie; le porzioni affioranti dei Gruppi Acquiferi costituiscono l'area di ricarica idrometeorica degli acquiferi stessi e sono perciò da salvaguardare con attenzione poiché naturalmente esposte e vulnerabili agli inquinamenti.

In corrispondenza del sito in esame lo spessore cumulativo dei depositi porosi permeabili del Gruppo acquifero A è di 0-20 m e la profondità del limite basale è compresa tra 0-50 m s.l.m.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame interessa il complesso acquifero A<sub>0</sub>. La soggiacenza del tetto dell'acquifero A<sub>0</sub> risulta compresa tra 5.0 e 10.0 m dal p.c.

In base allo schema di correlazione tra Unità Geologiche e Unità Idrostratigrafiche è possibile attribuire la falda presente all'interno dei sedimenti AES8a all'acquifero A<sub>0</sub>. Il complesso acquifero superficiale A<sub>0</sub> coincide con l'unità geologica Subsistema di Ravenna (AES8) e con l'unità di Modena (AES8a); essenzialmente esso, mantenendosi sempre affiorante o sub-affiorante, coincide con l'acquifero freatico. I corpi ghiaiosi che lo caratterizzano sono molto discontinui e di spessori modesti, costituendo così serbatoi acquiferi lenticolari ed idraulicamente isolati sia tra di loro che con il complesso acquifero sottostante A1.

Nella carta idrogeologica (tav. QC\_B13) del PSC di Alseno è indicata per il sito la presenza dell'acquifero A0. La soggiacenza del tetto delle ghiaie del gruppo acquifero A0 è compresa tra 5.0 e 10.0 m da p.c.

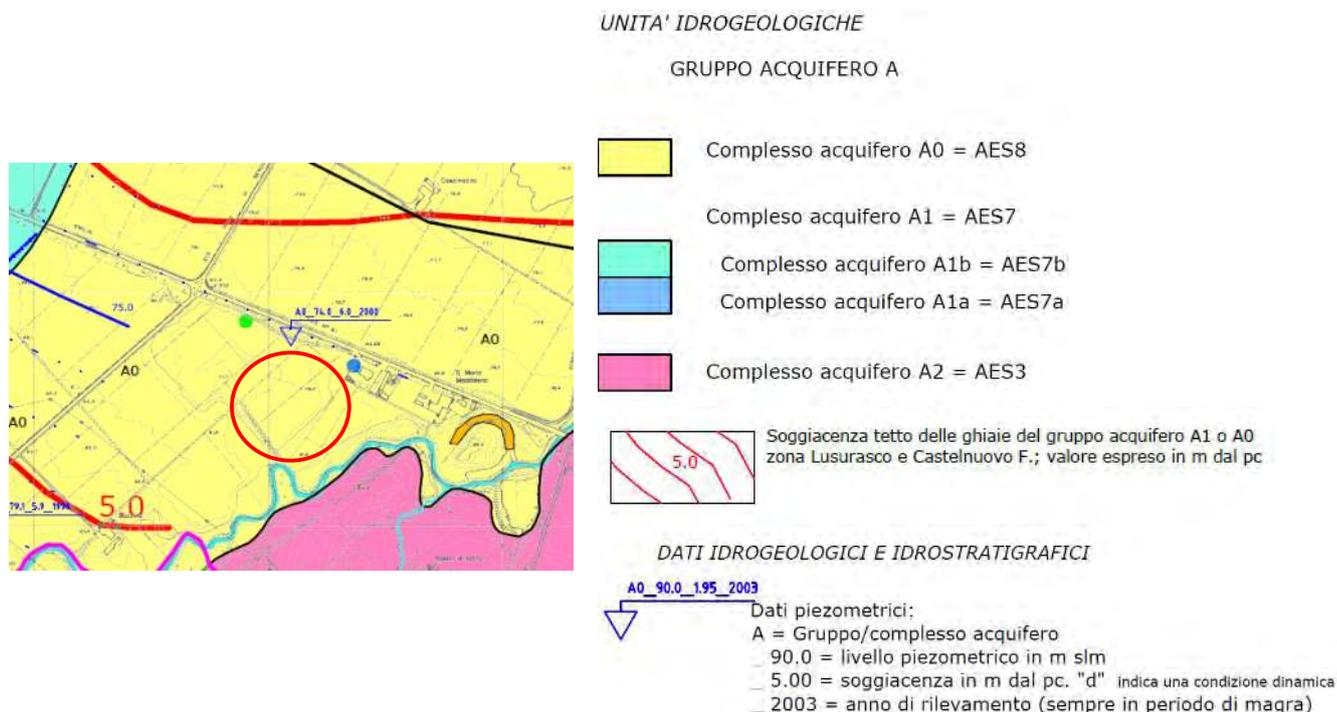


Figura 19. Estratto dalla Tavola tav. QC\_B13 del PSC di Alseno.

Nel Quadro Conoscitivo del PTA della Provincia di Piacenza "è stata eseguita una classificazione quantitativa delle acque sotterranee, in particolare le diverse aree sono state classificate in base alle definizioni riportate nell'Allegato 1 al D.Lgs 152/99, ossia secondo lo schema di seguito riportato

CLASSE A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
CLASSE B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo.
CLASSE C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti (1).
CLASSE D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

Figura 20. Definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee (Allegato1, DLgs 152/99).

L'area in esame ricade in una porzione di territorio caratterizzata da impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa (classe C).

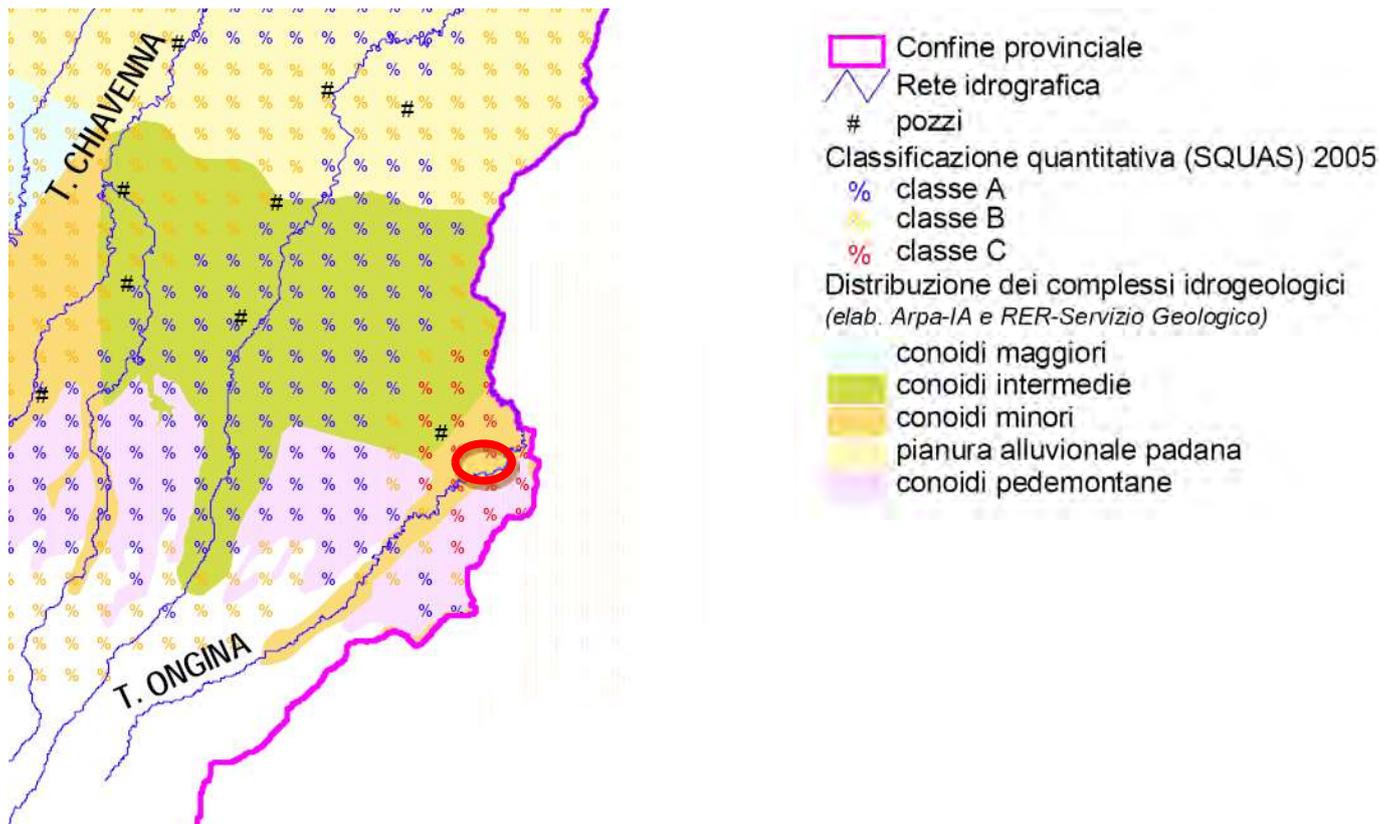


Figura 21. Estratto dal Quadro Conoscitivo del PTA della Provincia di Piacenza“.

### B.3.1 Piezometria

Sono stati considerati i valori di soggiacenza rilevati durante le indagini bibliografiche consultate ed eseguite nell'intorno ed in corrispondenza dell'area in esame. Dal punto di vista piezometrico è presente un dato rilevato nel pozzo 180120P67 in cui si evidenzia come il livello della falda fosse nel 1996 di 72.8 m s.l.m. (-6.7 dal p.c.). Le prove penetrometriche eseguite nell'area nel 2000 hanno evidenziato una soggiacenza della falda di 6.0 m dal p.c. (74.0 m s.l.m.).

I sondaggi eseguiti nel Febbraio 2012 hanno permesso di rilevare la presenza della falda alla profondità di 7.5 m dal p.c. Le indagini penetrometriche eseguite nell'Ottobre 2017 e spinte fino alla profondità massima di 13 m non hanno individuato la presenza della falda.

Le indagini geognostiche eseguite nel 2022 hanno permesso di individuare la presenza della falda a -9.2 m da p.c. (la falda è stata reperita in corrispondenza delle prove penetrometriche CPT7, CPT10 e DPSH6).

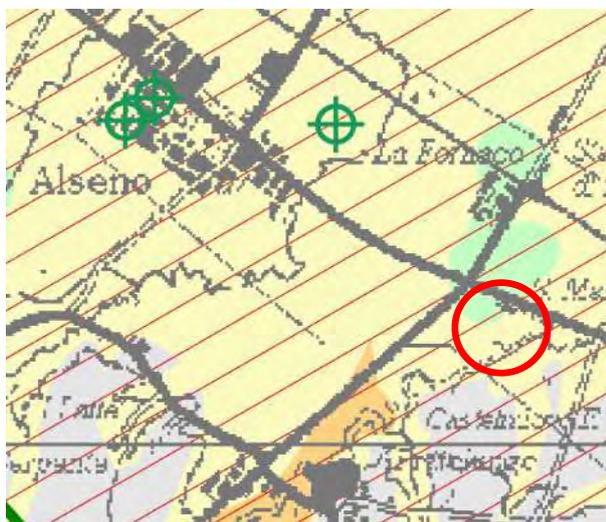
Non si esclude comunque che durante eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote più elevate approssimandosi a piano campagna.

### B.3.2 Vulnerabilità

Per meglio individuare la zona in esame sotto il profilo della pericolosità idrogeologica sono state consultate diverse cartografie disponibili.

Dallo stralcio della tavola B1g del PTCP della provincia di Piacenza “Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque”, riportato in figura seguente, è possibile notare che l'area in esame si trova in una zona a **vulnerabilità da media ad alta**, in settore di ricarica di tipo B (ricarica indiretta).

Come riportato in precedenza (vedasi Figura 10) nella Tavola A1 del PTCP di Piacenza “Tutela ambientale, paesaggistica e storico culturale” il sito è compreso all’interno delle zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei. Nella Tavola A5 “Tutela delle risorse idriche” del PTCP di Piacenza, il sito ricade all’interno delle aree di ricarica in territorio di Pedecollina-Pianura, settore di ricarica di tipo B – ricarica indiretta, nelle zone di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell’acquifero superficiale e nelle aree critiche in quanto zone di vulnerabilità da nitrati (ZVN).



**Captazioni di acque sotterranee ad uso potabile**

- ⊕ Pozzi (1)
- ⊕ Sorgenti (1)
- ▨ Aree di possibile alimentazione delle sorgenti:

**Aree di ricarica degli acquiferi di pianura**

- ▨ Settore di ricarica di tipo A - Ricarica diretta (3)
- ▨ Settore di ricarica di tipo B - Ricarica indiretta (3)
- ▨ Settore di ricarica di tipo C - Alimentazione dei settori di tipo A e B (3)
- ▨ Settore di ricarica di tipo D - Alimentazione laterale subalvea (2)

**Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali**

- Estremamente elevata
- Elevata
- Alta
- Media
- Bassa - localmente media
- Bassa

Figura 22. Estratto da “Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque” (Tavola B1g –PTCP – Provincia di Piacenza)

Nella carta della vulnerabilità del PSC comunale l’area in esame ricade in terreni a vulnerabilità **media Mm** ossia derivata da una vulnerabilità idrogeologica Media e da una capacità di attenuazione dei suoli moderata.



Figura 23. Estratto dalla Tavola QC-B15 Carta della vulnerabilità all’inquinamento delle acque sotterranee del PSC del comune di Alseno.

Classi di vulnerabilità idrogeologica	Classi di capacità di attenuazione dei suoli		
	Bassa	Moderata	Alta
Bassa	Bassa (Bb)	Bassa (Bm)	Bassa (Ba)
Media	Media (Mb)	Media (Mm)	Bassa (Bb)
Alta	Alta (Ab)	Media (Am)	Media (Aa)
Elevata	Elevata (Eb)	Alta (Ea)	Alta (Ea)
Estremamente elevata	Estremamente elevata (Eeb)	Estremamente elevata (Eem)	Estremamente elevata (Eea)

Figura 24. Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità in funzione del grado di vulnerabilità idrogeologica e della capacità attenuativa del suolo all’inquinamento

Nella Tavola PSC7bis del PSC del comune di Alseno, riportata in estratto in figura seguente, l'area in esame ricade all'interno delle zone di ricarica diretta ed indiretta degli acquiferi, settore di ricarica tipo B – Ricarica indiretta, in una zona di vulnerabilità da nitrati (ZVN) e in una zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale.



Figura 25 Estratto dalla Tavola PSC7bis del PSC del Comune di Alseno. Nel cerchio nero è compresa l'area in esame.

## C. DATI GEOGNOSTICI

### C.1 Dati geognostici e stratigrafici bibliografici

Nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>, sono riportate le indagini del database regionale eseguite nell'area negli anni precedenti.

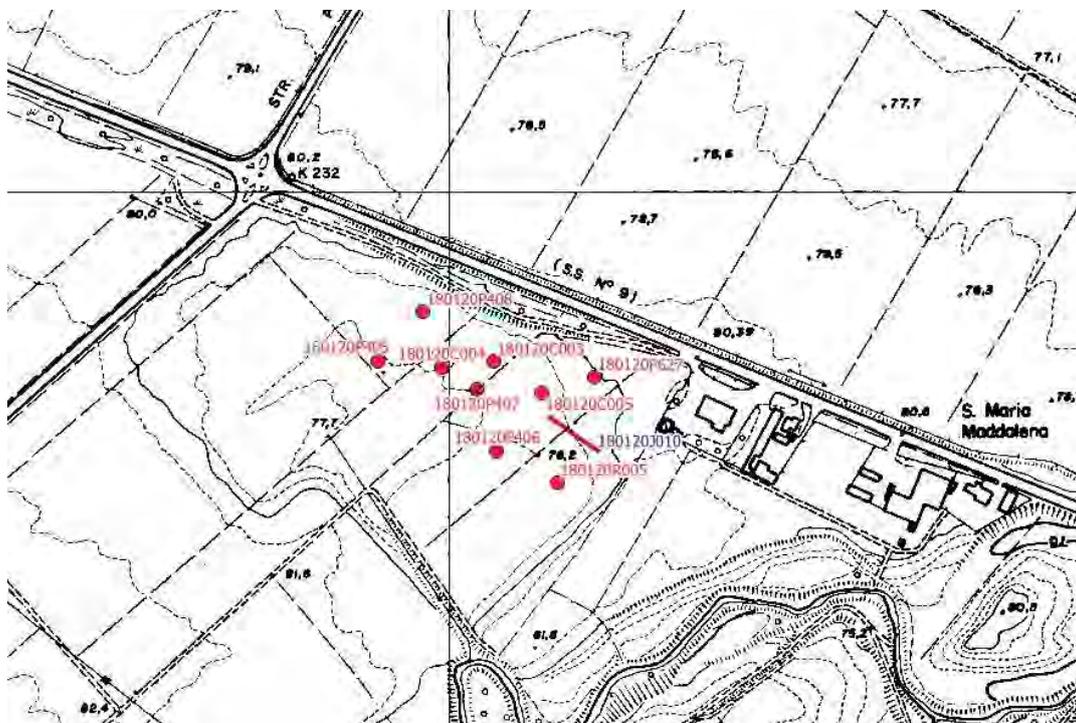


Figura 26 Ubicazione dei dati provenienti dal sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>

Le indagini geognostiche riportate nell'immagine precedente sono state eseguite tra il 1997-1998 (ad esclusione del pozzo per acqua P627) e vengono prese in analisi ai paragrafi seguenti. Nella tabella successiva è riportata una sintesi dei principali dati relativi alle indagini e la corrispondenza tra nomenclatura regionale e le sigle utilizzate nelle figure seguenti.

Sigla (DB RER)	quota p.c.	prof. raggiunta	Data esecuzione	Tetto ghiaie	tipo prova	sigla nel presente elaborato
180120P627	80	25	10/06/1992	-7.5	Pozzo per acqua	-
180120C003	80.6	8.8	01/01/1998	-8.2	Prova CPT con punta meccanica	CPT10
180120C004	80.4	7.8	01/01/1998	>-7.8	Prova CPT con punta meccanica	CPT11
180120C005	80.6	7.4	07/11/1997	>-7.4	Prova CPT con punta meccanica	CPT12
180120P405	80.3	10.0	28/02/2012	-7.0	Carotaggio continuo	SC1
180120P408	80.4	11	12/02/2012	-8.3	Carotaggio continuo	SC4
180120P407	80.7	10	24/12/2012	-8.2	Carotaggio continuo	SC3
180120P406	80.1	10	27/02/2012	-7.6/-9.7	Carotaggio continuo	SC2
180120J010	79.0		01/05/2008	->8.5/11.4	Prova MASW	MASW12
180120R005	78.2	100	03/05/2013	-	Misure di microtremore a stazione singola	HV07

Tabella 1. Indagini indicate nel database RER.

Il Pozzo per acqua 180120P627 censito nel database RER presenta la seguente stratigrafia:

P627	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-7.5	Argilla
7.5-10.2	Ghiaia
10.2-11.0	Argilla
11.0-12.3	Ghiaia
12.3-22.5	Argilla blu
22.5-25.0	Ghiaia falda acquifera

Tabella 2. Stratigrafia pozzo P627 (database RER)

Nel 2017 per la stesura della relazione "Progetto di ampliamento attività commerciale area Rossetti Market ad Alseno" (Geose S.c.r.l., Ottobre 2017), sono state inoltre eseguite n°3 prove CPT integrative come riassume la tabella che segue.

SIGLA	Profondità raggiunta (m dal p.c.)	Data di esecuzione	Profondità della falda [m dal p.c.]	TIPO_PROVA
CPT1	10.80	02/10/2017	n.r.	Prova penetrometrica statica
CPT2	13.00	02/10/2017	n.r.	Prova penetrometrica statica
CPT3	11.00	02/10/2017	n.r.	Prova penetrometrica statica

Tabella 3. Prove geognostiche 2017 (database Geode S.c.r.l.)

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione di maggiore dettaglio delle prove geognostiche eseguite tra il 1998 ed il 2017 nei pressi ed in corrispondenza dell'area in esame.

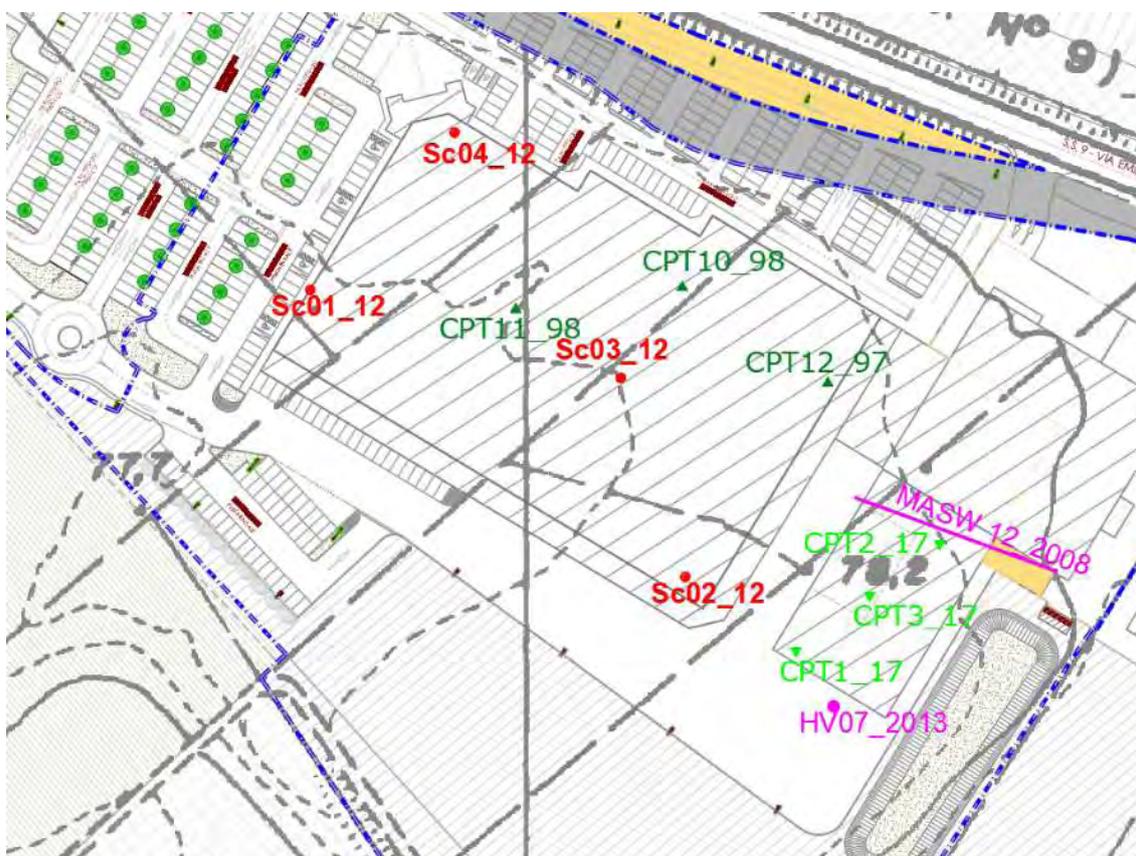


Figura 27 Ubicazione indagini pregresse 1997-2017 (Database Geode S.c.r.l.)

Nei paragrafi successivi si riassumono i risultati delle prove pregresse eseguite nell'area in esame tra il 1997 ed il 2017.

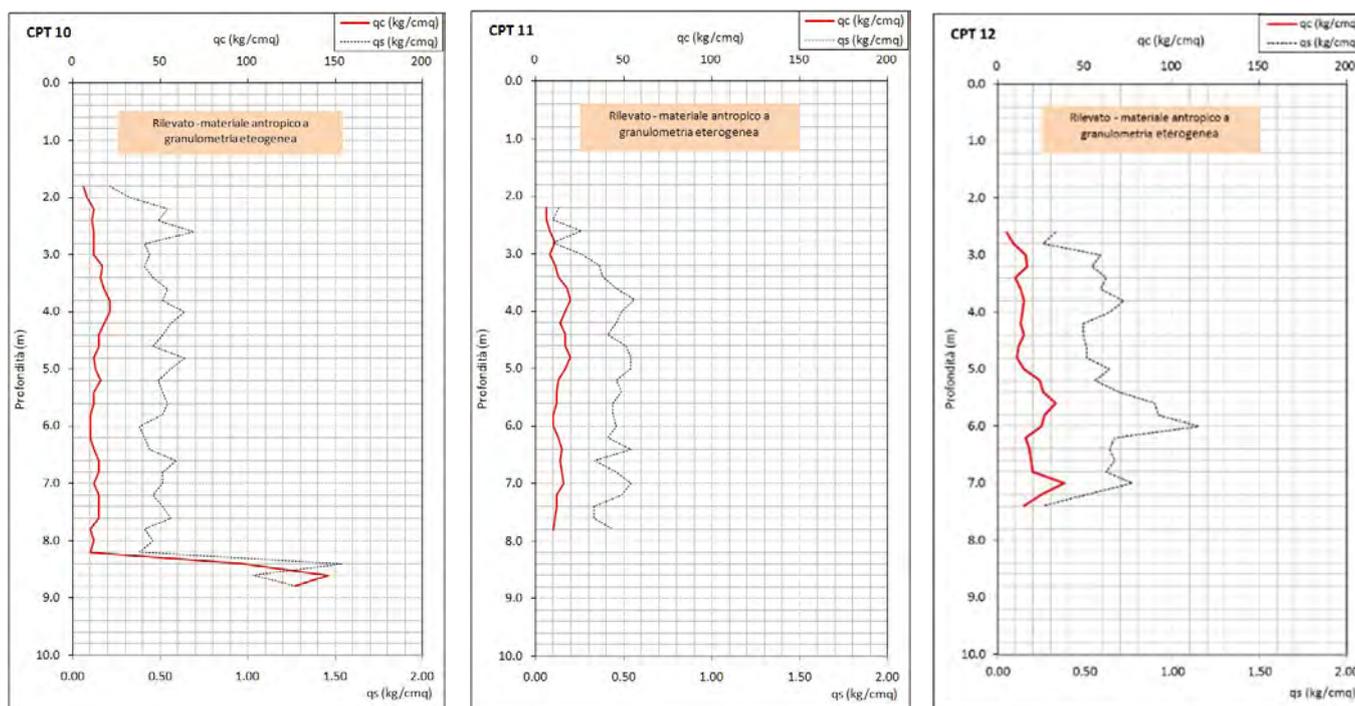
### C.1.1 Prove penetrometriche statiche (CPT)

#### C.1.1.1 CPT 1997-1998

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei dati ricavati dalle indagini penetrometriche eseguite tra gli anni 1997 e 1998.

Prova	Tipologia	Profondità (m da p.c.)	Falda (m da p.c.)	Tetto delle ghiaie (m da p.c.)
CPT10_98	Prova penetrometrica statica	8.8	5.5	8.2
CPT11_98	Prova penetrometrica statica	7.8	-	>7.8
CPT12_97	Prova penetrometrica statica	7.4	6.4	>7.4

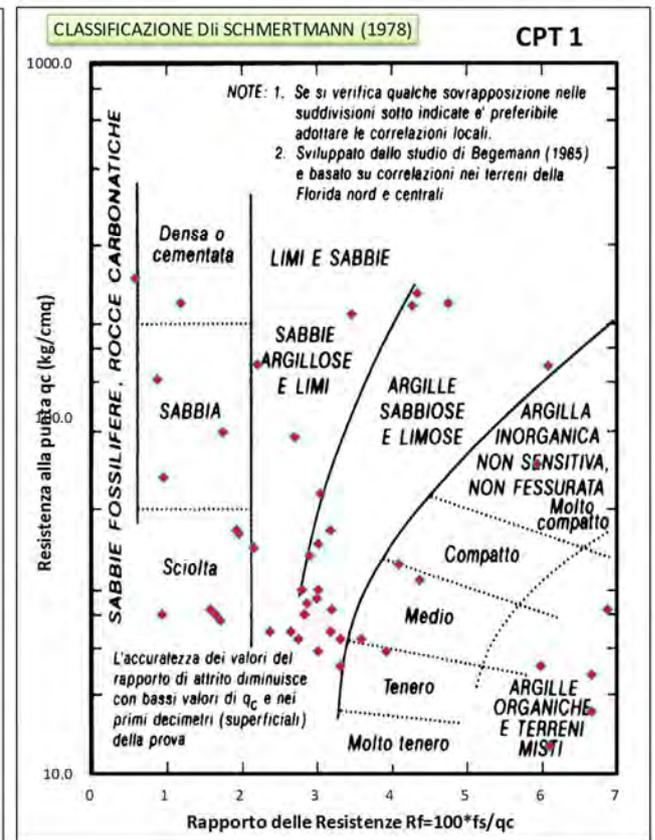
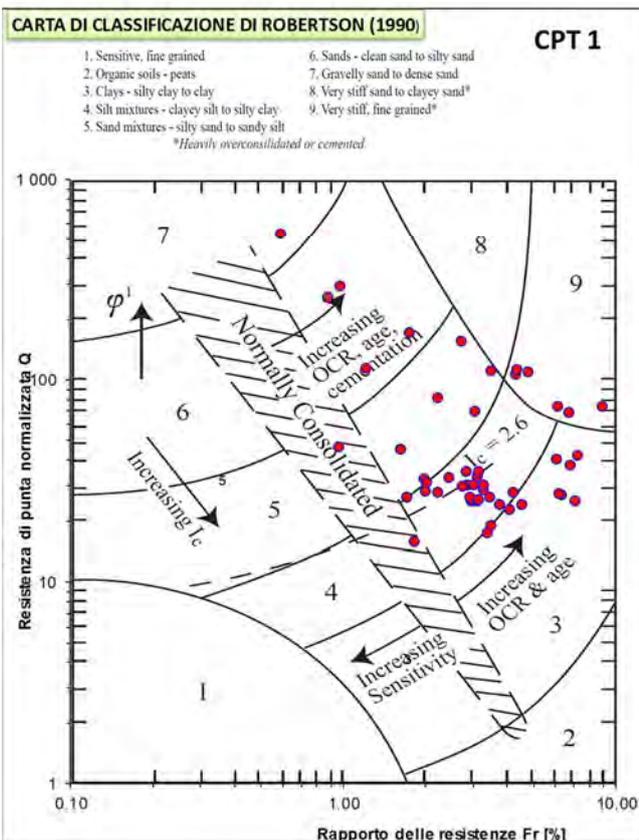
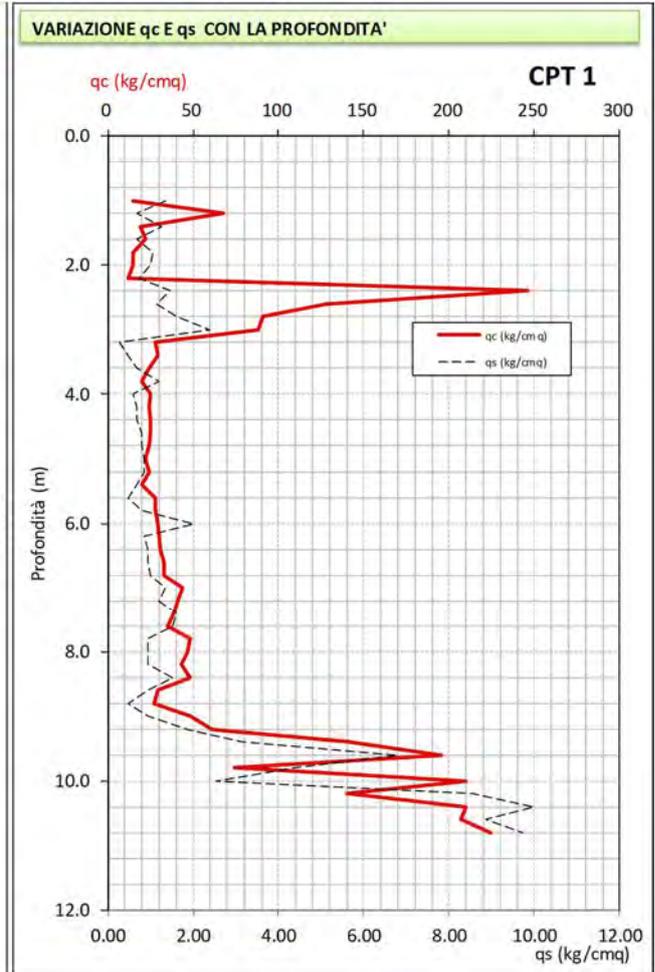
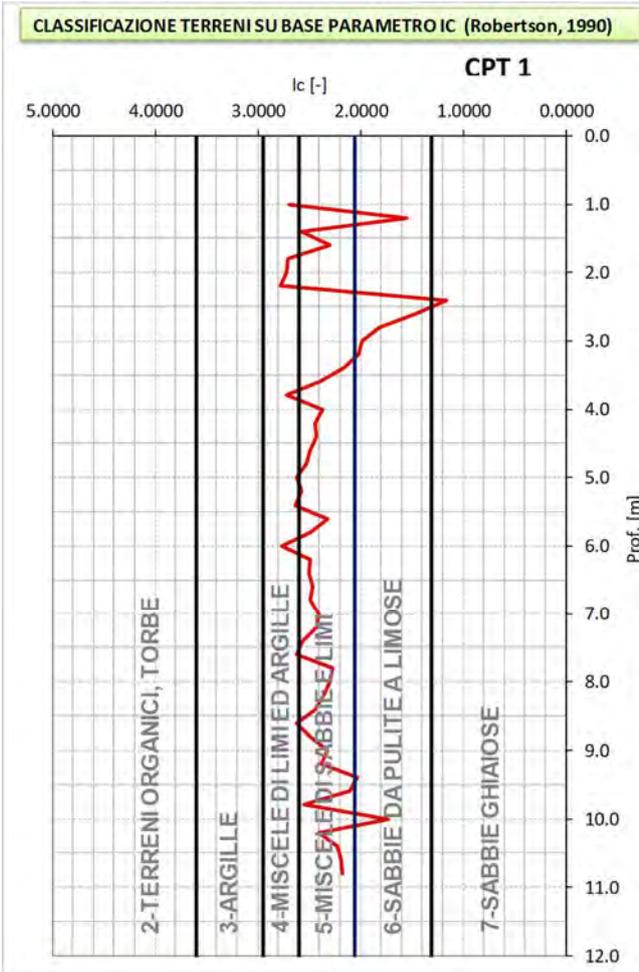
La stratigrafia dell'area ricostruita tramite i dati ottenuti dalle 3 prove CPT, fino alle profondità indagate, evidenzia la presenza di tre livelli e può essere riassunta come segue: il primo livello (L1) presenta spessore variabile da -1.7 m a -2.90 m ed è costituito da materiale eterometrico prevalentemente ciottoloso con limo ed argilla frammista scarsamente addensato. Tale livello rappresenta un riporto antropico recente. Al di sotto di questo orizzonte si incontra un livello (L2) granulometricamente rappresentato da argilla limosa compatta con livelli centimetrici di limo sabbioso. Tale orizzonte ha uno spessore minimo di circa 6.4 m. Questo deposito presenta caratteristiche meccaniche generalmente discrete con valore medio di Cu pari a 0.5 kg/cmq. Tali depositi sovrastano un livello (L3), costituito da ghiaia eterometrica in matrice limo-argillosa.

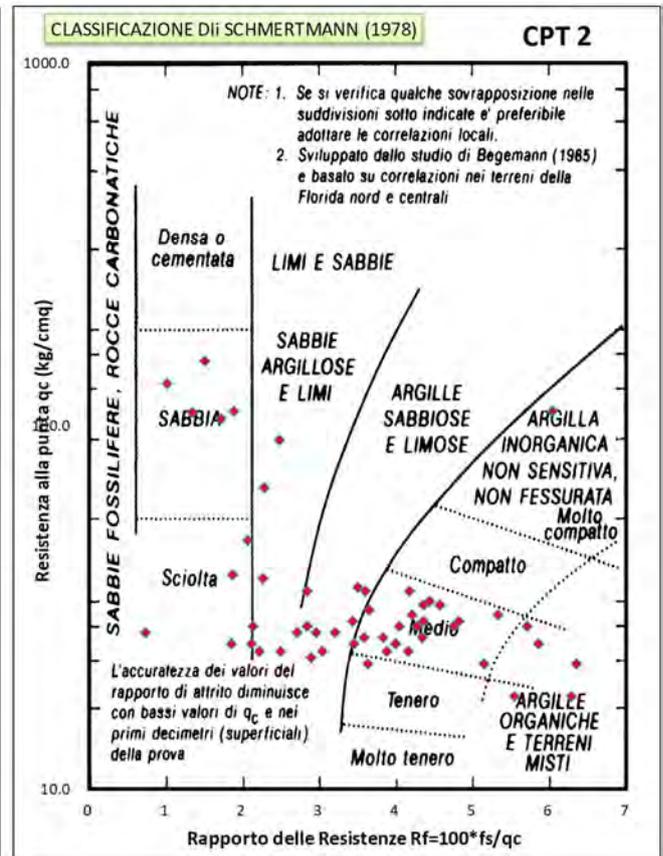
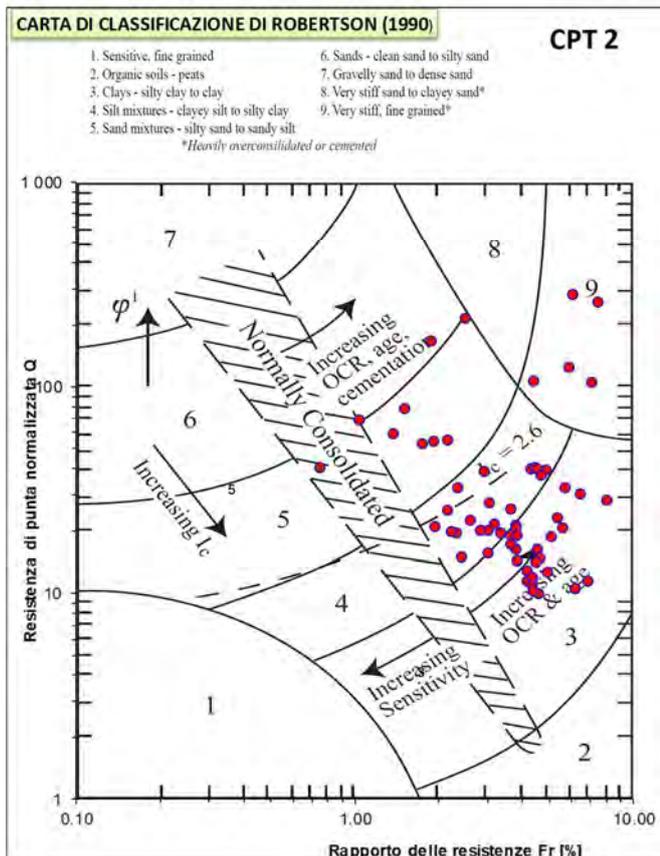
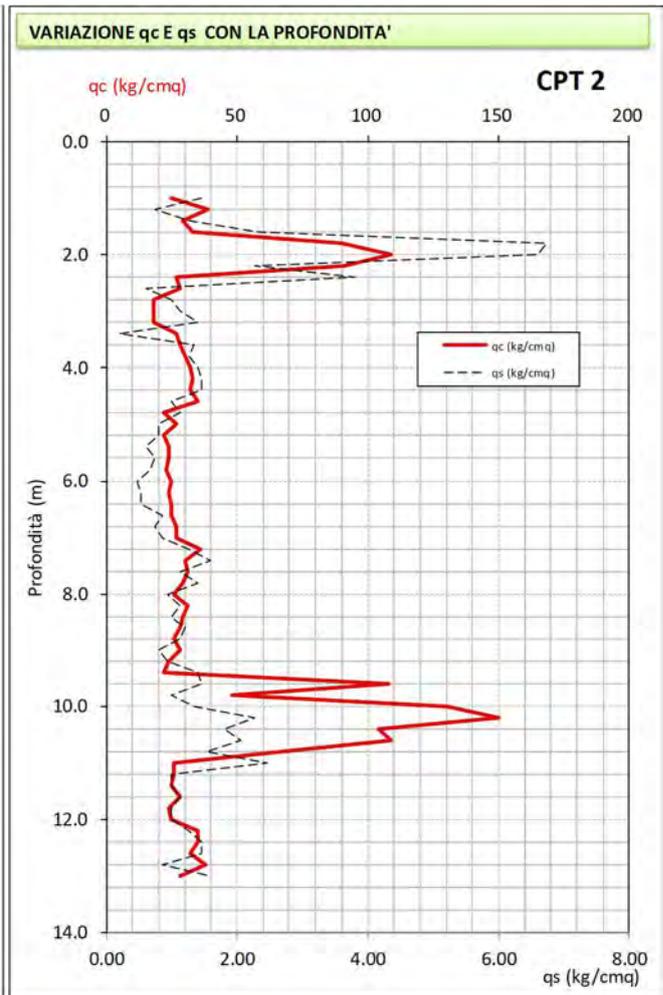
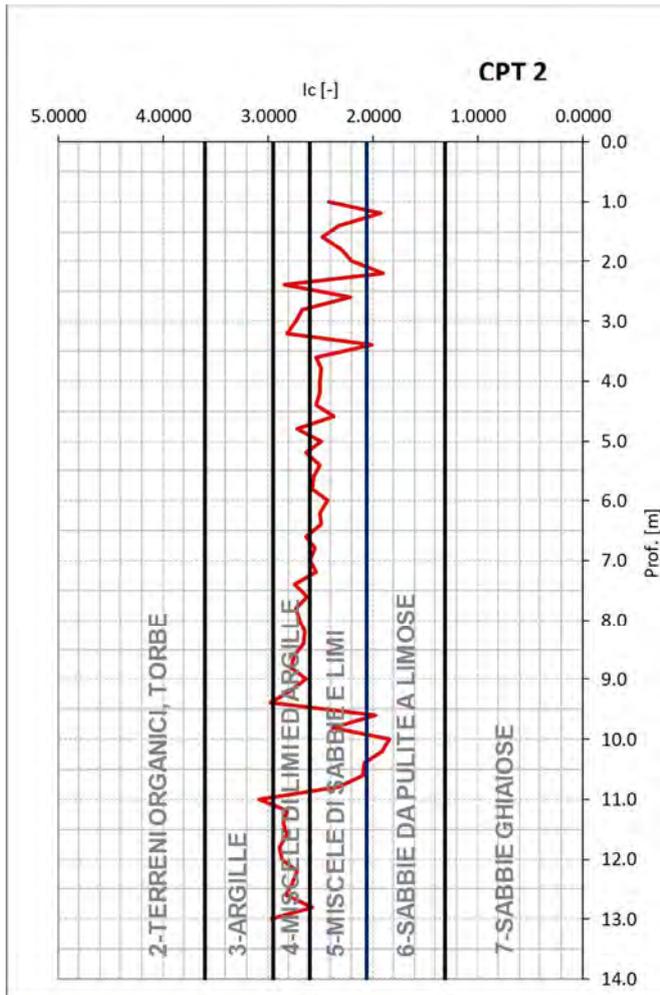


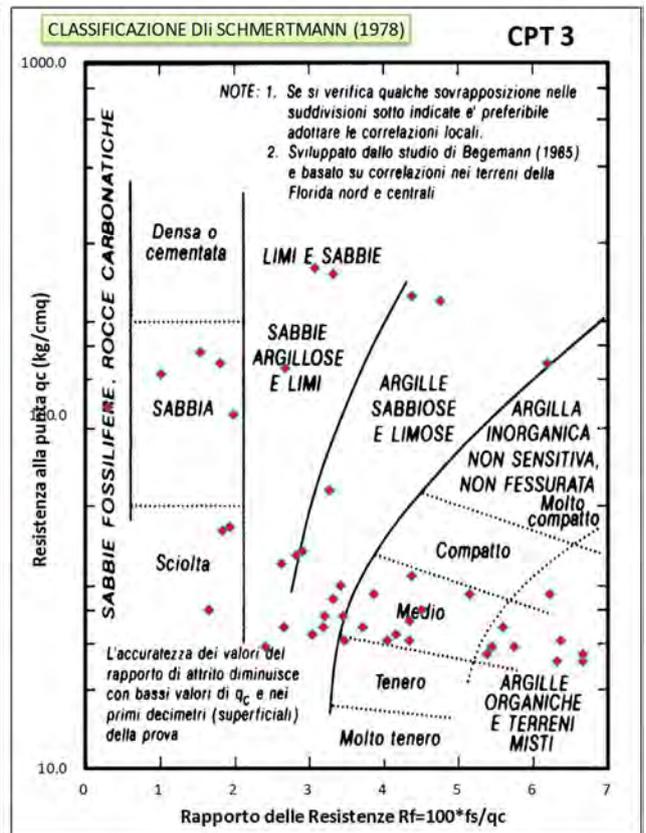
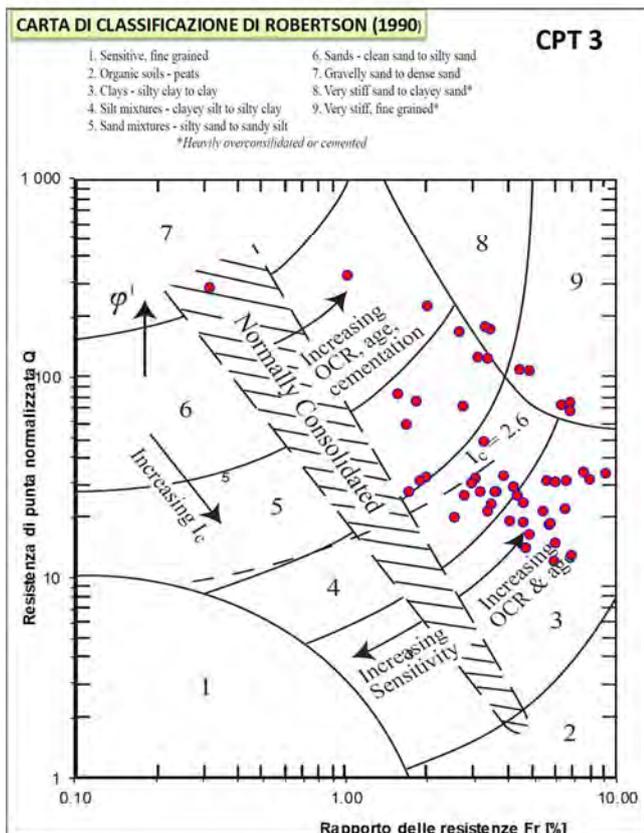
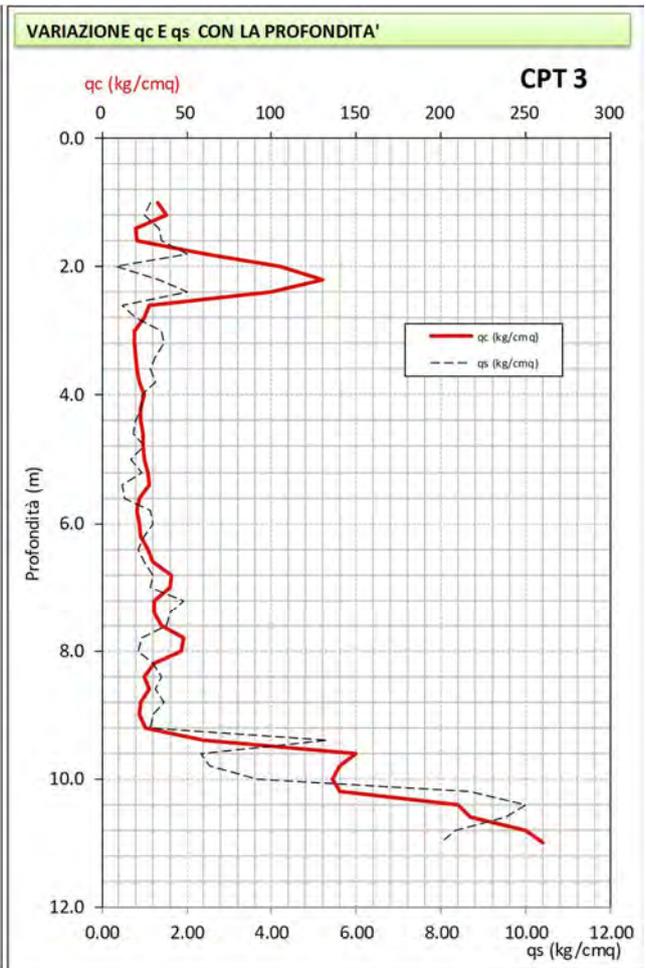
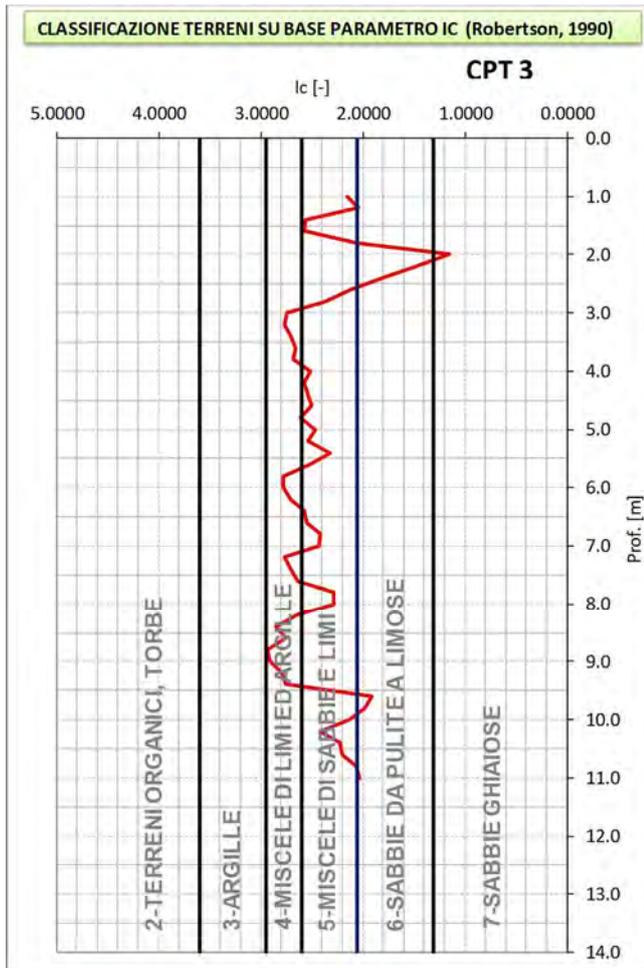
#### C.1.1.2 CPT 2017

Per la specifica area oggetto di studio nell'anno 2017, dove il progetto di ampliamento vedeva la costruzione di un capannone ad uso magazzino, le indagini bibliografiche presenti in corrispondenza dell'area in esame sono state integrate attraverso l'esecuzione di n°3 prove penetrometriche statiche.

Le prove penetrometriche statiche sono state effettuate con un penetrometro statico tipo Gouda da 10t.





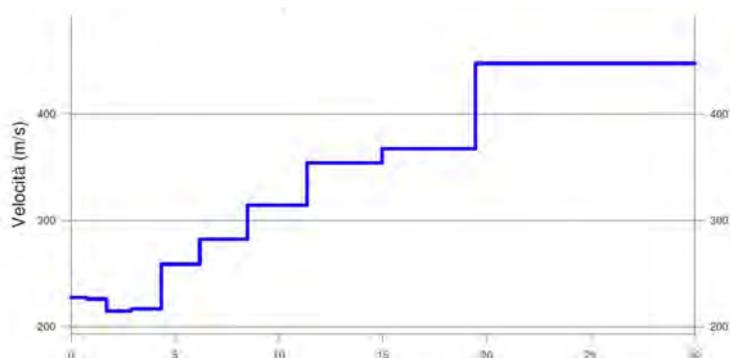


### C.1.2 Indagine sismica MASW

Per mezzo della tecnica MASW (Park et al.,1999) e quindi dello studio delle onde superficiali che comunemente dominano una porzione considerevole dei sismogrammi, è possibile ottenere delle stime del profilo di velocità delle onde S. Le indagini MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono utilizzate per la determinazione del profilo di rigidità dei terreni più superficiali. L'approccio utilizzato è basato su una doppia trasformata del campo d'onda (trasformate Slant-Stack e di Fourier), per mezzo della quale viene rappresentato il segnale nel dominio  $\omega$ -p (frequenza angolare-slowness), in cui è possibile identificare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh.

Le indagini MASW sono eseguite con un sismografo a 24 canali e geofoni a bassa frequenza (<10 Hz); lo stendimento è eseguito partendo da un punto centrale (misuratore) dove è posizionato lo strumento di acquisizione; nella norma i 24 canali sono suddivisi in due stendimenti da 12 geofoni con baricentro posto nello strumento di acquisizione; l'asse intergeofonico è pari a 2.0-3.0 m. L'energizzazione viene eseguita in posizione esterna con un offset rispettivamente pari a 3, 6 e 9 metri dal geofono più distante dall'acquisitore; l'energizzatore è rappresentato da una mazza battente su piastra orizzontale.

Nell'area è stata svolta una indagine MASW ubicata come nella precedente figura "ubicazione indagini". Il valore di  $V_{s30}$  calcolato sulla base della prova MASW eseguita risulta pari a 333 m/s. Nella figura seguente si riportano i valori di  $V_s$  registrati alle differenti profondità ed il profilo verticale delle velocità; in appendice si riportano le elaborazioni complete dei dati ottenuti.



**TABELLA DI CALCOLO VS30**

Da Prof.	a Prof.	$V_s$	$H_i/V_i$
0	.8	228	.0033
.8	1.7	226	.0042
1.7	2.9	215	.0054
2.9	4.3	217	.0068
4.3	6.2	259	.0071
6.2	8.5	282	.0081
8.5	11.4	314	.0091
11.4	15	354	.0102
15	19.5	367	.0122
19.5	30	448	.0236

**VALORE CALCOLATO VS30 = 333 m/s**

Figura 28. Diagramma Vs-profondità e tabella valori ottenuti.

### C.1.3 Misure di rumore sismico con tecnica a stazione singola (HV)

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente ed il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo a una medesima sollecitazione.

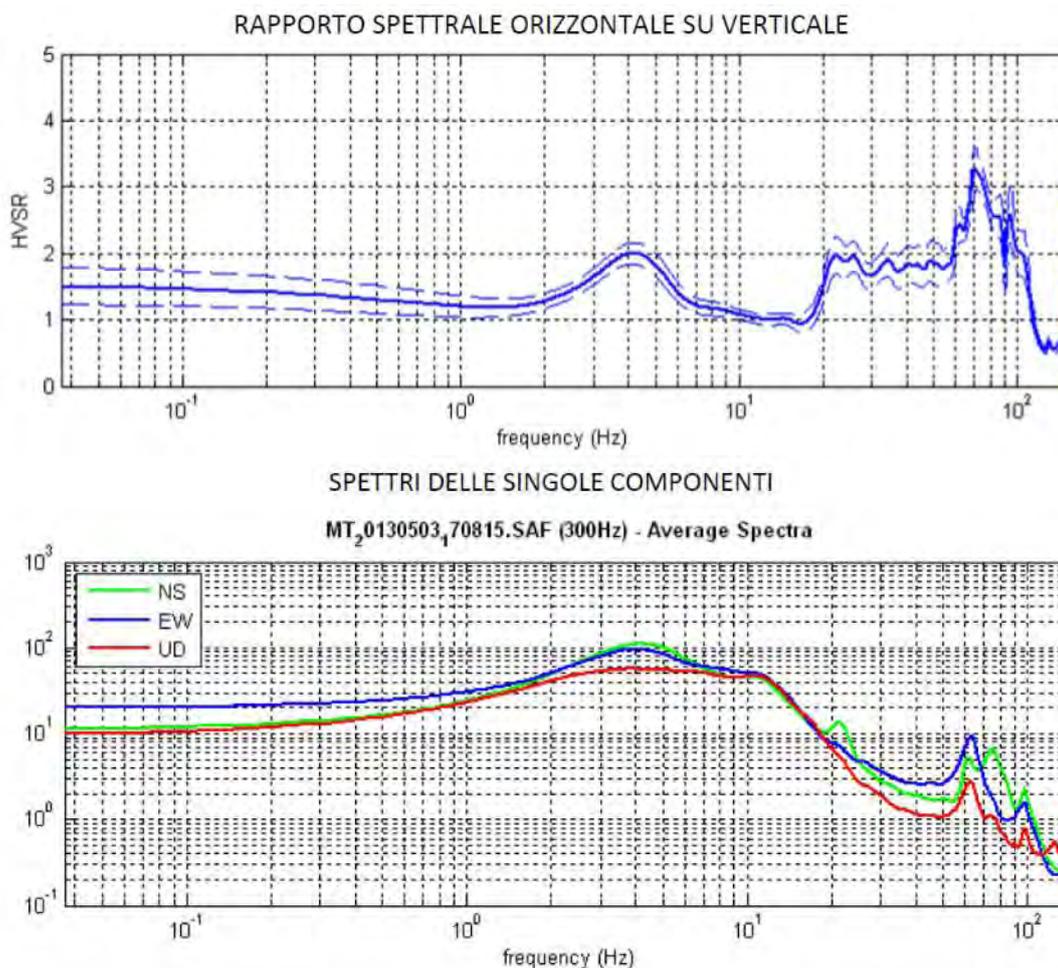
Le acquisizioni durano 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

Il principio su cui si basa questo strumento è piuttosto semplice. Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si tenta di determinare il profilo verticale delle  $V_s$ .

Il rapporto spettrale H/V è sensibile ai contrasti di  $V_s$ , ma può identificarne la profondità solo una volta che siano note le  $V_s$  o, viceversa, può identificare le  $V_s$  una volta note le profondità.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore determinante per la curva H/V sperimentale sia rappresentato dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

Nei pressi dell'area è stato eseguito l'HV07 di cui di seguito si riportano i grafici del rapporto spettrale e degli spettri delle singole componenti.



#### C.1.4 Sondaggi a carotaggio continuo

Tale prova permette l'estrazione della colonna di terreno (carota) e di visionare direttamente il materiale presente in sito, consentendo di descrivere nel dettaglio la stratigrafia del sottosuolo. Durante l'esecuzione della prova possono essere eseguite indagini geologiche e geotecniche in sito quali: misurazione acqua nel foro, prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di SPT in foro etc.

L'indagine geognostica si è svolta mediante l'esecuzione di n°4 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità variabili, che hanno permesso di acquisire informazioni dettagliate sulla litologia e sui parametri geotecnici dei terreni presenti.

Di seguito vengono riportate le stratigrafie semplificate dei sondaggi a carotaggio continuo effettuati per questo lavoro. Le stratigrafie complete sono riportate in allegato.

Profondità	Sondaggio Sc.01
0.0-2.4	Materiali di riporto a base terrosa (dalle argille alle sabbie) in colorazioni variabili dal marrone (tonalità dominante) all'arancio, al grigio scuro. La componente non terrosa dell'ammasso si costituisce di frammenti eterometrici di laterizi, calcestruzzi nonché clasti di ghiaia
2.4-5.0	Argille limo-sabbiose di colore marrone, grigio-marrone da -2.4 a -3.0mt. Trattasi di terreni in genere molto consistenti ma con grado di compattezza tendenzialmente decrescente con la profondità.
5.0-7.0	Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore marrone. Moderatamente consistenti.
7.0-10.0	Ghiaie sabbiose debolmente argillose. Tessitura del sedimento tipicamente fluviale con la frazione ghiaiosa decisamente eterometrica e dominanza delle frazioni minute e medie (Dmax 2-3 cm). Matrice in colorazione marrone giallastra

Profondità	Sondaggio Sc.02
0.0-2.1	Materiali di riporto a base terrosa (dalle argille alle sabbie) in colorazione principalmente marrone (scuro-rossastra fino a -1.5mt circa, più chiara nel tratto sottostante). La componente non terrosa dell'ammasso si costituisce di frammenti eterometrici di laterizi, calcestruzzi nonché clasti di ghiaia
2.1-7.6	Argille a tratti limose, in colore marrone, generalmente chiara (il solo tratto da 7.00 a 7.15 mt di profondità figura con una tonalità evidentemente più scura), con screziature grigie ed ocracee e diffuse puntature organiche bruno-nerastre.
7.6-9.1	Argille con limi ghiaioso-sabbiose. Frazione ghiaiosa costituita da elementi in pezzatura generalmente piccola o medio-piccola. La matrice inglobante colora di marrone-giallastro.
9.1-9.7	Limi con argille sabbiosi di colore marrone-giallastro chiaro. Poco o moderatamente consistenti.
9.1-10.0	Limi con sabbie marroni-giallastri chiari, ghiaiosi (ghiaie con tipica tessitura fluviale con taglie principalmente minute e medio piccole, Dmax 2-3cm).

Profondità	Sondaggio Sc.03
0.0-3.2	Materiali di riporto principalmente costituiti da sfridi di calcestruzzi e laterizi in matrice terrosa (dalle argille alle sabbie)
3.2-8.0	Argille con intercalazioni limo-sabbiose, via via più frequenti verso il basso, in generale consistenti o molto consistenti. Colore marrone.
8.0-8.2	Sabbie in granulometrie da medie a fini di colore marrone-arancio/giallastro
8.2-10.0	Ghiaie con sabbie e ghiaie sabbiose debolmente limose La tessitura del sedimento è di tipico ambiente fluviale, con ghiaie ben arrotondate ed eterometriche (le taglie più diffuse sono quelle piccole e medio-piccole). La componente fine del deposito ha una colorazione marrone leggermente giallo-rossastra

Profondità	Sondaggio Sc.04
0.0-3.2	Materiali di riporto costituiti da sfridi di calcestruzzi, pietrisco (anche grossolano) e sabbie grosse, da p.c. a -1.0mt, da materiali terrosi eterogenei (dalle argille alle sabbie) con inglobati frammenti di laterizi e clasti di ghiaia nel tratto sottostante. La parte terrosa dell'ammasso figura generalmente in colorazione grigiastra, con tratti (vedasi da -1.0 a -1.5 mt di profondità) a pigmentazione marone arancio
3.2-5.0	Argille localmente limo-sabbiose, di colore grigio caratterizzato da passate marroni via via più frequenti verso il basso. Configurano un orizzonte molto consistente.
5.0-6.0	Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore marrone. Da molto consistenti al tetto a moderatamente consistenti alla base
6.0-8.3	Argille da -6.7 a -7.0 mt limo-sabbiose, di colore marrone con diffuse puntature organiche brune, ben in risalto soprattutto alla base del livello. Il deposito si compone di sedimenti consistenti.
8.3-10.0	Ghiaie con sabbie e sabbiose debolmente limose. La tessitura del sedimento è di tipico ambiente fluviale, con ghiaie ben arrotondate ed eterometriche (le taglie più diffuse sono quelle piccole e medio-piccole). La componente fine del deposito ha una colorazione marrone leggermente giallo-rossastra
10.0-11.0	Argille di colore marrone-giallastro fino a -10.5mt di profondità, di colore marrone scuro fino a fine foro. Risultano in generale consistenti

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata rilevata acqua nei fori di sondaggio a -7.5 m dal piano campagna in tutte e quattro le verticali indagate.

