



CENTRO STUDI GEOTECNICI

CENTRO STUDI GEOTECNICI ® SAS
SOCIETA' DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Roberto Zago

via C. Piovene n°17 – 35127 PADOVA
Tel. 049 / 8724770 - Fax 049 / 8724770

C.F. e P.I. : 03271580288 – Numero REA PD 0296240

GEOLOGIA

GEOTECNICA

IDROGEOLOGIA

COMMITTENTE : **DRINK SERVICE ITALIA SRL**

**INDAGINE GEOGNOSTICA NEL TERRENO DI
FONDAZIONE DEL PROGETTATO AMPLIAMENTO
DI UN FABBRICATO USO ARTIGIANALE, SITO
IN VIA MADONNA - COMUNE DI BOVOLENTA (PD)**

**RELAZIONE GEOTECNICA
SULLE INDAGINI**

C - 2 - 19



COMMITTENTE : **DRINK SERVICE ITALIA SRL**

**INDAGINE GEOGNOSTICA NEL TERRENO DI
FONDAZIONE DEL PROGETTATO AMPLIAMENTO
DI UN FABBRICATO USO ARTIGIANALE, SITO
IN VIA MADONNA - COMUNE DI BOVOLENTA (PD)**

<p>RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI</p>

1 - PREMESSA

Per Vs. incarico si è provveduto all'esecuzione di un'indagine geotecnica a carattere preliminare nel terreno di fondazione del progettato ampliamento di un fabbricato ad uso artigianale, sito in via Madonna n°50 - comune di Bovolenta (PD).

L'indagine in sito è stata eseguita allo scopo di esaminare la composizione geotecnica del sottosuolo su cui verranno a gravare i carichi di progetto.

In generale è da tener presente che tale tipo di indagine, oltre che consigliabile, è anche prevista dalla normativa nazionale, con particolare riferimento a :

- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

□ **D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

□ **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

□ **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

□ **Norme tecniche per le Costruzioni 2008**

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008

□ **Norme tecniche per le Costruzioni 2018**

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018

□ **Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali

□ **Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

Parte 5 : Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

La modalità di esecuzione delle prove geognostiche nel terreno è stata inoltre uniformata ai suggerimenti contenuti nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana.



2 - IMPOSTAZIONE DELL'INDAGINE

Nell'area in esame, si è provveduto all'esecuzione di n°2 prove penetrometriche statiche (denominate Cpt1 e Cpt2) ; le prove sono state spinte rispettivamente fino alla profondità di 20.0 m e 15 m rispetto al piano d'appoggio dello strumento.

L'ubicazione del punto investigato è riportata nella planimetria al termine dell'ultimo capitolo.

Come quota zero di partenza delle prove si deve intendere l'attuale piano campagna verde incolto ; tutti i riferimenti di profondità di seguito citati, sono relativi all'inizio prove così definito.

La prova penetrometrica è stata effettuata con un penetrometro statico modello olandese da 10 tonn. di spinta A NORME A.G.I., montato su carro cingolato .

L'indagine penetrometrica consente il rilievo in modo continuo della resistenza a rottura del terreno tramite l'infissione di una punta tipo Begemann; precisamente vengono registrati i seguenti dati:

- resistenza alla penetrazione della punta conica o R_p , espressa in kg/cm^2 ;
- resistenza all'attrito laterale locale o R_l , espressa in kg/cm^2 ;

La registrazione delle varie resistenze a rottura del terreno in sito viene effettuata utilizzando una cella idrostatica con quadro di controllo elettronico separato.

3 - INDAGINE ESEGUITA : RISULTATI

Il risultato dell'indagine è contenuto nelle tabelle riportate al termine dell'ultimo capitolo.

Si riportano i dati di lettura di campagna ed i valori trasformati, in kg/cm^2 , di Rp ed RI; un apposito diagramma riguarda invece le valutazioni litologiche derivanti sia dal rapporto Rp/RI, contenuto nelle tabelle, che dal rapporto Schmertmann.

Per ogni punto investigato, si riportano inoltre in istogramma, in funzione della profondità, i dati relativi alla resistenza alla punta (Rp) ed alla resistenza all'attrito laterale locale (RI); per chiarezza grafica non risulta invece diagrammata la resistenza totale (Rt).

Al termine della prova penetrometrica si è provveduto alla misurazione del livello della falda acquifera all'interno del foro di prova, ottenendo il seguente risultato :

PROFONDITA' FALDA ACQUIFERA
Cpt 1 = -0.90 m
Cpt 2 = -0.72 m

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva della situazione geotecnica presente nel sottosuolo, con una suddivisione in livelli omogenei; la tabella contiene dati relativi alla natura del terreno, spessore degli strati, resistenza meccanica, coesione, angolo d'attrito.

I parametri riguardanti le resistenze caratteristiche del terreno (ovvero coesione non drenata ed angolo d'attrito) sono corretti utilizzando gli opportuni coefficienti (indicati nel D.M. 17 Gennaio 2018) inseriti all'interno della tipologia d'approccio di calcolo:

a) Approccio 1 – combinazione 2

b) Approccio 2

Per il caso a) approccio 1 – combinazione 2 (colonna M2 della seguente tabella), prevedono dei coefficienti parziali per correggere i parametri geotecnici caratteristici del terreno ed ottenere i parametri di progetto:

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.0

I parametri di progetto vengo ricavati utilizzando le seguenti equazioni:

$$C_{ud} = C_{uk} / \gamma_{cu} = C_{uk} / 1.4 ;$$

$$\phi'_d = \arctan (\tan(\phi'_k) / \gamma_{\phi'}) = \arctan (\tan(\phi'_k) / 1.25)$$

Per il CASO B) - Approccio 2, i parametri di progetto C_{ud} e ϕ'_d non subiscono fattori riduttivi, ovvero sono pari rispettivamente a C_{uk} e ϕ'_k .

CASO A) - Approccio 1 – Combinazione 2 – Modello Geotecnico

PROFONDITA' LIVELLO (m)	NATURA GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO	VALORE DI RESISTENZA ALLA PUNTA R_p (kg/cm ²)	VALORE CARATT. MEDIO COESIONE c_{uk} (kg/cm ²)	VALORE DI PROGETTO MEDIO DI COESIONE c_{ud} (kg/cm ²)	VALORE CARATT. MEDIO ANGOLO D'ATTR. (ϕ'_k)	VALORE DI PROGETTO MEDIO ANGOLO D'ATTR. (ϕ'_d)
1 da p.c. a 2.20	livello a bassa resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche limoso-argillose e/o argillose	6 - 13	0.30-0.60	00.21-0.43		
2 da 2.20 a 3.60	livello a media resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche sabbiose e sabbioso-limose	40 - 110			28°-31°	23°-26°
3 da 3.60 a 4.80-5.00	livello a bassa resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche argilloso-limose	7 - 13	0.35-0.55	0.25-0.39		
4 da 4.80-5.00 a 7.40	livello a media resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche sabbiose e sabbioso-limose ; intercalazione a bassa resistenza tra 5.6-6.2 m	80 - 110 8 - 11	0.40-0.50	0.28-0.35	32°-33°	27°-28°
5 da 7.40 a 9.20	livello a bassa e molto bassa resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche argilloso-limose	5 - 11	0.25-0.45	0.18-0.32		

6	da 9.20 a 10.40	livello a medio-elevata resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche sabbiose e sabbioso-limose.	100 - 150			32°-34°	27°-29°
7	da 10.40 a 12.00- 12.60	livello a bassa e molto bassa resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche argilloso-limose	5 - 9	0.25-0.45	0.18-0.32		
8	da 12.00- 12.60 a 15.60	livello a medio-elevata resistenza, attribuibile a terreni di caratteristiche sabbiose e sabbioso-limose.	110 - 160			32°-35°	27°-30°
9	da 15.60 a 20.00	alternanze di livelli a medio-bassa resistenza di caratteristiche limose e livelli a media resistenza di caratteristiche sabbiose	14 – 29 50 - 90	0.65-0.90	0.46-0.64	29°-31°	24°-26°

4 - CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO AI FINI SISMICI

4.1 – Aspetti locali

L'area oggetto dell'indagine è ubicata nel comune di **BOVOLENTA (PD)** che in base alle normative vigenti nel campo sismico, risulta essere inserito all'interno della **Zona 4**.

