

# COMUNE DI COSTA VOLPINO

Provincia di Bergamo

**COMMITTENTE: Eurocost srl**

**INDAGINE GEOLOGICO - GEOTECNICA A SUPPORTO  
DEL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN NUOVO  
CAPANNONE A DESTINAZIONE PRODUTTIVA  
ARTIGIANALE SUL LOTTO DI AMBITO DI  
TRASFORMAZIONE ATP2 (ex ATR\_8) DISTINTO COI  
NUMERI DIMAPPA 253, 5741, 10586**

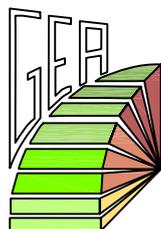
*TITOLO ELABORATO*

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA**

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
17_038	IGG	-	-	<b>A</b>

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Giugno 2017	Prima emissione
1	-	-
2	-	-
3	-	-

PROGETTISTI



Studio G.E.A.  
24020 RANICA (Bergamo)  
Via La Patta, 30/d  
Telefono e Fax: 035.340112  
E - Mail: [gea@mediacom.it](mailto:gea@mediacom.it)

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI  
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n° 258

Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI  
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n. 3057

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
	<b>4.1 Disamina degli strumenti .....</b>	<b>6</b>
	<b>4.2 Considerazioni sulla fattibilità dell'opera .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DEL SITO .....</b>	<b>17</b>
	<b>5.1 Inquadramento geomorfologico .....</b>	<b>17</b>
	<b>5.2 Inquadramento geologico .....</b>	<b>19</b>
	<b>5.3 Inquadramento idrografico e idrogeologico .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>24</b>
	<b>6.1 Premessa .....</b>	<b>24</b>
	<b>6.2 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo .....</b>	<b>26</b>
	6.2.1 Caratteristiche dei sondaggi .....	26
	6.2.2 Sondaggio S1 .....	28
	6.2.3 Sondaggio S2.....	32
	6.2.4 Sondaggio S3.....	35
	<b>6.3 Prove S.P.T. in foro .....</b>	<b>39</b>
	<b>6.4 Monitoraggio piezometrico .....</b>	<b>41</b>
	<b>6.5 Prove penetrometriche dinamiche .....</b>	<b>42</b>
	6.5.1 Caratteristiche delle prove .....	42
	6.5.2 Profondità raggiunta dalle prove e livelli litotecnici determinati.....	43
	<b>6.6 Analisi geotecniche di laboratorio.....</b>	<b>45</b>
	6.6.1 Analisi granulometriche.....	46
<b>7</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO DEL SITO .....</b>	<b>47</b>
	<b>7.1 Caratterizzazione stratigrafica .....</b>	<b>47</b>
	<b>7.2 Parametrizzazione geotecnica .....</b>	<b>51</b>
	7.2.1 Premessa tecnica .....	51
	7.2.2 Correlazioni geotecniche.....	53
	7.2.3 Attribuzione dei parametri .....	58
<b>8</b>	<b>MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO .....</b>	<b>63</b>
	<b>8.1 Premessa .....</b>	<b>63</b>



---

8.2	Assetto idrostratigrafico .....	64
8.3	Soggiacenza della falda.....	65
8.4	Dati di bibliografia.....	67
<b>9</b>	<b>RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO .....</b>	<b>69</b>
9.1	Zona sismica .....	69
9.2	Parametri sismici puntuali .....	70
9.3	Risposta sismica locale.....	71
9.4	Amplificazione stratigrafica .....	73
9.5	Amplificazione topografica .....	74
9.6	Adeguatezza del sito di costruzione .....	74
9.7	Adeguatezza del terreno di fondazione.....	75
9.7.1	Liquefazione.....	75
<b>10</b>	<b>SINTESI DELLE CRITICITÀ DEL SITO .....</b>	<b>79</b>
<b>11</b>	<b>INDICAZIONI TECNICHE.....</b>	<b>80</b>
11.1	Impianto fondazionale.....	80
11.2	Prescrizioni di carattere idraulico .....	81
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>82</b>



## 1 PREMESSA

Su incarico della società Eurocost s.r.l. è stata eseguita la presente indagine geologico-geotecnica a supporto del progetto di capannone a destinazione produttiva artigianale sul lotto di ambito di trasformazione ATP2 (ex ATR\_8) distinto coi numeri di mappa 235, 5741, 10586 sito in via Lobbia Alta – località Pizzo nel comune di Costa Volpino (Bergamo).

L'indagine, in particolare, si rende necessaria in aderenza alle disposizioni normative in capo a:

- **L.R. 11 marzo 2005 n. 12** e rispettivi criteri attuativi definiti con D.G.R. 22/12/05, n. 8/1566 *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”* e s.m.i.
- **D.M. 14 gennaio 2008** *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”* (pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n. 30) e s.m.i.
- **Norme Geologiche di Piano del P.G.T.**



## 2 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

L'intervento di competenza dell'indagine geologica consiste nella realizzazione di due capannoni ad uso produttivo artigianale in via Togliatti, uno avente pianta a L e l'altro pianta rettangolare.

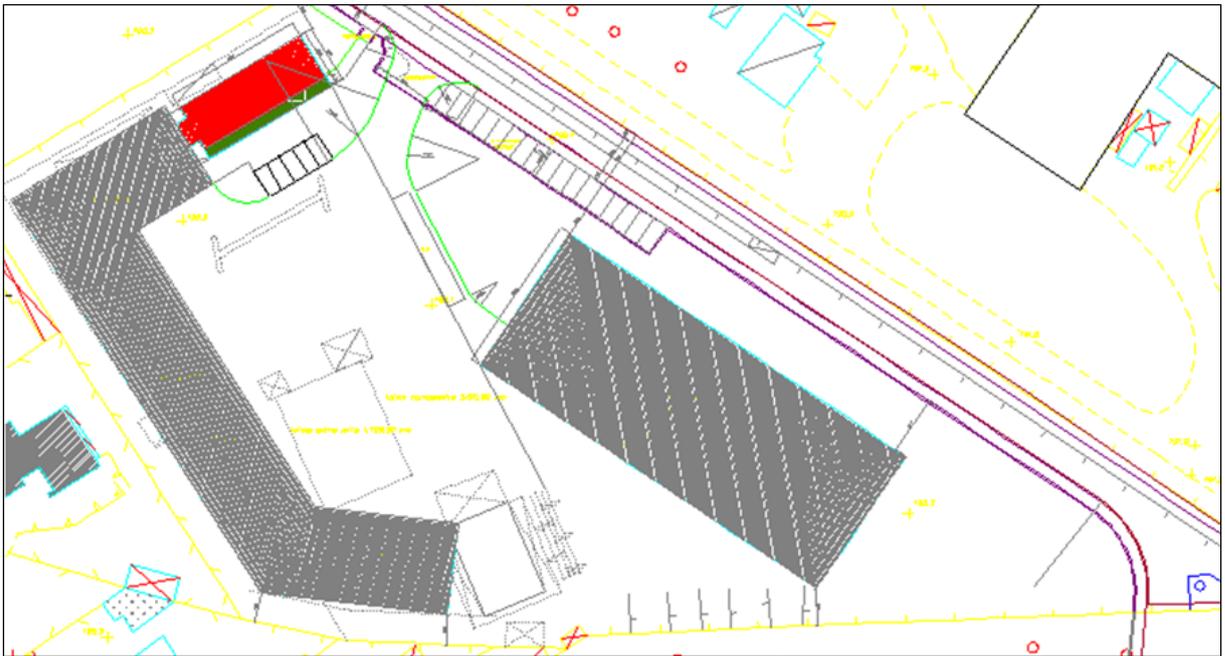


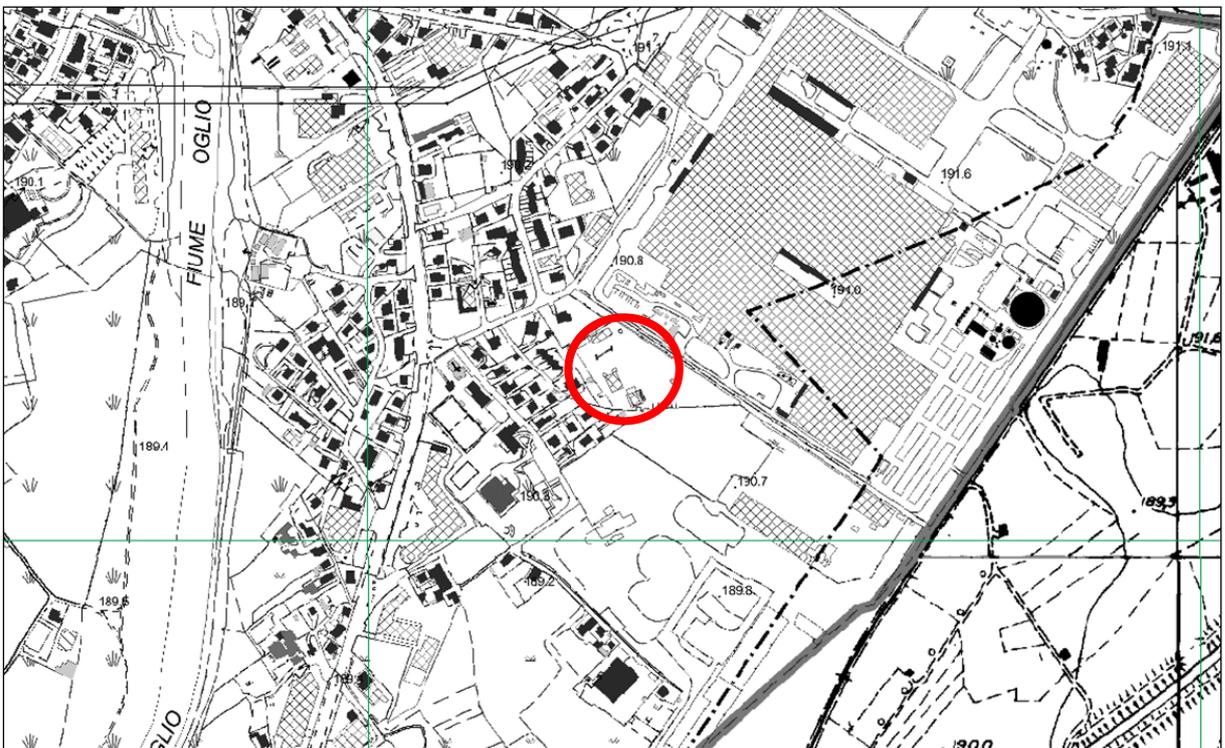
Figura 1 – Planimetria di progetto, in grigio le strutture di nuova realizzazione

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di progetto è sita nel territorio comunale di Costa Volpino, ed in particolare in Via Togliatti.

La quota di riferimento è di circa 190 m s.l.m. circa.

L'esatta ubicazione dell'area è visibile nello stralcio di C.T.R. in figura.



**Figura 2 - Corografia dell'area di studio**  
**Indicata in rosso l'area di intervento**



## 4 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

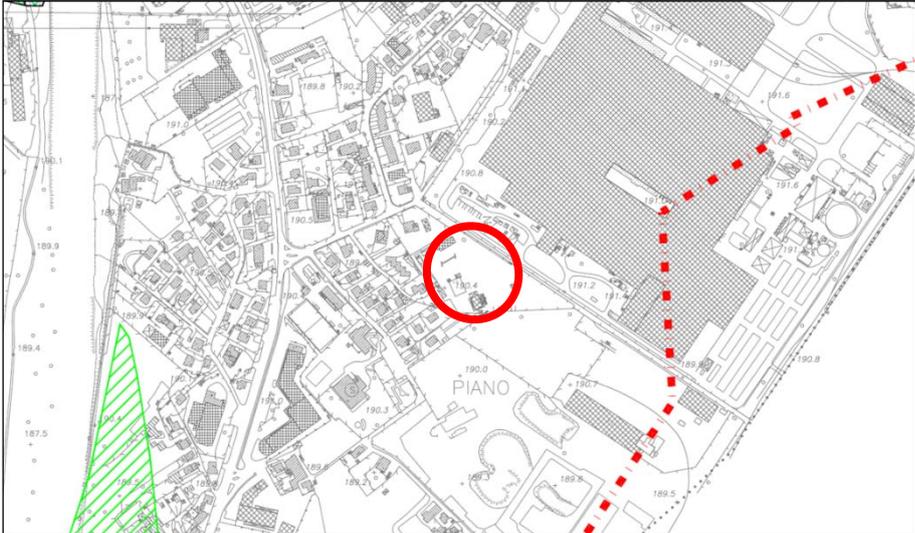
### 4.1 *Disamina degli strumenti*

Al fine di individuare gli eventuali ambiti di criticità e/o gli eventuali vincoli geologici presenti nell'area di studio, sono stati considerati alcuni strumenti normativi di riferimento, nelle versioni disponibili al momento della redazione del presente documento. In particolare, in questo caso sono stati consultati:

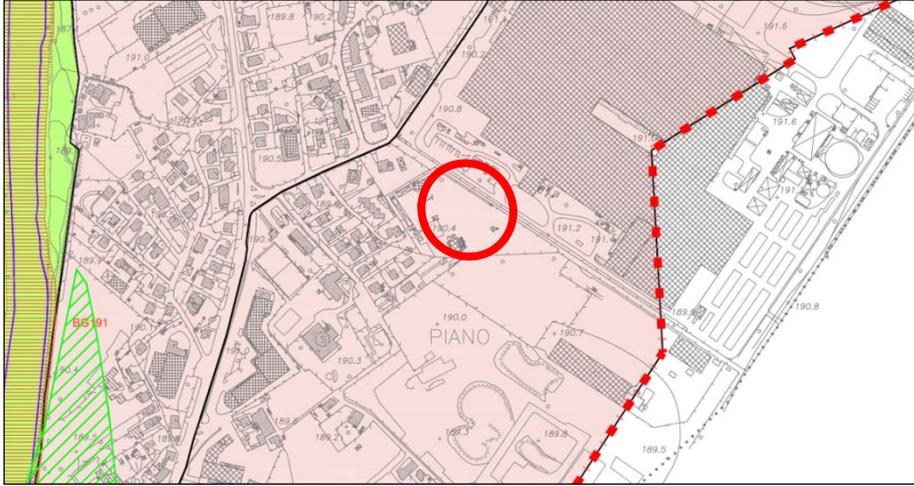
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio comunale:
  - quadro del dissesto P.A.I.
  - vincoli geologici
  - fattibilità geologica delle azioni di piano
  - carta della pericolosità sismica locale
- Studio del Reticolo Idrico Minore
- Direttiva alluvioni

Nelle pagine seguenti si allegano gli stralci cartografici degli strumenti consultati, indicando gli ambiti di criticità o i vincoli con cui l'area eventualmente interferisce.

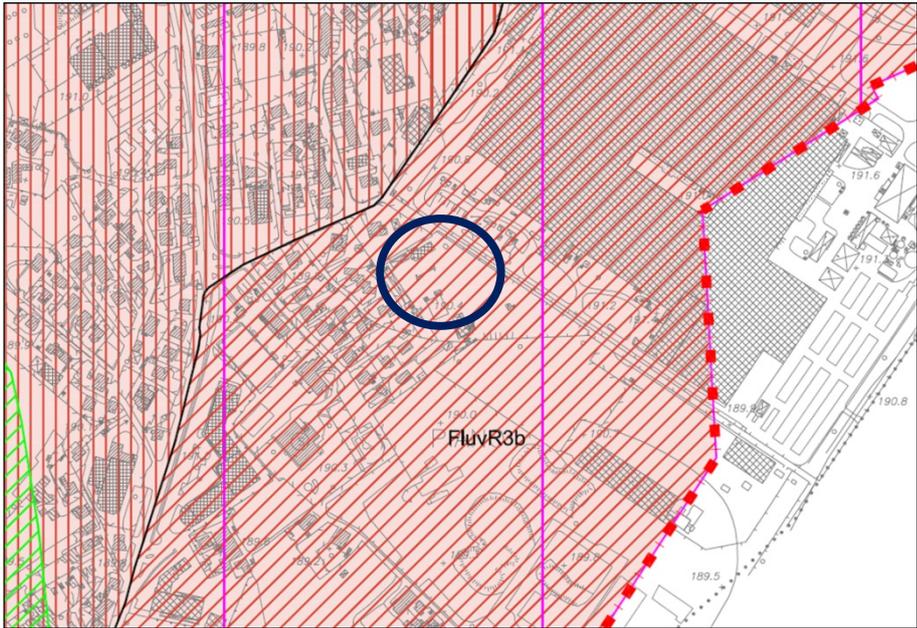


<b>STRUMENTO</b>	<b>Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. del P.G.T. Comunale</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti Maggio 2016
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI NELLA TAVOLA DEL PGT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dissesti del P.A.I.</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	-
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-

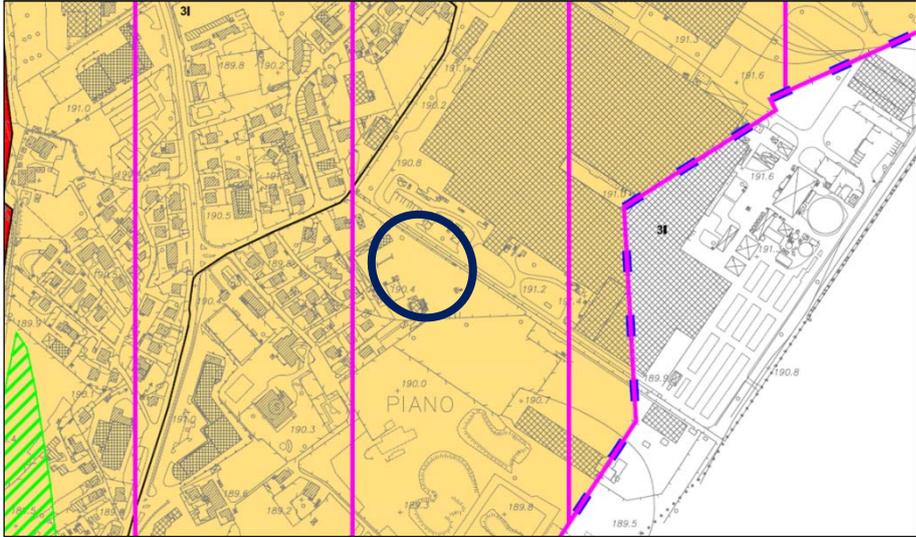


<b>STRUMENTO</b>	<b>Carta dei Vincoli del P.G.T. comunale</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti Maggio 2016
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI NELLA TAVOLA DEL PGT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissesti del P.A.I.</li> <li>• Vincolo di polizia idraulica</li> <li>• Aree di salvaguardia sorgenti idropotabili</li> <li>• Fasce fluviali</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C</li> </ul>
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-

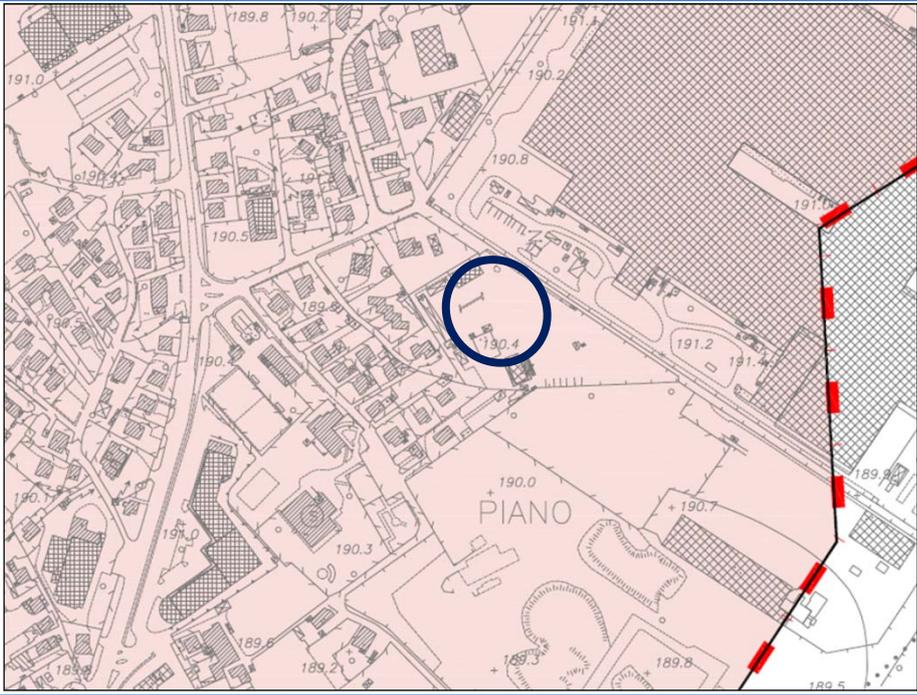


<b>STRUMENTO</b>	<b>Carta di Sintesi del P.G.T. comunale</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti maggio 2016
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI NELLA TAVOLA DEL PGT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambiti di criticità geologica e idraulica</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FluvR3b: area ricadente nel limite di progetto tra fascia B e fascia C (R3b)</li> </ul>
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-

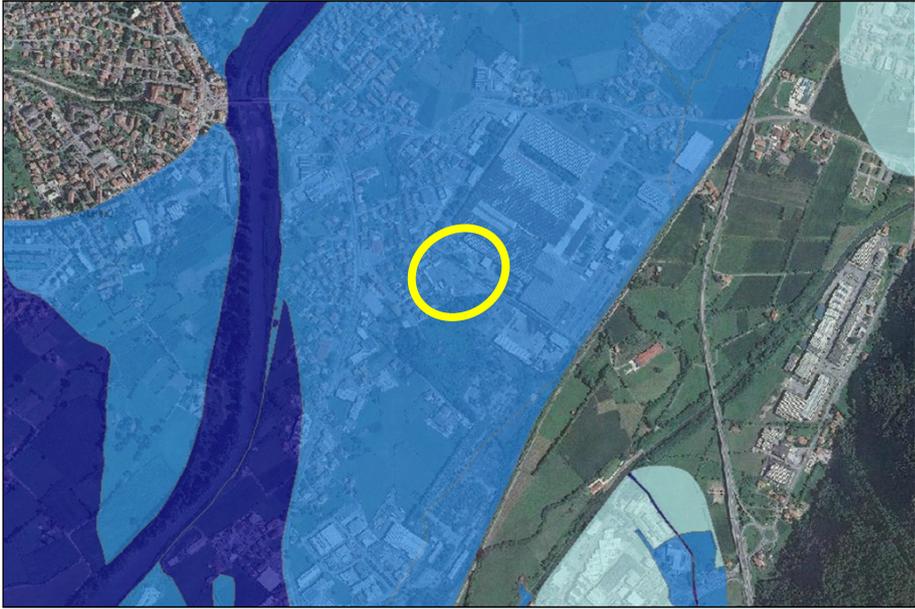


<b>STRUMENTO</b>	<b>Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano del P.G.T. comunale</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti Marzo 2013
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classi di fattibilità geologica</li> <li>• Pericolosità sismica locale</li> </ul>
 <p>The map displays a geographical area with various zones. A central area is circled in blue and labeled '3I'. To the left, there is a green hatched area. To the right, there is a pink hatched area. The map also shows contour lines and other geographical features.</p>	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classe 3I (<i>area con consistenti limitazioni, aree comprese nel territorio delimitato come limite di progetto tra la fascia B e la fascia C (zona R3b).</i>)</li> <li>• Aree in cui il fattore Fa calcolato è superiore a quello di soglia della normativa nazionale</li> </ul>
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-



<b>STRUMENTO</b>	<b>Studio del Reticolo Idrico Minore</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti novembre 2015
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reticolo Idrico</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	-
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-



<b>STRUMENTO</b>	<b>Direttiva Alluvioni</b>
<b>AUTORE</b>	Regione Lombardia 2015
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambiti di criticità idraulica</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	Pericolosità RSCM scenario poco frequente (M)
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI MARGINALMENTE</b>	-
<b>NOTE</b>	-



## 4.2 Considerazioni sulla fattibilità dell'opera

Il sito d'indagine è posto nel fondovalle del Fiume Oglio, ricade così negli ambiti di progetto per le fasce fluviali in ambito FluvR3b riferito al limite di progetto tra le fasce FluvB e FluvC. Pertanto, l'area viene inserita nella classe di fattibilità 3I la quale prevede, per le nuove edificazioni, la possibilità di messa in opera limitata in funzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche.

Le Norme Geologiche di Piano del P.G.T. di Costa Volpino per la classe 3I prevedono quanto segue:

### **Sottoclasse 3I: aree comprese nel territorio delimitato in zona R3b**

*In generale per questa classe valgono le normative relative alla Classe di Fattibilità 3 così come riportate nella D.g.r. 30/11/2011 n. IX/2616.*

*Le relazioni geologiche redatte per eventuali interventi ricadenti in questa sottoclasse dovranno comprendere obbligatoriamente quanto di seguito riportato:*

- *Rilievo topografico di dettaglio dell'area di intervento e di un suo ragionevole intorno (in funzione del tipo di problematica da approfondire).*
- *Esecuzione di indagini dirette e/o indirette in sito (ad esempio prove penetrometriche, sondaggi, geofisica, ecc.), da estendersi anche ad un ragionevole intorno dell'area (in funzione della tipologia degli interventi, della loro dimensione, area di influenza e della presenza di eventuali fenomeni geomorfologici). La tipologia e il numero di indagini geognostiche dovranno essere scelti dal professionista, valutando di volta in volta il volume significativo di sottosuolo da indagare in base alle caratteristiche degli interventi previsti. Ove ritenuto opportuno, le indagini in sito dovranno essere integrate anche con adeguate prove di laboratorio.*
- *Valutazione di dettaglio dell'assetto idrogeologico del sottosuolo (soggiacenza della falda, geometria degli acquiferi, permeabilità dei terreni, direzioni di flusso sotterraneo, ecc.), ricavato da dati bibliografici e, ove possibile, da indagini dirette (ad esempio, monitoraggio piezometrico).*



- *Inquadramento generale dell'area di intervento e di un suo ragionevole intorno, con indicazione delle eventuali criticità di ordine geologico, geomorfologico e idrogeologico.*
- *Ricostruzione delle caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni, con l'indicazione dei principali parametri geomeccanici delle rocce e/o dei terreni di intervento.*
- *Se richiesto dalla tipologia di intervento, valutazione della capacità portante e dei cedimenti dei terreni di fondazione sia per fondazioni superficiali che profonde.*
- *Esaustive indicazioni tecniche circa le modalità di sbancamento, l'eventuale adozione di opere provvisoriale di sostegno per gli scavi e quant'altro sia necessario per l'esecuzione delle opere in condizioni di sicurezza, la realizzazione delle eventuali opere di drenaggio.*
- *Valutazione dell'efficacia del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e sotterranee previsto dal progetto e della sua compatibilità con le condizioni geomorfologiche e idrogeologiche locali.*
- *Valutazione dell'effettivo stato di attività degli eventuali dissesti presenti nell'area e della loro compatibilità con gli interventi di progetto.*
- *Sulla base delle risultanze delle indagini svolte, valutazione e proposta degli interventi di mitigazione del rischio eventualmente necessari. Indicazione degli accorgimenti tecnico-costruttivi necessari per il superamento delle criticità geologico-geotecniche riscontrate e per lo svolgimento dei lavori in condizioni di sicurezza.*

*Entrando nelle specifico, occorrerà tenere conto anche delle seguenti prescrizioni.*

#### **Nuovi edifici**

1. *Le superfici abitabili, le aree sedi dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali dovranno essere realizzati ad una quota superiore di 1.0 metri rispetto al valore medio della quota presente al piano campagna nell'ambito di intervento, ed eventualmente in un suo ragionevole intorno.*
2. *Eventuali locali interrati o seminterrati dovranno essere muniti di perimetro di salvaguardia idraulica, costituito da dispositivi permanenti costituenti sbarramento alle acque fino ad almeno alla quota di allagamento, che dovrà essere ben*



*rappresentato e specificato sulle tavole progettuali. Gli accessi dovranno essere comunque posizionati nella parte opposta dell'eventuale direzione del flusso della corrente.*

- 3. Le disposizioni dei nuovi edifici dovranno essere realizzate in modo tale che il lato più lungo sia disposto parallelamente all'andamento del fiume. Per edifici di grandi dimensioni*
- 4. Le aperture principali dei nuovi edifici dovranno collocarsi dal lato opposto relativamente al corso d'acqua (Lato EST) o al massimo verso il lato di valle rispetto all'andamento del Fiume Oglio.*
- 5. Dovrà essere limitato allo stretto necessario la realizzazione di porte finestre soprattutto sui prospetti rivolti verso il Fiume e verso la direzione perpendicolare al deflusso della corrente.*
- 6. Le costruzioni e le opere accessorie (recinzioni, ecc..) dovranno essere realizzate in modo da favorire il deflusso delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.*
- 7. Dovrà essere prodotta un'approfondita relazione geotecnica per il dimensionamento delle fondazioni. Tale relazione deve tenere conto delle eventuali pressioni idrostatiche presenti nel sottosuolo. Il piano di posa delle fondazioni dovrà collocarsi comunque sotto la quota del piano campagna originario.*
- 8. Dovranno eventualmente essere previste opere di difesa delle fondazioni superficiali al fine di scongiurare l'innesco di fenomeni erosivi.*
- 9. Nei terreni coesivi dovrà necessariamente essere adottato l'utilizzo di fondazioni profonde per limitare il fenomeno di cedimento e/o rigonfiamento dei suoli.*
- 10. Per la realizzazione delle murature di elevazione, almeno per i primi due metri fuori terra rispetto al piano campagna originario, dovranno essere utilizzati materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua e possibilmente impermeabili (esempio composti impermeabili, guaine bituminose, malte speciali ecc..).*

### **Edifici esistenti**

*Nella fascia R3b sono consentite le opere di cui alla legge regionale 12/05 art.27 comma 1, lettere a), b), c) e d).*



*L'approfondimento geologico – geotecnico si renderà necessario quando l'intervento di ristrutturazione risulti significativo rispetto all'esistente, e la decisione in tal senso, sarà presa del tecnico responsabile del procedimento che, a suo insindacabile giudizio, valuterà l'opportunità o meno della presentazione dello studio. Gli interventi che riguardano il piano terra e le fondazioni dovranno comunque essere accompagnati dall'approfondimento e dovranno comunque tenere conto, ove possibile, degli accorgimenti costruttivi indicati nel documento "Edifici in aree a rischio di alluvione – Come ridurre la vulnerabilità".*

*L'ufficio tecnico comunale, nello spirito di restare in sintonia con gli obiettivi di tutela previsti per questa fascia, valuterà la congruità del progetto presentato e potrà richiedere tutti quei cambiamenti che si possono rendere necessari, al fine di raggiungere un livello di sicurezza accettabile.*

Gli approfondimenti geognostici del caso sono stati eseguiti e sono descritti nella presente relazione, anche in virtù della tipologia di opera: studio geologico generale, rilevamenti e sopralluoghi di campagna, recupero di indagini geologiche eseguite in terreni prossimali al sito di progetto, esecuzione di nuove indagini geognostiche, valutazioni puntuali circa la sismicità del sito.