Sono state inoltre eseguite alcune prove  $N_{SPT}$  di cui nella tabella seguente si riportano i risultati.

Sondaggio		Livello	profondità (m)			N° colpi			Nspt
			da	a	media				
Sc01	NSPT1	L1	2.00	2.45	2.225	2	2	3	5
	NSPT2	L3	8.50	8.95	8.725	12	11	16	27
Sc02	NSPT3	L1	2.00	2.45	2.225	3	5	5	10
	NSPT4	L3	8.00	8.45	8.225	12	4	8	12
Sc03	NSPT5	L1	2.00	2.45	2.225	7	4	10	14
Sc04	NSPT6	L1	2.00	2.45	2.225	3	3	6	9
	NSPT7	L3	9.80	10.25	10.025	6	5	7	12

#### C.1.5 Prove di laboratorio geotecnico

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati n°4 campioni di terreno indisturbati sui quali sono state eseguite le seguenti prove geotecniche:

- ✓ Descrizione geotecnica;
- ✓ Prova di compressione ad espansione laterale libera ELL (ASTM D 2166-06)
- ✓ Prova Edometrica (ASTM 2435/80)

I campioni sono stati prelevati alle seguenti profondità:

Campione	Livello	Profondità	Descrizione campione
(Sondaggio Sc01) Campione C11	L2	5.0-5.6 m dal pc	Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore marrone. Moderatamente consistenti.
(Sondaggio Sc02) Campione C11	L2	4.5-5.0 m dal pc	Argille a tratti limose, in colore marrone, generalmente chiara (il solo tratto da 7.00 a 7.15 mt di profondità figura con una tonalità evidentemente più scura), con screziature grigie ed ocracee e diffuse puntature organiche bruno-nerastre.
(Sondaggio Sc03) Campione C11	L2	5.0-5.5 m dal pc	Argille con intercalazioni limo-sabbiose, via via più frequenti verso il basso, in generale consistenti o molto consistenti. Colore marrone.
(Sondaggio Sc04) Campione C11	L2	4.0-4.5 m dal pc	Argille localmente limo-sabbiose, di colore grigio caratterizzato da passate marroni via via più frequenti verso il basso. Configurano un orizzonte molto consistente.

Sondaggio	Campione	Resistenza alla penetrazione da pocket penetrometer (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza al taglio non drenata da Vane test (kg/cm <sup>2</sup> )
Sc01	S1C11	1.4-1.5-1.5	0.8-0.8-0.7
Sc02	S2C11	3.0-3.2-3.0	1.5-1.5-1.5
Sc03	S3C11	2.2-2.2-2.8	1.2-1.2-1.4
Sc04	S4C11	2.5-3.0-3.2	1.0-1.3-1.6

Le risultanze delle prove di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166-06) sono riassunte nelle tabelle seguenti e riportate integralmente in allegato.

Sc01 – C11					
Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,99	2,73	25,2	0,69	40,8	100
2,00	2,73	24,7	0,67	40,1	100
1,99	2,73	24,9	0,68	40,4	100
Coesione non drenata (kPa)					61
Deformazione normale (%)					6

Sc02 – C11					
Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,99	2,73	24,8	0,68	40,6	99
1,96	2,73	25,7	0,71	41,7	98
1,97	2,73	25,2	0,70	41,1	99
Coesione non drenata (kPa)					97
Deformazione normale (%)					3

Sc03 – C11					
Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,95	2,73	26,9	0,74	42,7	99
1,96	2,73	26,3	0,73	42,0	99
1,95	2,73	26,6	0,73	42,3	99
Coesione non drenata (kPa)					120
Deformazione normale (%)					7

Sc04 – C11					
Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
2,00	2,73	23,3	0,65	39,3	98
1,99	2,73	23,3	0,66	39,8	96
2,00	2,73	23,3	0,66	39,6	97
Coesione non drenata (kPa)					104
Deformazione normale (%)					5

Sono state eseguite due prove edometriche sul campione Sc01\_C11 e sul campione Sc04\_C11 le cui risultanze sono riportate in allegato di seguito sono schematizzati i risultati principali.

Campione Sc1_C11 – Condizioni iniziali					
Peso umido dell'unità di volume kN/m <sup>3</sup>	Peso di volume dei granuli solidi kN/m <sup>3</sup>	Contenuto in acqua (%)	Porosità (%)	Indice dei vuoti iniziale e <sub>0</sub>	Grado di saturazione iniziale (%)
19.6	27.3	26.1	43.1	0.76	94
Campione S1C11 – Condizioni finali					
Peso umido dell'unità di volume kN/m <sup>3</sup>	Peso di volume dei granuli solidi kN/m <sup>3</sup>	Contenuto in acqua (%)	Porosità (%)	Indice dei vuoti iniziale e <sub>0</sub>	Grado di saturazione iniziale (%)
15.5	27.3	15.5	30.2	0.43	98

Tensione Verticale	cedimento	Indice dei vuoti	Coeff. cons. volumetrica	Coeff. compr. volumetrica	Modulo edometrico	Coeff. di permeabilità
-	-	e	c <sub>v</sub>	m <sub>v</sub>	E	K
K Pa	(mm)		(cm <sup>2</sup> /s)	(g/cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	(g/cm <sup>2</sup> )	(m/s)
25	0,072	0,741	-	8,19E-05	12216	-
50	0,226	0,721	-	4,53E-05	22068	-
100	0,470	0,699	2,07E-02	2,48E-05	40370	5,1E-09
200	0,854	0,665	2,54E-02	1,99E-05	50284	5,1E-09
400	1,354	0,621	3,35E-02	1,33E-05	75197	4,5E-09
800	2,024	0,563	4,67E-02	9,25E-06	108155	4,3E-09
1600	2,809	0,493	6,88E-02	5,67E-06	176464	3,9E-09
3200	3,674	0,417	1,08E-01	3,29E-06	303972	3,6E-09
800	3,512	0,432				

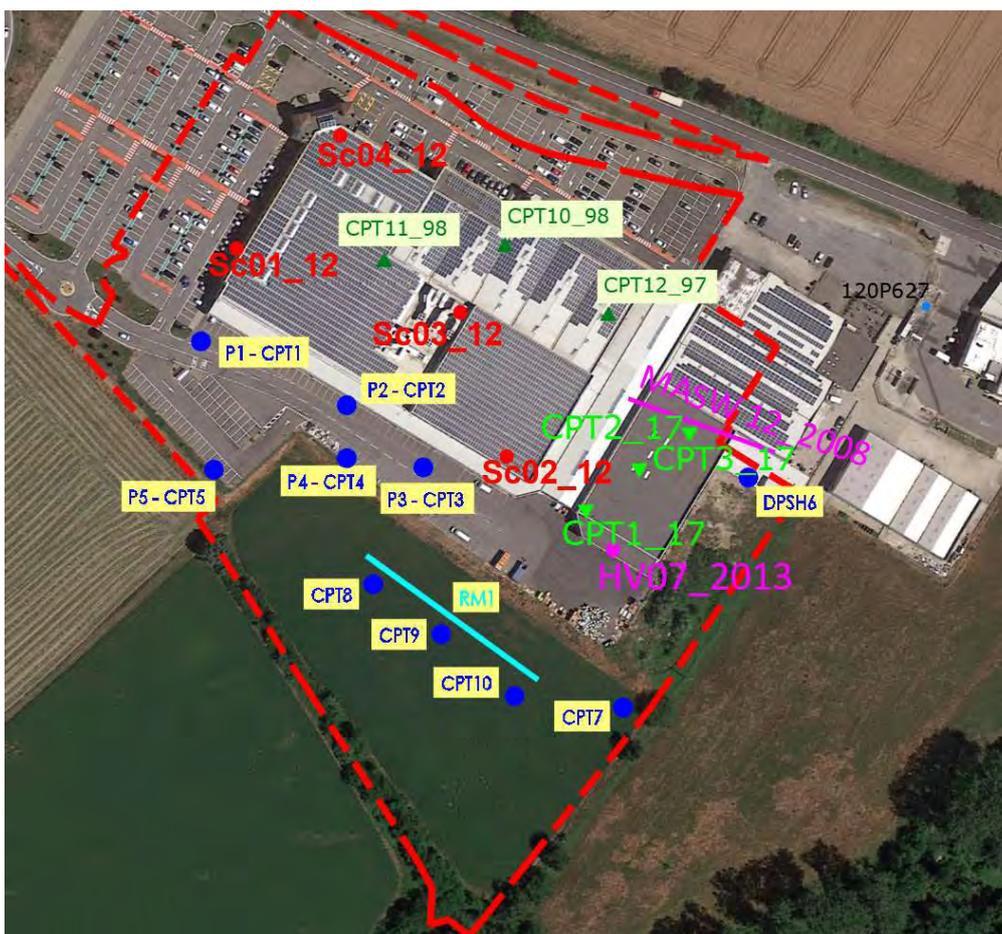
Campione S4C11 – Condizioni iniziali					
Peso umido dell'unità di volume kN/m <sup>3</sup>	Peso di volume dei granuli solidi kN/m <sup>3</sup>	Contenuto in acqua (%)	Porosità (%)	Indice dei vuoti iniziale e <sub>0</sub>	Grado di saturazione iniziale (%)
19.9	27.3	24.7	41.7	0.71	95
Campione S4C11 – Condizioni finali					
Peso umido dell'unità di volume kN/m <sup>3</sup>	Peso di volume dei granuli solidi kN/m <sup>3</sup>	Contenuto in acqua (%)	Porosità (%)	Indice dei vuoti iniziale e <sub>0</sub>	Grado di saturazione iniziale (%)
15.9	27.3	14.8	29.0	0.41	99

Tensione Verticale	cedimento	Indice dei vuoti	Coeff. cons. volumetrica	Coeff. compr. volumetrica	Modulo edometrico	Coeff. di permeabilità
-	-	e	c <sub>v</sub>	m <sub>v</sub>	E	K
K Pa	(mm)		(cm <sup>2</sup> /s)	(g/cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	(g/cm <sup>2</sup> )	(m/s)
25	0,029	0,696	-	8,19E-05	12216	-
50	0,178	0,681	-	3,56E-05	28088	-
100	0,414	0,660	-	2,39E-05	41860	-
200	0,680	0,638	2,74E-02	1,37E-05	73257	3,7E-09
400	1,113	0,601	3,27E-02	1,14E-05	87967	3,7E-09
800	1,788	0,543	3,89E-02	9,19E-06	108780	3,6E-09
1600	2,642	0,469	4,60E-02	6,10E-06	163802	2,8E-09
3200	3,577	0,389	4,86E-02	3,53E-06	282907	1,7E-09
800	3,365	0,408				

## C.2 Campagna di indagini Luglio – Agosto 2022

Ad integrazione delle indagini bibliografiche reperite e consultate, nei mesi di Luglio-Agosto 2022 sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche integrative nella specifica area in esame: n°9 prove penetrometriche statiche, n°1 prova penetrometrica dinamica e n°1 stendimento sismico Re.Mi.+MASW. Sono stati eseguiti inoltre n°5 sondaggi a carotaggio continuo per campionamenti ambientali in corrispondenza delle prove penetrometriche CPT1-2-3-4-5 da p.c. sino a - 3 m da p.c. (oltre a n°4 saggi con trivella in prossimità delle prove penetrometriche CPT7, 8, 9, 10).

Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione delle indagini eseguite nella campagna di indagini di Luglio/Agosto 2022, oltre alle indagini bibliografiche reperite.



Indagini bibliografiche

-  CPT10\_98 Prove penetrometriche statiche ('97-'98)
-  MASW 12\_2008 Stendimento sismico MASW (2008)
-  Sc03\_12 Sondaggi a carotaggio continuo (2012)
-  HV07\_2013 Misura di microtremore sismico a stazione singola (2013)
-  CPT2\_17 Prove penetrometriche statiche (2017)
-  120P627 Pozzo per acqua (DB RER)

Indagini geognostiche 2022

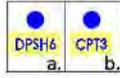
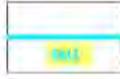
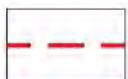
-  DPSH6 a. CPT3 b. Prove penetrometriche a. dinamiche b. statiche
-  RM1 Prova sismica Re.Mi.+MASW
-  P4 Verticali in cui sono stati eseguiti i campionamenti ambientali (0-3.0 m da p.c.)
-  Area in esame

Figura 29. Ubicazione indagini eseguite (Luglio/Agosto 2022) ed indagini bibliografiche.

Nella tabella che segue sono riportate alcune informazioni riguardanti le indagini eseguite nell'area in esame. Nei paragrafi seguenti si riportano le risultanze e le modalità di esecuzione delle prove geognostiche e sismiche eseguite tra Luglio ed Agosto 2022.

Prova	Tipologia	Profondità (m da p.c.)	Falda (m da p.c.)	Tetto delle ghiaie (m da p.c.)	Data esecuzione
CPT1	Prova penetrometrica statica	-8.2*	n.r.	-7.2	27/07/2022
CPT2	Prova penetrometrica statica	-7.6*	n.r.	-7.2	27/07/2022
CPT3	Prova penetrometrica statica	-7.6*	n.r.	-7	28/07/2022
CPT4	Prova penetrometrica statica	-8.2*	n.r.	-7.8	28/07/2022
CPT5	Prova penetrometrica statica	-7.6*	n.r.	-7.2	28/07/2022
CPT7	Prova penetrometrica statica	-11	-9.2	-9	28/07/2022
CPT8	Prova penetrometrica statica	-6.6	n.r.	-6	29/07/2022
CPT9	Prova penetrometrica statica	-7.2	n.r.	-6	29/07/2022
CPT10	Prova penetrometrica statica	-10.2	-9.2	-9	29/07/2022
DPSH6	Prova penetrometrica dinamica	-12.2	-9.2	-10.8	28/07/2022
RM1	Stendimento di sismica attiva-passiva MASW + Re.Mi.	>30	n.r.	≈5.5	09/08/2022

Tabella 4. Prove geognostiche eseguite tra Luglio e Agosto 2022.

\* eseguite a partire da -3.0 m da p.c. (da p.c. a -3.0 m da p.c. eseguito sondaggio per campionamento ambientale).

Prova	Tipologia	Profondità (m da p.c.)	Falda (m da p.c.)	Tetto delle ghiaie (m da p.c.)	Data esecuzione
P1	Sondaggio a c.c. per campionamento ambientale	-3.0	n.r.	-	27/07/2022
P2	Sondaggio a c.c. per campionamento ambientale	-3.0	n.r.	-	27/07/2022
P3	Sondaggio a c.c. per campionamento ambientale	-3.0	n.r.	-	28/07/2022
P4	Sondaggio a c.c. per campionamento ambientale	-3.0	n.r.	-	28/07/2022
P5	Sondaggio a c.c. per campionamento ambientale	-3.0	n.r.	-	28/07/2022

Tabella 5. Sondaggi per campionamenti ambientali eseguiti a Luglio 2022. (Nel sotto-paragrafo C.2.1.2 è riportata la stratigrafia ricostruita attraverso i sondaggi ambientali eseguiti).

#### C.2.1.1 Prove penetrometriche statiche CPT

Per la specifica area oggetto di studio nel mese di Luglio 2022 sono state eseguite n°9 prove penetrometriche statiche spinte sino alla profondità massima di 11.0 m da p.c.

Le prove penetrometriche statiche consistono nell'infingere nel terreno la punta del penetrometro e misurare la resistenza che oppone il terreno alla penetrazione. È opportuno sottolineare che le prove penetrometriche, così come sono state eseguite, permettono di ottenere la resistenza di punta ( $q_c$  o  $R_p$ ) e la resistenza laterale ( $q_s$  o  $R_l$ ). Tramite i valori di  $q_c$  e  $q_s$  è possibile ricavare informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche meccaniche del terreno. I valori di resistenza alla punta  $q_c$  e di resistenza laterale  $q_s$  delle prove penetrometriche statiche CPT permettono di eseguire una interpretazione litologica puntuale ogni 20 cm.

Per la caratterizzazione dei terreni sono state utilizzate, le classificazioni proposte dalle Raccomandazioni A.G.I (1977) e da Begemann (1965) sulla base del rapporto F e quelle proposte da Schmertmann (1978) e da Robertson-Campanella (1983) in base al valore del rapporto di resistenza  $F_r$  (friction ratio) correlato con la resistenza alla punta  $q_c$ .

Le prove penetrometriche statiche sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. PAGANI TG 63-200.

Il grafico riportato di seguito mostra l'andamento del valore di  $q_c$  con la profondità nelle prove eseguite. In allegato viene riportato il report completo.

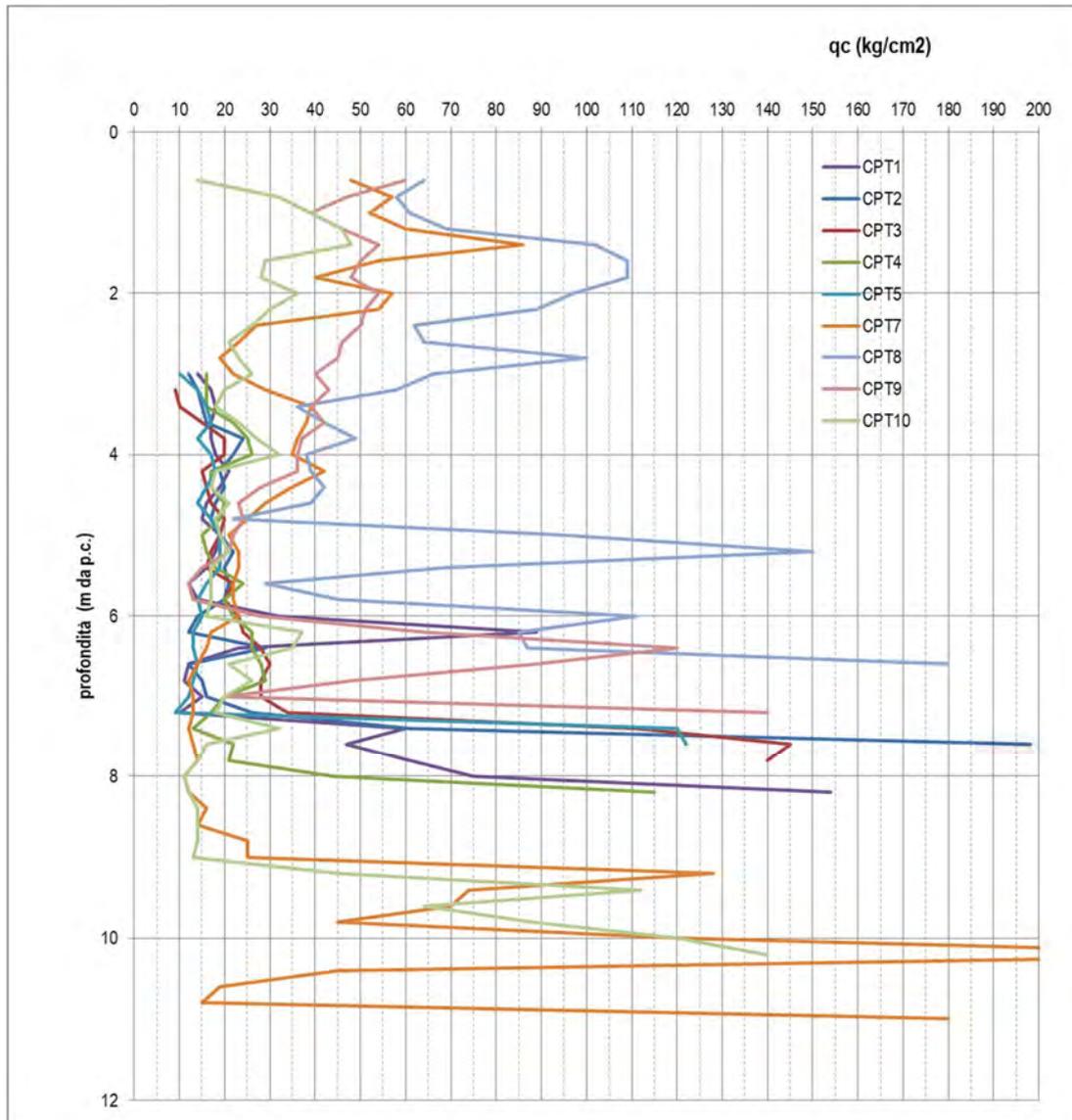
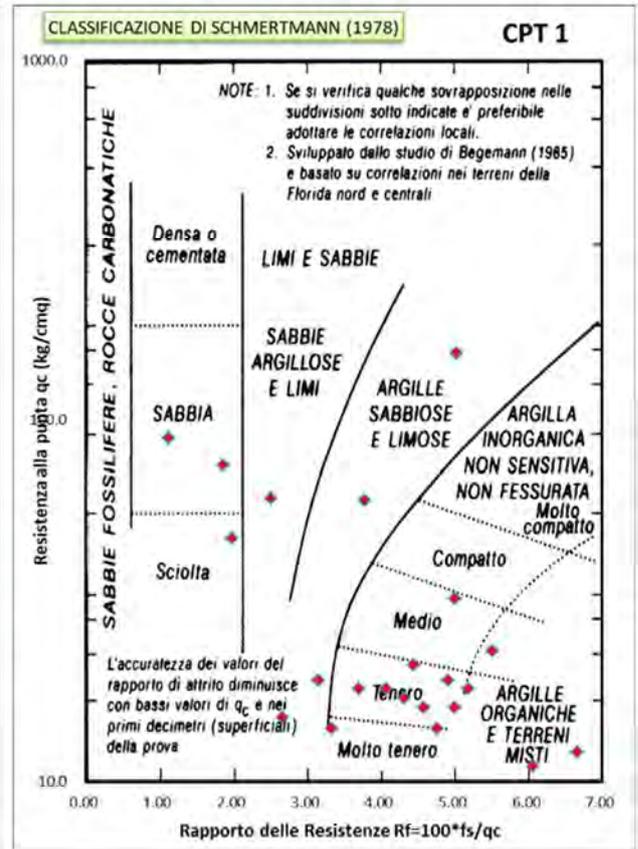
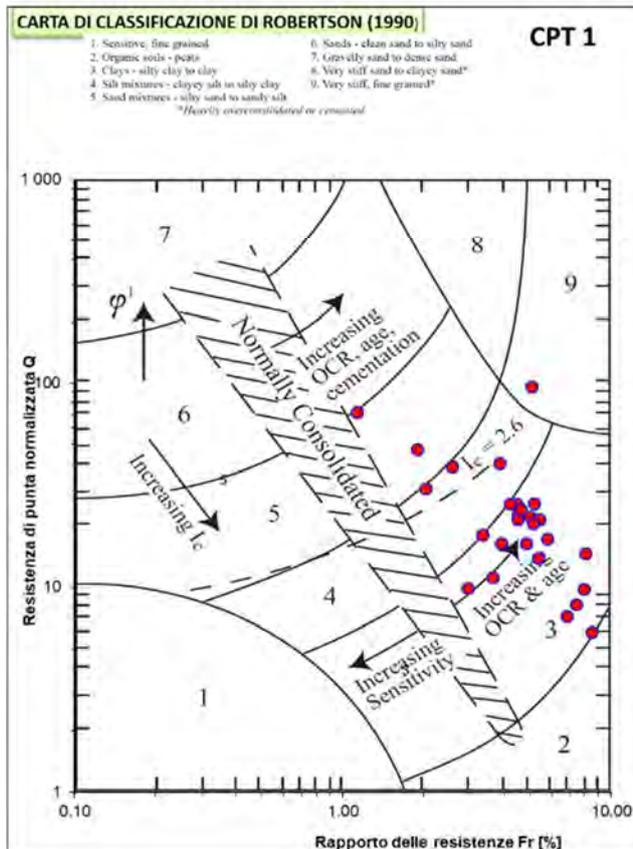
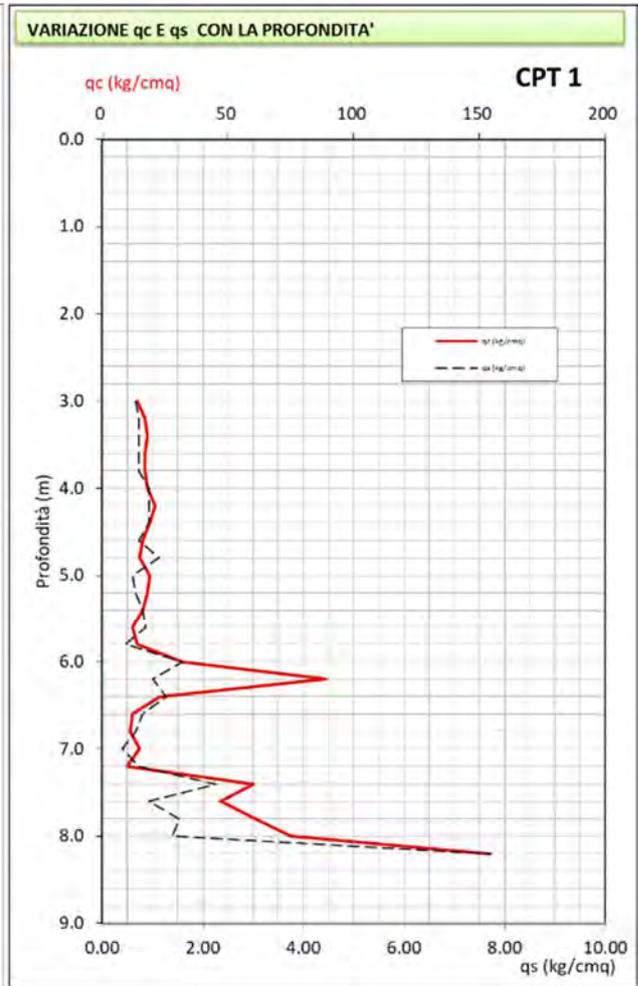
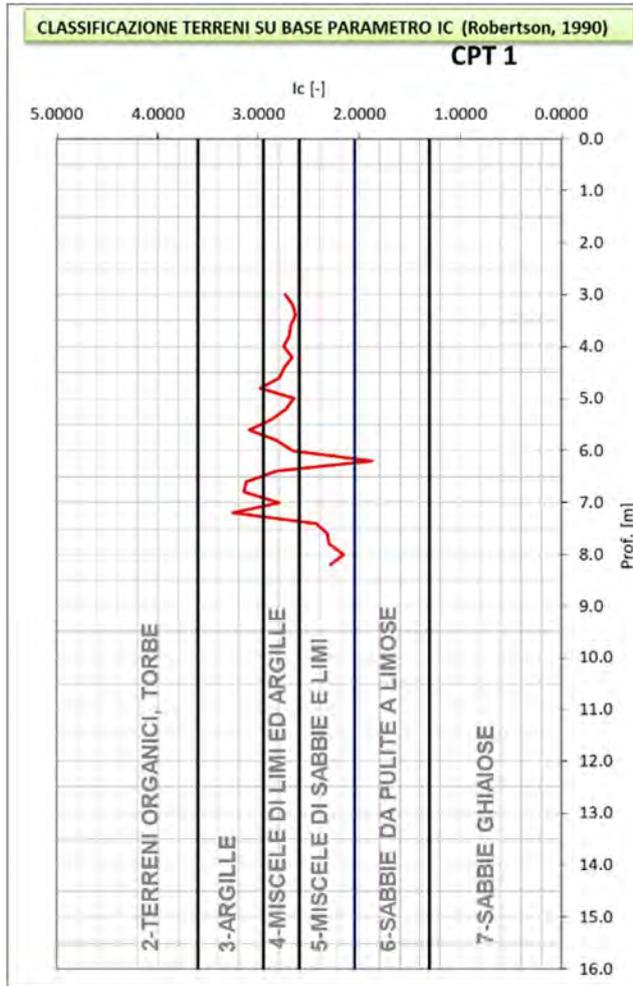
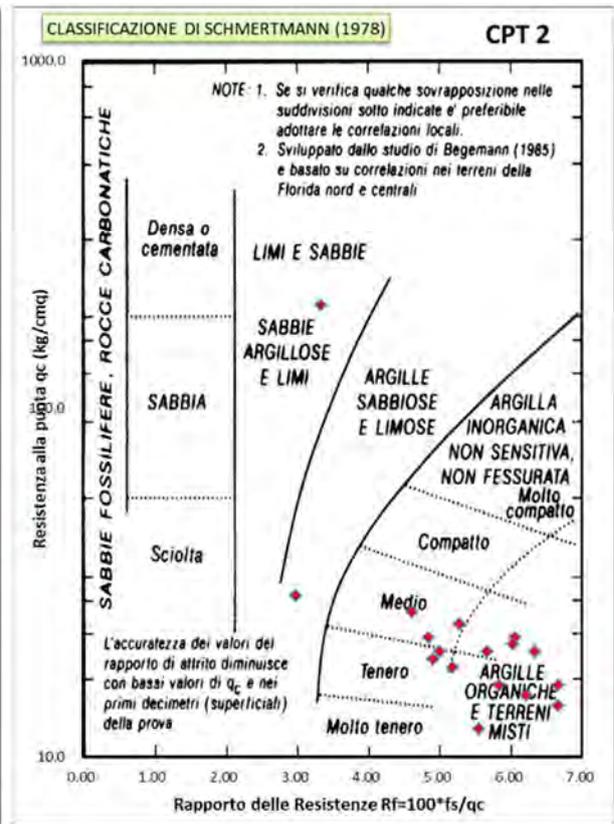
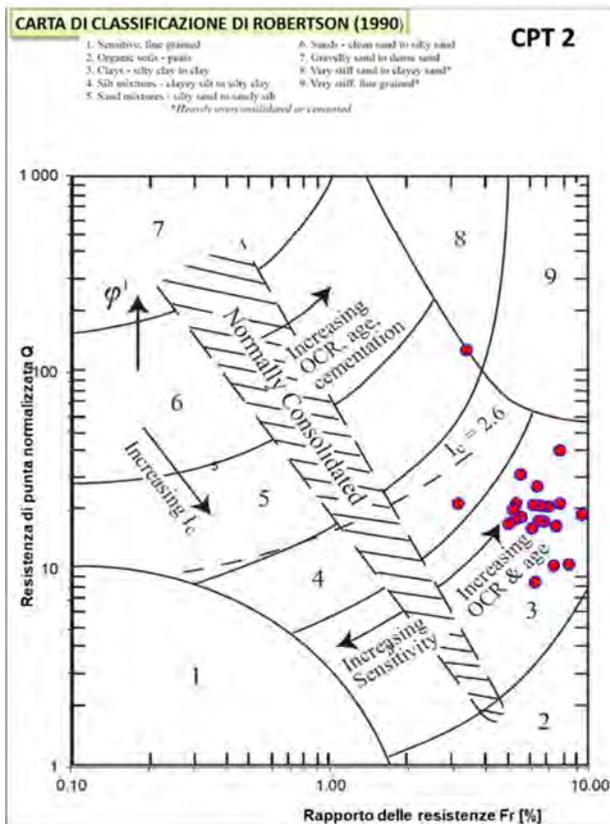
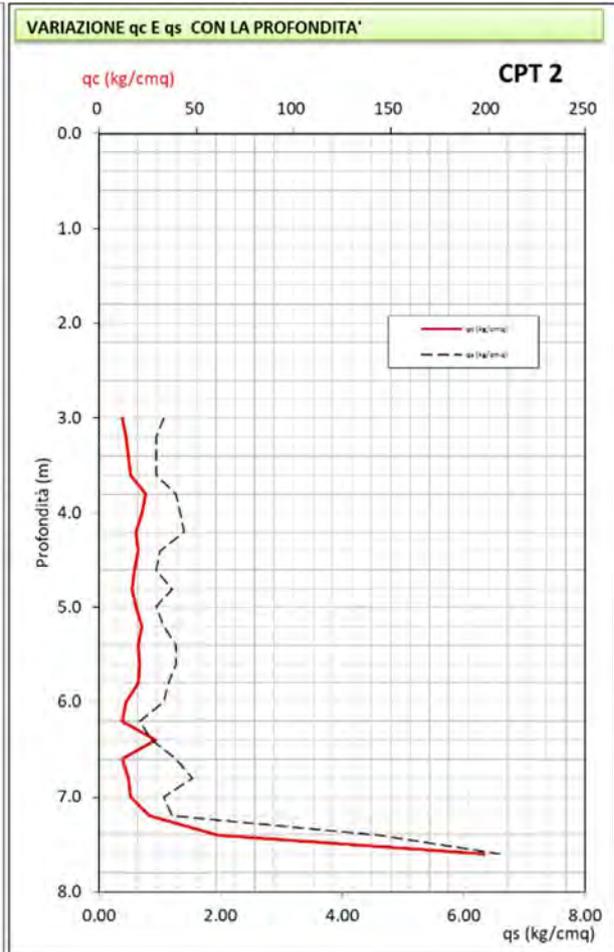
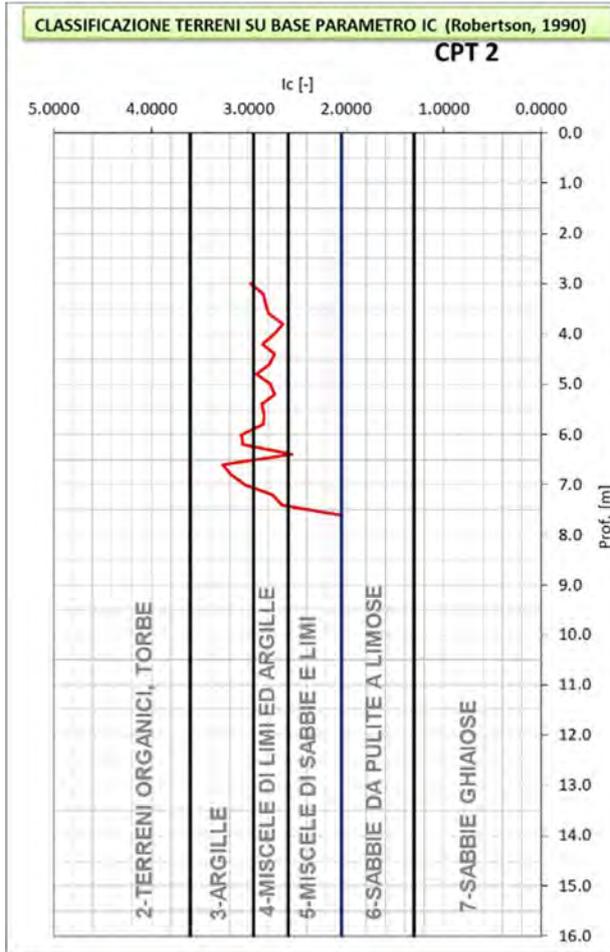
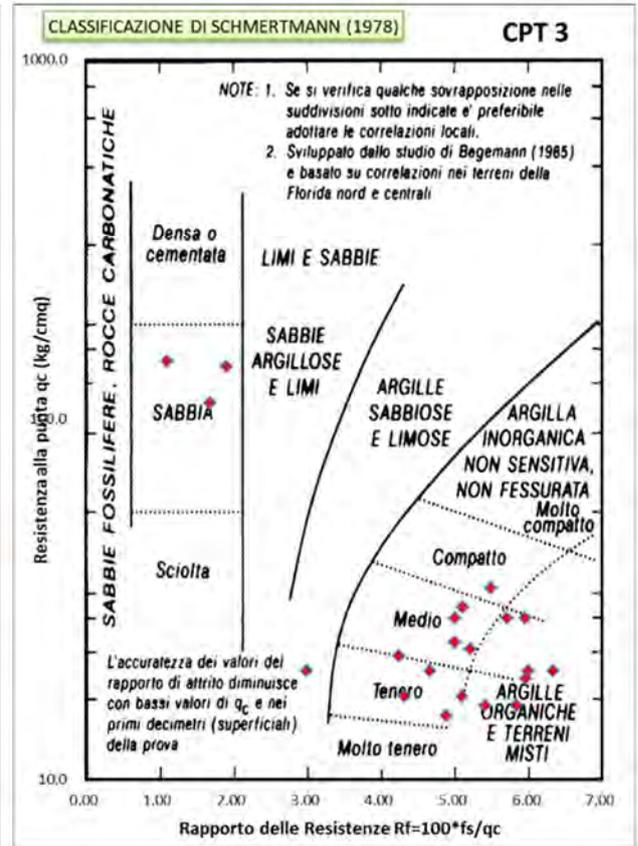
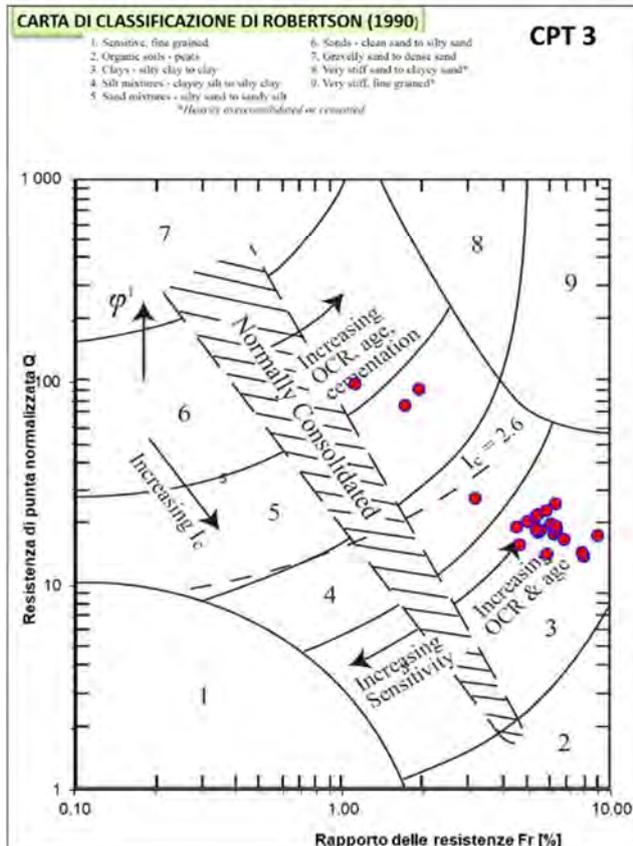
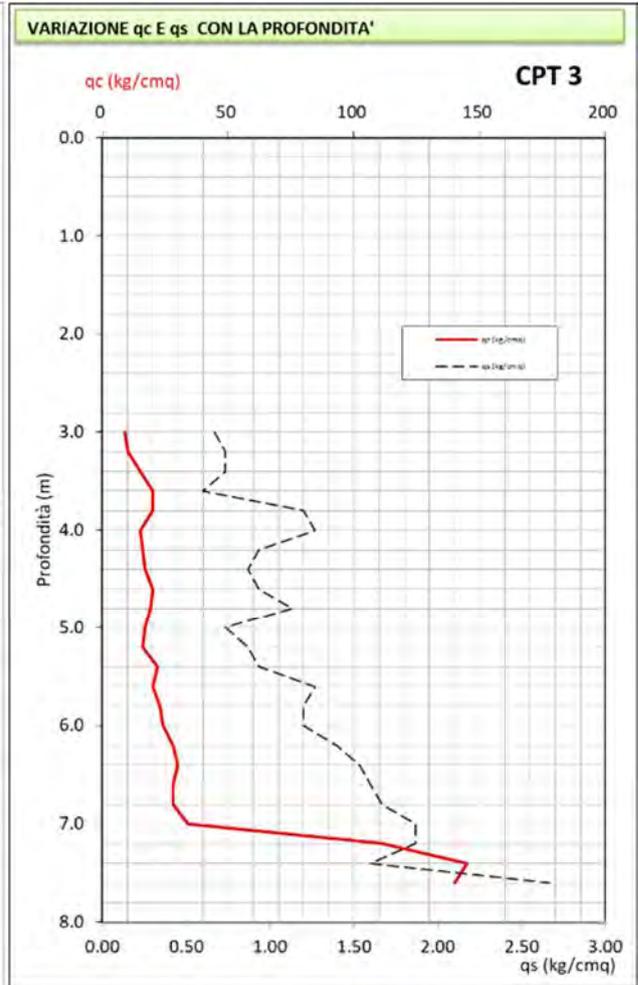
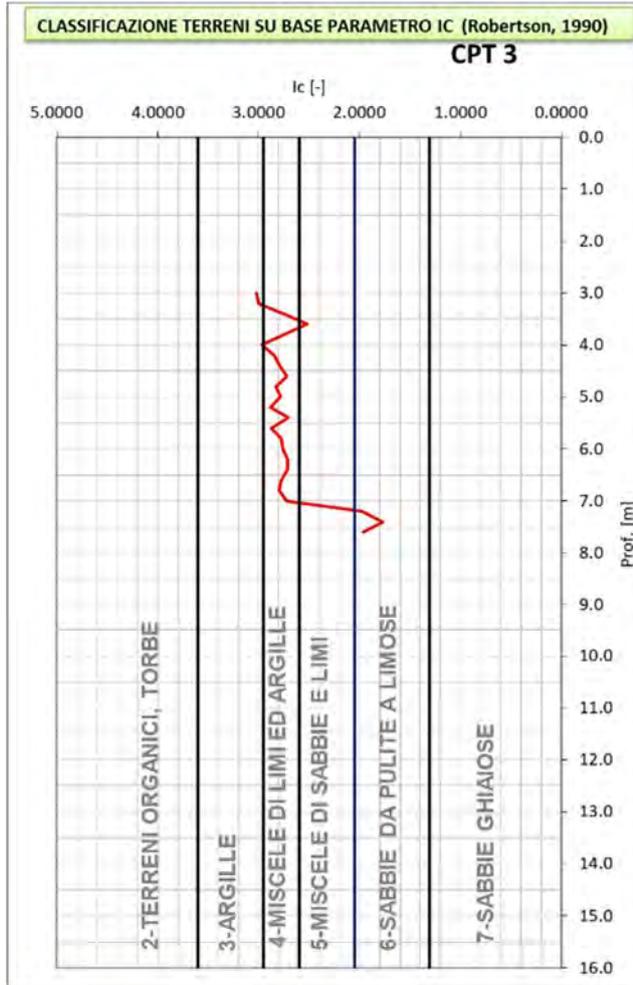
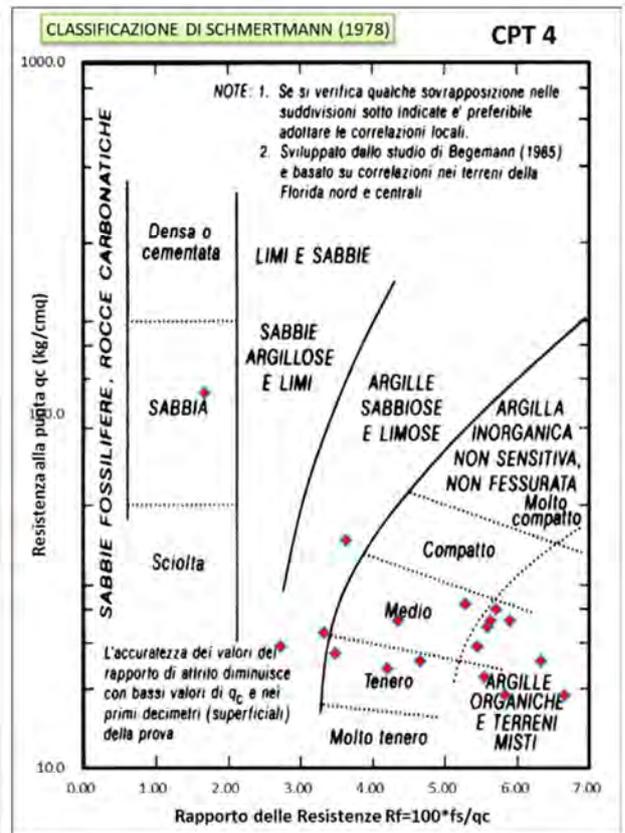
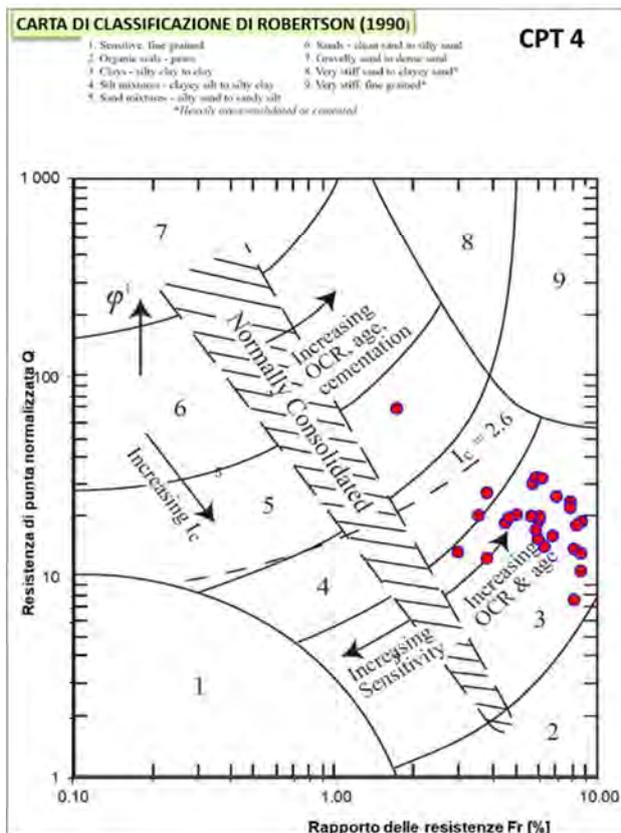
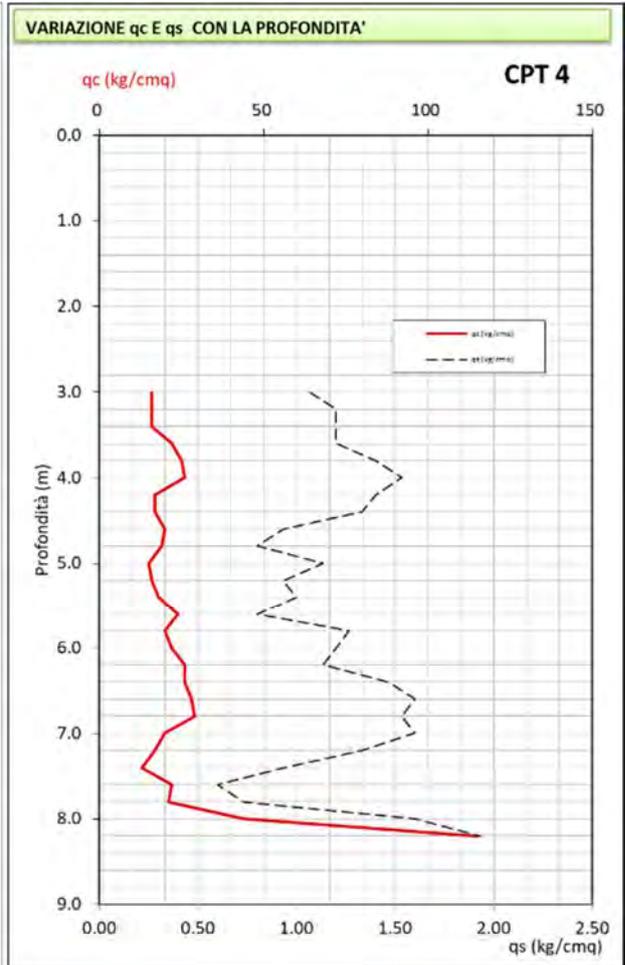
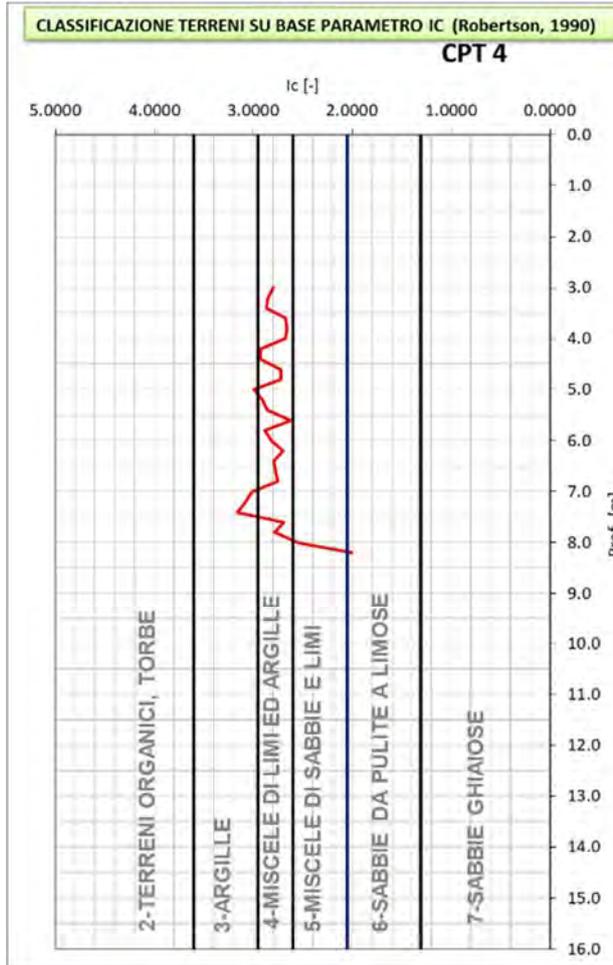


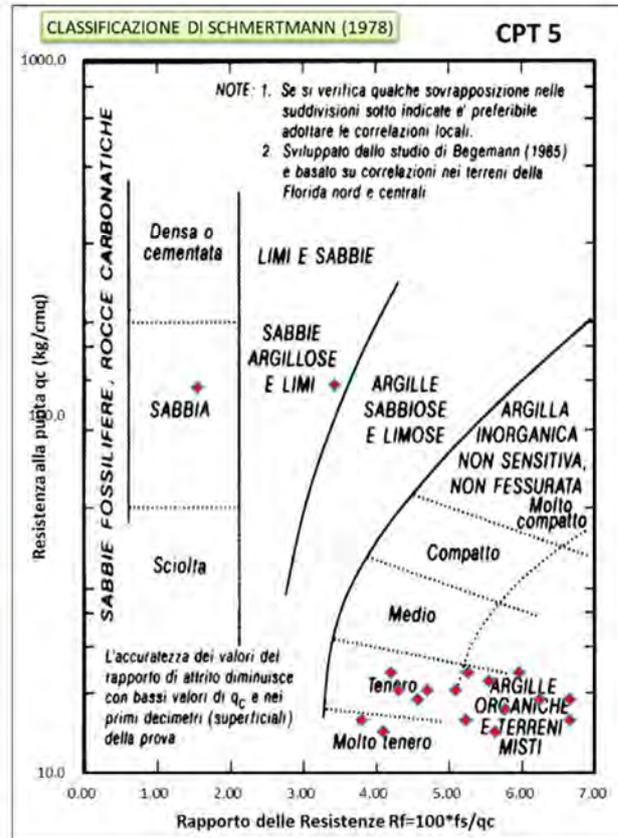
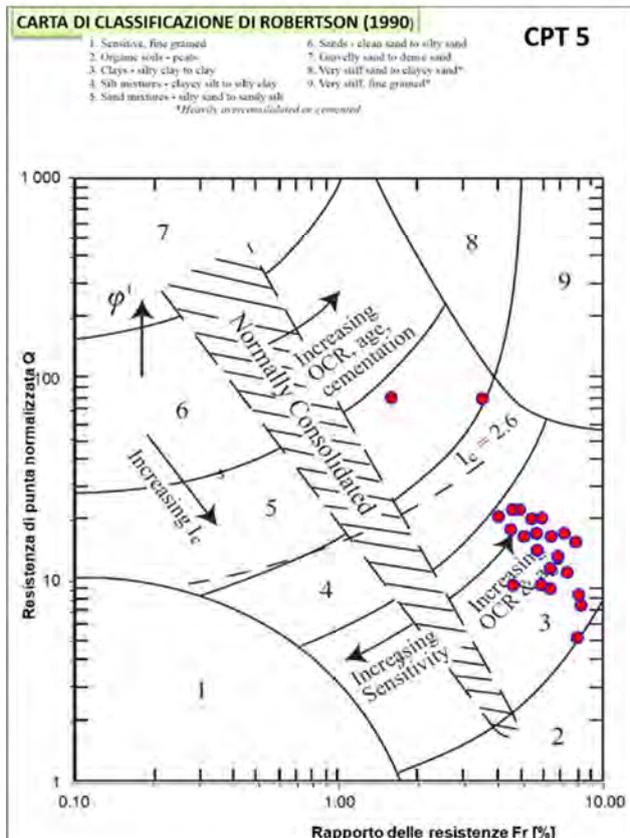
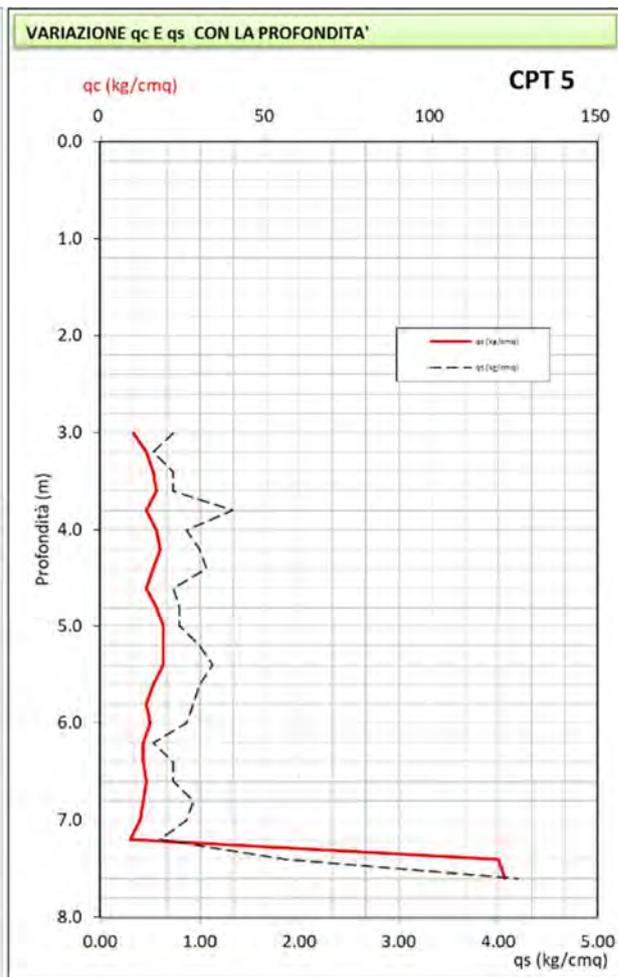
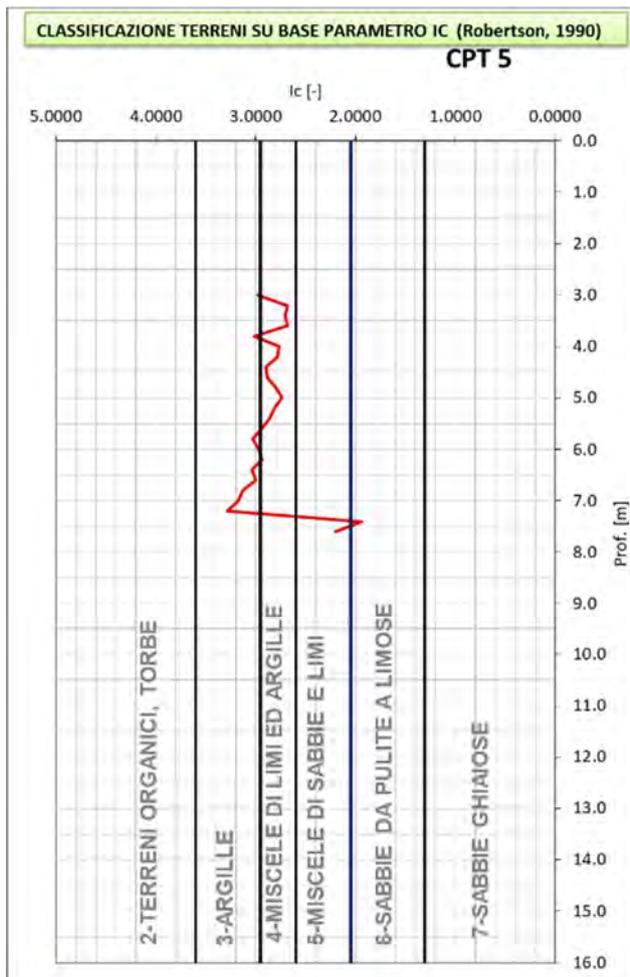
Figura 30. Variazione valore di resistenza alla punta ( $q_c$ ,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) con la profondità in corrispondenza delle prove CPT.

