

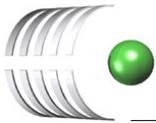
UNIVERSITA'
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ADEGUAMENTO VIE DI ESODO PRESSO LA FACOLTA'
DI INGEGNERIA CIVILE**
via Marzolo, 9 - PADOVA (PD)

PROGETTO ESECUTIVO

AREA EDILIZIA Servizio Progettazione e Sviluppo Edilizio

PADOVA - Riviera T. Livio n. 6 - tel. 049/8273274 fax 049/8273269



INFRASTRUTTURE PER IL TERZIARIO srl

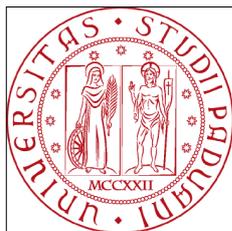
I.P.T.



Sede legale, Direzione e Uffici: via Uruguay, 20 - 35127 Padova - Tel. 049-870.16.16 - Fax 049-870.13.56 - Email info@iptonline.it - www.iptonline.it

Revisione:	Data:	Descrizione:	Redazione:	Verifica:	Approvazione:
0	30/10/2014	Emissione	S. Rosso	D. Ferro	D. Ferro
1	09/12/2014	Revisione interna IPT s.r.l.	S. Rosso	D. Ferro	D. Ferro
2	05/05/2016	Adeguamento normativo	Dm. Spinello	D. Ferro	D. Ferro

		FACOLTA' DI INGEGNERIA	
tav.:		Rel.S.01	
		Relazione tecnica specialistica Relazione geologica e caratterizzazione geotecnica	
		scala:	progettisti:
			Ing. Davide Ferro Arch. Silvia Seno
nome file:		1400.46/015.1	



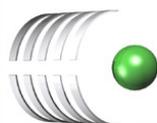
UNIVERSITA'
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ADEGUAMENTO VIE DI ESODO PRESSO LA FACOLTA'
DI INGEGNERIA CIVILE**
via Marzolo, 9 - PADOVA (PD)

PROGETTO ESECUTIVO

AREA EDILIZIA Servizio Progettazione e Sviluppo Edilizio

PADOVA - Riviera T. Livio n. 6 - tel. 049/8273274 fax 049/8273269



INFRASTRUTTURE PER IL TERZIARIO srl

I.P.T.



Sede legale, Direzione e Uffici: via Uruguay, 20 - 35127 Padova - Tel. 049-870.16.16 - Fax 049-870.13.56 - Email info@iptonline.it - www.iptonline.it

Revisione:	Data:	Descrizione:	Redazione:	Verifica:	Approvazione:
0	30/10/2014	Emissione	S. Rosso	D. Ferro	D. Ferro
1	09/12/2014	Revisione interna IPT s.r.l.	S. Rosso	D. Ferro	D. Ferro
2	05/05/2016	Adeguamento normativo	Dm. Spinello	D. Ferro	D. Ferro

		FACOLTA' DI INGEGNERIA	
tav.:		Rel.S.01	
		Relazione tecnica specialistica Relazione geologica e caratterizzazione geotecnica	
		scala:	progettisti:
			Ing. Davide Ferro Arch. Silvia Seno
nome file:		1400.46/015.1	



S.I.R. GEO S.R.L.

Via P. P. Vergerio, 17 - 35126 PADOVA - ☎ 049.8024710 - Fax: 8024711



UNI EN ISO 9001:2008



COMUNE DI PADOVA

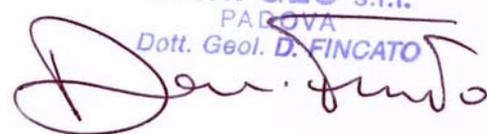
PROVINCIA DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Via 8 Febbraio, 2
35122 PADOVA (PD)

INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA DETERMINAZIONE
DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E
GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO PER IL PROGETTO
DI ADEGUAMENTO DELLE VIE DI ESODO PRESSO LA
FACOLTA' D'INGEGNERIA – SEDE DI VIA MARZOLO
CIV. 9 – PADOVA (PD).

S.I.R. GEO s.r.l.
PADOVA
Dott. Geol. D. FINCATO



Padova, 30 Maggio 2012

SOCIETÀ DI INDAGINI GEOTECNICHE E OPERE SPECIALI DI FONDAZIONE

S.I.R. GEO S.R.L. - Via Pier Paolo Vergerio, 17 - 35126 Padova - Tel. 049 8024710 - Fax 049 8024711 - www.sirgeo.it - SIRGEO@sirgeosrl.191.it
C.F. e P. IVA 03685070280 - C.C.I.A.A. n. 329427

RELAZIONE TECNICA

1. GENERALITA'

Su incarico e dietro indicazioni dell'Università degli Studi di Padova è stata eseguita una campagna geognostica per il progetto di adeguamento delle vie di esodo presso la facoltà d'Ingegneria di Via Marzolo civ. 9 in comune di Padova (PD), al fine di esaminare i problemi geotecnici connessi con le opere da realizzare.

La presente indagine, oltre che rispondere all'esigenza di una corretta e razionale progettazione delle opere di fondazione, ha come riferimento la seguente normativa:

- *Ordinanza 20/03/2003 n° 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.*
- *D.M. 14/01/2008 NTC “Norme tecniche per le costruzioni” e relative istruzioni per l'applicazione.*

L'indagine è consistita nell'esecuzione di **n. 2 prove penetrometriche statiche**, ubicate come in Tav. 1 allegata, ed ha consentito di analizzare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla profondità di **-30 m** dal piano campagna.

Il **livello della falda**, alla data attuale misurata nei fori delle prove penetrometriche, è stato individuato a partire da una profondità di **-3.5 m** circa da p.c. Tale valore è puramente indicativo, data la metodologia di misura, e potrebbe subire delle variazioni a seconda delle condizioni meteorologiche.

IN ALLEGATO SONO RIPORTATI:

- una planimetria con l'ubicazione delle prove penetrometriche statiche (Tav. 1);
- n. 2 diagrammi penetrometrici;
- n. 2 tabelle di restituzione dei dati con i principali parametri meccanici dei terreni.

2. INDAGINI GEOTECNICHE

La campagna d'indagine è stata effettuata mediante l'esecuzione di complessive n° 2 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte alla profondità massima di -30 m da p.c., effettuate in data 29/05/2012:

- CPT n° 1 : -20 m;
- CPT n° 2 : -30 m;

2.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Il penetrometro statico adottato è di tipo " Pancani" da 20 Ton di spinta nominale con ancoraggio ad elica centrale.

L'indagine e' eseguita tramite una colonna di aste prolungate a mano che precede la penetrazione. La colonna e' cava e all'interno presenta una serie di barre metalliche: agendo alternativamente sulle barre e sulla colonna delle aste e' possibile fare avanzare la punta e lo speciale manicotto che misura l'attrito laterale: su 3 manometri di precisione vengono lette le resistenze istantanee a tale penetrazione.