## 5 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

### 5.1 Inquadramento geomorfologico

Il sito è posto nella bassa Valle Camonica, nei pressi dell'estremità settentrionale del Lago d'Iseo, per la precisione nella piana alluvionale recente del Fiume Oglio, in sponda idrografica sinistra.

Il territorio di Costa Volpino è suddivisibile, sia geologicamente che morfologicamente, in due settori predominanti: il settore nord-ovest, occupante la maggior parte del territorio comunale, costituito dal versante idrografico destro della Valle Camonica, è caratterizzato da morfologie di natura glaciale antica e di natura gravitativa recente. La porzione meridionale, prossima alla sponda settentrionale del Lago D'Iseo, è caratterizzata dalla piana valliva costituita da depositi post-glaciali di natura alluvionale.

Il principale agente modellante della Valle Camonica è sicuramente il Ghiacciaio Camuno, il quale discendeva da monte in direzione sud occupando, durante la sua massima espansione, l'intera valle. La ritirata del fronte glaciale ha determinato la formazione dell'attuale lago (probabilmente in passato anche di dimensioni maggiori) e la deposizione dei depositi fluvio-glaciali alla base dell'attuale deposizione alluvionale. La storia evolutiva del fondovalle non si interrompe con la scomparsa del ghiacciaio, ma prosegue in seno alla dinamica fluviale del fiume Oglio, la quale ha determinato la formazione dell'attuale ampia piana valliva. A completare la morfologia del fondovalle vi sono le forme attribuibili alla dinamica di versante (associazione di dinamica di versante in senso lato e dinamica mista con la formazione degli attuali conoidi).



L'area ove si colloca l'area di progetto si inserisce nella porzione meridionale del territorio, ossia laddove, come descritto, dominano i processi alluvionali, sia del fiume Oglio che del lago Sebino.

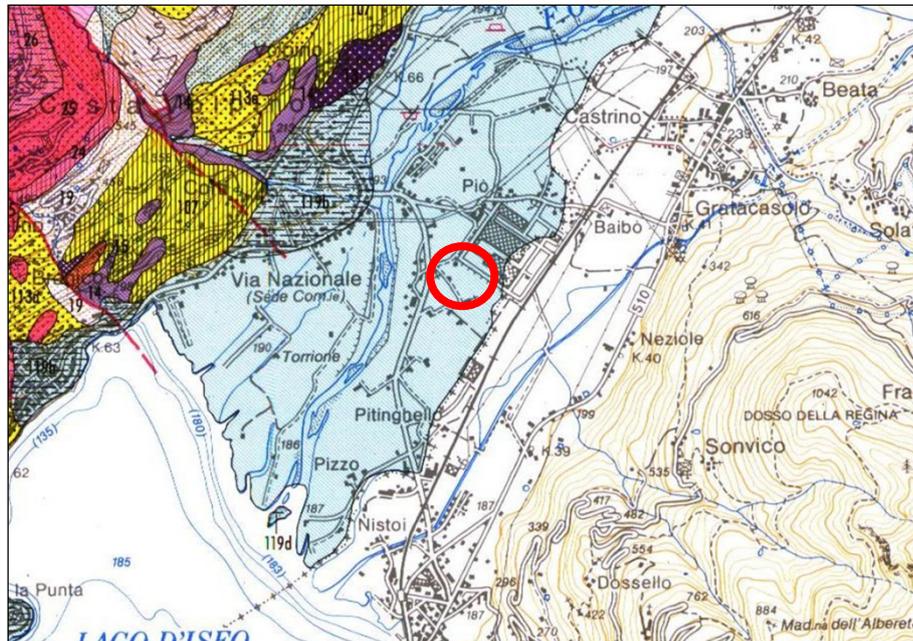
A completare la morfologie attuale è doveroso inserire l'azione antropica, la quale ha profondamente modellato sia il versante che il fondovalle, soprattutto tramite le opere di regimazione delle acque superficiale, come dimostrano i vari canali, spesso di dimensioni ridotte, che solcano la piana valliva Camuna. In generale, l'impronta antropica dell'area è elevata, a causa dell'elevata urbanizzazione.



## 5.2 Inquadramento geologico

L'area oggetto di studio è caratterizzata da depositi superficiali quaternari ascrivibili alla dinamica alluvionale del principale corso d'acqua della zona, il Fiume Oglio.

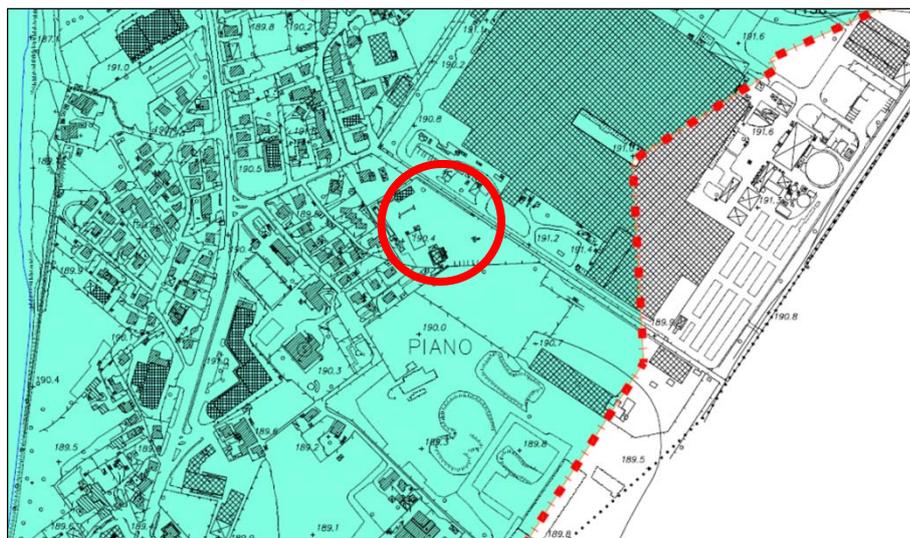
L'area di intervento, osservando la Carta Geologica della Provincia di Bergamo, è posta su depositi fluviali quaternari appartenenti all'Unità Postglaciale (119c<sup>1</sup>), ora ridefinita Sintema del Po.



**Figura 3 - Stralcio della Carta Geologica della Provincia di Bergamo, in rosso è evidenziata l'area oggetto di studio**

<sup>1</sup> Numerazione della Carta Geologica della Provincia di Bergamo.

A conferma di quanto scritto sopra secondo la Carta Geologica del P.G.T. comunale (Dott. Geol. Diego Marsetti, ottobre 2013), l'area di intervento ricade sull'unità stratigrafica nota come Unità postglaciale - depositi alluvionali (119c).



**Figura 4 - Stralcio della Carta Geologica del P.G.T. comunale  
(Dott. Geol. Diego Marsetti, ottobre 2013)  
Indicata in rosso l'area di progetto**

Dal punto di vista tettonico, in corrispondenza del sito di intervento, non vi sono lineamenti strutturali tali da interferire direttamente con le opere.

## **Descrizione delle unità**

### **Unità Postglaciale (119)**

*Definizione* - Ghiaie da fini a grossolane con matrice sabbiosa, a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati; argille: depositi alluvionali.

Limi e argille; limi organici scuri; torbe: depositi lacustri, palustri e di torbiera.

Superficie limite superiore caratterizzata da: Entisuoli, Inceptisuoli e Alfisuoli poco espressi.

*Litologia* - I depositi dell'Unità Postglaciale presentano caratteristiche differenti a seconda del settore, montano o di pianura, in cui si trovano.

Depositi alluvionali (119c): sono localizzati lungo le aste dei corsi d'acqua, a carattere sia effimero che perenne e sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa, sabbie anche con ciottoli, ghiaie ben selezionate. Le ghiaie sono in prevalenza a supporto clastico e ciottoli ben arrotondati; ovviamente nei corsi d'acqua minori e nelle aree di alimentazione la maturità tessiturale del sedimento è minore. In questi depositi, organizzati in corpi sia lenticolari che stratoidi, si osservano strutture sedimentarie dovute all'azione di corrente, quali ciottoli embricati, laminazioni oblique a basso angolo, laminazione incrociata. I clasti rispecchiano i litotipi affioranti nel bacino a monte.



### 5.3 Inquadramento idrografico e idrogeologico

L'elemento idrografico più significativo nell'area di intervento è il Fiume Oglio, che si immette nel Lago d'Iseo appena a sud-ovest dell'abitato di Costa Volpino.



**Figura 5 - Stralcio della Carta Idrografica e Idrogeologica del P.G.T. comunale  
(Dott. Geol. Diego Marsetti, ottobre 2013)  
Indicata in rosso l'area di progetto**

Oltre all'Oglio, vi sono, sul territorio comunale, alcuni canali, o rogge, di natura antropica a redistribuzione dell'acqua sul territorio comunale, sia a scopo di utilizzo sia a scopo di regimazione del fiume.

Dal punto di vista idrogeologico, vi è la presenza nelle immediate vicinanze di un pozzo ad uso domestico in uso. Non vi sono altri elementi in prossimità.



L'assetto idrogeologico, stando ai dati a disposizione, prevede la presenza di falda acquifera a poca profondità dal piano di campagna (circa 3,00 m), senz'altro legata al subalveo del Fiume Oglio e del lago.

Il sito in oggetto si colloca entro terreni a *permeabilità da elevata a buona* ( $k > 10^{-2}$  cm/sec).

Una più dettagliata disamina degli aspetti idrogeologici del sito è contenuta nel Capitolo 8 (*Modello idrogeologico del sito*).



## 6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

### 6.1 Premessa

Per la caratterizzazione dei terreni oggetto di intervento, finalizzata a delineare l'assetto stratigrafico e le caratteristiche litotecniche dei terreni interessati dal progetto, sono state eseguite le seguenti indagini:

CODICI	TIPOLOGIA	NUMERO	CARATTERISTICHE
S	Sondaggi	3	Meccanici a carotaggio continuo con prove S.P.T., installazione di piezometro e prelievo di campioni
SPT	Prove S.P.T. in foro	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 nel sondaggio S1,</li> <li>• 2 nel sondaggio S2,</li> <li>• 4 nel sondaggio S3</li> </ul>
PZ	Monitoraggio piezometrico	2	Nel sondaggio S1 dotato di piezometro mediante freatimetro
C	Prelievi di campioni	4	Eseguiti manualmente dalle cassette di sondaggio, per analisi geotecniche. <ul style="list-style-type: none"> <li>• N°2 nel sondaggio S1</li> <li>• N°1 nel sondaggio S2</li> <li>• N°1 nel sondaggio S3</li> </ul>
PSP	Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)	20	Eseguite con penetrometro pesante Pagani TG 63-100

**Figura 6 – Tabella riassuntiva delle indagini geognostiche eseguite nel sito di progetto**



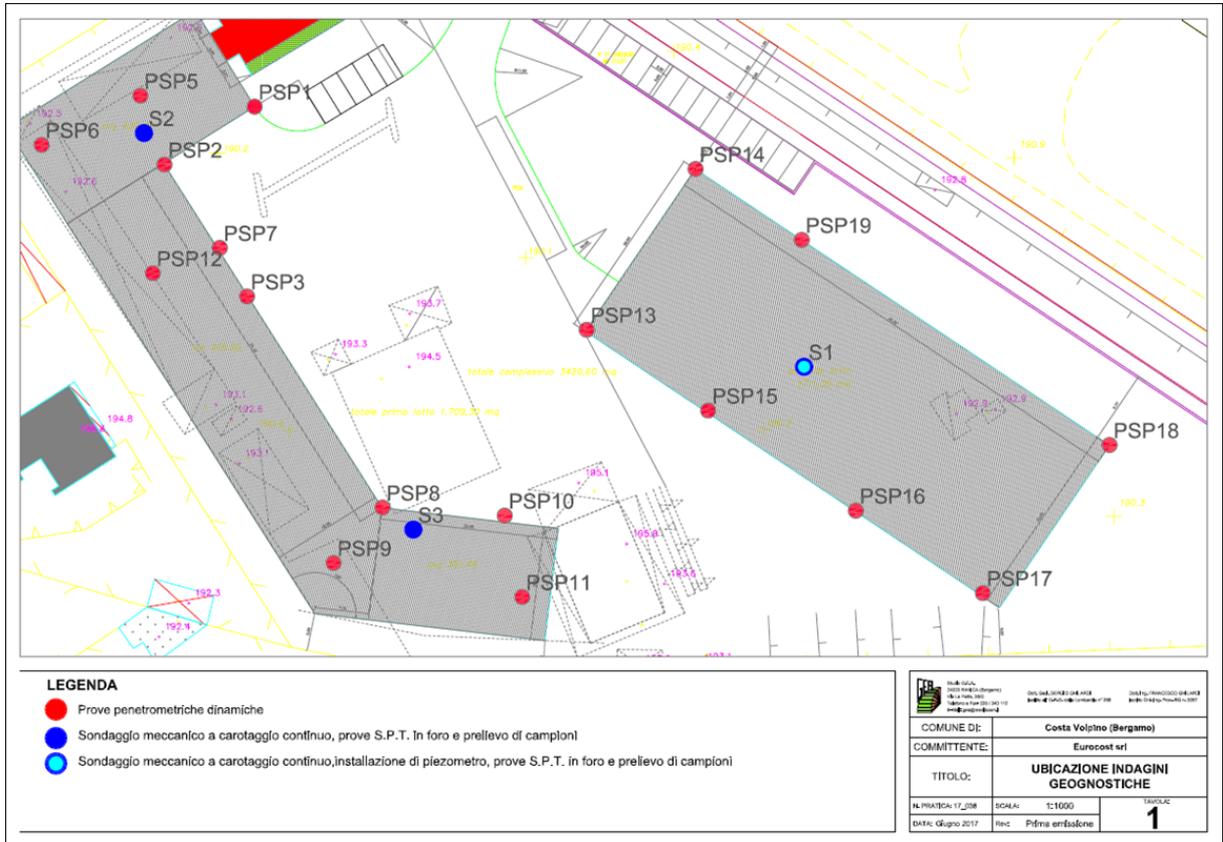


Figura 7 - Stralcio Tavola 1 (Ubicazione indagini geognostiche)



## **6.2 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo**

### **6.2.1 Caratteristiche dei sondaggi**

I sondaggi meccanici a carotaggio continuo consentono una visione diretta del sottosuolo grazie all'estrazione delle carote di terreno o roccia. Si tratta pertanto delle indagini geognostiche più significative per quanto concerne la valutazione stratigrafica e litotecnica dei depositi. Inoltre, i fori di sondaggio vengono utilizzati anche per l'esecuzione di prove S.P.T. e per l'installazione di piezometri, che consentono di effettuare periodiche misure della soggiacenza dell'acqua nel sottosuolo.

In sintesi, sono stati eseguiti n. 3 sondaggi, S1 ed S3 spinti a 15,00 m di profondità, S2 a 8,00 m di profondità dal piano campagna.

Nei fori di sondaggio sono state eseguite:

- n. 4 prove S.P.T. per i sondaggi S1 ed S3,
- n. 2 per il sondaggio S2,
- installazione di un piezometro microfessurato in S1 per il monitoraggio della falda.

Dalle cassette catalogatrici sono stati inoltre prelevati n. 4 (n. 1 da S2 e S3, n. 2 da S1) campioni disturbati di terreno, per le successive analisi geotecniche di laboratorio.

Durante le operazioni di carotaggio è stata utilizzata acqua per l'infissione del rivestimento a mantenimento della stabilità delle pareti del foro e per il raffreddamento e la pulizia degli utensili di taglio.

Nei paragrafi successivi sono allegate le stratigrafie di sondaggio, derivate direttamente dalla descrizione delle carote in cantiere, nonché le fotografie di tutte le cassette catalogatrici.





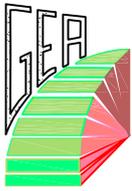
**Figura 8 - Esecuzione del sondaggio S3**

### **6.2.2 Sondaggio S1**

Il sondaggio S1 ha evidenziato la seguente stratigrafia:

0-1.50 m	Riporto terrigeno
1.50-3,00 m	Argilla limoso-sabbiosa con sparsi ciottoli e ghiaia
3,00-4.30 m	Limo argilloso contenente tracce vegetali (torbiera)
4.30-14.50 m	Sabbia a grana da fine a grossolana con intercalati livelli a ghiaia e ciottoli e lenti argillose. Depositi fluviali postglaciali





# STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Sondaggio

Data: 10-05-2017  
 Committente: Filippi Palmino s.r.l.

Località: Costa Volpino (BG)  
 Lavoro: Realizzazione nuovi capannoni

**S1**

Ditta esecutrice: Eurogeo  
 Responsabile sondaggio: Studio G.E.A.

Quota assoluta s.l.m.: 190 m  
 Profondità complessiva: 15 m

Pagina

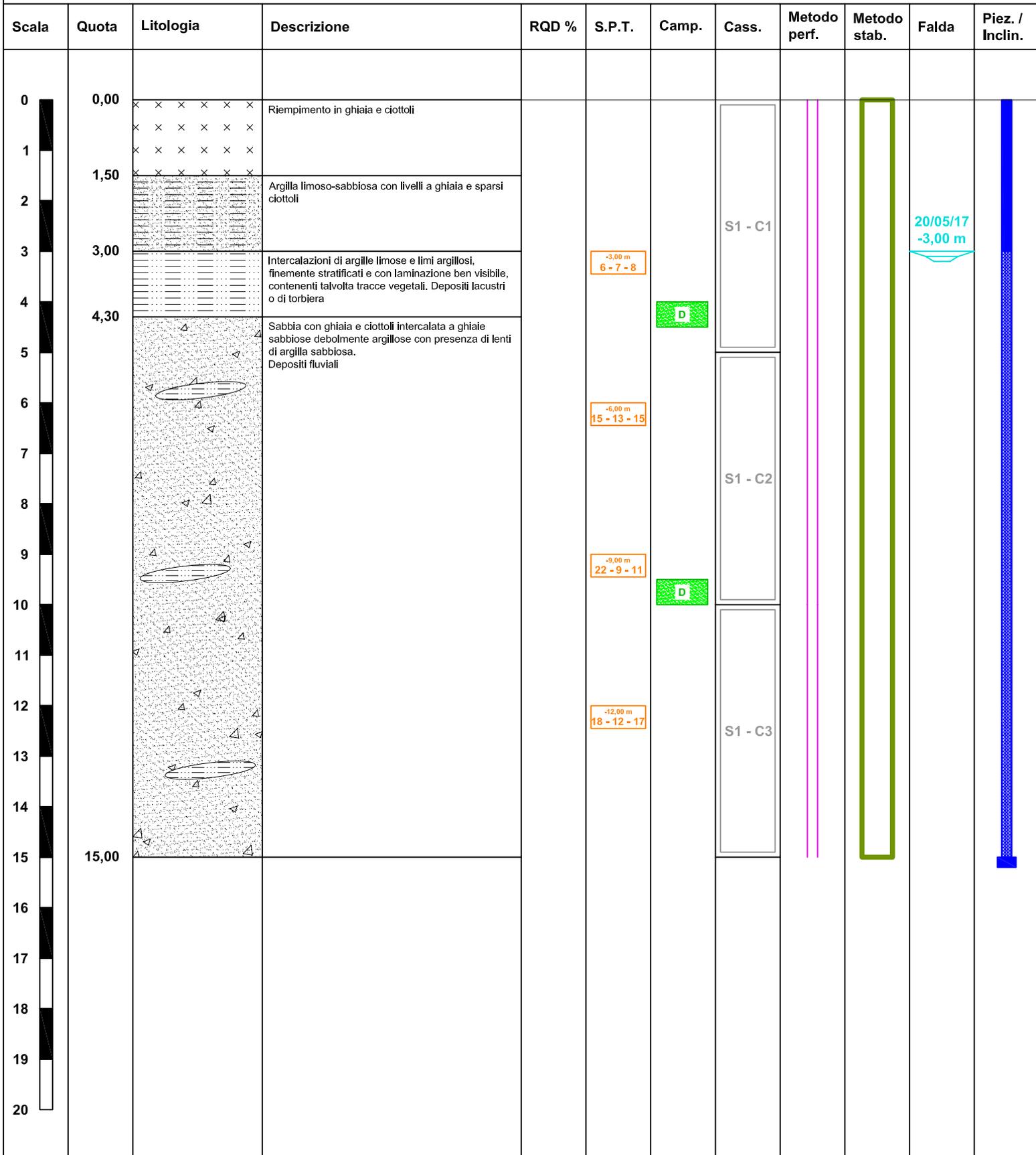
Tipologia di sondaggio: carotaggio continuo  
 Tipologia di sonda: Atlas 5F4

Caratteristiche del sondaggio:

PIEZOMETRO  
 INCLINOMETRO  
 PROVE S.P.T. IN FORO  
 PRELIEVI DI CAMPIONI  
 PROVE DI PERMEABILITÀ

POCKET TEST - VANE TEST  
 LETTURE FREATIMETRICHE  
 VIDEOISPEZIONE IN FORO  
 PROVE GEOFISICHE  
 ALTRE PROVE

**1/1**



**LEGENDA**

Carotiere semplice	Fanghi bentonitici	P.A. Punta aperta	Campione indisturbato	Tubo aperto	Intervallo fenestrato
Carotiere doppio	Rivestimento metallico	P.C. Punta chiusa	Campione disturbato	Casagrande	Chiusura al fondo
Elica continua		R Rifiuto		Elettrico	Inclinometro



Figura 9 - Sondaggio S1 cassetta 1 (0-5 m)



Figura 10 - Sondaggio S1 cassetta 2 (5-10 m)



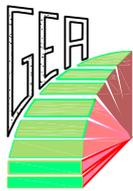
Figura 11 - Sondaggio S1 cassetta 3 (10-15 m)

### **6.2.3 Sondaggio S2**

Il sondaggio S2 ha evidenziato la seguente stratigrafia:

0-1.50 m	Riporto terrigeno
1.50-8.00 m	Ghiaia con ciottoli in matrice sabbiosa debolmente argillosa, con livelli sabbiosi da centimetrici a decimetrici e lenti d'argilla limosa con ghiaia e sabbia





# STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Sondaggio

Data: 10-05-2017  
 Committente: Filippi Palmino s.r.l.

Località: Costa Volpino (BG)  
 Lavoro: Realizzazione nuovi capannoni

**S2**

Ditta esecutrice: Eurogeo  
 Responsabile sondaggio: Studio G.E.A.

Quota assoluta s.l.m.: 190 m  
 Profondità complessiva: 8 m

Pagina

Tipologia di sondaggio: carotaggio continuo  
 Tipologia di sonda: Atlas 5F4

Caratteristiche del sondaggio:

PIEZOMETRO  
 INCLINOMETRO  
 PROVE S.P.T. IN FORO  
 PRELIEVI DI CAMPIONI  
 PROVE DI PERMEABILITÀ

POCKET TEST - VANE TEST  
 LETTURE FREATIMETRICHE  
 VIDEOISPEZIONE IN FORO  
 PROVE GEOFISICHE  
 ALTRE PROVE

**1/1**

Scala	Quota	Litologia	Descrizione	RQD %	S.P.T.	Camp.	Cass.	Metodo perf.	Metodo stab.	Falda	Piez. / Incl.
0	0,00	×	Riempimento in ghiaia e ciottoli								
1	1,50	×									
2	3,00	<p>Ghiala sabbiosa debolmente argillosa con ciottoli da centimetrici a decimetrici, con livelli di sabbia e lenti argillose compatte debolmente limose con ghiaia. Depositi fluviali</p>					S1 - C1				
3	4,30										
4											
5											
6	8,00										
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

<b>LEGENDA</b>	<b>Metodi di perforazione</b>	<b>Metodi di stabilizzazione</b>	<b>Prove S.P.T. in foro</b>	<b>Prelievi di campioni</b>	<b>Piezometro e inclinometro</b>
	Carotiere semplice	Fanghi bentonitici	<b>P.A.</b> Punta aperta	Campione indisturbato	<b>Tubo aperto</b>
	Carotiere doppio	Rivestimento metallico	<b>P.C.</b> Punta chiusa	Campione disturbato	<b>Casagrande</b>
	Elica continua		<b>R</b> Rifiuto		<b>Elettrico</b>
					<b>Intervallo fenestrato</b>
					<b>Chiusura al fondo</b>
					<b>Inclinometro</b>



Figura 12 - Sondaggio S2 cassetta 1 (0-5 m)



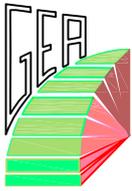
Figura 13 - Sondaggio S2 cassetta 2 (5-10 m)

**6.2.4 Sondaggio S3**

Il sondaggio S3 ha evidenziato la seguente stratigrafia:

0.00-0.50 m	Riporto terrigeno
0.50-3.50 m	Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa, con lenti argilloso-sabbiose con ghiaia
3.50-4.00	Depositi lacustri. Limo debolmente sabbioso, finemente laminato
4.00-15.00	Intercalazioni di ghiaia e sabbia, talvolta debolmente argilloso-limose. Depositi fluviali post-glaciali





# STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Sondaggio

Data: 11-05-2017  
 Committente: Filippi Palmino s.r.l.

Località: Costa Volpino (BG)  
 Lavoro: Realizzazione nuovo capannone

**S3**

Ditta esecutrice: Eurogeo  
 Responsabile sondaggio: Studio G.E.A.