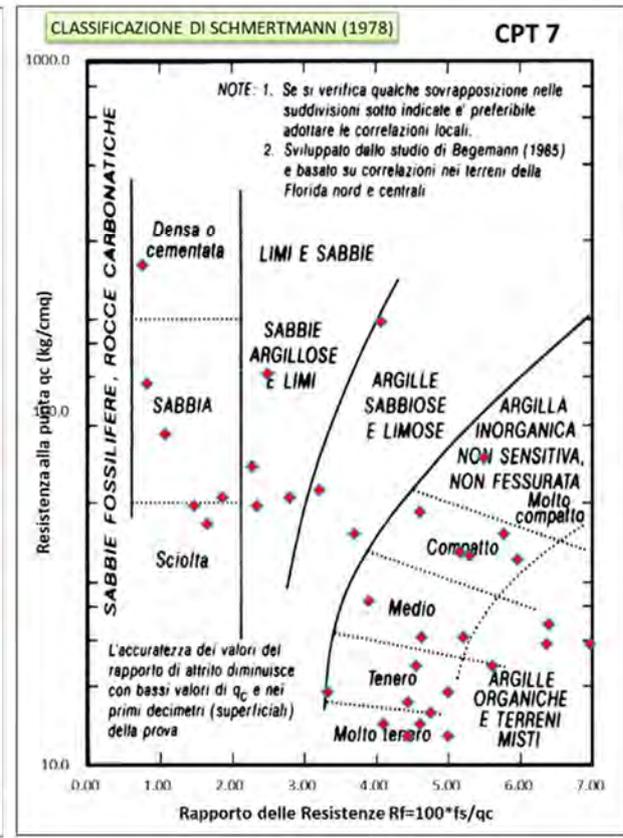
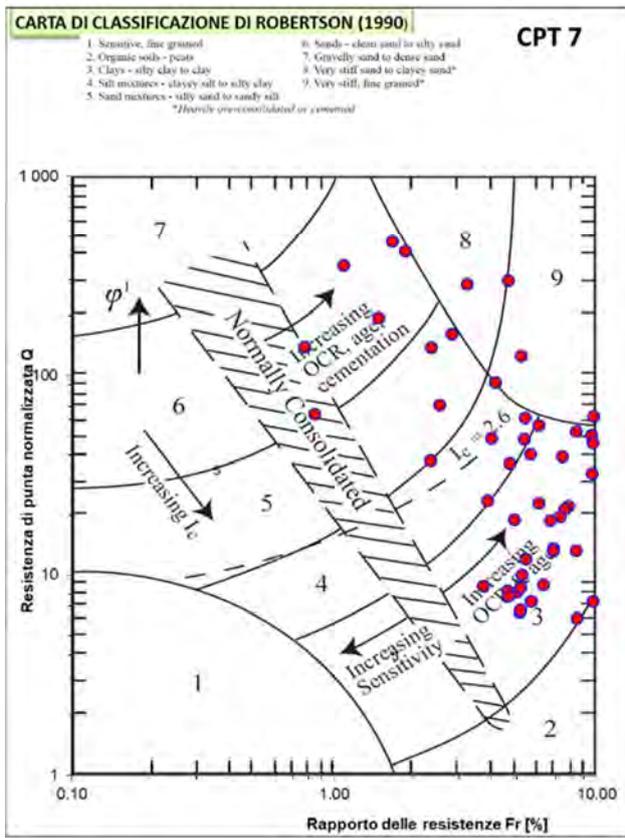
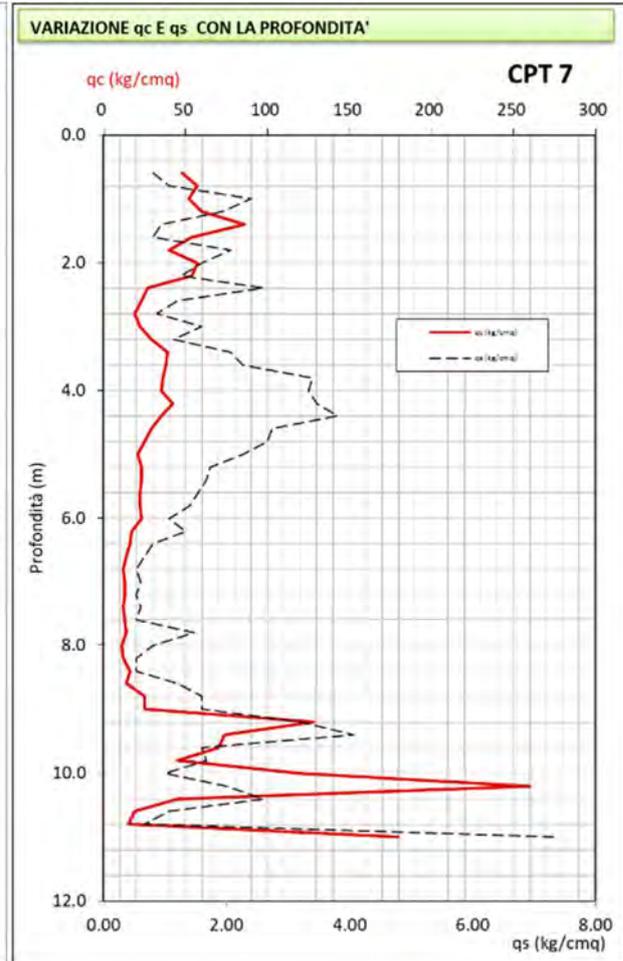
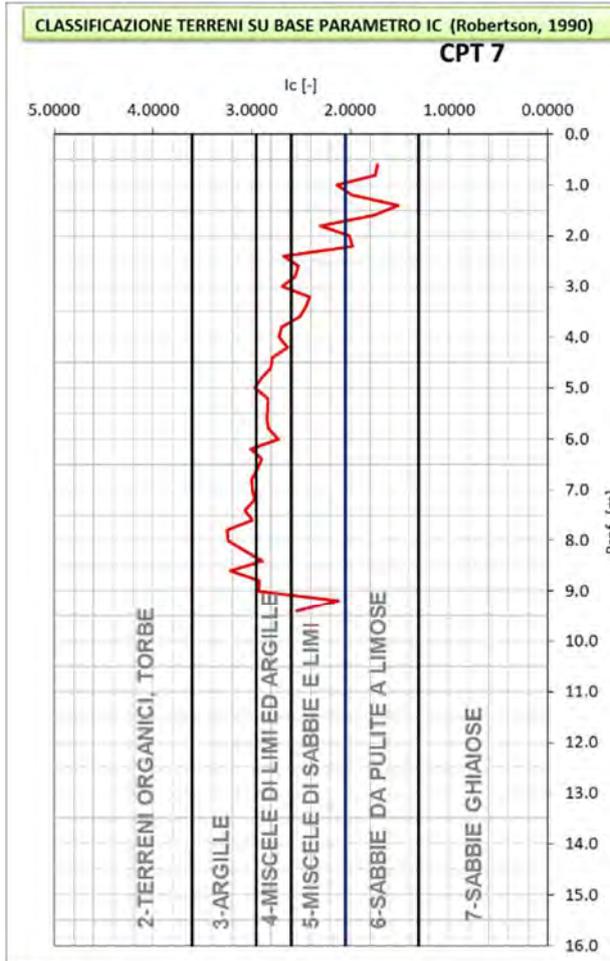


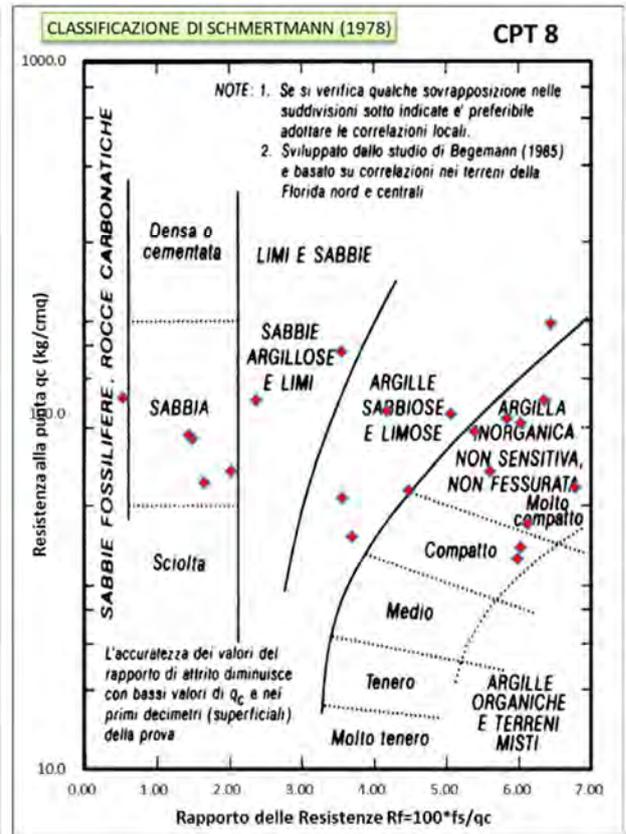
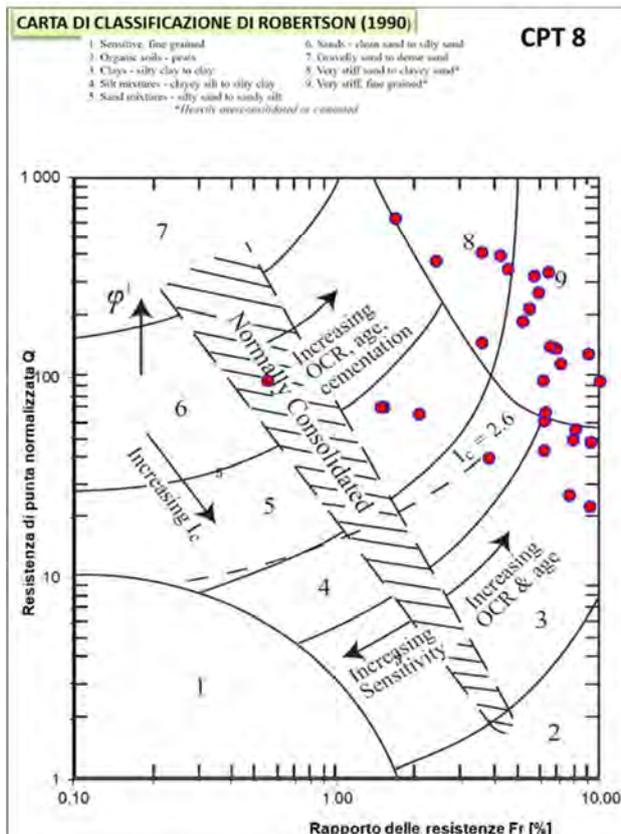
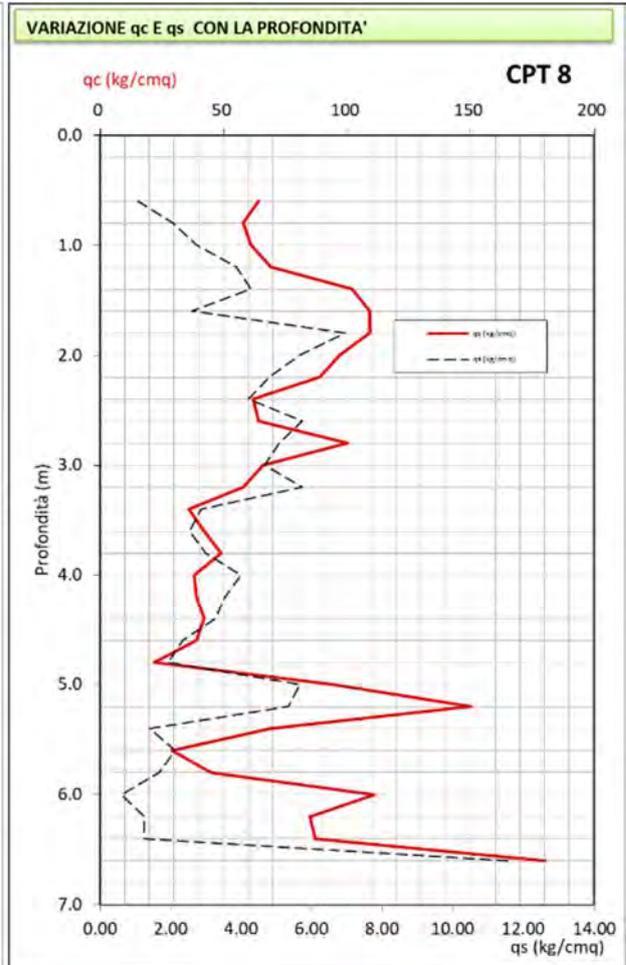
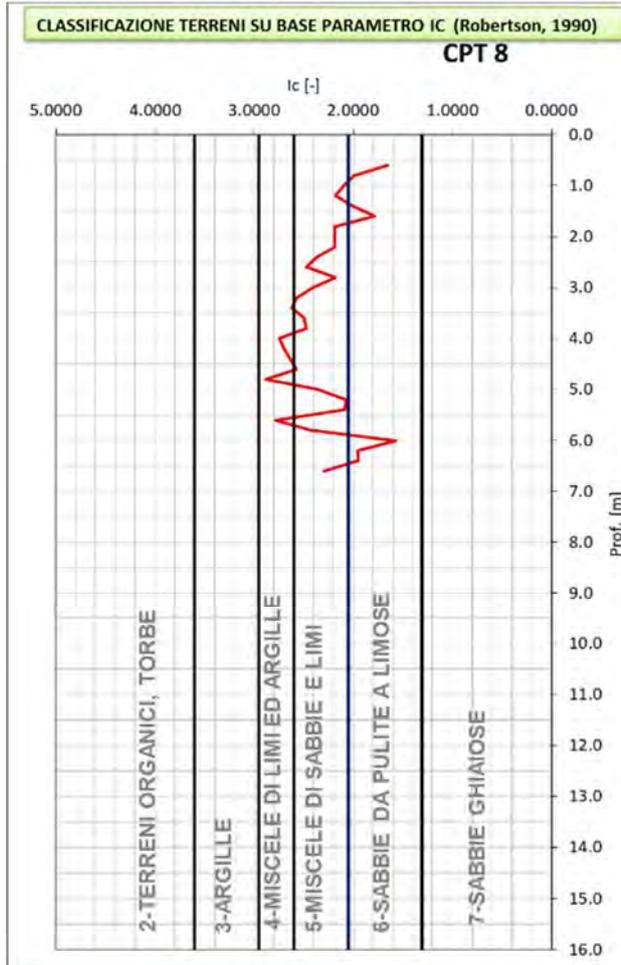


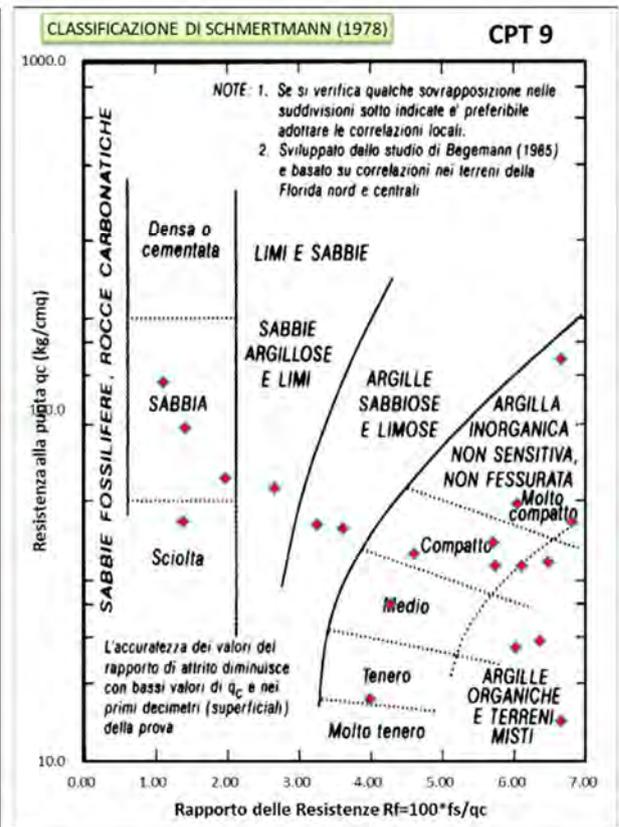
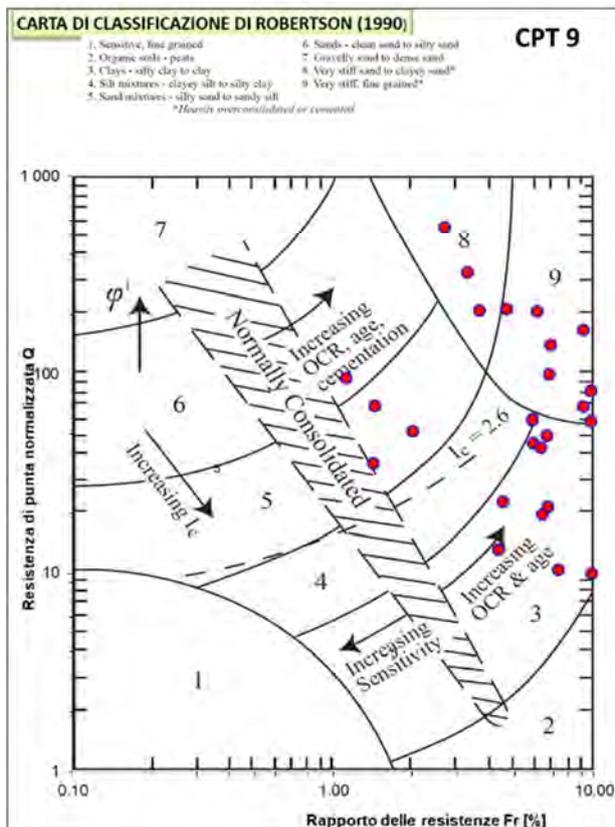
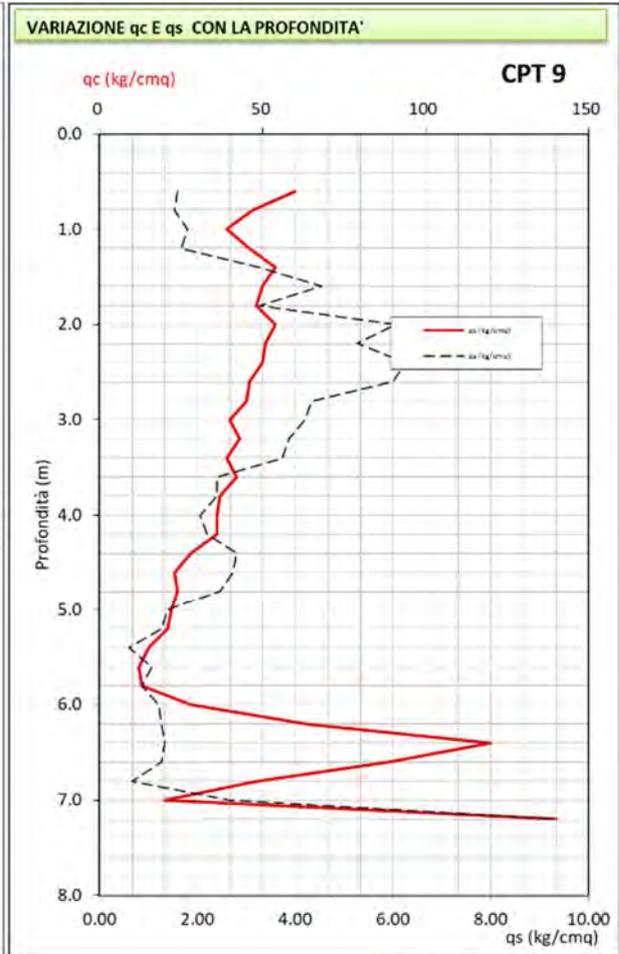
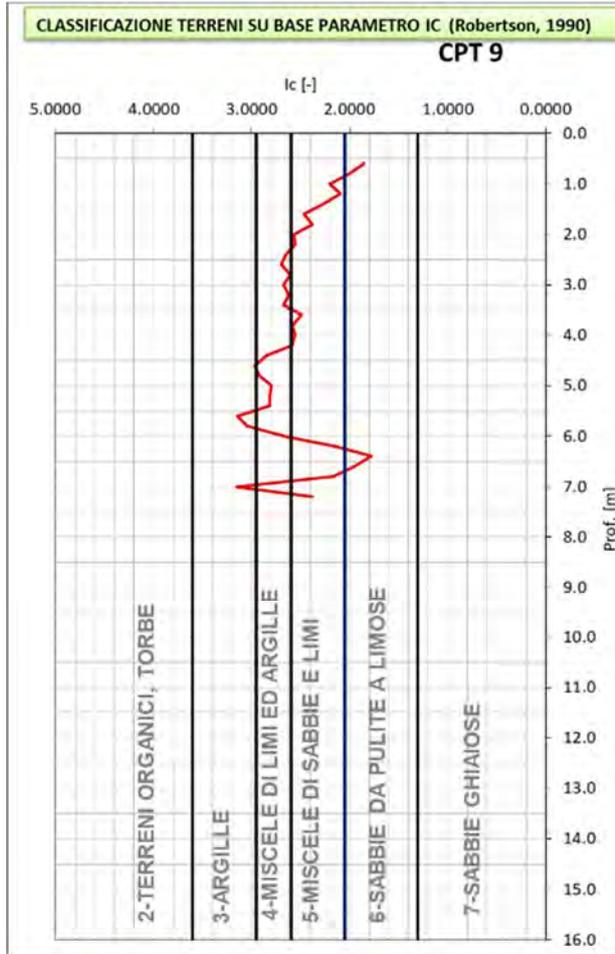


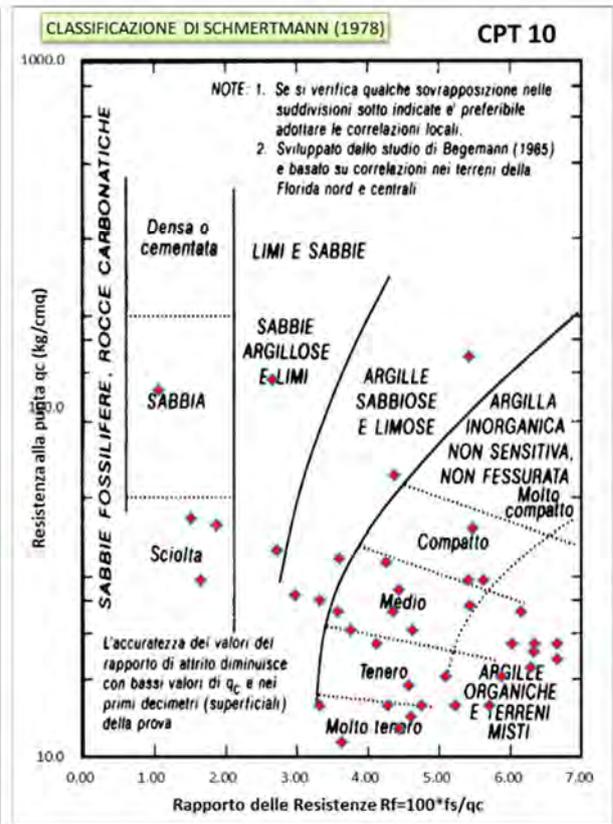
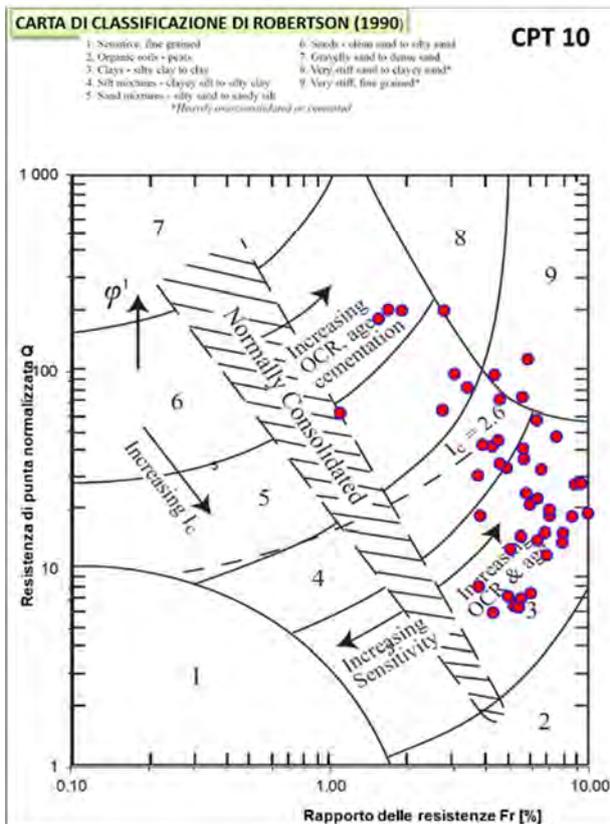
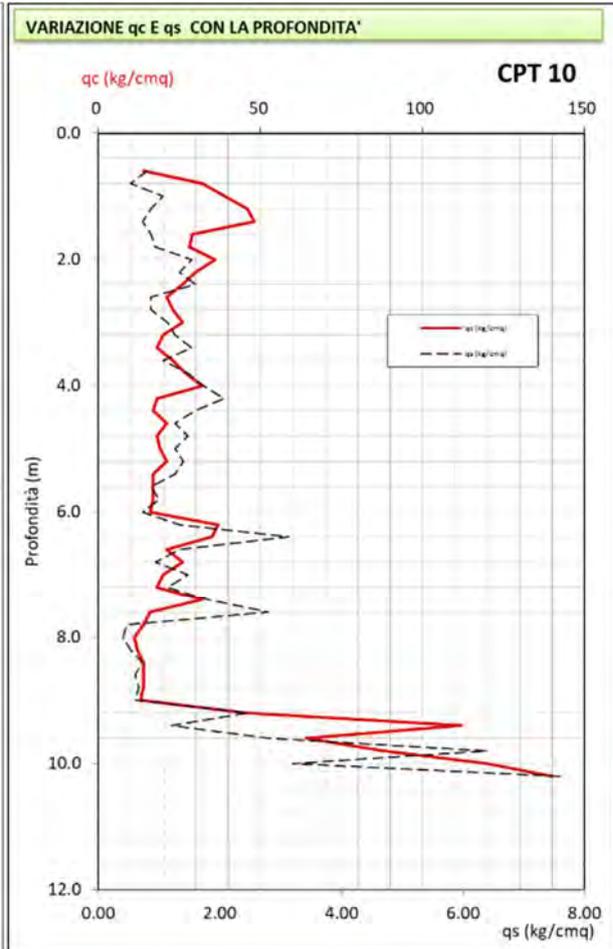
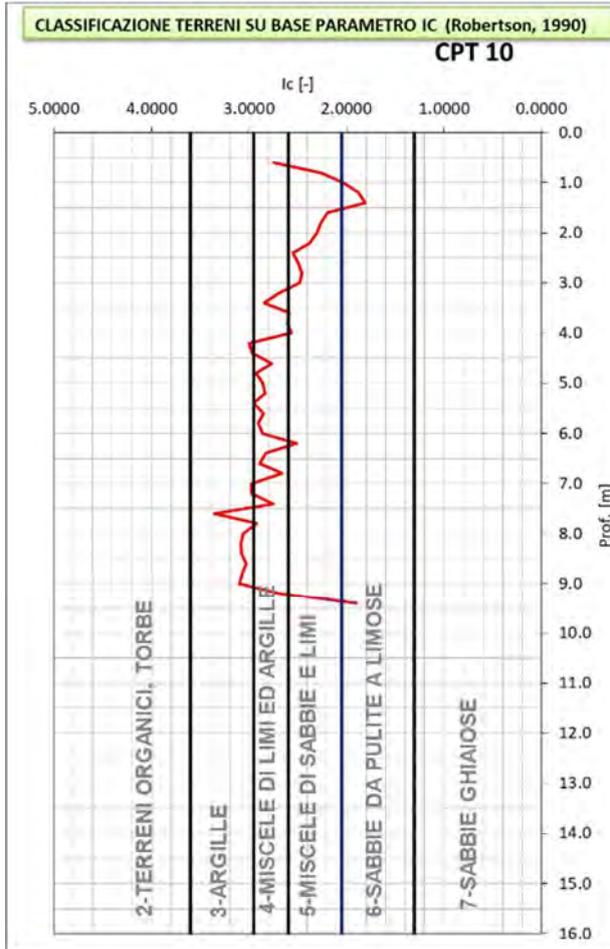












### C.2.1.1 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

In corrispondenza dell'area in esame in data 28/07/2022 è stata eseguita n°1 prova penetrometrica dinamica. L'indagine consiste nell'infiggere nel terreno un'asta o una serie di aste con punta conica o con curretta. Il sistema d'infissione è costituito da un maglio che batte sulle aste; il dato rilevato è il numero di colpi che occorre per abbassare il sistema aste/punta di 20 cm nel terreno.

Si ottengono così diagrammi che discretizzano il sottosuolo in livelli di 20 cm per l'intera profondità d'indagine. Nel caso in esame la massa battente è superiore ai 60 kg quindi la prova si definisce prova penetrometrica super pesante (DPSH) (classificazione ISSMFE (1988)).

Normalmente si interrompe la prova quando il numero dei colpi diventa particolarmente elevato, vicino al rifiuto ( $n \geq 50$ ). Per il calcolo dei parametri geomeccanici, i valori d'infissione relativi all'avanzamento di 20 cm, sono stati trasformati in valori d'infissione della prova standard ( $N_{spt}$ ), per mezzo di coefficienti noti in bibliografia.

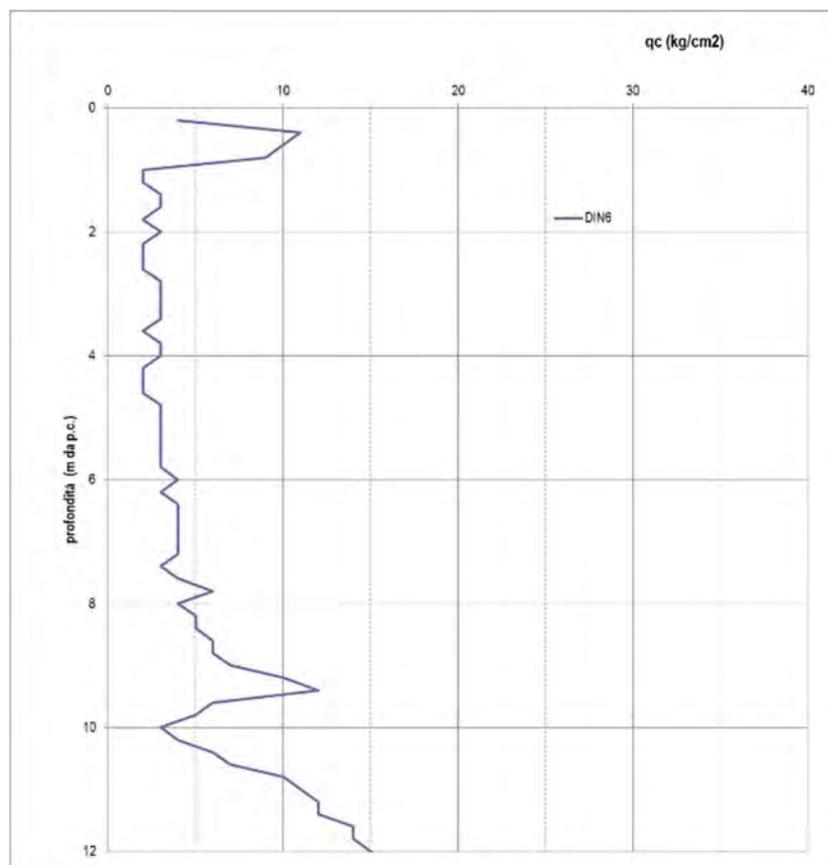


Figura 31. Andamento di N (numero di colpi) con la profondità.

La prova penetrometrica dinamica (DIN o DPSH) è stata eseguita utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. PAGANI TG 63-200.

Le caratteristiche dell'attrezzatura usata sono: massa battente da 63.5 kg, altezza di caduta costante:  $h = 75$  cm, prima asta dotata di punta conica con area base punta conica pari a  $20.00 \text{ cm}^2$  ed angolo di apertura alla punta  $\alpha = 90^\circ$ . In allegato sono riportati i report completi delle prove eseguite.

### C.2.1.2 Stratigrafia ricostruita attraverso Sondaggi Ambientali

Come riportato in precedenza, in corrispondenza delle verticali di indagini delle prove penetrometriche CPT1, CPT2, CPT3, CPT4 e CPT5 sono stati eseguiti n°5 sondaggi per esecuzione campionamenti ambientali. Dei suddetti sondaggi è di seguito presente una sintesi della stratigrafia riconosciuta.

Profondità	Sondaggio P1
0.0-2.5	Materiali di riporto in matrice sabbiosa; presenza di frammenti di mattone. Da 1.0 a 1.10 limo-argilloso di colore scuro
2.5-3.0	Limo argilloso di colore grigio chiaro

Profondità	Sondaggio P2
0.0-1.5	Materiali di riporto limo argilloso con presenza di pezzi di mattoni e cemento
1.5-3.0	Argilla limosa di colore grigio scuro con presenza di frustoli carboniosi. Da 2.8 a 3.0 colore grigio scuro/nero

Profondità	Sondaggio P3
0.0-0.6	Materiali di riporto costituito da ghiaia in matrice sabbiosa, colore grigio chiaro
0.6-2.35	Materiali di riporto costituito da argilla limosa di colore marrone chiaro
2.35-3.0	Argilla limosa con frustoli carboniosi

Profondità	Sondaggio P4
0.0-0.7	Materiali di riporto costituito da ghiaia più sabbia grigio chiaro
0.7-1.6	Materiali di riporto costituito da limo argilloso marrone chiaro
1.6-2.0	Materiali di riporto costituito da ghiaia più sabbia grigio chiaro
2.0-3.0	Argilla limosa

Profondità	Sondaggio P5
0.0-0.7	Materiali di riporto costituito da ghiaia e sabbia
0.7-2.3	Materiali di riporto costituito da limo argilloso
2.3-2.5	Legname
2.5-3.0	Argilla limosa con frustoli carboniosi

C.2.1.3 Indagine sismica Re.Mi.+MASW

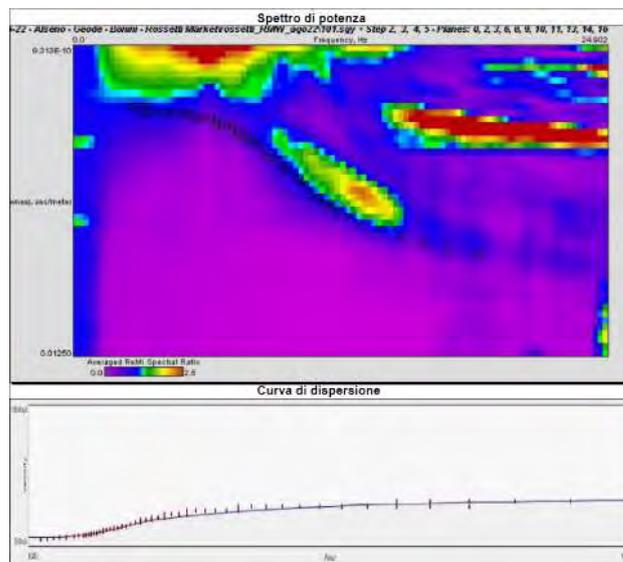
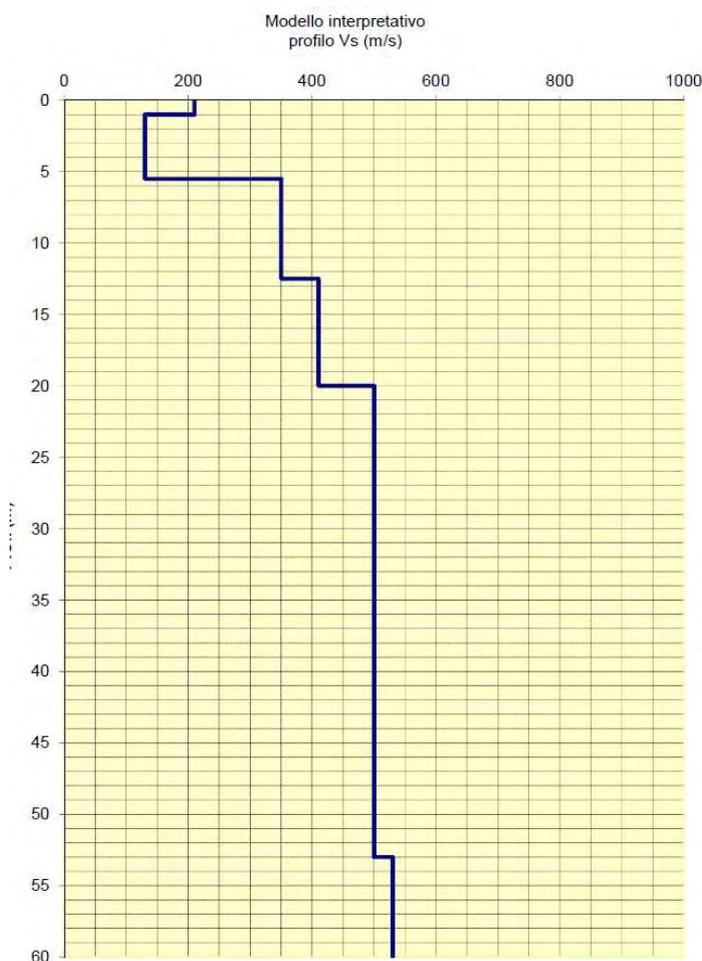
In corrispondenza dell'area in esame, in data 09/08/2022, è stata eseguita la prospezione geofisica con metodo integrato attivo - passivo (Re.Mi./MASW) per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. Di seguito si riassumono le principali informazioni riguardanti la tipologia di prova ed i risultati ottenuti. Il report completo della prova sismica Re.Mi.+MASW è riportato in allegato.

La prospezione è stata effettuata con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica GEOMETRICS GEODE, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz, disposti ad interasse di 3 m, per lunghezza di indagine di 69 m.

Nella procedura con "metodo attivo" le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta sul piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito da ricevitori posti a distanza variabile. Il procedimento con "metodo passivo" presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo, ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza compresa tra 2 e 40 Hz e consente una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30-100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per l'acquisizione dei microtremori ambientali sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30 s con una frequenza di campionamento di 500 Hz.



Profondità da p.c. (m)	Vs (m/s)
0 - 1	210
1 - 5.5	130
5.5 - 12.5	350
12.5 - 20	410
20 - 53	500
53 - INF.	530

Figura 32. Variazione della Vs con la profondità spettro di potenza e profilo sismico ricostruito attraverso la prova RM.

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate denotano che i primi 30 m del sottosuolo, valutati a partire da -1 m p.c., sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1 ÷ 5.5	4.5	130
2	5.5 ÷ 12.5	7	350
3	12.5 ÷ 20	7.5	410
4	20 ÷ 31	11	500

La prova sismica MASW+Re.Mi. ha permesso di ottenere un valore di  $Vs_{30} = 316 \approx 320$  m/s.

#### D. SCHEMA LITOLOGICO E MODELLO GEOLOGICO-TECNICO

La stratigrafia è stata determinata attraverso le indagini geognostiche eseguite appositamente ai fini del presente studio (2022) che hanno indagato la specifica area in esame, tenendo conto anche dei risultati delle prove bibliografiche reperite nell'area in esame. Le indagini hanno evidenziato la presenza dei seguenti livelli:

L1	R	- <i>Livello L1: Materiale di riporto.</i> I sondaggi eseguiti per i campionamenti ambientali hanno permesso di individuare il livello di riporti sino a circa 2.5 m da p.c. Lo spessore minimo è stato individuato attraverso la prova DPSH6 (0.8 m) e il sondaggio P2 (1.5 m). Le prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10 non individuano il livello di riporti superficiale. I materiali di riporto si trovano prevalentemente in matrice sabbiosa; presenza di frammenti di mattone e calcestruzzo. <i>Parametri caratteristici: N= 4.8-6.9 colpi/20 cm, Vs= 210-130 m/s</i>
L2s	AES8a	- <i>Livello L2: Argille ed argille limo sabbiose.</i> Livello costituito da argille a tratti limoso-sabbiose di spessore variabile. Il livello è stato riconosciuto da circa 1.5/2.5 m da p.c. sino a circa 5.8/10.6 m da p.c. <i>Parametri caratteristici: qc= 12-16 kg/cm<sup>2</sup>, N= 2-3 colpi/20 cm, Vs= 130 m/s.</i>
L2		In corrispondenza delle prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10 a partire da p.c. sino a circa 1.5/2.5 m; è stata individuata una porzione superficiale del livello L2 (definita L2s) maggiormente consistente.
L3	AES7b	- <i>Livello L3: Ghiaie in matrice argilloso sabbiosa.</i> Livello di ghiaie in matrice argilloso-sabbiosa di spessore variabile. È stato raggiunto da tutte le prove penetrometriche eseguite a profondità variabili tra 5.8 e 10.6 m da p.c. <i>Parametri caratteristici: qc=20-71.6 kg/cm<sup>2</sup>, N= 10-12 colpi/20 cm, Vs= 350 m/s.</i>
L4	AES7b	- <i>Livello L4: Argille.</i> Il livello di argille presente al di sotto del livello di ghiaie L3 è stato individuato dalle indagini bibliografiche (prova CPT2_17 e sondaggio SC04_12) oltre i 10/11 m da p.c. <i>Vs &gt;350/410 m/s.</i>

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri geotecnici ricavati dalle indagini eseguite per i livelli descritti nello schema riportato precedentemente.

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia	Parametri	
0.0-0.8/2.5	L1	Coesivo/granulare	Riporti a base terrosa inglobanti frammenti eterometrici di laterizi sfridi di calcestruzzo e clasti di ghiaia	Parametri totali $\gamma_k = 18-19 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 70-80 \text{ kPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $M_k = 10-11 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 18 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 0.0-5.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 24-25^\circ$
0-1.5/2.5 (in corrispondenza delle prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10) livello superficiale maggiormente consistente	L2s	Coesivo	Argille, argille limo-sabbiose e limi sabbiosi	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 50-70 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 4-5.5 \text{ MPa}$ (45- 59 $\text{kg/cm}^2$ )*	Parametri efficaci $\gamma_k = 19 \text{ KN/m}^3$ * $c'_k = 5-10 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 22-25^\circ$ $E_{50} = 2-3 \text{ MPa}$
0.8/2.5-5.8/10.6	L2				
5.8/10.6-10/11	L3	Granulare	Ghiaie in matrice argilloso sabbiosa	Parametri totali $\gamma_k = 20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 106-290 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 8-18 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 5.0-10.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 26-30^\circ$ $E = 40-44 \text{ MPa}$
>10/11	L4**	Coesivo	Argille	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 100 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 7.0-8.0 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 5.0-10.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 24-25^\circ$

Dove:  $\gamma$  = peso di volume naturale;  $Cu$  = Resistenza al taglio in condizioni non drenate;  $M$  = Modulo Edometrico;  $\phi'$  = angolo di attrito efficace;  $c'$  = coesione efficace,  $E$ =modulo elastico,  $E_{50}$ = modulo elastico (valore al 50% della deformazione denominato anche operativo). \* da prove di laboratorio (campioni prelevati durante i sondaggi eseguiti nel 2012).

\*\* Livello caratterizzato in relazioni bibliografiche consultate.

In dettaglio si osservano i seguenti dati geometrici di importanza geotecnica.

Indagini 2022		
Sondaggio	Prof. Base riporto (m dal p.c.)	Prof. Tetto Ghiaie (m dal p.c.)
CPT1	-2.5	-7.2
CPT2	-1.5	-7.2
CPT3	-2.35	-7
CPT4	-2.0	-7.8
CPT5	-2.5	-7.2
CPT7	-	-9
CPT8	-	-6
CPT9	-	-6
CPT10	-	-9
DPSH6	-0.8	-10.8

Per quanto riguarda la profondità della falda in corrispondenza e nell'intorno dell'area in esame i risultati delle indagini consultate riportano valori di soggiacenza della falda a profondità variabili tra 6.0-7.5 m dal p.c. Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche nell'Ottobre 2017, spinte fino alla profondità massima di 13 m da p.c., non è stata rilevata la presenza della falda. Le indagini geognostiche eseguite nel 2022 hanno permesso di individuare la presenza della falda a -9.2 m da p.c. (la falda è stata reperita in corrispondenza delle prove penetrometriche CPT7, CPT10 e DPSH6). Non si esclude comunque che durante eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote più elevate, approssimandosi al piano campagna.

## D.1 Parametri meccanici

Per la determinazione dei parametri meccanici caratteristici dei livelli individuati in corrispondenza dell'area in esame, sono state elaborate le prove penetrometriche statiche e dinamiche eseguite nella campagna geognostica di Luglio-Agosto 2022. Sono inoltre stati presi in considerazione i risultati delle indagini di laboratorio eseguite su alcuni campioni prelevati durante la campagna geognostica del 2012 che ha interessato l'area a nord dell'area in esame, attualmente occupata dall'edificio principale del Rossetti Market. Si riportano di seguito le elaborazioni eseguite.

### D.1.1 Resistenza alla punta ( $q_c$ ) nelle prove penetrometriche statiche (CPT)

Il valore di resistenza alla punta del penetrometro statico ( $q_c$ ) è indicativo sulla litologia e sulla resistenza alla rottura del terreno attraversato. Di seguito si riporta un'elaborazione dei valori medi e statistici per i livelli attraversati dalle prove penetrometriche statiche.

	L2s	L2	L3
media	58.9	24.0	98.1
5° percentile	36.2	12.0	20.0
minimo	14.0	9.0	15.0
massimo	109.0	150.0	260.0
Dev stad	21.8	15.9	52.9
COV	0.4	0.7	0.5
Bayesiano	48.0	16.1	71.6
16° percentile	46.0	14.0	45.5

Valori di  $q_c$  in kg/cmq

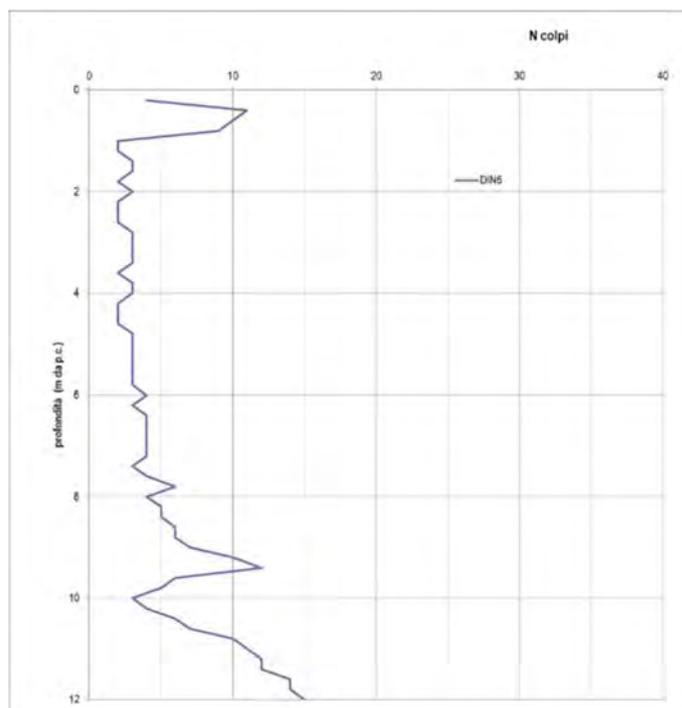
Come valori caratteristici per i livelli sono considerati il 5° percentile e il Bayesiano.

### D.1.2 Numero di colpi (N) nelle prove penetrometriche dinamiche (DIN o DPSH)

Il numero di colpi del penetrometro è indicativo della litologia del terreno attraversato. A lato si riporta il grafico della variazione di N con la profondità nella verticale indagata dalla prova penetrometrica DIN6. Nella tabella seguente sono riportati i valori per ogni livello individuato.

	L1-R	L2	L3
media	8.5	3.9	13.0
5° percentile	4.8	2.0	10.4
minimo	4.0	2.0	10.0
massimo	11.0	12.0	16.0
Dev stad	3.1	2.0	2.1
COV	0.4	0.5	0.2
Bayesiano	6.9	2.9	12.0
16° percentile	6.4	2.0	11.1

Valori di N



### D.1.3 Coesione non drenata ( $C_u$ )

Per quanto riguarda i dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche per valutare la coesione non drenata ( $C_u$ ), tipica dei terreni coesivi, è stata utilizzata la relazione proposta da Schmertmann (1975)<sup>3</sup>, espressa in funzione della resistenza alla punta  $q_c$  (o  $R_p$ ) del penetrometro statico e della pressione geostatica  $\sigma_v$ ;  $C_u = R_p - \sigma_v / N_c$ ; dove  $N_c$  è una costante dipendente dal tipo di terreno in esame.

Per la valutazione della coesione non drenata ( $C_u$ ), nei terreni indagati invece dalla prova penetrometrica dinamica è stata utilizzata la relazione proposta da Bowels (1991), espressa in funzione del Numero di colpi normalizzato al 60% ( $N'60$ );

$$C_u = N'60 * k \quad [\text{kPa}]$$

dove  $k$  è un parametro di sito è una costante dipendente dal tipo di terreno in esame.

E' stata inoltre utilizzata la relazione proposta da Terzaghi & Peck (1948)

$$C_u = 6.4 * N60 \quad [\text{kPa}]$$

Di seguito si riporta un'elaborazione dei valori medi e statistici per il livelli attraversati dalle prove penetrometriche.

	L1	L2	L3
media	132.7	104.4	421.7
5° percentile	78.7	46.0	106.7
minimo	68.8	34.4	63.4
massimo	172.0	730.6	1265.3
Dev stad	45.2	74.4	263.1
COV	0.3	0.7	0.6
Bayesiano	110.1	67.2	290.1
16° percentile	100.6	52.7	172.0

Valori di  $C_u$  (kPa)

Si è scelto di adottare come valore caratteristico il range tra il 5° percentile ed il Bayesiano. Per il livello di riporti viene considerato il valore del 5° percentile.

### D.1.4 Modulo Edometrico ( $M$ )

Per quanto riguarda i dati ottenuti dalle prove penetrometriche statiche per la valutazione del modulo edometrico ( $M$ ) è stata impiegata la correlazione proposta da Mitchell & Gardner (1975)<sup>4</sup>:

$$M = \alpha q_c \quad \text{Mitchell \& Gardner (1975)}$$

dove  $\alpha$  è una costante dipendente dalle caratteristiche del terreno esaminato.

Invece, per la valutazione del modulo edometrico ( $M$ ) nei terreni indagati dalla prova penetrometrica dinamica sono state utilizzate diverse equazioni:

<sup>3</sup> Schmertmann, J. H. 1975. "Measurement of In-Situ Strength," *Proceedings of the Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties*, American Society of Civil Engineers, pp 55-138.

<sup>4</sup> Mitchell J.K. & Gardner W.S. (1975) "In situ measurement of volume change characteristics" *Proceeding of the ASCE specialty conference In situ*, Volume II, Raleigh, NC, ASCE, pp 279-345.

$$M(\text{kg/cmq}) = 3.54 N_{\text{SPT}} + 38 \text{ (Sabbia fine)}$$

$$M(\text{kg/cmq}) = 4.46 N_{\text{SPT}} + 38 \text{ (Sabbia media)}$$

$$M(\text{kg/cmq}) = 10.46 N_{\text{SPT}} + 38 \text{ (Sabbia più ghiaia)}$$

$$M(\text{kg/cmq}) = 11.84 N_{\text{SPT}} + 38 \text{ (Sabbia ghiaiosa)}$$

#### Menzenbach&Malcev

Nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti per i livelli individuati.

	L1	L2	L3
media	17.8	7.3	23.7
5° percentile	11.6	4.1	8.2
minimo	10.5	3.1	5.1
massimo	22.3	36.8	63.7
Dev stad	5.2	3.8	11.7
COV	0.3	0.5	0.5
Bayesiano	15.2	5.5	17.9
16° percentile	14.1	4.8	11.7

Valori di  $M$  (MPa)

Si è scelto di adottare come valore caratteristico il range tra il 5° percentile ed il Bayesiano.  
 Per il livello di riporti viene considerato il valore del 5°percentile.

Si segnala che l'elaborazione delle curve di consolidazione nel diagramma indice dei vuoti (e) vs pressione (P) con il criterio di Casagrande ottenute dalle prove edometriche di laboratorio (eseguite nel 2012 sui provini prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi SC01\_12 e SC04\_12) indicano una pressione di pre-consolidazione molto variabile e comunque compresa tra 150 e 300 kN/mq evidenziando un'argilla di tipo sovraconsolidato SC con grado di sovraconsolidazione OCR variabile da 1.5 a 3.9.

In tal senso, ipotizzando valori fondazioni poste a profondità di circa 4.0 m dal p.c. il modulo edometrico è afferente al tratto di curva di preconsolidazione con valori variabili dai 45-47 kg/cm<sup>2</sup> (S1C11) ai 55-59 kg/cm<sup>2</sup> (S4C11) (dati che trovano buona corrispondenza con i valori ottenuti per il livello L2 attraverso l'elaborazione delle prove penetrometriche).

#### D.1.5 Resistenza al taglio e densità relativa

I valori caratteristici della resistenza al taglio drenata ( $\tau$ ) sono rappresentati dalla coesione drenata  $c'$  e dall'angolo di attrito  $\phi'$ . Questo ultimo parametro è stato determinato dalle prove penetrometriche statiche in cui partendo dai valori  $q_c$ , si ricava o in modo diretto (equazioni che correlano  $q_c$  con  $\phi$ ) o in modo indiretto (es. equazioni che correlano parametri tipo  $D_r$  con  $\phi$  – i parametri tipo  $D_r$  sono ricavati da  $q_c$ ). Le relazioni dirette utilizzate sono le seguenti:

$$\Phi = 9.8 + 4.96 \cdot \ln(q_c / \sigma'_v)$$

Caquot

$$\Phi = 14.4 + 4.8 \cdot \ln q_c - 4.5 \cdot \ln \sigma'_v$$

Durgunoglu-Mitchell (1975)<sup>5</sup>

$$\Phi = 5.8 + 5.21 \cdot \ln(q_c / \sigma'_v)$$

Koppejan et al. (1948)<sup>6</sup>

$$\Phi = 17.6 + 11 \cdot \log(Q_{c1n})$$

Kulhawy & Mayne (1990)<sup>7</sup>

5 Durgunoglu, H. T., and Mitchell, J. K. (1975). "Static Penetration Resistance of Soils, Evaluation of Theory and Implication for Practice." *Proceedings of the In-situ Measurement of Soil Properties*, Raleigh, NC, American Society of Civil Engineers, New York, NY.

6 Koppejan, A.W., van Wamelen, B.M., Weinberg, L.J.H. (1948): "Coastal flow slides in the Dutch province of Zeeland." In *Proceeding of the 1st Int. Conf. Of Int. Soc. of Soil Mechanics and Foundation Engineer*, Rotterdam, Vol.4.

7 Kulhawy, FH & Mayne, PW (1990). "Manual on estimating soil properties for foundation design", Rpt. EL-6800, Electric Power Research Inst., Palo Alto, 306 p"

Per la valutazione dell'angolo d'attrito nei terreni indagati dalla prova penetrometrica dinamica sono state utilizzate le seguenti formulazioni:

$$\begin{aligned} \Phi' &= (\text{NSPT} \cdot 0.3) + 27 && \text{Shioi} \\ \Phi' &= (0.14 \cdot \text{Dr}) + 28 && \text{Schmertmann (1978)}^8 \\ \Phi' &= ((15 \cdot \text{NSPT})^{0.5}) + 15 && \text{RoadBridge (Shioi e Fukuni, 1982)}^9 \\ \Phi' &= 19 - 0.38 \cdot \sigma'_v + 8.73 \cdot \log(\text{NSPT}) && \text{De Mello (1971)}^{10} \\ \Phi' &= 27.2 + 0.28 \cdot (N'60) && \text{Peck, Hanson e Thornburn (1956)} \\ \Phi' &= 20 + 9.3 \cdot (N'60) && \text{Peck, Hanson e Thornburn (1953)}^{11} \end{aligned}$$

La correlazione con Nspt non è sempre diretta, ma in Schmertmann è necessario determinare la densità relativa  $D_r$  ricavata secondo le formule proposte da diversi autori tra cui:

$$\begin{aligned} D_r &= \text{EXP}(0.478 \cdot \text{LN}(\text{Nspt}) - 0.262 \cdot \text{LN}(\sigma'_v) + 2.84) && \text{Schulze \& Menzenbach (1961)}^{12} \\ D_r &= 21 \cdot (\text{Nspt} / (\sigma'_v + 0.7))^{0.5} && \text{Gibbs-Holz (1957)}^{13} \\ D_r &= 25 \cdot (\text{Nspt})^{0.44} \cdot (\sigma'_v)^{-0.13} && \text{Yoshida \& Kokusho (1988)}^{14} \\ D_r &= (N'70 / (32 + 0.288 \cdot \sigma'_v))^{0.5} && \text{Meyerhof (1957)}^{15} \end{aligned}$$

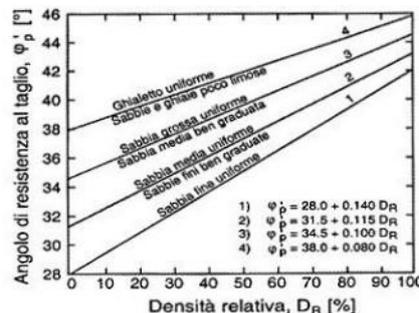
Nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti per i livelli individuati.

	L1	L2	L3
media	35.2	26.5	31.9
5° percentile	32.1	22.2	25.8
minimo	31.4	20.4	22.3
massimo	37.0	36.3	37.0
Dev stad	2.6	3.0	3.2
COV	0.1	0.1	0.1
Bayesiano	33.9	25.0	30.4
16° percentile	33.5	23.5	29.5

Valori di  $\Phi'$  (°)

Per la determinazione dei parametri caratteristici è stato riportato il range tra il valore del 5°percentile ed il valore Bayesiano. Per il livello di riporti viene considerato il valore del 5°percentile.

Per quanto riguarda la coesione drenata per i livelli L1 e L3 si stimano valori compresi tra 0-5 kPa e per il livello L2 valori compresi tra 5-10 kPa.



<sup>8</sup>Schmertmann J.H. (1978): "Guidelines for cone penetration test performance and design. U.S. Dept. Of Trasportation, FHWA, R78-209, Washington D.C. USA  
<sup>9</sup>Shioi Y. & Fukuni J. (1982): "Application of N-value to design of foundations in Japan." Proc. 2th European Symposium on penetration testing, Amsterdam  
<sup>10</sup>De Mello V.F.B (1971): "The standard penetration test state-of-the art report" 4th Pan-American Conf. On Soil Mechanics Foundation Engineering, Puerto Rico, 1, 1-86  
<sup>11</sup>Peck R.B., Hanson W.F., Thornburn T.H. (1953) "Foundation engineering" Wiley, New York  
<sup>12</sup>Schulze E. & Menzenbach E. (1961): "Standard penetration test and compressibility of soils" Proc. 5th Int. Conf. Soil mechanics, Foundation Engineering, Paris, vol.1, pp527-32  
<sup>13</sup>Gibbs H.J. & Holz W.G. (1957): "Research on determining density of sands by spoon penetration testing" Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.1, 35-39.  
<sup>14</sup>Yoshida Y. & Kokusho T. (1988). Empirical Formulas of SPT blow-counts for gravelly soils. Proc. ESOPT 1, Rotterdam.  
<sup>15</sup>Meyerhof G.G. (1957): "Discussion on research on determining the density of sands by spoon penetration testing. Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.3, p110.

#### D.1.6 Modulo di Young [modulo di elasticità] (E)

Per la valutazione del modulo di Young (E) dalla prova penetrometrica dinamica sono state utilizzate diverse correlazioni con i valori di N<sub>spt</sub> validi per ghiaie e sabbie:

$E=(1200(N+6))/1000$	[MPa]	Per sabbia ghiaiosa e ghiaia	Bowels (1991) <sup>16</sup>
$E = (280 * N_{SPT60}) / 100$	[MPa]		Parry
$E = 7 * RADQ(N_{SPT60})$	[MPa]		Denver
$E=(0.756 * N)+18.75$	[MPa]	Per sabbia e ghiaia NC	D'Appolonia et al. (1970) <sup>17</sup>
$E=(1.043 * N_{spt})+36.79$	[MPa]	Per sabbia SC	
$E=7.71 * N_{spt} + 191$	[MPa]	Ghiaia e sabbia	

	L1	L2	L3
media	39.2	25.3	45.9
5° percentile	28.1	18.5	40.6
minimo	26.0	18.5	39.8
massimo	47.2	47.2	52.1
Dev stad	9.3	6.5	4.2
COV	0.2	0.3	0.1
Bayesiano	34.5	22.1	43.9
16° percentile	32.6	18.5	42.2

Valori di E (MPa)

Come valori caratteristici dei livelli individuati viene considerato il range tra il 5° percentile ed il Bayesiano.

Si è cercato di ricavare il valore del modulo di elasticità anche attraverso la risoluzione di alcune formulazioni note in letteratura e accettate per i terreni a granulometria fine. In particolare è possibile per i terreni fini ricavare il valore di E<sub>50</sub> (valore al 50% della deformazione denominato anche operativo):

$$E_{50}=(40 * CU) \text{ [MPa]} \quad (Cu \text{ Valore medio}) \quad \text{Poulos 1971}$$

	L1	L2	L3
5° percentile	3.15	1.84	4.27
Bayesiano	4.40	2.69	11.61

Valori di E<sub>50</sub> (MPa)

<sup>16</sup> Bowels J.E. (1991): "Fondazioni – Progetto e analisi" Mc Graw-Hill

<sup>17</sup> D'Appolonia et al.(1970): "Closure: Settlement of spread Footing on sand", JSMFD, ASCE, vol. 96 SM2, pp754-762

## E. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE

### E.1 Sismicità

#### E.1.1 Zonazione sismica e pericolosità

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004<sup>18</sup>), si viene a trovare nella zona sismogenetica 913. Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

Nel "Database of individual seismogenic sources - DISS"<sup>19</sup> disponibile al sito [www.ingv.it](http://www.ingv.it) l'area in esame ricade esternamente alle sorgenti sismogenetiche individuate e in particolare si colloca sud della sorgente sismogenetica composita **ITCS009 - Busseto-Cavriago** e a nord della sorgente sismogenetica composita **ITCS045 - San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro**. Rispetto alle sorgenti sismogenetiche suddette si riportano nella successiva tabella le informazioni principali.

GENERAL INFORMATION			
DISS-ID	ITCS009		
Name	Busseto-Cavriago		
Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(1), Toscani G.(3)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy		
Created	17/10/2013		
Updated	19/06/2015		
Display map			
Related sources			

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	120...140	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	90...120	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1600... 0.5300	OD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

GENERAL INFORMATION			
DISS-ID	ITCS045		
Name	San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro		
Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), Basili R.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	08/01/2005		
Updated	26/06/2015		
Display map			
Related sources			

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	10.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	110...150	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	7.2	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Tabella 6. Informazioni relative alle sorgenti sismogenetiche ITCS009 - Busseto-Cavriago (a sinistra) e ITCS045 - San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro (a destra).

<sup>18</sup> Gruppo di Lavoro (2004): Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma.

<sup>19</sup> DISS 3.3.0- DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>

Nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI15 versione 3.0, 2021<sup>20</sup>) per un intorno significativo dell'area in esame (un quadrato di 30 Km di lato con centro nell'area in esame) sono stati identificati 16 eventi significativi, dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

N	Sect	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	MainRef	TLDef	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	TloDef	MwDef	ErMwDef	TMwDef
159	MA	1438	06	11	02			Parmense	CFTI4med	MM	44.844	10.239		8	bx	5.56	0.46	Mdm
288	MA	1522	10	05	00	10		Pianura Padana	CFTI4med	MM	44.982	10.050		5	bx	4.71	0.40	Mdm
379	MA	1586	01	12				Parmense	MOLAL008	MM	44.866	10.061		5	bx	4.16	0.46	Mdm
707	MA	1738	11	05	00	30		Emilia occidentale	ENEL985	MM	44.906	10.028		7	bx	5.10	0.46	Mdm
1087	MA	1829	09	06	19	30		Cremona	ENEL985	MM	45.135	10.023		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
1913	MA	1906	08	25	03	11		Parmense	CFTI4med	MM	44.812	10.079		5	bx	4.25	0.33	Mdm
2563	MA	1940	05	01	09	36	05.00	Parmense	BCIS	II	44.800	10.183				5.06	0.24	InsC
2726	MA	1955	03	12	06	57	04.00	Parmense	CFTI4med	MM	44.798	10.173		5	bx	4.15	0.42	Mdm
2838	MA	1961	08	13	22	34	18.00	Parmense	CFTI4med	MM	44.739	10.229		5-6	bx	4.37	0.25	Mdm
2839	MA	1961	08	14	01	03	02.00	Parmense	CFTI4med	MM	44.812	10.153		5-6	bx	4.47	0.39	Mdm
2986	MA	1969	06	24	13	25	18.00	Parmense	CFTI4med	MI	44.731	10.139		5	bx	4.21	0.28	Wmim
3300	MA	1980	12	23	12	01	06.00	Piacentino	MOLAL008	MI	44.808	9.787		6-7	bx	4.57	0.10	InsO
3670	MA	1991	10	31	09	31	18.63	Emilia occidentale	CSTI1.1	IM	44.939	9.997	9.9	5	bx	4.33	0.10	Wmim
4320	MA	2007	07	30	19	05	43.08	Pianura emiliana	BSINGV	II	44.898	10.003	20.5			4.45	0.07	InsO
4409	MA	2009	10	19	10	08	49.64	Piacentino	BSINGV	II	44.814	9.772	23.6			4.12	0.07	InsO
4759	MA	2017	11	19	12	37	44.70	Parmense	BSI019a	II	44.660	10.033	22.4			4.60	0.07	InsO

Field	Description	TLDef	Type of default location:
<b>N</b>	Record number (in chronological order)		- MI = macroseismic (alternative to instrumental)
<b>Sect</b>	Catalogue section, related to a specific seismological context MA = main NV = Phlegraean volcanic area EV = Etna volcanic area CA = Calabrian arc (subduction)		- IM = instrumental (alternative to macroseismic)
			- II = instrumental (only choice)
			- MM = macroseismic (only choice)
			- PC = from parametric catalogue
			- NP = location not defined
<b>Year</b>	Origin time: year		
<b>Mo</b>	Origin time: month	<b>LatDef</b>	Default epicentral latitude (WGS84)
<b>Da</b>	Origin time: day	<b>LonDef</b>	Default epicentral longitude (WGS84)
<b>Ho</b>	Origin time: hour	<b>DepDef</b>	Default depth in km (instrumental; only when TLDef = II or IM)
<b>Mi</b>	Origin time: minutes	<b>IoDef</b>	Default epicentral intensity
<b>Se</b>	Origin time: seconds	<b>TloDef</b>	Source of the default epicentral intensity:
<b>EpicentralArea</b>			- bx = from macroseismic data, determined using Boxer
<b>a</b>	Epicentral area or area of the largest macroseismic effects		- pc = from parametric catalogue
			- dm = from macroseismic data according to the referenced study (RefM)
<b>MainRef</b>	Main bibliographical reference: - equal to RefM when TLDef = MM, MI, ND - equal to RefIns when TLDef = II or IM - code of the reference parametric catalogue when TLDef = PC	<b>MwDef</b>	Default moment magnitude
		<b>ErMwDef</b>	Error associated to the default moment magnitude
		<b>TMwDef</b>	Default moment magnitude determination code:
			- InsO = instrumental, recorded
			- InsC = instrumental, converted from other magnitude scales
			- Mdm = macroseismic, from intensity data
			- Mlo = macroseismic, converted from epicentral intensity
			- Mpc = from the source parametric catalogue
			- Wmim = mean of MwIns and MwM, weighted with the inverse of the related variances

Tabella 7. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani.