In base alle indicazioni progettuali fornite la costruzione in esame appartiene agli edifici di *Tipo 2 e Classe d'Uso II*.

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione al valore di **V_R (vita di riferimento)** che viene ottenuto moltiplicando la **vita nominale V_N** per il **coefficiente d'uso C_U**.

Nel caso in esame i parametri **V_N** e **C_U** sono pari rispettivamente a 50 anni e 1.0; in base a tali valori la **vita o periodo di riferimento V_R**, che si ricava da **V_N x C_U**, è posta uguale a 50.

I valori dei parametri sismici caratteristici del sito si ottengono grazie ad un reticolo di punti (distanziati tra loro 5 km) che copre l'intero territorio nazionale.

Nel caso in esame, si prende come riferimento il punto di coordinate Long. 11.9276 e Lat. 45.2636 nel calcolo verranno considerati i 4 nodi prossimi a tale punto.

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 13408	Lat: 45,2738	Lon: 11,8576	Distanza: 5655,844
Sito 2	ID: 13409	Lat: 45,2747	Lon: 11,9285	Distanza: 1135,706
Sito 3	ID: 13631	Lat: 45,2248	Lon: 11,9298	Distanza: 4423,909
Sito 4	ID: 13630	Lat: 45,2238	Lon: 11,8590	Distanza: 7092,736

Ciascun nodo presenta specifici valori di parametri sismici in funzione di determinati valori, dettati dalla normativa, del **tempo di ritorno T_R**.

Il valore di **T_R** è funzione del **coefficiente P_{VR}**, il quale rappresenta la probabilità che l'energia generata da un evento sismico colpisca il sito in esame superando le resistenze dell'edificio nel periodo di riferimento.

Tale probabilità è legata agli stati limite presi in considerazione e risulta essere :

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

La formula che rappresenta il tempo di ritorno **T_R** è pari a : **T_R = - V_R / ln (1-P_{VR})**

Nel caso in esame, essendo V_R pari a 50 anni, i valori del tempo di ritorno relativi ai vari stati limite saranno:

V_R	P_{VR}	T_R (anni)
50	81% (SLO)	30
50	63% (SLD)	50
50	10% (SLV)	475
50	5% (SLC)	975

A tali valori di T_R corrispondono i seguenti parametri sismici caratteristici:

Sito in esame	Parametri sismici
latitudine: 45,2636	Categoria sottosuolo: C
longitudine: 11.9276	Periodo di riferimento V_R : 50 anni
Vita nominale V_N : 50	Coefficiente cu : 1.0

STATI LIMITE

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,028	g
Fo:	2,481	
Tc*:	0,208	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,033	g
Fo:	2,492	
Tc*:	0,243	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,063	g
Fo:	2,708	
Tc*:	0,359	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]

ag:	0,078 g
Fo:	2,768
Tc*:	0,378 [s]

COEFFICIENTI SISMICI – stati limite
--

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,760
St:	1,000
Kh:	0,008
Kv:	0,004
Amax:	0,406
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,670
St:	1,000
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,487
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,470
St:	1,000
Kh:	0,019
Kv:	0,010
Amax:	0,933
Beta:	0,200

SLC:

Ss:	1,500
Cc:	1,450
St:	1,000
Kh:	0,023
Kv:	0,012
Amax:	1,140
Beta:	0,200

4.2 – Condizioni topografiche

Dal rilievo di campagna, l'area in oggetto è caratterizzata da un andamento pianeggiante della superficie topografica priva di qualsiasi elemento morfologico di rilievo e senza evidenze superficiali della presenza di lineamenti di faglia; la categoria d'appartenenza della superficie topografica è **T1**.

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

Ne deriva che il fattore di amplificazione topografica S_T è posto pari a **1**.

4.3 – **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**

Sulla base della prova penetrometrica Cpt1 eseguita fino a 20.0 m di profondità, ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto e dall'elaborazione della prova stessa, si è stimato un valore medio di V_s (nello spessore investigato) pari a **242 m/sec**, con il quale si ritiene di indicare l'appartenenza del locale sottosuolo alla categoria **C** (valori di V_s compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec).

Tabella categoria sottosuolo

Categoria	Descrizione	V_{S30} (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	> 800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	360 – 800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	180 – 360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	100 - 180

E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	Come C – D
----------	---	---------------

4.4 – VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE

I dati ottenuti tramite le prove penetrometriche indicano la presenza di terreni potenzialmente soggetti al fenomeno della liquefazione durante un evento sismico.

Tali terreni fanno parte delle categorie limoso-sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbiosa; nell’ambito delle prove Cpt eseguite i terreni con tali caratteristiche sono potenzialmente presenti nel tratto di profondità posto tra 2 m circa e 15 m circa .

L’individuazione di queste tipologie di terreno ha reso necessario il calcolo del fattore di sicurezza a liquefazione, mediante la correlazione di *Robertson e Write 1997*.

A seguito di tale operazione il fattore di sicurezza (**FS_L**) ottenuto è risultato essere superiore al valore di 1.25, il che indica una BASSA SUSCETTIBILITA’ alla liquefazione (vedere seguente tabella).

FS_L	Suscettibilità
FS _L < 1.00	A: Alta suscettibilità
1.00 <= FS _L < 1.25	B: Media suscettibilità
FS _L >= 1.25	C: Bassa suscettibilità

5 - VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE DI RIFERIMENTO VERIFICATO : SLV

Allo stato attuale, l'ipotesi progettuale prevede la realizzazione di plinti di fondazione, collocati a circa 1.6-1.8 m di profondità rispetto alla quota d'inizio delle prove Cpt.

Ai fini della presente calcolo, si verifica la risposta del terreno di fondazione all'ipotesi di una fondazione a plinto quadrato avente larghezza pari a circa 3 m .

Carichi della struttura – dati forniti

Al momento non vi sono dati progettuali sull'entità e distribuzione dei carichi della struttura.

Valutazione carico limite

I valori di seguito calcolati del carico limite dovranno successivamente essere rapportati, in sede di dimensionamento delle opere di fondazione, con le reali misure e tipo di fondazione utilizzate.

E' importante sottolineare che le dimensioni di seguito utilizzate ai fini della verifica del q_{lim} , non costituiscono in alcun modo un progetto di fondazione; la scelta del tipo di fondazione ed il suo dimensionamento dovrà avvenire in sede del calcolo delle strutture, dal parte del Professionista incaricato.

Sulla base di quanto rilevato al termine delle prove penetrometriche è stata individuata la presenza di falda acquifera a profondità pari a circa 0.7-0.9 m ; con i dati a disposizione **è da ritenere pertanto che lo scavo delle opere di fondazione si debba trovare nelle condizioni di immersione in falda** .

Data la variabilità stagionale del livello freatico, si consiglia comunque di verificare la quota del livello statico della falda acquifera prima dell'inizio lavori.

Le valutazioni di seguito esposte si basano sull' individuazione del valore della resistenza di progetto R_d del terreno oltre il quale si manifestano fenomeni di rottura del terreno di fondazione.

Il carico limite q_{lim} di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich); oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di

Prandtl e successivi).

La condizione di sicurezza risulta soddisfatta quanto:

$$q_{lim} / E_d \geq \text{Fattore di Sicurezza} \quad \text{e} \quad E_d \leq R_d$$

dove :

E_d = tensione o carico di progetto

R_d = resistenza di progetto

Il valore del **fattore di sicurezza** di riferimento da adottare è funzione dell'approccio progettuale scelto.

Nel presente caso per le verifiche dei carichi limite, si utilizza il seguente metodo: **Stati Limite NTC 2018 Approccio 2 (fattore di sicurezza uguale a 2.3)**.