Quota assoluta s.l.m.: 190 m  
 Profondità complessiva: 15 m

Pagina

Tipologia di sondaggio: carotaggio continuo  
 Tipologia di sonda: Atlas 5F4

Caratteristiche del sondaggio:

PIEZOMETRO  
 INCLINOMETRO  
 PROVE S.P.T. IN FORO  
 PRELIEVI DI CAMPIONI  
 PROVE DI PERMEABILITÀ

POCKET TEST - VANE TEST  
 LETTURE FREATIMETRICHE  
 VIDEOISPEZIONE IN FORO  
 PROVE GEOFISICHE  
 ALTRE PROVE

**1/1**

Scala	Quota	Litologia	Descrizione	RQD %	S.P.T.	Camp.	Cass.	Metodo perf.	Metodo stab.	Falda	Piez. / Incl.			
0	0,50		Riporto											
1			Ghiaia sabbiosa debolmente argillosa, a livelli o lenti con maggior concentrazione di frazione argilloso/limosa				S1 - C1							
2														
3	3,50													
4	4,00		Depositi lacustri. Limi ebolmente sabbiosi sottilmente laminali											
5			Intercalazioni i ghiaie sabbiose e sabbie on ghiaia, talvolta debolmente argillose/limose. Depositi fluviali				S1 - C2							
6														
7														
8														
9														
10														
11							S1 - C3							
12														
13														
14														
15	15,00													
16														
17														
18														
19														
20														

<b>LEGENDA</b>	<b>Metodi di perforazione</b>	<b>Metodi di stabilizzazione</b>	<b>Prove S.P.T. in foro</b>	<b>Prelievi di campioni</b>	<b>Piezometro e inclinometro</b>	
	Carotiere semplice Carotiere doppio Elica continua	Fanghi bentonitici Rivestimento metallico	P.A. Punta aperta P.C. Punta chiusa R Rifiuto	Campione indisturbato Campione disturbato	Tubo aperto Casagrande Elettrico	Intervallo fenestrato Chiusura al fondo Inclinometro



Figura 14 - Sondaggio S3 cassetta 1 (0-5 m)



Figura 15 – Sondaggio S3 cassetta 2 (5-10 m)



Figura 16 – Sondaggio S3 cassetta 3 (10-15 m)

### 6.3 Prove S.P.T. in foro

Nei sondaggi S1 ed S3 sono state effettuate n. 4 prove S.P.T in foro, N.2 nel sondaggio S2, le quali hanno fornito i seguenti risultati:

#### SONDAGGIO S1

N. PROVA	PROFONDITÀ [m]	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>SPT</sub>
SPT1_1	3,00	6	7	8	15
SPT1_2	6,00	15	13	15	28
SPT1_3	9,00	22	9	11	20
SPT1_4	12,00	18	12	17	29

Figura 17 - Prove S.P.T. nel foro S1



**SONDAGGIO S2**

N. PROVA	PROFONDITÀ [m]	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>SPT</sub>
SPT2_1	3,00	8	7	8	15
SPT2_2	6,00	12	10	13	23

**Figura 18 - Prove S.P.T. nel foro S2****SONDAGGIO S3**

N. PROVA	PROFONDITÀ [m]	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>SPT</sub>
SPT3_1	3,00	9	7	8	15
SPT3_2	6,00	15	13	15	28
SPT3_3	9,00	18	15	15	30
SPT3_4	12,00	16	15	15	30

**Figura 19 - Prove S.P.T. nel foro S3**

In genere le prove denotano una consistenza medio-buona nei primi 3,00 metri ( $N_{SPT} = 15$ ), seguito da un livello di notevole spessore (oltre la quota di fine manovra) ad addensamento alto ( $N_{SPT} > 25$ ); nel sondaggio S1 si individua a circa 9,00 m un'inversione puntuale dell' $N_{SPT}$  (= 20) probabilmente indice di un livelletto a caratteristiche peggiori.



#### 6.4 Monitoraggio piezometrico

All'interno del foro di sondaggio S1 è stato installato un piezometro microfessurato, ai fini di monitorare l'andamento della falda nel tempo. La prima lettura, eseguita contestualmente alla perforazione del sondaggio, ha dato il seguente risultato:

DATA	SOGGIACENZA [m]
04/05/2017	3,00
20/05/2017	3,00

Ulteriori letture potranno essere eseguite successivamente a titolo di monitoraggio.



## 6.5 Prove penetrometriche dinamiche

### 6.5.1 Caratteristiche delle prove

Le prove penetrometriche dinamiche (PSP1-PSP20) sono state eseguite mediante penetrometro superpesante statico/dinamico Pagani TG 63-100, con maglio del peso di 63,50 kg ed altezza di caduta pari a 75 cm.

I dati tecnici del penetrometro possono essere così riassunti:

Diametro delle aste	: 34 mm
Diametro dei rivestimenti	: 48 mm
Punta conica – diametro	: 50,8 mm
Conicità	: 90°
Peso del maglio	: 63,50 kg
Altezza di caduta (volata)	: 75 cm

Nei tabulati allegati sono riportati:

1. Le tabelle dei numeri di colpi necessari all'avanzamento della punta penetrometrica nel terreno.
2. I diagrammi indicanti il numero dei colpi necessari all'avanzamento della punta penetrometrica.

Per la trattazione teorica dei metodi di calcolo ed interpretazione delle prove penetrometriche si rimanda alla bibliografia specifica.



**6.5.2 Profondità raggiunta dalle prove e livelli litotecnici determinati**

Le profondità esatte raggiunte dalle prove penetrometriche dinamiche sono riassunte nella seguente tabella:

N. PROVA	PROFONDITÀ RAGGIUNTA [m]	PROFONDITÀ ASTE BAGNATE [m]
PSP1	10	1.40
PSP2	10	1.20
PSP3	10	No
PSP4	10	2,40
PSP5	10	No
PSP6	10	3.60
PSP7	10	3.60
PSP8	10	1.80
PSP9	10	No
PSP10	10	3,80
PSP11	10	4.80
PSP12	10	1.80
PSP13	10	2.00
PSP14	10	5.00
PSP15	10	5.00
PSP16	0.20	No
PSP17	10	4.00
PSP18	10	3.00
PSP19	10	3.00
PSP20	0.40	No

**Figura 20 - Profondità raggiunta dalle prove penetrometriche dinamiche**



Le prove si dimostrano molto eterogenee tra loro, spesso con variazioni sostanziali della stratigrafia rilevata anche a pochi metri di distanza.

In prima battuta, è possibile definire una struttura del substrato posta su tre livelli a caratteristiche geotecniche differenti: dal p.c. a massimo 1 metro, le prove hanno riscontrato un'alta resistenza alla penetrazione del terreno, probabilmente a causa di una compattazione antropica.

Il secondo livello, a caratteristiche geotecniche scadenti, è suddivisibile in due porzioni, differenti per genesi, ma non per caratteristiche. Si distingue molto bene una forma tendenzialmente concava del limite tra i due livelli, con il livello a caratteristiche peggiori che circonda in parte quello leggermente migliore. Le geometrie fanno presupporre un'origine antropica.

Il terzo livello, posto da circa 8-9 m dal p.c., è caratterizzato da una sostanziale miglioramento delle caratteristiche geotecniche, senza però arrivare mai al rifiuto.

Di seguito si allegano gli elaborati (tabelle e grafici) delle prove penetrometriche dinamiche.



## **6.6 Analisi geotecniche di laboratorio**

Al fine di caratterizzare in modo più accurato i terreni di fondazione, sono stati prelevati:

N. 2 campioni dal sondaggio S1, alle profondità di (4,00 – 4,50 m), e 9,50 – 10,00 m)

N. 1 campione dal sondaggio S2 alla profondità (4,00-4,50 m),

N. 1 campione dal sondaggio S3 alla profondità (4,00-4,50 m),

I campioni prelevati sono stati sottoposti alle seguenti analisi di laboratorio:

- Analisi granulometrica a umido per setacciatura eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione trattenuta al setaccio ASTM n. 200;
- Analisi granulometrica per sedimentazione eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 200.
- Limiti di Atterberg

I report tecnici delle analisi geotecniche sono allegati alla presente relazione.



**6.6.1 Analisi granulometriche**

Le analisi granulometriche eseguite hanno fornito, in sintesi, i seguenti risultati:

CAMPIONE	PROFONDITÀ	CLASSIFICAZIONE AGI	Ciottoli %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
S1C1	3.50 – 4.00 m	Limo con ghiaia sabbioso	0	26.88	24.53	<b>44.67</b>	3.92
S1C2	9.50 – 10.00 m	Ghiaia sabbiosa	0	<b>74.43</b>	21.11	4.17	0.30
S2C1	4.00 – 4.50 m	Ghiaia sabbiosa	0	<b>83.55</b>	13.22	2.97	0.26
S3C1	3.50 – 4,00 m	Limo sabbioso debolmente argilloso debolmente ghiaioso	0	5.52	22.12	<b>66.52</b>	5.84

**Figura 21 - Sintesi dei risultati delle analisi granulometriche**



## 7 MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

### 7.1 Caratterizzazione stratigrafica

Dalle osservazioni di terreno effettuate, dai risultati delle indagini geognostiche eseguite, dalla consultazione della bibliografia disponibile e dall'esperienza maturata dallo scrivente in terreni prossimali al sito di intervento, è possibile delineare due situazioni stratigrafiche medie distinte:

LIVELLO	PROFONDITÀ	LITOLOGIA	INTERPRETAZIONE
A	0 m ↓ 1	Livello molto addensato Ghiaie, sabbie	Riporto terrigeno compattato
B	1,00 m ↓ Definito per prova	Livello a basso addensamento limi organici	Depositi lacustri e di torbiera
C	1,00 m ↓ Definito per prova	Alternanza di livelli a basso- medio addensamento Ghiaie intercalate a sabbie e argille	Riporto terrigeno non compattato
D	Definito per prova	Alternanza di livelli da medio a ben addensati Ghiaie con livelli argillosi	Depositi alluvionali a medio – alta energia

Figura 22 - Stratigrafia generale



Il primo livello (P), ubiquitario, è costituito da uno orizzonte di natura antropica, in genere ghiaie e sabbie con scarsa argilla, ampiamente rimaneggiato e compattato dal passaggio di mezzi pesanti.

Il secondo livello (A), presente esclusivamente nelle aree non interessate dalla precedente opera di escavazione dell'area di studio, testimonia la presenza di un ristagno d'acqua superficiale con la formazione di una torbiera, con alternati livelli attribuibili a deposizioni alluvionali più grossolane, compatibili con un sistema di sponda lacustre. In genere si sono riscontrati limi ed argille con abbondanza di materiale organico parzialmente decomposto, alternati a lenti di materiale più grossolane quali ghiaie e sabbie

Il terzo livello (B), è costituito da terreno di riporto antropico, proveniente dall'escavazione e successivo riempimento senza una fase di compattazione significativa, principalmente ghiaie sabbiose con argille in matrice.

I livelli A e B sono in relazione tra loro a contatto laterale, mentre alla base si ha sempre il livello più rigido, probabilmente utilizzato come fondo scavo.

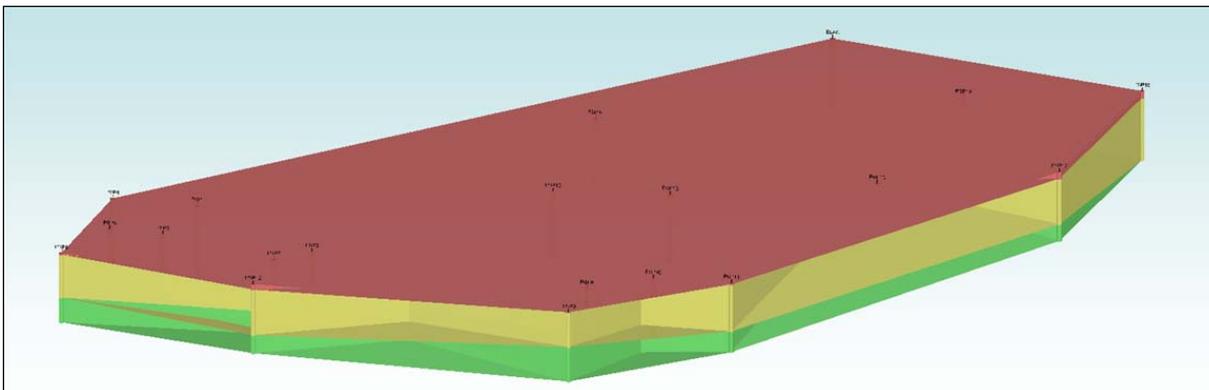
Il quarto livello (C), ubiquitario, è presente in quasi tutte le prove effettuate, e delinea un livello di deposizione alluvionale guidata da passaggi ad alta energia, probabilmente indicanti anche dei paleo alvei laddove la concentrazione delle ghiaie è maggiore. Viene caratterizzato da livelli in ghiaie e sabbie con ciottoli arrotondati sintomo di trasporto fluviale. Quasi totalmente assenti i sedimenti a granulometria inferiore alle sabbie.



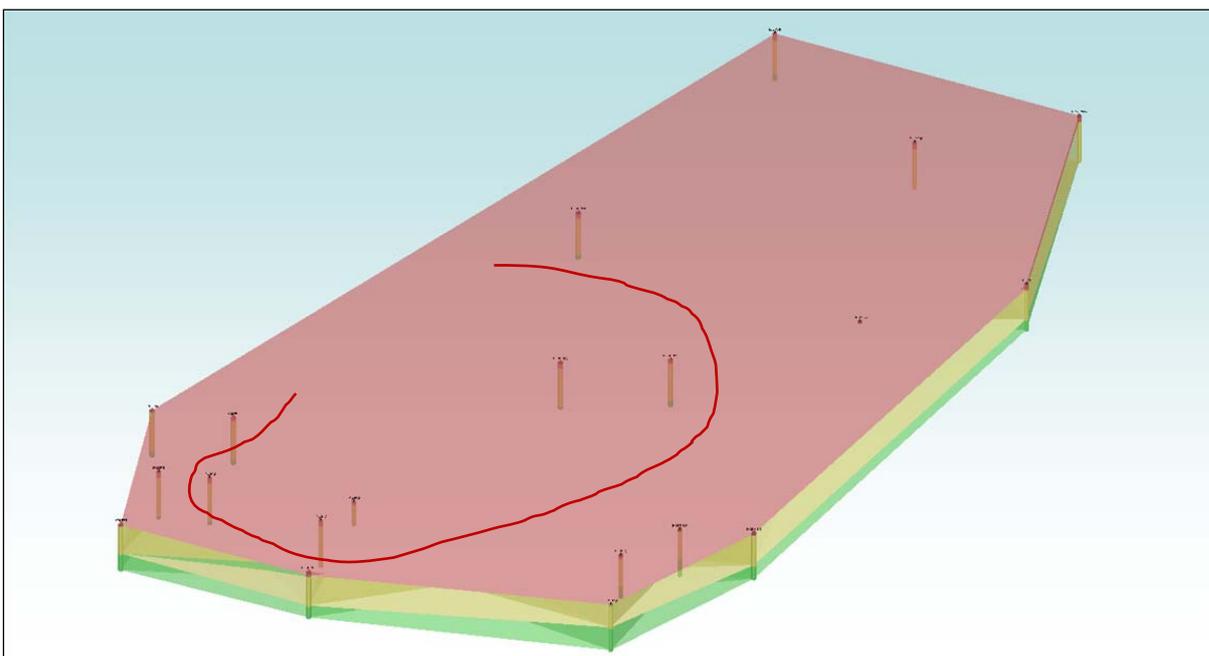
LIVELLO	PSP1	PSP2	PSP3	PSP4	PSP5	PSP6	PSP7	PSP8	PSP9	PSP10	PSP11	PSP12	PSP13	PSP14	PSP15	PSP17	PSP18	PSP19	PSP20
P	0 ↓ 0.4	0 ↓ 0.8	0 ↓ 0.4	0 ↓ 0.2	0 ↓ 0.8	0 ↓ 0.2	0 ↓ 1.0	0 ↓ 0.6	-	0 ↓ 0.2	0 ↓ 0.2	0 ↓ 0.8	0 ↓ 1.0	0 ↓ 1	0 ↓ 0.6	0 ↓ 1.0	0 ↓ 1.0	0 ↓ 1.2	0 ↓ 0.4
A	0.4 ↓ 8.8	-	-	0.2 ↓ 8.8	0.8 ↓ 9.4	0.2 ↓ 6.4	-	0.6 ↓ 6.6	0.0 ↓ 5.0	0.2 ↓ 6.2	0.2 ↓ 7.0	0.8 ↓ 7.4	-	1 ↓ 9.0	-	1.0 ↓ 7.6	-	1.2 ↓ 10	-
B	-	0.8 ↓ 9.2	0.4 ↓ 5	-	-	-	1.0 ↓ 10	-	-	-	-	-	0.4 ↓ 9.4	-	0.6 ↓ 8.6	-	1.0 ↓ 10	-	-
C	8.8 ↓	-	-	8.8 ↓	9.4 ↓	6.4 ↓	-	6.6 ↓	5.0 ↓	6.2 ↓	7.0 ↓	7.4 ↓	9.4 ↓	9 ↓	8.6 ↓	7.6 ↓	-	-	-

Figura 23 - Stratigrafia prova per prova





**Figura 24 - Ricostruzione 3D del sottosuolo nell'area di progetto**  
**MARRONE: livello P    GIALLO: livelli A-B (eteropici)    VERDE: livello C**



**Figura 25 – Ricostruzione 3D del sottosuolo: ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche e probabile limite dell'area di riporto terrigeno**

## 7.2 Parametrizzazione geotecnica

### 7.2.1 Premessa tecnica

L'Eurocodice 7: "Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules", introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura).

L'EC7, al punto 2.4.5.2 2(P), definisce quanto segue:

"Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite"

I punti salienti della definizione sono i seguenti:

- ✓ Stima cautelativa: si tratta di una stima (il vocabolo prende in considerazione l'incertezza esistente in geotecnica dovuta alla notevole variabilità delle proprietà dei depositi nonché all'incertezza dovuta alle informazioni non complete generalmente a disposizione tramite prove in situ e di laboratorio), che deve essere a favore della sicurezza.
- ✓ Valore che influenza l'insorgere dello stato limite: il valore caratteristico è in funzione dello stato limite considerato, ad esempio la rottura del terreno al collasso verticale della fondazione. Se esaminiamo, invece della rottura al collasso verticale, la rottura allo slittamento, il valore del parametro geotecnico sarà generalmente diverso.

Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza.



Si pone in evidenza che l'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici è di natura statistica, anche se questa non è resa obbligatoria per gli stati membri.

**Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.**

1. Una stima cautelativa del valore medio è una selezione del valore medio del limitato insieme dei valori del parametro geotecnico, con un livello di confidenza del 95%.
2. Dove l'analisi riguarda una rottura locale, una stima cautelativa del 'low value' è il 5° percentile.

Occorre considerare tra l'altro se esiste compensazione spaziale o strutturale valutando le fluttuazioni dei parametri.

In sintesi, all'interno di uno strato omogeneo e dello spessore di influenza dello stato limite considerato, valgono le seguenti regole:

- A. Se esiste compensazione spaziale (volume interessato dallo stato limite, o suo spessore in una dimensione, significativamente maggiore della lunghezza delle fluttuazioni nei parametri di resistenza del terreno), allora il valore caratteristico corrisponde al 5° percentile della media ed è generalmente non molto distante dalla media stessa.
- B. Se esiste compensazione strutturale (fondazioni sufficientemente rigide tali da distribuire le sollecitazioni omogeneamente sul terreno), allora il valore caratteristico è lo stesso del precedente caso A.
- C. Se non esiste compensazione strutturale, né compensazione spaziale, allora il valore caratteristico è il 5° percentile della distribuzione statistica del campione, ed è generalmente piuttosto distante dalla media.



### **7.2.2 Correlazioni geotecniche**

Nel caso in oggetto, i dati disponibili derivano dalle prove penetrometriche dinamiche, dalla prova penetrometrica statica, dalle prove S.P.T. in foro di sondaggio e dalle analisi geotecniche di laboratorio.

Per quanto concerne le prove penetrometriche dinamiche, i valori del numero dei colpi è stato trasformato in  $N_{SPT}$ , secondo la procedura di seguito descritta.

#### **7.2.2.1 Correlazione con $N_{SPT}$ delle prove penetrometriche**

Poiché la prova penetrometrica standard (S.P.T.) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{SPT}$  ottenuto con la suddetta prova; pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{SPT}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{SPT}$  è quella riferita alla prova S.P.T.



L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui:

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

Si ricava quindi un coefficiente di correlazione  $N_{SPT}$  pari a:

<b>Coeff. Corr. <math>N_{SPT}</math></b>
<b>1,489 (DPSH)</b>

### **7.2.2.2 Determinazione dei parametri geotecnici**

Una volta eseguita tale trasformazione sono stati stimati i parametri geotecnici di riferimento per gli strati omogenei individuati.

Le correlazioni utilizzate per la stima dei principali parametri sono quelle più adatte al contesto litologico del sito tra le seguenti:



### **7.2.2.3 A - Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Correzione $N_{SPT}$ in presenza di falda**

$$N_{SPT} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{SPT} - 15).$$

$N_{SPT}$  è il valore medio nello strato.

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

#### **Angolo di Attrito**

- ✓ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a profondità < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per profondità < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq).
- ✓ Shioi-Fukuni 1982 (Road Bridge Specification) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (condizioni ottimali per profondità di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- ✓ Shioi-Fukuni 1982 (Japanese National Railway) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- ✓ Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (condizioni ottimali per profondità > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

#### **Modulo di Young ( $E_y$ )**

- ✓ Terzaghi, elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- ✓ Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- ✓ Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.



- ✓ D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- ✓ Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### ***Peso di volume gamma ( $\gamma$ )***

- ✓ Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )***

- ✓ Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 ( $N_{SPT} = 0$ ) a 1,99 ( $N_{SPT} = 95$ ).

### **7.2.2.4 B - Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### ***Coesione non drenata ( $C_u$ )***

- ✓ Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$ , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- ✓ Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.
- ✓ Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- ✓ Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.



**Modulo edometrico-confinato ( $M_o$ )**

- ✓ Stroud e Butler (1975), per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- ✓ Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- ✓ Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

**Peso di volume gamma ( $\gamma$ )**

- ✓ Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )**

Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{SPT} = 0$ ) a 0,545 ( $N_{SPT} = 28$ ).



### 7.2.3 Attribuzione dei parametri

In prima battuta si è deciso di considerare il caso in cui esista la **compensazione spaziale e/o strutturale** per la definizione dei parametri geotecnici. Nel caso in cui le scelte progettuali definitive (dimensione e profondità di posa delle fondazioni ecc.), non permettano di considerare la compensazione spaziale e/o strutturale, i parametri di seguito elencati andranno rivalutati sulla scorta delle nuove condizioni. Per ciascuno dei livelli riconosciuti, si possono considerare i seguenti parametri geotecnici caratteristici, suddivisi per ciascuna prova penetrometrica dinamica eseguita:

#### STRATIGRAFIA NON DISTURBATA DALL'ESCAVAZIONE

LIVELLO	PSP1	PSP4	PSP5	PSP6	PSP8	PSP9	
P	2000	2000	2000	2000	2100	/	$\gamma_{nat}$
	2100	2100	2100	2100	2200		$\gamma_{sat}$
	28	29	27	28	27		$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		c
	-	-	-	-	-		$c_u$
	250	230	180	210	230		$E_E$
A	1600	1600	1700	1500	1600	1550	$\gamma_{nat}$
	1700	1650	1800	1600	1700	1600	$\gamma_{sat}$
	25	24	24	23	24	23	$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c
	0,34	0,60	0,24	0,32	0,37	0,30	$c_u$
	45	85	47	53	43	26	$E_E$
C	1950	2100	2100	2000	2000	2000	$\gamma_{nat}$
	1970	2200	2200	2100	2100	2050	$\gamma_{sat}$
	31	31	30	32	31	30	$\phi$
	-	-	-	-	-	-	c
	-	-	-	-	-	-	$c_u$
	320	420	415	340	434	355	$E_L$



LIVELLO	PSP10	PSP11	PSP12	PSP914	PSP17	PSP19	
P	2000	2000	2100	2000	2100	2100	$\gamma_{nat}$
	2100	2100	2200	2100	2200	2200	$\gamma_{sat}$
	28	27	28	29	30	29	$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c
	-	-	-	-	-	-	$c_u$
	127	180	270	267	198	258	$E_E$
A	1750	1650	1700	1600	1550	1700	$\gamma_{nat}$
	1800	1700	1800	1700	1600	1800	$\gamma_{sat}$
	25	23	24	27	23	26	$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c
	0,28	0,25	0,39	0,40	0,60	0,55	$c_u$
	50	33	44	45	59	70	$E_E$
C	2000	1900	2000	2000	1900	/	$\gamma_{nat}$
	2100	2000	2100	2100	2000		$\gamma_{sat}$
	30	29	31	30	31		$\phi$
	-	-	-	-	-		c
	-	-	-	-	-		$c_u$
	350	330	320	354	290		$E_L$

Figura 12 - Litologie e principali parametri geotecnici caratteristici



## STRATIGRAFIA DISTURBATA DALL'ESCAVAZIONE

LIVELLO	PSP2	PSP3	PSP7	PSP13	PSP15	PSP18	
P	2100	2100	2000	2100	2000	2100	$\gamma_{nat}$
	2200	2200	2100	2200	2100	2200	$\gamma_{sat}$
	31	28	29	27	30	31	$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c
	-	-	-	-	-	-	$c_u$
	150	211	237	199	239	238	$E_E$
B	1700	1600	1650	1700	1800	1600	$\gamma_{nat}$
	1800	1700	1700	1800	1900	1700	$\gamma_{sat}$
	21	22	23	20	21	20	$\phi$
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c
	0,55	0,54	0,50	0,48	0,30	0,47	$c_u$
	63	75	56	70	55	85	$E_E$
C				2000	2000		$\gamma_{nat}$
				2100	2100		$\gamma_{sat}$
				31	30		$\phi$
				-	-		c
				-	-		$c_u$
				370	300		$E_L$

Figura 26 - Litologie e parametri caratteristici

## LEGENDA

$\gamma_{nat}$  = peso di volume naturale in [kg/m<sup>3</sup>]

$\gamma_{sat}$  = peso di volume saturo in [kg/m<sup>3</sup>]

$\phi$  = angolo d'attrito in [°]

c = coesione drenata in [kg/cm<sup>2</sup>]

$c_u$  = coesione non drenata in [kg/cm<sup>2</sup>]

$E_L$  = modulo elastico in [kg/cm<sup>2</sup>]

$E_E$  = modulo edometrico in [kg/cm<sup>2</sup>]



Di seguito, si riassumono i parametri indicando, per ciascuno, il valore minimo e il valore massimo tra quelli determinati, escludendo i valori di eccezione.

Livello	Peso specifico naturale	Peso specifico saturo	Angolo d'attrito	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo edometrico/ elastico
	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
GRANULARE P	2000 – 2100	2100 – 2200	27 – 31	0,00 – 0,10	-	180 – 250 (Ed)
COESIVO A	1500 – 1750	1600 – 1800	23 – 26	0,00 – 0,10	0,24 – 0,55	30 – 50 (Ed)
COESIVO B	1600 – 1800	1700 – 1900	20 – 23	0,00 – 0,10	0,30 – 0,55	55 – 75 (Ed)
GRANULARE C	1900 – 2000	2000 – 2100	29 – 31	non stimata	non stimata	250-400 (EI)

**Figura 12 - Litologie e principali parametri geotecnici caratteristici**



I parametri geomeccanici assegnati ai livelli litotecnici riconosciuti sono stati ricavati dalle correlazioni geotecniche di letteratura applicate alle indagini geognostiche effettuate. I valori di ciascun parametro sono stati scelti tra le correlazioni più adatte allo specifico contesto geologico e geotecnico del sito, e parzialmente rivalutati secondo una stima ragionata e cautelativa.



## 8 MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO

### 8.1 Premessa

L'area si colloca nelle vicinanze del Lago d'Iseo e del Fiume Oglio, nel contesto della piana alluvionale camuna, ed è caratterizzata dalla presenza di falda a bassa profondità dal piano di campagna, come comprovato dal sondaggio e dalle prove penetrometriche eseguite.