### E.1.2 Classificazione sismica

Nell' "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" (DGR n.1164/2018) il Comune di **Alseno** viene classificato in **zona 3**. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.

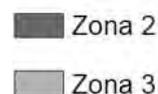


Figura 33. Estratto dall'allegato B della DGR n.1164/2018.

<sup>20</sup> Rovida A., Locati M., Camassi R., Lelli B., Gasperini P., Antonucci A., 2021. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lelli B., Gasperini P., 2020. The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering 18, 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

Nel D.M 17 gennaio 2018. "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" per il calcolo della pericolosità si fa riferimento agli allegati delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (G.U. n°29 del 04/02/08) in cui in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo di riferimento per diversi intervalli di riferimento (sito <http://esse1.mi.ingv.it/>). Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

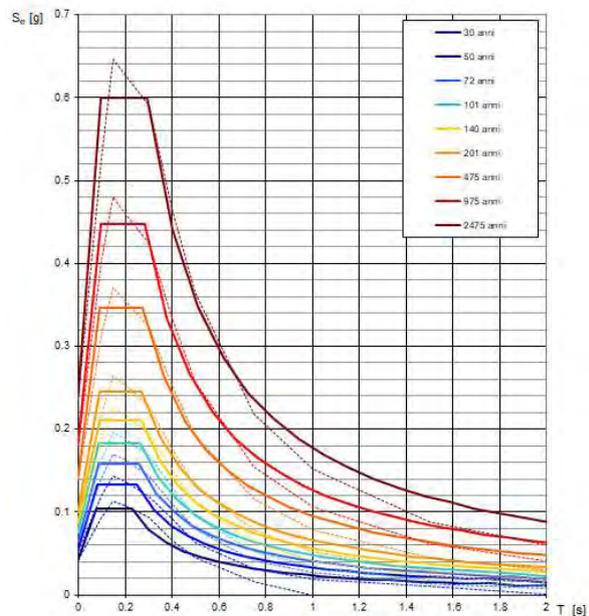
dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; p<sub>i</sub> è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia suddetta.

Di seguito si riportano i parametri a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub> e T<sub>c</sub>' per diversi periodi di ritorno TR ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>.



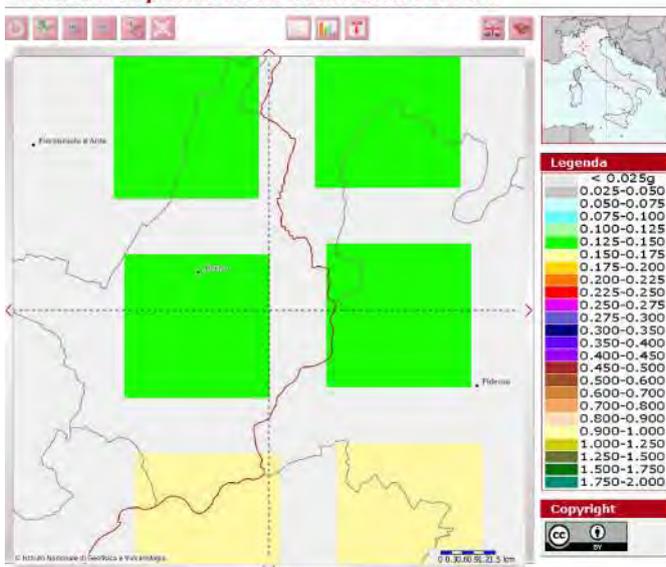
T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>c</sub> ' [s]
30	0.042	2.497	0.227
50	0.054	2.468	0.249
72	0.064	2.467	0.259
101	0.075	2.450	0.264
140	0.086	2.448	0.268
201	0.100	2.448	0.271
475	0.140	2.473	0.276
975	0.180	2.494	0.283
2475	0.238	2.526	0.295

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T<sub>R</sub> di riferimento



I dati di disaggregazione riportati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i vertici identificati riferiscono valori di magnitudo (M) per a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni media comprese tra 4-6.5 e distanze (D) comprese tra 0-30 km.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



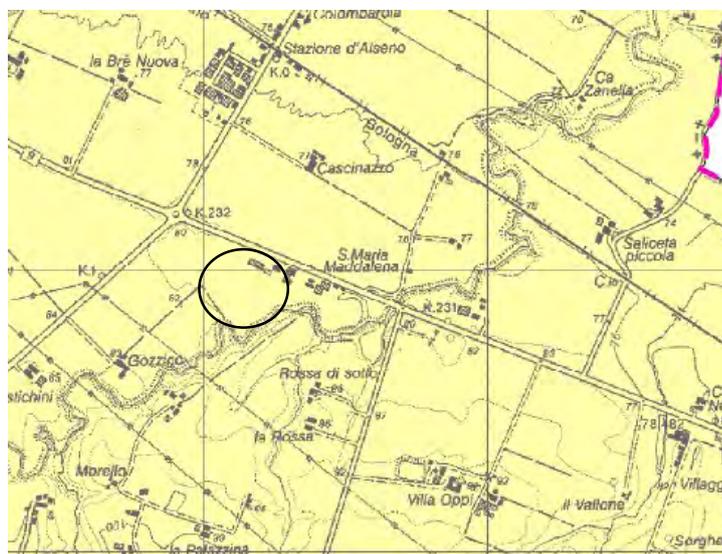
	14935	14713	14714	14936
M	4.820	4.810	4.800	4.820
D	7.720	8.460	7.740	7.490
Epsilon	0.660	0.595	0.545	0.692

Figura 34. Dati di disaggregazione estratti dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i nodi relativi all'area in esame per una probabilità del 10% in 50 anni.

## E.2 Elementi di microzonazione sismica

### E.2.1 Rischio sismico da PTCP Piacenza

Il PTCP della Provincia di Piacenza riporta nella tavola A4 "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" (il sito in esame è compreso nella tavola A4\_6) gli effetti di sito ed i relativi livelli di approfondimento richiesti per le aree comprese nella provincia di Piacenza. L'area oggetto del presente studio ricade in classe "D" depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con  $V_{s30} < 800 \text{ m/s}$  e assimilabili per la quale gli effetti attesi sono l'amplificazione litologica ed il livello di approfondimento è II.



- F1i Frane attive con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- F1 Frane attive
- F2i Frane quiescenti con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- F2 Frane quiescenti
- Di Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con  $V_{s30} < 800 \text{ m/s}$  e assimilabili con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- Si Depositi alluvionali sabbiosi con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- Gi Depositi alluvionali argillosi con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- S Depositi alluvionali sabbiosi
- C Depositi alluvionali argillosi
- T Zone di contatto tettonico
- I Aree con inclinazione critica (pendenza  $> 15^\circ$  e dislivello  $\geq 30 \text{ m}$ )
- D Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con  $V_{s30} < 800 \text{ m/s}$  e assimilati
- R Substrato roccioso rigido ( $V_{s30} \geq 800 \text{ m/s}$ )

CLASSE	EFFETTI DI SITO					LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (rif. Delib. A.L. n. 112/2007)
	amplificazione litologica	amplificazione topografica	instabilità di versante	cedimenti	liquefazione	
D	X					II

Figura 35. Estratto dalla tavola A4\_9 "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" del PTCP della provincia di Piacenza.

E.2.2 Microzonazione sismica Comune di Alseno

All'interno del PSC del comune di Alseno è stata redatta la "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" (PSC7ter), della quale nella figura seguente si riporta un estratto relativo all'area di interesse: al suo interno sono state definite le zone omogenee in prospettiva sismica. Il sito in esame è caratterizzato dalla presenza di "depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati" (D2). Per la classe D2 l'effetto atteso è l'amplificazione litologica e il livello di approfondimento previsto è II.

Nella carta PSC.9.2 "Carta di Microzonazione sismica" del PSC del Comune di Alseno l'area in esame ricade all'interno della zona 6, che si trova in un'area di Pianura 1 e per la quale sono previsti i seguenti fattori di amplificazione: F.A. PGA pari a 1.6, F.A. I.S. ( $0.1s < T_0 < 0.5s$ ) pari a 1.8 e F.A. IS ( $0.5s < T_0 < 1.0s$ ) pari a 2.1.

I fattori di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale ( $PGA/PGA_0$ ) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner ( $SI/SI_0$ ) per prefissati periodi ( $0.1s < T_0 < 0.5s$  e di  $0.5s < T_0 < 1.0s$ ), dove  $PGA_0$  e  $SI_0$  sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e  $PGA$  e  $SI$  sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

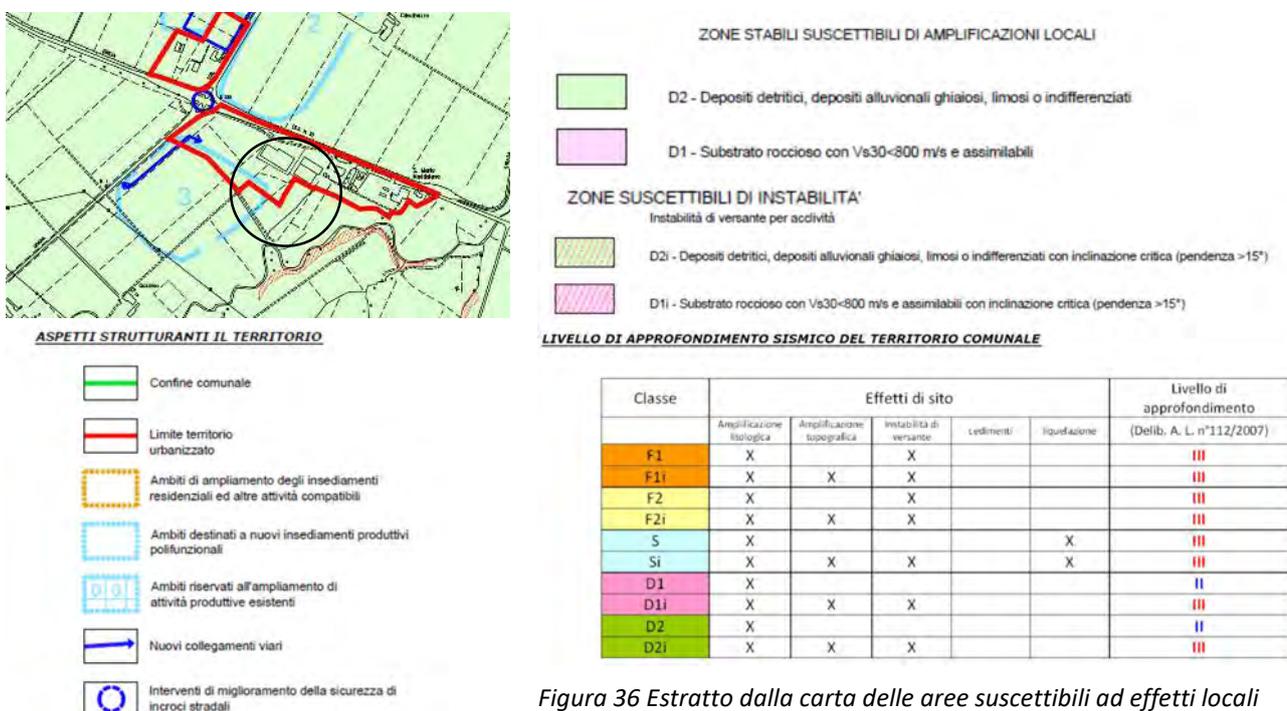


Figura 36 Estratto dalla carta delle aree suscettibili ad effetti locali del PSC del Comune di Alseno (PSC7ter). Nel cerchio nero è inquadrata l'area in esame.

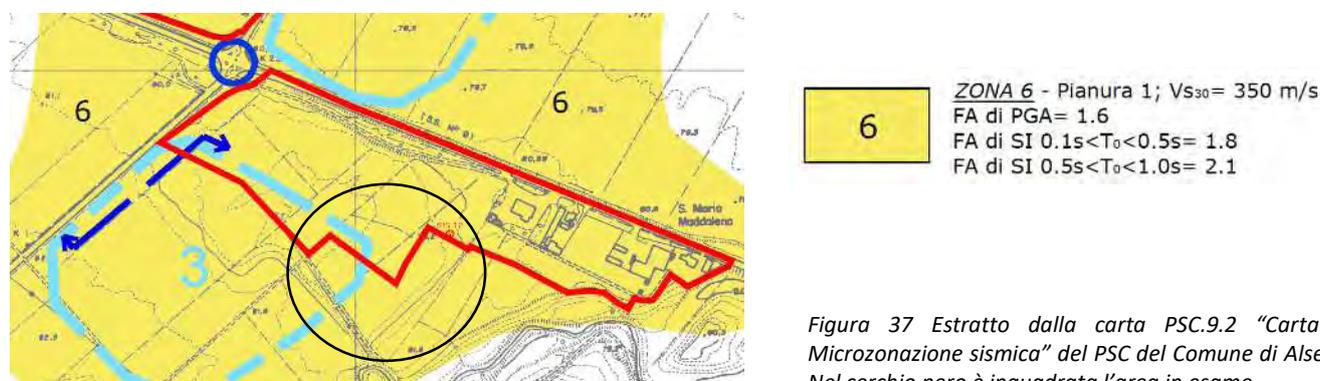


Figura 37 Estratto dalla carta PSC.9.2 "Carta di Microzonazione sismica" del PSC del Comune di Alseno. Nel cerchio nero è inquadrata l'area in esame.

Il comune di Alseno è inoltre provvisto di studio di microzonazione sismica di II livello (OPCM 4007/2012 MS2). Si riportano di seguito alcuni estratti degli elaborati cartografici consultati e le informazioni in essi contenute.

Nella carta geologico-technica in corrispondenza dell'area in esame è segnalata la presenza di terreni di riporto (RI), terreni contenenti resti di attività antropica e di terreno di tipo MHes "Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomici" di ambiente genetico-deposizionale di argine/barre/canali. In corrispondenza del sito oggetto di studi sono inoltre segnalati i sondaggi geognostici eseguiti e che non hanno raggiunto il substrato rigido. Sono segnalate altresì alcune misure di soggiacenza della falda nell'intorno del sito (variabili tra 5.3/6.7 m da p.c.).

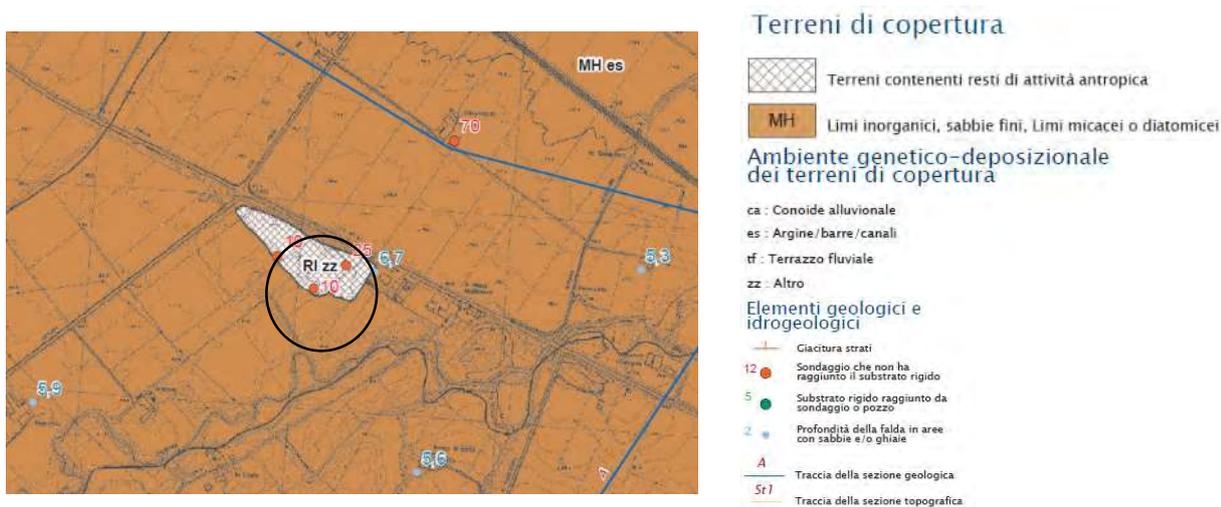


Figura 38. Estratto dalla "Carta geologico-Technica" della MZSII del Comune di Alseno.

Nella tavola "Sezioni Geologiche" della MZSII del comune di Alseno è presente una sezione geologica interpretativa passante poco più nord del sito in esame (Sezione C). Un estratto della stessa (porzione E) si riporta di seguito. Attraverso la sezione si può verificare come in corrispondenza della proiezione dell'area in esame siano presenti 5/7 m di terreni appartenenti all'Unità di Modena AES8a a cui seguono terreni appartenenti al Subsistema di Villa Verucchio – Unità di Vignola (AES7b).

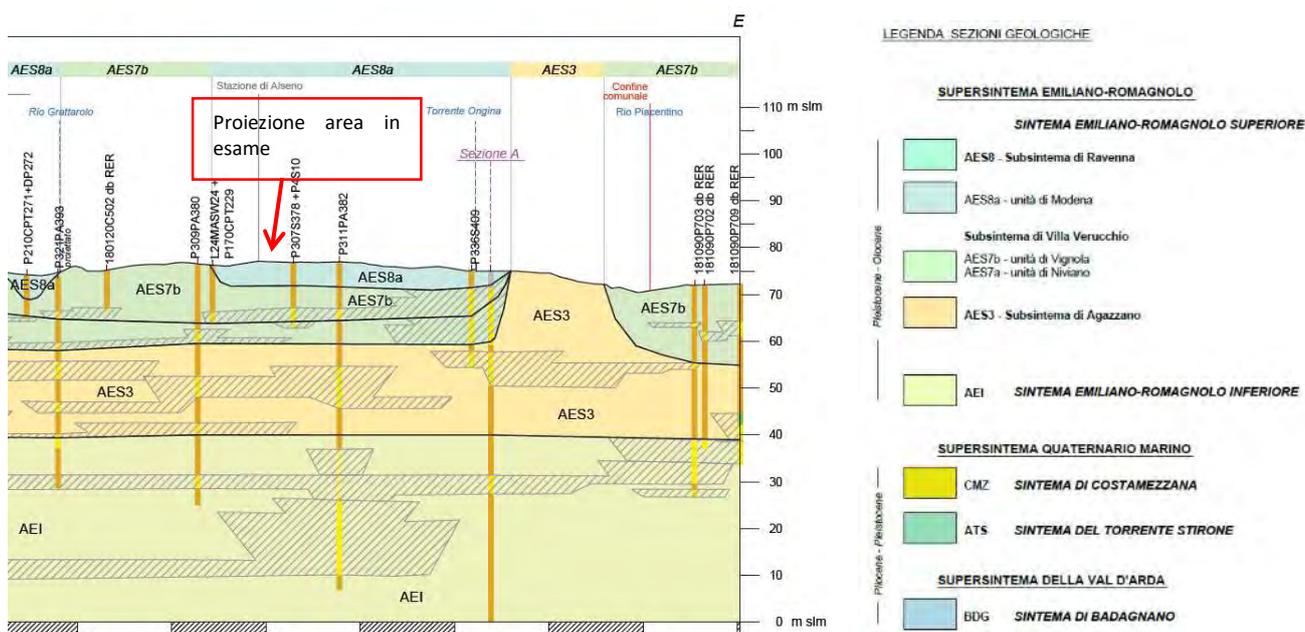


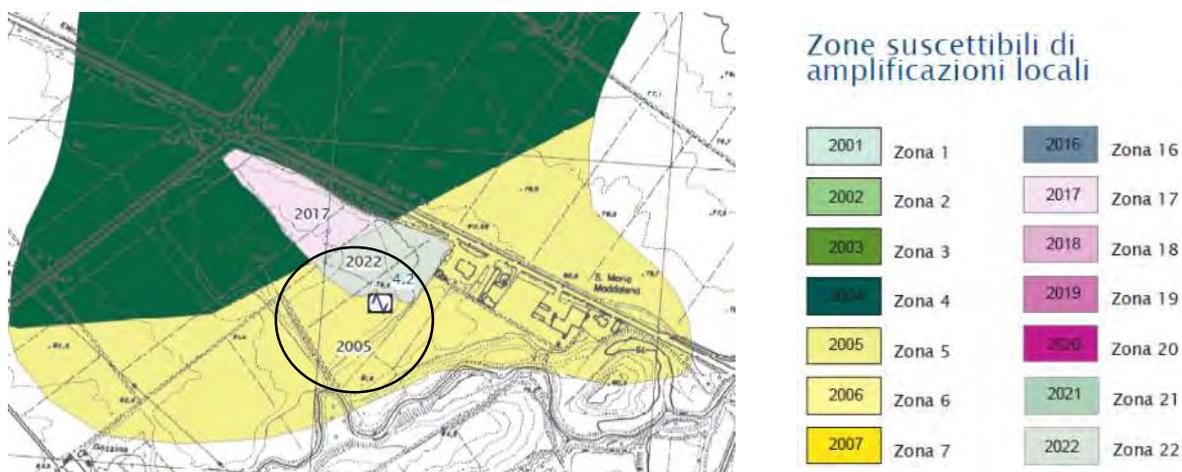
Figura 39. Estratto dalla Tavola "Sezioni Geologiche" della MZSII del Comune di Alseno.



Figura 40. Traccia Sezione C. Da Tavola "Sezioni Geologiche" della MZSII del Comune di Alseno.

Nella "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" l'area in esame si colloca in corrispondenza della zona suscettibile di amplificazione 2022 (Zona 22) caratterizzata da "riporti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati da orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie e sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino <100 m dal p.c.". La porzione Sud dell'area in esame rientra nella zona suscettibile di amplificazione 2005 (Zona 5) caratterizzata da "depositi alluvionali a granulometria mista, costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso limosa. Profondità del substrato marino compreso tra 100-50 m dal p.c.".

Nell'intorno dell'area in esame sono individuate le seguenti zone suscettibili di amplificazioni locali: la zona 2017 e la zona 2004.



2017	Riporti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino > 100 m
2022	Riporti antropici costituiti da sfridi di calcestruzzo, pietrisco, sabbie grosse e argille e limi, inglobanti laterizi e ghiaia, sovrastanti a depositi alluvionali a granulometria mista costituiti da limi inorganici, argille limose, argille organiche intervallati ad orizzonti di ghiaie argillose e miscele di ghiaie, sabbie, limi ed argille. Profondità del substrato marino <100 m dal p.c.
2005	Depositati alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino comprese tra 100-50 m dal p.c.
2004	Depositati alluvionali a granulometria mista costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi intercalati a lenti di ghiaia in matrice argilloso-limosa. Profondità del substrato marino > 100 m

Figura 41. Estratto da Tavola "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" della MZSII del Comune di Alseno.

Nella "Carta delle indagini" sono segnalate in corrispondenza dell'area in esame le stesse indagini bibliografiche presenti nel DB della Regione Emilia-Romagna e riportate nel paragrafo C.1. In particolare le indagini sismiche più prossime al sito in esame sono n°1 misura di rumore sismico e n°1 indagine MASW.

Per l'indagine HV eseguita in corrispondenza dell'area in esame nella "Carta delle frequenze" è indicata una frequenza fondamentale  $f_0$  pari a 4.2 Hz, con ampiezza HVSR pari a 2.0. Nella "Carta delle Vs" per la prova MASW eseguita in corrispondenza dell'area in esame viene indicata una  $V_{s30}$  pari a 333 m/s ed una profondità del substrato geologico >50 m.

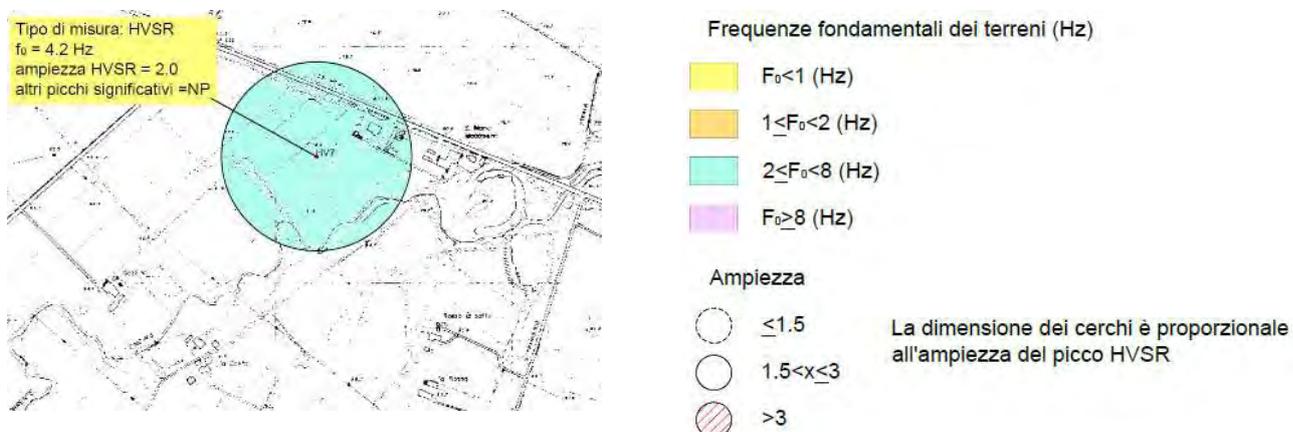


Figura 42. Estratto da Tavola "Carta delle frequenze naturali dei terreni" della MZSII del Comune di Alseno.

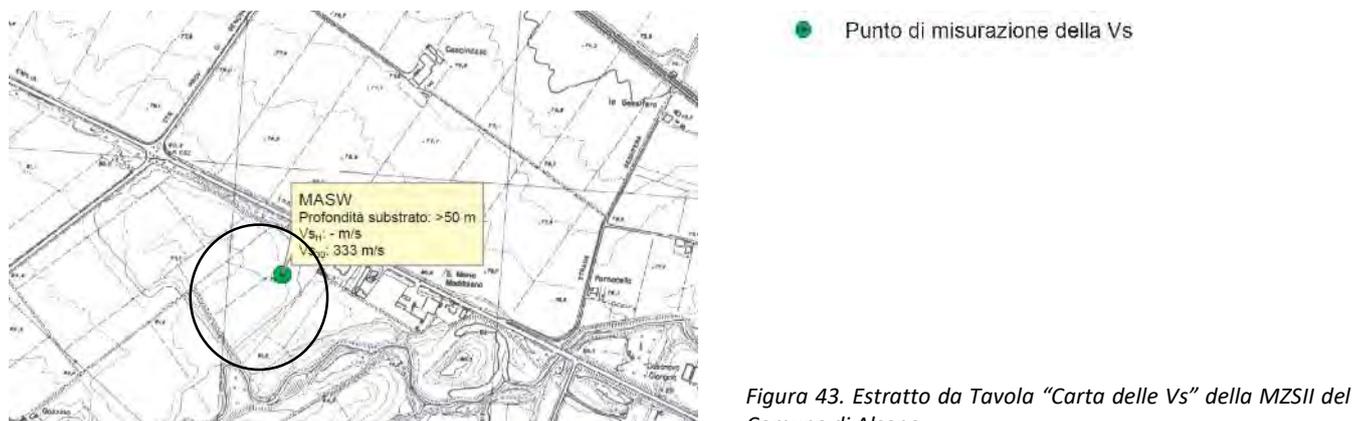


Figura 43. Estratto da Tavola "Carta delle Vs" della MZSII del Comune di Alseno.

Di seguito si riportano gli estratti delle carte di microzonazione sismica di secondo livello in cui sono indicati i fattori di amplificazione determinati per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, che risultano pari a FA di PGA = 1.5-1.6, FA IS  $0.1s < T_0 < 0.5s$  = 1.7-1.8, FA IS  $0.5s < T_0 < 1.0s$  = 2.1-2.2.

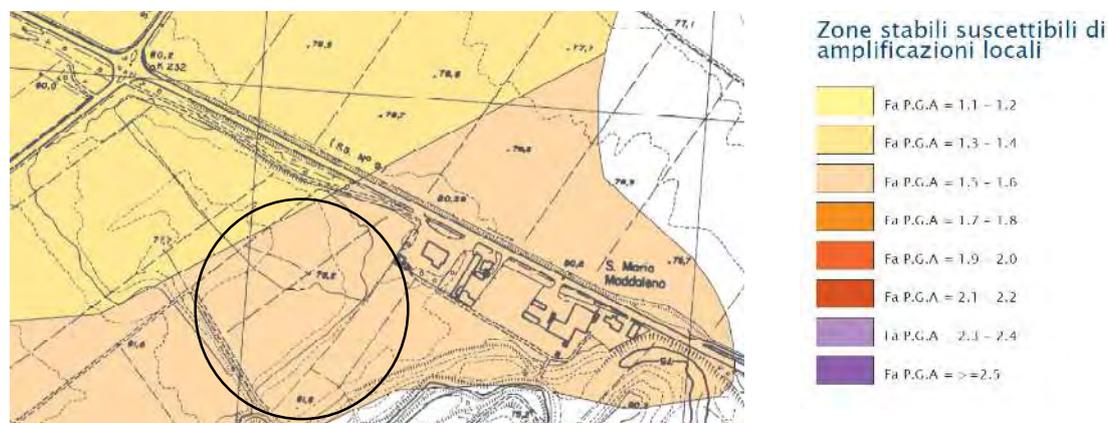


Figura 44. Estratto dalla carta di Microzonazione sismica di secondo livello del Comune di Alseno "Fx-Accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA<sub>0</sub>)".



**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 1.1 - 1.2$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 1.3 - 1.4$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 1.5 - 1.6$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 1.7 - 1.8$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 1.9 - 2.0$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 2.1 - 2.2$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = 2.3 - 2.4$
	Fa Intensità spettrale $0.1 < T_0 < 0.5s = \geq 2.5$

Figura 45. Estratto dalla carta di Microzonazione sismica di secondo livello del Comune di Alseno "Fy-Rapporto di intensità di Housner IS  $0.1s < T_0 < 0.5s$ ).



**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 1.1 - 1.2$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 1.3 - 1.4$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 1.5 - 1.6$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 1.7 - 1.8$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 1.9 - 2.0$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 2.1 - 2.2$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = 2.3 - 2.4$
	Fa Intensità spettrale $0.5 < T_0 < 1s = \geq 2.5$

Figura 46. Estratto dalla carta di Microzonazione sismica di secondo livello del Comune di Alseno "Fz-Rapporto di intensità di Housner IS  $0.5s < T_0 < 1.0s$ ).

## E.3 Azioni sismiche ai sensi NTC2018

### E.3.1 Categorie di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica si è fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle **NTC2018**. 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:

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

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

Per 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.

Sulla base dei valori di  $V_s$  ricavati dalle indagini sismiche eseguite nell'area di studio si individua una categoria di sottosuolo **tipo C** al piano campagna (la prova sismica Re.Mi.+MASW eseguita ad Agosto 2022 permette di ottenere un valore di  $V_{s30}$  di circa **316-322** m/s; si ricorda inoltre che il valore di  $V_{s30}$  ottenuto attraverso la prova MASW\_2008 è risultato pari a **333** m/s).

### E.3.2 Categorie topografiche

Per la definizione delle categorie topografiche si è anche fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle NTC2018 che si basa sull'individuazione di categorie topografiche di riferimento così come riportate nelle tabelle 3.2.III. e 3.2.V.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni topografiche bidimensionali e devono essere considerate per altezza maggiore a 30m.

Si evidenzia come ai sensi delle NTC la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica sia definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $S_T$  assume valore unitario. Gli effetti della topografia possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° e devono essere calcolati nel caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali di altezza superiore a 30m.

Per quello che riguarda le categorie topografiche l'area in esame si colloca in un'area sub-pianeggiante, caratterizzata da una pendenza compresa tra 1 e 5%. è possibile quindi classificare l'area come T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ". Pertanto nel caso in esame il coefficiente di amplificazione topografica risulta  **$S_T = 1.0$** .

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

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

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 $i > 30^\circ$

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

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

### E.3.3 Parametri sismici di calcolo

A titolo esemplificativo l'opera è definita con Vita Nominale  $V_{N \geq 50}$  (vedasi tabella 2.4.1 delle NTC 2018), Classe d'uso III, da cui deriva un coefficiente  $C_u = 1.5$  (vedasi tabella 2.4.II delle NTC 2018).

Sulla base delle definizioni precedenti le azioni sismiche si possono calcolare in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$ , che si ricava moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$  secondo la relazione riportata nella formula 2.4.1 delle NTC 2018 e di seguito riportata.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per l'opera in esame il valore di  $V_R$  risulta pari a 75 anni.

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica è utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni e calcolato secondo la formula (1) dell'allegato A delle NTC 2008, riportata di seguito:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$  cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite è riportato nella tabella 3.2.I delle NTC2018.

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

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

Il valore del tempo di ritorno  $T_R$  in anni per l'opera in esame è risultato pari a **712 anni**.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i dati relativi all'area di interesse per una costruzione con Vita Nominale 50 anni e coefficiente d'uso  $C_u = 1.0$  ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>

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

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

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

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

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

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.



Comune di		Morfasso	
Longitudine	44.886702	°	
Latitudine	9.989027	°	
Zona sismogenetica	913		
Magnitudo attesa	M	6.14	
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	C <sub>U</sub>	1.5	
Periodo di riferimento	VR	75	
Tempo di ritorno	Tr	712	anni

SLATO LIMITE	T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>C</sub> ' [s]
SLO	45	0.052	2.474	0.244
SLD	75	0.065	2.465	0.260
SLV	712	0.161	2.485	0.280
SLC	1462	0.203	2.508	0.288

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{max}$  è stata determinata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S_s \times S_t \times a_g$$

dove:  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;  $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;  $S_t$  = coefficiente di amplificazione topografica. Il prodotto  $S_s \times S_t = S$  = coefficiente di amplificazione locale. Nelle seguenti tabelle si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, rispettivamente in funzione della categoria topografica e del tipo di terreno.

In sintesi si riportano i dati:

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

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

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_i$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_i$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c')^{-0,30}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c')^{-0,43}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c')^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c')^{-0,40}$

Stato Limite Ultimo		SLV	
accelerazione di progetto	a <sub>g</sub>	0.161	g
Parametro spettrale	F <sub>0</sub>	2.485	-
Parametro spettrale	T <sub>c</sub> '	0.28	s
Stato Limite di Esercizio		SLD	
accelerazione di progetto	a <sub>g</sub>	0.065	g
Parametro spettrale	F <sub>0</sub>	2.465	-
Parametro spettrale	T <sub>c</sub> '	0.26	s
Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S <sub>s</sub>	1.46	di progetto
Categoria topografica	T <sub>1</sub>		
Coefficiente di amplificazione topografica	S <sub>t</sub>	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = S <sub>t</sub> *S <sub>s</sub>	1.460	
A <sub>max</sub>	A <sub>max</sub> =A <sub>g</sub> *S	<b>0.2351</b>	g
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S <sub>s</sub>	1.50	di progetto
Categoria topografica	T <sub>1</sub>		
Coefficiente di amplificazione topografica	S <sub>t</sub>	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = S <sub>t</sub> *S <sub>s</sub>	1.500	
A <sub>max</sub>	A <sub>max</sub> =A <sub>g</sub> *S	<b>0.0975</b>	g

Si riportano di seguito i parametri sismici calcolati considerando i fattori di amplificazione indicati nello studio di Microzonazione Sismica di II livello. La MZSII indica per l'area un valore di FA di PGA ( $S_s$  per le NTC2018) compreso tra 1.5-1.6. (vedasi paragrafo E.2.2).

Stato Limite Ultimo		<b>SLV</b>	
accelerazione di progetto	ag	0.161	g
Parametro spettrale	F0	2.485	-
Parametro spettrale	Tc'	0.28	s
Stato Limite di Esercizio		<b>SLD</b>	
accelerazione di progetto	ag	0.065	g
Parametro spettrale	F0	2.465	-
Parametro spettrale	Tc'	0.26	s
Stato Limite Ultimo		<b>SLV</b>	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	$S_s$	1.600	MZS
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t$	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.600	
Amax	$A_{max} = A_g * S$	<b>0.2576</b>	g
Stato Limite di Esercizio		<b>SLD</b>	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	$S_s$	1.60	MZS
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t$	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.60	
Amax	$A_{max} = A_g * S$	<b>0.1040</b>	g

## F. REQUISITI DI SICUREZZA DEL TERRENO DI FONDAZIONE E STABILITÀ GLOBALE

### F.1 Stabilità nei confronti della liquefazione

Sulla base di quanto riportato al paragrafo 7.11.3.4.2. delle NTC2018 l'area in esame non può essere esclusa dalla verifica a liquefazione.

	Condizione e quesito	Risposta	Motivazione	Verifica liquefazione si o no
1	accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;	No	$a_{g,max}=0.2576^*$	Sì
2	profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;	No	-9.2 m da p.c. (da indagini 2022)	Sì
3	depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;	-	-	-
4	distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ .	-	-	--

\* Per la scelta del parametro di  $a_{g,max}$  nelle verifiche di liquefazione si veda il paragrafo seguente.

#### F.1.1 Verifica della suscettività dei terreni alla liquefazione

Al fine di verificare la possibilità dell'occorrenza del fenomeno della liquefazione nei terreni in esame sono state eseguite le verifiche di liquefazione, attraverso l'utilizzo di metodi semplificati, lungo le verticali delle prove penetrometriche statiche eseguite in corrispondenza dell'area oggetto di studio nel mese di Luglio 2022.

L'analisi è stata eseguita come verifica allo stato limite ultimo (SLU) considerando lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la determinazione dei coefficienti riduttivi e dell'accelerazione massima.

Per la verifica della suscettibilità alla liquefazione è necessario il calcolo di due variabili: il carico sismico, espresso tramite il carico tensionale ciclico CSR e la capacità del terreno a resistere alla liquefazione, espressa attraverso il rapporto di resistenza ciclica CRR.

Il metodo semplificato permette di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra la resistenza ciclica (CRR) ed il carico tensionale ciclico (CSR).

$$F = \frac{CRR}{CSR} \quad \text{Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione se il coefficiente di sicurezza è minore di } \mathbf{1.00}.$$

La verifica a liquefazione è stata eseguita sulle prove CPT eseguite in corrispondenza del sito in esame tramite l'utilizzo del software CLiq v.1.7.1.14 - CPT Liquefaction Assessment Software<sup>21</sup> della ditta GeoLogismiki Geotechnical Software, con il metodo proposto da Idriss & Boulanger (2014)<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Il software calcola l'indice del potenziale di liquefazione IL secondo il metodo di Iwasaki et al. (1982)<sup>21</sup> e gli autori suggeriscono che se  $IL = 0$  il potenziale di rottura è nullo,  $IL < 5$  il potenziale di rottura è basso,  $5 < IL < 15$  il potenziale di rottura è elevato,  $IL > 15$  il potenziale di rottura è estremamente elevato).

Come magnitudo momento (Mw) per l'area in esame è stato assunto il valore di 6,14.  
 Per quello che riguarda la falda la verifica è stata condotta cautelativamente con falda posta a 1.0 da p.c.

Attraverso il metodo semplificato delle NTC2018, attribuendo ai terreni indagati la categoria di sottosuolo di tipo C (considerando i risultati delle prove sismiche eseguite) si ottiene un  $S_s$  - coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a 1.46. La microzonazione sismica in corrispondenza dell'area in esame individua un FA di PGA compreso tra 1.5 e 1.6 (vedasi paragrafo E.2.2).

Per le verifiche di liquefazione si è scelto di utilizzare il valore di FA di PGA maggiormente cautelativo indicato dalla MZS, e pari a 1.6; moltiplicato per l' $a_g$  propria dell'area in esame si ottiene un valore di  $a_{gmax} = 0.2576$  g.

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	$S_s$	1.60	MZS
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t$	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.600	
Amax	$A_{max} = A_g * S$	<b>0.2576</b>	g

È stato inoltre calcolato l'indice del potenziale di liquefazione  $I_L$  secondo il metodo di Iwasaki et al. (1982)<sup>23</sup>.

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z) dz$$

Dove z è la profondità dal piano campagna in metri  
 $W(z) = 10 - 0.5z$   
 $F = 1 - FL$  se  $FSL \leq 1.0$   
 $F = 0$  se  $FSL > 1.0$

Gli autori suggeriscono che se  $I_L = 0$  il potenziale di rottura è nullo,  $I_L \leq 5$  il potenziale di rottura è basso,  $5 < I_L \leq 15$  il potenziale di rottura è elevato,  $I_L \geq 15$  il potenziale di rottura è estremamente elevato.

Le prove penetrometriche eseguite sono state innanzitutto classificate secondo i criteri adottati nella Relazione illustrativa della "Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio-giugno 2012" (2013) per cui

- L1: presenza di orizzonti liquefacibili spessi almeno 30-40cm, sotto falda, nei primi 5m;
- L2: presenza di orizzonti liquefacibili spessi almeno 1m nei primi 5-10 m
- L3: presenza di orizzonti liquefacibili spessi almeno 2m nei primi 10-15 m
- L4: presenza di orizzonti liquefacibili spessi almeno 2m nei primi 15-20 m
- N: assenza di orizzonti liquefacibili
- X: non interpretabile

Nella tabella seguente si riporta quanto ottenuto dalla verifica a liquefazione eseguita sulle verticali indagate dalle prove penetrometriche statiche eseguite con il metodo di Idriss & Boulanger (2014).

<sup>22</sup> Boulanger, R. W., and Idriss, I. M. (2014). "CPT and SPT based liquefaction triggering procedures." Report No. UCD/CGM - 14/01, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California Davis, California.

<sup>23</sup> Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S. Yasuda S., Sato H. (1983) "Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods", III Int. Conf. In Microzon., San Francisco

	Metodo Idriss & Boulanger (2014) $I_L$ (Sonmez, 2003)	LIVELLI LIQUEFACIBILI [0-5m]	LIVELLI LIQUEFACIBILI [5-10m]	LIVELLI LIQUEFACIBILI [10-15m]	LIVELLI LIQUEFACIBILI [15-20m]	CLASSIFICAZIONE	CEDIMENTI [cm] (Zhang et al., 2004)
CPT1	1.46	6.2 [0.2] 7.4-8.0 [0.8]	-	-	-	L1	2.57
CPT2	0	-	-	-	-	N	0
CPT3	0	-	-	-	-	N	0.087
CPT4	0	-	-	-	-	N	0.036
CPT5	0	-	-	-	-	N	0.015
CPT7	0.35	9.6 [0.2] 10.0 [0.2]	-	-	-	N	1.16
CPT8	0.63	5.4-5.6 [0.4] 6.0 [0.2]	-	-	-	L1	1.34
CPT9	0.80	6.2 [0.2] 6.8 [0.2]	-	-	-	N	1.54
CPT10	0.58	1.6-2.2 [0.8]	-	-	-	L1	1.92

In corrispondenza delle prove CPT2, CPT3, CPT4 e CPT5 è stato stimato un potenziale di liquefazione **nullo** ( $I_L=0$ ). Le verifiche eseguite sulle altre prove penetrometriche permettono di ottenere valori di  $I_L$  variabili da 0.35 a 1.46. Il valore di  $I_L$  corrispondente a 1.46 è stato determinato dalla verifica a liquefazione eseguito in corrispondenza della prova penetrometrica CPT1.

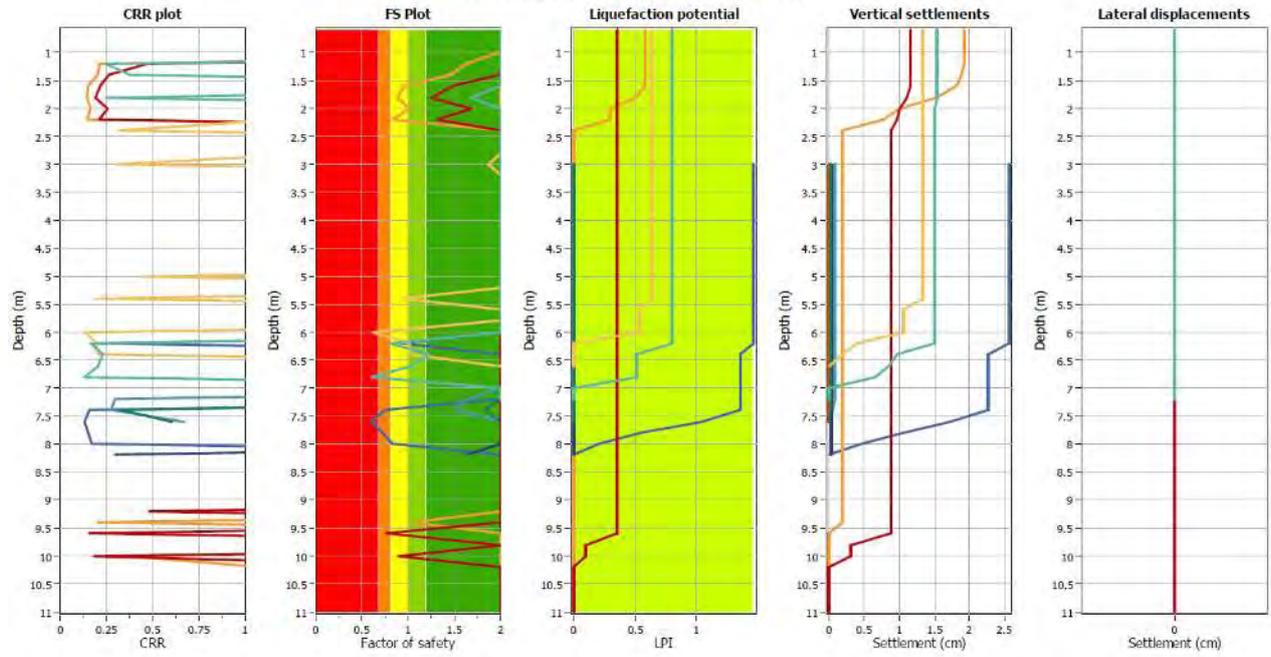
Tutti i valori di  $I_L$  determinati risultano inferiori a 2, per l'area quindi si stima un potenziale di liquefazione **nullo/basso**.

Sono stati inoltre stimati i cedimenti in corrispondenza di ogni verticale indagata, questi variano da 0 a 2.57 cm (valore di 2.57 cm di cedimenti per la prova CPT1, vedasi *Figura 48*).



Figura 47. LPI ottenuti attraverso le verifiche di liquefazione eseguite.

Overlay Cyclic Liquefaction Plots



Overall vertical settlements report

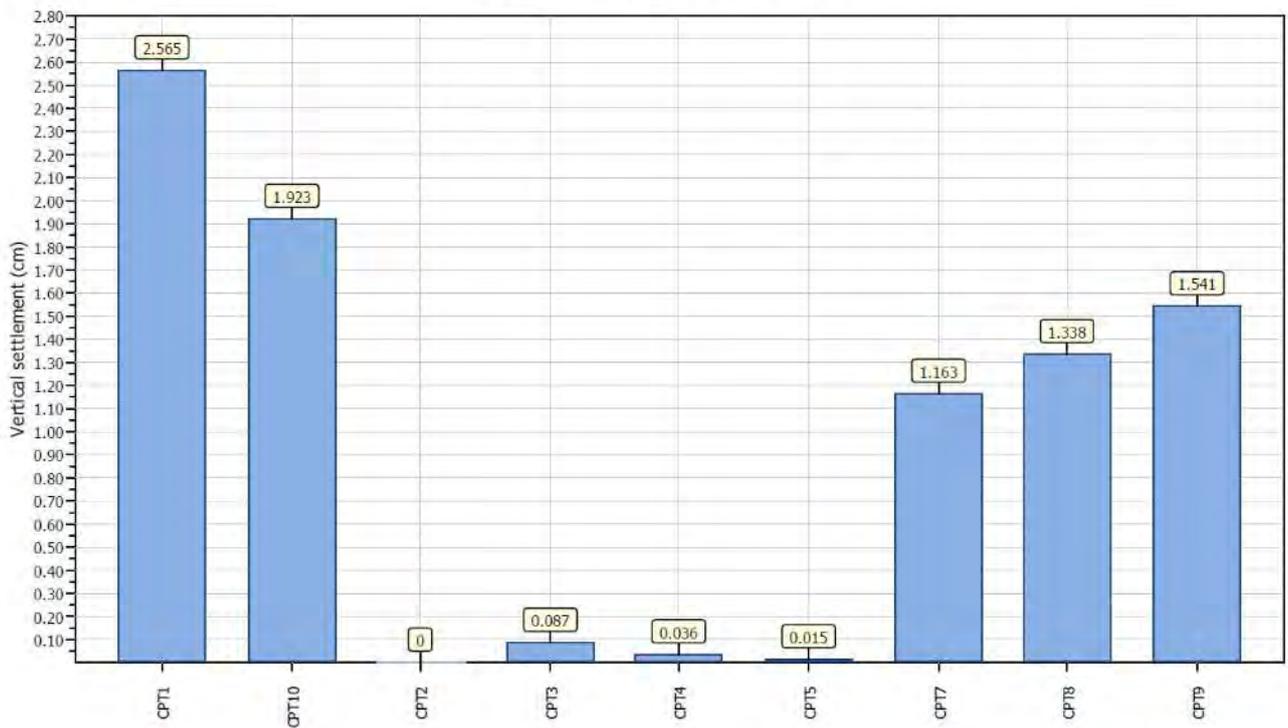


Figura 48. Stima dei cedimenti ottenuta attraverso le verifiche di liquefazione eseguite.

## G. CONSIDERAZIONI FINALI

Per incarico della ditta Rossetti Market S.r.l. è stato eseguito uno studio geologico e sismico relativo al "Progetto di Ampliamento attività commerciale Rossetti Market" sito in località Santa Maria Maddalena ad Alseno (PC). L'area oggetto d'indagine è ubicata a sud est del centro abitato di Alseno nei pressi della località S. Maria Maddalena.

- ⇒ L'area in esame è ubicata in comune di Alseno. Longitudine e Latitudine dell'area in esame valgono rispettivamente 44.886702° Longitudine 9.989027°(ED50). L'area è posta a quote comprese tra 75-80 m s.l.m.
- ⇒ L'area è ubicata in una zona in cui sono presenti depositi di piana alluvionale appartenenti al Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (AES8a). L'Unità di Modena (AES8a) costituita da ghiaie sabbiose, sabbie fini e limi stratificati, ricoperti da una coltre limo argillosa discontinua e da limi, talora sabbiosi, di limitato spessore (3-4m).
- ⇒ L'area in esame si trova in un'area subpianeggiante (pendenza compresa tra 1-5%); l'elemento idrografico di maggiore rilievo per l'area è il Torrente Ongina, rispetto al quale l'area è ubicata in sinistra idrografica. L'area ricade esternamente alle perimetrazioni dei dissesti quiescenti o attivi e dalle fasce fluviali definite da PAI e PTCP. Nel Piano di Gestione delle Alluvioni, nella mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti, l'area in esame risulta interessata da alluvioni rare L-P1 (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi) relativamente al Reticolo Principale di Pianura (RP).
- ⇒ Dallo stralcio della tavola B1g del quadro conoscitivo del PTCP della provincia di Piacenza "Carta delle aree rilevanti per la tutela delle acque" è possibile notare che l'area in esame si trova in una zona a vulnerabilità da media ad alta, in settore di ricarica di tipo B (ricarica indiretta). Nella carta della vulnerabilità del PSC comunale l'area in esame ricade in terreni a vulnerabilità media Mm ossia derivata da una vulnerabilità idrogeologica Media e da una capacità di attenuazione dei suoli moderata.
- ⇒ Per una descrizione stratigrafica dettagliata del sito in esame sono state preventivamente consultate le numerose prove bibliografiche (eseguite dal 1997 al 2017); ad integrazione delle indagini bibliografiche reperite sono state eseguite n°9 prove penetrometriche statiche, n°1 prova penetrometrica dinamica, n°1 stendimento sismico Re.Mi.+MASW. Sono stati eseguiti inoltre n°5 sondaggi a carotaggio continuo per campionamenti ambientali in corrispondenza delle prove penetrometriche CPT1-2-3-4-5 da p.c. sino a - 3 m da p.c.
- ⇒ La stratigrafia è stata determinata attraverso le indagini geognostiche reperite nell'area in esame ed integrate con le prove geognostiche eseguite appositamente ai fini del presente studio (2022). Le indagini hanno evidenziato la presenza dei seguenti livelli:

L1	R	<p>- <b>Livello L1: Materiale di riporto.</b> I sondaggi eseguiti per i campionamenti ambientali hanno permesso di individuare il livello di riporti sino a circa 2.5 m da p.c. Lo spessore minimo è stato individuato attraverso la prova DPSH6 (0.8 m) e il sondaggio P2 (1.5 m).          Le prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10 non individuano il livello di riporti superficiale. I materiali di riporto si trovano prevalentemente in matrice sabbiosa; presenza di frammenti di mattone e calcestruzzo.  <i>Parametri caratteristici: N= 4.8-6.9 colpi/20 cm, Vs= 210-130 m/s</i></p>
L2s	AES8a	<p>- <b>Livello L2: Argille ed argille limo sabbiose.</b> Livello costituito da argille a tratti limoso-sabbiose di spessore variabile. Il livello è stato riconosciuto da circa 1.5/2.5 m da p.c. sino a circa 5.8/10.6 m da p.c. <i>Parametri caratteristici: qc= 12-16 kg/cm<sup>2</sup>, N= 2-3 colpi/20 cm, Vs= 130 m/s.</i></p>
L2		<p>In corrispondenza delle prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10 a partire da p.c. sino a circa 1.5/2.5 m; è stata individuata una porzione superficiale del livello L2 (definita L2s) maggiormente consistente.</p>
L3	AES7b	<p>- <b>Livello L3: Ghiaie in matrice argilloso sabbiosa.</b> Livello di ghiaie in matrice argilloso-limosa di spessore variabile. È stato raggiunto da tutte le prove penetrometriche eseguite a profondità variabili tra 5.8 e 10.6 m da p.c.  <i>Parametri caratteristici: qc=20-71.6 kg/cm<sup>2</sup>, N= 10-12 colpi/20 cm, Vs= 350 m/s.</i></p>
L4	AES7b	<p>- <b>Livello L4: Argille.</b> Il livello di argille sottostante il livello di ghiaie L3 è stato individuato dalle indagini bibliografiche (prova CPT2_17 e sondaggio SC04_12) oltre i 10/11 m da p.c.  <i>Vs &gt;350/410 m/s.</i></p>

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri geotecnici ricavati dalle indagini eseguite per i livelli descritti nello schema riportato precedentemente.

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia	Parametri	
0.0-0.8/2.5	L1	Coesivo/granulare	Riporti a base terrosa inglobanti frammenti eterometrici di laterizi sfridi di calcestruzzo e clasti di ghiaia	Parametri totali $\gamma_k = 18-19 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 70-80 \text{ kPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $M_k = 10-11 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 18 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 0.0-5.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 24-25^\circ$
0-1.5/2.5 (in corrispondenza delle prove CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10) livello superficiale maggiormente consistente	L2s	Coesivo	Argille, argille limo-sabbiose e limi sabbiosi	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 50-70 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 4-5.5 \text{ MPa}$ (45- 59 $\text{kg/cm}^2$ )*	Parametri efficaci $\gamma_k = 19 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 5-10 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 22-25^\circ$ $E_{50} = 2-3 \text{ MPa}$
0.8/2.5-5.8/10.6	L2				
5.8/10.6-10/11	L3	Granulare	Ghiaie in matrice argilloso sabbiosa	Parametri totali $\gamma_k = 20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 106-290 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 8-18 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 5.0-10.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 26-30^\circ$ $E = 40-44 \text{ MPa}$
>10/11	L4**	Coesivo	Argille	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 100 \text{ kPa}$ $\Phi_u = -^\circ$ $M_k = 7.0-8.0 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 5.0-10.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 24-25^\circ$

Dove:  $\gamma$  = peso di volume naturale;  $Cu$  = Resistenza al taglio in condizioni non drenate;  $M$  = Modulo Edometrico;  $\phi'$  = angolo di attrito efficace;  $c'$  = coesione efficace,  $E$ =modulo elastico,  $E_{50}$ = modulo elastico (valore al 50% della deformazione denominato anche operativo). \* da prove di laboratorio (campioni prelevati durante i sondaggi eseguiti nel 2012).

\*\* Livello caratterizzato in relazioni bibliografiche consultate.

- ⇒ Nel 2012 il livello di falda è stato reperito ad una quota costante di circa -7.5 m dal p.c.; nel 1998 fu misurato un livello di falda a -6.0 m dal pc (prova penetrometrica CPT12), mentre nella primavera del 2004 la falda è risalita nell'area circostante fino a -3.5/-4.0 m dal pc. Le indagini geognostiche eseguite nel 2022 hanno permesso di individuare la presenza della falda a -9.2 m da p.c. (la falda è stata reperita in corrispondenza delle prove penetrometriche CPT7, CPT10 e DPSH6) in un periodo di particolare siccità ed aridità.
- ⇒ Nell' "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" (DGR n.1164/2018) il Comune di Alseno viene classificato in zona 3. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.
- ⇒ Nella tavola A4.6 "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" del PTCP della provincia di Piacenza, l'area oggetto del presente studio ricade in classe "D" depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con  $V_{s30} < 800 \text{ m/s}$  e assimilabili per la quale gli effetti attesi sono l'amplificazione litologica ed il livello di approfondimento è II.

- ⇒ Le indagini sismiche eseguite in corrispondenza dell'area in esame consentono di individuare la presenza di un sottosuolo di tipo **C** (la prova sismica Re.Mi.+MASW eseguita ad Agosto 2022 permette di ottenere un valore di Vs30 di circa 316-322 m/s; si ricorda inoltre che il valore di Vs30 ottenuto attraverso la prova MASW\_2008 è risultato pari a 333 m/s).
- ⇒ Sono state determinate le azioni sismiche ai sensi delle NTC 2018 per un'opera con  $V_N=50$  anni e Classe d'uso = III, che hanno permesso di determinare, sulla base delle indagini sismiche eseguite, i parametri come riportato nel paragrafo E.3.3.
- ⇒ Il comune di Alseno presenta uno studio di Microzonazione sismica di II livello ed il sito in esame rientra tra le aree interessate dallo studio di MZS. Per l'area in esame è indicato un fattore di amplificazione locale in PGA pari a 1.5-1.6.

Si riportano di seguito i parametri sismici calcolati utilizzando il coefficiente di amplificazione sismica locale ( $S_s$  nelle NTC) maggiormente cautelativo rispetto alle NTC2018 e pari a 1.6 indicato dalla Microzonazione sismica del comune di Alseno.

Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	$S_s$	1.600	MZS
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t$	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t * S_s$	1.600	
Amax	$A_{max} = A_g * S$	<b>0.2576</b>	g

- ⇒ La verifica alla liquefazione ai sensi delle NTC2018 è stata eseguita con il metodo proposto da Idriss & Boulanger (2014) sulle verticali indagate dalle prove penetrometriche statiche. Come magnitudo momento ( $M$ ) è stato assunto il valore di 6,14, come valore di accelerazione è stato utilizzato  $a_{g,max}=0.2576$  ottenuto utilizzando il fattore di amplificazione FA di PGA pari a 1.6 corrispondente al valore massimo del range indicato dalla MZS del comune di Alseno. Le analisi sono state eseguite con falda posta cautelativamente a -1.0 m dal pc. In corrispondenza delle prove è stato stimato un potenziale di liquefazione nullo/basso ( $I_L$  variabile da 0 a 1.46).

In considerazione di quanto sopra esposto si ritiene l'intervento geologicamente e sismicamente compatibile purché vengano rispettate le indicazioni contenute nella presente relazione.

Le indagini geognostiche eseguite e le elaborazioni effettuate evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale di riporto antropico dello spessore variabile da 1.0 m a 2.5 m. Le stesse hanno evidenziato la natura estremamente variabile del riporto sia come composizione litologica (da argille a blocchi) sia come caratteristiche meccaniche legate alla presenza di depositi più o meno grossolani.

Il riporto non è stato individuato in corrispondenza delle prove geognostiche poste più a SE (CPT7, CPT8, CPT9 e CPT10).

Le indagini geognostiche hanno anche permesso di rilevare la presenza sotto il riporto di un orizzonte di argille e limi (livello L2) aventi discrete caratteristiche meccaniche; inoltre ad una profondità variabile da 6.0-10.8 m dal pc è stato reperito un livello di ghiaie eterometriche (livello L3). Si suggerisce pertanto di posizionare la base delle fondazioni sul livello L2 ad una profondità di circa 2.0/2.5 m da p.c. ove presente la base dell'orizzonte di riporto.

Si suggerisce anche di prevenire interventi di consolidamento tipo a calce dell'impronta dei nuovi edifici evitando quindi cedimenti del piano di calpestio.

Sono da escludere opere interrato se non eseguendo impermeabilizzazioni e/o interventi di aggettamento in continuo.

Si eviti la realizzazione del rilevato nelle zone H-P3 e sia verificato idraulicamente, se in progetto, il rilevato nelle zone M-P2 in relazione agli eventi di piena del T. Ongina.