Per giungere alla definizione di R_d occorre definire il carico limite del terreno con le formule tradizionali della geotecnica (Hansen (1970), Terzaghi (1955), Meyerhof (1963), Vesic (1975), Brinch-Hansen (1970).

Per il caso in esame, l'analisi viene condotta applicando il seguente metodo d'approccio :

Approccio 2 (A1+M1+R3)

Nell'*Approccio 2* si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e per la resistenza globale (R) ; in tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γF riportati nella colonna A1 della sopra citata tabella.

Come sopra descritto, per determinare la capacità portante, sono state scelte le formule generali di *Brinch – Hansen*, utilizzando i parametri geotecnici dei terreni precedentemente esposti.

Per quanto riguarda le resistenze R , per una progettazione basata sul metodo degli stati limite, devono essere utilizzati parametri geotecnici del terreno opportunamente interpretati (parametri caratteristici X_k) e parametri opportunamente ridotti (parametri di progetto X_d), ottenuti con una stima cautelativa di un dato parametro, in relazione agli stati limite considerati per il progetto.

Il carico limite e la resistenza R_d è determinata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei vari parametri geotecnici di resistenza del terreno, divisi per i rispettivi coefficienti parziali γM si seguito riportati (tab. 6.2.II delle Norme tecniche per le costruzioni) :

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Per quanto riguarda la resistenza globale R, per la verifica agli stati limite ultimi per fondazioni superficiale, si utilizza la seguente Tabella 6.4.1 riportata nelle NTC 2018 :

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.1$

Utilizzando la suddivisione geotecnica del sottosuolo riportata a pagina 5-6, di seguito si procede al calcolo del carico limite del sottosuolo in esame, utilizzando la formula di Brinch - Hansen 1970 **in condizioni drenate**, sollecitato dalla seguente tipologia di fondazione :

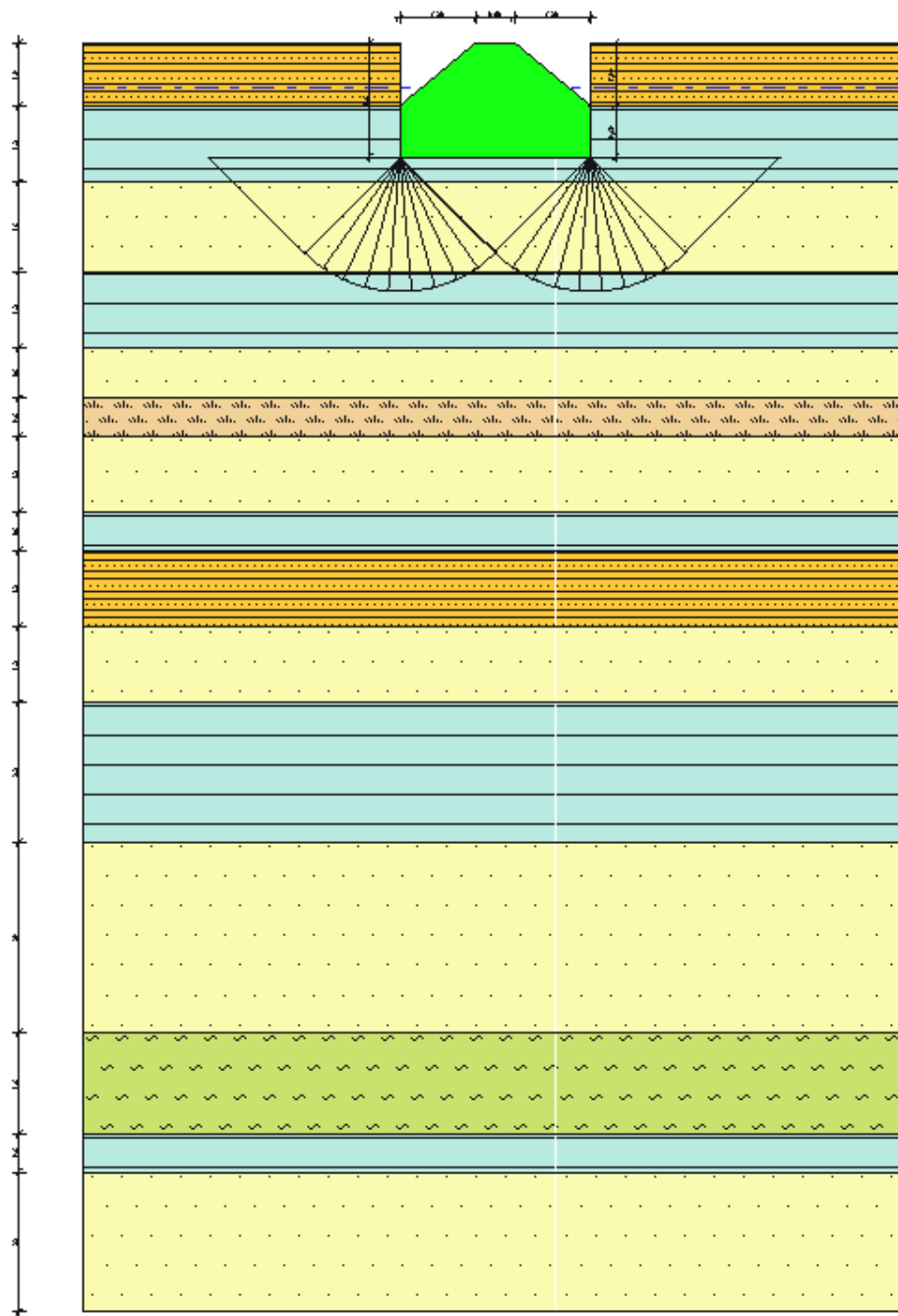
Fondazione a plinto = prof. pari a 1.8 m

Dimensioni verificate = 3 m x 3 m

Le dimensioni di larghezza fondazionale sopra indicate sono utilizzate all'unico scopo di consentire il calcolo del valore di carico limite (altrimenti non calcolabile) e rappresentano le dimensioni più comunemente utilizzate.

Non sono pertanto da interpretare come indirizzi progettuali della struttura fondazionale, compito spettante solo al sig. progettista delle strutture.

Di seguito si riporta un esempio dello sviluppo dei cunei di rottura nella sezione della prova **Cpt1** e degli strati maggiormente coinvolti.



FONDAZIONE A PLINTO

Come sopra descritto, per determinare la capacità portante, sono state scelte le formule generali di *Brinch – Hansen*, utilizzando i parametri geotecnici dei terreni precedentemente esposti.

L'analisi è stata condotta applicando l'Approccio 2 :

Approccio 2 (A1+M1+R3)

Si riporta di seguito uno specchio riassuntivo dei risultati del calcolo calcoli carico limite / resistenza di progetto ; al termine della relazione si rinvia la consultazione dei rispettivi fogli di calcolo (software Geostru – Loadcap) :

<u>Condizioni drenate</u>		q lim (kg/cm ²)	Rd (kg/cm ²)
F. a plinto 3 m x 3 m	Cpt1	2.60	1.13
	Cpt2	2.56	1.11

E' necessario ora procedere alla verifica relativa alla compatibilità dei carichi con la previsione di cedimento.

VERIFICA PREVISIONE CEDIMENTI

Non disponendo allo stato attuale di reali valori di Ed, è possibile solo ricercare la condizione di compatibilità tra valori di sovraccarico trasferiti dalla fondazione al sottosuolo (definibili massimi) e previsione di cedimento.

Relativamente alla fondazione ipotizzata, impostata a 1.8 m di profondità rispetto alle prove Cpt1-Cpt2, si verifica la risposta del sottosuolo (in termini di cedimento) nei confronti di una pressione alla base fondazione più contenuta rispetto ai valori di Rd sopra calcolati, in grado di sviluppare previsioni di cedimenti il quanto possibile limitate.

Viene pertanto verificata la risposta del sottosuolo nei confronti di una pressione pari a 0.95 kg/cm² .