L'ancoraggio al terreno per contrastare la spinta è ottenuto mediante l'infissione di un contrasto coassiale con la punta. Le modalità operative con tale apparecchiatura sono le seguenti:

- a) Avanzamento di 4 cm della sola punta, con misura della resistenza della punta R_p .
- b) Avanzamento di altri 4 cm del complesso (punta + manicotto) con misura della resistenza (punta + attrito locale); la pressione viene sempre esercitata sulle stesse aste, in quanto la punta trascina automaticamente il manicotto, dopo 4 cm di corsa;
- c) Infissione del rivestimento (8 cm) fino a raggiungere la punta e quindi di tutto il complesso per altri 12 cm.

DIMENSIONI DELLE ASTE E DELLE PUNTE:

- 1) Diametro esterno della colonna di penetrazione: 26 mm;
- 2) Superficie terminale del cono di penetrazione: 10 cm²;
- 3) Apertura del cono: 60°;

2.2 UBICAZIONE

L'ubicazione delle prove penetrometriche è stata eseguita a ridosso dell'edificio esistente nella zona di realizzazione delle nuove scale (vedi Tav. 1 e documentazione fotografica).

I punti d'indagine sono riferiti al piano campagna attuale (quota piazzale esterno), resta a carico della committente la quotatura dei punti di prova rispetto a un capo saldo (c.s.).

2.3 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA

Nel diagramma penetrometrico allegato sono riportate, in funzione della profondità, le misure effettuate per ogni 0.20 m di avanzamento, della:

- *Resistenza alla punta Rp espressa in Kg/cm²;*
- *Resistenza di attrito laterale locale (Rl) in Kg/cm²;*
- *L'interpretazione stratigrafica desunta dal rapporto Rp/ral (Begemann).*

L'analisi dei dati rilevati dalle prove eseguite evidenzia una situazione stratigrafica abbastanza omogenea in senso orizzontale, con delle differenze riscontrate nei primi metri di spessore di terreno dovute alla presenza di riporti antropici.

In senso verticale, inferiormente ad uno strato superficiale di riporto presente fino alla profondità variabile di -1.0 m (in C.P.T. n° 2) e -1.8 m (in C.P.T. n° 1), risultano presenti **terreni prevalentemente argillosi con scarse caratteristiche meccaniche fino alla profondità di -2.2 m circa** (vedi C.P.T. n° 1).

A partire da tale profondità s'individuano sedimenti argillosi mediamente compatti e argilloso limosi passanti a -3.0 ÷ -3.5 m a limi sabbiosi e/o sabbie limose.

Da -8.0 m s'individuano terreni sabbiosi da mediamente a ben addensati caratterizzati da intercalazioni limose a -9.5 m e argillose tra -11.5 e -13 m.

Da -14.5 m s'individuano terreni argilloso limosi e limoso argillosi passanti a -16 m circa a sabbie poco addensate a tratti limose.

Da -17.5 ÷ -18 m si riscontra la presenza di un banco sabbioso ben addensato investigato, in corrispondenza della C.P.T. n° 2, fino alla profondità massima di -30 m da p.c.

Prendendo come quota di riferimento il piano campagna risultano individuati, procedendo verticalmente, i seguenti livelli:

PROFONDITA' Da metri	a metri	Rp Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	φ °	INTERPRETAZIONE LITOLOGICA SECONDO BEGEMANN
0.00	1.00 - 1.80	-	-	-	Terreno superficiale di riporto.
1.00 – 1.80	1.50 – 2.20	4 6	0.2 0.3	- -	Argilla molle.
1.50 – 2.20	3.00 – 3.40	12 20	0.55 0.9	- -	Argilla mediamente compatta e argilla limosa.
3.00 – 3.40	7.80 – 8.00	36 44 70	- - -	29 30 34	Limo sabbioso e/o sabbia limosa.
7.80 – 8.00	14.50	100 140 (35) (24) (8)	- - (1.5) (1.1) (0.4)	35 36 (28) (-) (-)	Sabbia da mediamente a ben addensata (intercalazioni limose a -9.5 m e intercalazioni argillose tra -11.5 e -13 m).

14.50	16.00	12 20	0.55 0.95	- -	Argilla limosa e limi argillosi.
16.00	17.40 – 18.00	70	-	34	Sabbia poco addensata a tratti limosa.
17.40 – 18.00	30.00	>180	-	>37	Sabbia ben addensata.

N.B.: I valori di Rp (Resistenza di punta), Cu (coesione non drenata) e ϕ (angolo di attrito interno) sono da considerarsi valori medi dello strato ottenuti indirettamente da valori ricavati da prove puntuali.

La descrizione stratigrafica, anch'essa ottenuta indirettamente dall'elaborazione dei dati medi dei valori meccanici sopra descritti, per poter rappresentare correttamente la situazione reale, deve essere sempre verificata mediante un sondaggio stratigrafico con il recupero dei materiali carotati e/o direttamente con prove in situ.



(ubicazione CPT n° 1)



(ubicazione CPT n° 2)

3. NOTE IDROGEOLOGICHE

Al termine dell'esecuzione di ciascuna prova penetrometrica si è misurato, per mezzo di una sonda freaticometrica, il livello dell'acqua all'interno del foro di prova, così rilevati in data 29/05/2012:

- CPT n° 1 : -3.9 m;
- CPT n° 2 : -3.5 m;

I valori rilevati sono soggetti ad oscillazioni meteo climatiche e pertanto potrebbero subire delle variazioni.

4. PARAMETRI DI AZIONE SISMICA

Con la pubblicazione del nuovo Testo Unico, che definisce con D.M. del 14/01/2008 le "Norme Tecniche per le costruzioni" e le relative istruzioni per l'applicazione, è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica, secondo l'OPCM 3274 e la successiva deliberazione di giunta.

Pertanto a seguito dell'ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Il comune di Padova (PD), con riferimento alla normativa di cui sopra, risulta classificato sismico di **Quarta Categoria**.

Il terreno è stato classificato secondo le tabelle allegate al D.M. 14/01/2008 e riportate di seguito:

CATEGORIA	TERRENO TIPO
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

L'individuazione della categoria sismica del suolo è stata stimata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) NSPT₃₀ nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente cu₃₀ nei terreni prevalentemente a grana fina:

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente N_{SPT30} è definita dall'espressione:

$$N_{SPT30} = \sum h_i / \sum h_i / N_{SPTi} \text{ (con } i = 1, m)$$

La resistenza non drenata equivalente cu₃₀ è definita dall'espressione:

$$Cu_{30} = \sum h_i / \sum h_i / Cu_i \text{ (con } i = 1, k)$$

con:

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

N_{SPT,i} = numero di colpi N_{SPT} nell'i-esimo strato;

Cu_i = resistenza non drenata nell'i-esimo strato

Il sottosuolo individuato, con riferimento alla categoria peggiore tra quelle individuate mediante l'analisi dei dati geotecnici eseguiti in data 29/05/2012 e da dati in possesso nelle immediate vicinanze, rientra nella categoria "C" ai sensi del D.M. 14/01/2008.

4.1 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categorie topografiche

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

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

Nel ns. caso si potrà assumere la categoria topografica **T1**.