Parma, Dicembre 2022



Dott. Geol. Enrico Faccini

ALLEGATO 1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

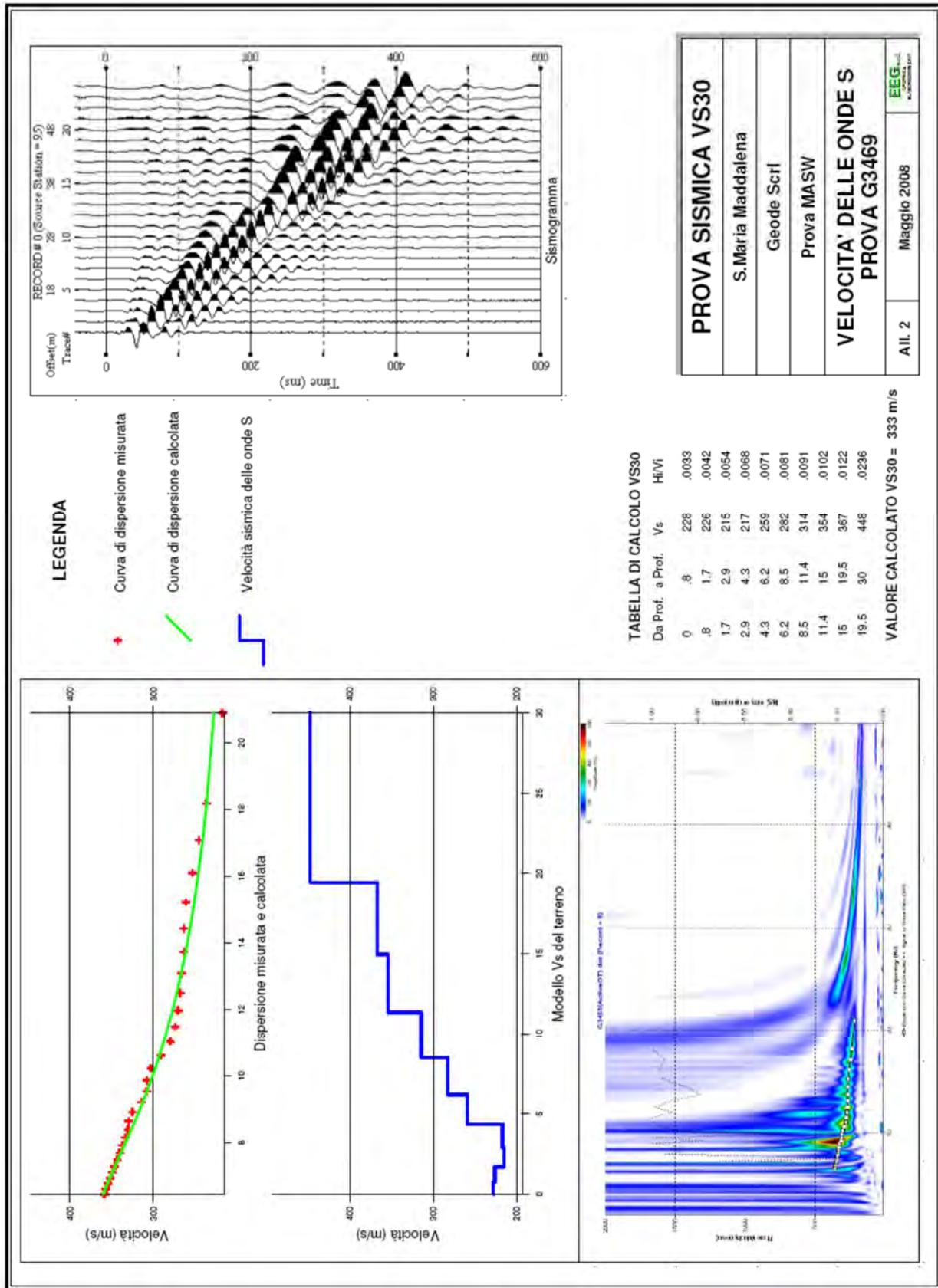
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (1997-1998)

PROF. FALDA IN m. = 5.50	Rp (Kg/cm2)	Ri (Kg/cm2)	FR % (Ri/Rp)	F (Rp/Ri)	Classi granulom. (CAMPANELLA 1983)	Classi granulom. (AGI 1977)	γ (t/m3)	γ' (t/m3)	Cu (Kg/cm2) (Schmertman)	Cu (KPa)	M (Kg/cmq)
1.8	6.0	0.21									
2.0	8.0	0.33	4	24	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.40	39.03	24.0
2.2	12.0	0.54	5	22	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.60	58.44	36.0
2.4	11.0	0.49	4	22	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.54	53.34	33.0
2.6	12.0	0.69	6	17	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.59	58.05	36.0
2.8	12.0	0.41	3	29	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	1.9	0.59	57.87	36.0
3.0	12.0	0.44	4	27	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	1.9	0.59	57.68	36.0
3.2	17.0	0.41	2	41	LIMO E LIMO SABBOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.84	82.02	51.0
3.4	16.0	0.46	3	35	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.78	76.93	48.0
3.6	18.0	0.54	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.88	86.55	54.0
3.8	21.0	0.51	2	41	LIMO E LIMO SABBOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.8	1.8	1.03	101.08	63.0
4.0	21.0	0.64	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	1.03	100.89	63.0
4.2	18.0	0.56	3	32	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.88	86.00	54.0
4.4	15.0	0.51	3	29	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	1.9	0.73	71.10	45.0
4.6	15.0	0.46	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.72	70.92	45.0
4.8	12.0	0.64	5	19	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.57	56.01	36.0
5.0	13.0	0.56	4	23	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.62	60.72	39.0
5.2	16.0	0.49	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.77	75.24	48.0
5.4	12.0	0.51	4	24	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	2.0	0.57	55.43	36.0
5.6	12.0	0.54	5	22	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	1.0	0.56	55.34	36.0
5.8	10.0	0.51	5	20	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	1.0	0.46	45.43	30.0
6.0	10.0	0.38	4	26	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.46	45.34	30.0
6.2	10.0	0.41	4	24	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	1.0	0.46	45.24	30.0
6.4	12.0	0.44	4	27	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.56	54.96	36.0
6.6	15.0	0.59	4	25	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.71	69.58	45.0
6.8	15.0	0.51	3	29	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.71	69.50	45.0
7.0	12.0	0.51	4	24	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	1.0	0.56	54.69	36.0
7.2	15.0	0.46	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM SABBIOSI ESABBIE LIMOSE	1.9	0.9	0.71	69.31	45.0
7.4	15.0	0.51	3	29	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.71	69.22	45.0
7.6	15.0	0.56	4	27	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.71	69.13	45.0
7.8	10.0	0.41	4	24	ARGILLA	LIM ED ARGILLE	2.0	1.0	0.45	44.52	30.0
8.0	12.0	0.46	4	26	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.55	54.24	36.0
8.2	10.0	0.38	4	26	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIM ED ARGILLE	1.9	0.9	0.45	44.34	30.0
8.4	96.0	1.54	2	62	SABBE LIMOSE	SABBE E SABBE CON GHIAIA	1.7	0.7	4.75	465.93	GRANULARE
8.6	146.0	1.03	1	142	SABBE	SABBE E SABBE CON GHIAIA	1.6	0.6	7.25	711.02	GRANULARE
8.8	127.0	1.28	1	99	SABBE	SABBE E SABBE CON GHIAIA	1.6	0.6	6.30	617.81	GRANULARE

CPT11	PROF.FALDA IN m. = <a href="#">assente</a>	FR % (Ri/Rp)	F (Rp/Ri)	Classi granulom. (CAMPANELLA 1983)	Classi granulom. (AGI 1977)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (t/m <sup>3</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Schmertman)	Cu (KPa)	M (Kg/cmq)	
PROF.	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ri (Kg/cm <sup>2</sup> )	FR % (Ri/Rp)	F (Rp/Ri)	Classi granulom.	Classi granulom.	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (t/m <sup>3</sup> )	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Schmertman)	Cu (KPa)	M (Kg/cmq)
2.2	6.0	0.13	2	46	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.30	29.23	18.0
2.4	6.0	0.10	2	60	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.30	29.06	18.0
2.6	8.0	0.26	3	31	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.39	38.67	24.0
2.8	11.0	0.10	1	110	LIMO E LIMO SABBIOSO	SABBIE E SABBIE CON GHAIA	1.8	1.8	0.54	53.21	33.0
3.0	8.0	0.26	3	31	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.39	38.31	24.0
3.2	11.0	0.36	3	31	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.54	52.83	33.0
3.4	13.0	0.38	3	34	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.64	62.45	39.0
3.6	18.0	0.46	3	39	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.89	86.79	54.0
3.8	20.0	0.56	3	36	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.96	96.42	60.0
4.0	17.0	0.49	3	35	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.83	81.53	51.0
4.2	14.0	0.46	3	30	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.88	86.63	42.0
4.4	17.0	0.41	2	41	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.83	81.16	51.0
4.6	17.0	0.51	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.83	80.98	51.0
4.8	20.0	0.54	3	37	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.97	95.51	60.0
5.0	17.0	0.54	3	31	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.82	80.62	51.0
5.2	13.0	0.46	4	28	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIMI ED ARGILLE	1.9	1.9	0.62	60.82	39.0
5.4	12.0	0.49	4	24	ARGILLA	LIMI ED ARGILLE	2.0	2.0	0.57	55.72	36.0
5.6	12.0	0.44	4	27	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIMI ED ARGILLE	1.9	1.9	0.57	55.53	36.0
5.8	10.0	0.44	4	23	ARGILLA	LIMI ED ARGILLE	2.0	2.0	0.46	45.53	30.0
6.0	10.0	0.46	5	22	ARGILLA	LIMI ED ARGILLE	2.0	2.0	0.46	45.33	30.0
6.2	13.0	0.41	3	32	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.61	59.86	39.0
6.4	15.0	0.54	4	28	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIMI ED ARGILLE	1.9	1.9	0.71	69.48	45.0
6.6	14.0	0.33	2	42	LIMO E LIMO SABBIOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.8	1.8	0.66	64.40	42.0
6.8	15.0	0.46	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.70	69.11	45.0
7.0	16.0	0.54	3	30	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LIMI ED ARGILLE	1.9	1.9	0.75	73.83	48.0
7.2	12.0	0.49	4	24	ARGILLA	LIMI ED ARGILLE	2.0	2.0	0.55	54.02	36.0
7.4	12.0	0.33	3	36	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.55	53.83	36.0
7.6	11.0	0.33	3	33	ARGILLA LIMOSA LIMO ARGILLOSO	LMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	1.9	1.9	0.50	48.75	33.0
7.8	10.0	0.44	4	23	ARGILLA	LIMI ED ARGILLE	2.0	2.0	0.45	43.65	30.0



INDAGINE SISMICA MASW (2008)



**SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO (2012)**

<b>PARMAGEO</b> S.r.l. Indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • 📠 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716430347 REA: 173168 • Cap. Soc.: 36.000,00 Euro int. vers.	Committente: <b>ROSSETTI MARKET srl</b>		Sondaggio N°: <b>Sc.01</b>	Pag: <b>1/1</b>	
	Località: <b>Alseno (PC)</b>		Certificato di prova N°: <b>12-014 Sc.01</b>		
	Cantiere: <b>punto vendita Via Emilia n. 9</b>		Data inizio: <b>28/02/2012</b>	Data fine: <b>28/02/2012</b>	
	Il responsabile di sito: <b>Dr. S. Verduri</b>	Fluido perf.: <b>secco</b>	Metodo: <b>carotaggio cont.</b>	Quota inizio: <b>p.c.</b>	
Il direttore del laboratorio: <b>Dr. E. Faccini</b>	Perforatrice: <b>Ellettari "EK1000"</b>		Coordinate:		

Perforazione	Rivestimento	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Pocket	Campioni	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Falda			
100	127	2.40		Materiali di riporto a base terrosa (dalle argille alle sabbie) in colorazioni variabili dal marrone (tonalità dominante), all'arancio, al grigio scuro. La componente non terrosa dell'ammasso si costituisce di frammenti eterometrici di laterizi, calcestruzzi nonché clasti di ghiaia.	1									
				Argille limo-sabbiose di colore marrone, grigio-marrone da - 2.40 a - 3.00 mt. Trattasi di terreni in genere molto consistenti ma con grado di compattezza tendenzialmente decrescente con la profondità.	2	4.40				2.00				
		5.00		Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore marrone. Moderatamente consistenti.	3	3.25			2-2-3		1			
					4	2.20			2.45					
					5	3.10								
		7.00		Ghiaie sabbiose debolmente argillose. Tessitura del sedimento tipicamente fluviale con la frazione ghiaiosa decisamente eterometrica e dominanza delle frazioni minute e medie (Dmax 2-3 cm). Matrice in colorazione marrone giallastra.	6	2.60								
						7	1.70							
						8	0.80							
		10.00				9	0.90							
						10	0.75							
											7.50			

NOTE

1) Prove S.P.T. eseguite con utensile a punta chiusa.

### Sondaggio Sc01



<b>PARMAGEO</b> s.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • ☎ 0521.1590449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173189 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.	Committente: <b>ROSSETTI MARKET srl</b>		Sondaggio N°: <b>Sc.02</b>	Pag: <b>1/1</b>	
	Località: <b>Alseno (PC)</b>		Certificato di prova N°: <b>12-014 Sc.02</b>		
	Cantiere: <b>punto vendita Via Emilia n. 9</b>		Data inizio: <b>27/02/2012</b>	Data fine: <b>27/02/2012</b>	
	Il responsabile di sito: <b>Dr. S. Verduri</b>		Fluido perf.: <b>secco</b>	Metodo: <b>carotaggio cont.</b>	
Il direttore del laboratorio: <b>Dr. E. Faccini</b>		Perforatrice: <b>Ellettari "EK1000"</b>		Quota inizio: <b>p.c.</b>	

Perforazione	Rivestimento	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Pocket	Vane Test	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Falda
100	127	2.10		<p>Materiali di riporto a base terrosa (dalle argille alle sabbie) in colorazione principalmente marrone (scuro-rossastra fino a - 1.50 mt circa, più chiara nel tratto sottostante). La componente non terrosa dell'ammasso si costituisce di frammenti eterometrici di laterizi, calcestruzzi nonché clasti di ghiaia.</p> <p>Argille, a tratti limose, in colorazione marrone generalmente chiara (il solo tratto da 7.00 a 7.15 mt di profondità figura con una tonalità evidentemente più scura), con screziature grigie ed ocracee e diffuse puntinature organiche bruno-nerastre.</p> <p>Argille con limi ghiaioso-sabbiose. Frazione ghiaiosa costituita da elementi in pezzatura generalmente piccola o medio-piccola. La matrice inglobante colora di marrone-giallastro.</p> <p>Limi con argille sabbiosi di colore marrone-giallastro chiaro. Poco o moderatamente consistenti.</p> <p>Limi con sabbie marroni-giallastri chiari, ghiaiosi (ghiaie in tipica tessitura fluviale con taglie principalmente minute e medio-piccole, Dmax 2-3 cm).</p>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1.90 2.75 2.00 1.75 1.90 2.30 2.60 1.80 1.90 1.90 2.60 2.70 1.70 0.50 0.50	0.40 0.40 0.52 0.62 0.50 0.65 0.55 0.65 0.40 0.40 0.50 0.25 0.30 0.05	4.50 5.00	1 2	100	7.50

NOTE

1) Prove S.P.T. eseguite con utensile a punta chiusa.

### Sondaggio Sc02



<b>PARMAGEO</b> S.r.l. Indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.661030 • ☎ 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01718130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.	Committente: <b>ROSSETTI MARKET srl</b>		Sondaggio N°: <b>Sc.03</b>	Pag: <b>1/1</b>
	Località: <b>Alseno (PC)</b>		Certificato di prova N°: <b>12-014 Sc.03</b>	
	Cantiere: <b>punto vendita Via Emilia n. 9</b>		Data inizio: <b>24/02/2012</b>	Data fine: <b>24/02/2012</b>
	Il responsabile di sito: <b>Dr. S. Verduri</b>		Fluido perf.: <b>secco</b>	Metodo: <b>carotaggio cont.</b>
Il direttore del laboratorio: <b>Dr. E. Faccini</b>		Perforatrice: <b>Elletari "EK1000"</b>		Coordinate:

Perforazione	Rivestimento	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Pocket	Campioni	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Falda	
100	127	3.20		Materiali di riporto principalmente costituiti da sfridi di calcestruzzi e laterizi in matrice terrosa (dalle argille alle sabbie).	1							
					2							
					3							
		8.00 8.20		Argille con intercalazioni limo-sabbiose via via più frequenti verso il basso, in generale consistenti o molto consistenti. Colore marrone.	4	1.50						
					5	2.90						
					6	3.30						
					7	2.40						
					8	1.90						
					9	1.10						
					10	1.10						
			Sabbie in granulometrie medie e fini di colore marrone-arancio/giallastro.	5.00								
			Ghiaie con sabbie e sabbiose debolmente limose. La tessitura del sedimento è di tipico ambiente fluviale, con ghiaie ben arrotondate ed eterometriche (le taglie più diffuse sono quelle piccole e medio-piccole). La componente fine del deposito ha una colorazione marrone leggermente giallo-rossastra.	5.50								
				7.50								

NOTE

1) Prove S.P.T. eseguite con utensile a punta chiusa.

### Sondaggio Sc03



<b>PARMAGEO</b> S.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • ☎ 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.	Committente: <b>ROSSETTI MARKET srl</b>		Sondaggio N°: <b>Sc.04</b>	Pag: <b>1/1</b>	
	Località: <b>Alseno PC)</b>		Certificato di prova N°: <b>12-014 Sc.04</b>		
	Cantiere: <b>punto vendita Via Emilia n. 9</b>		Data inizio: <b>29/02/2012</b>	Data fine: <b>29/02/2012</b>	
	Il responsabile di sito: <b>Dr. S. Verduri</b>		Fluido perf.: <b>secco</b>	Metodo: <b>carotaggio cont.</b>	
Il direttore del laboratorio: <b>Dr. E. Faccini</b>		Perforatrice: <b>Ellettari "EK1000"</b>		Quota inizio: <b>p.c.</b>	
Coordinate:					

Perforazione	Rivestimento	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Pocket	Campioni	Nspt	Cassetta	Carotaggio %	Falda		
100	127	1.00		Materiali di riporto costituiti da sfridi di calcestruzzi, pietrisco (anche grossolano) e sabbie grosse, da p.c. a - 1.00 mt, da materiali terrosi eterogenei (dalle argille alle sabbie) con inglobati frammenti di laterizi e clasti di ghiaia nel tratto sottostante. La parte terrosa dell'ammasso figura generalmente in colorazione grigiasta, con tratti (veda-si da -1.00 a - 1.50 mt di profondità) a pigmentazione marrone-arancio.	1								
				2									
				3									
		3.20		4	Argille, localmente limo-sabbiose, di colore grigio caratterizzato da passate marroni via via più frequenti verso il basso. Configurano un orizzonte molto consistente.	1.80 4.00							
		5.00		5	Limi sabbiosi debolmente argillosi di colore marrone, da molto consistenti al tetto a moderatamente consistenti alla base.	2.30 1.60 2.10 1.90							
		6.00		6	Argille, da - 6.70 a - 7.00 mt limo-sabbiose, di colore marrone con diffuse puntature organiche brune, ben in risalto soprattutto alla base del livello. Il deposito si compone di sedimenti consistenti.	0.80 1.20 1.70 1.30							
		6.70		7		1.40 1.25 2.20							
		7.00		8	Ghiaie con sabbie e sabbiose debolmente limose. La tessitura del sedimento è di tipico ambiente fluviale, con ghiaie ben arrotondate ed eterometriche (le taglie più diffuse sono quelle piccole e medio-piccole). La componente fine del deposito ha una colorazione marrone leggermente giallo-rossastra.	1.60							
		8.30		9									
		10.00		10	Argille di colore marrone-giallastro fino a - 10.50 mt di profondità, di colore marrone scuro fino a fine foro. Risultano in generale consistenti.	9.80 6.57 10.25							
		11.00		11		1.70							

NOTE

1) Prove S.P.T. eseguite con utensile a punta chiusa.

### Sondaggio Sc04





**PROVE DI LABORATORIO (2012)**



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali  
di Michele Mazzone

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



**Committente:**

**GEODE S.r.l.**

**Prove di geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati**

**Materiali:**

S1C11 (5,00m - 5,60m da P.C.) del 28/02/2012
S2C11 (4,50m - 5,00m da P.C.) del 28/02/2012
S3C11 (5,00m - 5,50m da P.C.) del 24/02/2012
S4C11 (4,00m - 4,50m da P.C.) del 27/02/2012

**Cantiere/Impianto:**

Rossetti

**Località:**

Alseno (PC)

**Accettazione N°**

063/2012



**VERBALE DI CONSEGNA**

<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.
<b>Accettazione n°</b>	063-2012
<b>Campionamento</b>	A cura del committente, presso Cantiere Rosseti, Alseno (PC)

Analisi	Norma di riferimento	Nome campione	S1C11 (5,00m - 5,60m da P.C.) del 28/02/2012	S2C11 (4,50m - 5,00m da P.C.) del 28/02/2012	S3C11 (5,00m - 5,50m da P.C.) del 24/02/2012	S4C11 (4,00m - 4,50m da P.C.) del 27/02/2012						
Compressione ad espansione laterale libera (ELL)	ASTM D 2166-06	G5.290	X	X	X	X						
Prova di consolidazione edometrica a gradini di carico fino al raggiungimento dei 32 kg/cm <sup>2</sup> , completa di ciclo di scarico e diagrammazione curve cedimenti	ASTM D 2435 Racc. AGI-94	G5.270	X			X						
Apertura Campione (comprende descrizione geotecnica, pocket penetrometer e vane test)	Racc. AGI 1978	G5.010	X	X	X	X						
Elaborazione prova edometrica con determinazione e calcolo delle grandezze fisiche dei terreni (indice dei vuoti, porosità, grado di saturazione) e dei coefficienti av, mv, E, Cv e K	ASTM D 2435-70	G5.053	X			X						

Studio MM s.r.l.

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**  
 Consulenza materie prime e prove materiali  
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

**APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (ASTM D2488-93)**

Rapporto di prova N°	GD_063/2012_AC1	Accettazione N°	063/2012
Committente	GEODE S.r.l.		
Descrizione campione	Terreno Indisturbato		
Identificazione campione	S1C11 (5,00m - 5,60m da P.C.) del 28/02/2012		
Cantiere/Opera	Rossetti - Alseno (PC)		
Data ricevimento	Data apertura	Data esecuzione prova	Data emissione
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012	07/03/2012

**DESCRIZIONE**

Terreno limo-argilloso con sabbia fina, di colore ocra, al cui interno si riscontra la presenza di sporadici residui carboniosi. Lunghezza carota: 56cm.

Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer)*				Resistenza al taglio non drenata $c_u$ (vane test)*			
Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	1,4	1,5	1,5	Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	0,8	0,8	0,7
Posizione (m da P.C.)	5,15	5,30	5,45	Posizione (m da P.C.)	5,20	5,35	5,50



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio- Tecnotest (Codice interno SC01)  
Penetrometro da Laboratorio- Eurolab (Codice interno PP01)

**APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (ASTM D2488-93)**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_AC2	<b>Accettazione N°</b>	063/2012
<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.		
<b>Descrizione campione</b>	Terreno Indisturbato		
<b>Identificazione campione</b>	S2C11 (4,50m - 5,00m da P.C.) del 28/02/2012		
<b>Cantiere/Opera</b>	Rossetti - Alseno (PC)		
<b>Data ricevimento</b>	<b>Data apertura</b>	<b>Data esecuzione prova</b>	<b>Data emissione</b>
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012	07/03/2012

**DESCRIZIONE**

Terreno argillo-limoso di colore grigio-ocra, al cui interno si riscontrano tracce di residui carboniosi e rare concrezioni calcaree millimetriche. Lunghezza carota: 47cm.

Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer)*				Resistenza al taglio non drenata $c_u$ (vane test)*			
Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	3	3,2	3	Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	1,5	1,5	1,5
Posizione (m da P.C.)	4,65	4,80	4,90	Posizione (m da P.C.)	4,63	4,83	4,93



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore



Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

**Strumentazione utilizzata per la prova**

 Scissometro da Laboratorio- Tecnotest (Codice interno SC01)  
 Penetrometro da Laboratorio- Eurolab (Codice interno PP01)

**APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (ASTM D2488-93)**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_AC3	<b>Accettazione N°</b>	063/2012
<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.		
<b>Descrizione campione</b>	Terreno Indisturbato		
<b>Identificazione campione</b>	S3C11 (5,00m - 5,50m da P.C.) del 24/02/2012		
<b>Cantiere/Opera</b>	Rossetti - Alseno (PC)		
<b>Data ricevimento</b>	<b>Data apertura</b>	<b>Data esecuzione prova</b>	<b>Data emissione</b>
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012	07/03/2012

**DESCRIZIONE**

Terreno argillo-limoso di colore ocra, che verso la base passa a sabbioso (5,45m - 5,50m da P.C.) Lunghezza carota: 40cm.

Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer)*				Resistenza al taglio non drenata $c_u$ (vane test)*			
Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	2,2	2,2	2,8	Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	1,2	1,2	1,4
Posizione (m da P.C.)	5,20	5,30	5,40	Posizione (m da P.C.)	5,23	5,33	5,43



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**  
Consulenza materie prime e prove materiali  
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Scissometro da Laboratorio- Tecnotest (Codice interno SC01)  
Penetrometro da Laboratorio- Eurolab (Codice interno PP01)

**APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (ASTM D2488-93)**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_AC4	<b>Accettazione N°</b>	063/2012
<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.		
<b>Descrizione campione</b>	Terreno Indisturbato		
<b>Identificazione campione</b>	S4C11 (4,00m - 4,50m da P.C.) del 27/02/2012		
<b>Cantiere/Opera</b>	Rossetti - Alseno (PC)		
<b>Data ricevimento</b>	<b>Data apertura</b>	<b>Data esecuzione prova</b>	<b>Data emissione</b>
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012	07/03/2012

**DESCRIZIONE**

Terreno limo-argilloso di colore ocra. Lunghezza carota: 40cm.

<b>Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer)*</b>				<b>Resistenza al taglio non drenata <math>c_u</math> (vane test)*</b>			
Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	2,5	3	3,2	Valori (daN/cm <sup>2</sup> )	1	1,3	1,6
Posizione (m da P.C.)	4,20	4,30	4,40	Posizione (m da P.C.)	4,23	4,33	4,43



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

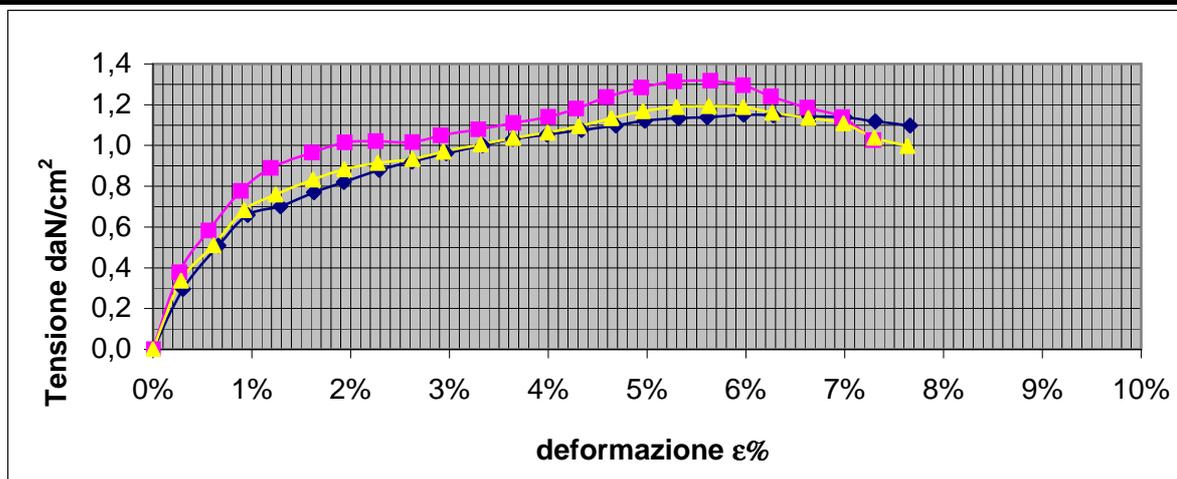
Scissometro da Laboratorio- Tecnotest (Codice interno SC01)  
Penetrometro da Laboratorio- Eurolab (Codice interno PP01)

**Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166-06)**

Rapporto di prova N°	GD_063/2012_ELL1	Accettazione N°	063/2012
Committente	GEODE S.r.l.		
Descrizione campione	Terreno Indisturbato		
Identificazione campione	S1C11 (5,00m - 5,60m da P.C.) del 28/02/2012		
Cantiere/Opera	Rossetti - Alseno (PC)		
Data ricevimento	Data apertura	Data esecuzione prova	Data emissione
01/03/2012	05/03/2012	06/03/2012	07/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,99	2,73	25,2	0,69	40,8	100
2,00	2,73	24,7	0,67	40,1	100
1,99	2,73	24,9	0,68	40,4	100



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_ELL1	<b>Data emissione</b>	07/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618  
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

**CONDIZIONI DI ROTTURA**

<b>Provino</b>	<b>Tensione verticale</b>	<b>Coesione non drenata Cu</b>	<b>Deformazione normale</b>
	(daN/cm <sup>2</sup> )	(daN/cm <sup>2</sup> )	%
1	1,15	0,58	6
2	1,32	0,66	6
3	1,19	0,60	6
Valore Medio		<b>0,61</b>	<b>6</b>

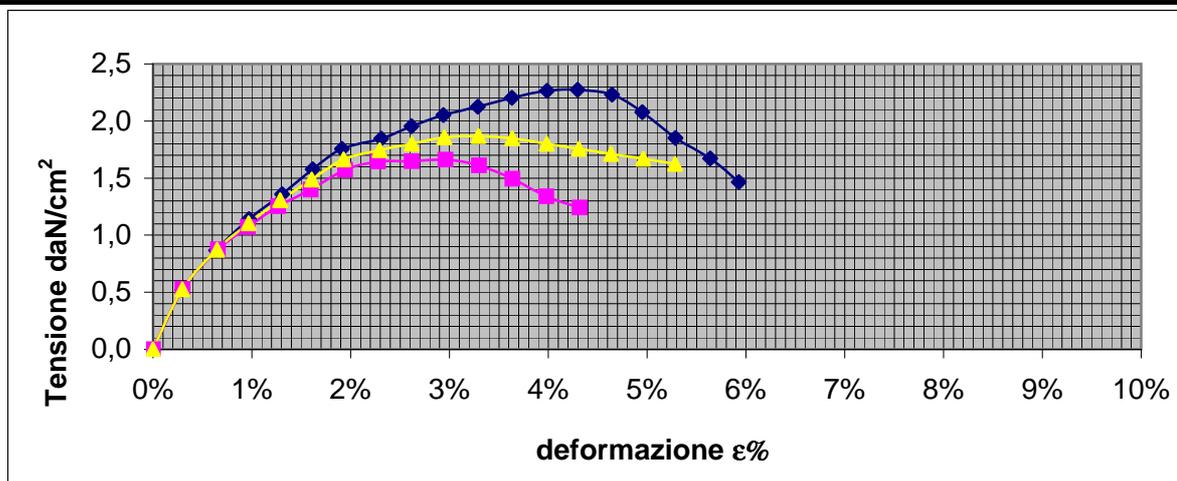


**Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166-06)**

Rapporto di prova N°	GD_063/2012_ELL2	Accettazione N°	063/2012
Committente	GEODE S.r.l.		
Descrizione campione	Terreno Indisturbato		
Identificazione campione	S2CI1 (4,50m - 5,00m da P.C.) del 28/02/2012		
Cantiere/Opera	Rossetti - Alseno (PC)		
Data ricevimento	Data apertura	Data esecuzione prova	Data emissione
01/03/2012	05/03/2012	06/03/2012	07/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,99	2,73	24,8	0,68	40,6	99
1,96	2,73	25,7	0,71	41,7	98
1,97	2,73	25,2	0,70	41,1	99



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore

*Alex Orlandini*  
 Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**  
 Consulenza materie prime e prove materiali  
 Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_ELL2	<b>Data emissione</b>	07/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618  
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

**CONDIZIONI DI ROTTURA**

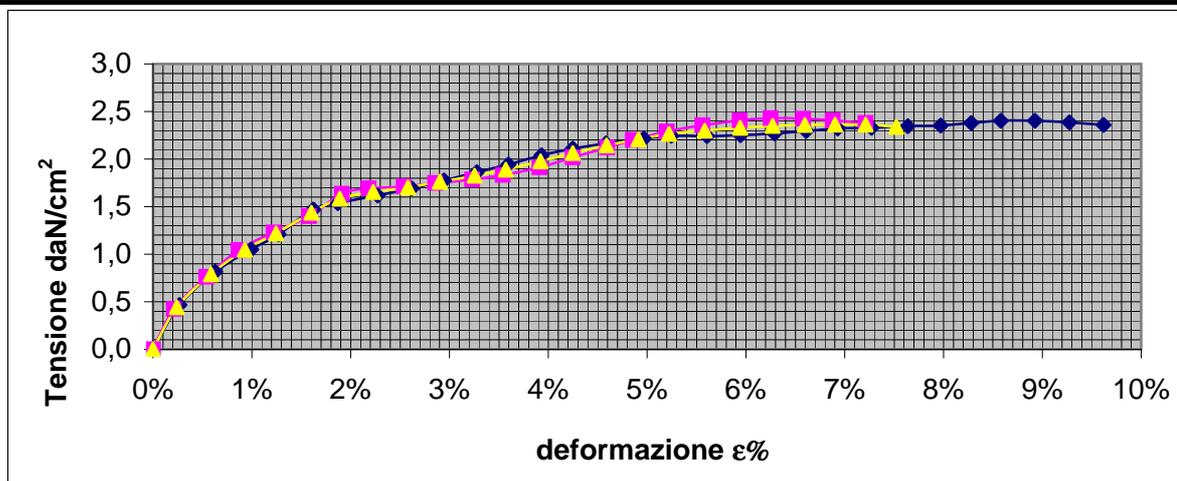
<b>Provino</b>	<b>Tensione verticale</b>	<b>Coesione non drenata Cu</b>	<b>Deformazione normale</b>
	(daN/cm <sup>2</sup> )	(daN/cm <sup>2</sup> )	%
1	2,27	1,14	4
2	1,66	0,83	3
3	1,87	0,93	3
Valore Medio		<b>0,97</b>	<b>3</b>

**Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166-06)**

Rapporto di prova N°	GD_063/2012_ELL3	Accettazione N°	063/2012
Committente	GEODE S.r.l.		
Descrizione campione	Terreno Indisturbato		
Identificazione campione	S3C11 (5,00m - 5,50m da P.C.) del 24/02/2012		
Cantiere/Opera	Rossetti - Alseno (PC)		
Data ricevimento	Data apertura	Data esecuzione prova	Data emissione
01/03/2012	05/03/2012	06/03/2012	07/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)		%	%
1,95	2,73	26,9	0,74	42,7	99
1,96	2,73	26,3	0,73	42,0	99
1,95	2,73	26,6	0,73	42,3	99



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica  
Studio tecnologico M & M

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_ELL3	<b>Data emissione</b>	07/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618  
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

**CONDIZIONI DI ROTTURA**

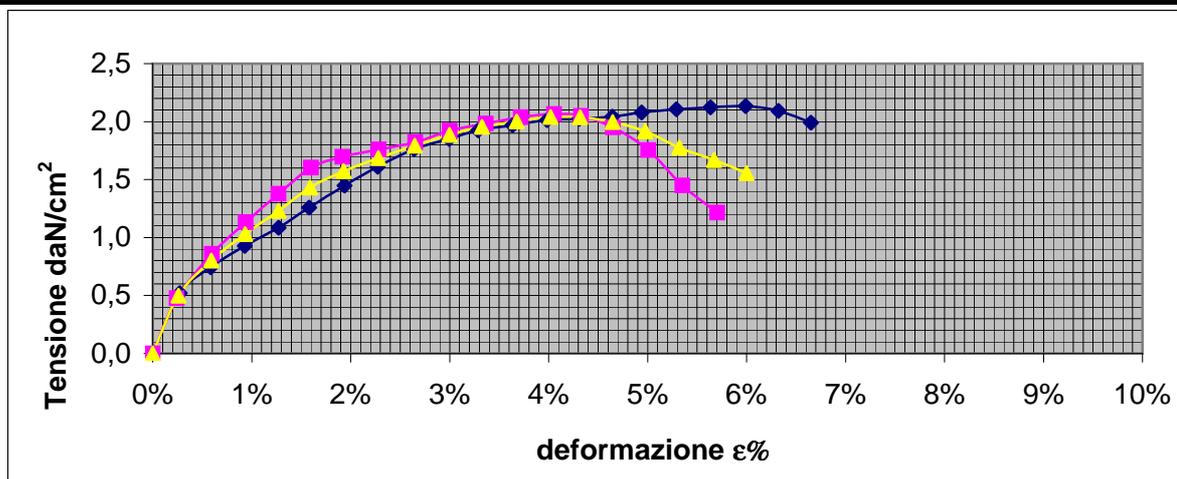
<b>Provino</b>	<b>Tensione verticale</b>	<b>Coesione non drenata Cu</b>	<b>Deformazione normale</b>
	(daN/cm <sup>2</sup> )	(daN/cm <sup>2</sup> )	%
1	2,40	1,20	9
2	2,43	1,22	6
3	2,36	1,18	7
Valore Medio		<b>1,20</b>	<b>7</b>

**Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166-06)**

Rapporto di prova N°	GD_063/2012_ELL4	Accettazione N°	063/2012
Committente	GEODE S.r.l.		
Descrizione campione	Terreno Indisturbato		
Identificazione campione	S4C11 (4,00m - 4,50m da P.C.) del 27/02/2012		
Cantiere/Opera	Rossetti - Alseno (PC)		
Data ricevimento	Data apertura	Data esecuzione prova	Data emissione
01/03/2012	05/03/2012	06/03/2012	07/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi ( $\rho_g$ )	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
( $\text{daN/dm}^3$ )	( $\text{daN/dm}^3$ )	(%)		%	%
2,00	2,73	23,3	0,65	39,3	98
1,99	2,73	23,3	0,66	39,8	96
2,00	2,73	23,3	0,66	39,6	97



Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**

Consulenza materie prime e prove materiali

Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

**NOTE:**

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_ELL4	<b>Data emissione</b>	07/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618  
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

**CONDIZIONI DI ROTTURA**

<b>Provino</b>	<b>Tensione verticale</b>	<b>Coesione non drenata Cu</b>	<b>Deformazione normale</b>
	(daN/cm <sup>2</sup> )	(daN/cm <sup>2</sup> )	%
1	2,13	1,07	6
2	2,06	1,03	4
3	2,04	1,02	4
Valore Medio		<b>1,04</b>	<b>5</b>

**PROVA EDOMETRICA (ASTM 2435/80)**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_EDO1	<b>Accettazione N°</b>	063/2012
<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.		
<b>Descrizione campione</b>	Terreno Indisturbato		
<b>Identificazione campione</b>	S1C11 (5,00m - 5,60m da P.C.) del 28/02/2012		
<b>Cantiere/Opera</b>	Rossetti - Alseno (PC)		
<b>Data ricevimento</b>	<b>Data apertura</b>	<b>Data esecuzione prova</b>	<b>Data emissione</b>
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012 - 16/03/2012	16/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

<b>Peso umido dell'unità di volume</b>	<b>Peso di volume dei granuli solidi</b>	<b>Contenuto in acqua</b>	<b>Porosità</b>	<b>Indice dei vuoti iniziale <math>e_0</math></b>	<b>Grado di saturazione iniziale</b>
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	-	(%)
<b>1,96</b>	<b>2,73</b>	<b>26,1</b>	<b>43,1</b>	<b>0,76</b>	<b>94</b>

**CONSOLIDAZIONE**

<b>Tensione Verticale (K Pa)</b>	<b>cedimento (mm)</b>	<b>Indice dei vuoti e</b>
		-
25	0,072	0,741
50	0,226	0,721
100	0,470	0,699
200	0,854	0,665
400	1,354	0,621
800	2,024	0,563
1600	2,809	0,493
3200	3,674	0,417
800	3,512	0,432

**CONDIZIONI FINALI**

<b>Peso secco dell'unità di volume</b>	<b>Peso di volume dei granuli solidi</b>	<b>Contenuto in acqua</b>	<b>Porosità</b>	<b>Indice dei vuoti finale <math>e</math></b>	<b>Grado di saturazione finale</b>
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	-	(%)
<b>1,55</b>	<b>2,73</b>	<b>15,5</b>	<b>30,2</b>	<b>0,43</b>	<b>98</b>



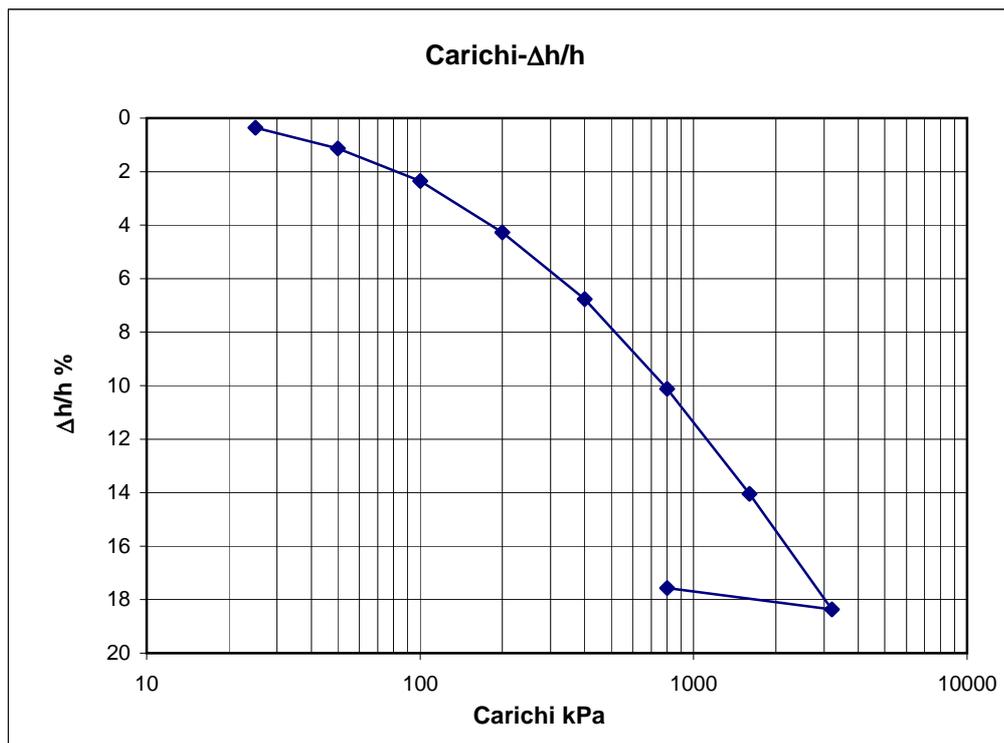
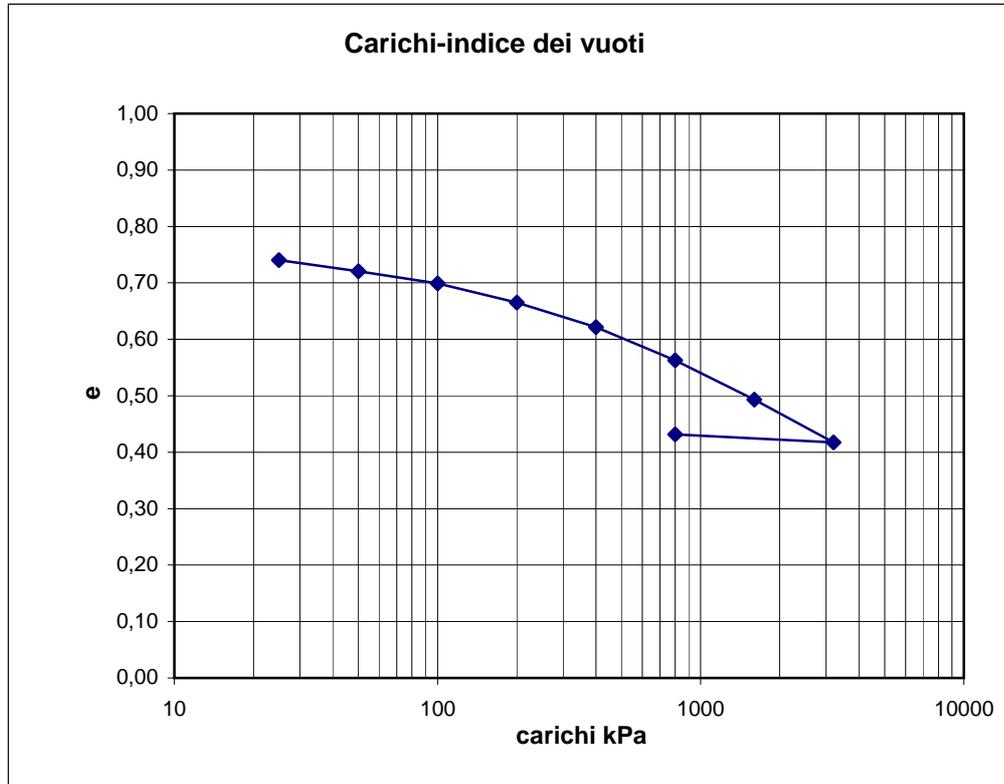
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO1

Data emissione

16/03/2012

**Parametri Edometrici**





Rapporto di prova N°

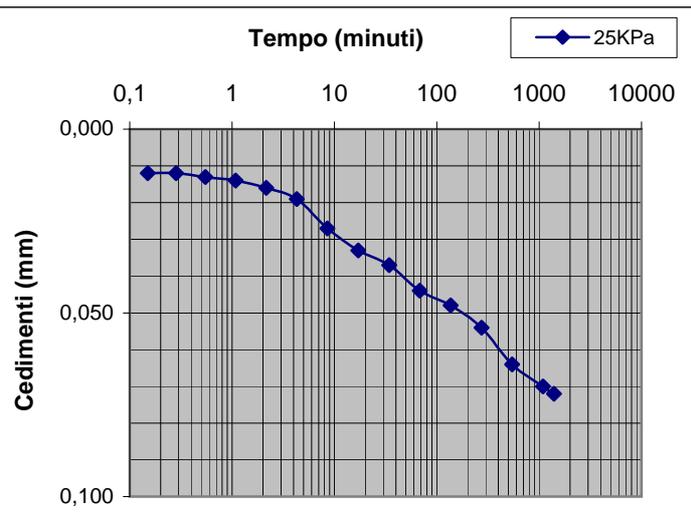
GD\_063/2012\_EDO1

Data emissione

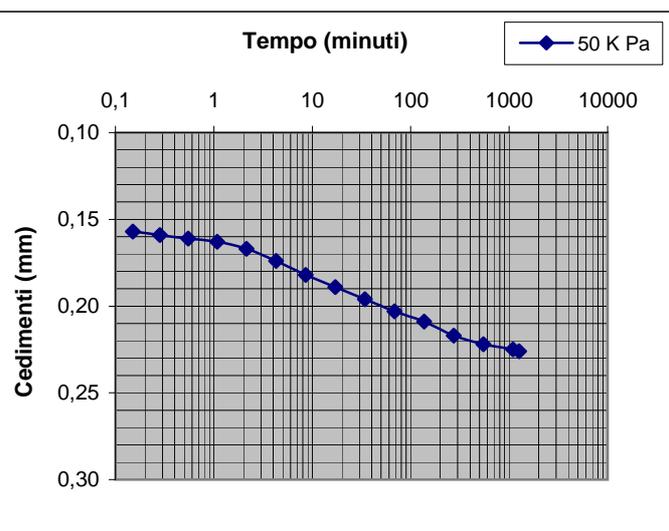
16/03/2012

**Grafici Tempi- Cedimenti**

cedimenti mm	tempi (s)
0,012	9
0,012	17
0,013	33
0,014	65
0,016	129
0,019	257
0,027	513
0,033	1025
0,037	2049
0,044	4097
0,048	8193
0,054	16385
0,064	32769
0,07	65537
0,072	83646



cedimenti mm	tempi (s)
0,157	9
0,159	17
0,161	33
0,163	65
0,167	129
0,174	257
0,182	513
0,189	1025
0,196	2049
0,203	4097
0,209	8193
0,217	16385
0,222	32769
0,225	65537
0,226	75881





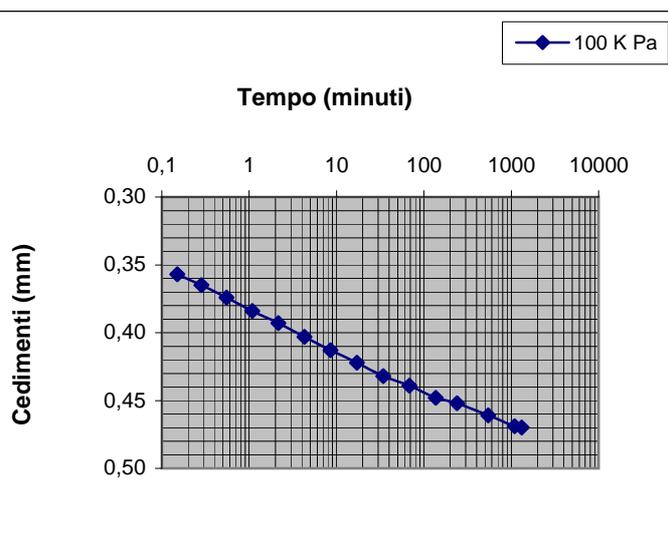
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO1

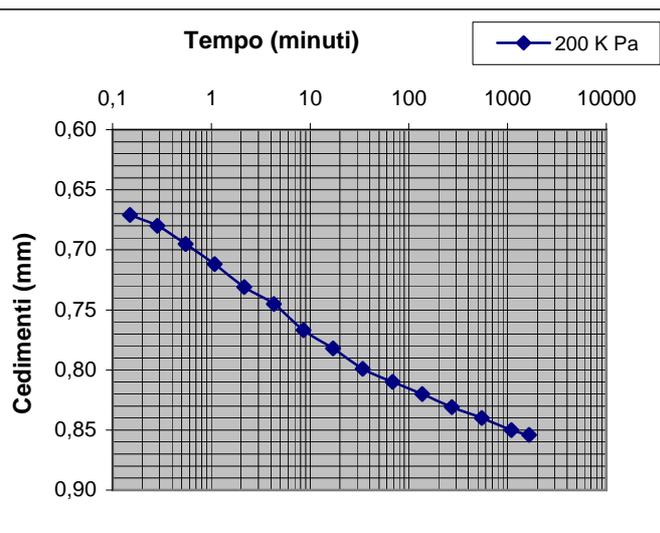
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
0,357	9
0,365	17
0,374	33
0,384	65
0,393	129
0,403	257
0,413	513
0,422	1025
0,432	2049
0,439	4097
0,448	8193
0,452	16385
0,461	32769
0,469	65537
0,470	78969



cedimenti mm	tempi (s)
0,671	9
0,680	17
0,695	33
0,712	65
0,731	129
0,745	257
0,767	513
0,782	1025
0,799	2049
0,810	4097
0,820	8193
0,831	16385
0,840	32769
0,850	65537
0,854	99283





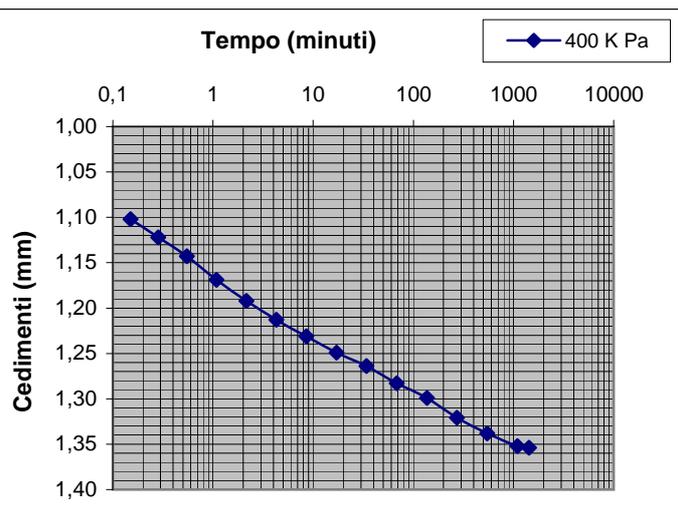
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO1

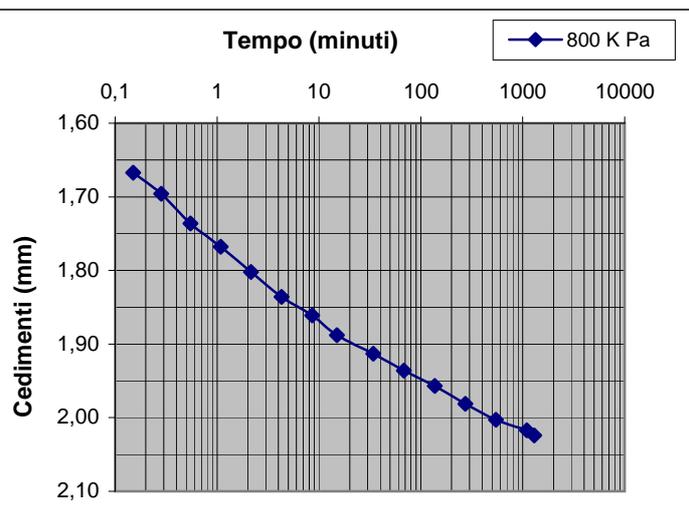
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
1,102	9
1,122	17
1,143	33
1,169	65
1,192	129
1,213	257
1,231	513
1,249	1025
1,264	2049
1,283	4097
1,299	8193
1,321	16385
1,338	32769
1,352	65537
1,354	85398



cedimenti mm	tempi (s)
1,667	9
1,696	17
1,736	33
1,768	65
1,802	129
1,836	257
1,861	513
1,888	1025
1,913	2049
1,936	4097
1,957	8193
1,981	16385
2,003	32769
2,017	65537
2,024	77451





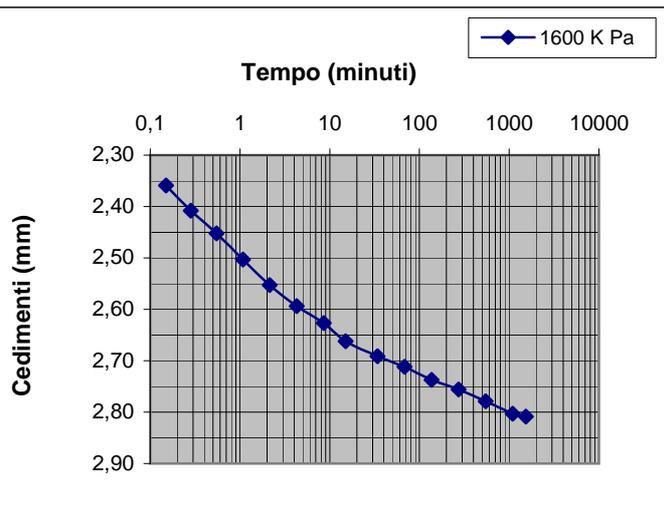
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO1

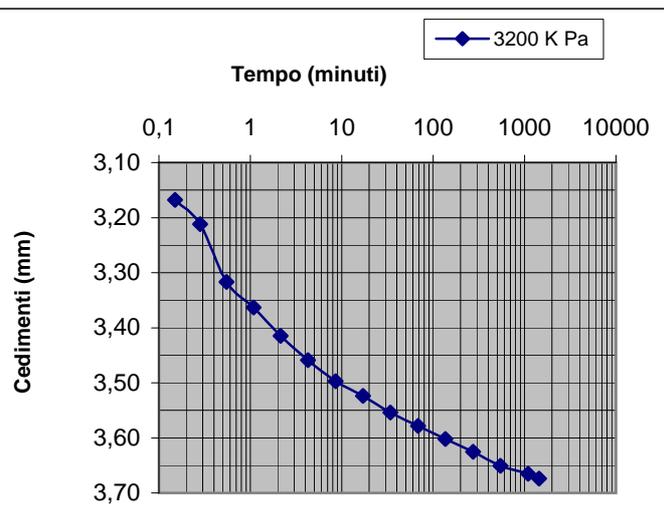
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
2,359	9
2,408	17
2,452	33
2,503	65
2,553	129
2,594	257
2,627	513
2,662	1025
2,691	2049
2,712	4097
2,737	8193
2,756	16385
2,779	32769
2,803	65537
2,809	92092



cedimenti mm	tempi (s)
3,168	9
3,212	17
3,317	33
3,363	65
3,415	129
3,459	257
3,497	513
3,524	1025
3,554	2049
3,578	4097
3,602	8193
3,625	16385
3,651	32769
3,665	65537
3,674	86560





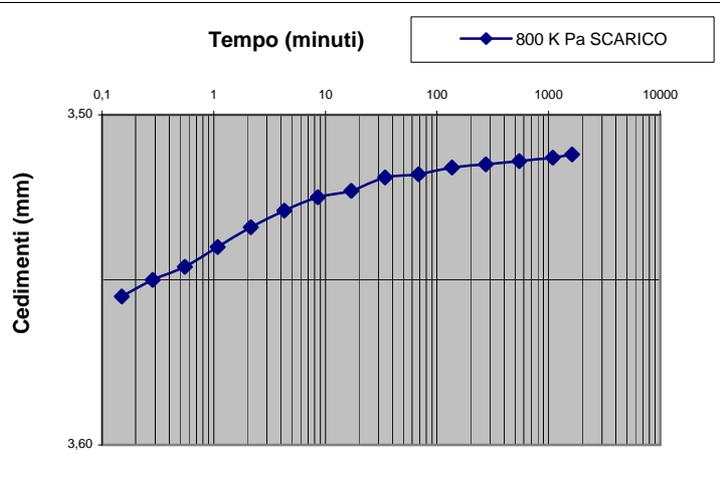
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO1

Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
3,555	9
3,550	17
3,546	33
3,540	65
3,534	129
3,529	257
3,525	513
3,523	1025
3,519	2049
3,518	4097
3,516	8193
3,515	16385
3,514	32769
3,513	65537
3,512	97040



Lo Sperimentatore

*Alex Orlandini*  
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**  
Consulenza materie prime e prove materiali  
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Edometro- Tecnotest (Codice interno ED01)  
Potenziometri- Leane (Codice interno PZ05-T)

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_EDO1	<b>Data emissione</b>	16/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

<b>Tensione Verticale</b>	<b>cedimento</b>	<b>Indice dei vuoti</b>	<b>Coeff. cons. volumetrica</b>	<b>Coeff. compr. volumetrica</b>	<b>Modulo edometrico</b>	<b>Coeff. di permeabilità</b>
-	-	<b>e</b>	<b>c<sub>v</sub></b>	<b>m<sub>v</sub></b>	<b>E</b>	<b>K</b>
K Pa	(mm)		(cm <sup>2</sup> /s)	(g/cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	(g/cm <sup>2</sup> )	(m/s)
25	0,072	0,741	-	8,19E-05	12216	-
50	0,226	0,721	-	4,53E-05	22068	-
100	0,470	0,699	2,07E-02	2,48E-05	40370	5,1E-09
200	0,854	0,665	2,54E-02	1,99E-05	50284	5,1E-09
400	1,354	0,621	3,35E-02	1,33E-05	75197	4,5E-09
800	2,024	0,563	4,67E-02	9,25E-06	108155	4,3E-09
1600	2,809	0,493	6,88E-02	5,67E-06	176464	3,9E-09
3200	3,674	0,417	1,08E-01	3,29E-06	303972	3,6E-09
800	3,512	0,432				

**Note:**

**PROVA EDOMETRICA (ASTM 2435/80)**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_EDO2	<b>Accettazione N°</b>	063/2012
<b>Committente</b>	GEODE S.r.l.		
<b>Descrizione campione</b>	Terreno Indisturbato		
<b>Identificazione campione</b>	S4C11 (4,00m - 4,50m da P.C.) del 27/02/2012		
<b>Cantiere/Opera</b>	Rossetti - Alseno (PC)		
<b>Data ricevimento</b>	<b>Data apertura</b>	<b>Data esecuzione prova</b>	<b>Data emissione</b>
01/03/2012	05/03/2012	05/03/2012 – 16/03/2012	16/03/2012

**CONDIZIONI INIZIALI**

<b>Peso umido dell'unità di volume</b>	<b>Peso di volume dei granuli solidi</b>	<b>Contenuto in acqua</b>	<b>Porosità</b>	<b>Indice dei vuoti iniziale <math>e_0</math></b>	<b>Grado di saturazione iniziale</b>
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	-	(%)
<b>1,99</b>	<b>2,73</b>	<b>24,7</b>	<b>41,7</b>	<b>0,71</b>	<b>95</b>

**CONSOLIDAZIONE**

<b>Tensione Verticale (K Pa)</b>	<b>cedimento (mm)</b>	<b>Indice dei vuoti e</b>
		-
25	0,029	0,696
50	0,178	0,681
100	0,414	0,660
200	0,680	0,638
400	1,113	0,601
800	1,788	0,543
1600	2,642	0,469
3200	3,577	0,389
800	3,365	0,408

**CONDIZIONI FINALI**

<b>Peso secco dell'unità di volume</b>	<b>Peso di volume dei granuli solidi</b>	<b>Contenuto in acqua</b>	<b>Porosità</b>	<b>Indice dei vuoti finale e</b>	<b>Grado di saturazione finale</b>
(daN/dm <sup>3</sup> )	(daN/dm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	-	(%)
<b>1,59</b>	<b>2,73</b>	<b>14,8</b>	<b>29,0</b>	<b>0,41</b>	<b>99</b>