Rinviando alla lettura completa dei report di calcolo riportato al termine della relazione, si espongono nella seguente tabella i risultati dei rispettivi calcoli.

	Tensione di progetto massima (kg/cm ²)	Cedimento (cm)
Cpt1	0.90	2.91
Cpt2		2.65

Come si può osservare dallo schema sopra riportato, la previsione di cedimento primario si attesta su valori medi, da attribuire (come si evince dai report di calcolo allegati al termine della relazione) al contributo dei vari livelli a modesta consistenza presenti a varie quote posti in modo particolare tra circa 2.0 m e 12-13 m di profondità.

La stima assoluta dei cedimenti è da intendere come indicativa e deriva dalla interpretazione ed elaborazione delle prove penetrometriche; una stima più attendibile è possibile solo attraverso appropriate prove di laboratorio su campioni indisturbati.

Dalla stima dei cedimenti ricavati dall'applicazione di carichi sopra indicati e sulla base delle dimensioni di fondazione sopra verificate, si ritiene di indicare che il valore di tensione che la fondazione dovrà trasferire al sottosuolo **debba essere inferiore** al valore di resistenza di progetto (Rd).

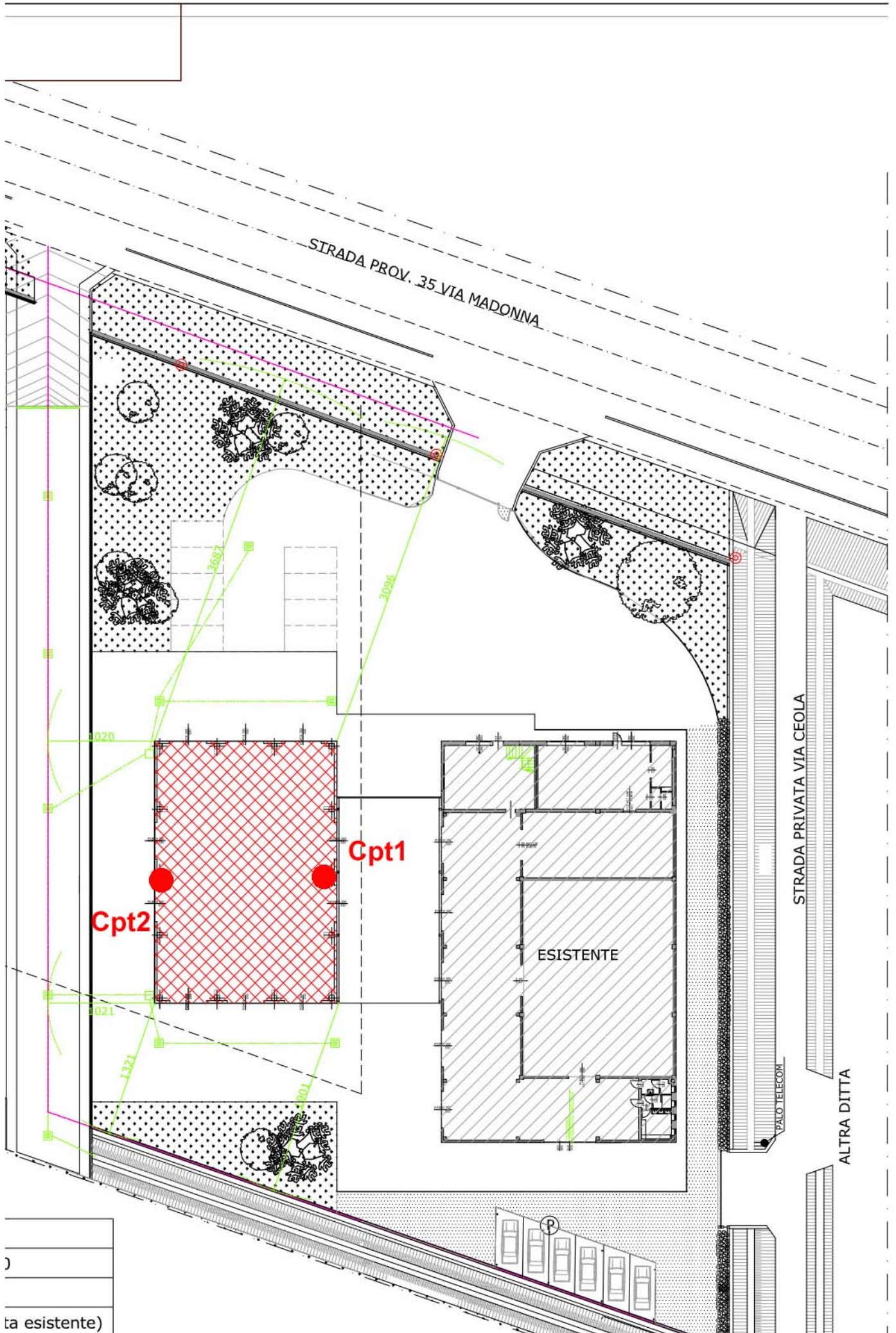
Per non eccedere nei confronti dei cedimenti, tale tensione **dovrà inoltre essere contenuta entro i termini sopra riportati.**

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra il modello geotecnico assunto nella presente relazione e la situazione effettiva; eventuali difformità presenti nel sottosuolo dovranno essere prontamente segnalate al responsabile del progetto ed allo scrivente, al fine di adottare gli accorgimenti del caso ritenuti necessari.

Padova, Aprile 2019

Dr. Geol. Roberto Zago





ta esistente)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-079

- committente: Drink Service
 - lavoro:
 - località: Bovolenta
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - data prova: 25/02/2019
 - quota inizio: Piano Campagna
 - prof. falda: 0,90 m da quota inizio
 - data emiss.: 18/04/2019