È dunque evidente come la falda giochi, in questo caso, un ruolo molto significativo in relazione alle opere di progetto, con particolare riferimento all'interazione con l'impianto fondazionale ed alla possibilità di liquefazione dei terreni (in tal senso cfr. anche Capitolo 9).

Si ritiene quindi indispensabile ricostruire nel modo più preciso possibile non solo l'assetto stratigrafico e geotecnico del sito, ma anche quello idrogeologico.



## 8.2 Assetto idrostratigrafico

L'area si colloca nelle vicinanze del Lago d'Iseo e del Fiume Oglio, nel contesto della piana alluvionale camuna. Si tratta di una zona idrogeologicamente complessa, essendo costituita da una serie di corpi sedimentari quaternari a varia genesi e granulometria (depositi alluvionali e fluvioglaciali grossolani, depositi lacustri fini), spesso eteropici tra loro, influenzata inoltre dalla presenza dell'Oglio e del lago con le relative falde di subalveo, nonché dai versanti montuosi, carsici e con acquiferi in roccia, che recano verso il fondovalle le proprie acque, andando ad alimentare ulteriormente i sedimenti superficiali.

Nella fattispecie del sito, ci si colloca in pieno nella piana alluvionale dell'Oglio, a circa 2 km NNE dal lago. I depositi riscontrati nel sito hanno natura alluvionale e lacustre, con spessori considerevoli. È possibile delineare, alla luce dei dati raccolti, il seguente assetto idrostratigrafico:

LIVELLO	SIGNIFICATO STRATIGRAFICO	SIGNIFICATO IDROGEOLOGICO
A	Riporto antropico compattato	Strato aerato superficiale
B	Torba	Acquitardo
C	Riporto antropico scarsamente compattato	Acquifero
D	Depositi alluvionali a media energia	Acquifero

Figura 27 – Idrostratigrafia del sito



### 8.3 Soggiacenza della falda

La falda è stata determinata nella maggior parte delle indagini geognostiche effettuate. Nella tabella seguente si prospettano le soggiacenze determinate in ciascuna delle investigazioni svolte.

PROVA	SOGGIACENZE RILEVATE	PROVA	SOGGIACENZE RILEVATE
PSP1	1.40 m	PSP13	2,00 m
PSP2	1.20 m	PSP14	5,00 m
PSP3	Falda non rilevata	PSP15	5,00 m
PSP4	2.40 m	PSP16	Falda non rilevata
PSP5	Falda non rilevata	PSP17	4,00 m
PSP6	3.60 m	PSP18	3,00 m
PSP7	3.60 m	PSP19	3,00 m
PSP8	1.80 m	PSP20	3,00 m
PSP9	Falda non rilevata	S1	3,00 m
PSP10	3,80 m	S2	piezometro non inserito
PSP11	4,80 m	S3	piezometro non inserito
PSP12	1,80 m		

**Figura 28 – Soggiacenza della falda rispetto al p.c. nelle varie indagini effettuate**



È evidente come la falda si attesti mediamente attorno ai 3,50 m di profondità dal piano di campagna, con la notevole eccezione delle prove PSP3, PSP5, PSP9 e PSP16, dove l'acqua non è stata determinata. Pare ragionevole supporre che il mancato rinvenimento dell'acqua non sia dovuto ad una effettiva assenza, ma semplicemente ad una questione tecnica legata all'esecuzione delle indagini. Si ricorda, infatti, che le prove penetrometriche hanno un scopo litotecnico e non costituiscono un metodo infallibile nella determinazione della falda, ma forniscono solo un'indicazione di massima in tal senso; in terreni coesivi, infatti, accade spesso che l'acqua non sia immediatamente percepibile nel foro di una prova penetrometrica.

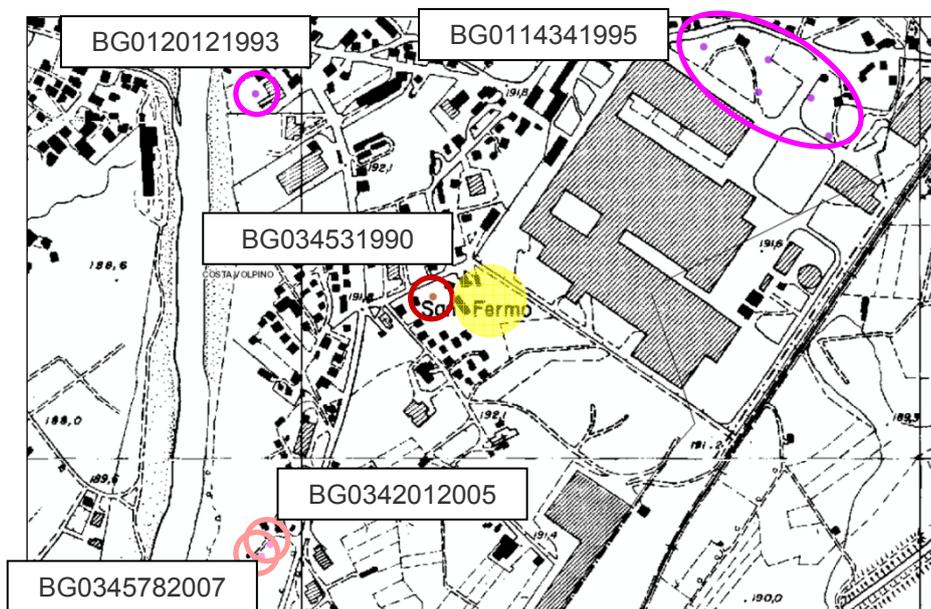
Ai fini progettuali, in ogni caso, la falda è da considerarsi ubiquitaria in tutta l'area e deve essere attentamente considerata.

È altresì indispensabile considerare che, trattandosi di falda di subalveo, può essere soggetta a significative escursioni. Le prove e il sondaggio sono stati eseguiti in un periodo di clima mite e di precipitazioni modeste. In regimi di precipitazione differenti, si verificherà certamente un innalzamento del livello piezometrico, di pari passo con i livelli dell'Oglio e del lago. Cautelativamente, occorre considerare la possibilità che, in casi di eccezionale piovosità, la falda possa avvicinarsi alla superficie topografica.



### 8.4 Dati di bibliografia

A titolo di confronto, sono stati recuperati i dati idrogeologici relativi ad alcuni pozzi individuati nel SITER (Sistema Informatico Territoriale) della Provincia di Bergamo, la cui ubicazione è visibile in figura.



**Tabella 1 - SITER della Provincia di Bergamo**  
**Carta delle piccole derivazioni d'acqua**  
**In giallo l'area di progetto**

Come si evince dalla tabella seguente, le soggiacenze della falda (misurate naturalmente in periodi diversi tra loro e con regimi meteorologici differenti) variano tra -2,00 m e -4,00 m dal p.c.. Dato che i pozzi sono ben distribuiti su tutta la piana dell'Oglio, si ritiene che questi valori possano essere ampiamente rappresentativi dell'assetto piezometrico della zona.

POZZO	SOGGIACENZA
BG0114341995	-3,50 / -5,00 m
BG0120121993	- 4,00 m
BG034531990	n/d
BG0342012005	-3,50 m
BG0345782007	-2,00 m

**Figura 29 – Soggiacenza dei pozzi reperiti nei dintorni del sito d'intervento; il valore -5,00 deve ritenersi anomalo per la presenza del campo di pozzi che, inevitabilmente, abbassa il livello della falde**

A titolo di ulteriore conferma, si cita lo *Studio di valorizzazione dell'ambito perilacuale in località Bersaglio interposto tra il cantiere navale e il corso del Fiume Oglio*, redatto dagli scriventi in collaborazione con l'Arch. Luigino Pirola nel marzo 2008. Questo studio, comprendente una vasta campagna di indagini geognostiche, ha determinato soggiacenze della falda comprese mediamente tra -1,80 m e -3,80 m, con qualche rara eccezione dovuta probabilmente ad anomalie locali.



## 9 RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO

### 9.1 Zona sismica

Il comune di Costa Volpino ricade nella **zona sismica 3**, a cui corrisponde una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso fra 0,05 ( $a_g/g$ ) e 0,15 ( $a_g/g$ ), che si traduce in una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,15 ( $a_g/g$ ) riferita a suoli molto rigidi.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ $a_g/g$ ]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05



## 9.2 Parametri sismici puntuali

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (2008) prevedono l'assegnazione dei valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_C$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche puntualmente per ogni sito considerato.

In prima battuta, ipotizzando di considerare la categoria degli edifici il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali (classe II), i parametri sismici puntuali sono i seguenti:

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T^*_C$ [s]
Operatività (SLO)	30	0,033	2,461	0,201
Danno (SLD)	50	0,042	2,486	0,218
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,107	2,463	0,279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,138	2,484	0,289
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

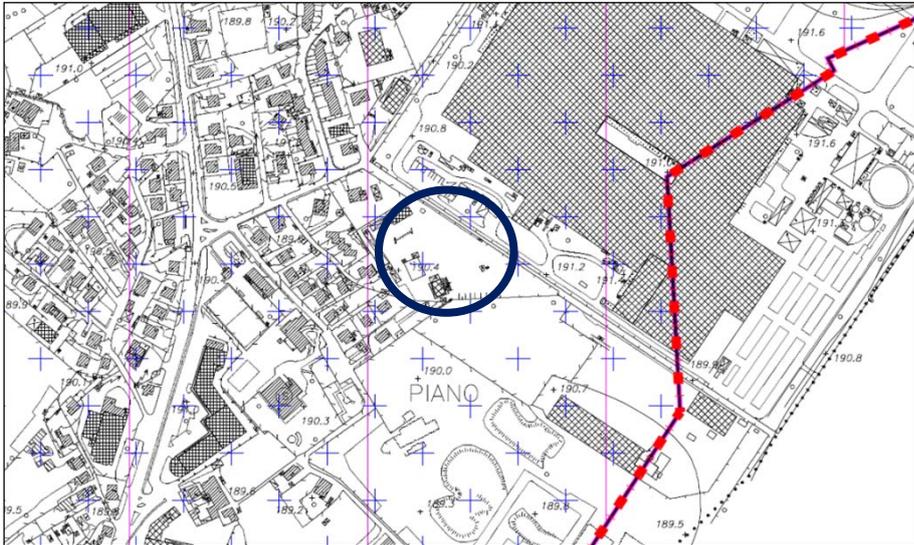

The image shows a satellite view of a residential and industrial area. A red location pin is placed on a large industrial building complex. The map includes standard Google Maps controls like zoom in (+) and zoom out (-) buttons, and a 'Mappa Satellite' toggle at the top left.

Figura 13 - Parametri sismici puntuali per il sito di intervento

Nel caso si dovesse utilizzare una categoria di edificio diversa, i parametri sismici puntuali dovranno essere ricalcolati di conseguenza.



### 9.3 Risposta sismica locale

<b>STRUMENTO</b>	<b>Carta della Pericolosità Sismica Locale del P.G.T. comunale</b>
<b>AUTORE</b>	Dott. Geol. Diego Marsetti ottobre 2013
<b>AMBITI O VINCOLI RAPPRESENTATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ambiti di amplificazione sismica locale</li> </ul>
	
<b>VINCOLI O AMBITI INTERFERENTI COMPLETAMENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Z4a: zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi</li> <li>Area in cui il fattore <math>F_a</math> calcolato è superiore a quello di soglia della normativa nazionale.</li> </ul>



L'area d'intervento ricade ambito di pericolosità sismica Z4a.

In seno al P.G.T. di Costa Volpino sono state eseguite delle indagini Geofisiche al fine di fornire una caratterizzazione di secondo livello. Le indagini, 3 nel fondovalle ed una sul versante, non sono state eseguite in aree limitrofe all'area di progetto. Nonostante ciò, a titolo di raffronto con quanto osservato in fase di indagine sito specifica, le indagini identificate come 2 è stata effettuata sulla sponda idrografica sinistra dell'Oglio, a nord rispetto all'area di progetto, entro la medesima zonazione.

L'indagine n. 2 ha definito il profilo stratigrafico classificandolo come suolo di tipo "C" avente un fattore  $F_a$  superiore a quello di soglia.

Di conseguenza, la normativa non è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica locale. Occorrerà pertanto eseguire un approfondimento di 3° livello sugli effetti litologici, oppure, in alternativa, utilizzare la categoria di suolo peggiore rispetto a quella effettivamente riscontrata.



#### 9.4 Amplificazione stratigrafica

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima  $a_{max}$  attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione  $a_{max} = S_s \cdot a_g$ , dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intende aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante specifiche analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A).

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, sono state definite 7 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione.

In fase di stesura del P.G.T., gli estensori avevano individuato una categoria di suolo di tipo C, con associato un valore di  $F_a$  per l'intervallo 0,1 – 0,5 superiore a quello di soglia nel sito prossimo all'area di studio (Area 2), per i quali si richiederebbe quindi un'analisi al terzo livello in fase progettuale.

I valori soglia per la categoria di suolo D, definiti dalla Regione Lombardia, sono tuttavia sufficienti a tener da conto l'amplificazione sito specifica.

Pertanto, è possibile, viste anche le prove penetrometriche effettuate, definire una categoria di sottosuolo "D"



	0.1 - 0.5	0.5 - 1.5
Fa – Soglia per categoria “D”	2.2	4.2
Fa – P.G.T. Comunale di Costa Volpino	2.1	1.25

**Figura 30 – Confronto tra i valori di Fa in sito ed i riferimenti di soglia per la categoria di suolo D**

### 9.5 Amplificazione topografica

Occorre inoltre definire la componente morfologica di ciascun sito, che permette di assegnare un fattore correttivo, ad esempio funzione della acclività e dell'altezza del pendio o di una posizione sommitale. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°. L'area di progetto si trova in un contesto di fondovalle, a inclinazione quasi nulla. Dunque in questo caso si può considerare la categoria topografica T1. A tale categoria si può associare un fattore  $S_T$  pari a 1,0.

### 9.6 Adeguatezza del sito di costruzione

L'area oggetto di studio non è soggetta all'apertura di faglie e fratture in superficie e non presenta problemi di stabilità dei pendii che possono riattivarsi in caso di sisma. Per quanto concerne gli scavi di sbancamento, si rimanda al relativo capitolo.



## **9.7 Adeguatezza del terreno di fondazione**

I problemi riguardanti i terreni di fondazione in rapporto al fenomeno sismico sono la liquefazione e il cedimento; fenomeni che possono determinare pericolosità anche elevata per l'integrità della struttura e per la popolazione.

### **9.7.1 Liquefazione**

Ai fini delle norme, il termine "liquefazione" denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Nel caso in oggetto, è stata eseguita una verifica confrontando in primo luogo le curve granulometriche dei n. 4 campioni analizzati in laboratorio con i fusi granulometrici compatibili con l'effetto di liquefazione.



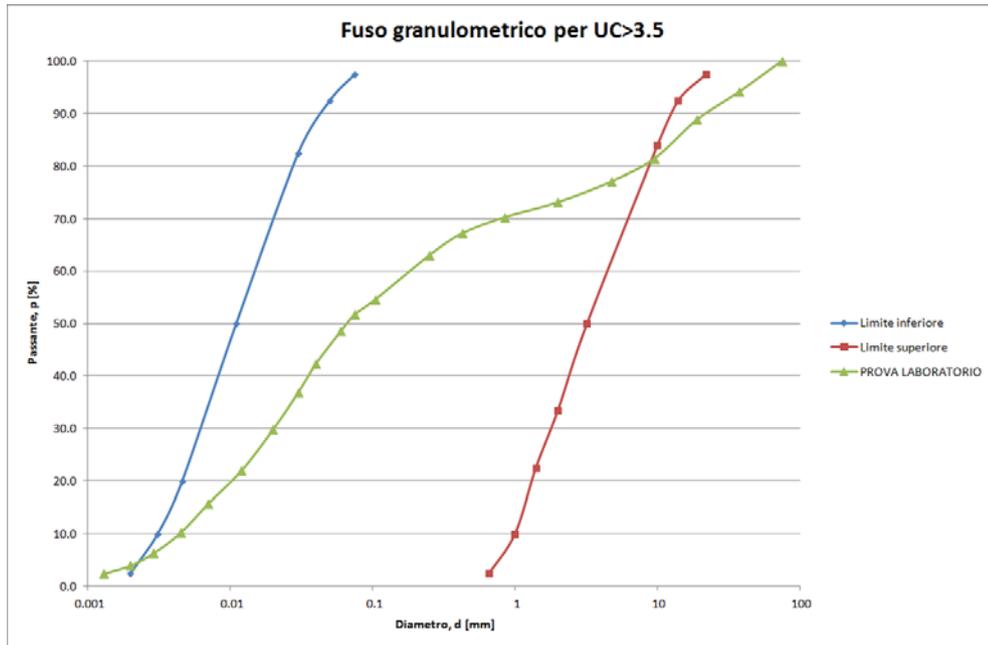


Figura 31 - Verifica della curva granulometrica del campione S1C1

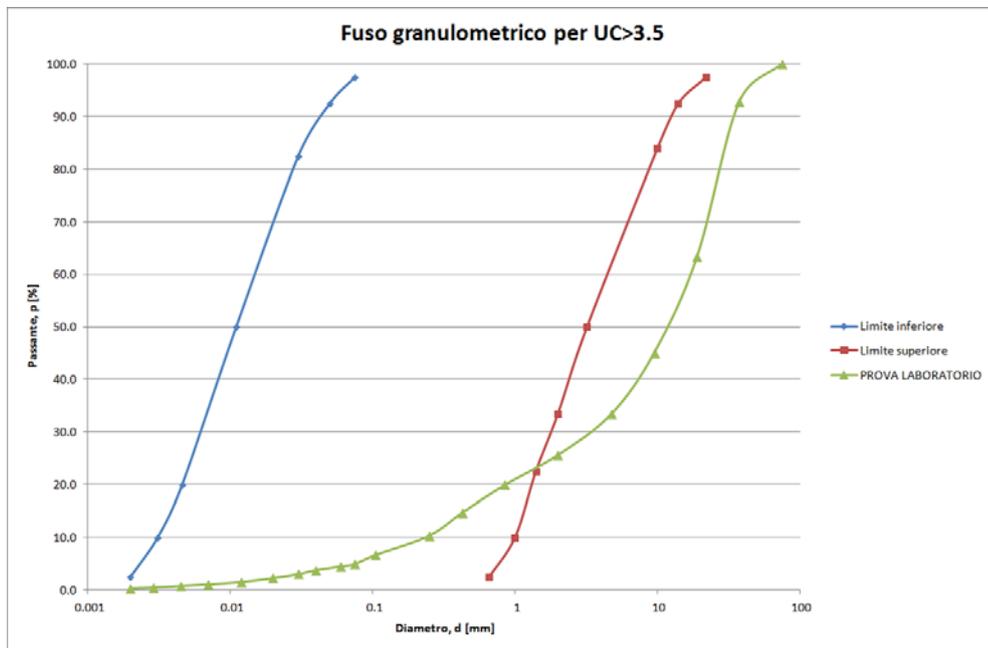


Figura 32 - Verifica della curva granulometrica del campione S1C2



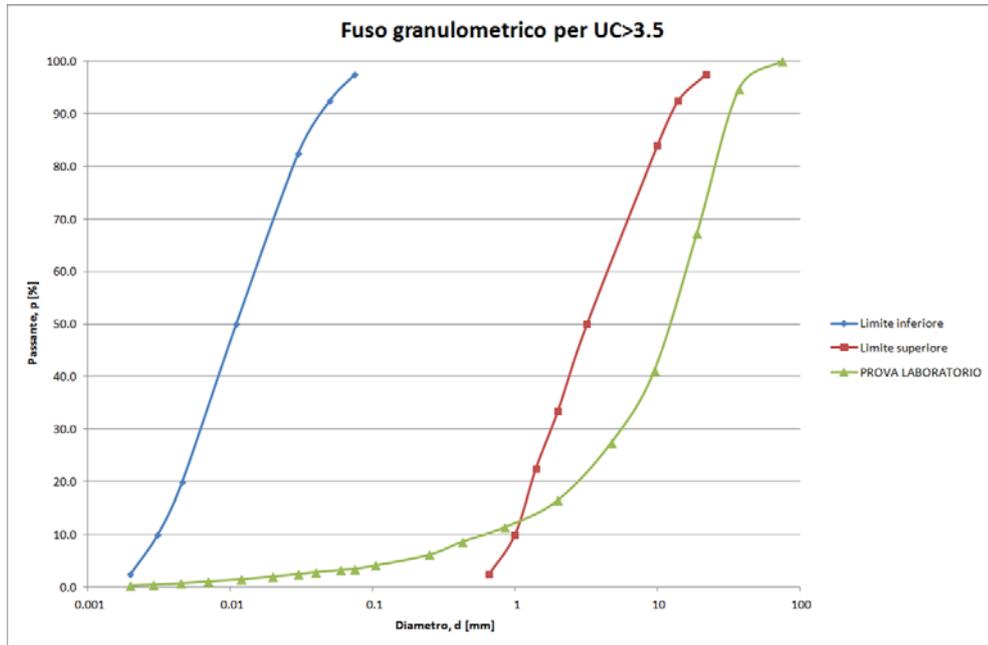


Figura 33 - Verifica della curva granulometrica del campione S2C1

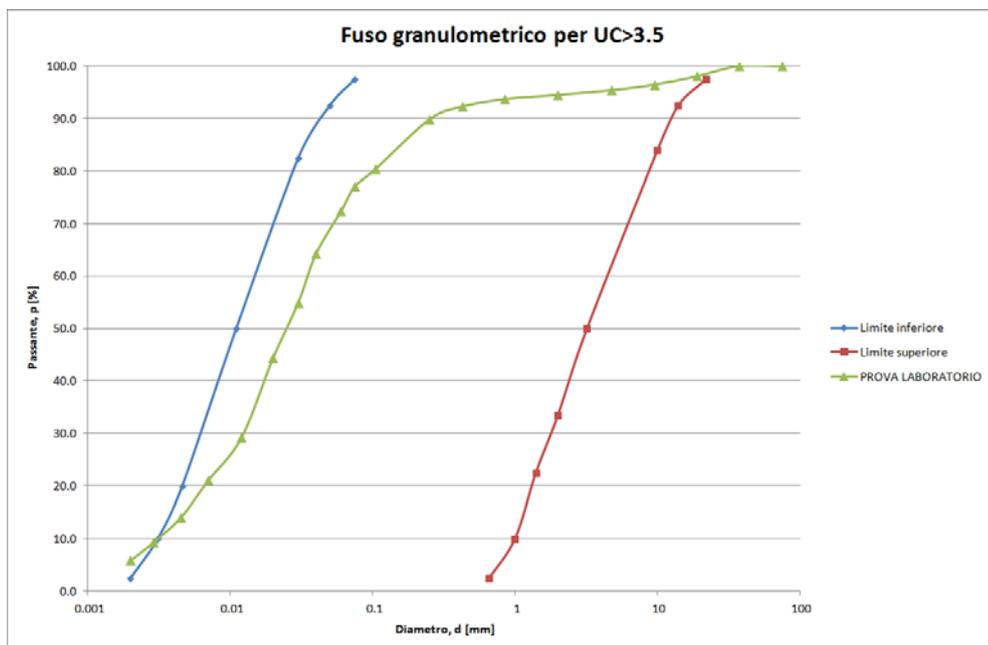


Figura 34 - Verifica della curva granulometrica del campione S3C1



Dai grafici elaborati, si evince come i fusi granulometrici con caratteristiche le quali potrebbero portare al fenomeno della liquefazioni sono S1C1 e S3C1, in particolare quest'ultimo, entrambi sono stati realizzati alla profondità di 3,50 m. Di contro, i campioni S1C2 e S2C1 (eseguiti a profondità maggiori e rappresentativi di buona parte degli strati sottostanti) hanno una granulometria generale troppo grossolana per portare tale fenomeno.

Nonostante non tutte le prove abbiano dato risultato positivo, a favore di sicurezza, siccome il livello della falda è posto a poca profondità dal piano campagna e sono presenti le necessarie caratteristiche granulometriche; in prima battuta esiste effettivamente la possibilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione, fenomeno che dovrà essere quindi verificato più puntualmente con metodi rigorosi e specifici per il livello in considerazione.



**10 SINTESI DELLE CRITICITÀ DEL SITO**

CRITICITÀ	LIVELLO DI RISCHIO	NOTE
<b>Geologiche e geomorfologiche</b>		
Frane	No	
Crolli	No	
Acclività	No	
Erosione superficiale, soliflusso	No	
Deformazioni gravitative profonde	No	
Valanghe	No	
Lineamenti tettonici interferenti	No	
<b>Idrauliche</b>		
Esondazioni fluviali/torrentizie	Sì	Fasce Fluviali P.A.I.(cfr. prescrizioni studio geologico del P.G.T.)
Esondazioni lacuali	No	
Trasporto in massa su conoide	No	
Vincolo di polizia idraulica	No	
<b>Idrogeologiche</b>		
Bassa soggiacenza della falda	Alto	
Aree di salvaguardia captazioni	No	
Ruscellamenti e infiltrazioni	No	
Carsismo, vulnerabilità della falda	Alto	
Risorgive, fontanili	No	
<b>Geotecniche</b>		
Terreni scadenti	Medio	
Rocce scadenti	No	
Giaciture sfavorevoli delle rocce	No	
Doline, sinkhole, subsidenza, cavità	No	
Terreni fini su pendii inclinati	No	
Ristagni superficiali, paludi	Medio	
<b>Sismiche</b>		
Faglie e/o contatti tra litotipi diversi	No	
Liquefazione	Probabile	Da verificare con metodi rigorosi.
Eccessivo addensamento	No	



## 11 INDICAZIONI TECNICHE

### 11.1 Impianto fondazionale

Viste le caratteristiche stratigrafiche e litotecniche dei terreni, le tipologie di fondazioni andranno valutate in funzione dei carichi previsti.

Qualora le analisi di liquefazione approfondite confermino definitivamente la possibilità che si verifichi tale fenomeno sismico, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti tecnico-costruttivi del caso.

La scelta definitiva e il dimensionamento dell'impianto fondazionale rimangono comunque di esclusiva competenza e responsabilità dello Strutturista incaricato e/o della Direzione Lavori, che dovranno altresì valutare come rapportare correttamente le nuove strutture con quelle preesistenti.



### **11.2 Prescrizioni di carattere idraulico**

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica delle opere, dovranno essere rispettate le prescrizioni previste all'interno delle norme del P.G.T., e in particolare le aree sedi dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali dovranno essere realizzati ad una quota superiore di 1.0 metri rispetto al valore medio della quota presente al piano campagna nell'ambito di intervento, ed eventualmente in un suo ragionevole intorno.



## 12 CONCLUSIONI

Su incarico della società Eurocost s.r.l. è stata eseguita la presente indagine geologico-geotecnica a supporto del progetto di capannone a destinazione produttiva artigianale sul lotto di ambito di trasformazione ATP2 (ex ATR\_8) distinto coi numeri di mappa 235, 5741, 10586 sito in via Lobbia Alta – località Pizzo nel comune di Costa Volpino (Bergamo).

La relazione si è resa necessaria per definire correttamente le tipologie e le caratteristiche geologiche dei terreni interessati dal progetto, in aderenza alle disposizioni previste in materia di indagini e costruzioni, con la finalità di attestare in via preliminare la fattibilità geologica dell'intervento.

L'indagine si è articolata in sopralluoghi in sito finalizzati ad appurare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti, l'eventuale presenza di dissesti e, più in generale, l'assetto geologico dell'area e di un suo ragionevole intorno. È stata eseguita una campagna di indagini geognostiche comprendente n. 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo con installazione di piezometro (in S1) ed esecuzione di n. 10 prove S.P.T. in foro, n. 20 prove penetrometriche dinamiche, analisi geotecniche di laboratorio su campioni di terreno prelevati dal sondaggio.



Le osservazioni e le indagini di terreno hanno permesso di perfezionare la stratigrafia, che è costituita da un primo strato con caratteristiche buone (riporto addensato), seguita da uno strato con caratteristiche scadenti (depositi lacustri e/o alluvionali fini oppure riporto terrigeno non adeguatamente addensato), ed infine da un livello di profondità sconosciuta con caratteristiche da medie a buone (depositi alluvionali sabbioso - ghiaiosi).