4.2 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO – SPETTRI DI RISPOSTA

Si riportano di seguito sinteticamente alcune indicazioni utili per la progettazione ai fini sismici della struttura che si andrà a realizzare (rif. NTC 2008).

I parametri utilizzati (valori di input) per le azioni sismiche di progetto sono i seguenti:

- Categoria sismica del comune di Padova (PD): “Classe 4”;
- Coordinate Sito: Lat. $45^\circ,409538$ – Long. $11^\circ,888430$;
- Categoria del terreno : “C”;
- Categoria Topografica: “T1”;
- Vita nominale: $V_n = “50 \text{ anni}”$;
- Classe d’uso: “III” - coefficiente d’uso: “ $C_u = 1.5$ ”;
- Periodo di riferimento per l’azione sismica: 75 anni.

In sede di progetto definitivo alcuni parametri potranno essere rivisti in funzione della strategia di progettazione.

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di progetto per lo stato limite ultimo (SLU), funzione del periodo di vibrazione della struttura (vedi Tabella).

STATO LIMITE

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	45	0,035	2,538	0,240
Danno (SLD)	75	0,042	2,533	0,278
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,095	2,623	0,345
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,121	2,612	0,359

COEFFICIENTI SISMICI

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,680	1,000	0,011	0,005	0,519	0,200
SLD	1,500	1,600	1,000	0,013	0,006	0,623	0,200
SLV	1,500	1,490	1,000	0,029	0,014	1,399	0,200
SLC	1,500	1,470	1,000	0,044	0,022	1,783	0,240

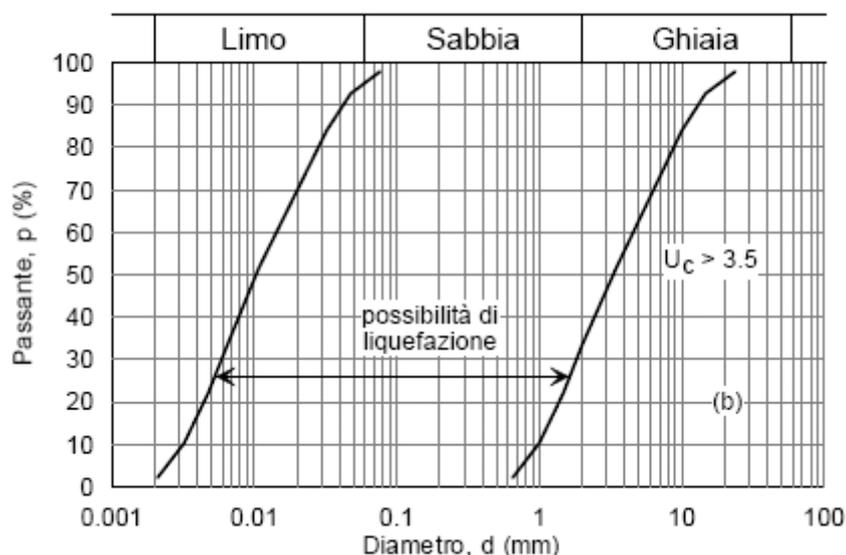
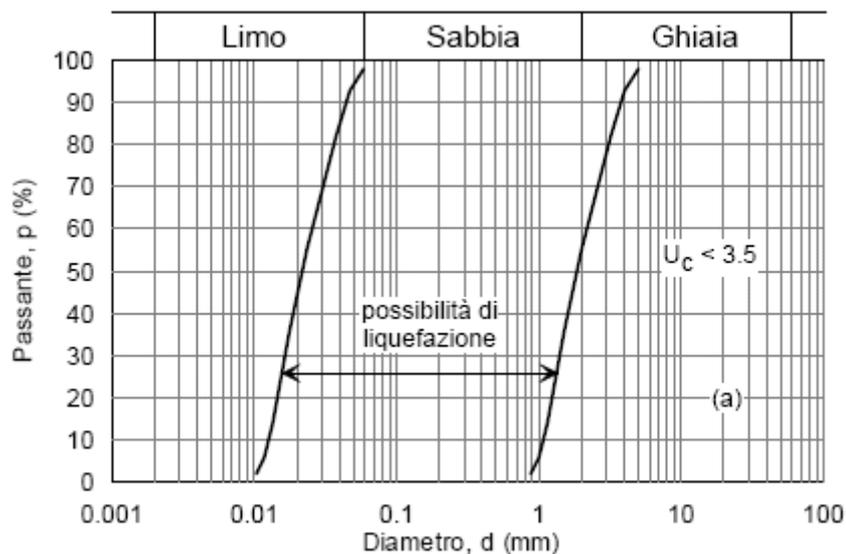
Valori Ss, Cc, St, Kh, Kv, Amax, β , per i diversi stati limite

5. TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE

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.

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 la verifica di stabilità nei confronti della liquefazione “può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze”:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Si è pertanto proceduto alla verifica di liquefazione degli strati come previsto dalla normativa vigente.

Il rischio di liquefazione viene espresso attraverso un coefficiente di sicurezza (F_s) dato dal rapporto tra la resistenza alla liquefazione (R) del deposito sciolto e lo sforzo dinamico di taglio (T) che lo sollecita durante l'evento sismico.

Secondo l'O.P.C.M. n.3274/2003 la liquefazione è correlata al coefficiente di sicurezza nel seguente modo:

$F_s \geq 1,25$	Liquefazione Assente
$1,0 < F_s < 1,25$	Liquefazione Possibile
$1,0 < F_s$	Liquefazione Molto Probabile

E' stato ricavato pertanto il valore di $a_{max,s}$ per il sito in esame secondo la seguente espressione: $a_{max,s} = ag * St * Ss$

dove:

ag: accelerazione orizzontale massima al sito = 0,095 g;

Ss: coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a 1,5 per suoli di tipo C;

St : coefficiente di amplificazione topografica (pari a 1,0 avendo considerato una categoria topografica "T1").

In tal modo si ottiene $a_{max,s} = 0,14$ g.

Applicando il metodo semplificato di Robertson & Wride (1997) e un'accelerazione sismica massima di 0.15 g, per il sito in oggetto, **non si osservano strati di natura granulare a rischio liquefazione con $F_s > 1.25$ (vedi Tabella).**

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 4	1,20	14,3	0,2	0,10	0,10	2,398
Strato 11	3,20	38,6	0,8	0,47	0,47	7,836
Strato 13	4,20	45,7	0,7	0,61	0,58	6,179
Strato 14	4,40	32,7	0,9	0,70	0,62	4,976
Strato 15	5,80	49,2	0,7	0,86	0,70	5,411
Strato 16	6,00	22,8	0,7	1,01	0,77	1,261
Strato 17	8,00	50,6	0,7	1,22	0,87	3,901
Strato 18	9,20	121,2	1,3	1,53	1,02	16,054
Strato 19	9,60	83,9	1,3	1,69	1,10	10,588
Strato 20	11,20	140,2	1,1	1,89	1,20	18,915
Strato 21	11,40	51,7	1,2	2,07	1,29	2,973
Strato 23	12,20	76,8	1,0	2,19	1,35	6,377
Strato 26	13,60	69,3	0,9	2,43	1,46	3,5
Strato 27	14,20	118,6	1,0	2,57	1,53	13,963

6. CONSIDERAZIONI PER LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Si premette che la presente relazione non ha lo scopo di fornire i risultati delle analisi per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema costruzione-terreno (capacità portante, cedimenti, ecc.) ma solo quello di valutare i parametri geotecnici da utilizzare per il dimensionamento delle fondazioni.