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	1,2	----	12,0	0,20	60,0	10,20	15,3	18,9	153,0	0,93	164,0
0,40	1,3	1,6	13,0	0,47	28,0	10,40	8,2	9,6	82,0	1,13	72,0
0,60	1,2	1,9	12,0	0,93	13,0	10,60	1,0	2,7	10,0	0,27	37,0
0,80	1,4	2,8	14,0	1,00	14,0	10,80	0,8	1,2	8,0	0,13	60,0
1,00	1,3	2,8	13,0	1,20	11,0	11,00	0,8	1,0	8,0	0,20	40,0
1,20	1,1	2,9	11,0	1,27	9,0	11,20	0,9	1,2	9,0	0,40	22,0
1,40	0,9	2,8	9,0	0,53	17,0	11,40	0,6	1,2	6,0	0,47	13,0
1,60	1,0	1,8	10,0	0,53	19,0	11,60	0,8	1,5	8,0	0,53	15,0
1,80	1,0	1,8	10,0	0,67	15,0	11,80	0,7	1,5	7,0	0,80	9,0
2,00	0,8	1,8	8,0	1,20	7,0	12,00	0,8	2,0	8,0	0,60	13,0
2,20	1,0	2,8	10,0	0,27	37,0	12,20	1,3	2,2	13,0	0,80	16,0
2,40	2,6	3,0	26,0	0,53	49,0	12,40	1,1	2,3	11,0	0,60	18,0
2,60	2,0	2,8	20,0	2,40	8,0	12,60	1,5	2,4	15,0	2,87	5,0
2,80	5,3	8,9	53,0	1,13	47,0	12,80	3,6	7,9	36,0	1,13	32,0
3,00	12,6	14,3	126,0	0,93	135,0	13,00	10,2	11,9	102,0	2,33	44,0
3,20	11,6	13,0	116,0	2,13	54,0	13,20	8,3	11,8	83,0	2,80	30,0
3,40	3,7	6,9	37,0	2,13	17,0	13,40	12,8	17,0	128,0	2,67	48,0
3,60	5,3	8,5	53,0	1,60	33,0	13,60	10,2	14,2	102,0	2,93	35,0
3,80	1,5	3,9	15,0	1,27	12,0	13,80	10,5	14,9	105,0	2,13	49,0
4,00	0,9	2,8	9,0	0,67	13,0	14,00	13,7	16,9	137,0	2,67	51,0
4,20	1,0	2,0	10,0	1,27	8,0	14,20	11,9	15,9	119,0	3,00	40,0
4,40	0,9	2,8	9,0	0,60	15,0	14,40	14,9	19,4	149,0	2,73	55,0
4,60	0,9	1,8	9,0	0,53	17,0	14,60	15,6	19,7	156,0	2,53	62,0
4,80	0,8	1,6	8,0	1,07	7,0	14,80	17,2	21,0	172,0	3,60	48,0
5,00	1,3	2,9	13,0	0,87	15,0	15,00	8,8	14,2	88,0	2,00	44,0
5,20	11,9	13,2	119,0	1,60	74,0	15,20	7,7	10,7	77,0	2,20	35,0
5,40	11,4	13,8	114,0	0,73	155,0	15,40	9,5	12,8	95,0	2,87	33,0
5,60	7,5	8,6	75,0	1,40	54,0	15,60	6,2	10,5	62,0	1,20	52,0
5,80	1,2	3,3	12,0	0,47	26,0	15,80	1,4	3,2	14,0	0,53	26,0
6,00	0,8	1,5	8,0	0,27	30,0	16,00	2,6	3,4	26,0	1,53	17,0
6,20	0,8	1,2	8,0	0,53	15,0	16,20	2,6	4,9	26,0	1,40	19,0
6,40	3,8	4,6	38,0	1,00	38,0	16,40	3,9	6,0	39,0	1,13	34,0
6,60	7,8	9,3	78,0	1,33	58,0	16,60	2,9	4,6	29,0	0,93	31,0
6,80	9,5	11,5	95,0	2,67	36,0	16,80	1,6	3,0	16,0	1,80	9,0
7,00	11,0	15,0	110,0	3,67	30,0	17,00	3,2	5,9	32,0	0,80	40,0
7,20	10,5	16,0	105,0	2,00	52,0	17,20	11,2	12,4	112,0	2,20	51,0
7,40	7,5	10,5	75,0	1,40	54,0	17,40	2,1	5,4	21,0	0,80	26,0
7,60	1,1	3,2	11,0	0,67	16,0	17,60	1,6	2,8	16,0	0,53	30,0
7,80	0,9	1,9	9,0	0,33	27,0	17,80	1,5	2,3	15,0	1,27	12,0
8,00	0,6	1,1	6,0	0,27	23,0	18,00	5,3	7,2	53,0	2,20	24,0
8,20	1,6	2,0	16,0	0,27	60,0	18,20	5,6	8,9	56,0	1,67	34,0
8,40	1,2	1,6	12,0	0,40	30,0	18,40	2,9	5,4	29,0	1,13	26,0
8,60	1,3	1,9	13,0	0,53	24,0	18,60	8,9	10,6	89,0	0,40	222,0
8,80	0,8	1,6	8,0	0,47	17,0	18,80	9,7	10,3	97,0	2,60	37,0
9,00	0,9	1,6	9,0	0,67	14,0	19,00	5,2	9,1	52,0	1,47	35,0
9,20	0,8	1,8	8,0	1,27	6,0	19,20	6,6	8,8	66,0	1,13	58,0
9,40	9,6	11,5	96,0	2,00	48,0	19,40	5,3	7,0	53,0	0,33	159,0
9,60	10,5	13,5	105,0	1,87	56,0	19,60	8,1	8,6	81,0	2,80	29,0
9,80	14,0	16,8	140,0	1,27	111,0	19,80	10,6	14,8	106,0	2,27	47,0
10,00	16,8	18,7	168,0	2,40	70,0	20,00	12,9	16,3	129,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 100 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-079

- committente: Drink Service
 - lavoro:
 - località: Bovolenta
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - data prova : 25/02/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 0,72 m da quota inizio
 - data emiss. : 18/04/2019

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	0,9	----	9,0	0,13	67,0	7,80	0,5	1,5	5,0	0,40	13,0
0,40	1,0	1,2	10,0	0,47	21,0	8,00	0,8	1,4	8,0	0,47	17,0
0,60	1,3	2,0	13,0	1,07	12,0	8,20	1,1	1,8	11,0	0,60	18,0
0,80	1,3	2,9	13,0	0,93	14,0	8,40	1,5	2,4	15,0	0,40	37,0
1,00	1,4	2,8	14,0	0,73	19,0	8,60	1,8	2,4	18,0	0,67	27,0
1,20	0,9	2,0	9,0	0,60	15,0	8,80	1,5	2,5	15,0	0,67	23,0
1,40	0,6	1,5	6,0	0,60	10,0	9,00	0,8	1,8	8,0	0,60	13,0
1,60	0,7	1,6	7,0	0,47	15,0	9,20	0,7	1,6	7,0	1,20	6,0
1,80	0,8	1,5	8,0	0,40	20,0	9,40	10,6	12,4	106,0	2,47	43,0
2,00	1,3	1,9	13,0	0,53	24,0	9,60	12,0	15,7	120,0	3,73	32,0
2,20	0,9	1,7	9,0	0,33	27,0	9,80	12,0	17,6	120,0	2,27	53,0
2,40	2,1	2,6	21,0	0,67	31,0	10,00	15,6	19,0	156,0	1,33	117,0
2,60	1,7	2,7	17,0	1,40	12,0	10,20	16,3	18,3	163,0	1,47	111,0
2,80	3,2	5,3	32,0	1,73	18,0	10,40	12,6	14,8	126,0	2,60	48,0
3,00	11,2	13,8	112,0	1,33	84,0	10,60	1,7	5,6	17,0	0,73	23,0
3,20	16,7	18,7	167,0	3,53	47,0	10,80	0,8	1,9	8,0	0,20	40,0
3,40	6,2	11,5	62,0	1,07	58,0	11,00	0,5	0,8	5,0	0,20	25,0
3,60	4,1	5,7	41,0	0,67	61,0	11,20	0,8	1,1	8,0	0,47	17,0
3,80	1,3	2,3	13,0	0,47	28,0	11,40	1,3	2,0	13,0	0,40	32,0
4,00	0,9	1,6	9,0	0,53	17,0	11,60	0,9	1,5	9,0	0,33	27,0
4,20	1,2	2,0	12,0	0,47	26,0	11,80	0,7	1,2	7,0	0,40	18,0
4,40	0,9	1,6	9,0	0,53	17,0	12,00	0,8	1,4	8,0	0,53	15,0
4,60	0,7	1,5	7,0	0,60	12,0	12,20	2,8	3,6	28,0	1,40	20,0
4,80	1,2	2,1	12,0	2,07	6,0	12,40	4,8	6,9	48,0	1,27	38,0
5,00	2,5	5,6	25,0	0,53	47,0	12,60	8,5	10,4	85,0	1,27	67,0
5,20	1,9	2,7	19,0	1,33	14,0	12,80	15,4	17,3	154,0	3,07	50,0
5,40	11,5	13,5	115,0	1,53	75,0	13,00	15,0	19,6	150,0	2,73	55,0
5,60	9,2	11,5	92,0	1,20	77,0	13,20	12,9	17,0	129,0	2,93	44,0
5,80	1,1	2,9	11,0	0,60	18,0	13,40	9,8	14,2	98,0	3,20	31,0
6,00	0,8	1,7	8,0	0,67	12,0	13,60	9,2	14,0	92,0	1,13	81,0
6,20	0,8	1,8	8,0	3,00	3,0	13,80	16,3	18,0	163,0	3,80	43,0
6,40	1,8	6,3	18,0	0,47	39,0	14,00	13,3	19,0	133,0	2,60	51,0
6,60	4,6	5,3	46,0	1,87	25,0	14,20	17,0	20,9	170,0	3,13	54,0
6,80	7,6	10,4	76,0	1,47	52,0	14,40	13,6	18,3	136,0	3,33	41,0
7,00	13,6	15,8	136,0	1,73	78,0	14,60	15,0	20,0	150,0	2,80	54,0
7,20	12,0	14,6	120,0	0,53	225,0	14,80	6,3	10,5	63,0	2,33	27,0
7,40	9,0	9,8	90,0	1,33	68,0	15,00	5,1	8,6	51,0	-----	----
7,60	0,8	2,8	8,0	0,67	12,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 10 t - (con anello allargatore) -
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 100 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