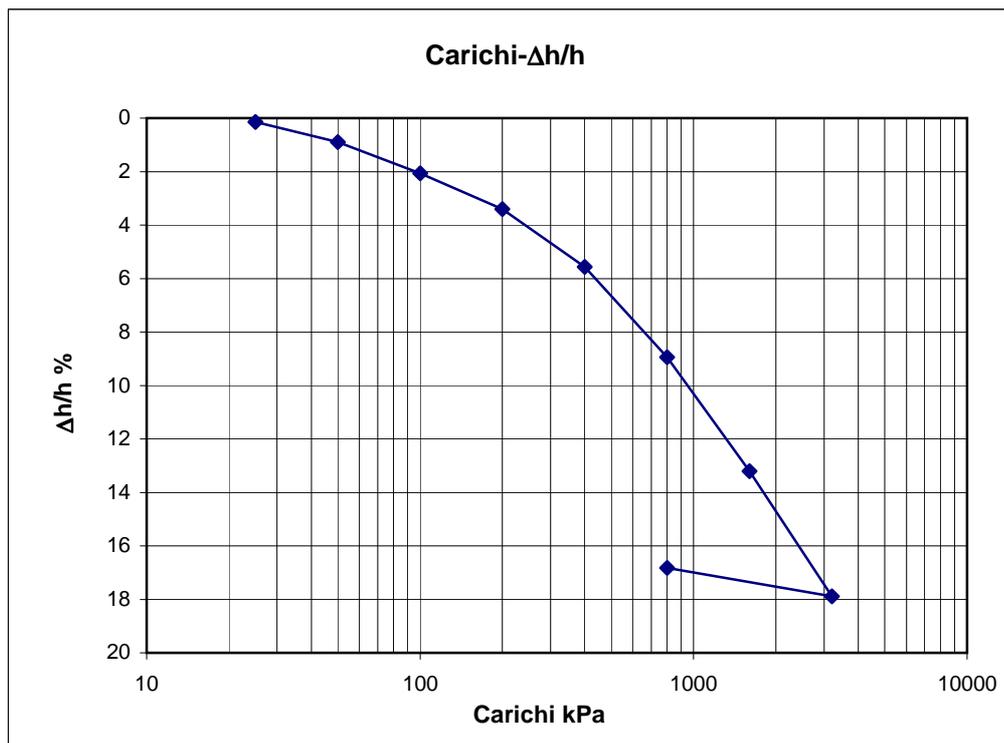
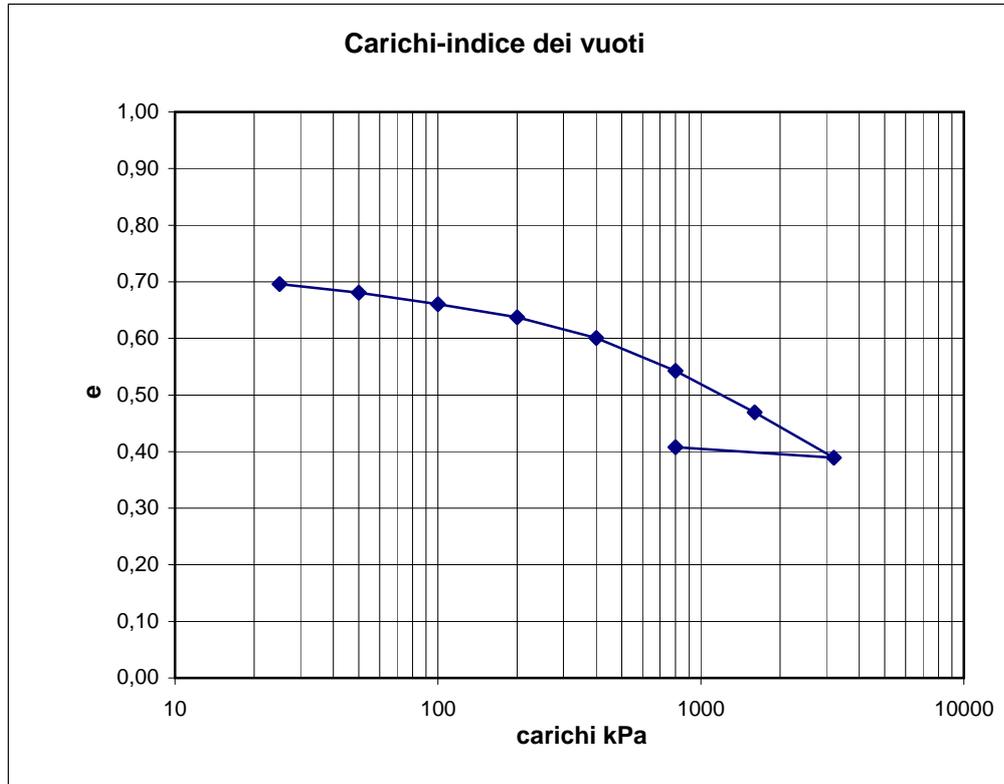
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO2

Data emissione

16/03/2012

**Parametri Edometrici**





Rapporto di prova N°

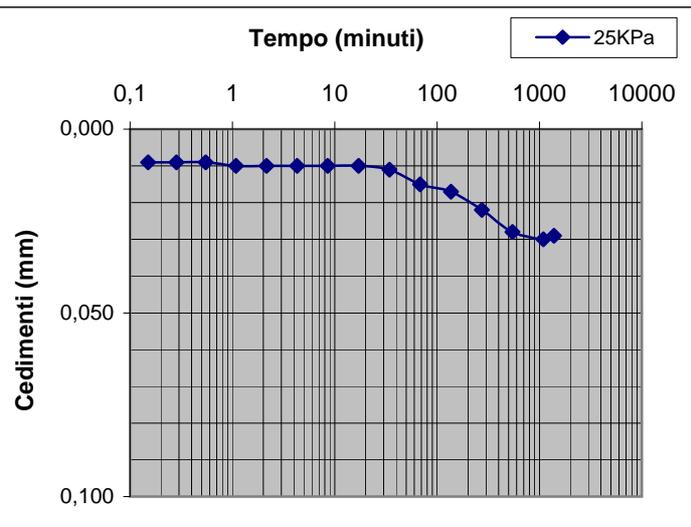
GD\_063/2012\_EDO2

Data emissione

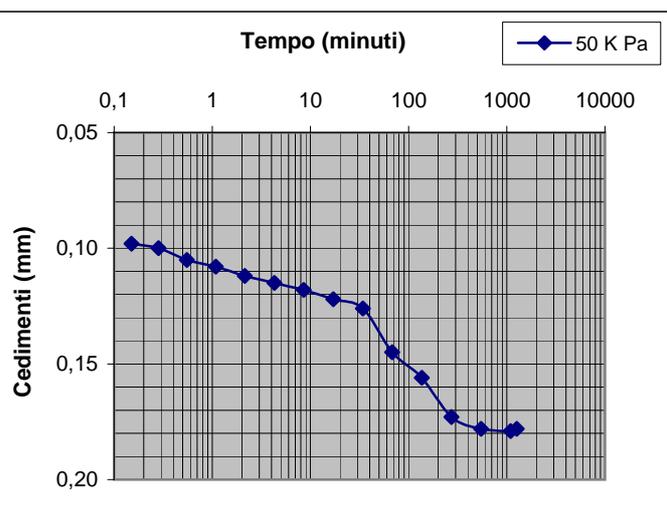
16/03/2012

**Grafici Tempi- Cedimenti**

cedimenti mm	tempi (s)
0,009	9
0,009	17
0,009	33
0,01	65
0,01	129
0,01	257
0,01	513
0,01	1025
0,011	2049
0,015	4097
0,017	8193
0,022	16385
0,028	32769
0,03	65537
0,029	83152



cedimenti mm	tempi (s)
0,098	9
0,1	17
0,105	33
0,108	65
0,112	129
0,115	257
0,118	513
0,122	1025
0,126	2049
0,145	4097
0,156	8193
0,173	16385
0,178	32769
0,179	65537
0,178	75634





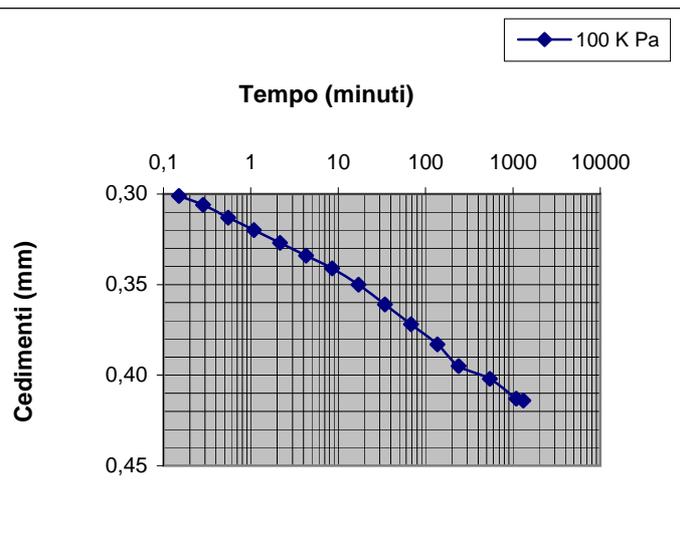
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO2

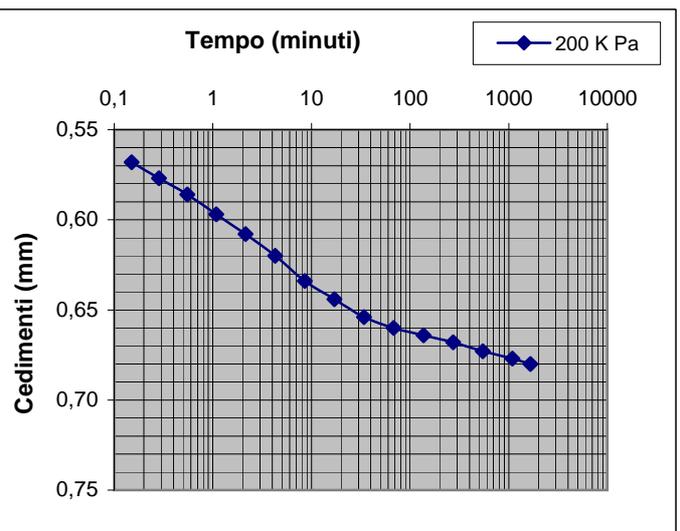
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
0,301	9
0,306	17
0,313	33
0,320	65
0,327	129
0,334	257
0,341	513
0,350	1025
0,361	2049
0,372	4097
0,383	8193
0,395	16385
0,402	32769
0,413	65537
0,414	78845



cedimenti mm	tempi (s)
0,568	9
0,577	17
0,586	33
0,597	65
0,608	129
0,620	257
0,634	513
0,644	1025
0,654	2049
0,660	4097
0,664	8193
0,668	16385
0,673	32769
0,677	65537
0,680	99413





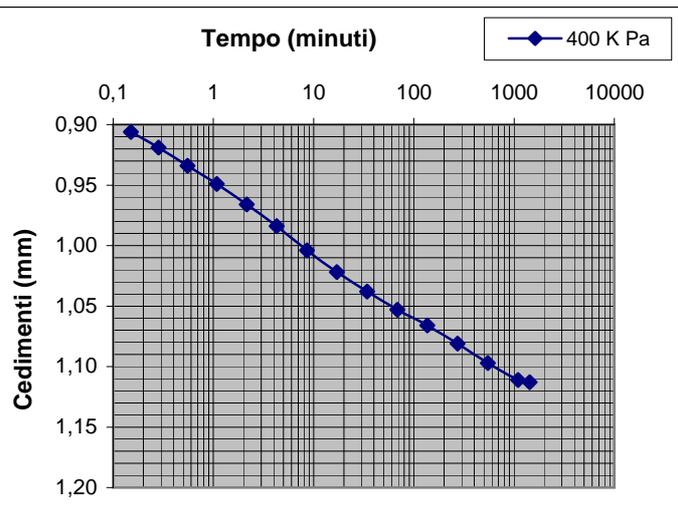
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO2

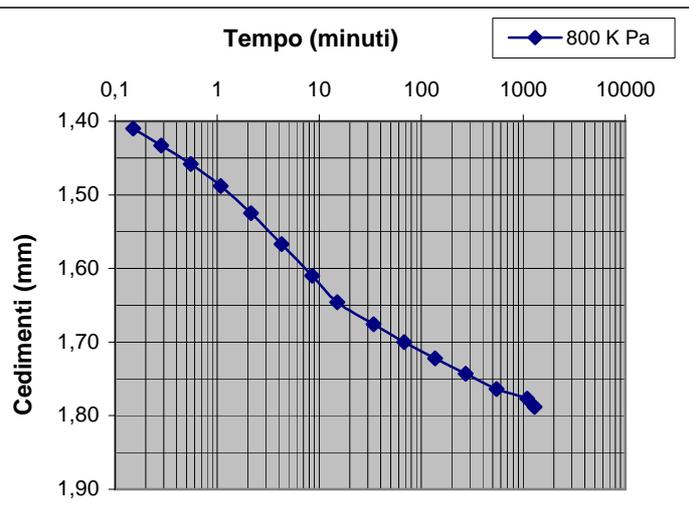
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
0,906	9
0,919	17
0,934	33
0,949	65
0,966	129
0,984	257
1,004	513
1,022	1025
1,038	2049
1,053	4097
1,066	8193
1,081	16385
1,097	32769
1,111	65537
1,113	85537



cedimenti mm	tempi (s)
1,410	9
1,433	17
1,458	33
1,488	65
1,525	129
1,567	257
1,610	513
1,646	1025
1,676	2049
1,700	4097
1,722	8193
1,743	16385
1,764	32769
1,777	65537
1,788	77395





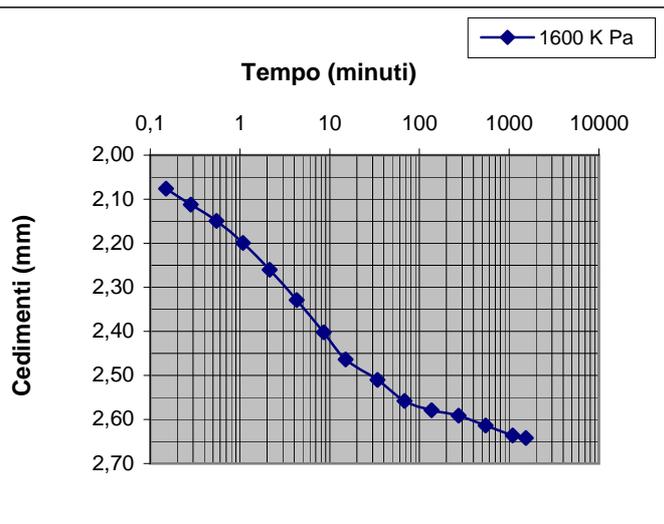
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO2

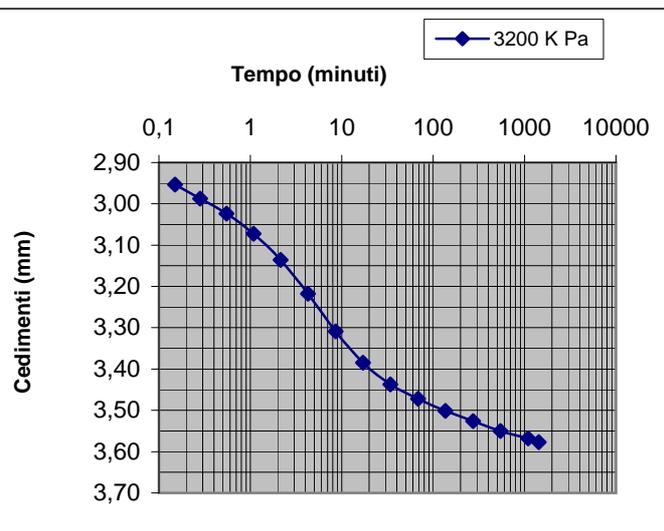
Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
2,076	9
2,112	17
2,149	33
2,199	65
2,260	129
2,329	257
2,402	513
2,464	1025
2,510	2049
2,558	4097
2,579	8193
2,591	16385
2,614	32769
2,636	65537
2,642	92220



cedimenti mm	tempi (s)
2,953	9
2,987	17
3,024	33
3,072	65
3,136	129
3,218	257
3,309	513
3,385	1025
3,437	2049
3,472	4097
3,501	8193
3,526	16385
3,550	32769
3,568	65537
3,577	85949





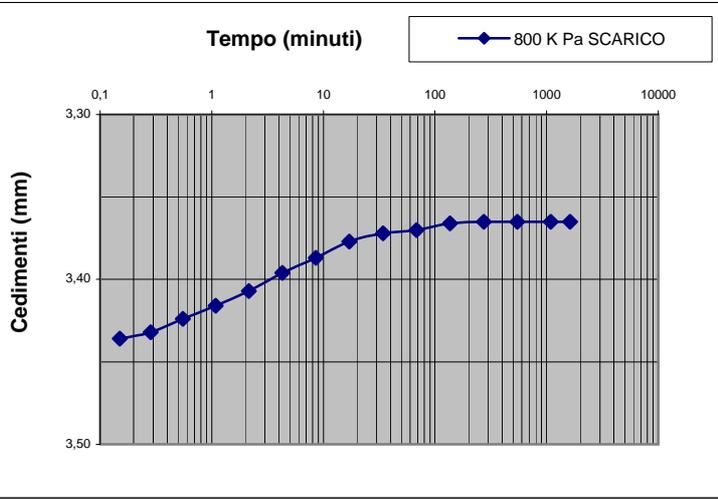
Rapporto di prova N°

GD\_063/2012\_EDO2

Data emissione

16/03/2012

cedimenti mm	tempi (s)
3,436	9
3,432	17
3,424	33
3,416	65
3,407	129
3,396	257
3,387	513
3,377	1025
3,372	2049
3,370	4097
3,366	8193
3,365	16385
3,365	32769
3,365	65537
3,365	97040



Lo Sperimentatore

*Alex Orlandini*  
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

**Studio tecnologico M & M**  
Consulenza materie prime e prove materiali  
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova

Edometro- Tecnotest (Codice interno ED02)  
Potenziometri- Leane (Codice interno PZ07-T)

**NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:**

<b>Rapporto di prova N°</b>	GD_063/2012_EDO2	<b>Data emissione</b>	16/03/2012
-----------------------------	------------------	-----------------------	------------

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

<b>Tensione Verticale</b>	<b>cedimento</b>	<b>Indice dei vuoti</b>	<b>Coeff. cons. volumetrica</b>	<b>Coeff. compr. volumetrica</b>	<b>Modulo edometrico</b>	<b>Coeff. di permeabilità</b>
-	-	<b>e</b>	<b>c<sub>v</sub></b>	<b>m<sub>v</sub></b>	<b>E</b>	<b>K</b>
K Pa	(mm)		(cm <sup>2</sup> /s)	(g/cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	(g/cm <sup>2</sup> )	(m/s)
25	0,029	0,696	-	8,19E-05	12216	-
50	0,178	0,681	-	3,56E-05	28088	-
100	0,414	0,660	-	2,39E-05	41860	-
200	0,680	0,638	2,74E-02	1,37E-05	73257	3,7E-09
400	1,113	0,601	3,27E-02	1,14E-05	87967	3,7E-09
800	1,788	0,543	3,89E-02	9,19E-06	108780	3,6E-09
1600	2,642	0,469	4,60E-02	6,10E-06	163802	2,8E-09
3200	3,577	0,389	4,86E-02	3,53E-06	282907	1,7E-09
800	3,365	0,408				

**Note:**

## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (2017)

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

**CPT 1**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,60	28,0	35,0	28,0	0,80	35,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,80	28,0	40,0	28,0	2,00	14,0
0,60	----	----	--	-----	----	<b>6,00</b>	29,0	59,0	29,0	0,87	33,0
0,80	----	----	--	1,33	----	6,20	30,0	43,0	30,0	0,93	32,0
<b>1,00</b>	15,0	35,0	15,0	0,67	22,0	6,40	31,0	45,0	31,0	0,93	33,0
1,20	68,0	78,0	68,0	1,27	54,0	6,60	33,0	47,0	33,0	1,00	33,0
1,40	19,0	38,0	19,0	0,67	28,0	6,80	33,0	48,0	33,0	1,33	25,0
1,60	22,0	32,0	22,0	1,07	21,0	<b>7,00</b>	44,0	64,0	44,0	1,20	37,0
1,80	15,0	31,0	15,0	1,00	15,0	7,20	41,0	59,0	41,0	1,60	26,0
<b>2,00</b>	15,0	30,0	15,0	0,73	20,0	7,40	39,0	63,0	39,0	1,53	25,0
2,20	12,0	23,0	12,0	1,47	8,0	7,60	35,0	58,0	35,0	0,93	37,0
2,40	246,0	268,0	246,0	1,13	217,0	7,80	48,0	62,0	48,0	0,93	51,0
2,60	128,0	145,0	128,0	1,60	80,0	<b>8,00</b>	47,0	61,0	47,0	0,93	50,0
2,80	91,0	115,0	91,0	2,40	38,0	8,20	43,0	57,0	43,0	1,53	28,0
<b>3,00</b>	88,0	124,0	88,0	0,27	330,0	8,40	48,0	71,0	48,0	0,93	51,0
3,20	28,0	32,0	28,0	0,47	60,0	8,60	29,0	43,0	29,0	0,47	62,0
3,40	29,0	36,0	29,0	0,67	43,0	8,80	27,0	34,0	27,0	0,93	29,0
3,60	24,0	34,0	24,0	1,20	20,0	<b>9,00</b>	48,0	62,0	48,0	1,87	26,0
3,80	20,0	38,0	20,0	0,60	33,0	9,20	61,0	89,0	61,0	3,13	19,0
<b>4,00</b>	25,0	34,0	25,0	0,67	37,0	9,40	141,0	188,0	141,0	6,80	21,0
4,20	24,0	34,0	24,0	0,67	36,0	9,60	195,0	297,0	195,0	4,40	44,0
4,40	25,0	35,0	25,0	0,80	31,0	9,80	74,0	140,0	74,0	2,53	29,0
4,60	25,0	37,0	25,0	0,80	31,0	<b>10,00</b>	210,0	248,0	210,0	8,53	25,0
4,80	24,0	36,0	24,0	0,87	28,0	10,20	140,0	268,0	140,0	10,00	14,0
<b>5,00</b>	22,0	35,0	22,0	0,87	25,0	10,40	210,0	360,0	210,0	8,87	24,0
5,20	24,0	37,0	24,0	0,67	36,0	10,60	207,0	340,0	207,0	9,73	21,0
5,40	20,0	30,0	20,0	0,47	43,0	10,80	224,0	370,0	224,0	-----	----

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

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

**CPT 2**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	6,80	27,0	38,0	27,0	0,87	31,0
0,40	----	----	--	-----	----	<b>7,00</b>	27,0	40,0	27,0	1,27	21,0
0,60	----	----	--	-----	----	7,20	36,0	55,0	36,0	1,60	22,0
0,80	----	----	--	1,47	----	7,40	30,0	54,0	30,0	1,13	26,0
<b>1,00</b>	25,0	47,0	25,0	0,73	34,0	7,60	31,0	48,0	31,0	1,40	22,0
1,20	39,0	50,0	39,0	1,27	31,0	7,80	29,0	50,0	29,0	0,93	31,0
1,40	29,0	48,0	29,0	2,33	12,0	<b>8,00</b>	26,0	40,0	26,0	1,13	23,0
1,60	33,0	68,0	33,0	6,73	5,0	8,20	31,0	48,0	31,0	1,00	31,0
1,80	90,0	191,0	90,0	6,60	14,0	8,40	29,0	44,0	29,0	1,20	24,0
<b>2,00</b>	109,0	208,0	109,0	2,27	48,0	8,60	28,0	46,0	28,0	1,13	25,0
2,20	91,0	125,0	91,0	3,80	24,0	8,80	26,0	43,0	26,0	0,80	32,0
2,40	27,0	84,0	27,0	0,60	45,0	<b>9,00</b>	28,0	40,0	28,0	0,93	30,0
2,60	28,0	37,0	28,0	1,00	28,0	9,20	24,0	38,0	24,0	1,40	17,0
2,80	18,0	33,0	18,0	1,13	16,0	9,40	22,0	43,0	22,0	1,47	15,0
<b>3,00</b>	18,0	35,0	18,0	1,40	13,0	9,60	108,0	130,0	108,0	1,00	108,0
3,20	18,0	39,0	18,0	0,20	90,0	9,80	48,0	63,0	48,0	1,33	36,0
3,40	27,0	30,0	27,0	1,33	20,0	<b>10,00</b>	130,0	150,0	130,0	2,27	57,0
3,60	28,0	48,0	28,0	1,27	22,0	10,20	150,0	184,0	150,0	1,80	83,0
3,80	30,0	49,0	30,0	1,40	21,0	10,40	104,0	131,0	104,0	2,07	50,0
<b>4,00</b>	32,0	53,0	32,0	1,47	22,0	10,60	109,0	140,0	109,0	1,53	71,0
4,20	33,0	55,0	33,0	1,47	22,0	10,80	67,0	90,0	67,0	2,47	27,0
4,40	32,0	54,0	32,0	1,00	32,0	<b>11,00</b>	26,0	63,0	26,0	1,00	26,0
4,60	35,0	50,0	35,0	1,13	31,0	11,20	26,0	41,0	26,0	1,00	26,0
4,80	22,0	39,0	22,0	0,80	27,0	11,40	25,0	40,0	25,0	1,13	22,0
<b>5,00</b>	27,0	39,0	27,0	0,80	34,0	11,60	28,0	45,0	28,0	1,00	28,0
5,20	22,0	34,0	22,0	0,60	37,0	11,80	24,0	39,0	24,0	1,00	24,0
5,40	24,0	33,0	24,0	0,73	33,0	<b>12,00</b>	25,0	40,0	25,0	1,27	20,0
5,60	24,0	35,0	24,0	0,67	36,0	12,20	35,0	54,0	35,0	1,47	24,0
5,80	23,0	33,0	23,0	0,47	49,0	12,40	35,0	57,0	35,0	1,47	24,0
<b>6,00</b>	25,0	32,0	25,0	0,53	47,0	12,60	32,0	54,0	32,0	0,87	37,0
6,20	24,0	32,0	24,0	0,53	45,0	12,80	38,0	51,0	38,0	1,60	24,0
6,40	25,0	33,0	25,0	0,87	29,0	<b>13,00</b>	28,0	52,0	28,0	-----	----
6,60	25,0	38,0	25,0	0,73	34,0						

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

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

**CPT 3**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
 - lavoro : Rossetti Market  
 - località : Alseno (PC)  
 - note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	5,80	21,0	38,0	21,0	1,20	17,0
0,40	----	----	--	-----	----	<b>6,00</b>	22,0	40,0	22,0	1,00	22,0
0,60	----	----	--	-----	----	6,20	23,0	38,0	23,0	0,87	27,0
0,80	----	----	--	1,13	----	6,40	27,0	40,0	27,0	1,00	27,0
<b>1,00</b>	33,0	50,0	33,0	1,00	33,0	6,60	30,0	45,0	30,0	1,20	25,0
1,20	38,0	53,0	38,0	1,33	28,0	6,80	41,0	59,0	41,0	1,13	36,0
1,40	20,0	40,0	20,0	1,40	14,0	<b>7,00</b>	40,0	57,0	40,0	1,93	21,0
1,60	21,0	42,0	21,0	2,00	10,0	7,20	31,0	60,0	31,0	1,60	19,0
1,80	61,0	91,0	61,0	0,33	183,0	7,40	31,0	55,0	31,0	1,53	20,0
<b>2,00</b>	105,0	110,0	105,0	1,33	79,0	7,60	35,0	58,0	35,0	0,93	37,0
2,20	130,0	150,0	130,0	2,00	65,0	7,80	48,0	62,0	48,0	0,87	55,0
2,40	100,0	130,0	100,0	0,47	214,0	<b>8,00</b>	47,0	60,0	47,0	1,20	39,0
2,60	28,0	35,0	28,0	0,80	35,0	8,20	31,0	49,0	31,0	1,40	22,0
2,80	25,0	37,0	25,0	1,40	18,0	8,40	25,0	46,0	25,0	1,27	20,0
<b>3,00</b>	19,0	40,0	19,0	1,47	13,0	8,60	28,0	47,0	28,0	1,47	19,0
3,20	19,0	41,0	19,0	1,27	15,0	8,80	23,0	45,0	23,0	1,20	19,0
3,40	20,0	39,0	20,0	1,13	18,0	<b>9,00</b>	22,0	40,0	22,0	1,13	19,0
3,60	21,0	38,0	21,0	1,27	17,0	9,20	26,0	43,0	26,0	5,33	5,0
3,80	22,0	41,0	22,0	0,93	24,0	9,40	60,0	140,0	60,0	2,33	26,0
<b>4,00</b>	25,0	39,0	25,0	0,93	27,0	9,60	150,0	185,0	150,0	2,53	59,0
4,20	23,0	37,0	23,0	0,80	29,0	9,80	140,0	178,0	140,0	3,67	38,0
4,40	23,0	35,0	23,0	0,73	31,0	<b>10,00</b>	136,0	191,0	136,0	8,67	16,0
4,60	24,0	35,0	24,0	1,00	24,0	10,20	140,0	270,0	140,0	10,00	14,0
4,80	24,0	39,0	24,0	0,67	36,0	10,40	210,0	360,0	210,0	9,53	22,0
<b>5,00</b>	25,0	35,0	25,0	0,93	27,0	10,60	217,0	360,0	217,0	8,33	26,0
5,20	27,0	41,0	27,0	0,47	58,0	10,80	250,0	375,0	250,0	8,00	31,0
5,40	28,0	35,0	28,0	0,53	52,0	<b>11,00</b>	260,0	380,0	260,0	-----	----
5,60	22,0	30,0	22,0	1,13	19,0						

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

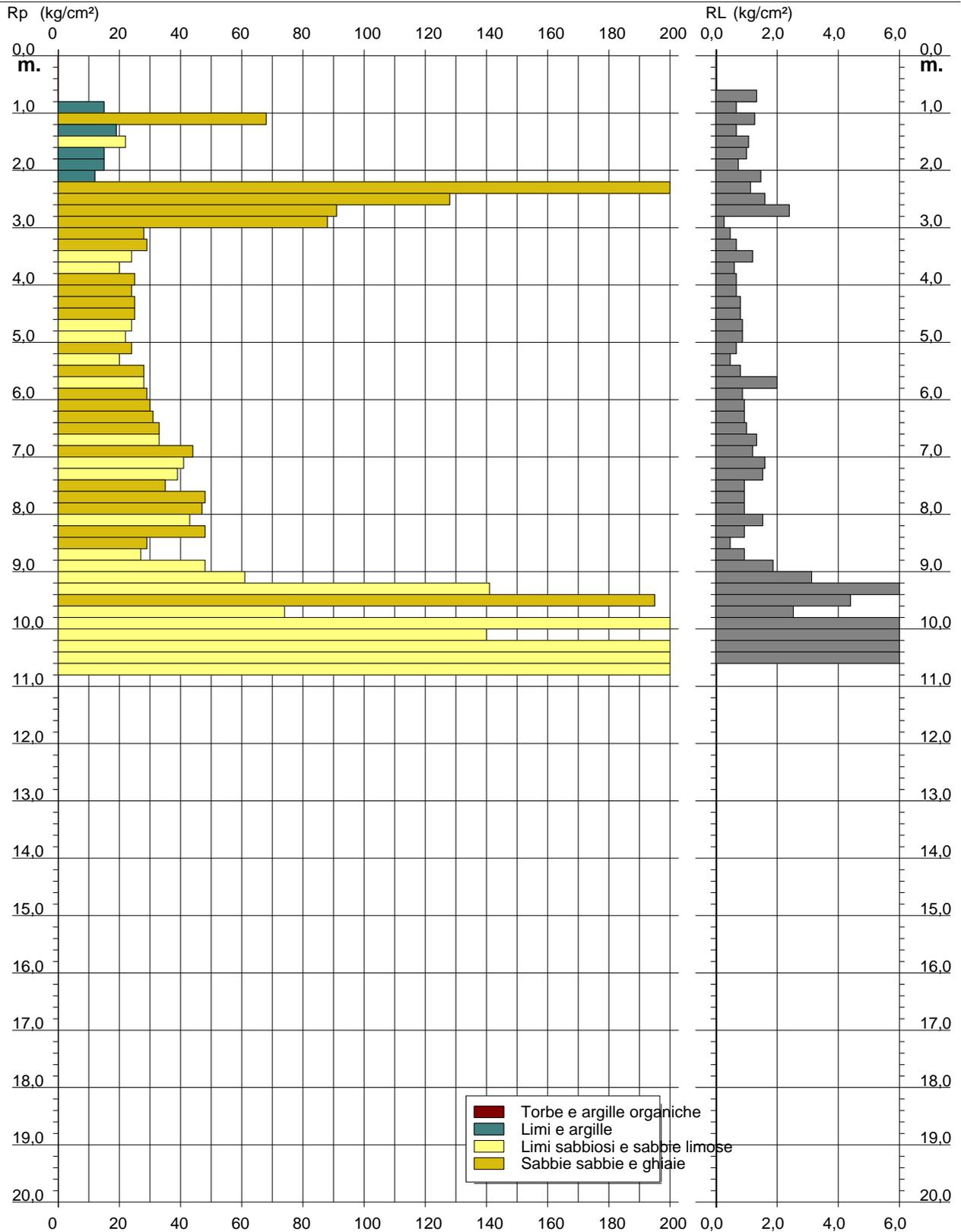
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



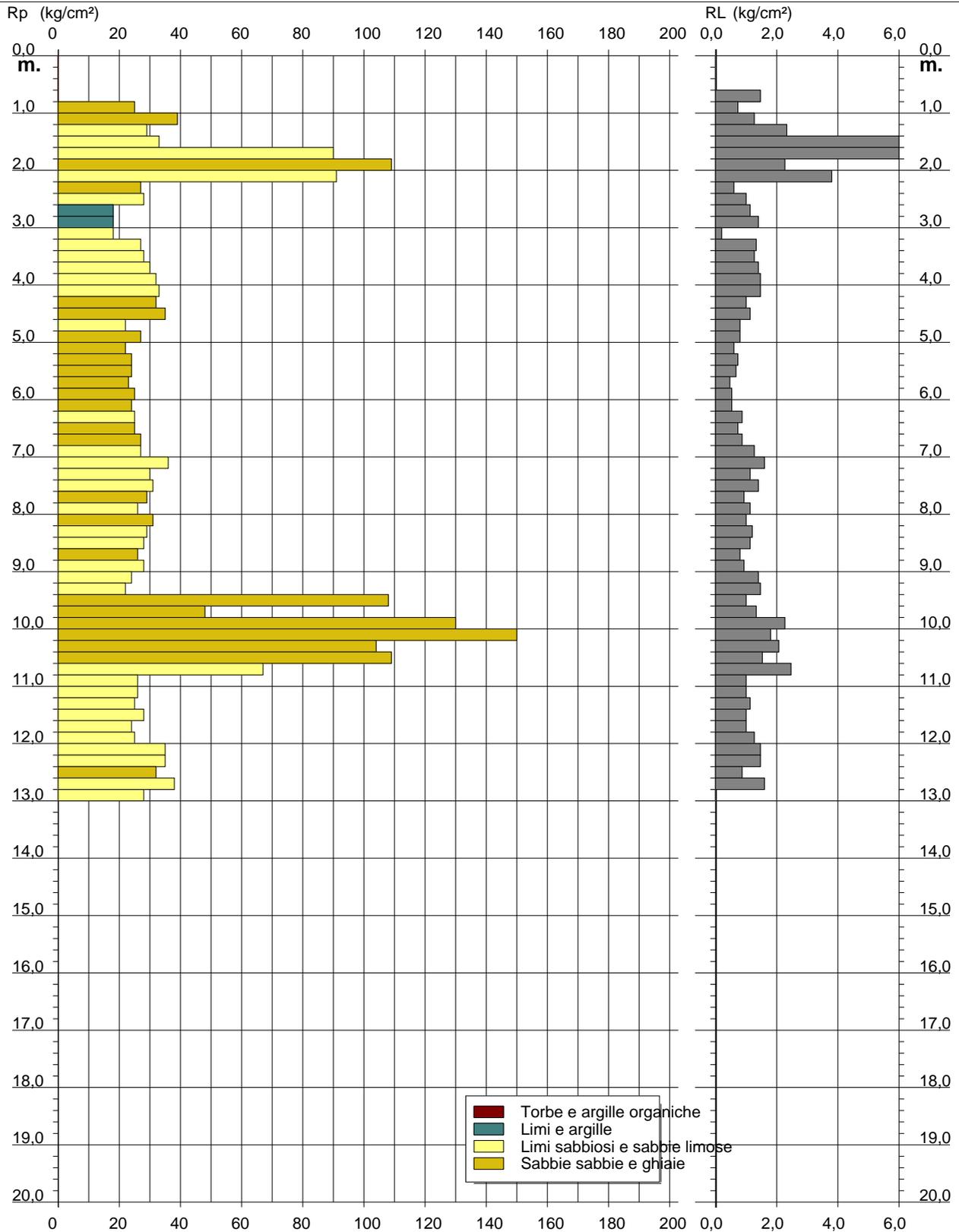
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



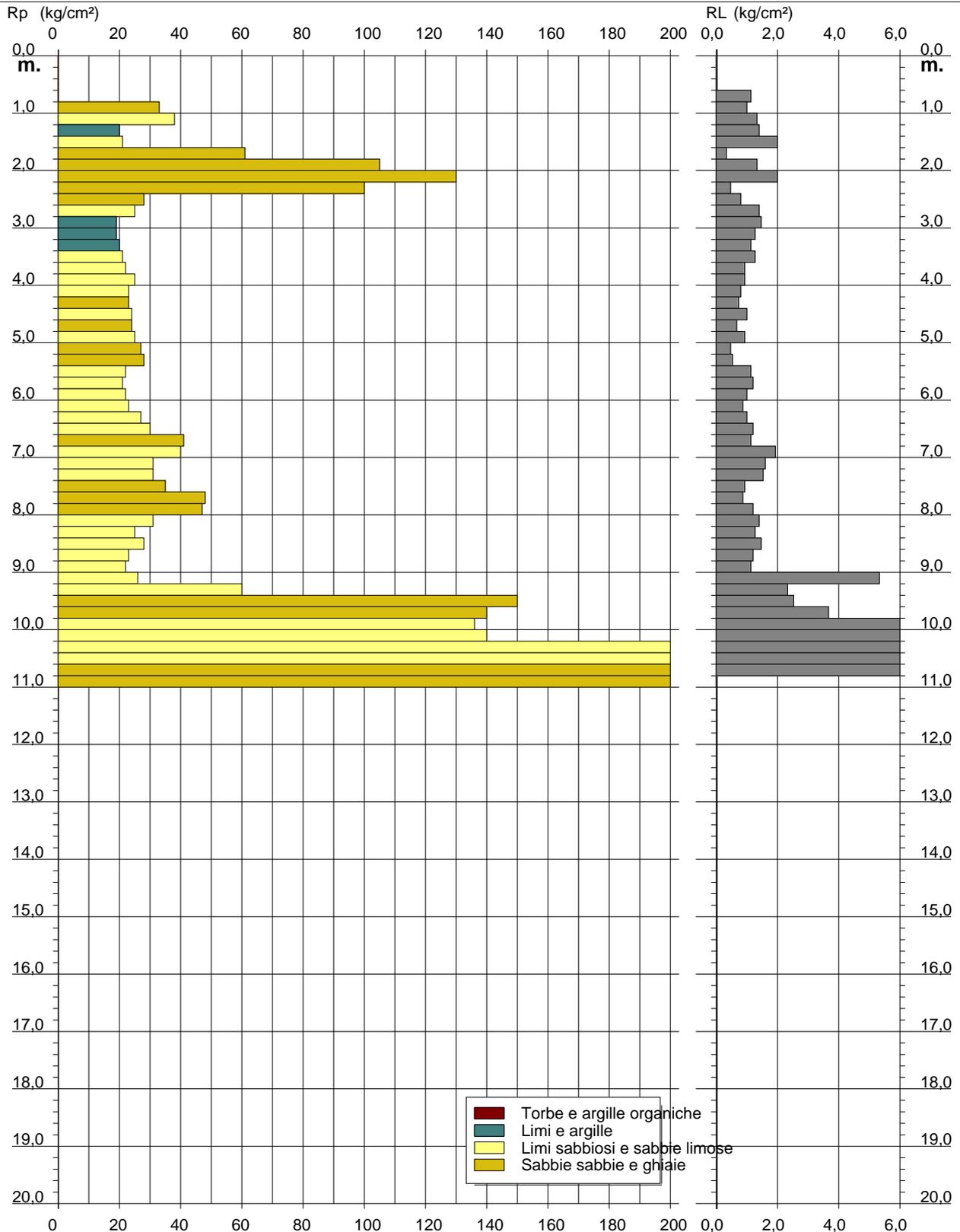
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



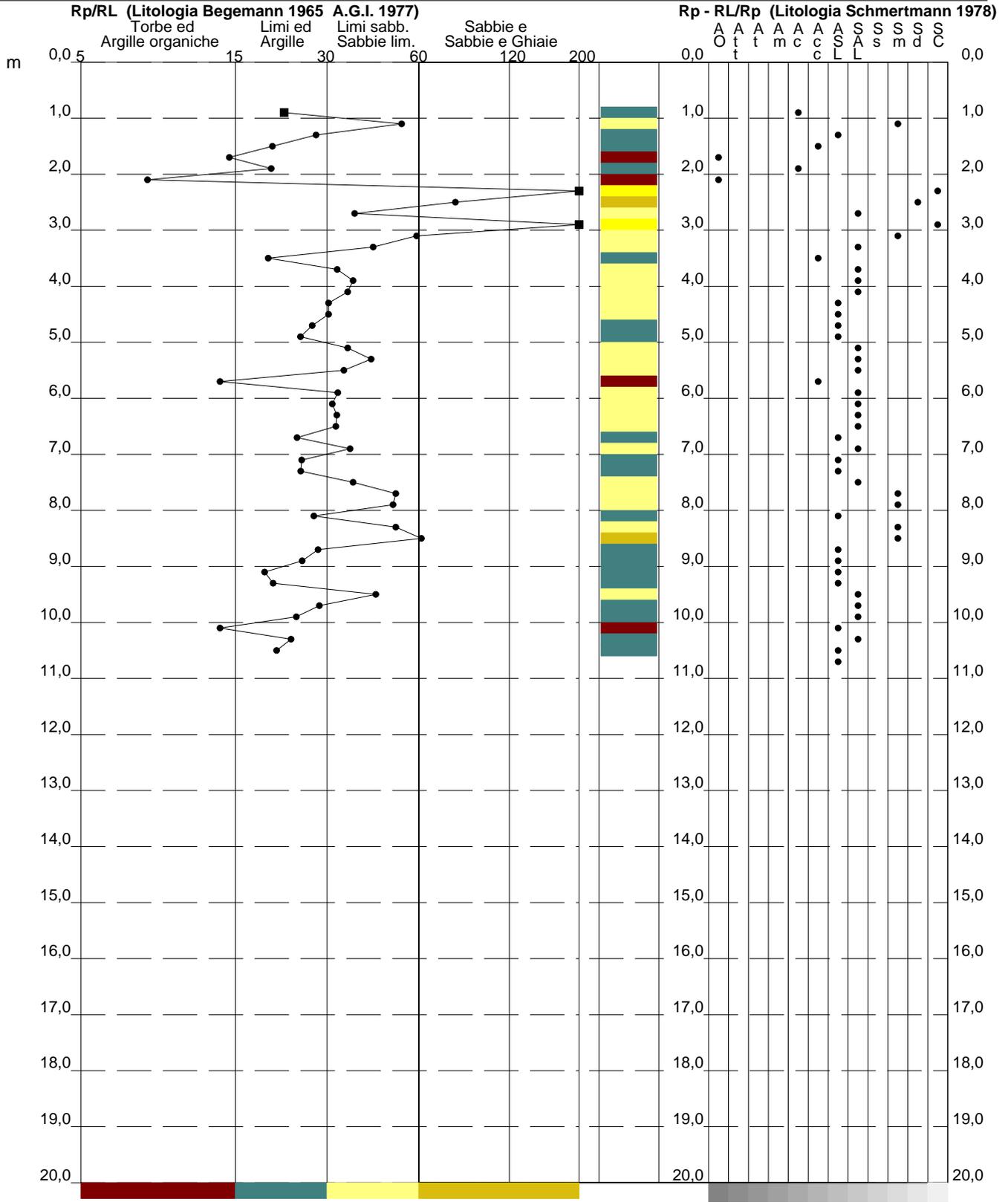
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



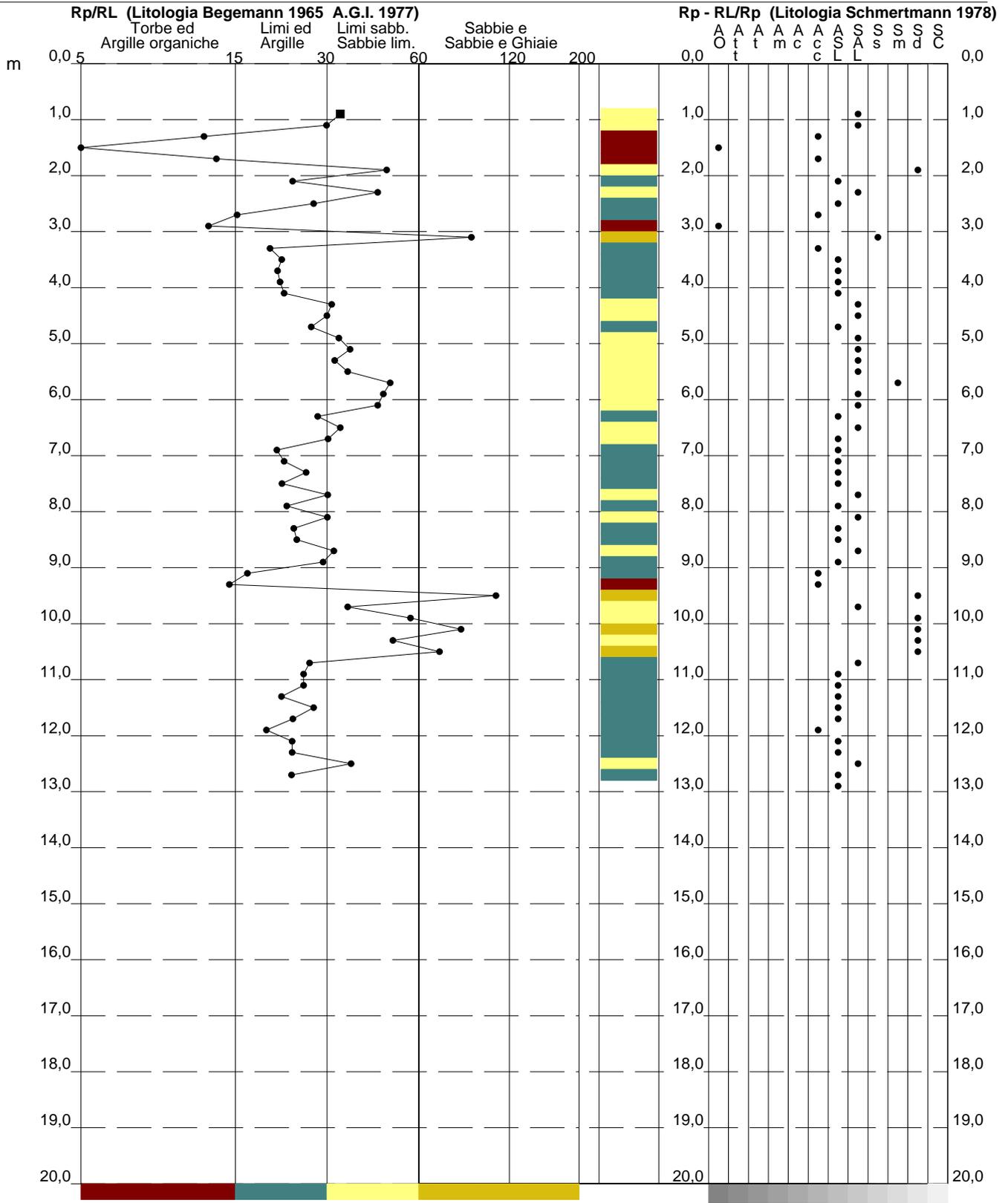
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 2**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



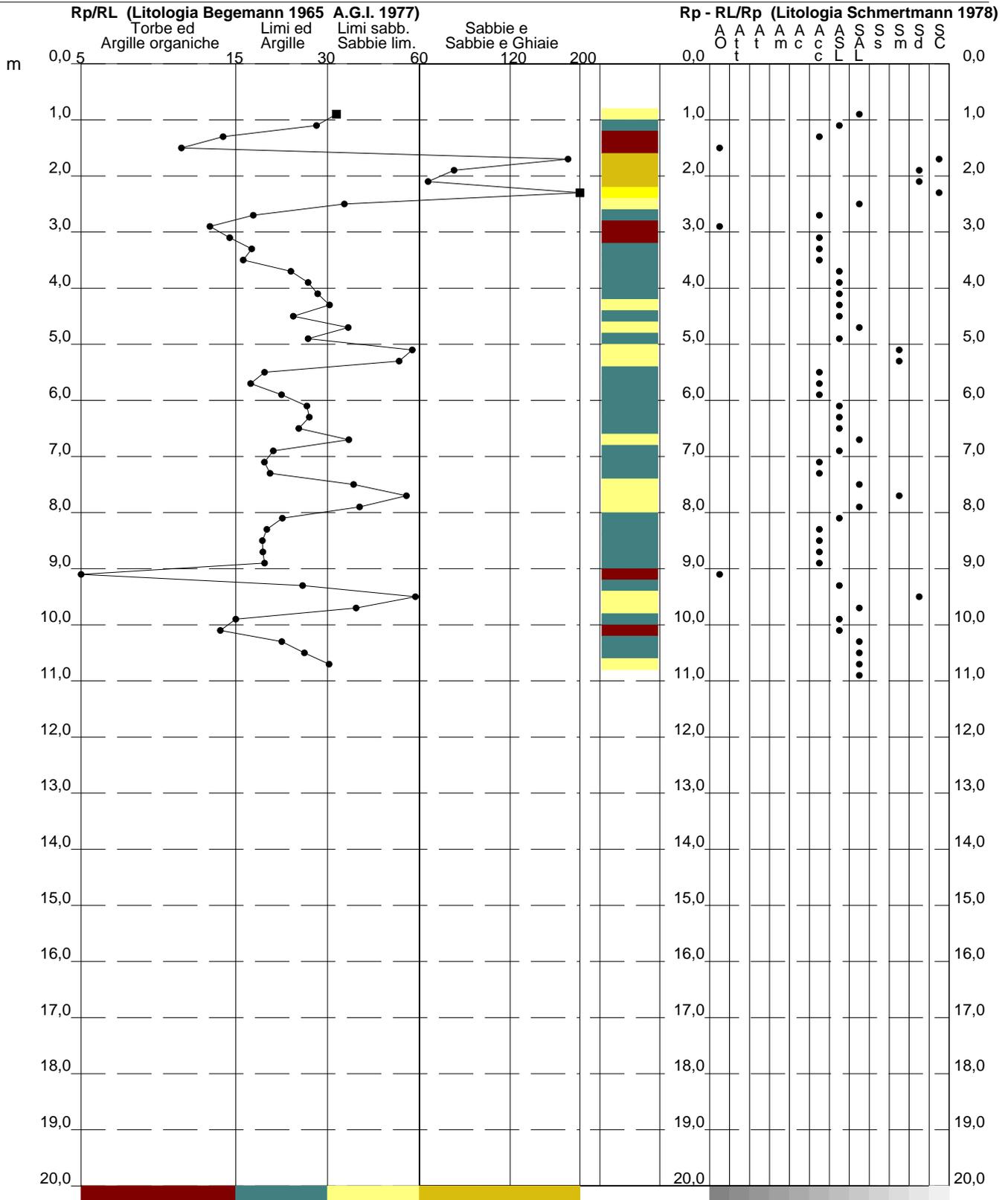
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 3

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
 - lavoro : Rossetti Market  
 - località : Alseno (PC)  
 - note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	15	22	2////	1,85	0,19	0,67	31,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	68	54	3:////	1,85	0,22	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	42	32	0,242	113	170	204	--
1,40	19	28	2////	1,85	0,26	0,78	24,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	22	21	4://:	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66	--
1,80	15	15	2////	1,85	0,33	0,67	15,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	15	20	2////	1,85	0,37	0,67	13,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	12	8	2////	1,85	0,41	0,57	9,6	98	147	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	246	217	3:////	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	39	0,258	410	615	738	--
2,60	128	80	3:////	1,85	0,48	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	41	35	0,252	213	320	384	--
2,80	91	38	3:////	1,85	0,52	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	40	33	0,206	152	228	273	--
3,00	88	330	3:////	1,85	0,55	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	33	0,196	147	220	264	--
3,20	28	60	3:////	1,85	0,59	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	28	0,082	47	70	84	--
3,40	29	43	3:////	1,85	0,63	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	33	29	0,082	48	73	87	--
3,60	24	20	4://:	1,85	0,67	0,89	9,0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0,064	40	60	72	--
3,80	20	33	4://:	1,85	0,70	0,80	7,4	173	260	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60	--
4,00	25	37	3:////	1,85	0,74	--	--	--	--	--	32	32	35	38	41	31	28	0,061	42	63	75	--
4,20	24	36	3:////	1,85	0,78	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	28	0,056	40	60	72	--
4,40	25	31	3:////	1,85	0,81	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	28	0,056	42	63	75	--
4,60	25	31	3:////	1,85	0,85	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75	--
4,80	24	28	4://:	1,85	0,89	0,89	6,3	232	347	72	26	32	34	37	40	30	28	0,049	40	60	72	--
5,00	22	25	4://:	1,85	0,93	0,85	5,6	249	374	66	22	31	34	37	40	29	28	0,042	37	55	66	--
5,20	24	36	3:////	1,85	0,96	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	28	0,045	40	60	72	--
5,40	20	43	4://:	1,85	1,00	0,80	4,8	277	416	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60	--
5,60	28	35	3:////	1,85	1,04	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	30	28	0,052	47	70	84	--
5,80	28	14	4://:	1,85	1,07	0,97	5,5	291	436	84	27	32	34	37	40	29	28	0,051	47	70	84	--
6,00	29	33	3:////	1,85	1,11	--	--	--	--	--	27	32	34	37	40	29	29	0,051	48	73	87	--
6,20	30	32	3:////	1,85	1,15	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	29	29	0,052	50	75	90	--
6,40	31	33	3:////	1,85	1,18	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	29	0,053	52	78	93	--
6,60	33	33	3:////	1,85	1,22	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,056	55	83	99	--
6,80	33	25	4://:	1,85	1,26	1,10	5,3	344	515	99	28	32	35	37	40	30	29	0,054	55	83	99	--
7,00	44	37	3:////	1,85	1,30	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	31	0,074	73	110	132	--
7,20	41	26	4://:	1,85	1,33	1,37	6,5	344	515	123	34	33	35	38	41	30	30	0,067	68	103	123	--
7,40	39	25	4://:	1,85	1,37	1,30	5,9	364	547	117	32	32	35	38	41	30	30	0,062	65	98	117	--
7,60	35	37	3:////	1,85	1,41	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	29	0,053	58	88	105	--
7,80	48	51	3:////	1,85	1,44	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	31	31	0,075	80	120	144	--
8,00	47	50	3:////	1,85	1,48	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	31	0,072	78	118	141	--
8,20	43	28	4://:	1,85	1,52	1,43	5,8	405	607	129	33	33	35	38	41	30	30	0,064	72	108	129	--
8,40	48	51	3:////	1,85	1,55	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	31	0,071	80	120	144	--
8,60	29	62	3:////	1,85	1,59	--	--	--	--	--	18	31	33	36	39	27	29	0,035	48	73	87	--
8,80	27	29	4://:	1,85	1,63	0,95	3,2	452	679	81	15	30	33	36	39	27	28	0,029	45	68	81	--
9,00	48	26	4://:	1,85	1,66	1,60	6,0	441	662	144	34	33	35	38	41	30	31	0,067	80	120	144	--
9,20	61	19	4://:	1,85	1,70	2,03	7,8	411	616	183	42	34	36	39	41	31	32	0,084	102	153	183	--
9,40	141	21	4://:	1,85	1,74	4,70	21,8	799	1199	423	70	38	40	42	44	36	36	0,160	235	353	423	--
9,60	195	44	3:////	1,85	1,78	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	38	0,193	325	488	585	--
9,80	74	29	4://:	1,85	1,81	2,47	9,2	432	647	222	47	35	37	39	42	32	32	0,097	123	185	222	--
10,00	210	25	4://:	1,85	1,85	7,00	33,1	1190	1785	630	82	40	41	43	45	38	38	0,198	350	525	630	--
10,20	140	14	4://:	1,85	1,89	4,67	19,5	793	1190	420	68	38	39	41	43	35	36	0,153	233	350	420	--
10,40	210	24	4://:	1,85	1,92	7,00	31,5	1190	1785	630	82	39	41	43	45	37	38	0,195	350	525	630	--
10,60	207	21	4://:	1,85	1,96	6,90	30,3	1173	1760	621	81	39	41	43	44	37	38	0,192	345	518	621	--
10,80	224	--	3:////	1,85	2,00	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	38	38	0,199	373	560	672	--

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 2**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	25	34	3:~	1,85	0,19	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	38	28	0,146	42	63	75	--
1,20	39	31	3:~	1,85	0,22	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	40	30	0,179	65	98	117	--
1,40	29	12	4:/:	1,85	0,26	0,98	33,3	167	251	87	62	37	39	41	43	38	29	0,137	48	73	87	--
1,60	33	5	4:/:	1,85	0,30	1,10	32,4	187	281	99	64	37	39	41	43	38	29	0,140	55	83	99	--
1,80	90	14	4:/:	1,85	0,33	3,00	98,0	510	765	270	95	41	43	44	46	41	33	0,241	150	225	270	--
2,00	109	48	3:~	1,85	0,37	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	42	34	0,256	182	273	327	--
2,20	91	24	4:/:	1,85	0,41	3,03	77,3	516	774	273	91	41	42	44	45	41	33	0,225	152	228	273	--
2,40	27	45	3:~	1,85	0,44	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	28	0,096	45	68	81	--
2,60	28	28	4:/:	1,85	0,48	0,97	15,0	164	246	84	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84	--
2,80	18	16	2:~	1,85	0,52	0,75	10,0	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	18	13	2:~	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	18	90	4:/:	1,85	0,59	0,75	8,4	141	211	56	26	32	34	37	40	30	27	0,049	30	45	54	--
3,40	27	20	4:/:	1,85	0,63	0,95	10,5	161	242	81	38	33	36	38	41	32	28	0,076	45	68	81	--
3,60	28	22	4:/:	1,85	0,67	0,97	10,0	164	246	84	38	33	36	38	41	32	28	0,076	47	70	84	--
3,80	30	21	4:/:	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90	--
4,00	32	22	4:/:	1,85	0,74	1,07	9,9	182	272	96	40	34	36	39	41	32	29	0,080	53	80	96	--
4,20	33	22	4:/:	1,85	0,78	1,10	9,7	188	282	99	40	34	36	39	41	32	29	0,080	55	83	99	--
4,40	32	32	3:~	1,85	0,81	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	32	29	0,075	53	80	96	--
4,60	35	31	3:~	1,85	0,85	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	32	29	0,079	58	88	105	--
4,80	22	27	4:/:	1,85	0,89	0,85	5,9	236	354	66	23	31	34	37	40	29	28	0,043	37	55	66	--
5,00	27	34	3:~	1,85	0,93	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	28	0,055	45	68	81	--
5,20	22	37	3:~	1,85	0,96	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66	--
5,40	24	33	3:~	1,85	1,00	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,044	40	60	72	--
5,60	24	36	3:~	1,85	1,04	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0,042	40	60	72	--
5,80	23	49	3:~	1,85	1,07	--	--	--	--	--	20	31	34	36	40	28	28	0,038	38	58	69	--
6,00	25	47	3:~	1,85	1,11	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0,041	42	63	75	--
6,20	24	45	3:~	1,85	1,15	--	--	--	--	--	20	31	34	36	40	28	28	0,037	40	60	72	--
6,40	25	29	4:/:	1,85	1,18	0,91	4,5	330	495	75	20	31	34	37	40	28	28	0,038	42	63	75	--
6,60	25	34	3:~	1,85	1,22	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	28	0,037	42	63	75	--
6,80	27	31	3:~	1,85	1,26	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	28	0,041	45	68	81	--
7,00	27	21	4:/:	1,85	1,30	0,95	4,2	362	543	81	21	31	34	37	40	28	28	0,039	45	68	81	--
7,20	36	22	4:/:	1,85	1,33	1,20	5,5	361	541	108	30	32	35	38	40	30	30	0,058	60	90	108	--
7,40	30	26	4:/:	1,85	1,37	1,00	4,2	382	574	90	23	31	34	37	40	28	29	0,044	50	75	90	--
7,60	31	22	4:/:	1,85	1,41	1,03	4,3	393	589	93	23	31	34	37	40	29	29	0,045	52	78	93	--
7,80	29	31	3:~	1,85	1,44	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	29	0,039	48	73	87	--
8,00	26	23	4:/:	1,85	1,48	0,93	3,5	417	626	78	16	30	33	36	39	27	28	0,031	43	65	78	--
8,20	31	31	3:~	1,85	1,52	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	28	29	0,041	52	78	93	--
8,40	29	24	4:/:	1,85	1,55	0,98	3,5	438	658	87	19	31	33	36	39	28	29	0,036	48	73	87	--
8,60	28	25	4:/:	1,85	1,59	0,97	3,4	447	670	84	17	30	33	36	39	27	28	0,032	47	70	84	--
8,80	26	32	3:~	1,85	1,63	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	27	28	0,027	43	65	78	--
9,00	28	30	4:/:	1,85	1,66	0,97	3,2	462	693	84	16	30	33	36	39	27	28	0,030	47	70	84	--
9,20	24	17	4:/:	1,85	1,70	0,89	2,8	453	680	72	10	29	32	36	39	26	28	0,020	40	60	72	--
9,40	22	15	4:/:	1,85	1,74	0,85	2,6	446	668	66	6	29	32	35	39	25	28	0,015	37	55	66	--
9,60	108	108	3:~	1,85	1,78	--	--	--	--	--	61	36	39	41	43	34	34	0,132	180	270	324	--
9,80	48	36	3:~	1,85	1,81	--	--	--	--	--	32	33	35	38	41	30	31	0,063	80	120	144	--
10,00	130	57	3:~	1,85	1,85	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	35	0,147	217	325	390	--
10,20	150	83	3:~	1,85	1,89	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	36	0,160	250	375	450	--
10,40	104	50	3:~	1,85	1,92	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	34	0,123	173	260	312	--
10,60	109	71	3:~	1,85	1,96	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	34	0,126	182	273	327	--
10,80	67	27	4:/:	1,85	2,00	2,23	7,2	496	744	201	41	34	36	39	41	31	32	0,083	112	168	201	--
11,00	26	26	4:/:	1,85	2,03	0,93	2,4	501	751	78	8	29	32	35	39	25	28	0,018	43	65	78	--
11,20	26	26	4:/:	1,85	2,07	0,93	2,3	504	756	78	8	29	32	35	39	25	28	0,017	43	65	78	--
11,40	25	22	4:/:	1,85	2,11	0,91	2,2	499	749	75	6	29	32	35	38	25	28	0,014	42	63	75	--
11,60	28	28	4:/:	1,85	2,15	0,97	2,3	523	785	84	10	29	32	35	39	26	28	0,020	47	70	84	--
11,80	24	24	4:/:	1,85	2,18	0,89	2,0	496	744	72	4	29	32	35	38	25	28	0,010	40	60	72	--
12,00	25	20	4:/:	1,85	2,22	0,91	2,1	506	759	75	5	29	32	35	38	25	28	0,012	42	63	75	--
12,20	35	24	4:/:	1,85	2,26	1,17	2,8	598	897	105	16	30	33	36	39	27	29	0,031	58	88	105	--
12,40	35	24	4:/:	1,85	2,29	1,17	2,7	602	904	105	16	30	33	36	39	26	29	0,030	58	88	105	--
12,60	32	37	3:~	1,85	2,33	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	26	29	0,024	53	80	96	--
12,80	38	24	4:/:	1,85	2,37	1,27	2,9	638	956	114	18	30	33	36	39	27	30	0,034	63	95	114	--
13,00	28	--	4:/:	1,85	2,40	0,97	2,0	540	811	84	7	29	32	35	39	25	28	0,015	47	70	84	--

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 3**

2.010496-053

- committente : GEODE Scrl  
- lavoro : Rossetti Market  
- località : Alseno (PC)  
- note : Preforo = 60 cm per presenza materiale grossolano.