Il calcolo della capacità portante e dei cedimenti dipende, infatti, da vari fattori, quali:

- dimensioni geometriche della fondazione;
- quota del piano di posa della fondazione;
- entità parametri della sollecitazione agenti (sforzo normale, taglio e momento);
- posizione planimetrica dei carichi applicati.

In mancanza di dati accurati, si sottolinea, quindi, come le verifiche di seguito riportate in termini di capacità portante del terreno siano a puro titolo esemplificativo.

6.1 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

Sull'area oggetto d'indagine si devono realizzare delle scale adibite a vie di esodo. Si prevede la realizzazione di una platea di fondazione delle dimensioni massime in pianta di 4 x 4 m circa (vedi Tav. 1) con piano di posa della fondazione a circa **-1.4 m** dall'attuale piano campagna (vedi Tav. 1).

I carichi, forniti dal progettista, sono indicativamente di 2.5 Ton/m².

6.2 VERIFICA DELLE FONDAZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO

A puro titolo di esempio si è eseguita una verifica allo stato limite ultimo (SLU) della fondazione precedentemente descritta.

Ai fini delle valutazioni ci si è basati sui risultati evidenziati localmente alle prove eseguite. Eventuali difformità (riscontrate in sede di verifica dell'opera) da quanto riportato in relazione dovranno essere considerate.

Secondo quanto riportato al punto 6.4.2.1 del NTC 2008 le verifiche per il calcolo limite dell'insieme fondazione terreno vanno effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nella successiva tabella di calcolo, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

- Combinazione unica: (A1+M1+R3)

Dovrà risultare che: **$E_d \leq Q_d$** dove E_d rappresenta il valore di progetto delle azioni.

Per il calcolo del carico limite verticale di progetto in campo statico si adotta la formula di Brinch – Hansen, semplificata per terreni coesivi.

Dai risultati dell'indagine effettuata risulta consigliabile una bonifica del terreno fino ad una profondità di -2.2 ÷ -2.4 m da piano prove, vista la presenza di terreni argillosi caratterizzati da scarse caratteristiche meccaniche fino a tale profondità.

Il calcolo è stato eseguito con ipotesi di sollecitazioni indicative e con soli carichi verticali. Tali ipotesi dovranno essere verificati dal progettista delle opere con gli esecutivi statici.

Nell'ipotesi di una sostituzione del terreno fino a tale profondità si ha pertanto:

VERIFICA FONDAZIONE SUPERFICIALE IN CAMPO STATICO

Fondazione a platea con piano di posa alla profondità di: -1,4 m

CARICHI AGENTI A FONDO SCAVO DELLA FONDAZIONE					Parametri dimensionali fondazione:	
	Agenti base tot		A1-STR	A2-GEO	B =	4 m
N	40000	60000	78000	60000 Kg	L =	4 m
T	0	0	0	0 Kg	H fond. =	0,5 m
M	0	0	0	0 Kg/m	H coll =	0,0 m
e	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	A =	16 mq
e/B'	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	H tot =	0,5 m
sigma 1 =	0,2500	0,3750	0,4875	0,3750 Kg/cm ²	B' =	4,000 m
sigma 2 =	0,2500	0,3750	0,4875	0,3750 Kg/cm ²	N Platea =	20000 Kg
sigma m =	0,2500	0,3750	0,4875	0,3750 Kg/cm ²	W =	10,66667
B min =	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000 m	Profondità =	1,4 m
Verifica: dimensione corretta						
CARATTERISTICHE DEL TERRENO						
		tan	M1	M2		
γ	1800			1800	1800 Kg/m ³	
Cu	0,55		0,55	0,39	0,39 Kg/cm ²	
DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE LIMITE DELLA FONDAZIONE						
FORMULA DI BRINCH - HANSEN SEMPLIFICATA PER TERRENI COESIVI						
Qlim=	$(\pi+2)*Cu*sc*ic+q$					
sc=	fattore forma	=		1,2		
ic=	fattore inclinazione carico	=		1,000		
q=	sovraccarico	=		0,252 Kg/cm ²		
Qlim=		M1	M2			
		3,645	2,676			Kg/cm ²
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE RESISTENTE						
		R	pR,d		Rd	
combinazione 1:Appr.1	A1+M1+R1	1	3,645 Kg/cm ²		583273 kg	
combinazione 2:Appr.1	A2+M2+R2	1,8	1,487 Kg/cm ²		237858 kg	
combinazione 1:Appr.2	A1+M1+R3	2,3	1,585 Kg/cm ²		253597 kg	
D.M. 11/03/88		3	1,215 Kg/cm ²		194424 kg	
VERIFICA COLLASSO PER CARICO LIMITE:						
combinazione 1:Appr.1	Ed =	78000 Kg	<verificato	583273	=Rd	Kg
combinazione 2:Appr.1	Ed =	60000 Kg	<verificato	237858	=Rd	Kg
combinazione 1:Appr.2	Ed =	78000 Kg	<verificato	253597	=Rd	Kg
D.M. 11/03/88	Ed =	60000 Kg	<verificato	194424	=Rd	Kg

Si determina pertanto per azioni verticali una carico limite (Qlim) pari a **3.6 kg/cm²** considerando i coefficienti parziali "M1" e pari a **2.6 kg/cm²** considerando i coefficienti parziali "M2", ai sensi del D.M. 14/01/2008.

Con riferimento all'approccio 2 (combinazione unica) del NTC 2008 con R3 = 2.3 si ottengono tensioni massime pari a **1.6 kg/cm²**, mentre secondo il D.M. 11/03/88, che utilizza un fattore di sicurezza pari a 3, si ottiene una capacità portante pari a **1.2 kg/cm²**.

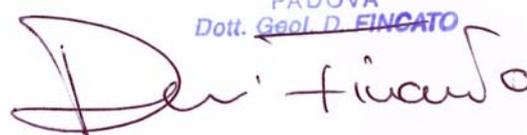
La verifica allo stato limite ultimo andrà eseguita confrontando i valori di capacità portante ottenuti con le azioni di progetto, opportunamente amplificate secondo i coefficienti A1 e A2.