Le cartografie disponibili e i rilievi geomorfologici escludono la presenza di fenomeni di dissesto nell'area di intervento.

Si precisa che le indicazioni tecniche proposte e tutte le elaborazioni effettuate dallo scrivente si basano strettamente sulla documentazione e sulle informazioni fornite dal Progettista e/o dalla Committenza. Pertanto, nel caso in cui gli interventi di progetto fossero sottoposti a successive modifiche oppure le informazioni fornite non fossero pienamente conformi all'effettiva realtà dei luoghi e delle opere (per aggiunte o eliminazioni di parti degli interventi, cambiamenti di volumi o superfici, variazioni negli sbancamenti, nella posizione delle strutture, nei carichi, ecc.), lo scrivente dovrà essere tempestivamente informato per la valutazione geologico-geotecnica delle nuove condizioni.

La presente relazione ha carattere unicamente geologico-geotecnico e non effettua alcuna considerazione sulla qualità ambientale e/o sulle caratteristiche chimiche dei terreni interessati dal progetto, né sui suoi aspetti paesaggistici.

Nel rispetto delle condizioni sopra riportate e contenute nella presente relazione, si ritiene che non vi siano controindicazioni di carattere geologico alla realizzazione delle opere di progetto, e si valuta quindi positivamente la loro fattibilità.



Ranica, luglio 2017

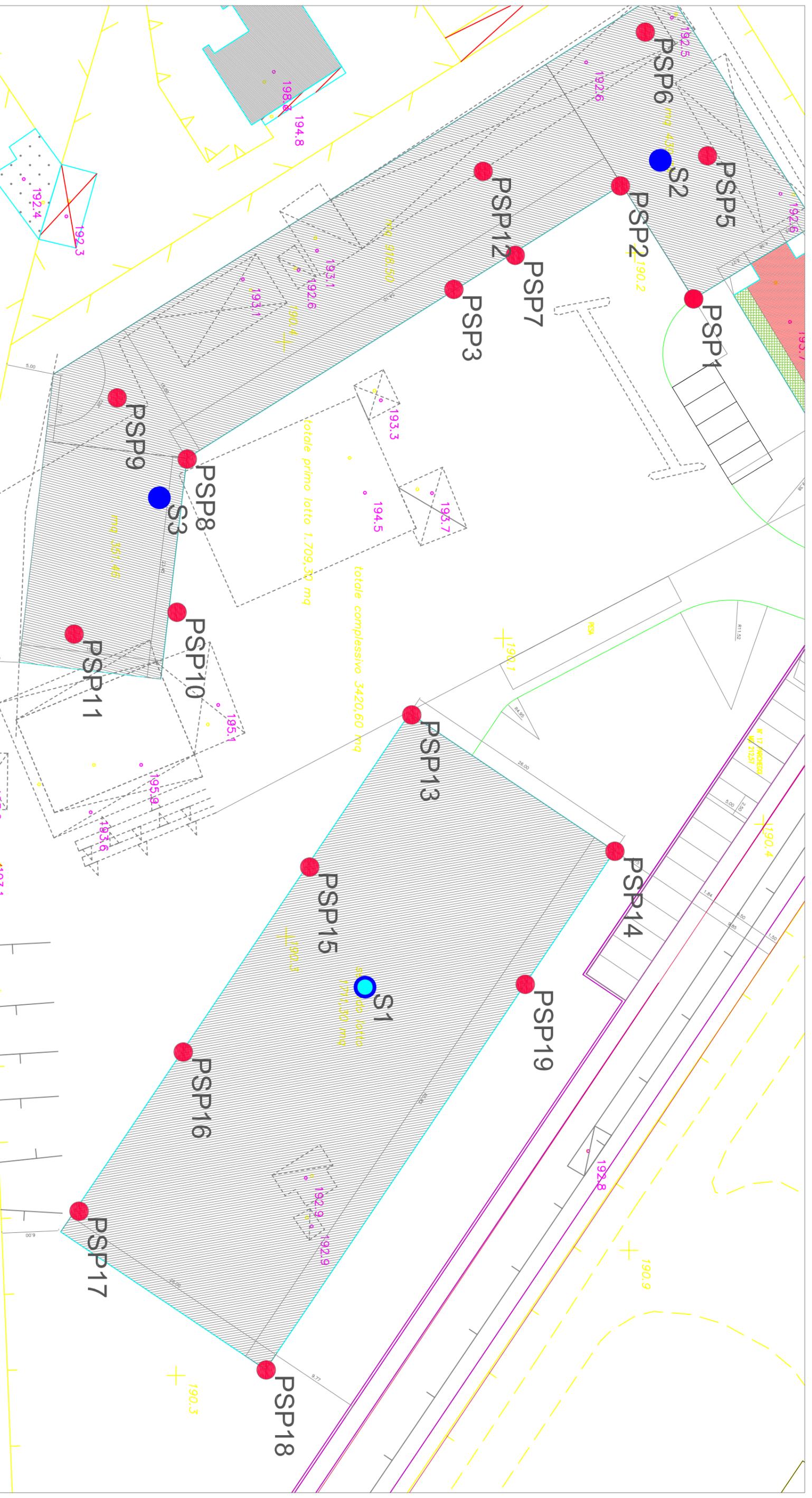
Dott. Geol. Sergio Ghilardi

Dott. Ing. Francesco Ghilardi

Allegati:

- Tavola 1 – Ubicazione Indagini Geognostiche





### LEGENDA

- Prove penetrometriche dinamiche
- Sondaggio meccanico a carotaggio continuo, prove S.P.T. in foro e prelievo di campioni
- Sondaggio meccanico a carotaggio continuo, installazione di piezometro, prove S.P.T. in foro e prelievo di campioni



Studio G.E.A.  
24020 PANNA, (Bergamo)  
Via La Palla, 30/D  
Telefono e Fax: 035 / 340 112  
Email: gea@mediaset.it

Dot. Geol. SERGIO GHILARCI  
Iscritto all'Ord. Ingeg. della Lombardia n° 258

Dot. Ingeg. FRANCESCO GHILARCI  
Iscritto Ord. Ingeg. Prov. Bergamo n° 3067

COMUNE DI: **Costa Volpino (Bergamo)**

COMMITTENTE: **Eurocost srl**

TITOLO: **UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

N. PRATICA: 17\_038

SCALA: 1:1.000

TAVOLA:

DATA: Giugno 2017

Rev: Prima emissione

**1**

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cantiere: Località:	
--	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme DIN 4094			
Peso Massa battente	63.5	Kg	
Altezza di caduta libera	0.75	m	
Peso sistema di battuta	0.63	Kg	
Diametro punta conica	51.00	mm	
Area di base punta	20.43	cm <sup>2</sup>	
Lunghezza delle aste	1	m	
Peso aste a metro	6.31	Kg/m	
Profondità giunzione prima asta	0.40	m	
Avanzamento punta	0.20	m	
Numero colpi per punta		N(20)	
Coeff. Correlazione	1.489		
Rivestimento/fanghi	No		
Angolo di apertura punta	90	°	

Dott. Geol. Sergio Ghilardi

Dott. Ing. Francesco Ghilardi

## PROVA PSP1

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    29/04/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	37	0.705	273.94	388.77	13.70	19.44
0.40	19	0.801	159.86	199.64	7.99	9.98
0.60	9	0.847	73.51	86.79	3.68	4.34
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	5	0.817	36.41	44.55	1.82	2.23
2.60	8	0.814	53.95	66.25	2.70	3.31
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	12	0.809	80.37	99.38	4.02	4.97
3.20	11	0.806	73.43	91.10	3.67	4.55
3.40	5	0.803	33.27	41.41	1.66	2.07
3.60	9	0.801	55.76	69.62	2.79	3.48
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	10	0.791	61.22	77.36	3.06	3.87
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	15	0.735	80.01	108.85	4.00	5.44
5.20	18	0.733	95.75	130.62	4.79	6.53
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	8	0.779	42.60	54.67	2.13	2.73
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	15	0.725	74.37	102.51	3.72	5.13
6.20	12	0.774	63.45	82.01	3.17	4.10
6.40	12	0.772	63.31	82.01	3.17	4.10
6.60	4	0.770	19.90	25.83	0.99	1.29
6.80	5	0.769	24.82	32.29	1.24	1.61
7.00	6	0.767	29.73	38.75	1.49	1.94
7.20	6	0.766	29.67	38.75	1.48	1.94

---

7.40	5	0.764	24.67	32.29	1.23	1.61
7.60	5	0.763	23.34	30.60	1.17	1.53
7.80	2	0.761	9.32	12.24	0.47	0.61
8.00	3	0.760	13.95	18.36	0.70	0.92
8.20	3	0.759	13.93	18.36	0.70	0.92
8.40	7	0.757	32.45	42.85	1.62	2.14
8.60	3	0.756	13.19	17.45	0.66	0.87
8.80	3	0.755	13.17	17.45	0.66	0.87
9.00	9	0.753	39.45	52.36	1.97	2.62
9.20	15	0.702	61.28	87.26	3.06	4.36
9.40	16	0.701	65.26	93.08	3.26	4.65
9.60	17	0.700	65.95	94.22	3.30	4.71
9.80	17	0.699	65.84	94.22	3.29	4.71
10.00	9	0.748	37.30	49.88	1.86	2.49

## PROVA PSP2

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 29/04/2017

Profondità prova 10.00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	20	0.805	169.09	210.15	8.45	10.51
0.40	13	0.801	109.38	136.59	5.47	6.83
0.60	15	0.797	115.29	144.65	5.76	7.23
0.80	18	0.793	137.71	173.58	6.89	8.68
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	11	0.836	88.71	106.08	4.44	5.30
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	10	0.826	73.63	89.11	3.68	4.46
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	6	0.820	43.85	53.47	2.19	2.67
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	6	0.811	40.32	49.69	2.02	2.48
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	6	0.806	40.05	49.69	2.00	2.48
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	8	0.791	48.98	61.88	2.45	3.09
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	14	0.737	74.89	101.60	3.74	5.08
5.00	23	0.685	114.34	166.91	5.72	8.35
5.20	17	0.733	90.43	123.37	4.52	6.17
5.40	8	0.781	45.34	58.06	2.27	2.90
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	2	0.777	10.62	13.67	0.53	0.68
6.00	7	0.775	37.10	47.84	1.85	2.39
6.20	15	0.724	74.19	102.51	3.71	5.13
6.40	14	0.722	69.08	95.68	3.45	4.78
6.60	17	0.720	79.08	109.78	3.95	5.49
6.80	9	0.769	44.68	58.12	2.23	2.91
7.00	9	0.767	44.59	58.12	2.23	2.91
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91

---

7.40	11	0.764	54.28	71.04	2.71	3.55
7.60	9	0.763	42.02	55.09	2.10	2.75
7.80	9	0.761	41.94	55.09	2.10	2.75
8.00	6	0.760	27.91	36.73	1.40	1.84
8.20	8	0.759	37.14	48.97	1.86	2.45
8.40	13	0.707	56.28	79.57	2.81	3.98
8.60	14	0.706	57.50	81.44	2.87	4.07
8.80	12	0.755	52.68	69.81	2.63	3.49
9.00	14	0.703	57.29	81.44	2.86	4.07
9.20	18	0.702	73.54	104.71	3.68	5.24
9.40	30	0.651	113.63	174.52	5.68	8.73
9.60	39	0.550	118.87	216.15	5.94	10.81
9.80	34	0.599	112.84	188.44	5.64	9.42
10.00	32	0.598	106.01	177.36	5.30	8.87

### PROVA PSP3

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data    29/04/2017  
Profondità prova          5.40            mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	29	0.755	229.95	304.71	11.50	15.24
0.40	33	0.701	242.99	346.74	12.15	17.34
0.60	8	0.847	65.34	77.15	3.27	3.86
0.80	15	0.793	114.76	144.65	5.74	7.23
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	8	0.817	58.25	71.29	2.91	3.56
2.60	7	0.814	47.20	57.97	2.36	2.90
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	7	0.809	46.88	57.97	2.34	2.90
3.20	7	0.806	46.73	57.97	2.34	2.90
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	17	0.748	98.42	131.50	4.92	6.58
4.00	29	0.696	156.14	224.33	7.81	11.22
4.20	37	0.644	184.24	286.21	9.21	14.31
4.40	17	0.741	97.50	131.50	4.88	6.58
4.60	6	0.789	34.36	43.54	1.72	2.18
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	27	0.685	134.22	195.94	6.71	9.80
5.20	0	0.783	0.00	0.00	0.00	0.00
5.40	0	0.781	0.00	0.00	0.00	0.00

## PROVA PSP4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 05/05/2017

Profondità prova 10.00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	26	0.755	206.16	273.19	10.31	13.66
0.40	10	0.851	89.39	105.07	4.47	5.25
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	16	0.767	109.37	142.57	5.47	7.13
2.60	32	0.664	176.03	265.01	8.80	13.25
2.80	37	0.661	202.67	306.42	10.13	15.32
3.00	33	0.659	180.01	273.30	9.00	13.66
3.20	20	0.756	125.22	165.63	6.26	8.28
3.40	13	0.753	81.11	107.66	4.06	5.38
3.60	16	0.751	92.93	123.77	4.65	6.19
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	5	0.791	30.61	38.68	1.53	1.93
4.60	8	0.789	45.82	58.06	2.29	2.90
4.80	12	0.787	68.54	87.08	3.43	4.35
5.00	17	0.735	90.68	123.37	4.53	6.17
5.20	25	0.683	123.91	181.42	6.20	9.07
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	8	0.779	42.60	54.67	2.13	2.73
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	9	0.775	47.70	61.51	2.38	3.08
6.20	13	0.724	64.30	88.84	3.21	4.44
6.40	14	0.722	69.08	95.68	3.45	4.78
6.60	14	0.720	65.13	90.41	3.26	4.52
6.80	14	0.719	64.98	90.41	3.25	4.52
7.00	10	0.767	49.54	64.58	2.48	3.23
7.20	7	0.766	34.61	45.20	1.73	2.26

---

7.40	5	0.764	24.67	32.29	1.23	1.61
7.60	2	0.763	9.34	12.24	0.47	0.61
7.80	8	0.761	37.28	48.97	1.86	2.45
8.00	16	0.710	69.52	97.93	3.48	4.90
8.20	24	0.659	96.74	146.90	4.84	7.35
8.40	13	0.707	56.28	79.57	2.81	3.98
8.60	11	0.756	48.37	63.99	2.42	3.20
8.80	8	0.755	35.12	46.54	1.76	2.33
9.00	17	0.703	69.57	98.89	3.48	4.94
9.20	20	0.702	81.71	116.35	4.09	5.82
9.40	27	0.651	102.27	157.07	5.11	7.85
9.60	40	0.550	121.92	221.70	6.10	11.08
9.80	33	0.599	109.52	182.90	5.48	9.14
10.00	30	0.648	107.69	166.27	5.38	8.31

## PROVA PSP5

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data    05/05/2017  
 Profondità prova          10.00          mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	18	0.805	152.18	189.13	7.61	9.46
0.40	15	0.801	126.21	157.61	6.31	7.88
0.60	14	0.797	107.60	135.01	5.38	6.75
0.80	15	0.793	114.76	144.65	5.74	7.23
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	5	0.803	33.27	41.41	1.66	2.07
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	8	0.798	49.41	61.88	2.47	3.09
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	11	0.794	67.54	85.09	3.38	4.25
4.40	11	0.791	67.34	85.09	3.37	4.25
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	2	0.785	11.39	14.51	0.57	0.73
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.28	0.36
5.40	3	0.781	17.00	21.77	0.85	1.09
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	7	0.775	37.10	47.84	1.85	2.39
6.20	5	0.774	26.44	34.17	1.32	1.71
6.40	5	0.772	26.38	34.17	1.32	1.71
6.60	5	0.770	24.87	32.29	1.24	1.61
6.80	6	0.769	29.79	38.75	1.49	1.94
7.00	7	0.767	34.68	45.20	1.73	2.26
7.20	8	0.766	39.56	51.66	1.98	2.58

---

7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23
7.60	15	0.713	65.44	91.81	3.27	4.59
7.80	7	0.761	32.62	42.85	1.63	2.14
8.00	3	0.760	13.95	18.36	0.70	0.92
8.20	11	0.759	51.07	67.33	2.55	3.37
8.40	14	0.707	60.61	85.69	3.03	4.28
8.60	10	0.756	43.98	58.17	2.20	2.91
8.80	10	0.755	43.90	58.17	2.20	2.91
9.00	9	0.753	39.45	52.36	1.97	2.62
9.20	8	0.752	35.01	46.54	1.75	2.33
9.40	7	0.751	30.59	40.72	1.53	2.04
9.60	16	0.700	62.07	88.68	3.10	4.43
9.80	21	0.649	75.52	116.39	3.78	5.82
10.00	21	0.648	75.39	116.39	3.77	5.82

## PROVA PSP6

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    05/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	12	0.855	107.76	126.09	5.39	6.30
0.40	5	0.851	44.70	52.54	2.23	2.63
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	2	0.811	13.44	16.56	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	14	0.751	81.32	108.30	4.07	5.41
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	8	0.796	49.26	61.88	2.46	3.09
4.20	4	0.794	24.56	30.94	1.23	1.55
4.40	5	0.791	30.61	38.68	1.53	1.93
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27
4.80	2	0.787	11.42	14.51	0.57	0.73
5.00	3	0.785	17.09	21.77	0.85	1.09
5.20	4	0.783	22.73	29.03	1.14	1.45
5.40	3	0.781	17.00	21.77	0.85	1.09
5.60	5	0.779	26.62	34.17	1.33	1.71
5.80	10	0.777	53.12	68.34	2.66	3.42
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.26	0.34
6.40	2	0.772	10.55	13.67	0.53	0.68
6.60	22	0.670	95.24	142.07	4.76	7.10
6.80	20	0.719	92.83	129.16	4.64	6.46
7.00	8	0.767	39.63	51.66	1.98	2.58
7.20	7	0.766	34.61	45.20	1.73	2.26

---

7.40	21	0.664	90.07	135.61	4.50	6.78
7.60	18	0.713	78.52	110.18	3.93	5.51
7.80	9	0.761	41.94	55.09	2.10	2.75
8.00	22	0.660	88.86	134.66	4.44	6.73
8.20	22	0.659	88.68	134.66	4.43	6.73
8.40	29	0.657	116.67	177.50	5.83	8.88
8.60	35	0.606	123.38	203.61	6.17	10.18
8.80	38	0.605	133.68	221.06	6.68	11.05
9.00	43	0.553	138.45	250.14	6.92	12.51
9.20	36	0.602	126.13	209.42	6.31	10.47
9.40	32	0.601	111.90	186.15	5.59	9.31
9.60	39	0.550	118.87	216.15	5.94	10.81
9.80	28	0.649	100.69	155.19	5.03	7.76
10.00	30	0.648	107.69	166.27	5.38	8.31

## PROVA PSP8

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    06/05/2017

Profondità prova          9.20            mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	42	0.655	288.89	441.31	14.44	22.07
0.40	17	0.801	143.04	178.62	7.15	8.93
0.60	18	0.797	138.35	173.58	6.92	8.68
0.80	17	0.793	130.06	163.94	6.50	8.20
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	11	0.801	68.15	85.09	3.41	4.25
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	5	0.796	30.79	38.68	1.54	1.93
4.20	7	0.794	42.98	54.15	2.15	2.71
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	8	0.789	45.82	58.06	2.29	2.90
4.80	8	0.787	45.70	58.06	2.28	2.90
5.00	14	0.735	74.68	101.60	3.73	5.08
5.20	27	0.683	133.83	195.94	6.69	9.80
5.40	11	0.781	62.35	79.83	3.12	3.99
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	7	0.777	37.18	47.84	1.86	2.39
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	20	0.719	92.83	129.16	4.64	6.46
7.00	24	0.667	103.40	154.99	5.17	7.75
7.20	16	0.716	73.94	103.33	3.70	5.17

---

7.40	28	0.664	120.09	180.82	6.00	9.04
7.60	37	0.613	138.76	226.47	6.94	11.32
7.80	38	0.611	142.18	232.59	7.11	11.63
8.00	17	0.710	73.87	104.05	3.69	5.20
8.20	14	0.709	60.72	85.69	3.04	4.28
8.40	31	0.607	115.22	189.75	5.76	9.49
8.60	30	0.656	114.48	174.52	5.72	8.73
8.80	25	0.655	95.22	145.43	4.76	7.27
9.00	50	0.553	160.99	290.86	8.05	14.54
9.20	56	0.552	179.92	325.77	9.00	16.29

## PROVA PSP7

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    06/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	36	0.705	266.54	378.26	13.33	18.91
0.40	59	0.651	403.43	619.93	20.17	31.00
0.60	42	0.647	262.05	405.02	13.10	20.25
0.80	22	0.743	157.70	212.16	7.89	10.61
1.00	15	0.790	114.24	144.65	5.71	7.23
1.20	8	0.836	64.52	77.15	3.23	3.86
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	16	0.773	110.24	142.57	5.51	7.13
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	4	0.806	26.70	33.13	1.34	1.66
3.40	10	0.803	66.54	82.82	3.33	4.14
3.60	4	0.801	24.78	30.94	1.24	1.55
3.80	8	0.798	49.41	61.88	2.47	3.09
4.00	5	0.796	30.79	38.68	1.54	1.93
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	6	0.791	36.73	46.41	1.84	2.32
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	14	0.735	74.68	101.60	3.73	5.08
5.20	11	0.783	62.50	79.83	3.13	3.99
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44
6.00	25	0.675	115.41	170.85	5.77	8.54
6.20	16	0.724	79.14	109.35	3.96	5.47
6.40	7	0.772	36.93	47.84	1.85	2.39
6.60	16	0.720	74.43	103.33	3.72	5.17
6.80	15	0.719	69.62	96.87	3.48	4.84
7.00	7	0.767	34.68	45.20	1.73	2.26
7.20	5	0.766	24.72	32.29	1.24	1.61

---

7.40	2	0.764	9.87	12.92	0.49	0.65
7.60	6	0.763	28.01	36.73	1.40	1.84
7.80	19	0.711	82.72	116.30	4.14	5.81
8.00	17	0.710	73.87	104.05	3.69	5.20
8.20	11	0.759	51.07	67.33	2.55	3.37
8.40	8	0.757	37.08	48.97	1.85	2.45
8.60	9	0.756	39.58	52.36	1.98	2.62
8.80	18	0.705	73.79	104.71	3.69	5.24
9.00	22	0.653	83.63	127.98	4.18	6.40
9.20	11	0.752	48.14	63.99	2.41	3.20
9.40	6	0.751	26.22	34.90	1.31	1.75
9.60	6	0.750	24.94	33.25	1.25	1.66
9.80	10	0.749	41.50	55.42	2.08	2.77
10.00	11	0.748	45.58	60.97	2.28	3.05

## PROVA PSP9

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data    09/05/2017  
 Profondità prova          10.00          mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	11	0.826	81.00	98.02	4.05	4.90
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	4	0.796	24.63	30.94	1.23	1.55
4.20	4	0.794	24.56	30.94	1.23	1.55
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.31	0.39
4.60	5	0.789	28.64	36.28	1.43	1.81
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	15	0.735	80.01	108.85	4.00	5.44
5.20	24	0.683	118.96	174.17	5.95	8.71
5.40	24	0.681	118.61	174.17	5.93	8.71
5.60	23	0.679	106.75	157.18	5.34	7.86
5.80	21	0.677	97.20	143.52	4.86	7.18
6.00	18	0.725	89.24	123.01	4.46	6.15
6.20	16	0.724	79.14	109.35	3.96	5.47
6.40	15	0.722	74.02	102.51	3.70	5.13
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	8	0.769	39.72	51.66	1.99	2.58
7.00	9	0.767	44.59	58.12	2.23	2.91
7.20	15	0.716	69.32	96.87	3.47	4.84

---

7.40	20	0.714	92.24	129.16	4.61	6.46
7.60	25	0.663	101.41	153.02	5.07	7.65
7.80	13	0.711	56.60	79.57	2.83	3.98
8.00	12	0.760	55.82	73.45	2.79	3.67
8.20	22	0.659	88.68	134.66	4.43	6.73
8.40	14	0.707	60.61	85.69	3.03	4.28
8.60	13	0.706	53.39	75.62	2.67	3.78
8.80	19	0.705	77.89	110.53	3.89	5.53
9.00	21	0.653	79.83	122.16	3.99	6.11
9.20	26	0.652	98.66	151.25	4.93	7.56
9.40	28	0.651	106.06	162.88	5.30	8.14
9.60	37	0.600	123.03	205.07	6.15	10.25
9.80	40	0.549	121.67	221.70	6.08	11.08
10.00	32	0.598	106.01	177.36	5.30	8.87

## PROVA PSP10

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    09/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	14	0.805	118.36	147.10	5.92	7.36
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	13	0.756	81.39	107.66	4.07	5.38
3.40	33	0.653	178.57	273.30	8.93	13.66
3.60	26	0.701	140.96	201.12	7.05	10.06
3.80	33	0.648	165.52	255.27	8.28	12.76
4.00	25	0.696	134.60	193.39	6.73	9.67
4.20	20	0.744	115.06	154.71	5.75	7.74
4.40	11	0.791	67.34	85.09	3.37	4.25
4.60	8	0.789	45.82	58.06	2.29	2.90
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	7	0.785	39.88	50.80	1.99	2.54
5.20	6	0.783	34.09	43.54	1.70	2.18
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	10	0.779	53.25	68.34	2.66	3.42
5.80	13	0.727	64.61	88.84	3.23	4.44
6.00	13	0.725	64.45	88.84	3.22	4.44
6.20	12	0.774	63.45	82.01	3.17	4.10
6.40	20	0.722	98.69	136.68	4.93	6.83
6.60	22	0.670	95.24	142.07	4.76	7.10
6.80	17	0.719	78.91	109.78	3.95	5.49
7.00	20	0.717	92.63	129.16	4.63	6.46
7.20	24	0.666	103.17	154.99	5.16	7.75

---

7.40	25	0.664	107.23	161.45	5.36	8.07
7.60	31	0.613	116.26	189.75	5.81	9.49
7.80	24	0.661	97.14	146.90	4.86	7.35
8.00	17	0.710	73.87	104.05	3.69	5.20
8.20	12	0.759	55.72	73.45	2.79	3.67
8.40	14	0.707	60.61	85.69	3.03	4.28
8.60	16	0.706	65.71	93.08	3.29	4.65
8.80	16	0.705	65.59	93.08	3.28	4.65
9.00	15	0.703	61.39	87.26	3.07	4.36
9.20	18	0.702	73.54	104.71	3.68	5.24
9.40	10	0.751	43.69	58.17	2.18	2.91
9.60	9	0.750	37.41	49.88	1.87	2.49
9.80	16	0.699	61.97	88.68	3.10	4.43
10.00	17	0.698	65.74	94.22	3.29	4.71

## PROVA PSP11

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    09/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	18	0.805	152.18	189.13	7.61	9.46
0.40	11	0.851	98.33	115.58	4.92	5.78
0.60	7	0.847	57.18	67.50	2.86	3.38
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	14	0.759	87.96	115.94	4.40	5.80
3.20	18	0.756	112.70	149.07	5.63	7.45
3.40	13	0.753	81.11	107.66	4.06	5.38
3.60	22	0.701	119.28	170.18	5.96	8.51
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	5	0.796	30.79	38.68	1.54	1.93
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	3	0.789	17.18	21.77	0.86	1.09
4.80	4	0.787	22.85	29.03	1.14	1.45
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	9	0.783	51.14	65.31	2.56	3.27
5.40	8	0.781	45.34	58.06	2.27	2.90
5.60	5	0.779	26.62	34.17	1.33	1.71
5.80	3	0.777	15.94	20.50	0.80	1.03
6.00	1	0.775	5.30	6.83	0.26	0.34
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.26	0.34
6.40	1	0.772	5.28	6.83	0.26	0.34
6.60	1	0.770	4.97	6.46	0.25	0.32
6.80	4	0.769	19.86	25.83	0.99	1.29
7.00	12	0.767	59.45	77.49	2.97	3.87
7.20	23	0.666	98.87	148.53	4.94	7.43