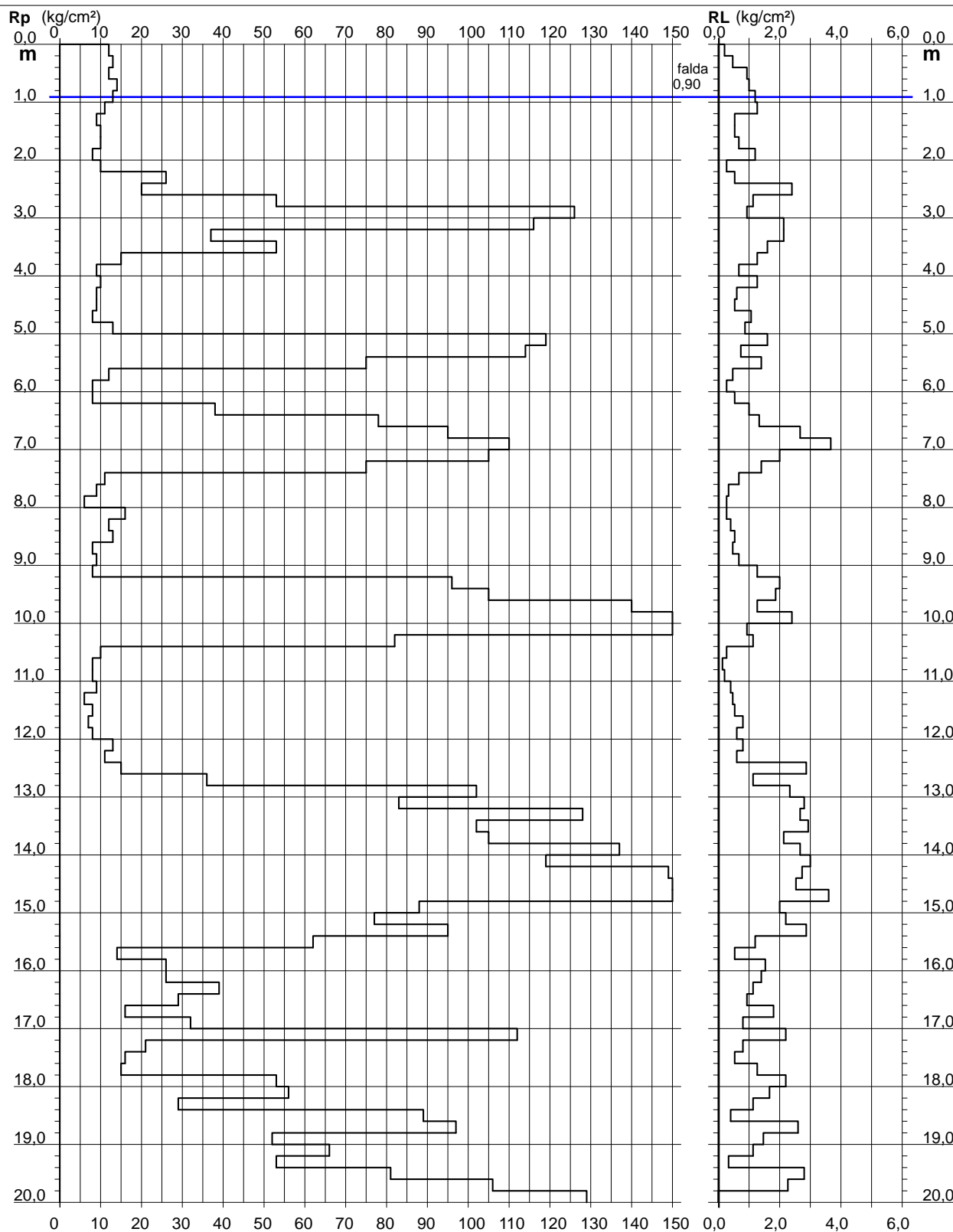
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-079

- committente: Drink Service
- lavoro: Bovolenta
- località: Bovolenta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 25/02/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 18/04/2019



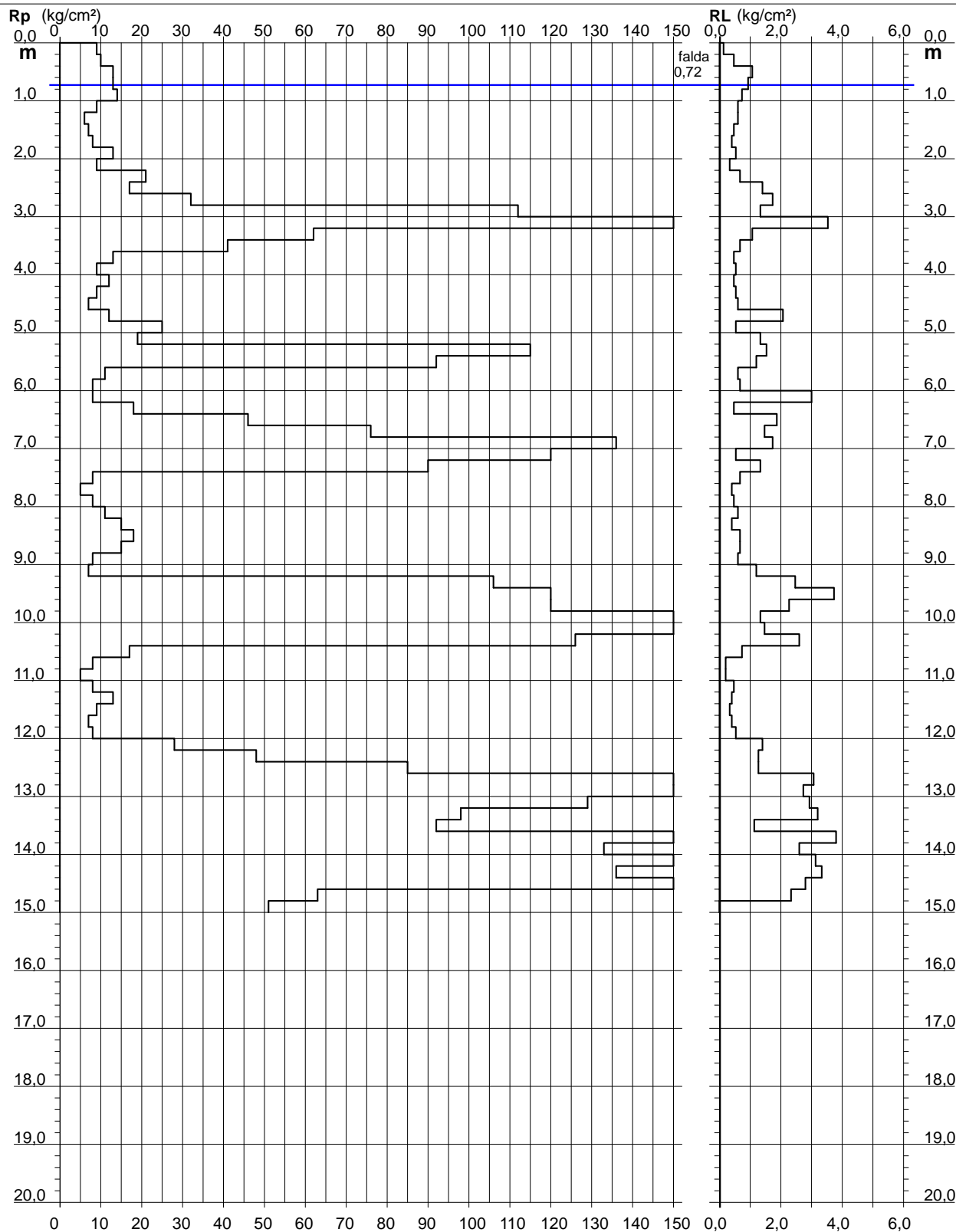
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-079