- data : 02/10/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	33	33	3:~	1,85	0,19	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	40	29	0,174	55	83	99	--
1,20	38	28	4:/:	1,85	0,22	1,27	55,4	215	323	114	75	39	40	42	44	39	30	0,176	63	95	114	--
1,40	20	14	4:/:	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60	--
1,60	21	10	4:/:	1,85	0,30	0,82	22,6	140	210	63	48	35	37	39	42	35	27	0,099	35	53	63	--
1,80	61	183	3:~	1,85	0,33	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	40	32	0,196	102	153	183	--
2,00	105	79	3:~	1,85	0,37	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	42	34	0,251	175	263	315	--
2,20	130	65	3:~	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	217	325	390	--
2,40	100	214	3:~	1,85	0,44	--	--	--	--	--	92	41	42	44	45	41	34	0,229	167	250	300	--
2,60	28	35	3:~	1,85	0,48	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	34	28	0,094	47	70	84	--
2,80	25	18	4:/:	1,85	0,52	0,91	12,7	155	232	75	40	34	36	39	41	33	28	0,081	42	63	75	--
3,00	19	13	2:~	1,85	0,55	0,78	9,5	133	200	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	19	15	2:~	1,85	0,59	0,78	8,8	140	210	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	20	18	4:/:	1,85	0,63	0,80	8,5	149	224	60	28	32	35	37	40	31	27	0,054	33	50	60	--
3,60	21	17	4:/:	1,85	0,67	0,82	8,2	159	239	63	28	32	35	37	40	31	27	0,054	35	53	63	--
3,80	22	24	4:/:	1,85	0,70	0,85	7,9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0,055	37	55	66	--
4,00	25	27	4:/:	1,85	0,74	0,91	8,1	177	266	75	32	32	35	38	41	31	28	0,061	42	63	75	--
4,20	23	29	4:/:	1,85	0,78	0,87	7,2	193	289	69	28	32	35	37	40	30	28	0,053	38	58	69	--
4,40	23	31	3:~	1,85	0,81	--	--	--	--	--	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69	--
4,60	24	24	4:/:	1,85	0,85	0,89	6,6	218	327	72	27	32	34	37	40	30	28	0,051	40	60	72	--
4,80	24	36	3:~	1,85	0,89	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	30	28	0,049	40	60	72	--
5,00	25	27	4:/:	1,85	0,93	0,91	6,1	243	365	75	26	32	34	37	40	30	28	0,050	42	63	75	--
5,20	27	58	3:~	1,85	0,96	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0,054	45	68	81	--
5,40	28	52	3:~	1,85	1,00	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0,054	47	70	84	--
5,60	22	19	4:/:	1,85	1,04	0,85	4,9	287	430	66	19	31	34	36	40	28	28	0,036	37	55	66	--
5,80	21	17	4:/:	1,85	1,07	0,82	4,5	299	449	63	17	30	33	36	39	28	27	0,032	35	53	63	--
6,00	22	22	4:/:	1,85	1,11	0,85	4,5	310	464	66	17	30	33	36	39	28	28	0,033	37	55	66	--
6,20	23	27	4:/:	1,85	1,15	0,87	4,4	320	480	69	18	31	33	36	39	28	28	0,035	38	58	69	--
6,40	27	27	4:/:	1,85	1,18	0,95	4,8	329	493	81	23	31	34	37	40	29	28	0,043	45	68	81	--
6,60	30	25	4:/:	1,85	1,22	1,00	4,9	338	507	90	26	32	34	37	40	29	29	0,049	50	75	90	--
6,80	41	36	3:~	1,85	1,26	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	30	0,070	68	103	123	--
7,00	40	21	4:/:	1,85	1,30	1,33	6,5	334	500	120	34	33	35	38	41	30	30	0,067	67	100	120	--
7,20	31	19	4:/:	1,85	1,33	1,03	4,6	371	557	93	25	31	34	37	40	29	29	0,047	52	78	93	--
7,40	31	20	4:/:	1,85	1,37	1,03	4,4	382	573	93	24	31	34	37	40	29	29	0,046	52	78	93	--
7,60	35	37	3:~	1,85	1,41	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	29	0,053	58	88	105	--
7,80	48	55	3:~	1,85	1,44	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	31	31	0,075	80	120	144	--
8,00	47	39	3:~	1,85	1,48	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	31	31	0,072	78	118	141	--
8,20	31	22	4:/:	1,85	1,52	1,03	3,9	426	639	93	22	31	34	37	40	28	29	0,041	52	78	93	--
8,40	25	20	4:/:	1,85	1,55	0,91	3,2	433	649	75	14	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75	--
8,60	28	19	4:/:	1,85	1,59	0,97	3,4	447	670	84	17	30	33	36	39	27	28	0,032	47	70	84	--
8,80	23	19	4:/:	1,85	1,63	0,87	2,9	438	656	69	10	29	32	35	39	26	28	0,020	38	58	69	--
9,00	22	19	4:/:	1,85	1,66	0,85	2,7	437	656	66	8	29	32	35	39	26	28	0,016	37	55	66	--
9,20	26	5	4:/:	1,85	1,70	0,93	2,9	462	693	78	13	30	33	36	39	26	28	0,025	43	65	78	--
9,40	60	26	4:/:	1,85	1,74	2,00	7,5	426	639	180	41	34	36	39	41	31	32	0,082	100	150	180	--
9,60	150	59	3:~	1,85	1,78	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	36	36	0,165	250	375	450	--
9,80	140	38	3:~	1,85	1,81	--	--	--	--	--	69	38	40	41	44	36	36	0,156	233	350	420	--
10,00	136	16	4:/:	1,85	1,85	4,53	19,2	771	1156	408	68	37	39	41	43	35	35	0,152	227	340	408	--
10,20	140	14	4:/:	1,85	1,89	4,67	19,5	793	1190	420	68	38	39	41	43	35	36	0,153	233	350	420	--
10,40	210	22	4:/:	1,85	1,92	7,00	31,5	1190	1785	630	82	39	41	43	45	37	38	0,195	350	525	630	--
10,60	217	26	4:/:	1,85	1,96	7,23	32,1	1230	1845	651	82	40	41	43	45	38	38	0,197	362	543	651	--
10,80	250	31	3:~	1,85	2,00	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	38	39	0,212	417	625	750	--
11,00	260	--	3:~	1,85	2,03	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	38	40	0,215	433	650	780	--

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - (area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  **$F = (R_p / R_L)$**

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $R_p$  e di  $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

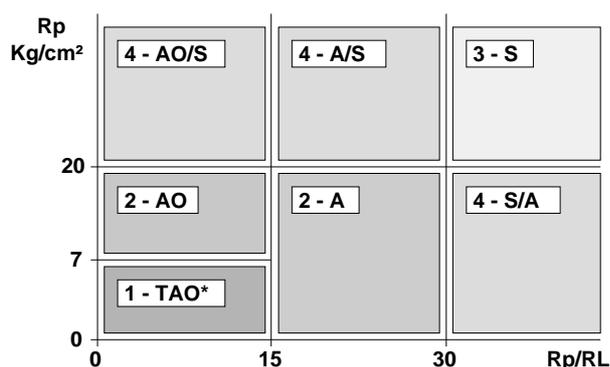
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$  ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura]  
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
(  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/ $g$ ) - Dr]

**ALLEGATO 2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE 2022**

**PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT) E DINAMICHE (DPSH)**

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente <b>Rossetti Market</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec. <b>04/11/2022</b>
Cantiere <b>Ampliamento</b>	Pagina <b>1</b>	Falda <b>Assente</b>
Località <b>Aiseno (PC)</b>	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	-	-	-	-	-	-	-								
0,40	-	-	-	-	-	-	-								
0,60	-	-	-	-	-	-	-								
0,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
1,20	-	-	-	-	-	-	-								
1,40	-	-	-	-	-	-	-								
1,60	-	-	-	-	-	-	-								
1,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>2,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
2,20	-	-	-	-	-	-	-								
2,40	-	-	-	-	-	-	-								
2,60	-	-	-	-	-	-	-								
2,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>3,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
3,20	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,40	14	24	-	14	0,67	21	4,8								
3,60	17	28	-	17	0,73	23	4,3								
3,80	18	29	-	18	0,73	25	4,1								
<b>4,00</b>	17	28	-	17	0,73	23	4,3								
4,20	17	28	-	17	0,73	23	4,3								
4,40	18	32	-	18	0,93	19	5,2								
4,60	21	35	-	21	0,93	23	4,4								
4,80	19	33	-	19	0,93	20	4,9								
<b>5,00</b>	16	27	-	16	0,73	22	4,6								
5,20	15	32	-	15	1,13	13	7,5								
5,40	19	28	-	19	0,60	32	3,2								
5,60	18	28	-	18	0,67	27	3,7								
5,80	16	28	-	16	0,80	20	5,0								
<b>6,00</b>	12	25	-	12	0,87	14	7,3								
6,20	14	21	-	14	0,47	30	3,4								
6,40	32	56	-	32	1,60	20	5,0								
6,60	89	104	-	89	1,00	89	1,1								
6,80	23	42	-	23	1,27	18	5,5								
<b>7,00</b>	12	24	-	12	0,80	15	6,7								
7,20	11	21	-	11	0,67	16	6,1								
7,40	15	21	-	15	0,40	38	2,7								
7,60	10	21	-	10	0,73	14	7,3								
7,80	60	94	-	60	2,27	26	3,8								
<b>8,00</b>	47	61	-	47	0,93	51	2,0								
8,20	61	84	-	61	1,53	40	2,5								
8,40	75	96	-	75	1,40	54	1,9								
8,60	154	270	-	154	7,73	20	5,0								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

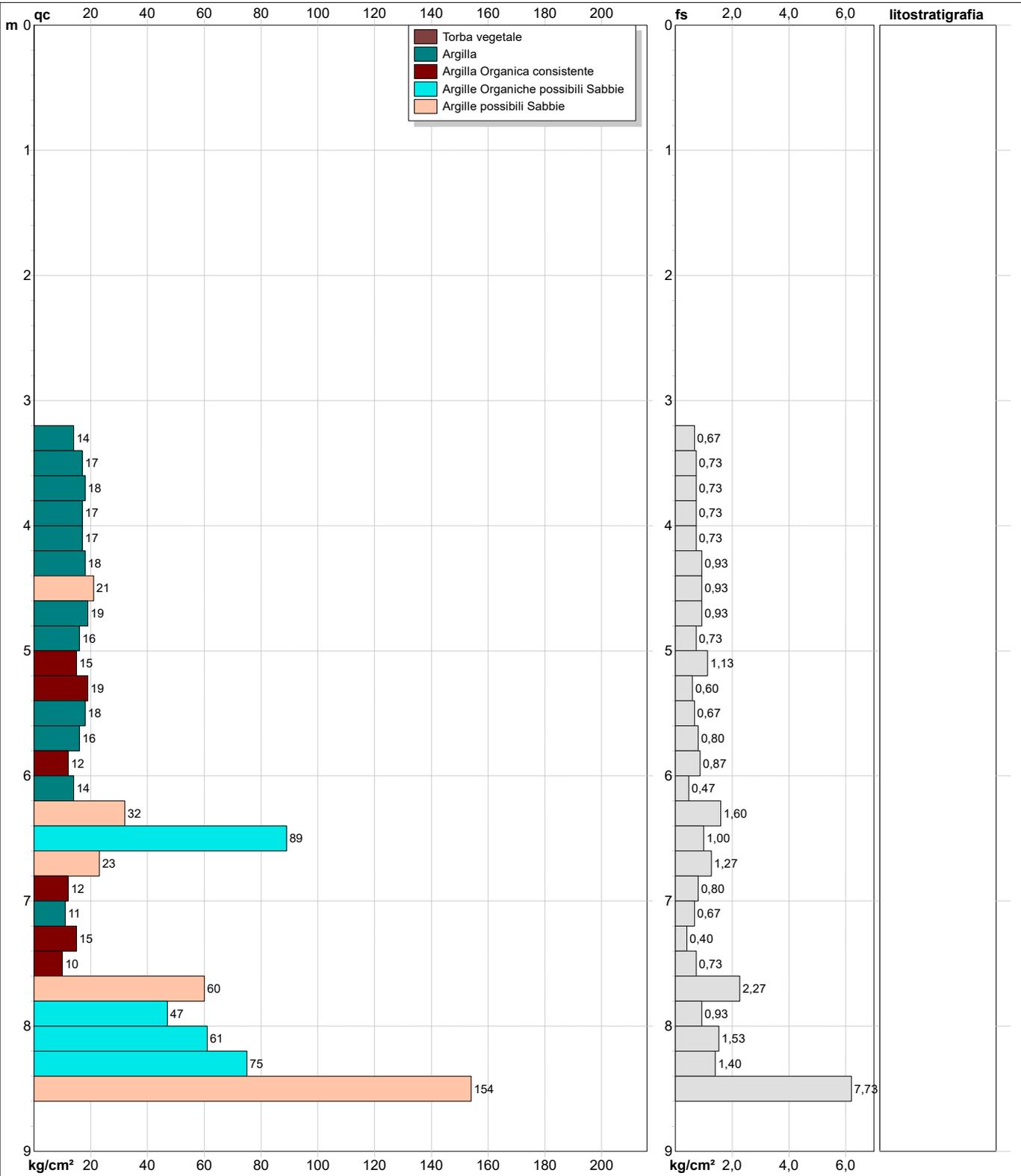
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>1</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: 1:45  
Pagina 1  
Elaborato

Data esec. 04/11/2022  
Quota inizio: p.c.  
Falda Assente



Litology:	Personalizzata	preforo	-3,00 m
Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
Responsabile:	Dr. geol. Enrico Faccini	Cod. tip:	
Assistente:	Dr. geol. Andrea Barbieri		

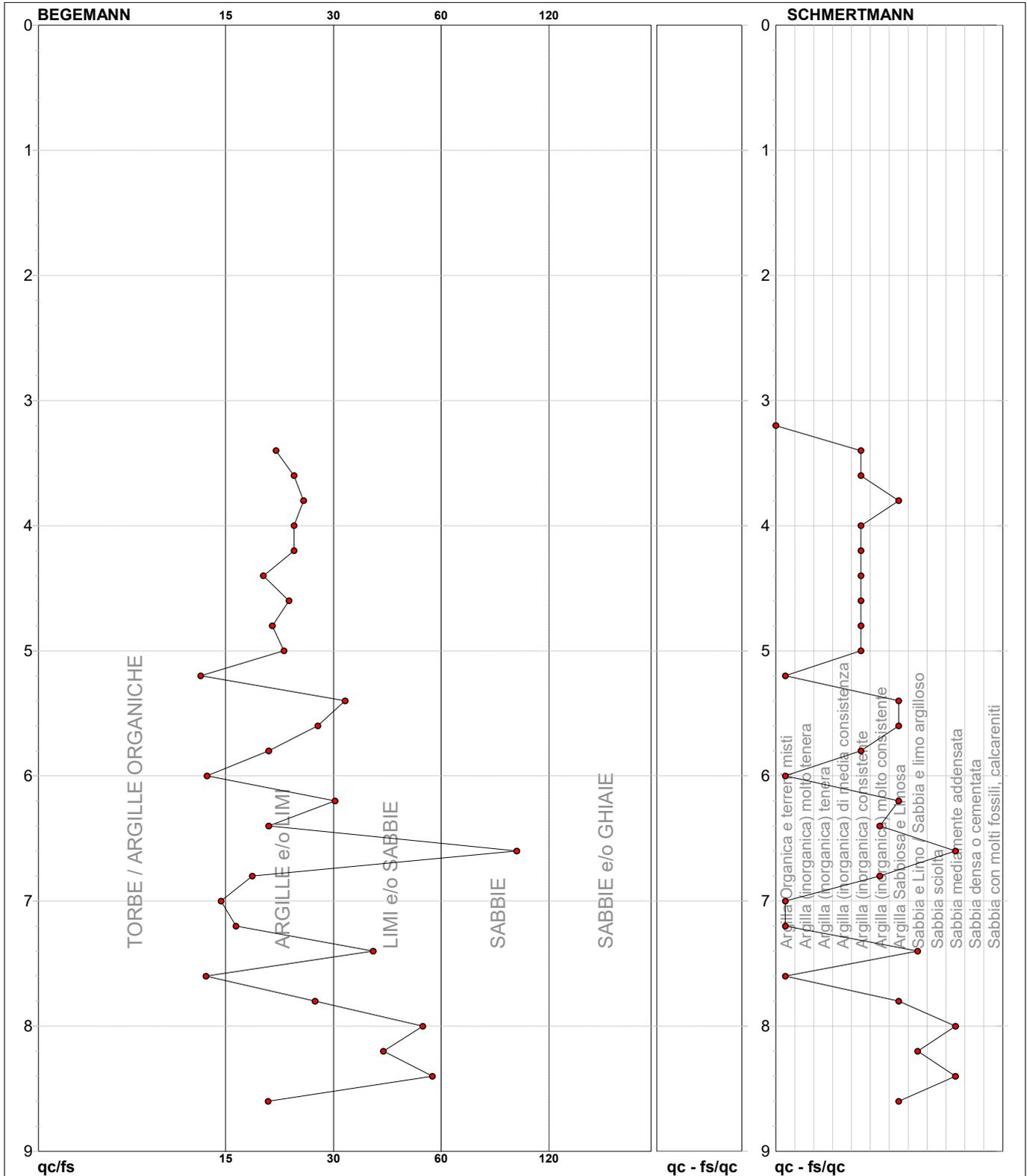
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>1</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **04/11/2022**  
Falda **Assente**



● 22-068 [1] : 8,60 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>2</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente <b>Rossetti Market</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec. <b>27/07/2022</b>
Cantiere <b>Ampliamento</b>	Pagina <b>1</b>	Falda <b>Assente</b>
Località <b>Aiseno (PC)</b>	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	-	-	-	-	-	-	-								
0,40	-	-	-	-	-	-	-								
0,60	-	-	-	-	-	-	-								
0,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
1,20	-	-	-	-	-	-	-								
1,40	-	-	-	-	-	-	-								
1,60	-	-	-	-	-	-	-								
1,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>2,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
2,20	-	-	-	-	-	-	-								
2,40	-	-	-	-	-	-	-								
2,60	-	-	-	-	-	-	-								
2,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>3,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
3,20	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,40	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,60	12	28	-	12	1,07	11	8,9								
3,80	14	28	-	14	0,93	15	6,6								
<b>4,00</b>	15	29	-	15	0,93	16	6,2								
4,20	16	30	-	16	0,93	17	5,8								
4,40	24	43	-	24	1,27	19	5,3								
4,60	22	42	-	22	1,33	17	6,0								
4,80	19	40	-	19	1,40	14	7,4								
<b>5,00</b>	20	35	-	20	1,00	20	5,0								
5,20	18	32	-	18	0,93	19	5,2								
5,40	17	35	-	17	1,20	14	7,1								
5,60	19	33	-	19	0,93	20	4,9								
5,80	22	38	-	22	1,07	21	4,9								
<b>6,00</b>	20	39	-	20	1,27	16	6,4								
6,20	21	40	-	21	1,27	17	6,0								
6,40	20	37	-	20	1,13	18	5,7								
6,60	14	30	-	14	1,07	13	7,6								
6,80	12	22	-	12	0,67	18	5,6								
<b>7,00</b>	29	42	-	29	0,87	33	3,0								
7,20	19	31	-	19	0,80	24	4,2								
7,40	15	38	-	15	1,53	10	10,2								
7,60	16	32	-	16	1,07	15	6,7								
7,80	26	44	-	26	1,20	22	4,6								
<b>8,00</b>	61	130	-	61	4,60	13	7,5								
8,20	198	297	-	198	6,60	30	3,3								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

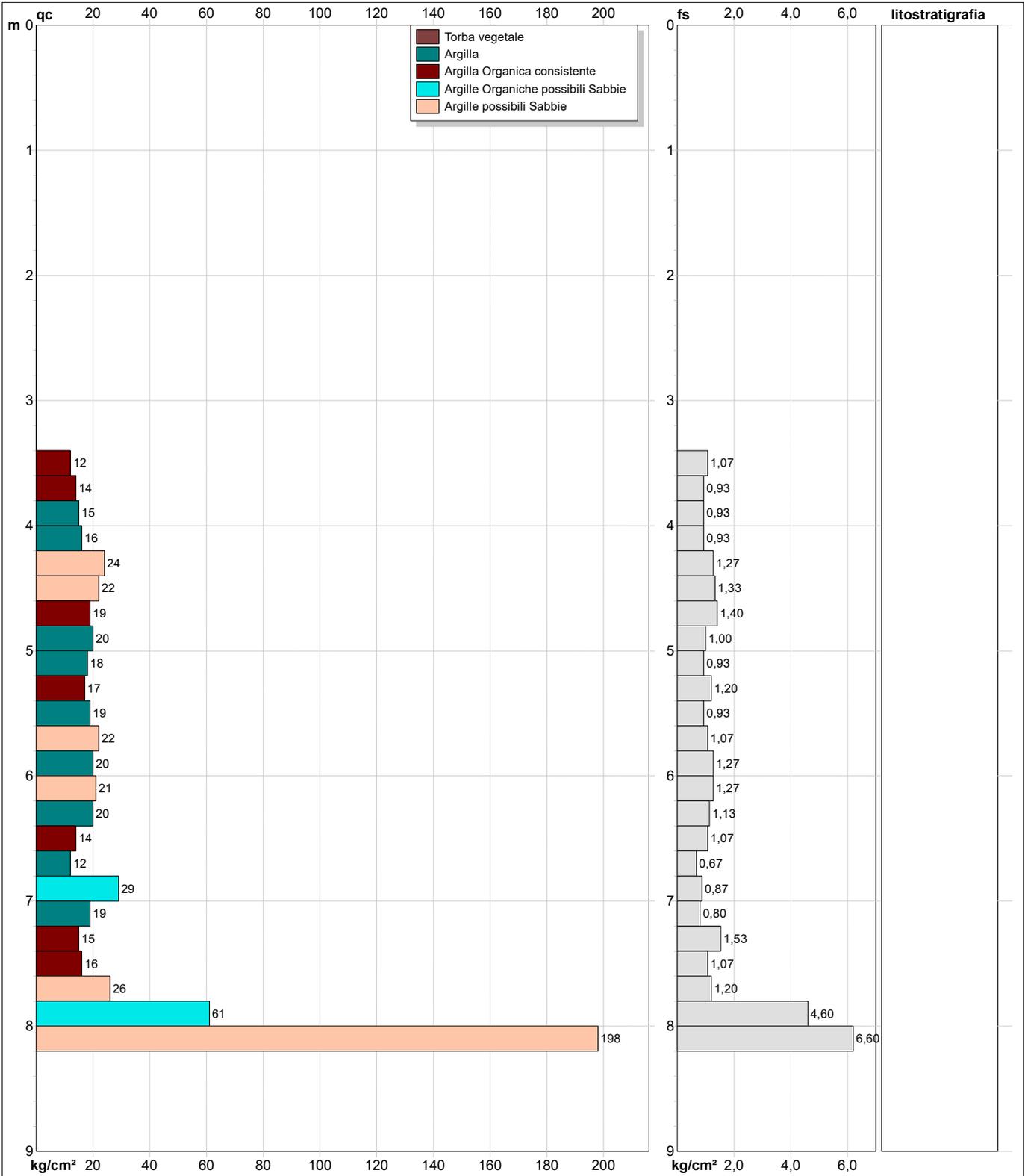
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>2</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **27/07/2022**  
Quota inizio: **Piano Campagna**  
Falda **Assente**



		Litology: Personalizzata Penetrometro: TG63-200Stat Responsabile: Dr. geol. Enrico Faccini Assistente: Dr. geol. Andrea Barbieri	preforo -3,00 m Corr.astine: kg/ml Cod. tip:
--	--	---	--

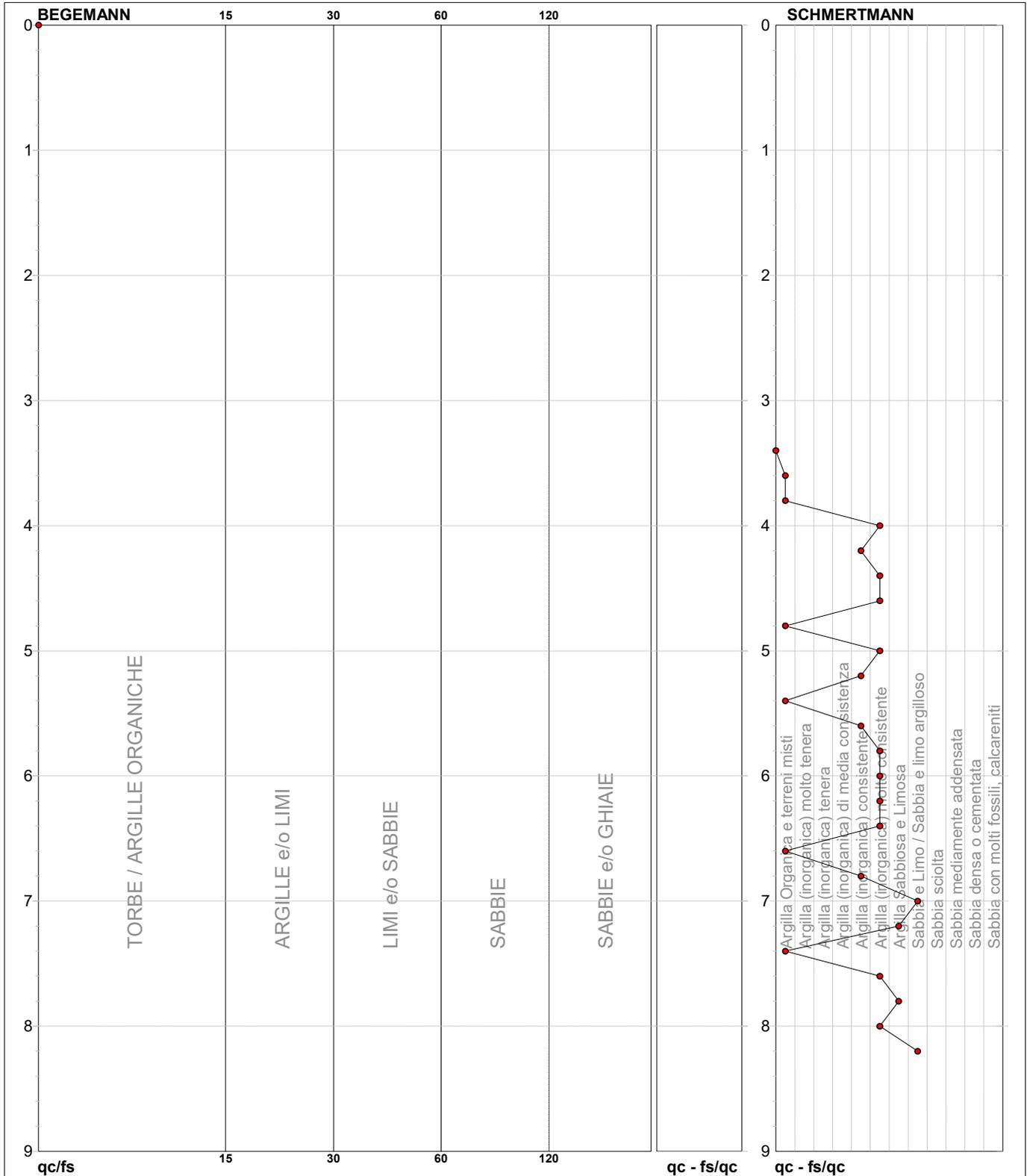
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>2</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **27/07/2022**  
Falda **Assente**



● 22-068 [2] : 8,20 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>3</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente <b>Rossetti Market</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec. <b>27/07/2022</b>
Cantiere <b>Ampliamento</b>	Pagina <b>1</b>	Falda <b>Assente</b>
Località <b>Aiseno (PC)</b>	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	-	-	-	-	-	-	-								
0,40	-	-	-	-	-	-	-								
0,60	-	-	-	-	-	-	-								
0,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
1,20	-	-	-	-	-	-	-								
1,40	-	-	-	-	-	-	-								
1,60	-	-	-	-	-	-	-								
1,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>2,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
2,20	-	-	-	-	-	-	-								
2,40	-	-	-	-	-	-	-								
2,60	-	-	-	-	-	-	-								
2,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>3,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
3,20	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,40	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,60	9	19	-	9	0,67	13	7,4								
3,80	10	21	-	10	0,73	14	7,3								
<b>4,00</b>	15	26	-	15	0,73	21	4,9								
4,20	20	29	-	20	0,60	33	3,0								
4,40	20	38	-	20	1,20	17	6,0								
4,60	15	34	-	15	1,27	12	8,5								
4,80	16	30	-	16	0,93	17	5,8								
<b>5,00</b>	17	30	-	17	0,87	20	5,1								
5,20	20	34	-	20	0,93	22	4,7								
5,40	19	36	-	19	1,13	17	5,9								
5,60	17	28	-	17	0,73	23	4,3								
5,80	16	29	-	16	0,87	18	5,4								
<b>6,00</b>	22	36	-	22	0,93	24	4,2								
6,20	20	39	-	20	1,27	16	6,4								
6,40	23	41	-	23	1,20	19	5,2								
6,60	24	42	-	24	1,20	20	5,0								
6,80	28	49	-	28	1,40	20	5,0								
<b>7,00</b>	30	53	-	30	1,53	20	5,1								
7,20	28	52	-	28	1,60	18	5,7								
7,40	28	53	-	28	1,67	17	6,0								
7,60	34	62	-	34	1,87	18	5,5								
7,80	111	139	-	111	1,87	59	1,7								
<b>8,00</b>	145	169	-	145	1,60	91	1,1								
8,20	140	180	-	140	2,67	52	1,9								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

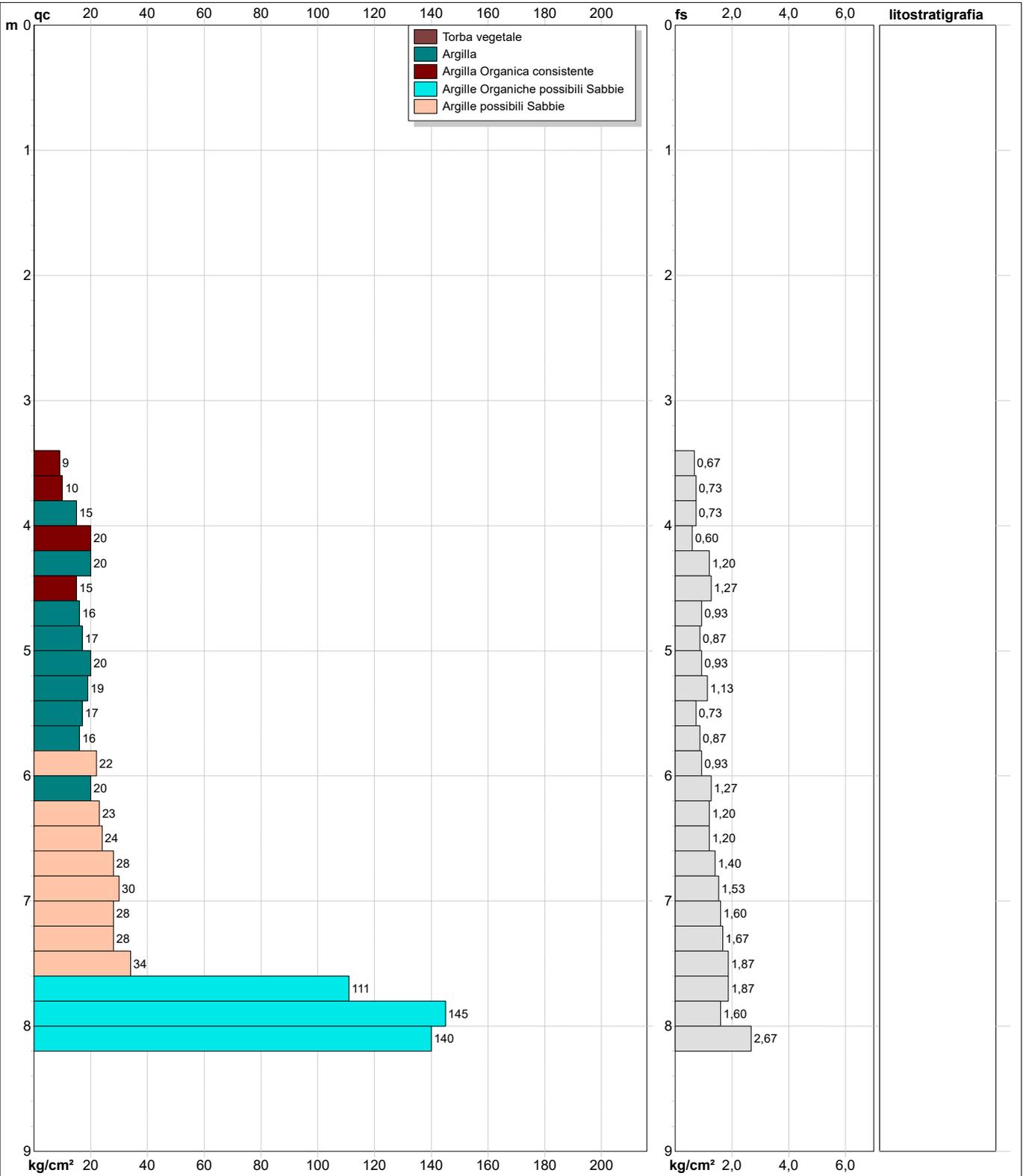
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data eseg. **27/07/2022**  
Quota inizio:  
Falda **Assente**



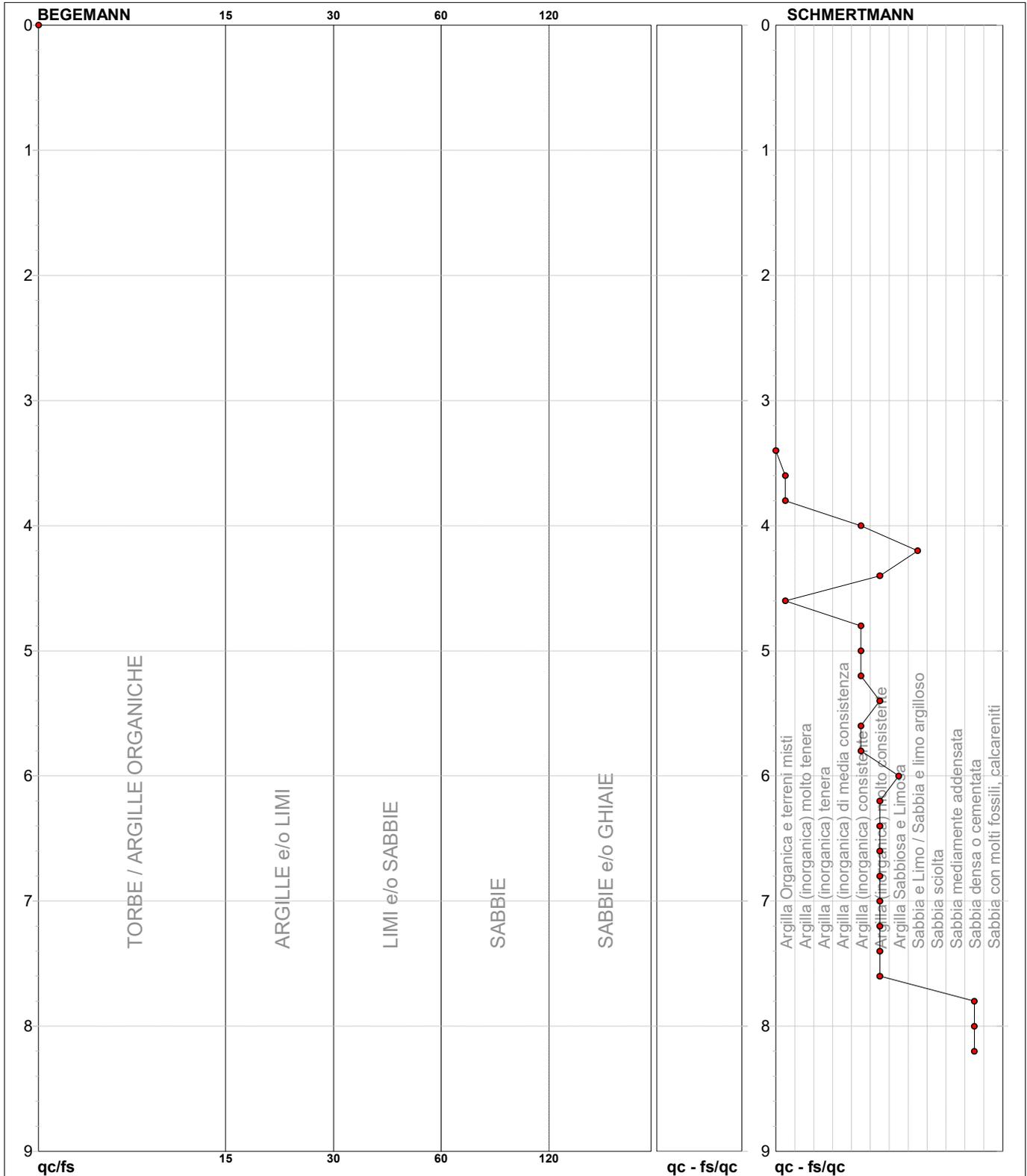
Litology:	Personalizzata	preforo	-3,00 m
Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
Responsabile:	Dr. geol. Enrico Faccini	Cod. tip:	
Assistente:	Dr. geol. Andrea Barbieri		

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg. **27/07/2022**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato **Falda Assente**



● 22-068 [3] : 8,20 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>4</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	27/07/2022
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	Pagina	1	Falda	Assente
Località	<b>Alseno (PC)</b>	Elaborato			

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	-	-	-	-	-	-	-								
0,40	-	-	-	-	-	-	-								
0,60	-	-	-	-	-	-	-								
0,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
1,20	-	-	-	-	-	-	-								
1,40	-	-	-	-	-	-	-								
1,60	-	-	-	-	-	-	-								
1,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>2,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
2,20	-	-	-	-	-	-	-								
2,40	-	-	-	-	-	-	-								
2,60	-	-	-	-	-	-	-								
2,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>3,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
3,20	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,40	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,60	16	32	-	16	1,07	15	6,7								
3,80	16	34	-	16	1,20	13	7,5								
<b>4,00</b>	16	34	-	16	1,20	13	7,5								
4,20	22	40	-	22	1,20	18	5,5								
4,40	25	46	-	25	1,40	18	5,6								
4,60	26	49	-	26	1,53	17	5,9								
4,80	17	38	-	17	1,40	12	8,2								
<b>5,00</b>	17	37	-	17	1,33	13	7,8								
5,20	20	34	-	20	0,93	22	4,7								
5,40	19	31	-	19	0,80	24	4,2								
5,60	15	32	-	15	1,13	13	7,5								
5,80	16	30	-	16	0,93	17	5,8								
<b>6,00</b>	18	33	-	18	1,00	18	5,6								
6,20	24	36	-	24	0,80	30	3,3								
6,40	20	39	-	20	1,27	16	6,4								
6,60	22	40	-	22	1,20	18	5,5								
6,80	26	43	-	26	1,13	23	4,3								
<b>7,00</b>	26	48	-	26	1,47	18	5,7								
7,20	28	52	-	28	1,60	18	5,7								
7,40	29	52	-	29	1,53	19	5,3								
7,60	20	44	-	20	1,60	13	8,0								
7,80	17	37	-	17	1,33	13	7,8								
<b>8,00</b>	13	27	-	13	0,93	14	7,2								
8,20	22	31	-	22	0,60	37	2,7								
8,40	21	32	-	21	0,73	29	3,5								
8,60	44	68	-	44	1,60	28	3,6								
8,80	115	144	-	115	1,93	60	1,7								

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

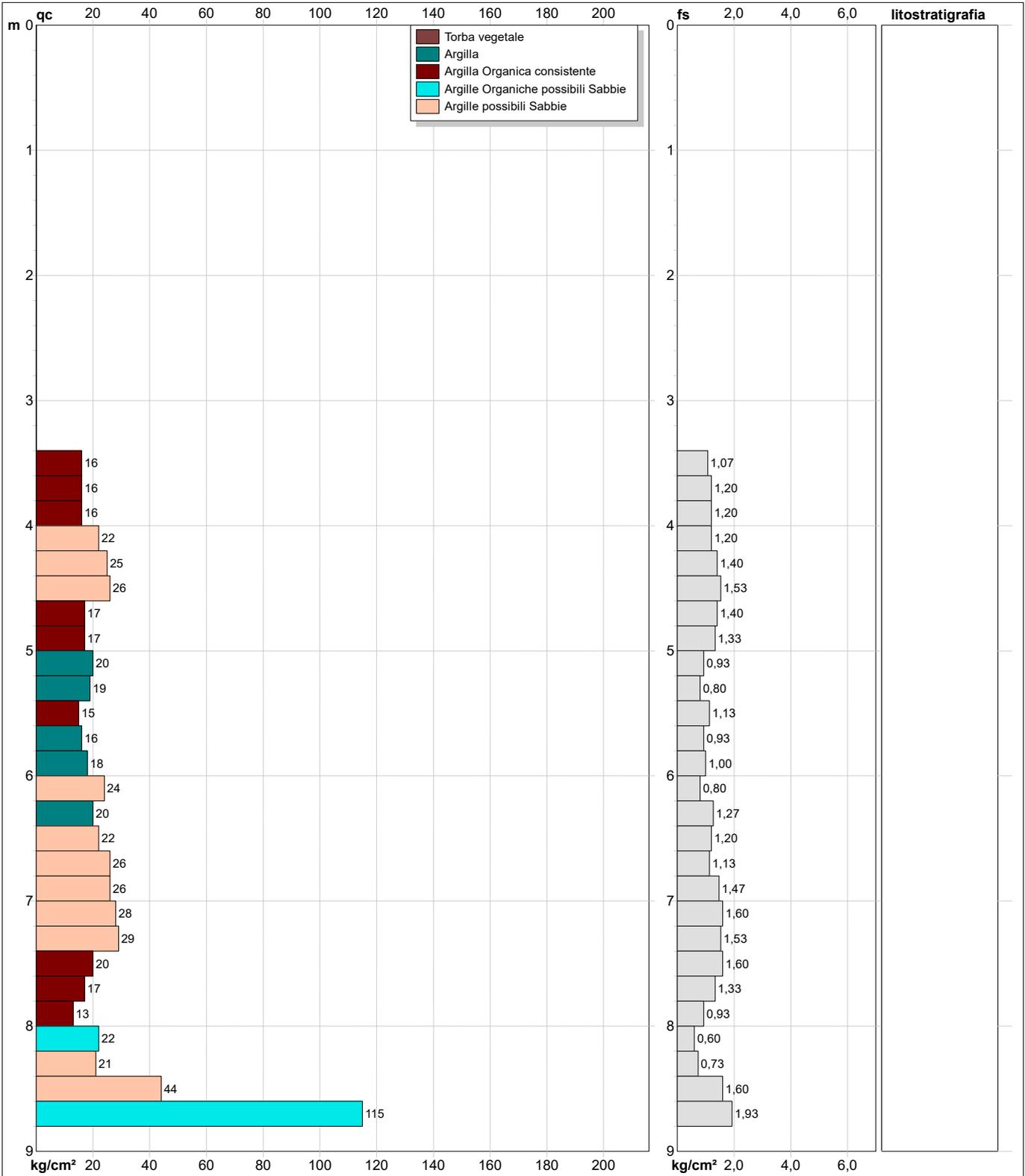
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>4</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **27/07/2022**  
Quota inizio: **Piano Campagna**  
Falda **Assente**



		Litology: Personalizzata Penetrometro: TG63-200Stat Responsabile: Dr. geol. Enrico Faccini Assistente: Dr. geol. Andrea Barbieri	preforo -3,00 m Corr.astine: kg/ml Cod. tip:
--	--	---	--

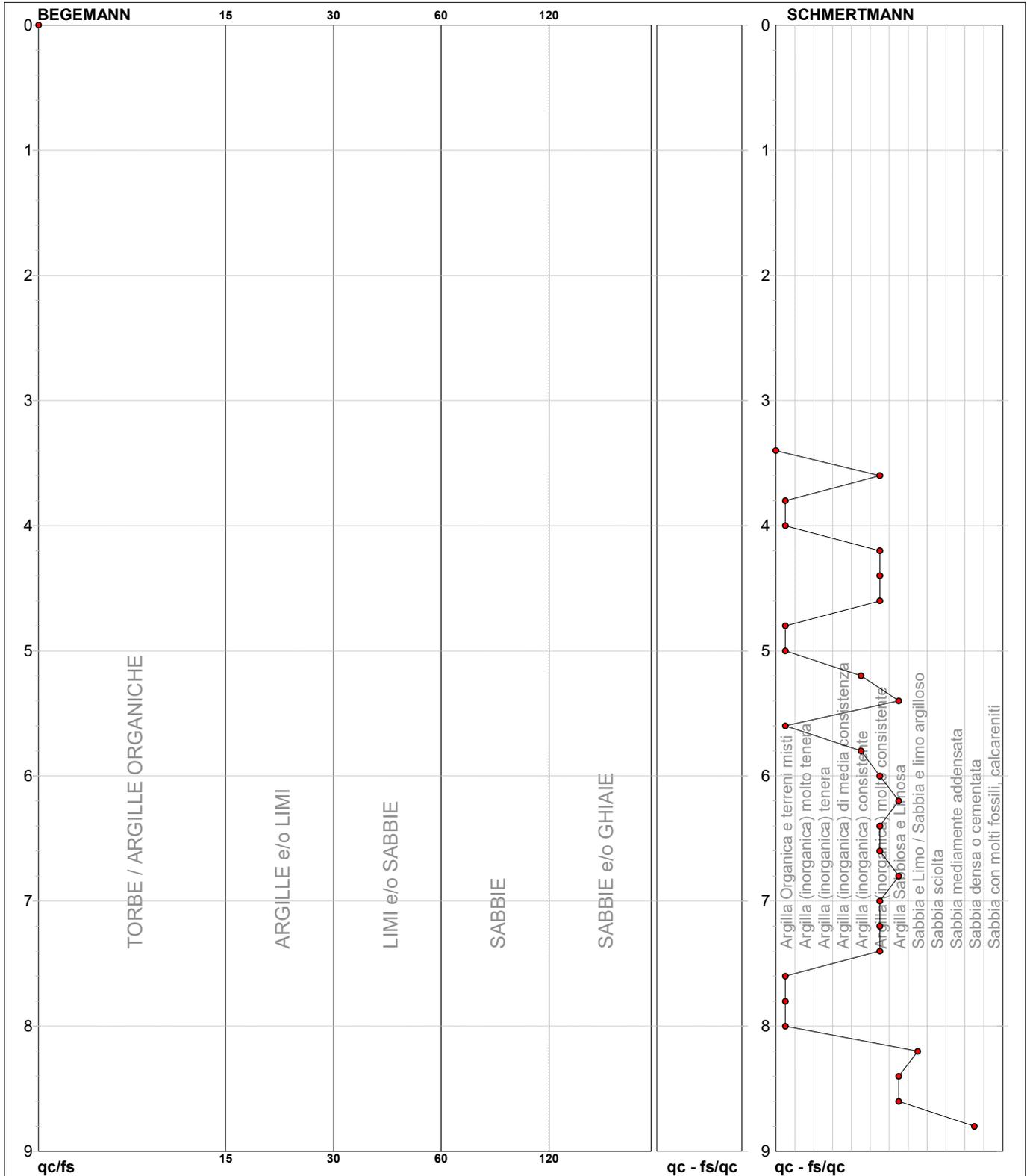
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>4</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **27/07/2022**  
Falda **Assente**



● 22-068 [4] : 8,80 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>5</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	<b>28/07/2022</b>
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	Pagina	<b>1</b>	Falda	<b>Assente</b>
Località	<b>Alseno (PC)</b>	Elaborato			

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	-	-	-	-	-	-	-								
0,40	-	-	-	-	-	-	-								
0,60	-	-	-	-	-	-	-								
0,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
1,20	-	-	-	-	-	-	-								
1,40	-	-	-	-	-	-	-								
1,60	-	-	-	-	-	-	-								
1,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>2,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
2,20	-	-	-	-	-	-	-								
2,40	-	-	-	-	-	-	-								
2,60	-	-	-	-	-	-	-								
2,80	-	-	-	-	-	-	-								
<b>3,00</b>	-	-	-	-	-	-	-								
3,20	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,40	0	0	-	0	0,00	-	-								
3,60	10	21	-	10	0,73	14	7,3								
3,80	14	22	-	14	0,53	26	3,8								
<b>4,00</b>	16	27	-	16	0,73	22	4,6								
4,20	17	28	-	17	0,73	23	4,3								
4,40	14	34	-	14	1,33	11	9,5								
4,60	17	30	-	17	0,87	20	5,1								
4,80	18	33	-	18	1,00	18	5,6								
<b>5,00</b>	16	32	-	16	1,07	15	6,7								
5,20	14	25	-	14	0,73	19	5,2								
5,40	17	29	-	17	0,80	21	4,7								
5,60	19	31	-	19	0,80	24	4,2								
5,80	19	34	-	19	1,00	19	5,3								
<b>6,00</b>	19	36	-	19	1,13	17	5,9								
6,20	16	31	-	16	1,00	16	6,3								
6,40	14	28	-	14	0,93	15	6,6								
6,60	15	28	-	15	0,87	17	5,8								
6,80	13	21	-	13	0,53	25	4,1								
<b>7,00</b>	13	24	-	13	0,73	18	5,6								
7,20	14	25	-	14	0,73	19	5,2								
7,40	13	27	-	13	0,93	14	7,2								
7,60	12	25	-	12	0,87	14	7,3								
7,80	9	18	-	9	0,60	15	6,7								
<b>8,00</b>	120	148	-	120	1,87	64	1,6								
8,20	122	185	-	122	4,20	29	3,4								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

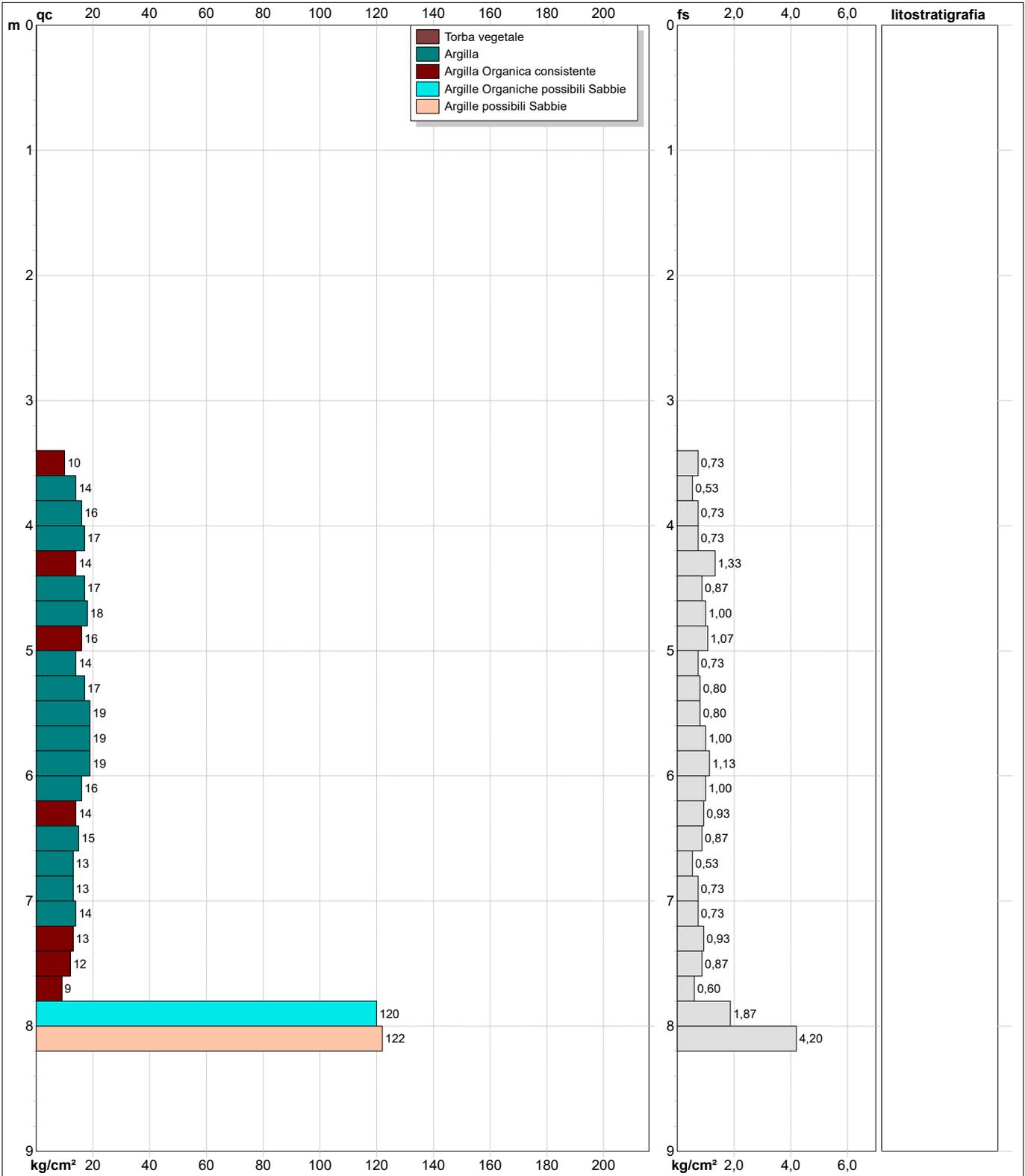
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>5</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **28/07/2022**  
Quota inizio: **Piano Campagna**  
Falda **Assente**



		Litology: Personalizzata Penetrometro: TG63-200Stat Responsabile: Dr. geol. Enrico Faccini Assistente: Dr. geol. Andrea Barbieri	preforo -3,00 m Corr.astine: kg/ml Cod. tip:
--	--	---	--

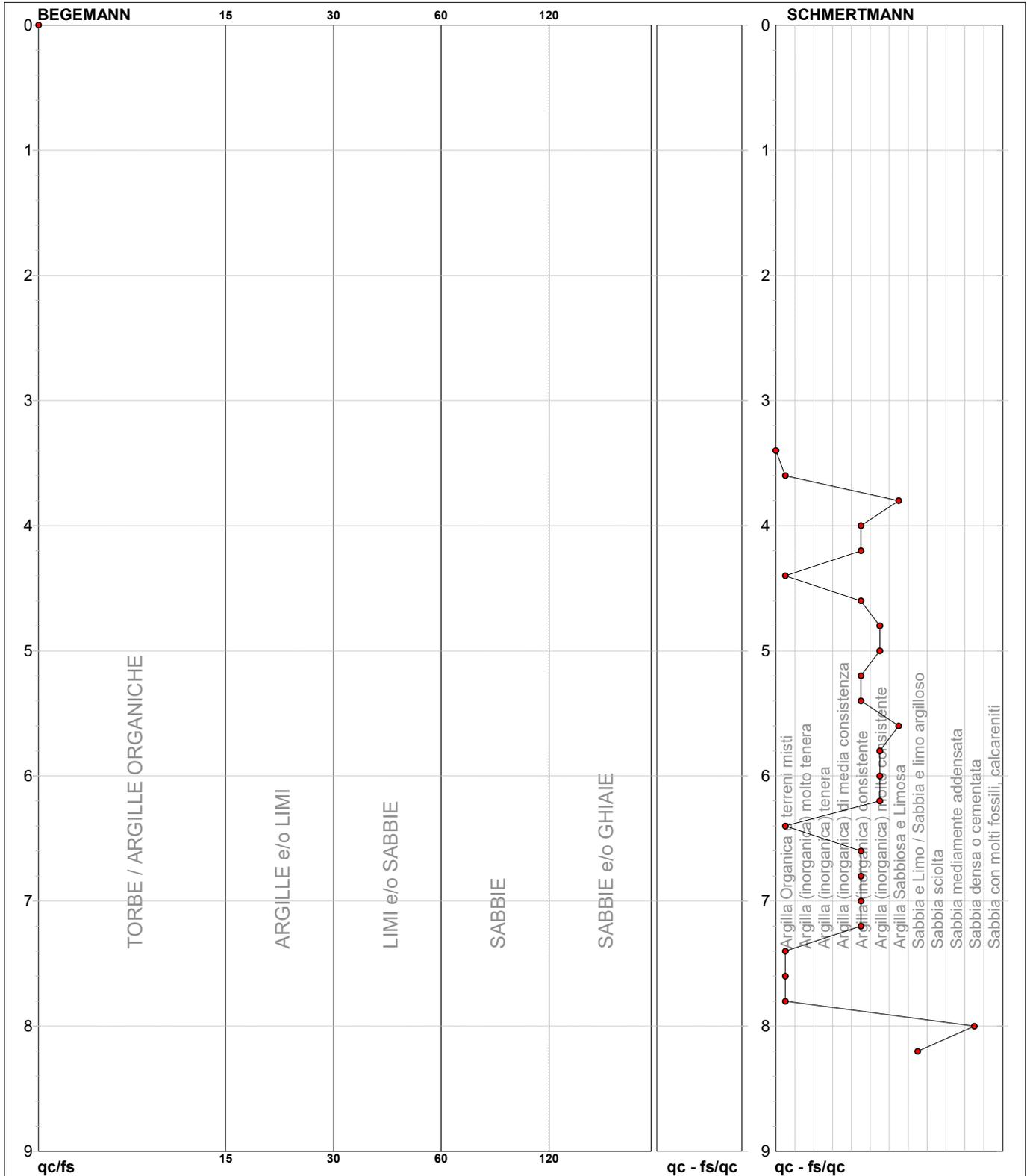
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>5</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (PC)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:45**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **28/07/2022**  
Falda **Assente**



● 22-068 [5] : 8,20 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>7</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente <b>Rossetti Market</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec. <b>28/07/2022</b>
Cantiere <b>Ampliamento</b>	Pagina <b>1</b>	
Località <b>Alseno (Piacenza)</b>	Elaborato	Falda <b>-9,20 m</b> da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	0	0		0	0,00										
0,40	0	0		0	0,00										
0,60	48	60		48	0,80	60	1,7								
0,80	57	73		57	1,07	53	1,9								
<b>1,00</b>	52	88		52	2,40	22	4,6								
1,20	60	89		60	1,93	31	3,2								
1,40	86	100		86	0,93	92	1,1								
1,60	54	66		54	0,80	68	1,5								
1,80	40	71		40	2,07	19	5,2								
<b>2,00</b>	57	81		57	1,60	36	2,8								
2,20	54	73		54	1,27	43	2,4								
2,40	47	66		47	1,27	37	2,7								
2,60	23	41		23	1,20	19	5,2								
2,80	19	32		19	0,87	22	4,6								
<b>3,00</b>	22	46		22	1,60	14	7,3								
3,20	29	46		29	1,13	26	3,9								
3,40	39	70		39	2,07	19	5,3								
3,60	38	72		38	2,27	17	6,0								
3,80	36	87		36	3,40	11	9,4								
<b>4,00</b>	35	85		35	3,33	11	9,5								
4,20	42	94		42	3,47	12	8,3								
4,40	35	52		35	1,13	31	3,2								
4,60	29	70		29	2,73	11	9,4								
4,80	25	65		25	2,67	9	10,7								
<b>5,00</b>	21	55		21	2,27	9	10,8								
5,20	23	49		23	1,73	13	7,5								
5,40	23	48		23	1,67	14	7,3								
5,60	22	45		22	1,53	14	7,0								
5,80	22	43		22	1,40	16	6,4								
<b>6,00</b>	23	39		23	1,07	21	4,7								
6,20	17	37		17	1,33	13	7,8								
6,40	16	28		16	0,80	20	5,0								
6,60	14	24		14	0,67	21	4,8								
6,80	12	20		12	0,53	23	4,4								
<b>7,00</b>	13	22		13	0,60	22	4,6								
7,20	13	21		13	0,53	25	4,1								
7,40	12	21		12	0,60	20	5,0								
7,60	13	21		13	0,53	25	4,1								
7,80	14	36		14	1,47	10	10,5								
<b>8,00</b>	11	23		11	0,80	14	7,3								
8,20	12	20		12	0,53	23	4,4								
8,40	16	24		16	0,53	30	3,3								
8,60	14	32		14	1,20	12	8,6								
8,80	25	49		25	1,60	16	6,4								
<b>9,00</b>	25	49		25	1,60	16	6,4								
9,20	128	176		128	3,20	40	2,5								
9,40	74	135		74	4,07	18	5,5								
9,60	70	94		70	1,60	44	2,3								
9,80	45	70		45	1,67	27	3,7								
<b>10,00</b>	180	290		120	1,00	120	0,8								