---

7.40	25	0.664	107.23	161.45	5.36	8.07
7.60	28	0.663	113.58	171.38	5.68	8.57
7.80	21	0.661	85.00	128.54	4.25	6.43
8.00	19	0.710	82.56	116.30	4.13	5.81
8.20	11	0.759	51.07	67.33	2.55	3.37
8.40	4	0.757	18.54	24.48	0.93	1.22
8.60	8	0.756	35.18	46.54	1.76	2.33
8.80	10	0.755	43.90	58.17	2.20	2.91
9.00	14	0.703	57.29	81.44	2.86	4.07
9.20	10	0.752	43.76	58.17	2.19	2.91
9.40	13	0.701	53.02	75.62	2.65	3.78
9.60	15	0.700	58.19	83.14	2.91	4.16
9.80	20	0.699	77.46	110.85	3.87	5.54
10.00	10	0.748	41.44	55.42	2.07	2.77

## PROVA PSP12

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    09/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	26	0.755	206.16	273.19	10.31	13.66
0.40	32	0.701	235.62	336.23	11.78	16.81
0.60	39	0.647	243.34	376.09	12.17	18.80
0.80	22	0.743	157.70	212.16	7.89	10.61
1.00	11	0.840	89.08	106.08	4.45	5.30
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	4	0.806	26.70	33.13	1.34	1.66
3.40	3	0.803	19.96	24.85	1.00	1.24
3.60	4	0.801	24.78	30.94	1.24	1.55
3.80	5	0.798	30.88	38.68	1.54	1.93
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	12	0.794	73.68	92.83	3.68	4.64
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	6	0.785	34.18	43.54	1.71	2.18
5.20	5	0.783	28.41	36.28	1.42	1.81
5.40	8	0.781	45.34	58.06	2.27	2.90
5.60	6	0.779	31.95	41.00	1.60	2.05
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	10	0.775	53.00	68.34	2.65	3.42
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	6	0.772	31.66	41.00	1.58	2.05
6.60	4	0.770	19.90	25.83	0.99	1.29
6.80	6	0.769	29.79	38.75	1.49	1.94
7.00	18	0.717	83.37	116.24	4.17	5.81
7.20	14	0.716	64.70	90.41	3.24	4.52

---

7.40	12	0.764	59.22	77.49	2.96	3.87
7.60	23	0.663	93.30	140.78	4.66	7.04
7.80	33	0.611	123.47	201.99	6.17	10.10
8.00	28	0.660	113.10	171.38	5.65	8.57
8.20	12	0.759	55.72	73.45	2.79	3.67
8.40	7	0.757	32.45	42.85	1.62	2.14
8.60	9	0.756	39.58	52.36	1.98	2.62
8.80	22	0.655	83.79	127.98	4.19	6.40
9.00	25	0.653	95.04	145.43	4.75	7.27
9.20	15	0.702	61.28	87.26	3.06	4.36
9.40	19	0.701	77.49	110.53	3.87	5.53
9.60	30	0.650	108.07	166.27	5.40	8.31
9.80	24	0.649	86.30	133.02	4.32	6.65
10.00	17	0.698	65.74	94.22	3.29	4.71

## PROVA PSP13

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data    10/05/2017  
Profondità prova          10.00          mt  
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	46	0.655	316.41	483.34	15.82	24.17
0.40	41	0.651	280.35	430.80	14.02	21.54
0.60	25	0.747	180.09	241.09	9.00	12.05
0.80	21	0.743	150.53	202.51	7.53	10.13
1.00	13	0.790	99.01	125.36	4.95	6.27
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	10	0.833	80.32	96.43	4.02	4.82
1.60	17	0.780	118.09	151.48	5.90	7.57
1.80	11	0.826	81.00	98.02	4.05	4.90
2.00	15	0.773	103.35	133.66	5.17	6.68
2.20	11	0.820	80.39	98.02	4.02	4.90
2.40	7	0.817	50.97	62.38	2.55	3.12
2.60	10	0.814	67.43	82.82	3.37	4.14
2.80	11	0.811	73.92	91.10	3.70	4.55
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	12	0.806	80.10	99.38	4.01	4.97
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	11	0.801	68.15	85.09	3.41	4.25
3.80	8	0.798	49.41	61.88	2.47	3.09
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	11	0.794	67.54	85.09	3.38	4.25
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	6	0.789	34.36	43.54	1.72	2.18
4.80	9	0.787	51.41	65.31	2.57	3.27
5.00	16	0.735	85.34	116.11	4.27	5.81
5.20	22	0.683	109.04	159.65	5.45	7.98
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	14	0.729	69.76	95.68	3.49	4.78
5.80	17	0.727	84.50	116.18	4.22	5.81
6.00	19	0.725	94.20	129.85	4.71	6.49
6.20	20	0.724	98.92	136.68	4.95	6.83
6.40	28	0.672	128.59	191.36	6.43	9.57
6.60	26	0.670	112.56	167.90	5.63	8.40
6.80	16	0.719	74.26	103.33	3.71	5.17
7.00	21	0.667	90.48	135.61	4.52	6.78
7.20	27	0.666	116.06	174.36	5.80	8.72

---

7.40	24	0.664	102.94	154.99	5.15	7.75
7.60	29	0.663	117.63	177.50	5.88	8.88
7.80	16	0.711	69.66	97.93	3.48	4.90
8.00	12	0.760	55.82	73.45	2.79	3.67
8.20	12	0.759	55.72	73.45	2.79	3.67
8.40	13	0.707	56.28	79.57	2.81	3.98
8.60	14	0.706	57.50	81.44	2.87	4.07
8.80	11	0.755	48.29	63.99	2.41	3.20
9.00	4	0.753	17.53	23.27	0.88	1.16
9.20	4	0.752	17.51	23.27	0.88	1.16
9.40	18	0.701	73.41	104.71	3.67	5.24
9.60	31	0.600	103.08	171.81	5.15	8.59
9.80	38	0.599	126.12	210.61	6.31	10.53
10.00	36	0.598	119.26	199.53	5.96	9.98

## PROVA PSP14

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    10/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	26	0.755	206.16	273.19	10.31	13.66
0.40	26	0.751	205.10	273.19	10.26	13.66
0.60	24	0.747	172.89	231.44	8.64	11.57
0.80	22	0.743	157.70	212.16	7.89	10.61
1.00	20	0.790	152.32	192.87	7.62	9.64
1.20	17	0.786	128.90	163.94	6.44	8.20
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	11	0.830	81.31	98.02	4.07	4.90
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	10	0.820	73.08	89.11	3.65	4.46
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	4	0.811	26.88	33.13	1.34	1.66
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	2	0.798	12.35	15.47	0.62	0.77
4.00	5	0.796	30.79	38.68	1.54	1.93
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	19	0.739	101.93	137.88	5.10	6.89
4.80	18	0.737	96.28	130.62	4.81	6.53
5.00	16	0.735	85.34	116.11	4.27	5.81
5.20	7	0.783	39.78	50.80	1.99	2.54
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	2	0.775	10.60	13.67	0.53	0.68
6.20	3	0.774	15.86	20.50	0.79	1.03
6.40	4	0.772	21.10	27.34	1.06	1.37
6.60	9	0.770	44.77	58.12	2.24	2.91
6.80	13	0.719	60.34	83.95	3.02	4.20
7.00	16	0.717	74.10	103.33	3.71	5.17
7.20	16	0.716	73.94	103.33	3.70	5.17

---

7.40	12	0.764	59.22	77.49	2.96	3.87
7.60	9	0.763	42.02	55.09	2.10	2.75
7.80	8	0.761	37.28	48.97	1.86	2.45
8.00	10	0.760	46.51	61.21	2.33	3.06
8.20	4	0.759	18.57	24.48	0.93	1.22
8.40	2	0.757	9.27	12.24	0.46	0.61
8.60	3	0.756	13.19	17.45	0.66	0.87
8.80	7	0.755	30.73	40.72	1.54	2.04
9.00	12	0.753	52.60	69.81	2.63	3.49
9.20	15	0.702	61.28	87.26	3.06	4.36
9.40	20	0.701	81.57	116.35	4.08	5.82
9.60	27	0.650	97.26	149.65	4.86	7.48
9.80	21	0.649	75.52	116.39	3.78	5.82
10.00	20	0.698	77.34	110.85	3.87	5.54

## PROVA PSP15

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data    10/05/2017

Profondità prova          10.00          mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	39	0.655	268.26	409.78	13.41	20.49
0.40	38	0.701	279.80	399.28	13.99	19.96
0.60	28	0.747	201.70	270.02	10.09	13.50
0.80	13	0.793	99.46	125.36	4.97	6.27
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	4	0.814	26.97	33.13	1.35	1.66
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	8	0.809	53.58	66.25	2.68	3.31
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	4	0.803	26.61	33.13	1.33	1.66
3.60	6	0.801	37.17	46.41	1.86	2.32
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	7	0.796	43.10	54.15	2.16	2.71
4.20	4	0.794	24.56	30.94	1.23	1.55
4.40	3	0.791	18.37	23.21	0.92	1.16
4.60	4	0.789	22.91	29.03	1.15	1.45
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	13	0.733	69.15	94.34	3.46	4.72
5.40	15	0.731	79.58	108.85	3.98	5.44
5.60	9	0.779	47.92	61.51	2.40	3.08
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	5	0.775	26.50	34.17	1.32	1.71
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	9	0.772	47.48	61.51	2.37	3.08
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	13	0.719	60.34	83.95	3.02	4.20
7.00	10	0.767	49.54	64.58	2.48	3.23
7.20	12	0.766	59.33	77.49	2.97	3.87

---

7.40	13	0.714	59.95	83.95	3.00	4.20
7.60	13	0.713	56.71	79.57	2.84	3.98
7.80	14	0.711	60.95	85.69	3.05	4.28
8.00	16	0.710	69.52	97.93	3.48	4.90
8.20	17	0.709	73.73	104.05	3.69	5.20
8.40	12	0.757	55.62	73.45	2.78	3.67
8.60	15	0.706	61.60	87.26	3.08	4.36
8.80	23	0.655	87.60	133.80	4.38	6.69
9.00	24	0.653	91.24	139.62	4.56	6.98
9.20	34	0.602	119.13	197.79	5.96	9.89
9.40	26	0.651	98.48	151.25	4.92	7.56
9.60	22	0.650	79.25	121.93	3.96	6.10
9.80	22	0.649	79.11	121.93	3.96	6.10
10.00	17	0.698	65.74	94.22	3.29	4.71

---

## PROVA PSP16

Strumento utilizzato      DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data    10/05/2017  
Profondità prova          1.00            mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	114	0.655	784.14	1197.83	39.21	59.89
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00

## PROVA PSP17

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 11/05/2017

Profondità prova 10.00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	42	0.655	288.89	441.31	14.44	22.07
0.40	42	0.651	287.19	441.31	14.36	22.07
0.60	17	0.797	130.66	163.94	6.53	8.20
0.80	27	0.743	193.54	260.37	9.68	13.02
1.00	17	0.790	129.47	163.94	6.47	8.20
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	2	0.817	14.56	17.82	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	9	0.801	55.76	69.62	2.79	3.48
3.80	5	0.798	30.88	38.68	1.54	1.93
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	12	0.794	73.68	92.83	3.68	4.64
4.40	18	0.741	103.24	139.24	5.16	6.96
4.60	22	0.689	110.04	159.65	5.50	7.98
4.80	34	0.637	157.20	246.74	7.86	12.34
5.00	30	0.685	149.14	217.71	7.46	10.89
5.20	13	0.733	69.15	94.34	3.46	4.72
5.40	11	0.781	62.35	79.83	3.12	3.99
5.60	15	0.729	74.74	102.51	3.74	5.13
5.80	15	0.727	74.55	102.51	3.73	5.13
6.00	9	0.775	47.70	61.51	2.38	3.08
6.20	9	0.774	47.59	61.51	2.38	3.08
6.40	13	0.722	64.15	88.84	3.21	4.44
6.60	13	0.720	60.48	83.95	3.02	4.20
6.80	7	0.769	34.75	45.20	1.74	2.26
7.00	7	0.767	34.68	45.20	1.73	2.26
7.20	4	0.766	19.78	25.83	0.99	1.29

---

7.40	2	0.764	9.87	12.92	0.49	0.65
7.60	2	0.763	9.34	12.24	0.47	0.61
7.80	13	0.711	56.60	79.57	2.83	3.98
8.00	17	0.710	73.87	104.05	3.69	5.20
8.20	19	0.709	82.40	116.30	4.12	5.81
8.40	13	0.707	56.28	79.57	2.81	3.98
8.60	10	0.756	43.98	58.17	2.20	2.91
8.80	10	0.755	43.90	58.17	2.20	2.91
9.00	11	0.753	48.22	63.99	2.41	3.20
9.20	13	0.702	53.11	75.62	2.66	3.78
9.40	7	0.751	30.59	40.72	1.53	2.04
9.60	13	0.700	50.43	72.05	2.52	3.60
9.80	15	0.699	58.10	83.14	2.90	4.16
10.00	19	0.698	73.47	105.31	3.67	5.27

## PROVA PSP18

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 11/05/2017

Profondità prova 10.00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	44	0.655	302.65	462.32	15.13	23.12
0.40	38	0.701	279.80	399.28	13.99	19.96
0.60	26	0.747	187.30	250.73	9.36	12.54
0.80	14	0.793	107.11	135.01	5.36	6.75
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	11	0.820	80.39	98.02	4.02	4.90
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	11	0.814	74.18	91.10	3.71	4.55
2.80	12	0.811	80.64	99.38	4.03	4.97
3.00	9	0.809	60.27	74.54	3.01	3.73
3.20	10	0.806	66.75	82.82	3.34	4.14
3.40	9	0.803	59.88	74.54	2.99	3.73
3.60	10	0.801	61.95	77.36	3.10	3.87
3.80	11	0.798	67.94	85.09	3.40	4.25
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	6	0.791	36.73	46.41	1.84	2.32
4.60	13	0.739	69.74	94.34	3.49	4.72
4.80	14	0.737	74.89	101.60	3.74	5.08
5.00	20	0.735	106.68	145.14	5.33	7.26
5.20	20	0.733	106.39	145.14	5.32	7.26
5.40	16	0.731	84.88	116.11	4.24	5.81
5.60	10	0.779	53.25	68.34	2.66	3.42
5.80	15	0.727	74.55	102.51	3.73	5.13
6.00	18	0.725	89.24	123.01	4.46	6.15
6.20	9	0.774	47.59	61.51	2.38	3.08
6.40	4	0.772	21.10	27.34	1.06	1.37
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	13	0.719	60.34	83.95	3.02	4.20
7.00	19	0.717	88.00	122.70	4.40	6.13
7.20	27	0.666	116.06	174.36	5.80	8.72

---

7.40	30	0.664	128.67	193.74	6.43	9.69
7.60	34	0.613	127.51	208.11	6.38	10.41
7.80	27	0.661	109.29	165.26	5.46	8.26
8.00	16	0.710	69.52	97.93	3.48	4.90
8.20	12	0.759	55.72	73.45	2.79	3.67
8.40	10	0.757	46.35	61.21	2.32	3.06
8.60	13	0.706	53.39	75.62	2.67	3.78
8.80	18	0.705	73.79	104.71	3.69	5.24
9.00	16	0.703	65.48	93.08	3.27	4.65
9.20	16	0.702	65.37	93.08	3.27	4.65
9.40	15	0.701	61.18	87.26	3.06	4.36
9.60	9	0.750	37.41	49.88	1.87	2.49
9.80	6	0.749	24.90	33.25	1.25	1.66
10.00	12	0.748	49.73	66.51	2.49	3.33

## PROVA PSP19

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 11/05/2017  
 Profondità prova 10.00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	30	0.755	237.87	315.22	11.89	15.76
0.40	35	0.701	257.71	367.76	12.89	18.39
0.60	40	0.647	249.57	385.74	12.48	19.29
0.80	21	0.743	150.53	202.51	7.53	10.13
1.00	18	0.790	137.09	173.58	6.85	8.68
1.20	26	0.736	184.60	250.73	9.23	12.54
1.40	14	0.783	105.69	135.01	5.28	6.75
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	7	0.817	50.97	62.38	2.55	3.12
2.60	9	0.814	60.69	74.54	3.03	3.73
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	6	0.803	39.92	49.69	2.00	2.48
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	15	0.748	86.84	116.03	4.34	5.80
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	3	0.794	18.42	23.21	0.92	1.16
4.40	3	0.791	18.37	23.21	0.92	1.16
4.60	7	0.789	40.09	50.80	2.00	2.54
4.80	5	0.787	28.56	36.28	1.43	1.81
5.00	6	0.785	34.18	43.54	1.71	2.18
5.20	15	0.733	79.79	108.85	3.99	5.44
5.40	24	0.681	118.61	174.17	5.93	8.71
5.60	23	0.679	106.75	157.18	5.34	7.86
5.80	24	0.677	111.09	164.02	5.55	8.20
6.00	23	0.675	106.17	157.18	5.31	7.86
6.20	19	0.724	93.97	129.85	4.70	6.49
6.40	114	0.572	445.65	779.09	22.28	38.95
6.60	8	0.770	39.80	51.66	1.99	2.58

---

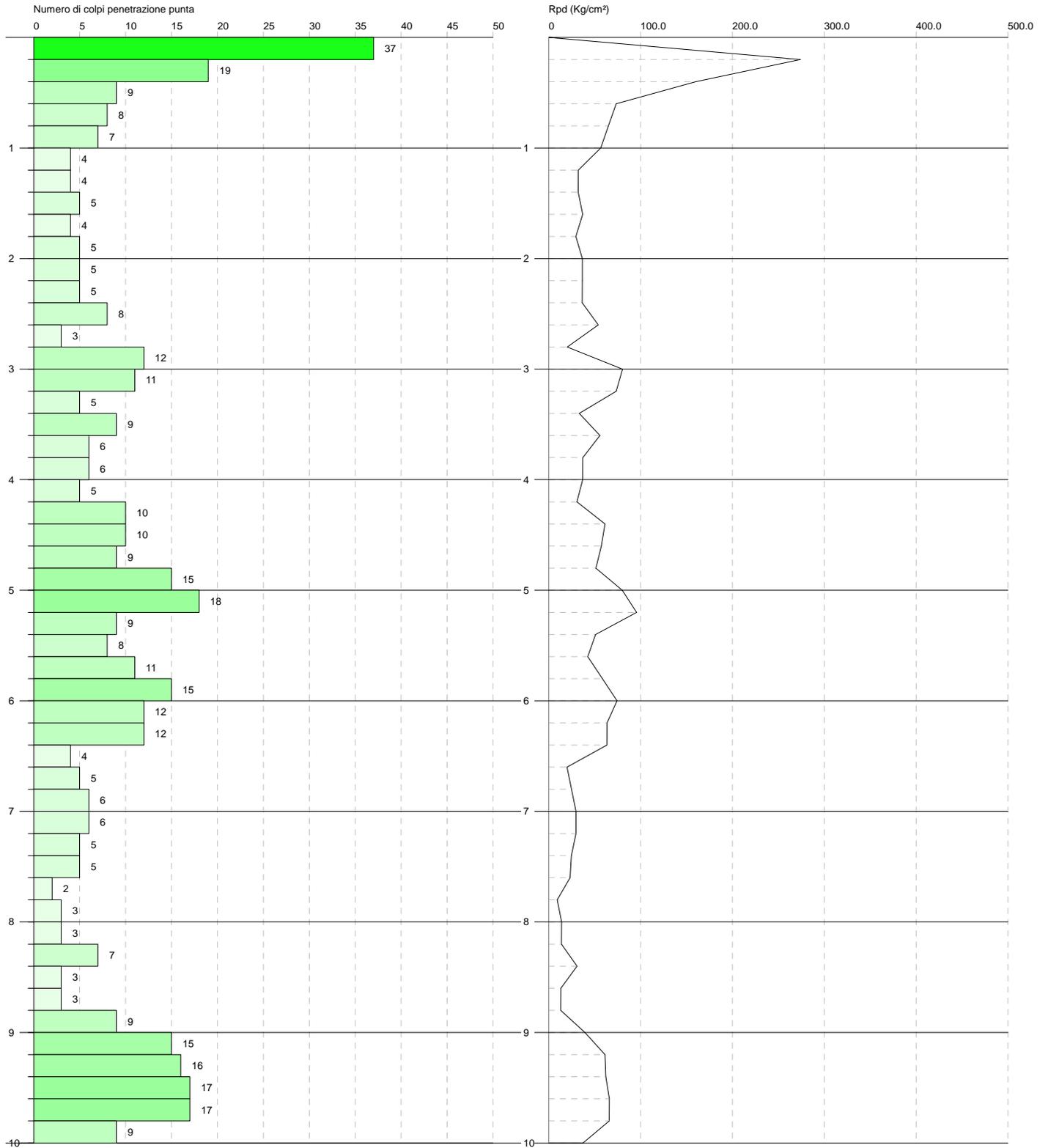
6.80	10	0.769	49.64	64.58	2.48	3.23
7.00	8	0.767	39.63	51.66	1.98	2.58
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91
7.40	7	0.764	34.54	45.20	1.73	2.26
7.60	25	0.663	101.41	153.02	5.07	7.65
7.80	41	0.561	140.86	250.96	7.04	12.55
8.00	30	0.660	121.18	183.63	6.06	9.18
8.20	10	0.759	46.43	61.21	2.32	3.06
8.40	7	0.757	32.45	42.85	1.62	2.14
8.60	6	0.756	26.39	34.90	1.32	1.75
8.80	8	0.755	35.12	46.54	1.76	2.33
9.00	17	0.703	69.57	98.89	3.48	4.94
9.20	11	0.752	48.14	63.99	2.41	3.20
9.40	12	0.751	52.43	69.81	2.62	3.49
9.60	22	0.650	79.25	121.93	3.96	6.10
9.80	15	0.699	58.10	83.14	2.90	4.16
10.00	10	0.748	41.44	55.42	2.07	2.77

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 29/04/2017

Scala 1:50

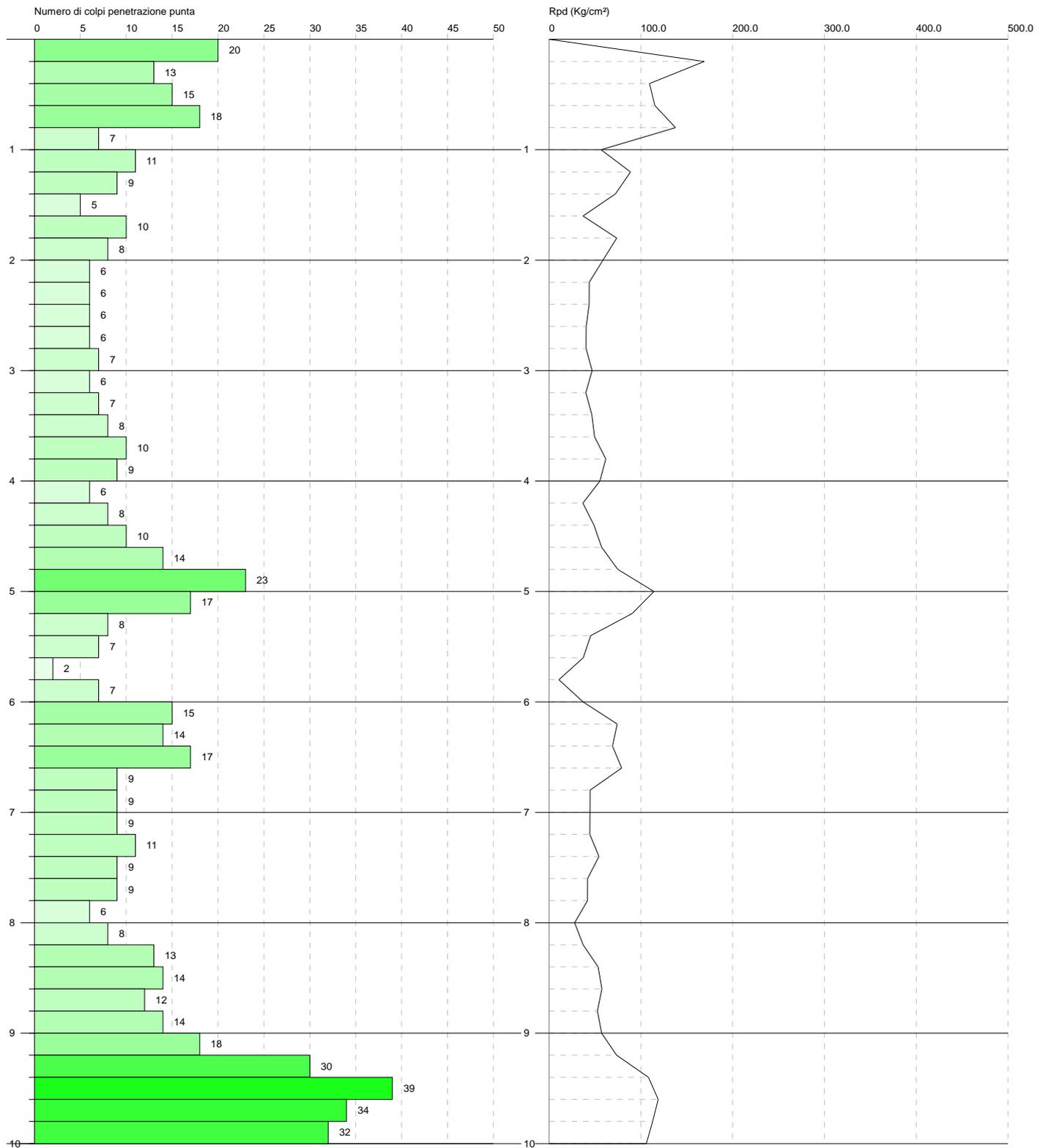


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 29/04/2017

Scala 1:50

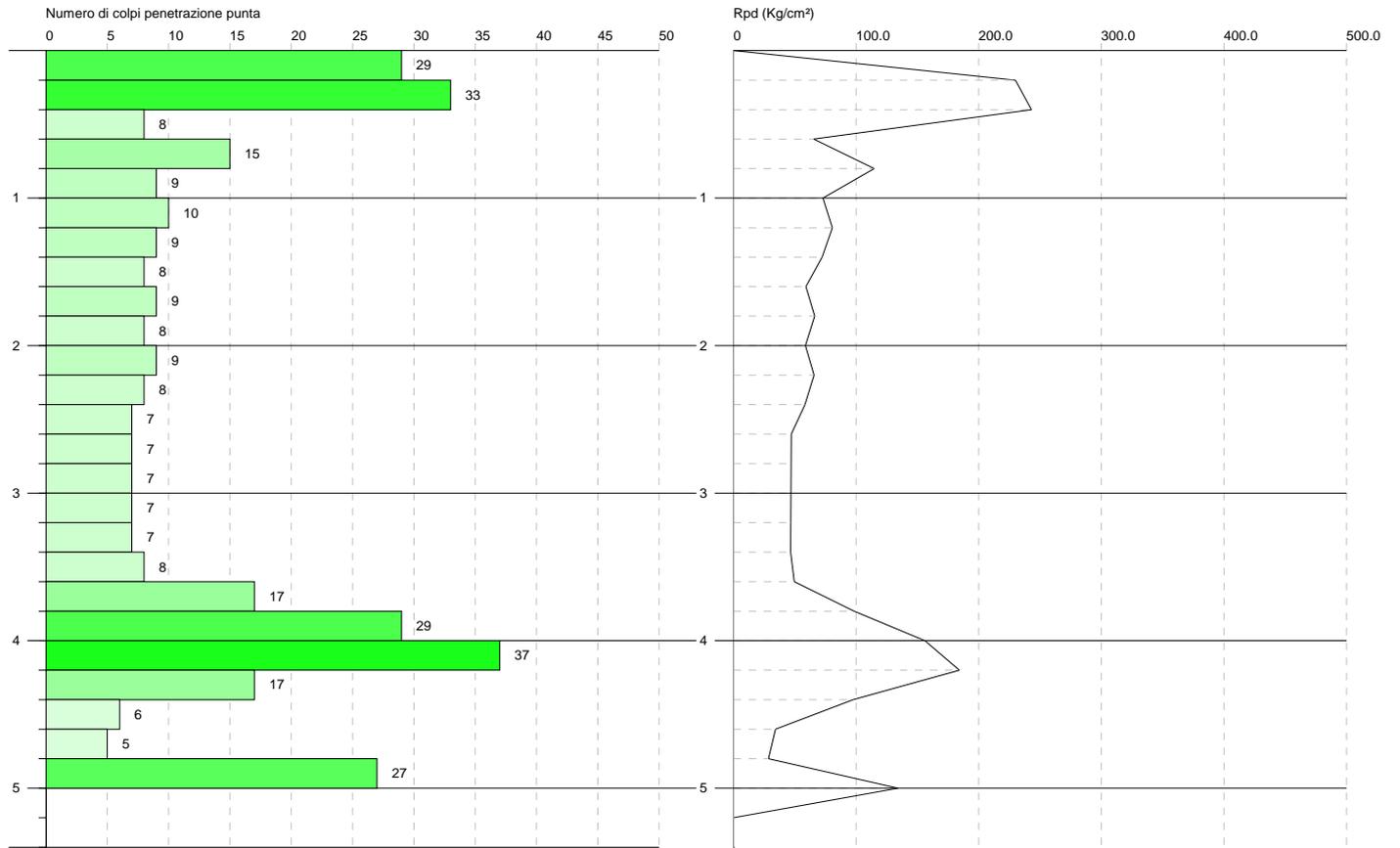


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP3**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 29/04/2017