7. CONCLUSIONI

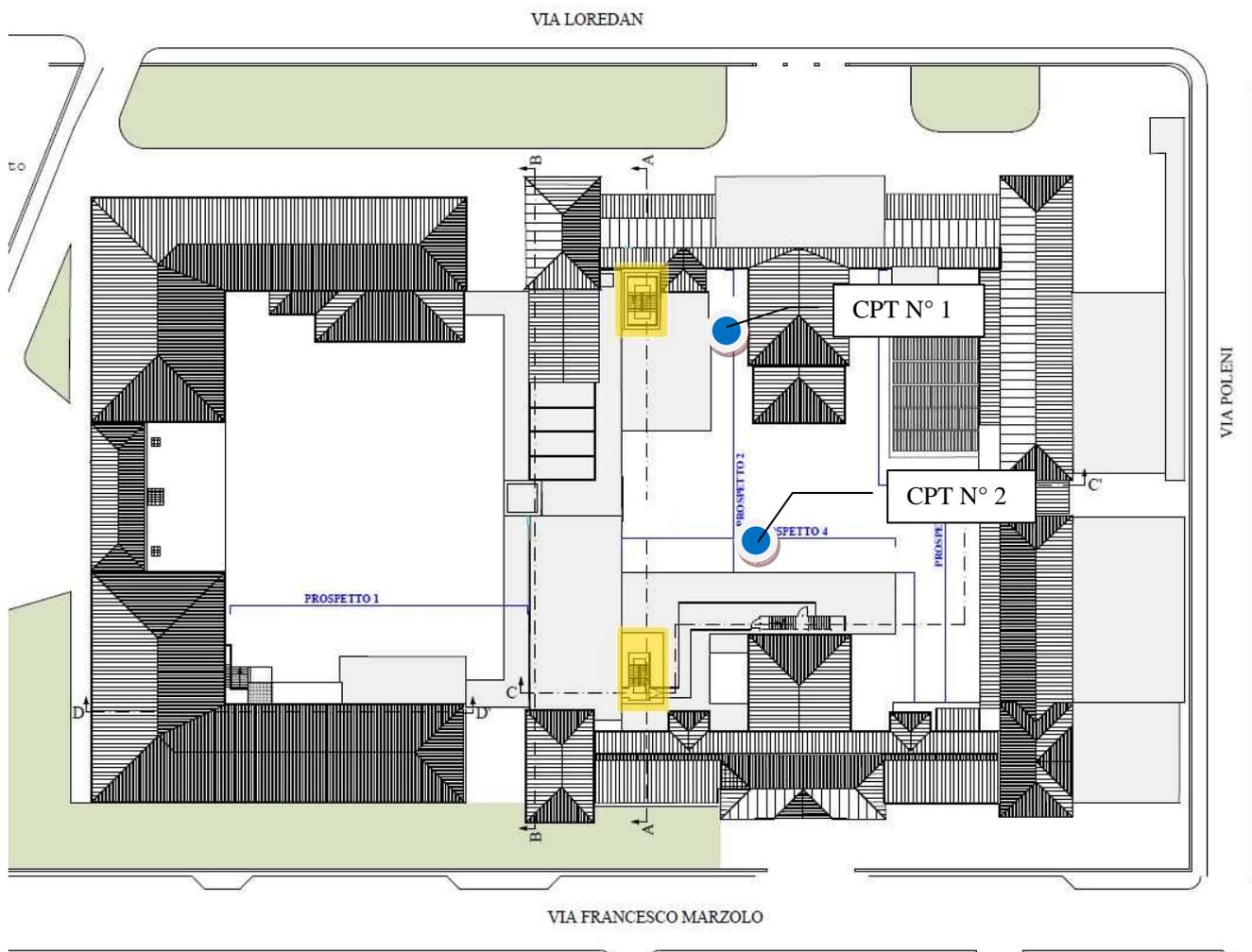
In base all'analisi dei risultati ottenuti dalle prove penetrometriche eseguite si traggono le seguenti conclusioni:

- A. Il terreno oggetto d'indagine risulta abbastanza omogeneo in senso orizzontale. In senso verticale, inferiormente ad uno strato superficiale di riporto presente fino alla profondità -1.8 m (rif. C.P.T. n° 1), risultano presenti **terreni prevalentemente argillosi con scarse caratteristiche meccaniche fino alla profondità di -2.2 m circa** (vedi C.P.T. n° 1). A partire da tale quota s'individuano sedimenti argillosi mediamente compatti e argilloso limosi passanti a -3 ÷ -3.5 m a limi sabbiosi e/o sabbie limose (vedi interpretazione stratigrafica).
- B. La falda freatica è stata individuata a partire da -3.5 m da p.c.
- C. **Dai risultati dell'indagine effettuata risulta consigliabile una bonifica del terreno fino ad una profondità di -2.2 ÷ -2.4 m da piano prove(da verificare accuratamente durante l'esecuzione dello scavo), vista la presenza di terreni argillosi caratterizzati da scarse caratteristiche meccaniche fino a tale profondità.** Nel caso di sostituzione del terreno con materiale arido drenante ben compattato si determina un carico limite pari a **3.6 kg/cm²**.
- D. All'atto dello scavo per l'imposta delle fondazioni occorre verificare l'omogeneità del terreno alla quota di imposta e per rilevare eventuali difformità dalle prove eseguite (ad es. per la presenza di cavità).
- E. Il Comune di Padova (PD) risulta classificato sismico di quarta categoria.
- F. Per il calcolo delle fondazioni si veda il paragrafo relativo ai parametri di azione sismica (previsti dal D.M. 14/01/2008 - NTU).
- G. **In sede esecutiva andranno verificate le condizioni assunte nelle presente relazione.**

Dott. Geol. Devi Fincato
Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 549.