- committente: Drink Service
- lavoro: Bovolenta
- località: Bovolenta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 25/02/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0,72 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 18/04/2019



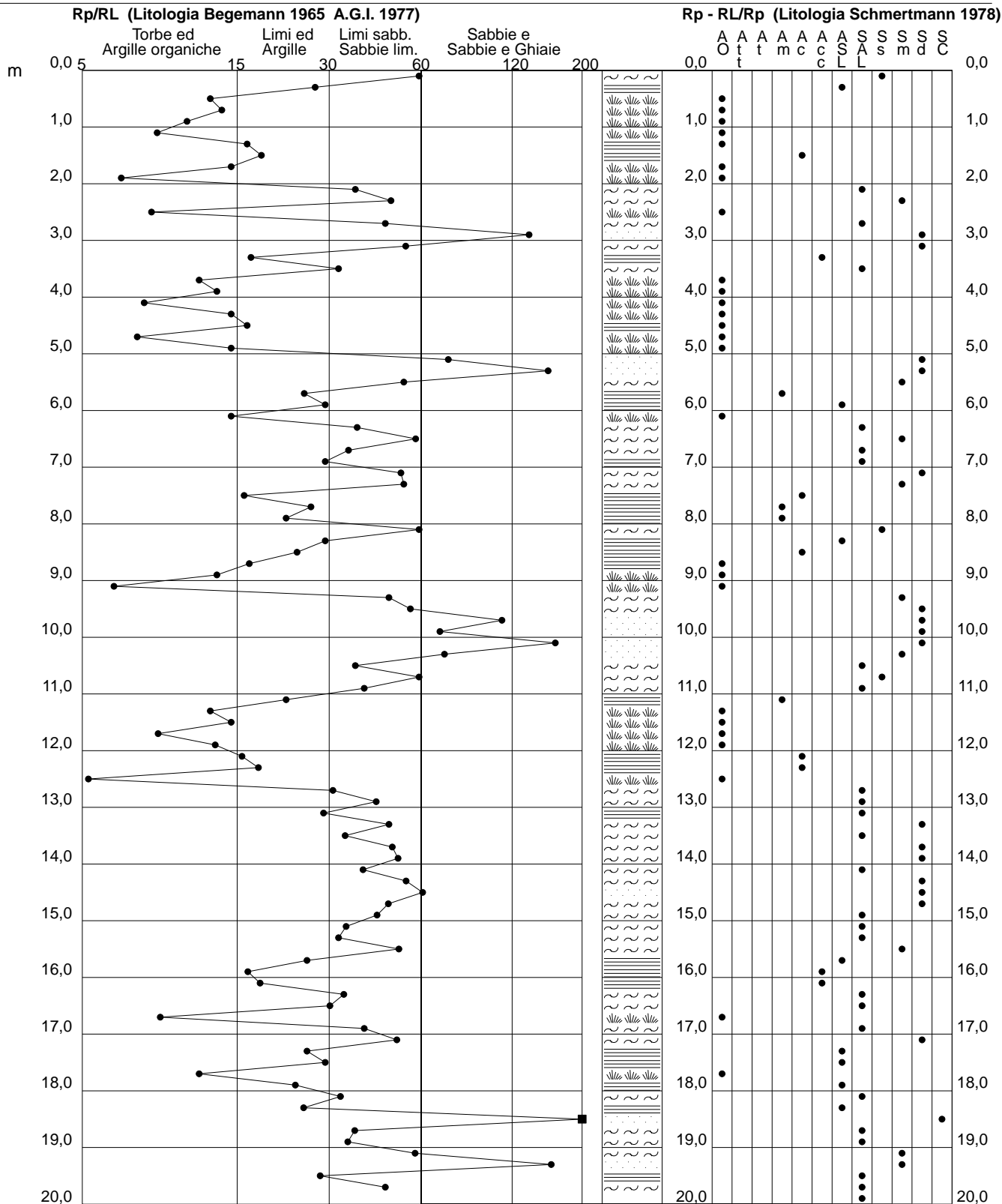
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

3.010496-079

- committente: Drink Service
 - lavoro:
 - località: Bovolenta
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 25/02/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 0,90 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 18/04/2019



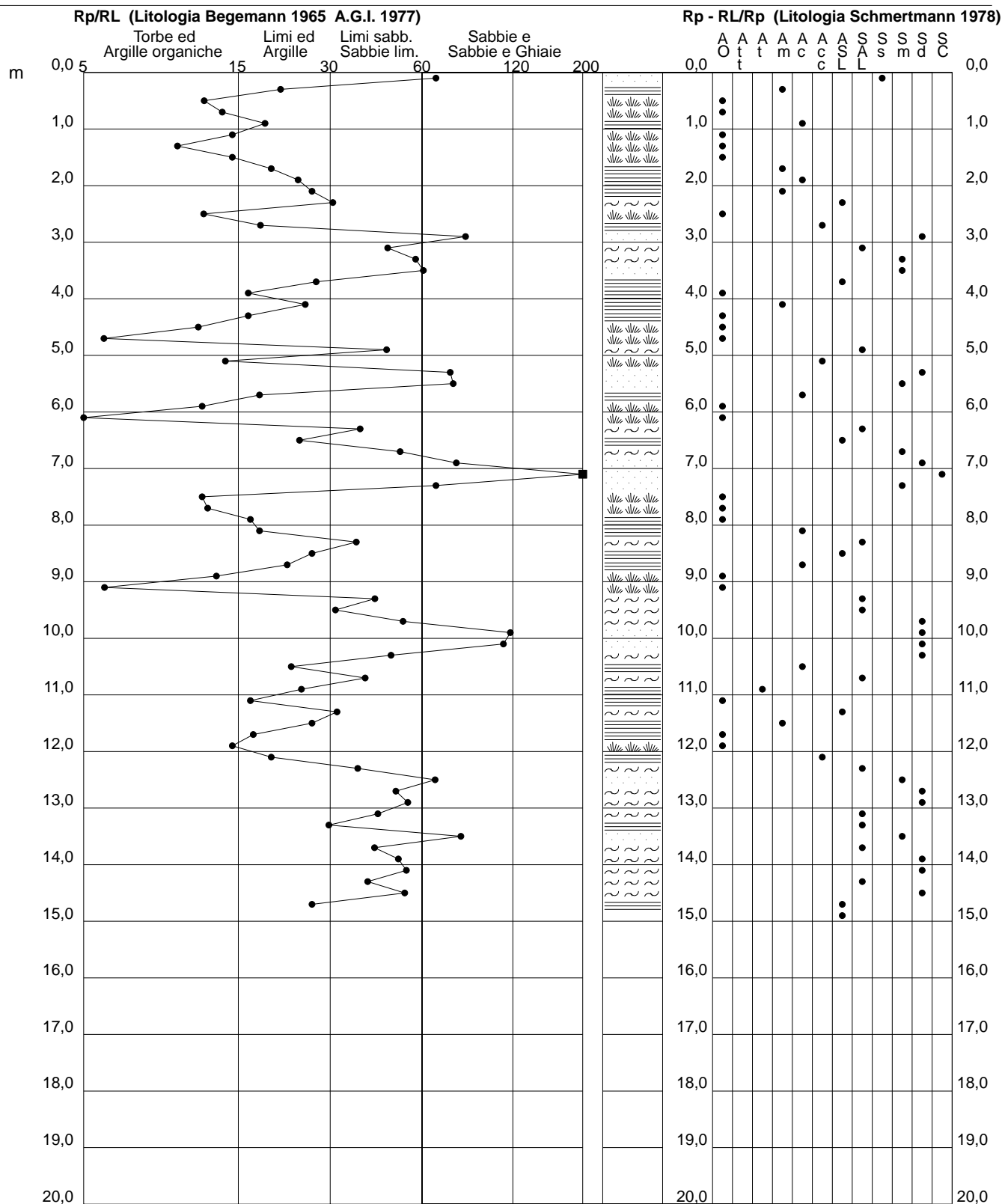
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