Scala 1:50

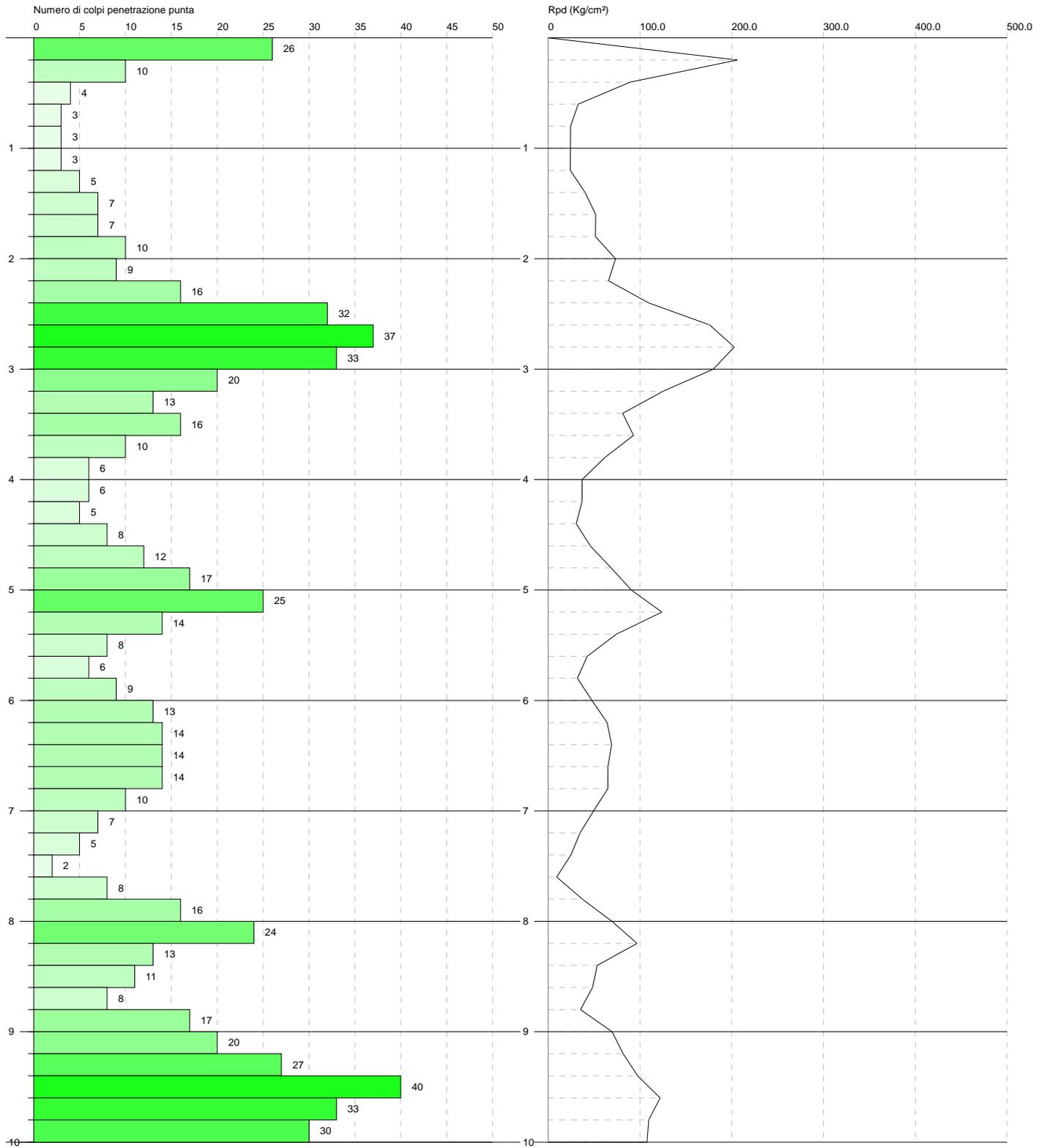


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP4**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 05/05/2017

Scala 1:50

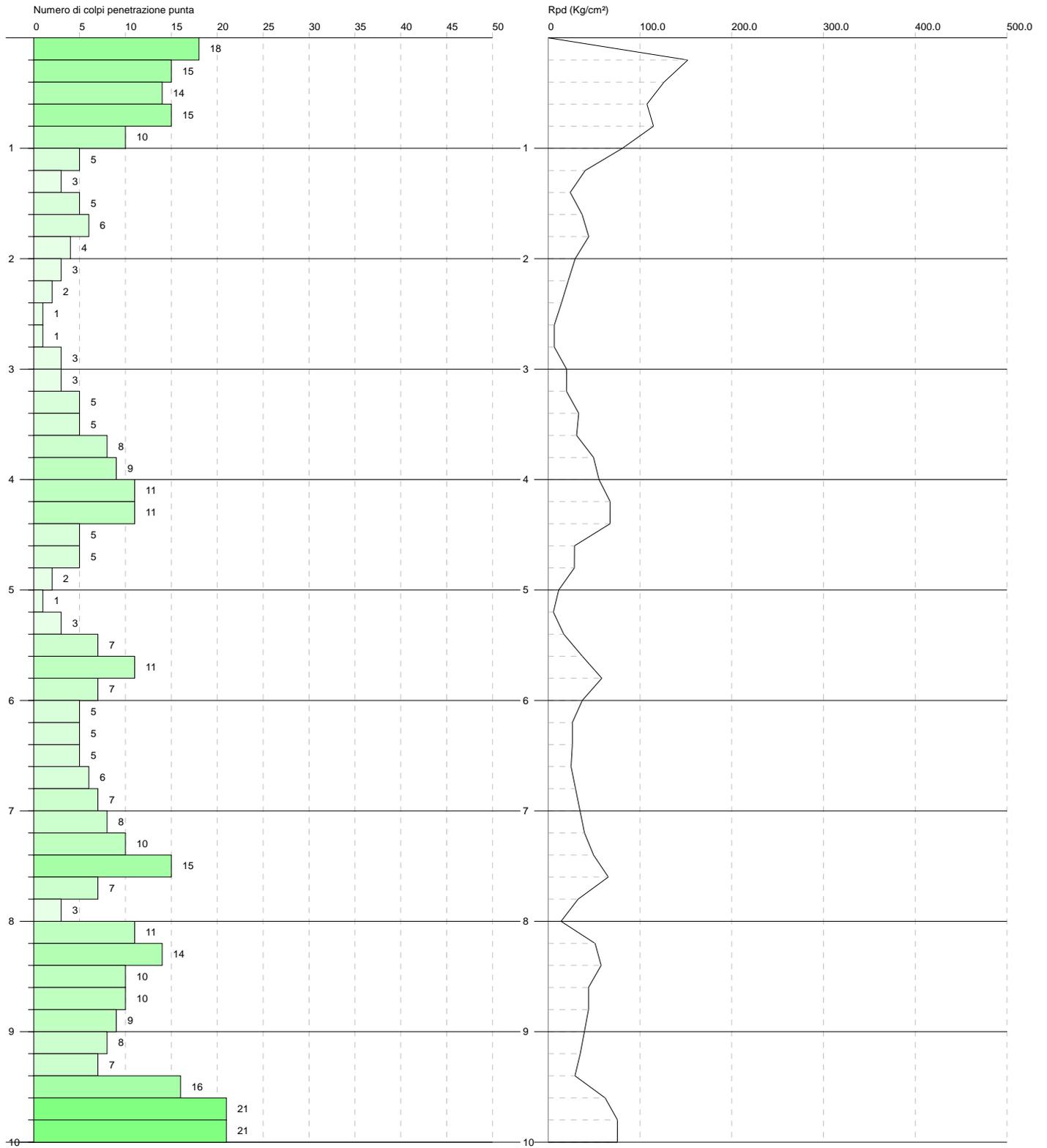


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP5**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 05/05/2017

Scala 1:50

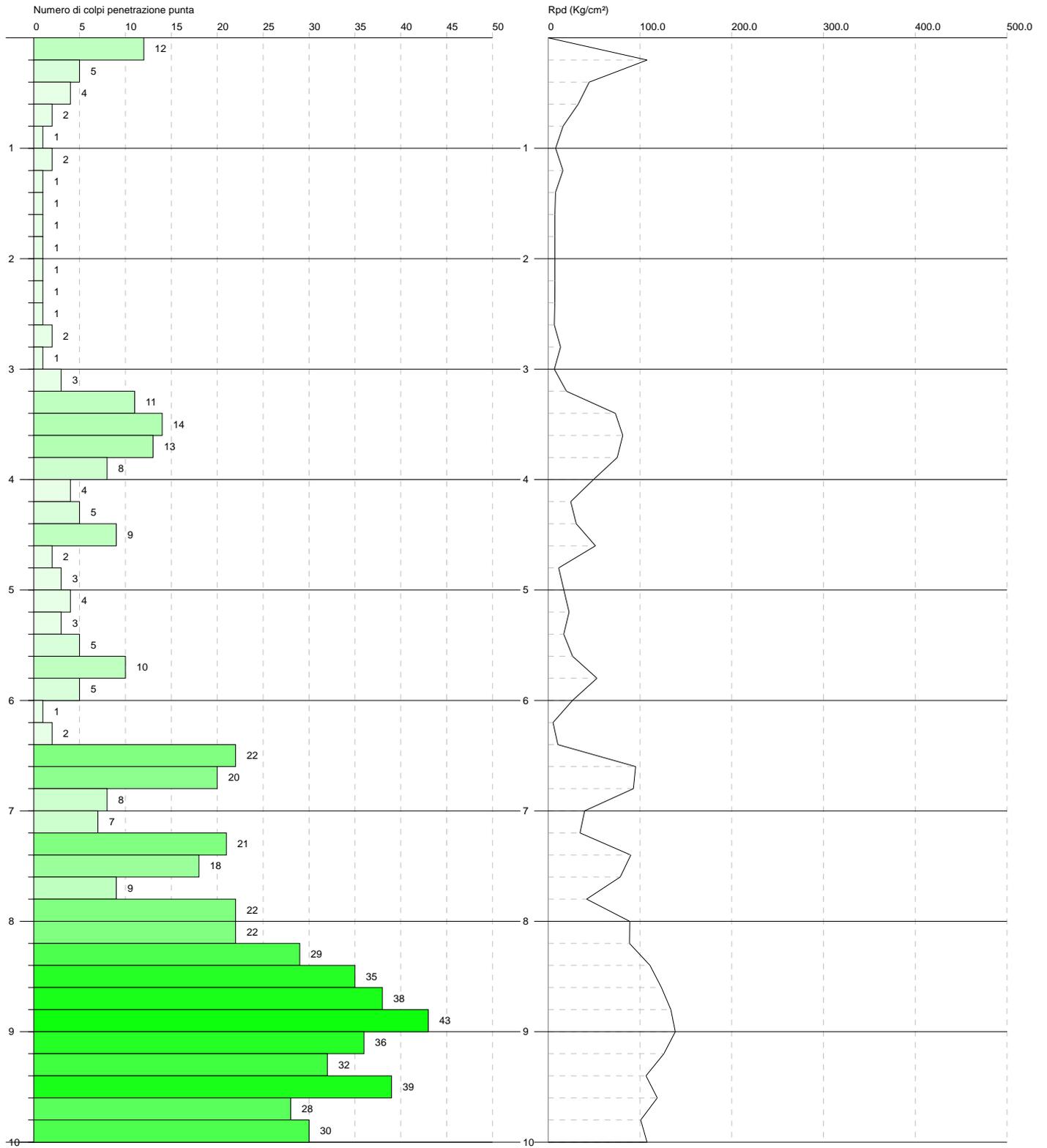


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP6**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 05/05/2017

Scala 1:50

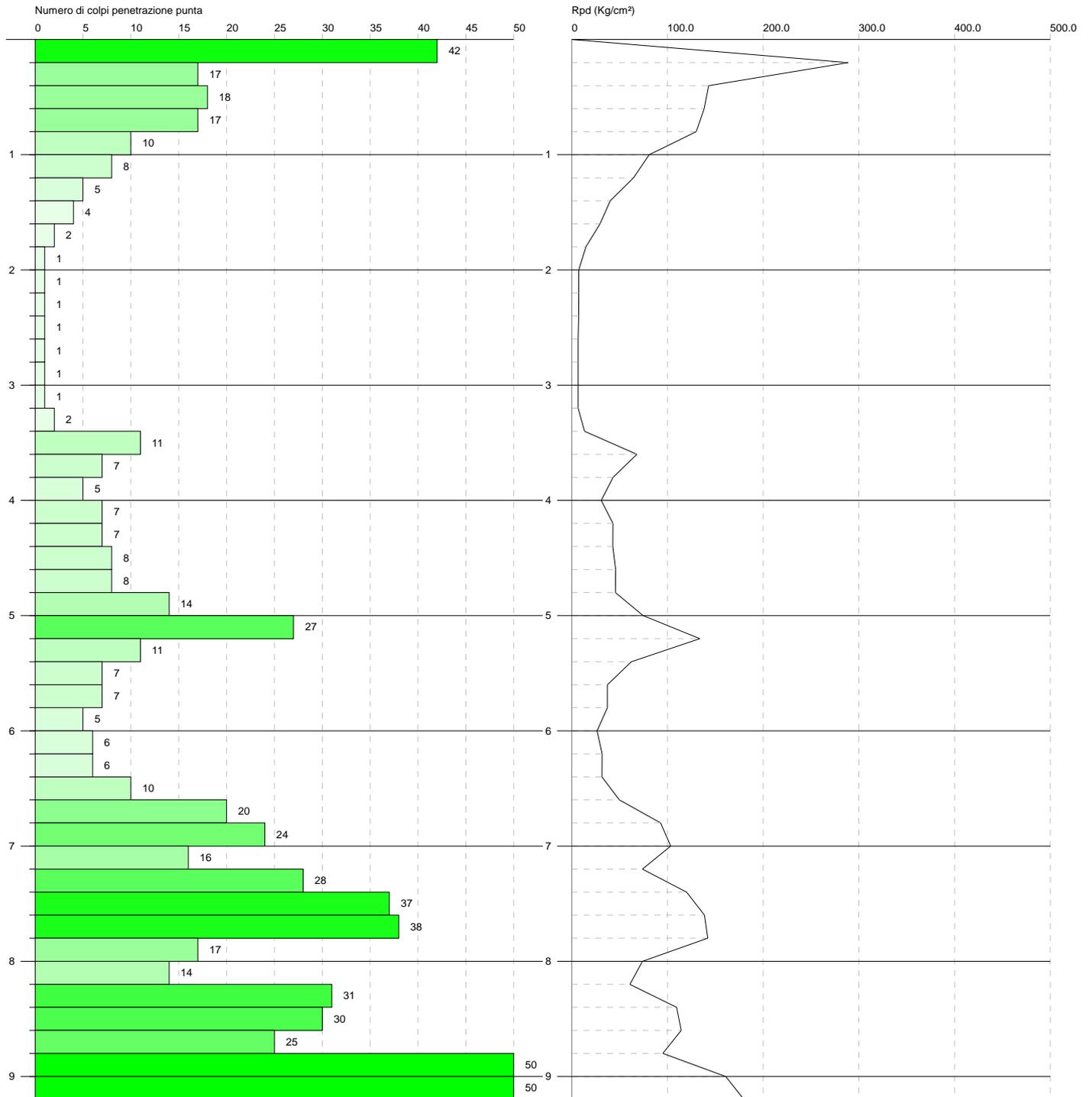


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP8**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 06/05/2017

Scala 1:50

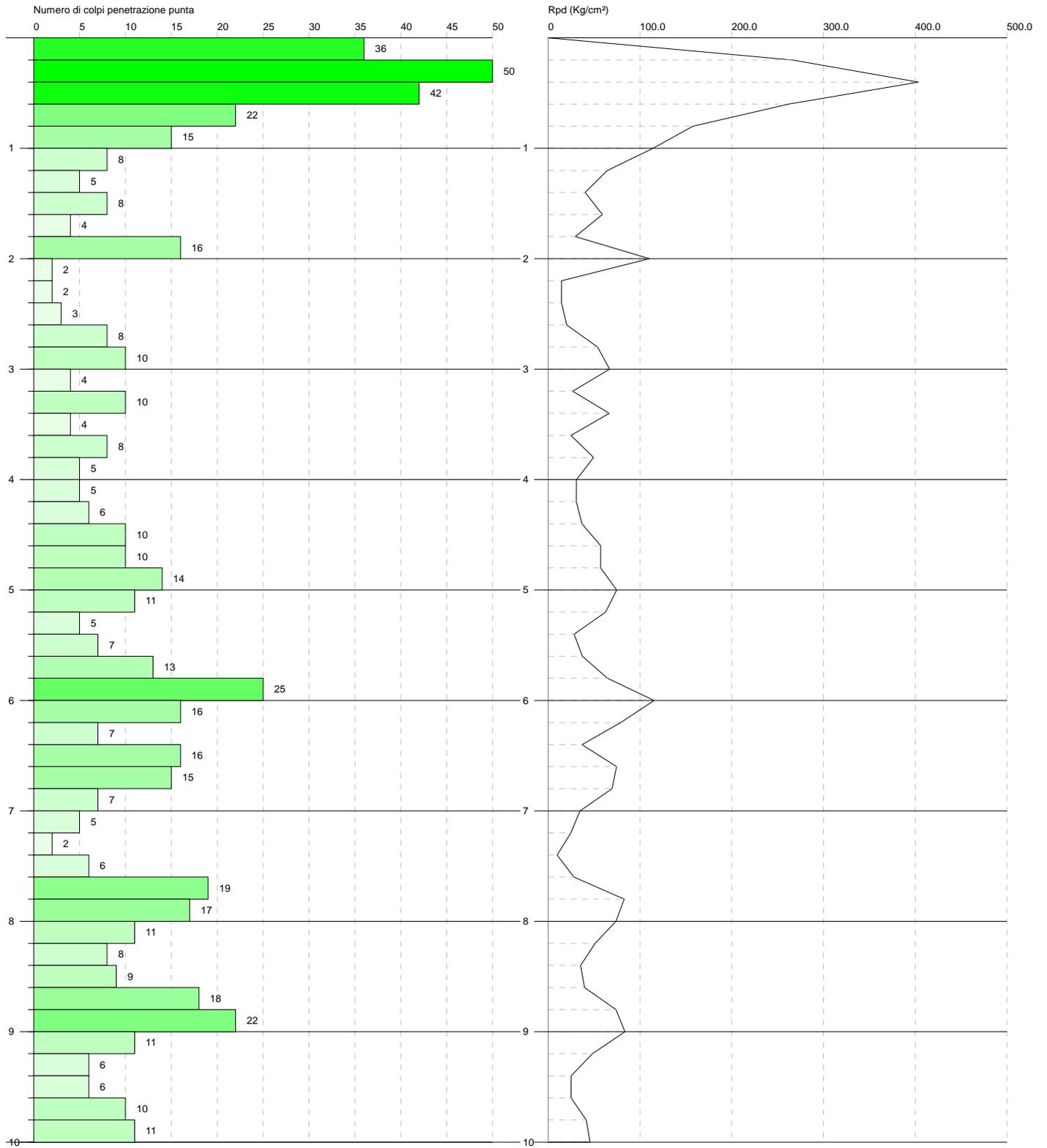


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP7**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 06/05/2017

Scala 1:50

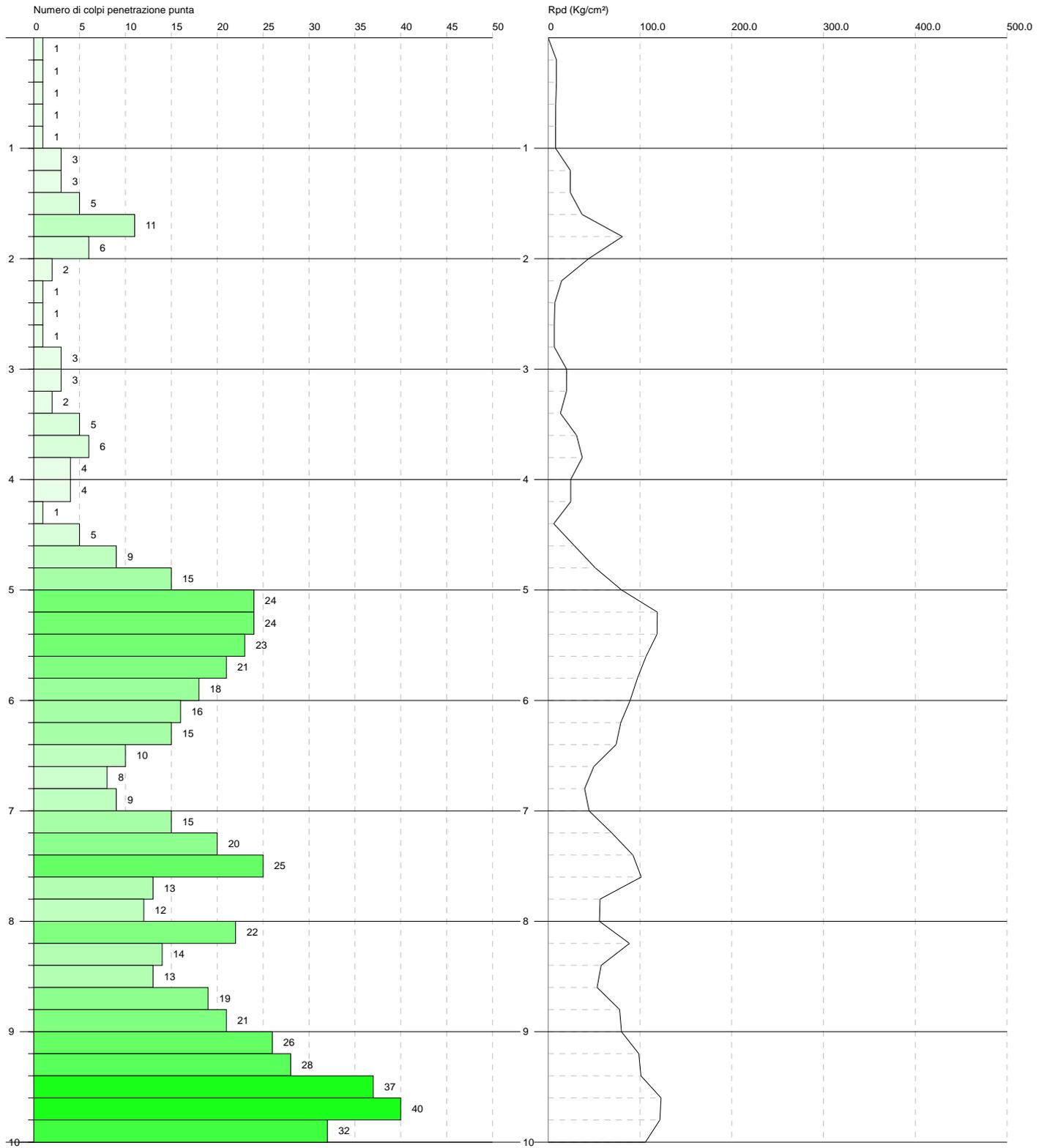


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP9**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 09/05/2017

Scala 1:50

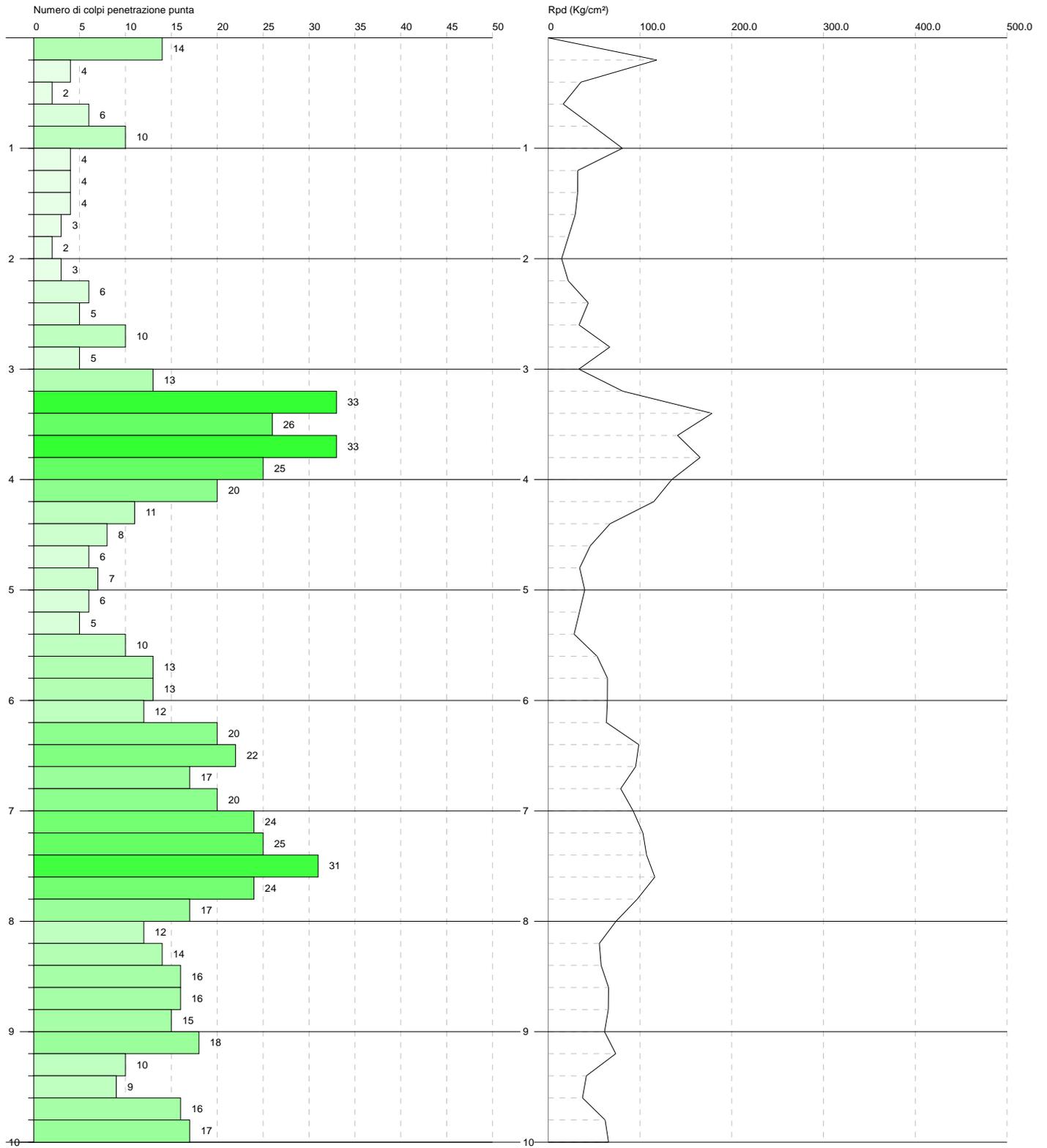


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP10**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 09/05/2017