S.I.R. GEO s.r.l.
PADOVA
Dott. Geol. D. FINCATO


TAVOLE



INDAGINE GEOGNOSTICA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
 DIPARTIMENTO D'INGEGNERIA
 VIA MARZOLO CIV. 9

● CPT - PROVA PENETROMETRICA STATICA

TAV.1

DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA STATICA

C.P.T. N° 01

Quota iniz. : 1.80 Quota fin. : 20.00

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Quota falda : 3.90

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

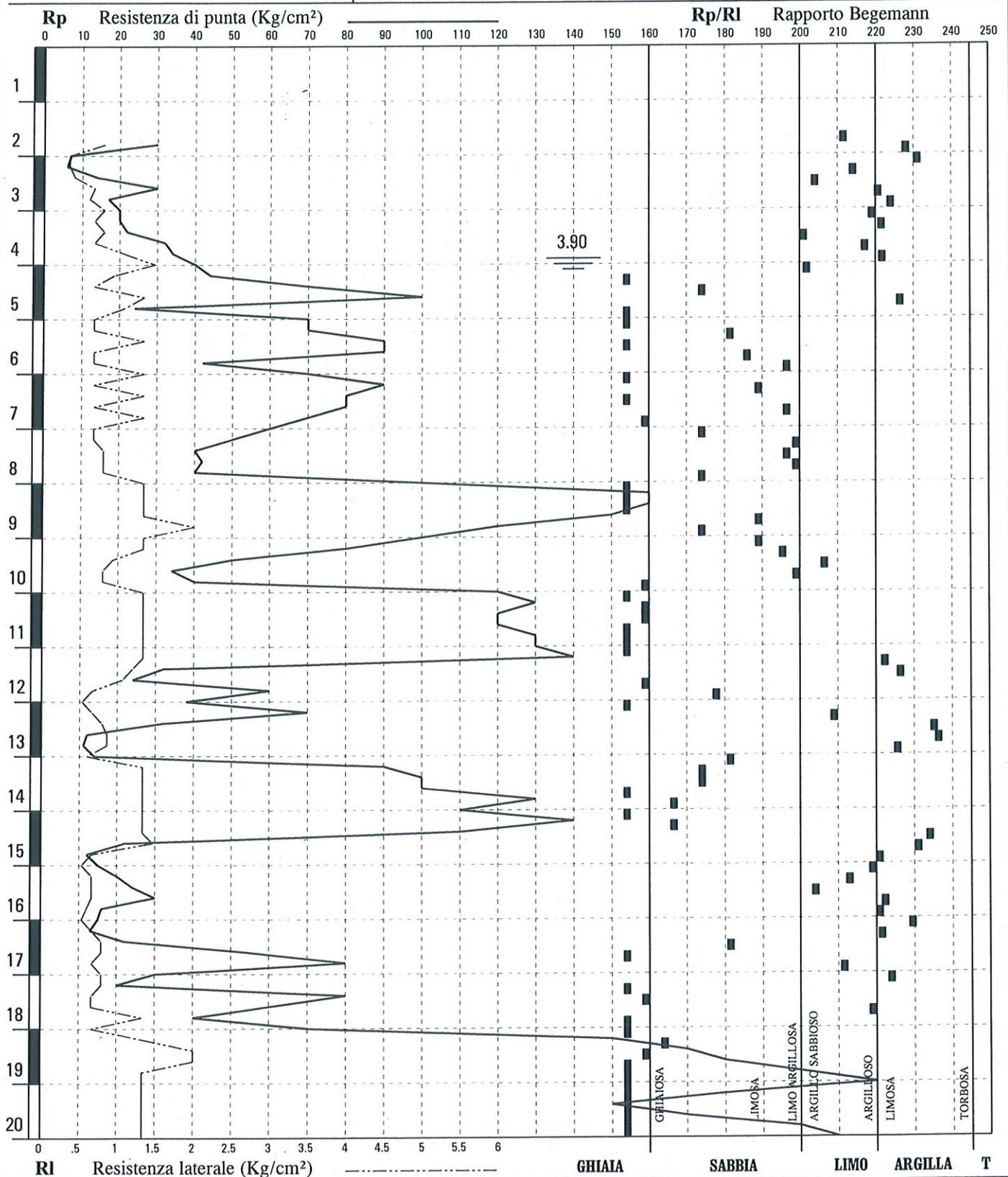


DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA STATICA

C.P.T. N° 02

Quota iniz. : 0.80 Quota fin. : 30.00

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Quota falda : 3.50

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

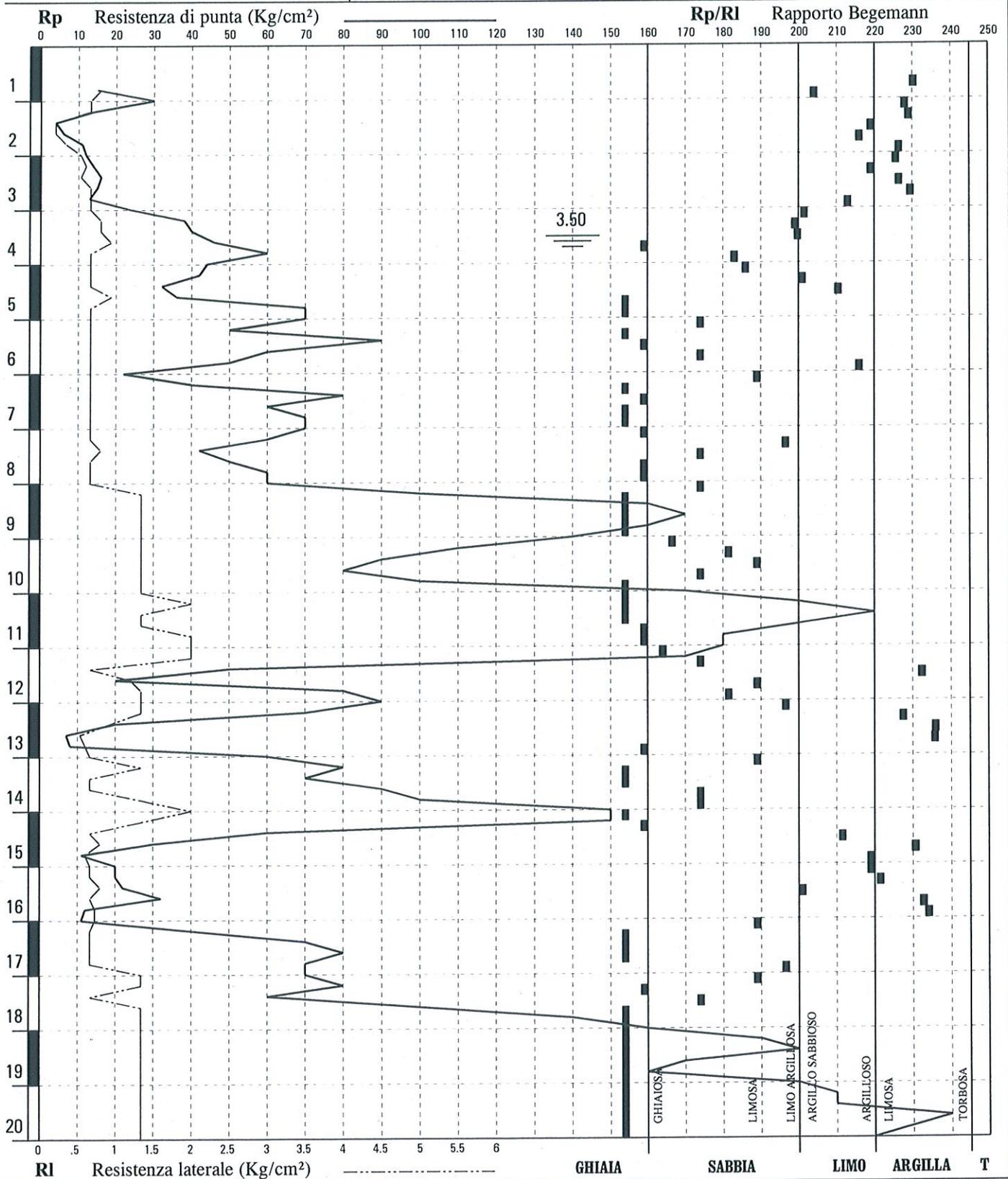
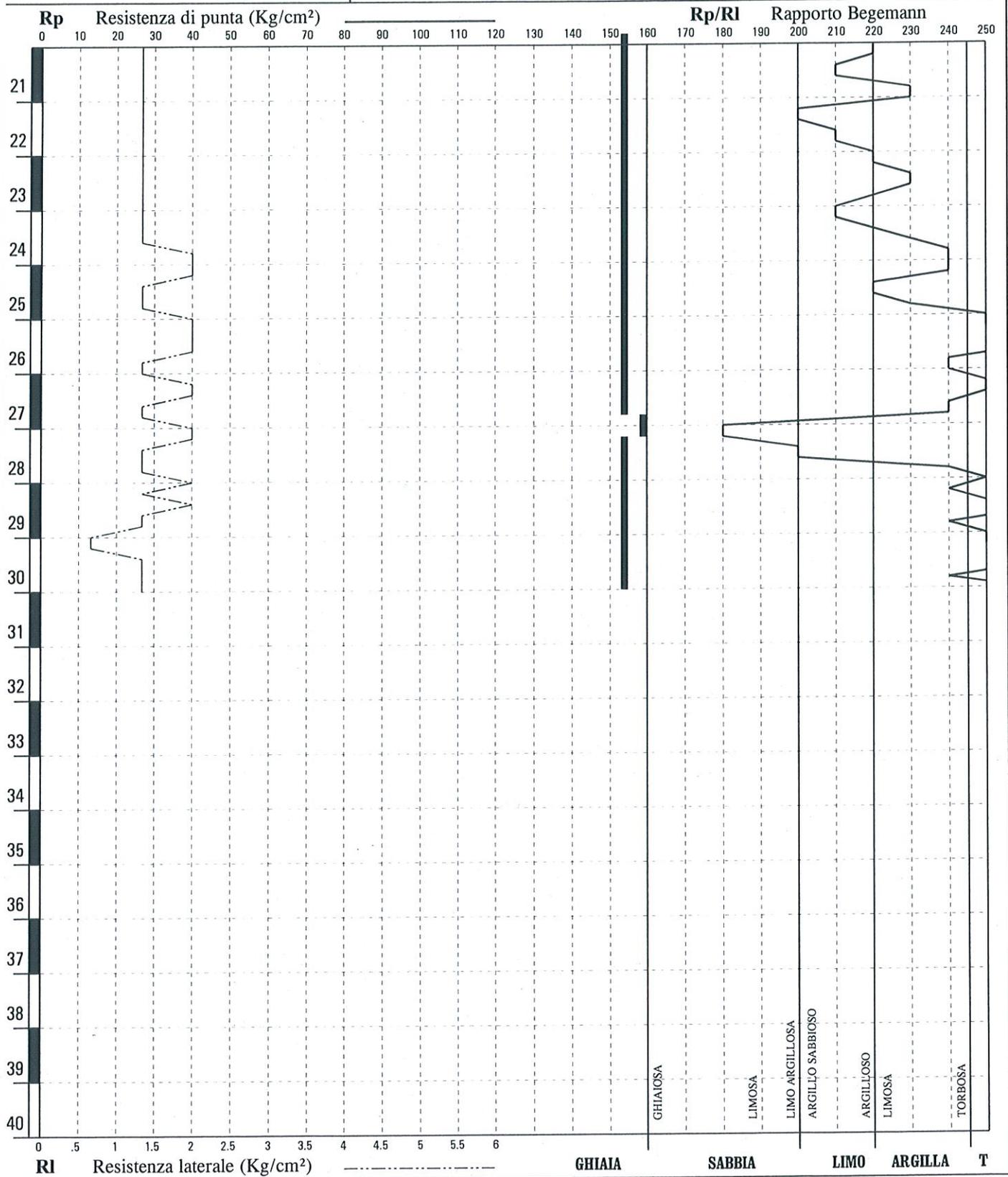


DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA STATICA

C.P.T. N° 02

Quota iniz. : 0.80 Quota fin. : 30.00
 Quota falda : 3.50
 Data : 29/05/2012

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA
 Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9



PROVA C.P.T.

RESTITUZIONE DATI

Legenda Argilla

BC = Sottocons.
 LC = Leggermente cons.
 NC = Normalmente cons.
 SC = Sovracons.

Quota iniz. : 1.80 Quota fin. : 20.00

Quota falda : 3.90

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

Prova N° : 01 Nome File : UNIVER1 .PEN

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. metri	Rp Kg/cm ²	Ra Kg/cm ²	Rl Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	Qc Kg/cm ²	φ gradi	Dr %	Pcons Kg/cm ²	σ'vo ton/m ²	ORC	LIT
1.80	30	42	0.80	1.48				11.15	3.24	SC	LAR
2.00	7	12	0.33	0.33				1.67	3.60	SC	ALI
2.20	6	11	0.33	0.28				1.32	3.96	LC	ALI
2.40	14	20	0.40	0.68				3.90	4.32	SC	LAR
2.60	30	40	0.67	1.48				10.11	4.68	SC	LAS
2.80	17	26	0.60	0.82				4.79	5.04	SC	ALI
3.00	20	32	0.80	0.97				5.79	5.40	SC	ALI
3.20	20	30	0.67	0.97				5.69	5.76	SC	LAR
3.40	22	34	0.80	1.07				6.32	6.12	SC	ALI
3.60	32	42	0.67		122.10	35	40		6.48		LAS
3.80	34	50	1.07	1.67				10.69	6.84	SC	LAR
4.00	40	62	1.47		160.34	35	45		7.10		ALI
4.20	44	58	0.93		162.44	35	48		7.26		LAS
4.40	70	80	0.67		164.55	37	61		7.42		GHI
4.60	100	120	1.33		166.65	40	71		7.58		SGH
4.80	24	40	1.07	1.16				6.60	7.74	SC	ALI
5.00	70	80	0.67		108.07	37	60		7.90		GHI
5.20	70	80	0.67		109.01	37	60		8.06		GHI
5.40	90	110	1.33		109.94	37	66		8.22		SGH
5.60	90	100	0.67		110.88	37	66		8.38		GHI
5.80	42	52	0.67		111.81	35	44		8.54		SLI
6.00	70	90	1.33		112.75	37	58		8.70		SLA
6.20	90	100	0.67		113.68	37	65		8.86		GHI
6.40	80	100	1.33		114.61	37	62		9.02		SLI
6.60	80	90	0.67		115.55	37	62		9.18		GHI
6.80	70	90	1.33		116.48	37	57		9.34		SLA
7.00	60	70	0.67		117.42	35	53		9.50		GHI
7.20	50	60	0.67		118.35	35	47		9.66		SGH
7.40	40	52	0.80		119.29	32	41		9.82		SLA
7.60	42	54	0.80		120.22	32	42		9.98		SLA
7.80	40	52	0.80		121.15	32	40		10.14		SLA
8.00	100	120	1.33		122.09	37	66		10.30		SGH
8.20	160	180	1.33			40	80		10.46		GHI
8.40	160	180	1.33			40	79		10.62		GHI
8.60	150	170	1.33			40	77		10.78		GHI
8.80	120	150	2.00		125.83	37	71		10.94		SLI
9.00	100	120	1.33		126.76	37	65		11.10		SGH
9.20	80	100	1.33		127.70	37	59		11.26		SLI
9.40	50	64	0.93		128.63	32	45		11.42		SLA
9.60	34	46	0.80	1.64				9.21	11.58	SC	LAS
9.80	40	52	0.80		348.45	32	38		11.74		SLA
10.00	120	140	1.33		352.18	37	69		11.90		GHI
10.20	130	150	1.33		355.92	37	72		12.06		GHI
10.40	120	140	1.33		359.66	37	69		12.22		GHI
10.60	120	140	1.33		363.40	37	69		12.38		GHI
10.80	130	150	1.33		367.14	37	71		12.54		GHI
11.00	130	150	1.33		370.87	37	71		12.70		GHI
11.20	140	160	1.33		374.61	37	73		12.86		GHI
11.40	32	50	1.20	1.53				8.22	13.02	SC	ALI
11.60	24	40	1.07	1.13				5.61	13.18	SC	ALI

LEGENDA LITOLOGIA

TOR = Torba
 LAR = Limo Argilloso
 SLI = Sabbia Limosa

ATO = Argilla Torbosa
 LAS = Limo Argillo-Sabbioso
 SGH = Sabbia Ghiaiosa

ALI = Argilla Limosa
 SLA = Sabbia Limo-Argillosa
 GHI = Ghiaia

PROVA C.P.T.