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

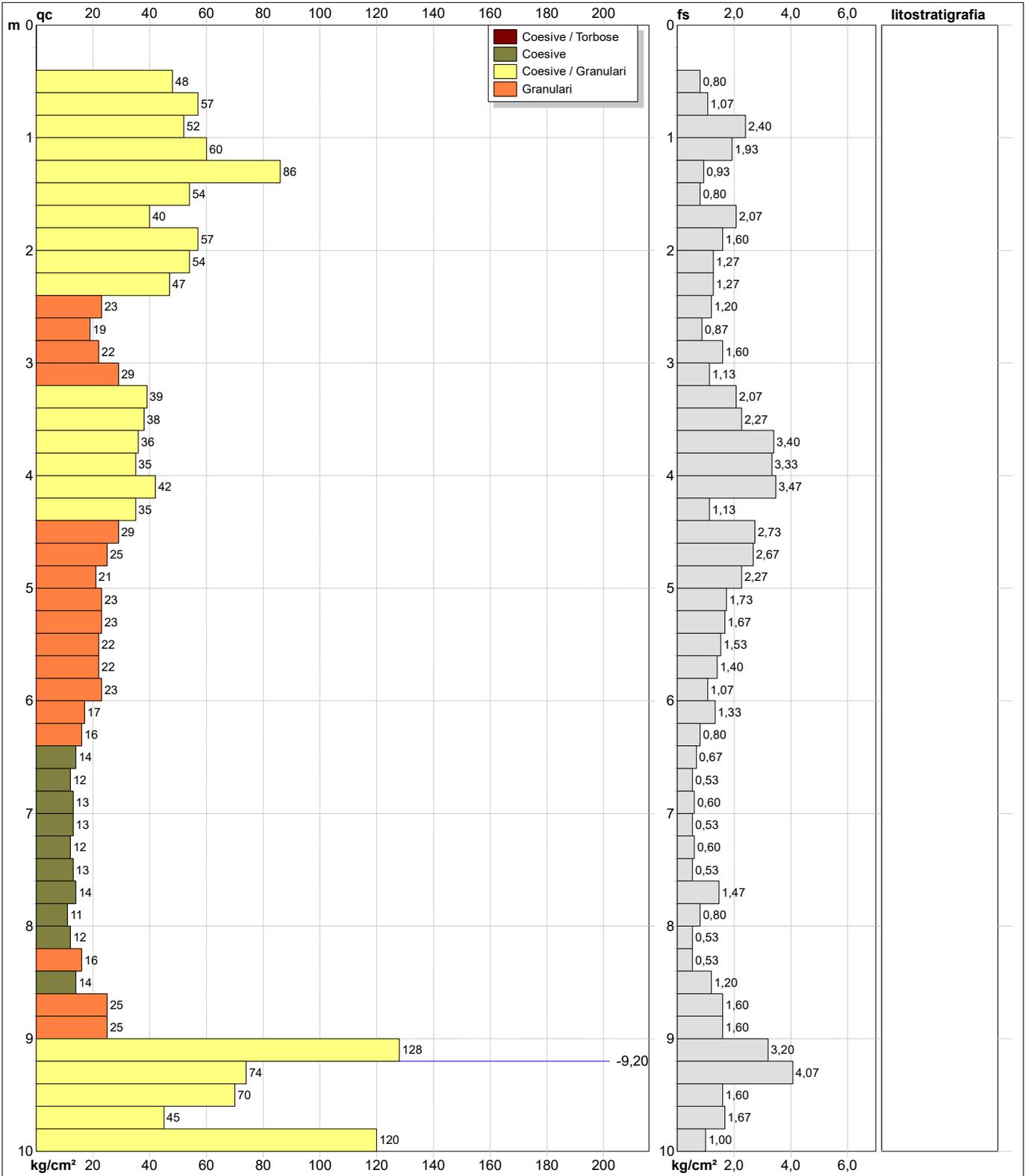
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>7</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: 1:50  
Pagina 1  
Elaborato

Data esec. 28/07/2022  
Quota inizio: Piano Campagna  
Falda -9,20 m da quota inizio



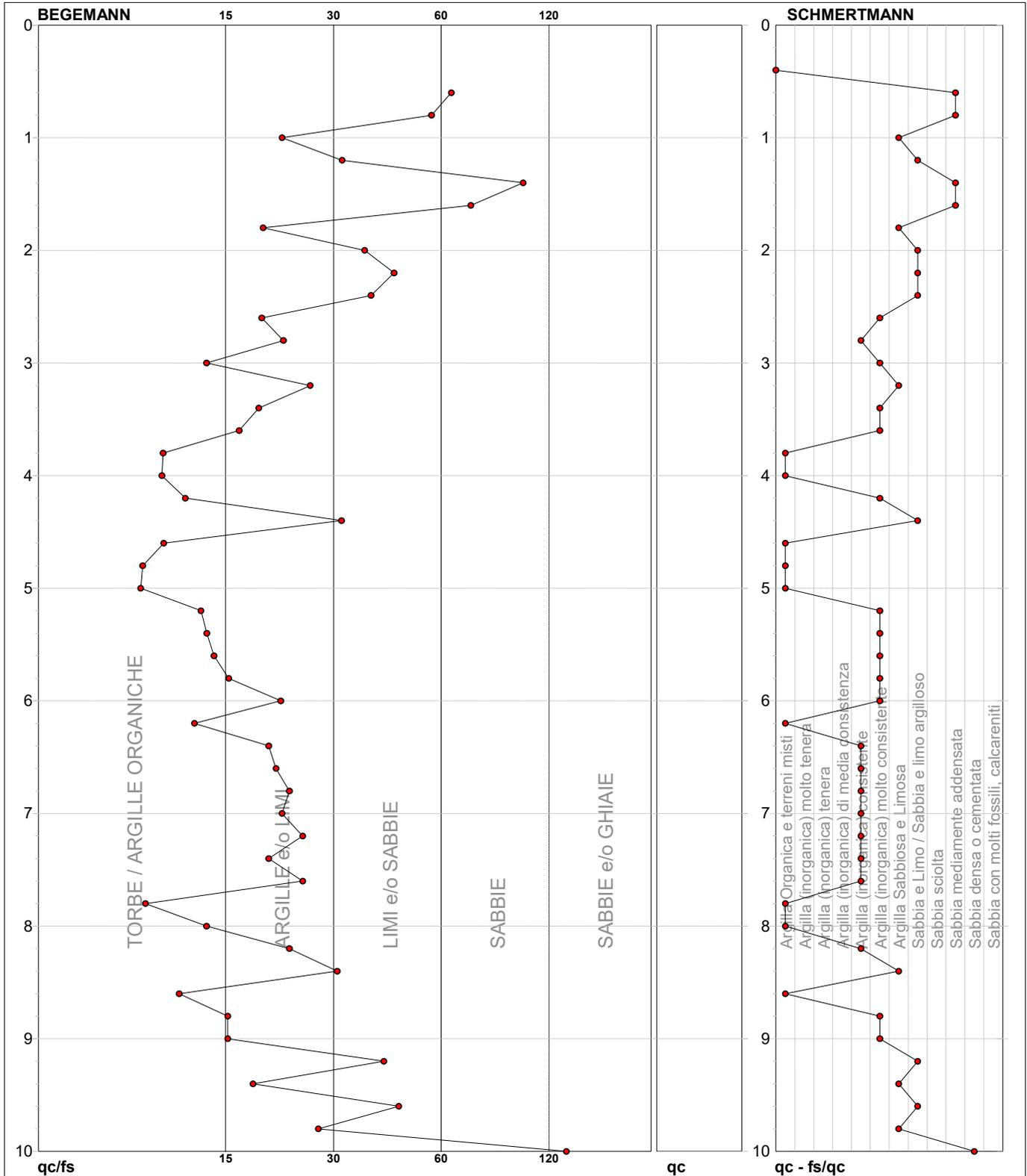
Litology:	Personalizzata	preforo	m
Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
Responsabile:	Dr. geol. Enrico Faccini	Cod. tip:	
Assistente:	Dr. geol. Andrea Barbieri		

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>7</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. **28/07/2022**  
Scala: **1:50**  
Pagina **1**  
Elaborato **Falda -9,20 m da quota inizio**



● 22-068 [7] : 10,00 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>8</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	<b>28/07/2022</b>
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	Pagina	<b>1</b>	Falda	<b>Assente</b>
Località	<b>Alseno (Piacenza)</b>	Elaborato			

H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0	0		0	0,00										
0,40	0	0		0	0,00										
0,60	64	80		64	1,07	60	1,7								
0,80	58	89		58	2,07	28	3,6								
<b>1,00</b>	61	102		61	2,73	22	4,5								
1,20	69	127		69	3,87	18	5,6								
1,40	102	166		102	4,27	24	4,2								
1,60	109	148		109	2,60	42	2,4								
1,80	109	213		109	6,93	16	6,4								
<b>2,00</b>	97	182		97	5,67	17	5,8								
2,20	89	161		89	4,80	19	5,4								
2,40	62	125		62	4,20	15	6,8								
2,60	64	150		64	5,73	11	9,0								
2,80	100	176		100	5,07	20	5,1								
<b>3,00</b>	66	136		66	4,67	14	7,1								
3,20	58	144		58	5,73	10	9,9								
3,40	36	79		36	2,87	13	8,0								
3,60	42	80		42	2,53	17	6,0								
3,80	49	84		49	2,33	21	4,8								
<b>4,00</b>	38	88		38	3,33	11	8,8								
4,20	39	92		39	3,53	11	9,1								
4,40	42	81		42	2,60	16	6,2								
4,60	39	74		39	2,33	17	6,0								
4,80	22	51		22	1,93	11	8,8								
<b>5,00</b>	94	179		94	5,67	17	6,0								
5,20	150	230		150	5,33	28	3,6								
5,40	69	80		69	0,73	95	1,1								
5,60	28	61		28	2,20	13	7,9								
5,80	45	70		45	1,67	27	3,7								
<b>6,00</b>	111	120		111	0,60	185	0,5								
6,20	85	104		85	1,27	67	1,5								
6,40	87	106		87	1,27	69	1,5								
6,60	180	354		180	11,60	16	6,4								
6,80															
<b>7,00</b>															
7,20															
7,40															
7,60															
7,80															
<b>8,00</b>															
8,20															
8,40															
8,60															
8,80															
<b>9,00</b>															
9,20															
9,40															
9,60															
9,80															
<b>10,00</b>															

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

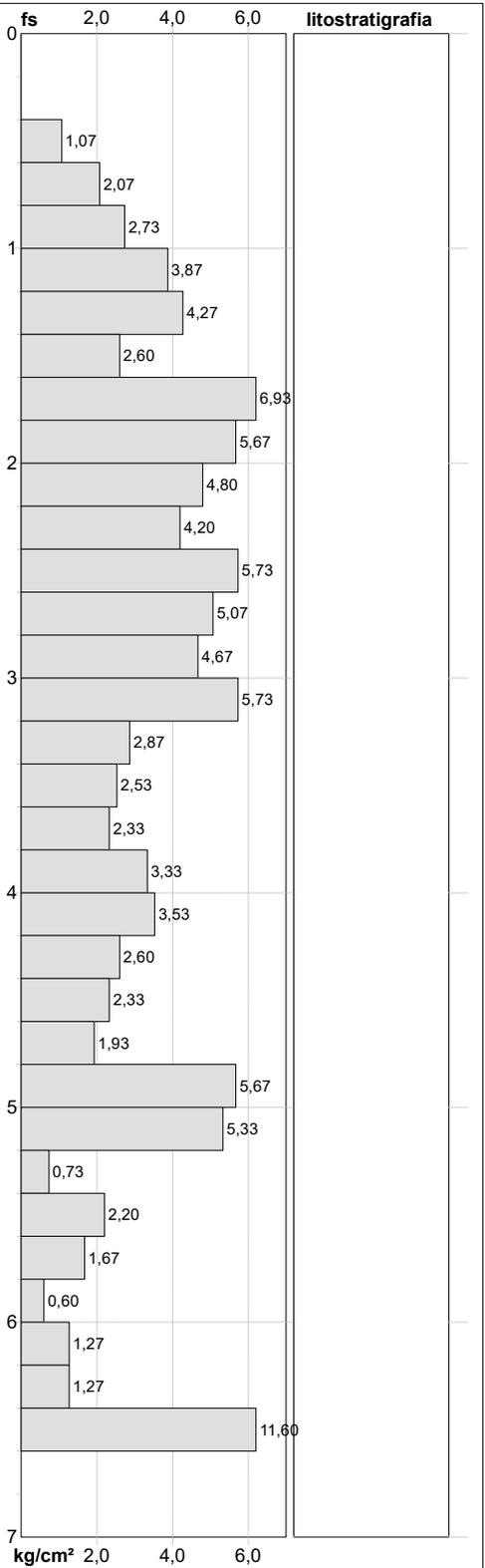
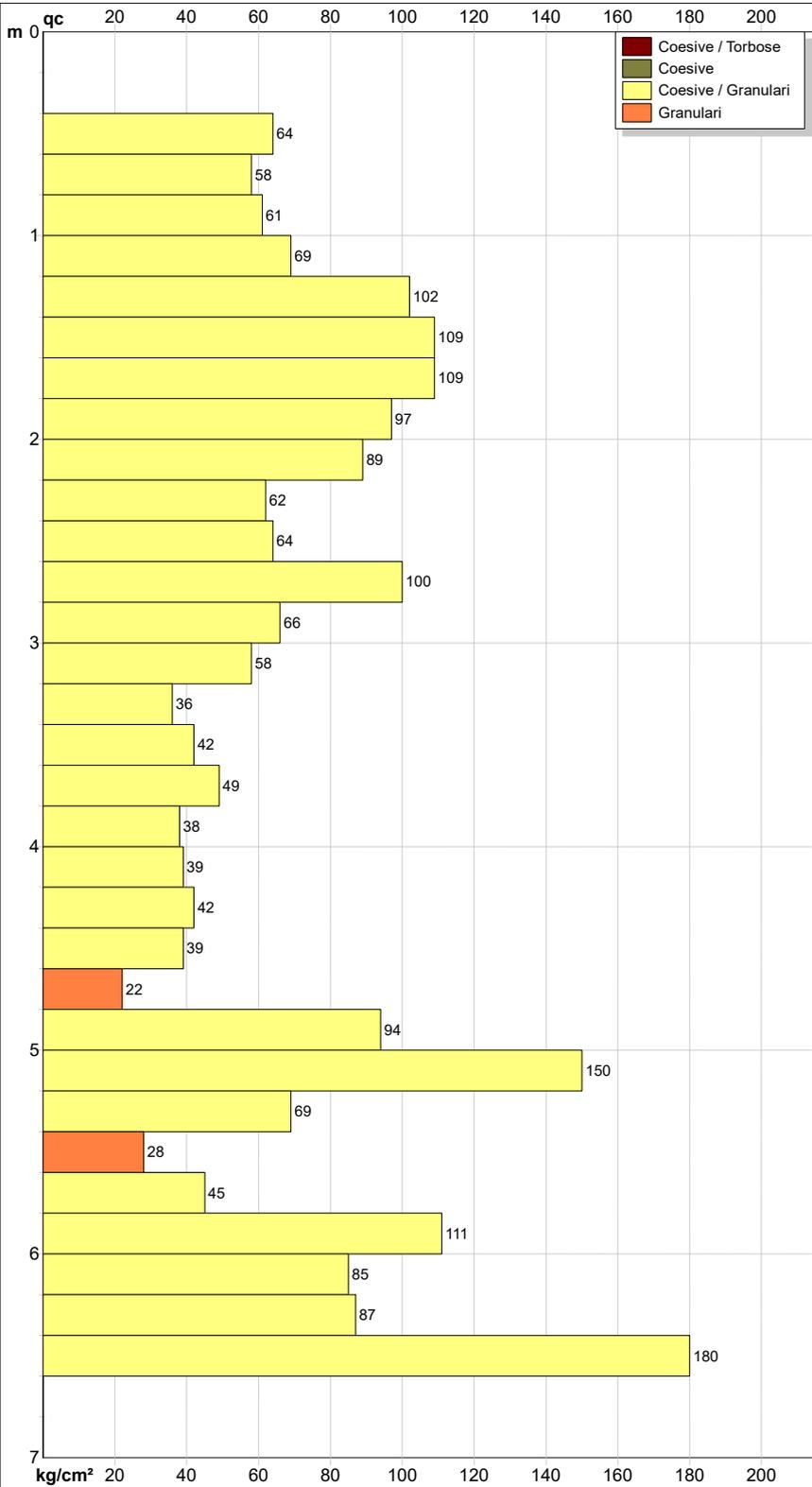
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>8</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: 1:35  
Pagina 1  
Elaborato

Data esec. 28/07/2022  
Quota inizio: Piano Campagna  
Falda Assente



		Litology: Personalizzata	preforo m
		Penetrometro: TG63-200Stat	Corr.astine: kg/ml
		Responsabile: Dr. geol. Enrico Faccini	
		Assistente: Dr. geol. Andrea Barbieri	Cod. tip:

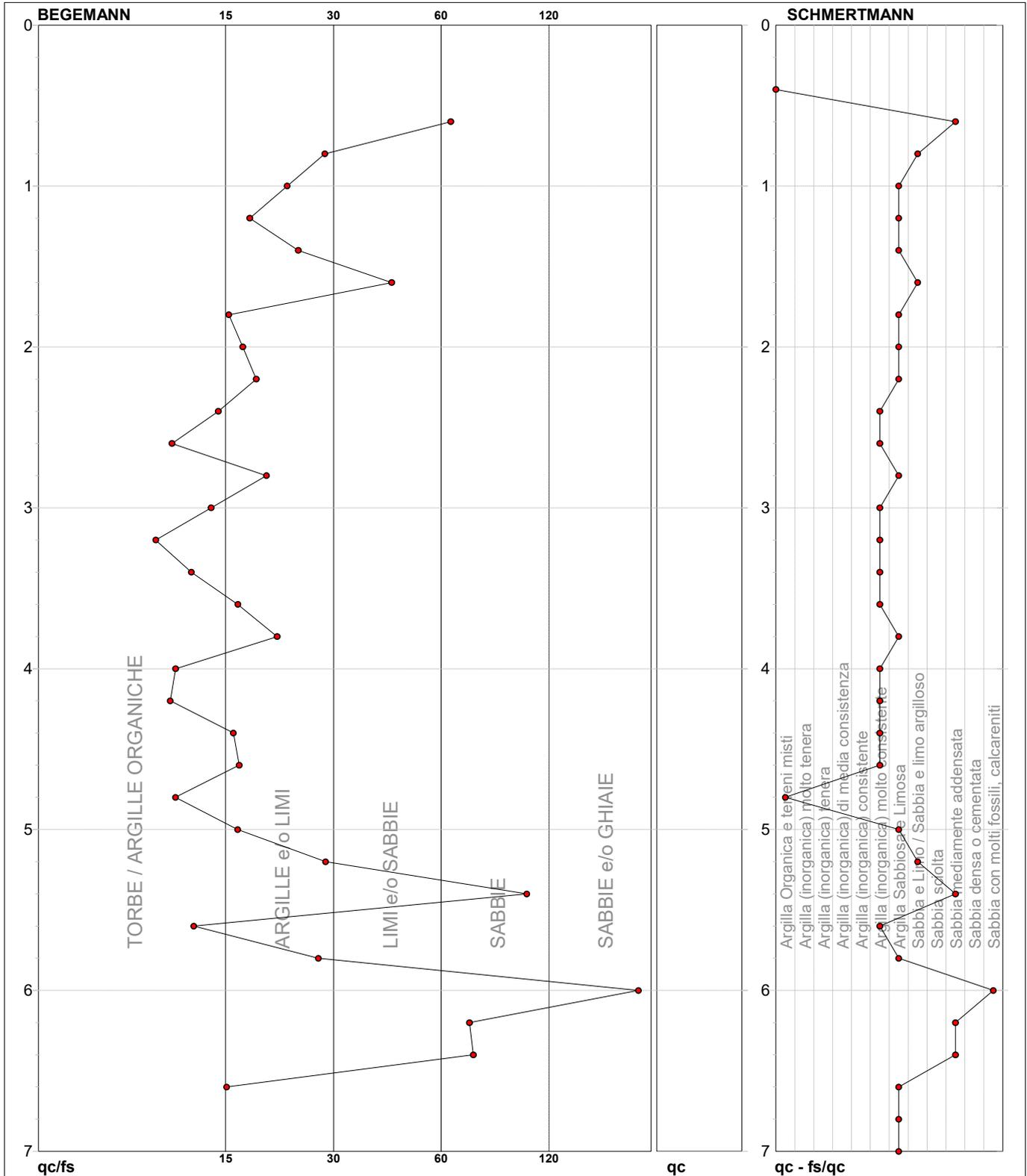
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>8</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: 1:35  
Pagina 1  
Elaborato

Data esec. 28/07/2022  
Falda Assente



● 22-068 [8] : 6,60 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>9</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente <b>Rossetti Market</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec. <b>29/07/2022</b>
Cantiere <b>Ampliamento</b>	Pagina <b>1</b>	Falda <b>Assente</b>
Località <b>Alsena (Piacenza)</b>	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	0	0		0	0,00										
0,40	0	0		0	0,00										
0,60	60	84		60	1,60	38	2,7								
0,80	47	70		47	1,53	31	3,3								
<b>1,00</b>	39	66		39	1,80	22	4,6								
1,20	46	71		46	1,67	28	3,6								
1,40	54	103		54	3,27	17	6,1								
1,60	50	118		50	4,53	11	9,1								
1,80	48	97		48	3,27	15	6,8								
<b>2,00</b>	54	146		54	6,13	9	11,4								
2,20	51	130		51	5,27	10	10,3								
2,40	50	144		50	6,27	8	12,5								
2,60	46	136		46	6,00	8	13,0								
2,80	45	110		45	4,33	10	9,6								
<b>3,00</b>	40	103		40	4,20	10	10,5								
3,20	43	101		43	3,87	11	9,0								
3,40	39	95		39	3,73	10	9,6								
3,60	42	78		42	2,40	18	5,7								
3,80	37	73		37	2,40	15	6,5								
<b>4,00</b>	36	67		36	2,07	17	5,8								
4,20	36	69		36	2,20	16	6,1								
4,40	28	70		28	2,80	10	10,0								
4,60	23	64		23	2,73	8	11,9								
4,80	24	61		24	2,47	10	10,3								
<b>5,00</b>	22	43		22	1,40	16	6,4								
5,20	21	40		21	1,27	17	6,0								
5,40	15	24		15	0,60	25	4,0								
5,60	12	28		12	1,07	11	8,9								
5,80	13	26		13	0,87	15	6,7								
<b>6,00</b>	28	46		28	1,20	23	4,3								
6,20	64	83		64	1,27	50	2,0								
6,40	120	140		120	1,33	90	1,1								
6,60	140	280		89	1,27	70	1,4								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

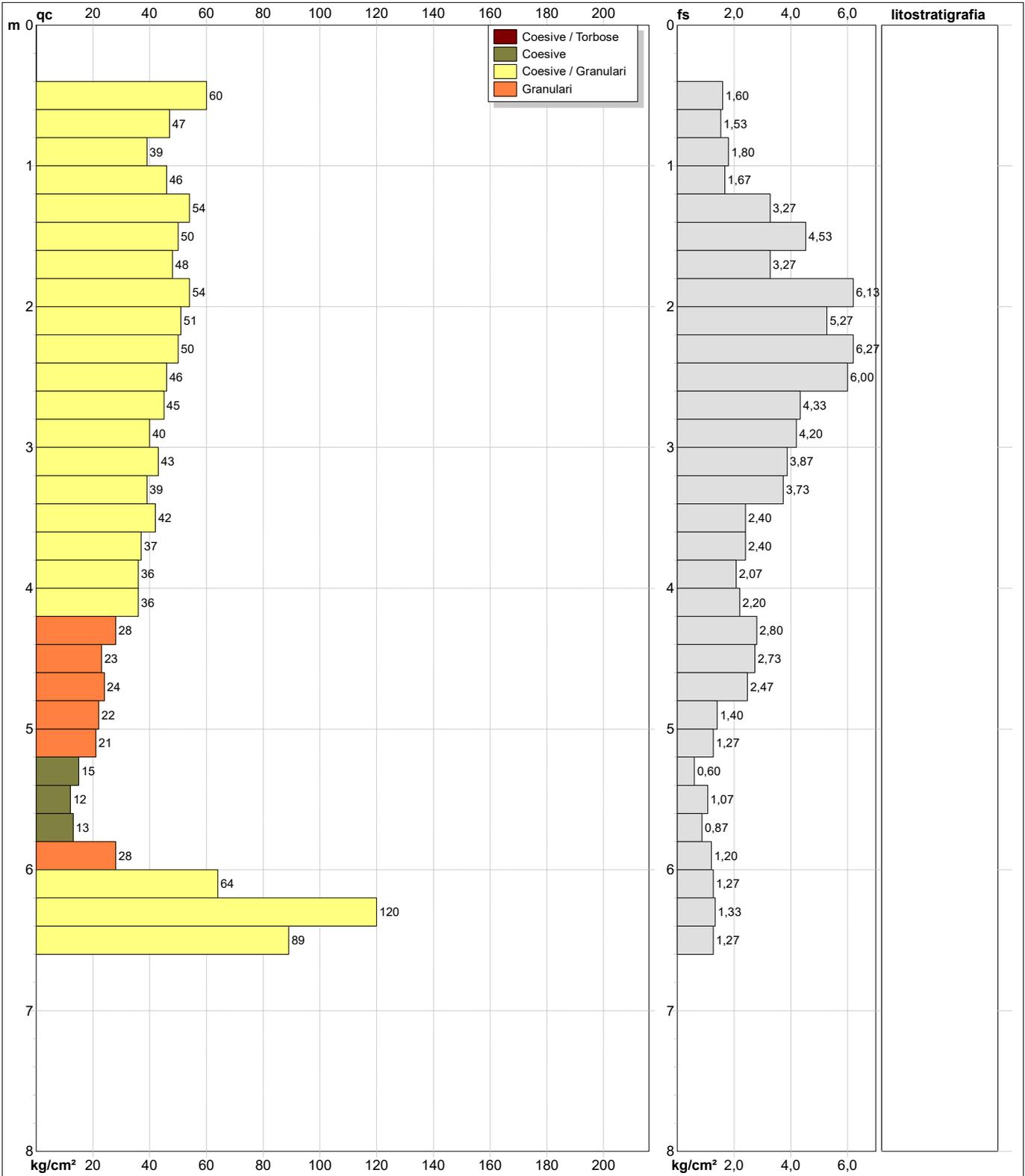
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>9</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:40**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **29/07/2022**  
Quota inizio: **Piano Campagna**  
Falda **Assente**



		Litology: Personalizzata	preforo m
		Penetrometro: TG63-200Stat	Corr.astine: kg/ml
		Responsabile: Dr. geol. Enrico Faccini	
		Assistente: Dr. geol. Andrea Barbieri	Cod. tip:

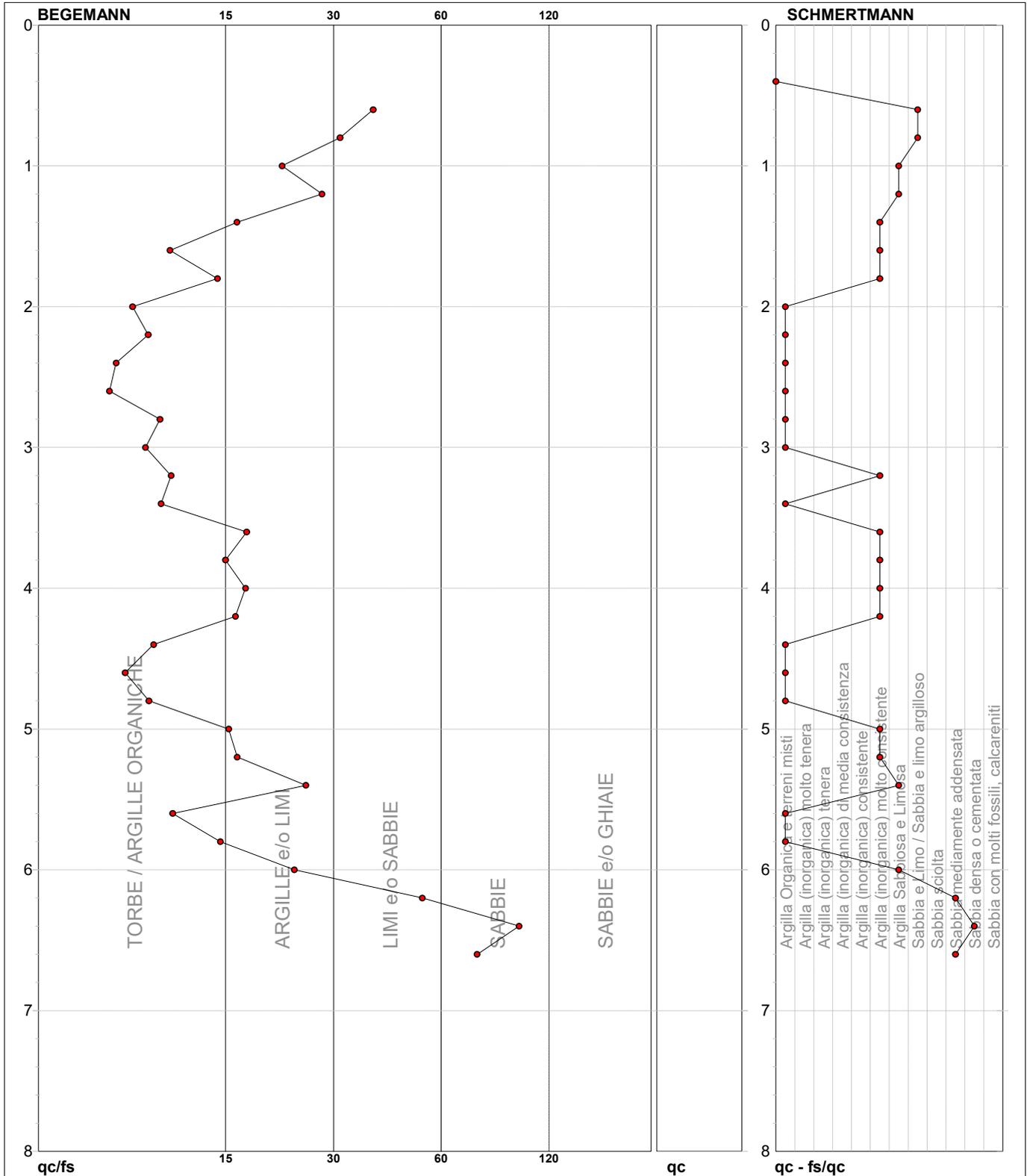
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>9</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:40**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **29/07/2022**  
Falda **Assente**



● 22-068 [9] : 7,20 m



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>10</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	29/07/2022
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	Pagina	1		
Località	<b>Alseno (Piacenza)</b>	Elaborato		Falda	-9,20 m

H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0	0		0	0,00										
0,40	0	0		0	0,00										
0,60	14	26		14	0,80	18	5,7								
0,80	32	40		32	0,53	60	1,7								
<b>1,00</b>	39	55		39	1,07	36	2,7								
1,20	46	59		46	0,87	53	1,9								
1,40	48	59		48	0,73	66	1,5								
1,60	29	42		29	0,87	33	3,0								
1,80	28	42		28	0,93	30	3,3								
<b>2,00</b>	36	59		36	1,53	24	4,3								
2,20	30	50		30	1,33	23	4,4								
2,40	26	50		26	1,60	16	6,2								
2,60	21	34		21	0,87	24	4,1								
2,80	23	36		23	0,87	26	3,8								
<b>3,00</b>	26	43		26	1,13	23	4,3								
3,20	20	39		20	1,27	16	6,4								
3,40	18	41		18	1,53	12	8,5								
3,60	23	39		23	1,07	21	4,7								
3,80	27	49		27	1,47	18	5,4								
<b>4,00</b>	32	58		32	1,73	18	5,4								
4,20	18	49		18	2,07	9	11,5								
4,40	17	41		17	1,60	11	9,4								
4,60	21	40		21	1,27	17	6,0								
4,80	18	40		18	1,47	12	8,2								
<b>5,00</b>	19	38		19	1,27	15	6,7								
5,20	21	42		21	1,40	15	6,7								
5,40	17	36		17	1,27	13	7,5								
5,60	17	30		17	0,87	20	5,1								
5,80	17	32		17	1,00	17	5,9								
<b>6,00</b>	16	27		16	0,73	22	4,6								
6,20	37	57		37	1,33	28	3,6								
6,40	35	82		35	3,13	11	8,9								
6,60	21	41		21	1,33	16	6,3								
6,80	28	40		28	0,80	35	2,9								
<b>7,00</b>	20	42		20	1,47	14	7,4								
7,20	18	35		18	1,13	16	6,3								
7,40	32	59		32	1,80	18	5,6								
7,60	16	58		16	2,80	6	17,5								
7,80	14	21		14	0,47	30	3,4								
<b>8,00</b>	11	17		11	0,40	28	3,6								
8,20	12	20		12	0,53	23	4,4								
8,40	14	25		14	0,73	19	5,2								
8,60	14	23		14	0,60	23	4,3								
8,80	14	24		14	0,67	21	4,8								
<b>9,00</b>	13	22		13	0,60	22	4,6								
9,20	45	82		45	2,47	18	5,5								
9,40	112	130		112	1,20	93	1,1								
9,60	64	106		64	2,80	23	4,4								
9,80	88	184		88	6,40	14	7,3								
<b>10,00</b>	120	168		120	3,20	38	2,7								
10,20	140	254		140	7,60	18	5,4								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

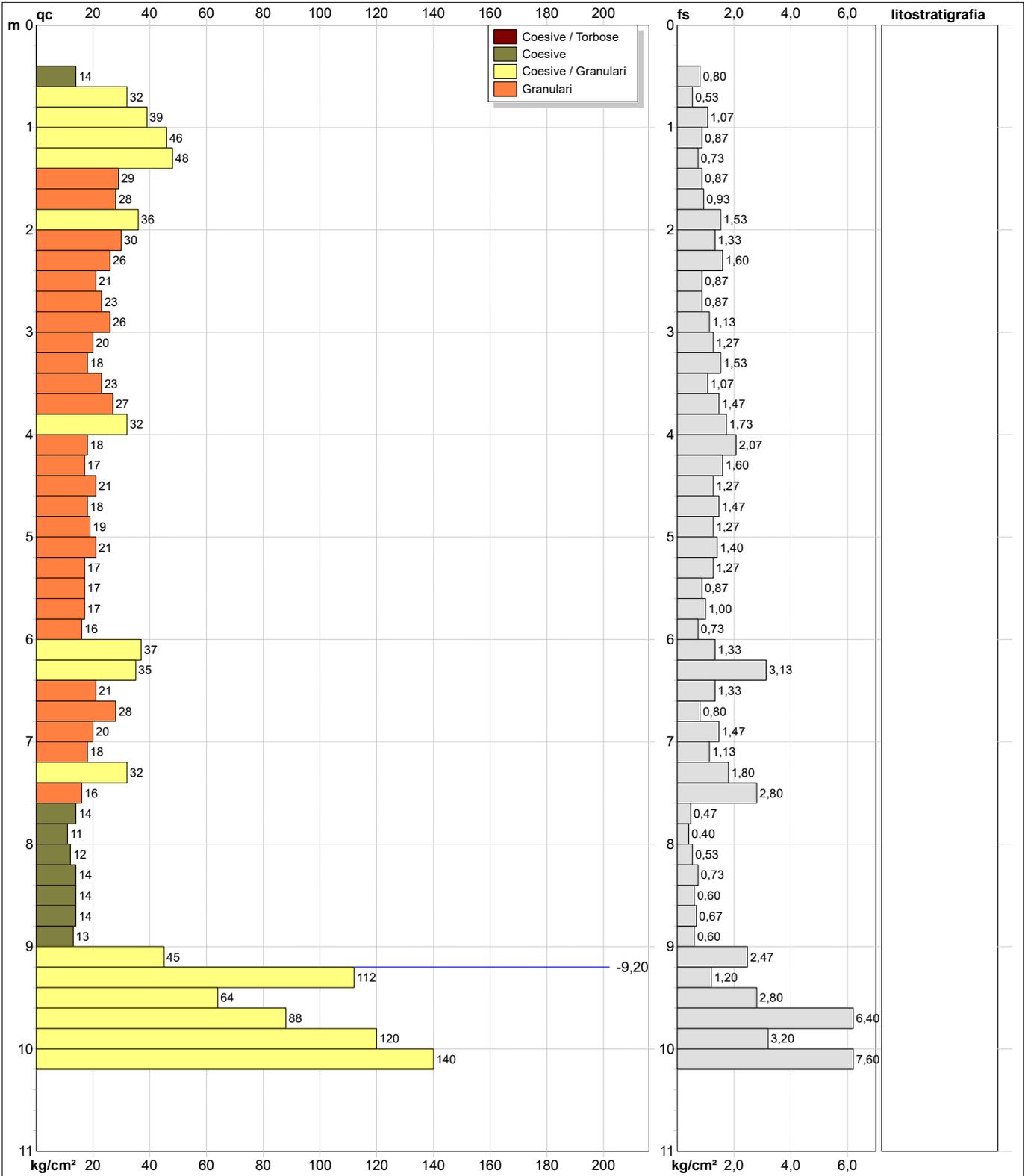
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>10</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:55**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **29/07/2022**  
Quota inizio: **Piano Campagna**  
Falda **-9,20 m**



Litology:	Personalizzata	preforo	m
Penetrometro:	TG63-200Stat	Corr.astine:	kg/ml
Responsabile:	Dr. geol. Enrico Faccini	Cod. tip:	
Assistente:	Dr. geol. Andrea Barbieri		

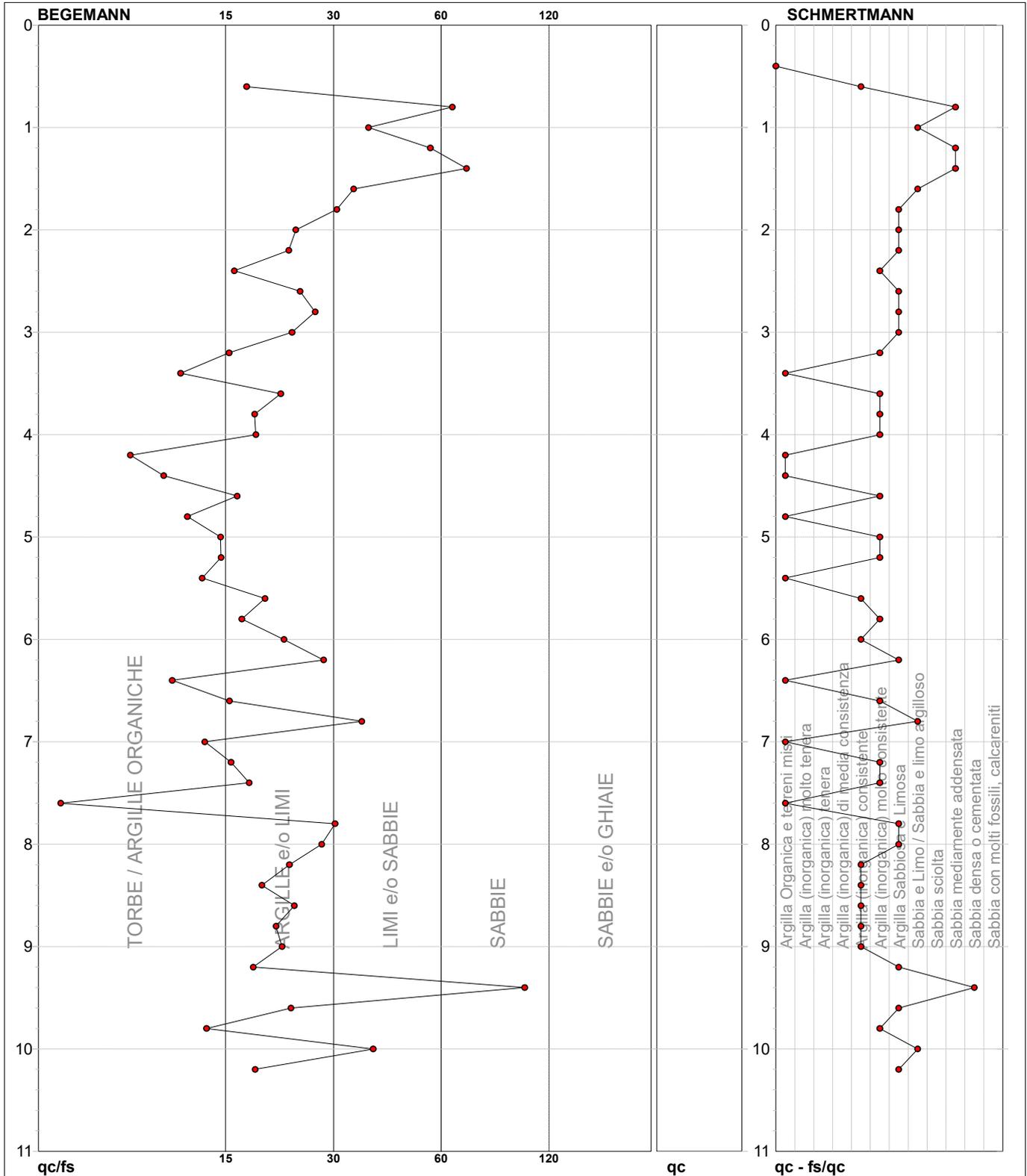
**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>10</b>
Riferimento	<b>22-068</b>

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: 1:55  
Pagina 1  
Elaborato

Data esec. 29/07/2022  
Falda -9,20 m



● 22-068 [10]: 10,20 m



<b>PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE</b> <b>SCHEMA PENETROMETRO</b>	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	
Località	<b>Alseno (PC)</b>	

<b>TG63-200Stat</b>		<b>Pagani - Piacenza</b>
<b>Sigla</b>	<b>TG63-200Stat</b>	Nominativo o sigla dello strumento
<b>Beta eff.</b>	<b>1,12</b>	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
<b>M(massa)</b>	<b>63,0 kg</b>	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
<b>H(maglio)</b>	<b>0,75 m</b>	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
<b>L(aste)</b>	<b>1,00 m</b>	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
<b>M(aste)</b>	<b>6,00 kg</b>	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
<b>M(sistema)</b>		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
<b>A(punta)</b>	<b>20,00 cm<sup>2</sup></b>	Area della superficie laterale del cono della punta
<b>Alfa(punta)</b>	<b>90 °</b>	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
<b>Prf.(1°asta)</b>	<b>0,80 m</b>	Profondità di giunzione della prima asta infissa
<b>N</b>	<b>0,20 m</b>	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
<b>Rivest.</b>	<b>Sì</b>	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
<b>ø(punta)</b>		Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
<b>MaxCE%</b>		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
<b>L/DM</b>		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
<b>D(tb)</b>		Diametro della testa di battuta.
<b>DEV(a)[&lt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
<b>DEV(a)[&gt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
<b>ECCmax(a)</b>		Massima eccentricità consentita alle aste
<b>Dest(aste)</b>		Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
<b>Dint(aste)</b>		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
<b>Dmin(punta)</b>		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
<b>hcl(punta)</b>		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
<b>Ras(punta)</b>		Rastremazione del cono nella parte alta
<b>Hc(punta)</b>		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
<b>RangeCP</b>		Massimo numero di colpi utile
<b>Spinta</b>	<b>20 t</b>	Spinta nominale strumento

--

Ampliamento
-------------

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>DIN</b>	<b>6</b>
	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	28/07/2022
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	Pagina	1	Falda	Non rilevata
Località	<b>Alseno (Piacenza)</b>	Elaborato			

H m	asta n°	punta colpi	riv colpi	qcd kg/cm <sup>2</sup>	H m	asta n°	punta colpi	riv colpi	qcd kg/cm <sup>2</sup>
0,20	1	4		43					
0,40	1	11		119					
0,60	1	10		108					
0,80	1	9		97					
<b>1,00</b>	2	2		20					
1,20	2	2		20					
1,40	2	3		30					
1,60	2	3		30					
1,80	3	2		20					
<b>2,00</b>	3	3		28					
2,20	3	2		18					
2,40	3	2		18					
2,60	3	2		18					
2,80	4	3		28					
<b>3,00</b>	4	3		26					
3,20	4	3		26					
3,40	4	3		26					
3,60	5	2		17					
3,80	5	3		26					
<b>4,00</b>	5	3		24					
4,20	5	2		16					
4,40	5	2		16					
4,60	6	2		16					
4,80	6	3		24					
<b>5,00</b>	6	3		23					
5,20	6	3		23					
5,40	7	3		23					
5,60	7	3		23					
5,80	7	3		23					
<b>6,00</b>	7	4		28					
6,20	7	3		21					
6,40	8	4		28					
6,60	8	4		28					
6,80	8	4		28					
<b>7,00</b>	8	4		27					
7,20	9	4		27					
7,40	9	3		20					
7,60	9	4		27					
7,80	9	6		40					
<b>8,00</b>	9	4		25					
8,20	10	5		32					
8,40	10	5		32					
8,60	10	6		38					
8,80	10	6		38					
<b>9,00</b>	11	7		42					
9,20	11	10		61					
9,40	11	12		73					
9,60	11	6		36					
9,80	11	5		30					
<b>10,00</b>	12	3		17					
10,20	12	4		23					
10,40	12	6		35					
10,60	12	7		40					
10,80	13	10		58					
<b>11,00</b>	13	11		61					
11,20	13	12		66					
11,40	13	12		66					
11,60	13	14		77					
11,80	14	14		77					
<b>12,00</b>	14	15		79					
12,20	14	16		84					

H = profondità  
 L1 = asta  
 L2 = punta  
 L3 = riv

qcd = Resistenza dinamica punta

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

**DIN**

**6**

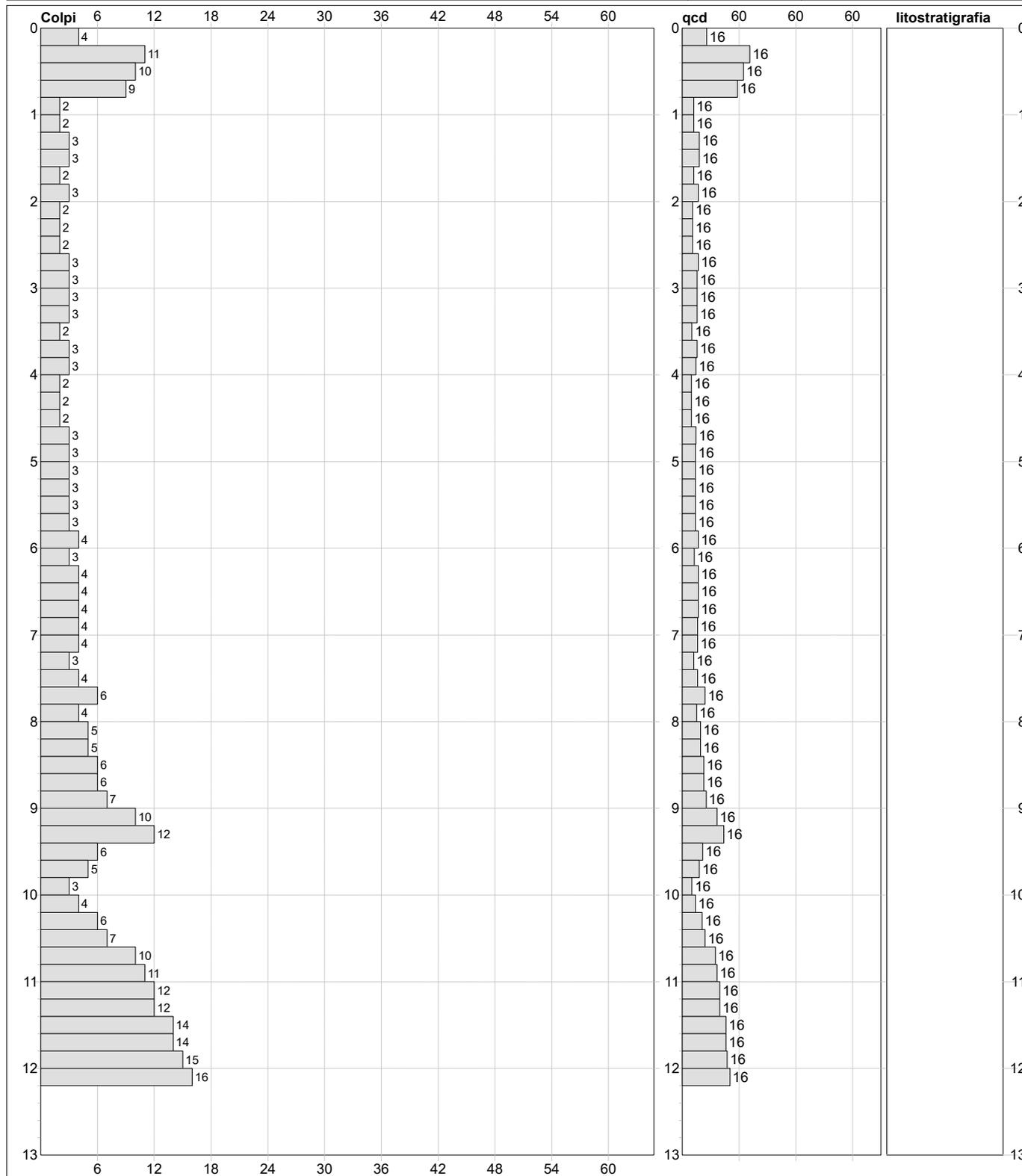
Riferimento

**22-068**

Committente **Rossetti Market**  
Cantiere **Ampliamento**  
Località **Alseno (Piacenza)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **28/07/2022**  
Quota inizio: : **Piano Campagna**  
Falda **Non rilevata**



<b>Penetrometro:</b> TG63-200Din	sist.litologico: Personalizzata	preforo m
Massa Battente 63,00 kg	Responsabile:: Dr. geol. Enrico Faccini	Corr.astine: : kg/ml
Altezza caduta 0,75 m	Assistente:: Dr. geol. Andrea Barbieri	Cod.ISTAT: 0
Avanzamento 0,20 m		

<b>PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE</b> <b>SCHEDA PENETROMETRO</b>	Riferimento	<b>22-068</b>

Committente	<b>Rossetti Market</b>	
Cantiere	<b>Ampliamento</b>	
Località	<b>Alseno (PC)</b>	

<b>TG63-200Din</b>		<b>Pagani - Piacenza</b>
<b>Sigla</b>	<b>TG63-200Din</b>	Nominativo o sigla dello strumento
<b>Beta eff.</b>	<b>1,15</b>	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
<b>M(massa)</b>	<b>63,0 kg</b>	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
<b>H(maglio)</b>	<b>0,75 m</b>	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
<b>L(aste)</b>	<b>0,90 m</b>	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
<b>M(aste)</b>	<b>5,00 kg</b>	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
<b>M(sistema)</b>		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
<b>A(punta)</b>	<b>20,00 cm<sup>2</sup></b>	Area della superficie laterale del cono della punta
<b>Alfa(punta)</b>	<b>60 °</b>	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
<b>Prf.(1°asta)</b>	<b>0,80 m</b>	Profondità di giunzione della prima asta infissa
<b>N</b>	<b>0,20 m</b>	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
<b>Rivest.</b>	<b>Sì</b>	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
<b>ø(punta)</b>	<b>51,00 mm</b>	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
<b>MaxCE%</b>		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
<b>L/DM</b>		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
<b>D(tb)</b>		Diametro della testa di battuta.
<b>DEV(a)[&lt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
<b>DEV(a)[&gt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
<b>ECCmax(a)</b>		Massima eccentricità consentita alle aste
<b>Dest(aste)</b>	<b>34,00 mm</b>	Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
<b>Dint(aste)</b>		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
<b>Dmin(punta)</b>		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
<b>hcl(punta)</b>		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
<b>Ras(punta)</b>		Rastremazione del cono nella parte alta
<b>Hc(punta)</b>		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
<b>RangeCP</b>		Massimo numero di colpi utile
<b>Spinta</b>	<b>20 t</b>	Spinta nominale strumento

Ampliamento
-------------

**REPORT INDAGINI SISMICHE**

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI PIACENZA

**COMUNE DI ALSENO**

**INDAGINE GEOFISICA**  
**PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE SISMICHE**  
**NELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO**  
**IN LOCALITA' SANTA MARIA MADDALENA, ALSENO, PC**

---

**INDICE**

---

INTRODUZIONE .....	1
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO .....	1
PROSPEZIONE SISMICA INTEGRATA ATTIVA - PASSIVA.....	3
Identificazione categoria suolo di fondazione.....	3

---

**ALLEGATI**

---

<i>UBICAZIONE AREA</i> .....	<i>TAV. 1</i>
<i>PLANIMETRIA UBICAZIONE PROVE</i> .....	<i>TAV. 2</i>

SCHEDA:

INDAGINE RE.MI/MASW

## **INTRODUZIONE**

Nell'ambito progettuale per gli interventi edilizi in località Santa Maria Maddalena (Via Emilia Est), Alseno, Piacenza, sono di seguito esposte le procedure operative ed i risultati ottenuti dalle prospezioni geofisiche effettuate con metodo sismico misto attivo/passivo (Re.Mi./MASW), in riferimento alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, DM 17/01/2018 ed in ottemperanza alle Delib. Giunta Reg. ER n° 476/2021 e 564/2021.

Le indagini, eseguite in accordo con il tecnico incaricato della progettazione geologica sono state effettuate in conformità alle prescrizioni dettate in materia di indagini geofisiche.

## **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO**

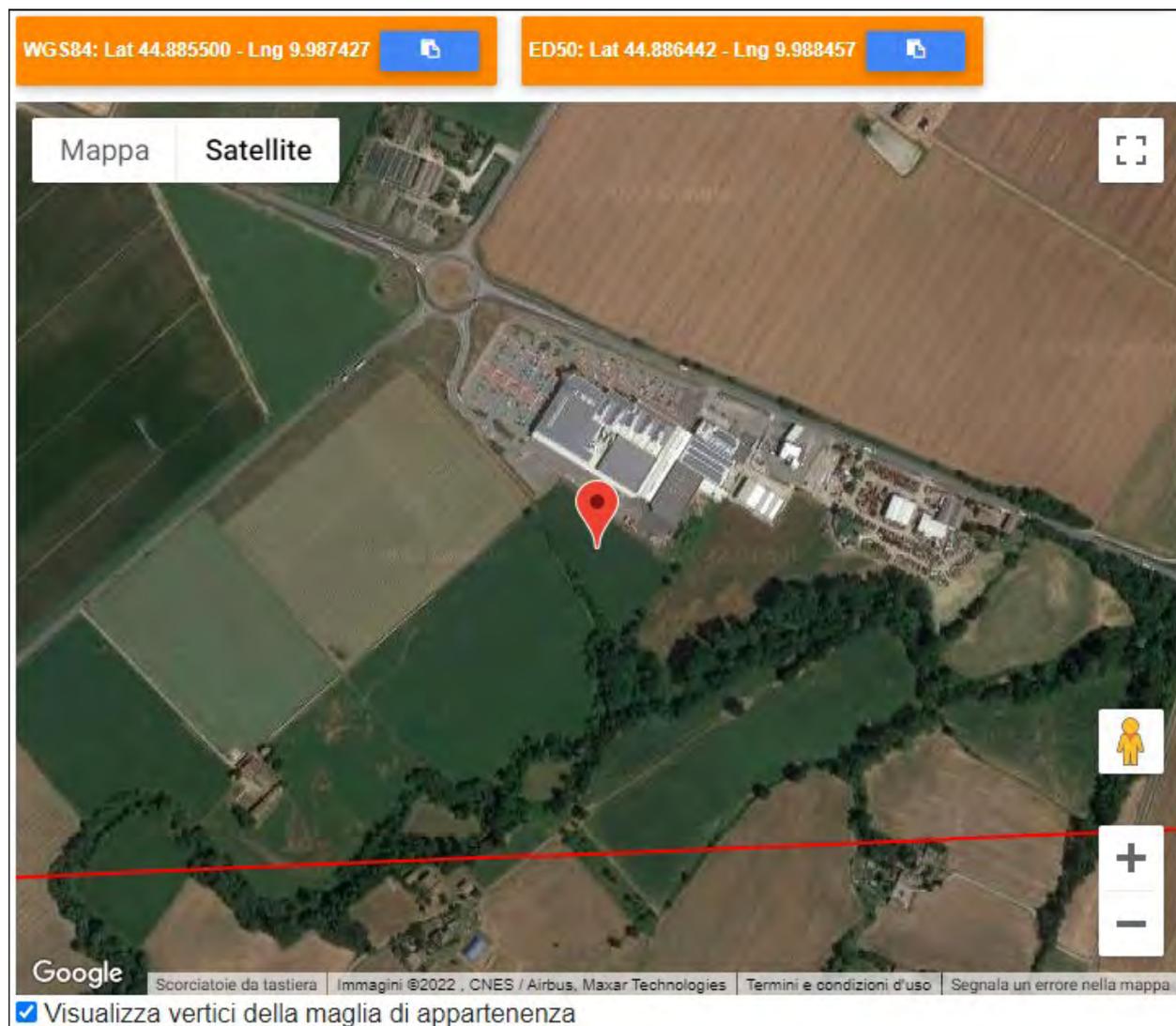
La zona oggetto di intervento è ubicata a sud della Via Emilia Est in località Santa Maria Maddalena, a sud est di Alseno, PC.

La zona in analisi si ubica in area di alta pianura/pedecollina con quote medie del piano campagna naturale oscillanti tra 78 e 80 m slm.

I siti ricadono nel settore centro orientale dell'elemento *ALSENO N° 180121*, delle basi C.T.R. ER in scala 1:5.000.

Le coordinate geografiche (elissoide ED50) relative circa al centro dell'area di intervento corrispondono a:

$$9,988457 \div 44,886442$$



*Localizzazione area mediante software Geostru PS*

## **PROSPEZIONE SISMICA INTEGRATA ATTIVA - PASSIVA**

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale D.M. 17/01/2018, per determinare la categoria del suolo di fondazione, sono state analizzate le risultanze di una prospezione geofisica con metodo integrato attivo - passivo (Re.Mi./MASW), per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , eseguita in data 09/08/2022.

La prospezione è stata effettuata con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 3 m per una lunghezza totale di stendimento di 69 m.

Nella procedura con “metodo attivo” le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito ricevitori posti a distanza variabile.

Il procedimento con “metodo passivo” presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo maggiormente dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e consente una affidabile ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30-100 m di profondità, in funzione della lunghezza massima dello stendimento.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza tra 6 e 10 m dal primo geofono (“Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, *Park et al., 2005; Dal Moro, 2008*).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale “*slowness-frequency*” ( $p-f$ ) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico  $p-f$ . Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati, escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, ed è possibile un riconoscimento visivo delle

onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un “*picking*”, attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* ( $p$  o  $1/\text{velocità di fase}$ ) ed ottenere una “*curva di dispersione*”.

Quest’ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono riportati nell’allegata scheda “*indagine Re.Mi/MASW*”, riportante lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo, schematicamente riportato di seguito.

<b>Profondità da p.c. (m)</b>	<b>Vs (m/sec)</b>
0 ÷ 1	210
1 ÷ 5,5	130
5,5 ÷ 12,5	350
12,5 ÷ 20	410
20 ÷ 53	500
53 ÷ INF.	530



### **Identificazione categoria suolo di fondazione**

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 (NTC2018 – par. 3.2.2):

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

dove:

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo, m

$V_{s,i}$  = velocità onde di taglio strato  $i$ -esimo, m/sec

$N$  = 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.

pensando

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.

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate denotano che i primi 30 m del sottosuolo, valutati a partire da -1 m p.c., sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

#### Stendimento sismico ReMi/MASW 1

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	$V_s$ (m/sec)
1	1 ÷ 5,5	4.5	130
2	5,5 ÷ 12,5	7	350
3	12,5 ÷ 20	7.5	410
4	20 ÷ 31	11	500

Tab. a1

ottenendo:

$$V_{s30} = 316 \approx 320 \text{ m/s}$$

Dalle considerazioni sopra esposte e dall'analisi della sequenza litosismica, risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo soggiacenti le fondazioni, sono attribuibili in base alla Tab. 3.2.II delle NTC2018 a:

- **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 miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



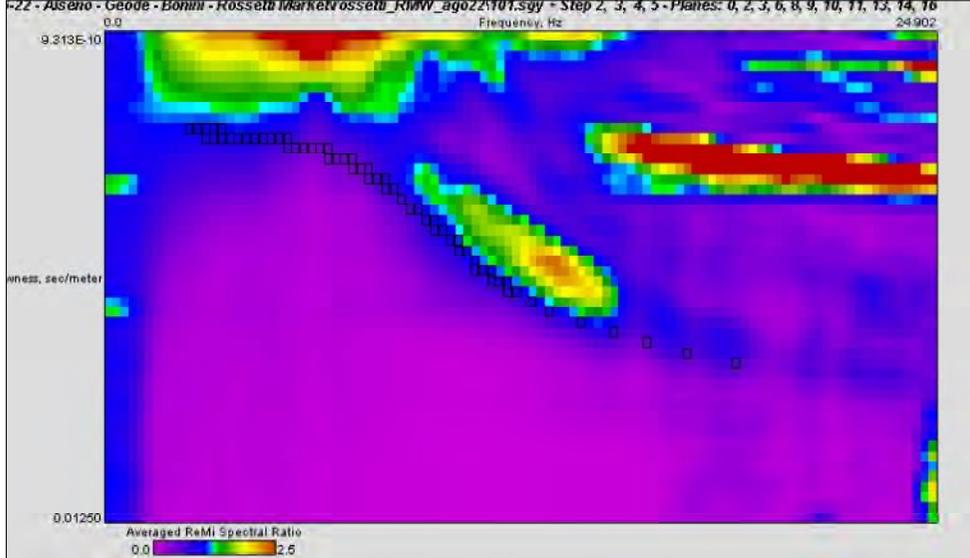
DR. GEOL. STEFANO GILLI

**Studio di Geologia e Geofisica**  
**Dr. Stefano Gilli**  
 Via Ottone, 1 - 42041 Brescello (RE).

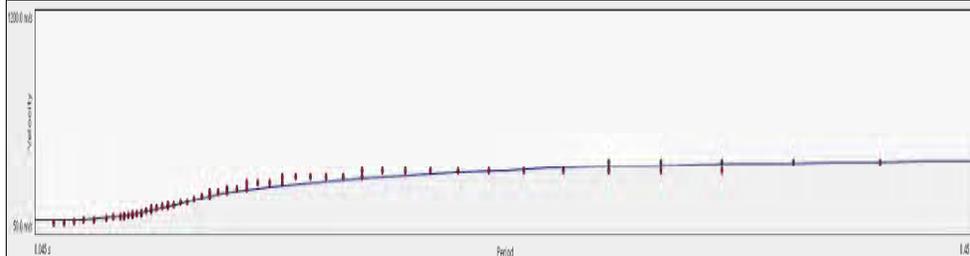
**INDAGINE Re.Mi./MASW**

LOCALITA': Alseno (PC)      COMMITTENTE:  
 DATA: 09-08-2022      CANTIERE: Rossetti Market  
 QUOTA: 80 m s.l.m.      OPERATORI: Gilli S.

**Spettro di potenza**



**Curva di dispersione**



Note:

Modello interpretativo				
Strato n°	Prof. (m)		Spess. (m)	Vs (m/s)
1	0	1	1	210
2	1	5.5	4.5	130
3	5.5	12.5	7	350
4	12.5	20	7.5	410
5	20	53	33	500
6	53	INF	INF	530
7				
8				
9				
10				

Vseq da -1 p.c.      **316**  
 Categoria Suolo      **C**

**Modello interpretativo  
 profilo Vs (m/s)**