Scala 1:50

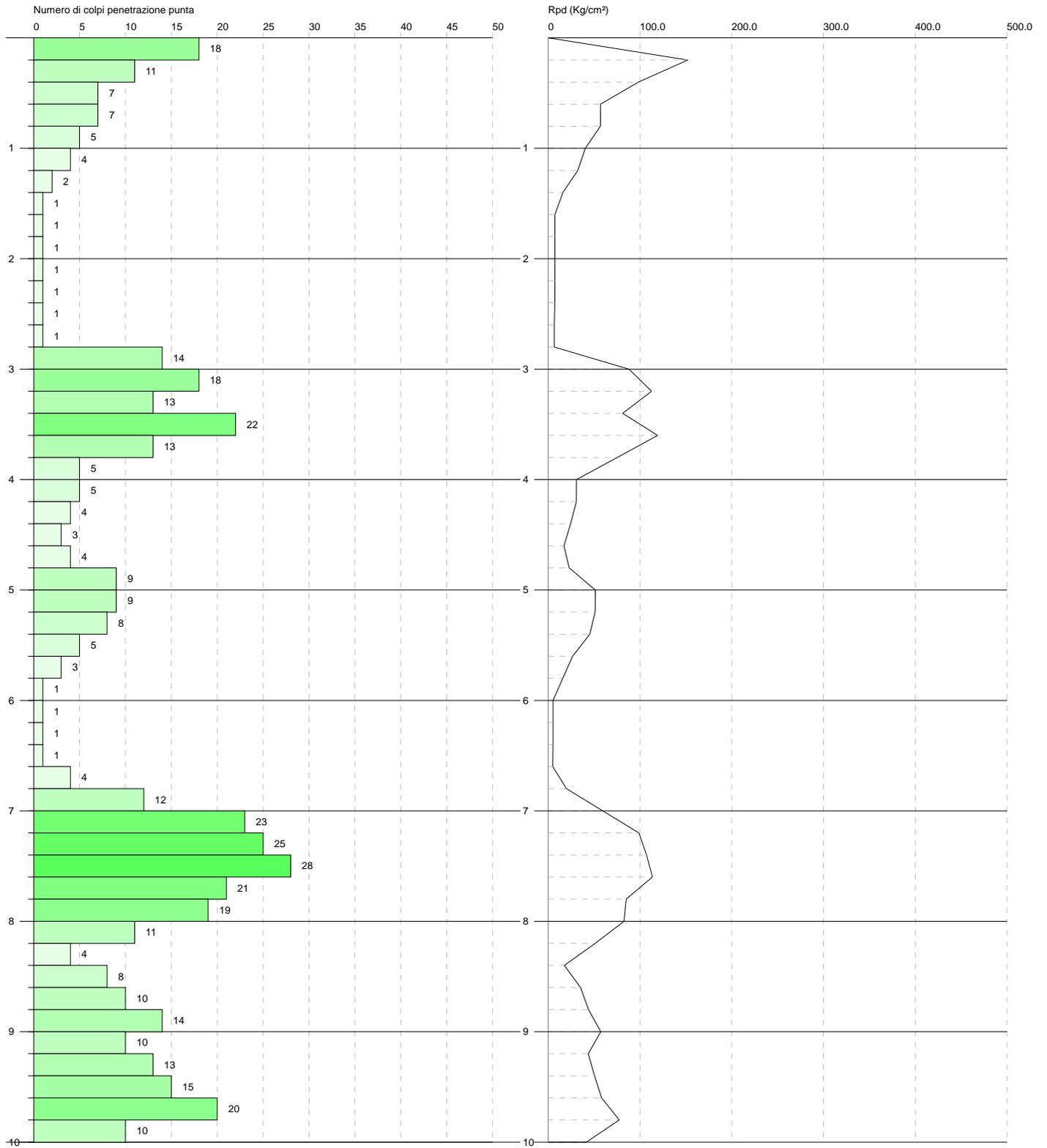


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP11**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 09/05/2017

Scala 1:50

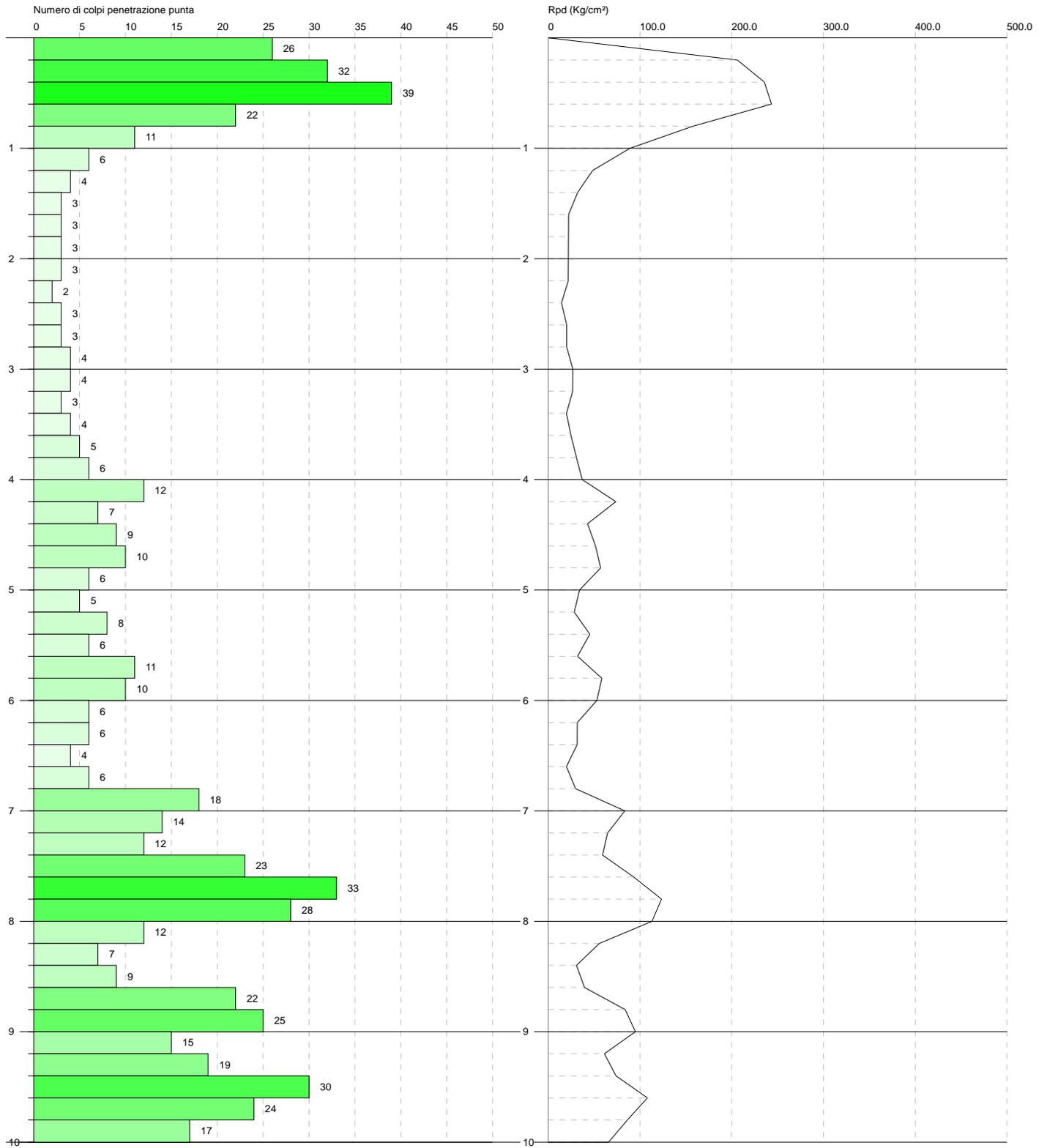


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP12**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 09/05/2017

Scala 1:50

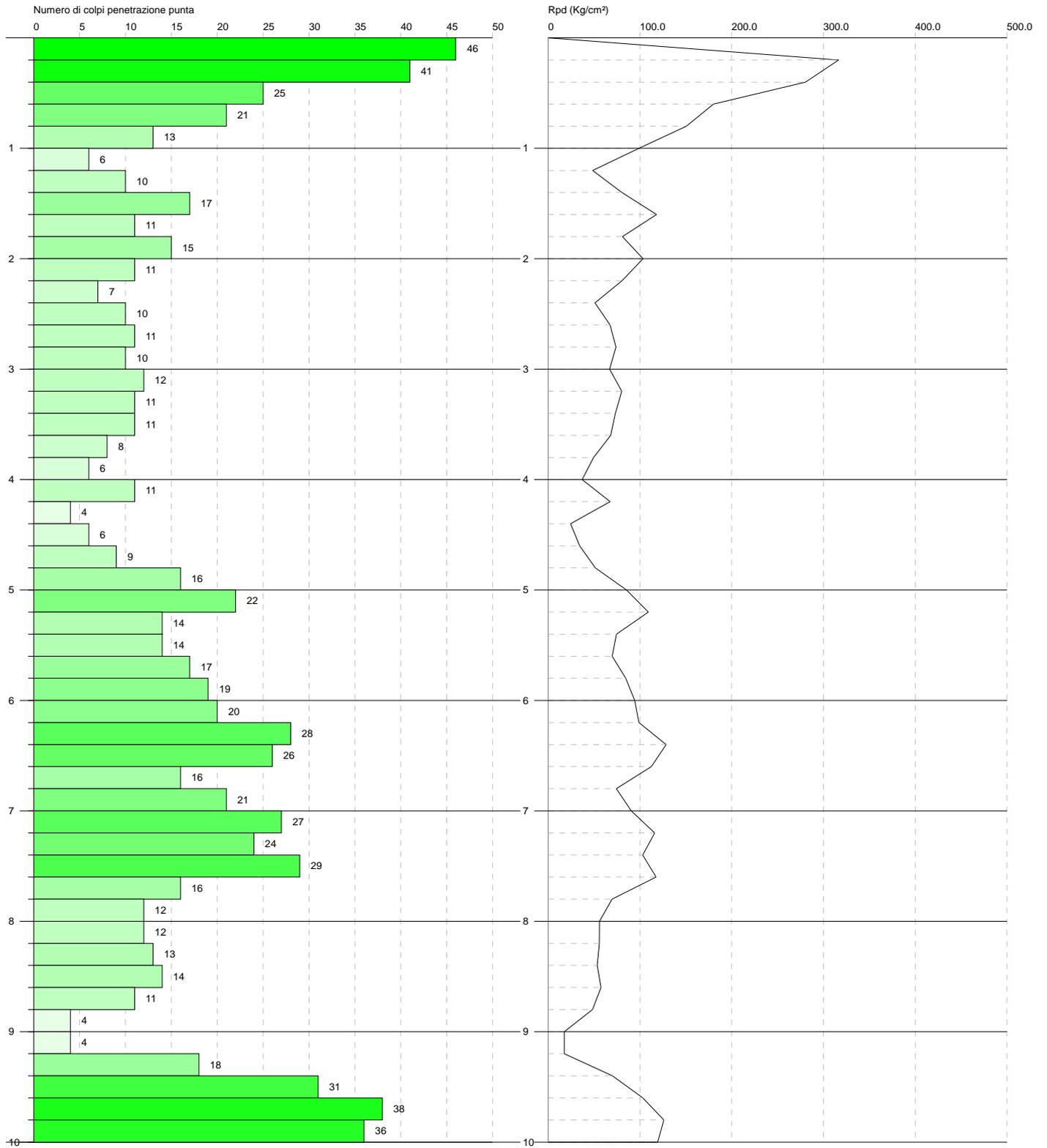


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP13**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 10/05/2017

Scala 1:50

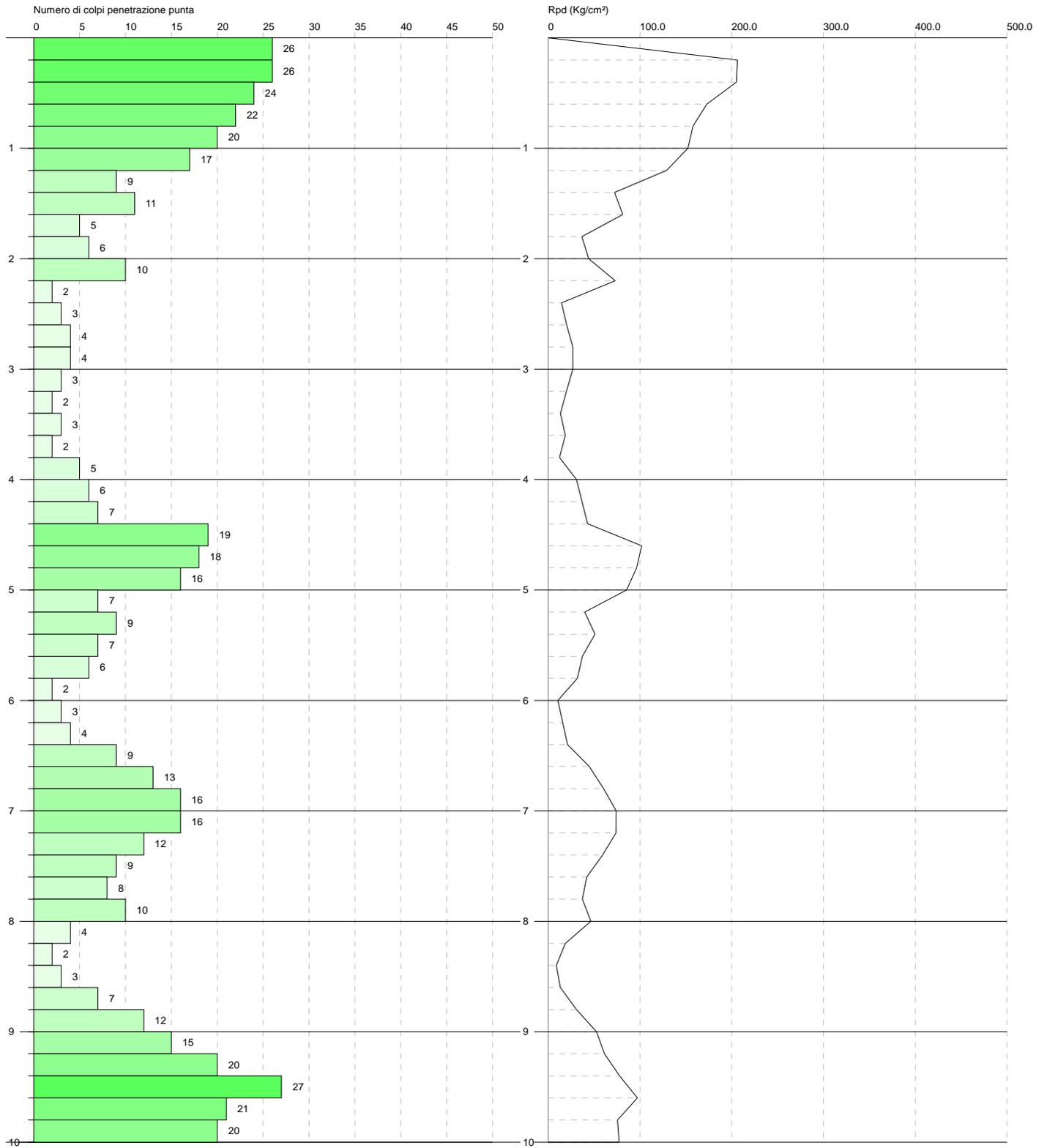


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP14**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 10/05/2017

Scala 1:50

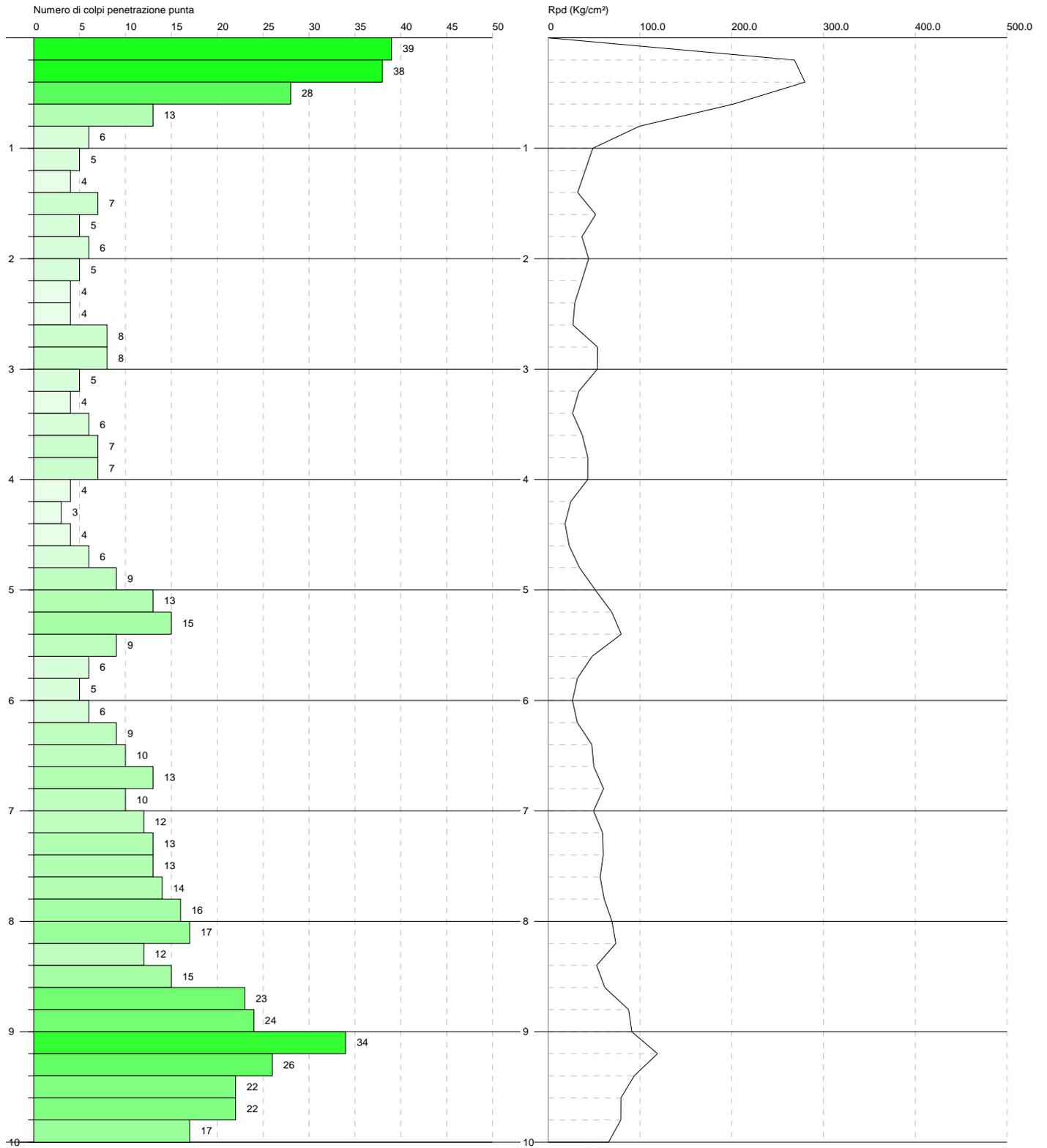


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP15**  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 10/05/2017

Scala 1:50

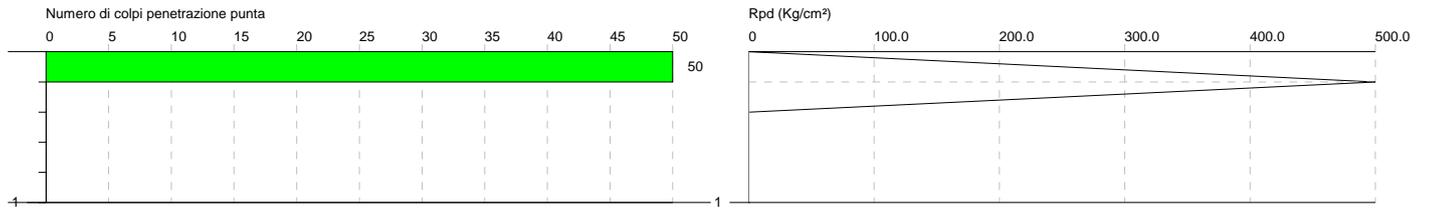


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP16**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 10/05/2017

Scala 1:50

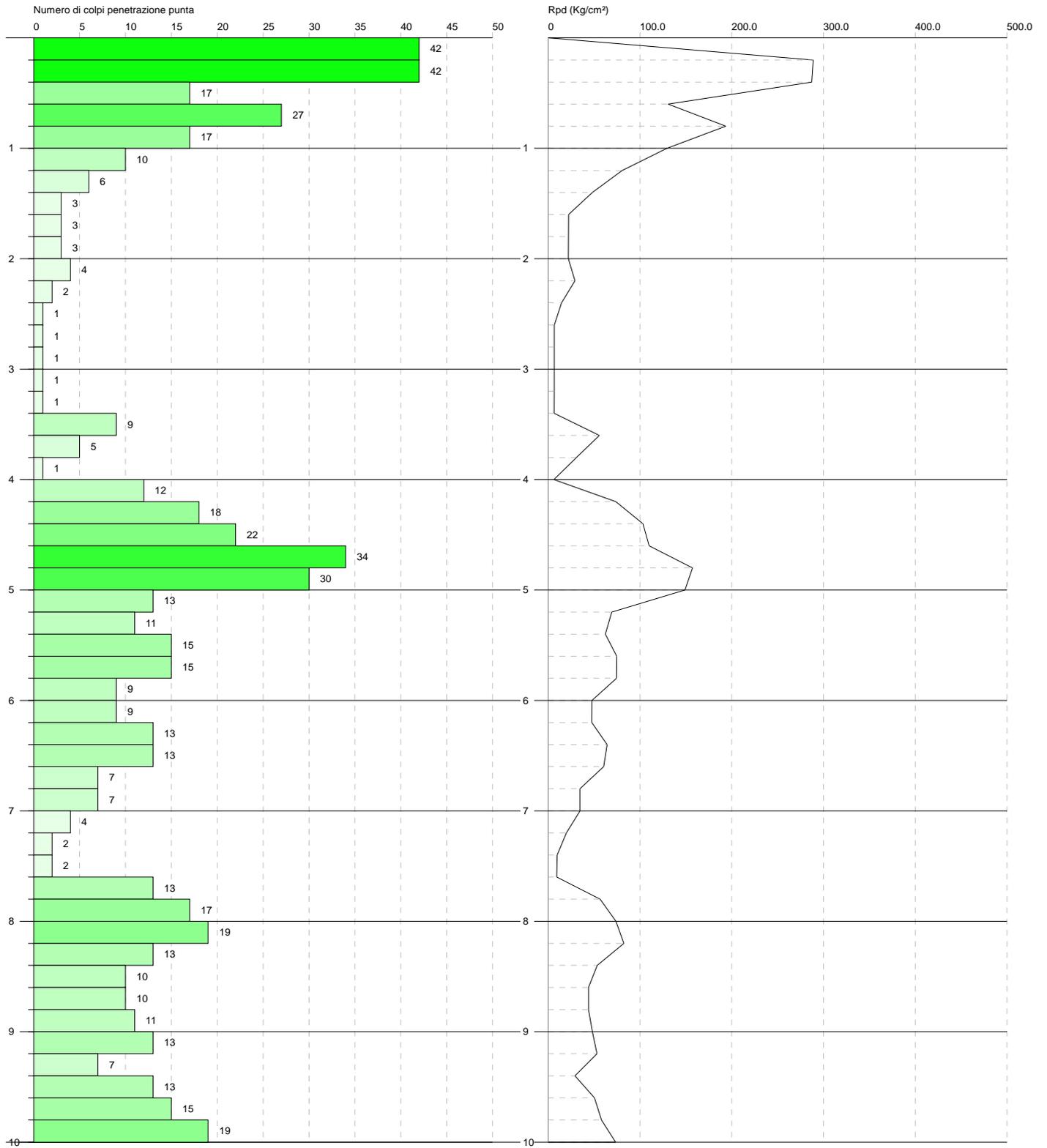


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP17**  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 11/05/2017

Scala 1:50

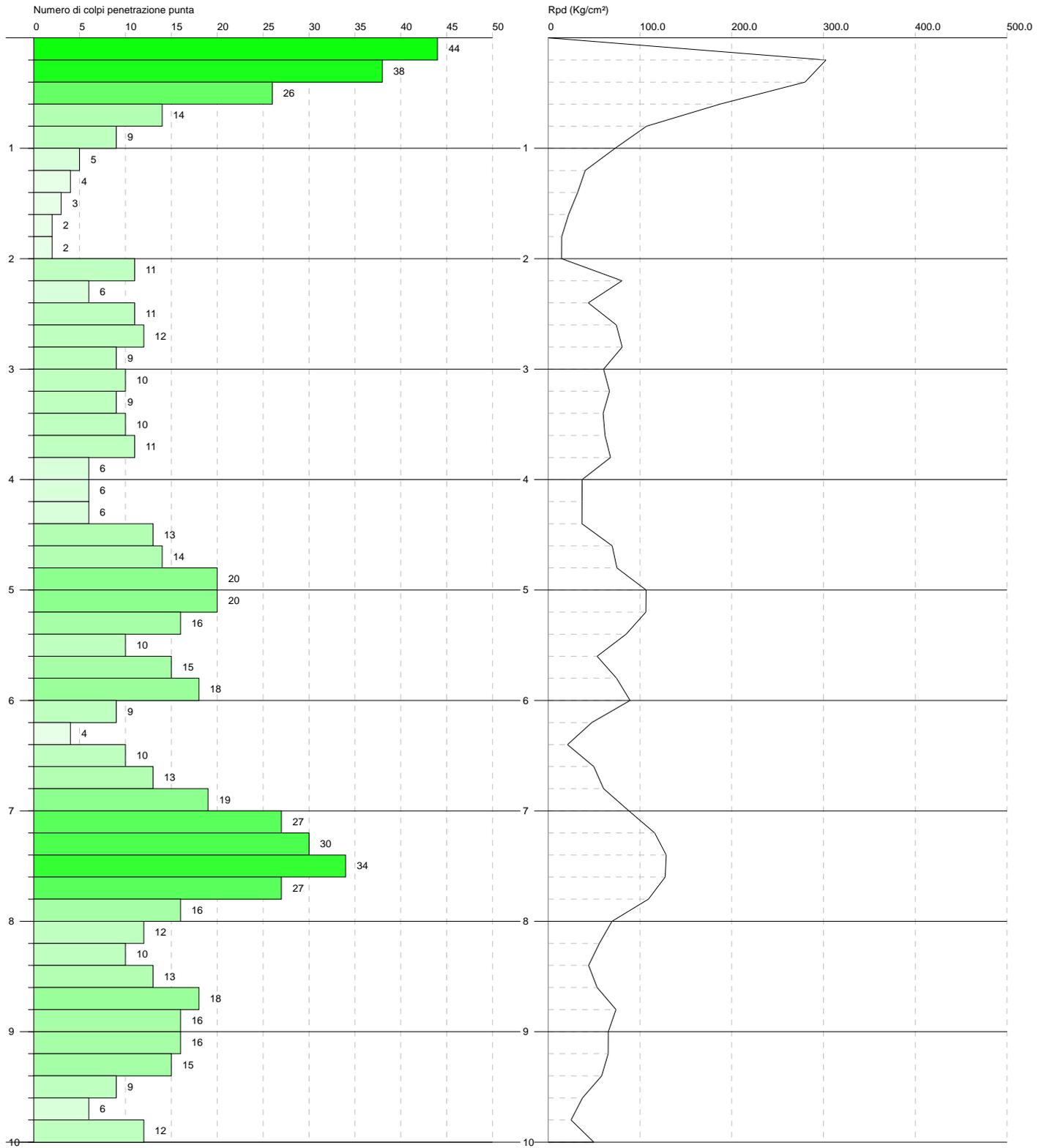


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP18**  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 11/05/2017

Scala 1:50



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PSP19**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:

Data: 11/05/2017

Scala 1:50