3.010496-079

- committente: Drink Service
 - lavoro:
 - località: Bovolenta
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 25/02/2019
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 0,72 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 18/04/2019



CPT 1 - PLINTO

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2018
Larghezza fondazione	3,0 m
Lunghezza fondazione	3,0 m
Profondità piano di posa	1,8 m
Profondità falda	0,7

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,095
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,019
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,27	2,48	0,21
S.L.D.	50,0	0,32	2,49	0,24
S.L.V.	475,0	0,62	2,71	0,36
S.L.C.	975,0	0,76	2,77	0,38

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,405	0,2	0,0083	0,0041
S.L.D.	0,48	0,2	0,0098	0,0049
S.L.V.	0,93	0,2	0,019	0,0095
S.L.C.	1,14	0,2	0,0233	0,0116

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m ³]	Gams [Kg/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm ²]	c Corr. [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1,0	1898,09	1978,09	0,0	0	0,0	0,0	0,6	0,0	52,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1852,57	1932,57	0,0	0	0,0	0,0	0,45	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
1,4	1800,0	2100,0	27,0	27	0,0	0,0	0,0	124,0	243,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1858,29	1938,29	0,0	0	0,0	0,0	0,45	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
0,8	1900,0	2200,0	33,0	33	0,0	0,0	0,0	162,0	317,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1848,46	1928,46	0,0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1800,0	2100,0	34,0	34	0,0	0,0	0,0	169,0	331,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1837,69	1917,69	0,0	0	0,0	0,0	0,3	0,0	34,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1877,97	1957,97	0,0	0	0,0	0,0	0,45	0,0	42,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1900,0	2200,0	35,0	35	0,0	0,0	0,0	250,8	354,0	0,0	0,0	0,0
2,2	1852,51	1932,51	0,0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
3,0	1800,0	2100,0	34,0	34	0,0	0,0	0,0	218,8	332,0	0,0	0,0	0,0
1,6	2077,86	2157,86	0,0	0	0,0	0,0	0,95	0,0	97,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1954,59	2034,59	0,0	0	0,0	0,0	0,65	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0
2,2	1800,0	2100,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	152,8	300,0	0,0	0,0	0,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm ²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	2,6 Kg/cm ²
Resistenza di progetto[Rd]	1,13 Kg/cm ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 1,04 Kg/cm³**A1+M1+R3**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6,27
Fattore [Nc]	14,65
Fattore [Ng]	2,85
Fattore forma [Sc]	1,4
Fattore profondità [Dc]	1,24
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,34
Fattore profondità [Dq]	1,19
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,7
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0

Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,76
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	2,6 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	1,13 Kg/cm ²
=====	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	0,95 Kg/cm ²
Cedimento dopo T anni	10,0
Cedimento totale	2,91 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2	0,255	0,712	Edometrico	0,71	--	0,71
3	2,9	0,351	0,593	Edometrico	0,34	--	0,34
4	4,2	0,484	0,32	Edometrico	0,96	--	0,96
5	5,2	0,589	0,2	Edometrico	0,05	--	0,05
6	5,9	0,665	0,149	Edometrico	0,24	--	0,24
7	6,8	0,758	0,107	Edometrico	0,04	--	0,04
8	7,7	0,852	0,079	Edometrico	0,14	--	0,14
9	8,6	0,937	0,061	Edometrico	0,18	--	0,18
10	9,8	1,066	0,045	Edometrico	0,02	--	0,02
11	11,5	1,241	0,031	Edometrico	0,17	--	0,17
12	14,1	1,509	0,02	Edometrico	0,02	--	0,02
13	16,4	1,766	0,014	Edometrico	0,02	--	0,02
14	17,5	1,89	0,012	Edometrico	0,01	--	0,01
15	18,9	2,042	0,01	Edometrico	0,01	--	0,01

CPT 2 - PLINTO

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2018
Larghezza fondazione	3,0 m
Lunghezza fondazione	3,0 m
Profondità piano di posa	1,8 m
Profondità falda	0,7

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,095
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,019
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,27	2,48	0,21
S.L.D.	50,0	0,32	2,49	0,24
S.L.V.	475,0	0,62	2,71	0,36
S.L.C.	975,0	0,76	2,77	0,38

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,405	0,2	0,0083	0,0041
S.L.D.	0,48	0,2	0,0098	0,0049
S.L.V.	0,93	0,2	0,019	0,0095
S.L.C.	1,14	0,2	0,0233	0,0116

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m ³]	Gams [Kg/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm ²]	c Corr. [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1,0	1884,43	1964,43	0,0	0	0,0	0,0	0,55	0,0	52,0	0,0	0,0	0,0
0,8	1810,58	1890,58	0,0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0
0,4	1873,42	1953,42	0,0	0	0,0	0,0	0,5	0,0	48,0	0,0	0,0	0,0
1,4	1800,0	2100,0	27,0	27	0,0	0,0	0,0	130,0	254,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1865,23	1945,23	0,0	0	0,0	0,0	0,45	0,0	42,0	0,0	0,0	0,0
0,8	1800,0	2100,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	127,0	249,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1843,71	1923,71	0,0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0
1,2	1900,0	2200,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	164,0	321,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1803,03	1883,03	0,0	0	0,0	0,0	0,3	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0
0,8	1925,92	2005,92	0,0	0	0,0	0,0	0,6	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0
0,4	1816,1	1896,1	0,0	0	0,0	0,0	0,35	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
1,4	1800,0	2100,0	35,0	35	0,0	0,0	0,0	233,8	389,0	0,0	0,0	0,0
0,6	1807,14	1887,14	0,0	0	0,0	0,0	0,3	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0
0,8	1851,37	1931,37	0,0	0	0,0	0,0	0,4	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
3,0	1800,0	2100,0	36,0	36	0,0	0,0	0,0	223,8	368,0	0,0	0,0	0,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm ²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 2,56 Kg/cm²
 Resistenza di progetto[Rd] 1,11 Kg/cm²
 Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 1,02 Kg/cm³**A1+M1+R3**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

```

=====
Fattore [Nq] 6,27
Fattore [Nc] 14,65
Fattore [Ng] 2,85
Fattore forma [Sc] 1,4
Fattore profondità [Dc] 1,24
Fattore inclinazione carichi [Ic] 1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1,0
Fattore inclinazione base [Bc] 1,0
Fattore forma [Sq] 1,34
Fattore profondità [Dq] 1,19
Fattore inclinazione carichi [Iq] 1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1,0
Fattore inclinazione base [Bq] 1,0
Fattore forma [Sg] 0,7
Fattore profondità [Dg] 1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig] 1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg] 1,0

```


Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,76
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	2,56 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	1,11 Kg/cm ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	0,95 Kg/cm ²
Cedimento dopo T anni	10,0
Cedimento totale	2,65 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
3	2	0,251	0,717	Edometrico	0,6	--	0,6
4	2,9	0,347	0,597	Edometrico	0,33	--	0,33
5	4,2	0,481	0,323	Edometrico	0,92	--	0,92
6	5,2	0,582	0,201	Edometrico	0,06	--	0,06
7	5,9	0,653	0,15	Edometrico	0,24	--	0,24
8	6,8	0,753	0,107	Edometrico	0,04	--	0,04
9	7,7	0,852	0,08	Edometrico	0,15	--	0,15
10	8,4	0,918	0,065	Edometrico	0,09	--	0,09
11	9	0,976	0,055	Edometrico	0,06	--	0,06
12	9,9	1,071	0,044	Edometrico	0,02	--	0,02
13	10,9	1,175	0,036	Edometrico	0,06	--	0,06
14	11,6	1,239	0,031	Edometrico	0,06	--	0,06
15	13,5	1,441	0,022	Edometrico	0,02	--	0,02