RESTITUZIONE DATI

Legenda Argilla

BC = Sottocons.
 LC = Leggermente cons.
 NC = Normalmente cons.
 SC = Sovracons.

Quota iniz. : 1.80 Quota fin. : 20.00

Quota falda : 3.90

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

Prova N° : 01 Nome File : UNIVER1 .PEN

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. metri	Rp Kg/cm ²	Ra Kg/cm ²	RI Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	Qc Kg/cm ²	φ gradi	Dr %	Pcons Kg/cm ²	σ'vo ton/m ²	ORC	LIT
11.80	60	70	0.67		139.32	35	48		13.34		GHI
12.00	38	46	0.53		140.25	30	35		13.50		SGH
12.20	70	80	0.67		141.19	35	52		13.66		GHI
12.40	32	44	0.80	1.53				8.07	13.82	SC	LAS
12.60	12	25	0.87	0.53				2.14	13.98	NC	ATO
12.80	11	24	0.87	0.48				1.88	14.14	NC	ATO
13.00	14	23	0.60	0.63				2.63	14.30	NC	ALI
13.20	90	110	1.33		144.81	35	58		14.46		SGH
13.40	100	120	1.33		145.74	35	61		14.62		SGH
13.60	100	120	1.33		146.67	35	61		14.78		SGH
13.80	130	150	1.33		147.61	37	68		14.94		GHI
14.00	110	130	1.33		148.54	37	64		15.10		SGH
14.20	140	160	1.33		149.48	37	70		15.26		GHI
14.40	110	130	1.33		150.41	37	63		15.42		SGH
14.60	22	44	1.47	1.02				4.73	15.58	LC	ALI
14.80	12	22	0.67	0.52				2.03	15.74	NC	ALI
15.00	15	23	0.53	0.67				2.78	15.90	NC	ALI
15.20	20	30	0.67	0.92				4.11	16.06	LC	LAR
15.40	24	34	0.67	1.12				5.24	16.22	LC	LAR
15.60	30	40	0.67	1.42				7.03	16.38	SC	LAS
15.80	16	25	0.60	0.72				2.99	16.54	NC	ALI
16.00	15	23	0.53	0.67				2.72	16.70	NC	ALI
16.20	13	23	0.67	0.57				2.21	16.86	NC	ALI
16.40	22	34	0.80	1.01				4.58	17.02	LC	ALI
16.60	54	66	0.80		203.48	32	41		17.18		SGH
16.80	80	90	0.67		204.83	35	52		17.34		GHI
17.00	30	42	0.80	1.41				6.88	17.50	LC	LAR
17.20	20	32	0.80	0.91				3.97	17.66	LC	ALI
17.40	80	90	0.67		226.32	35	52		17.82		GHI
17.60	60	70	0.67		227.78	32	44		17.98		GHI
17.80	40	60	1.33		229.24	30	32		18.14		LAR
18.00	70	80	0.67		230.70	32	48		18.30		GHI
18.20	150	170	1.33		232.16	37	70		18.46		GHI
18.40	170	200	2.00		233.62	37	73		18.62		SGH
18.60	180	210	2.00		235.08	37	75		18.78		GHI
18.80	200	220	1.33		236.54	37	77		18.94		GHI
19.00	220	240	1.33		237.100	37	80		19.10		GHI
19.20	180	200	1.33		239.46	37	74		19.26		GHI
19.40	150	170	1.33		240.92	37	69		19.42		GHI
19.60	170	190	1.33		242.38	37	72		19.58		GHI
19.80	200	220	1.33		243.84	37	77		19.74		GHI
20.00	210	230	1.33		245.30	37	78		19.90		GHI

LEGENDA LITOLOGIA

TOR = Torba
 LAR = Limo Argilloso
 SLI = Sabbia Limosa

ATO = Argilla Torbosa
 LAS = Limo Argillo-Sabbioso
 SGH = Sabbia Ghiaiosa

ALI = Argilla Limosa
 SLA = Sabbia Limo-Argillosa
 GHI = Ghiaia

PROVA C.P.T.

RESTITUZIONE DATI

Legenda Argilla

BC = Sottocons.
 LC = Leggermente cons.
 NC = Normalmente cons.
 SC = Sovracons.

Quota iniz. : 0.80 Quota fin. : 30.00

Quota falda : 3.50

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

Prova N° : 02 Nome File : UNIVER2 .PEN

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. metri	Rp Kg/cm ²	Ra Kg/cm ²	RI Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	Qc Kg/cm ²	φ gradi	Dr %	Pcons Kg/cm ²	σ'vo ton/m ²	ORC	LIT
0.80	15	27	0.80	0.74				5.75	1.44	SC	ALI
1.00	30	40	0.67	1.49				12.100	1.80	SC	LAS
1.20	14	24	0.67	0.69				4.73	2.16	SC	ALI
1.40	4	7	0.20	0.19				0.89	2.52	LC	ALI
1.60	6	9	0.20	0.29				1.46	2.88	SC	LAR
1.80	11	16	0.33	0.53				3.11	3.24	SC	LAR
2.00	12	20	0.53	0.58				3.37	3.60	SC	ALI
2.20	14	23	0.60	0.68				4.00	3.96	SC	ALI
2.40	16	24	0.53	0.78				4.63	4.32	SC	LAR
2.60	15	25	0.67	0.73				4.17	4.68	SC	ALI
2.80	13	23	0.67	0.62				3.39	5.04	SC	ALI
3.00	24	34	0.67	1.17				7.32	5.40	SC	LAR
3.20	38	50	0.80		112.56	35	47		5.76		LAS
3.40	40	52	0.80		115.84	35	47		6.12		SLA
3.60	46	60	0.93		118.21	37	51		6.38		LAS
3.80	60	70	0.67		119.67	37	58		6.54		GHI
4.00	44	54	0.67		121.13	35	49		6.70		SGH
4.20	42	52	0.67		122.59	35	47		6.86		SLI
4.40	32	42	0.67		124.05	32	39		7.02		LAS
4.60	36	50	0.93		125.51	35	42		7.18		LAR
4.80	70	80	0.67		126.97	37	61		7.34		GHI
5.00	70	80	0.67		128.43	37	61		7.50		GHI
5.20	50	60	0.67		129.89	35	51		7.66		SGH
5.40	90	100	0.67		131.35	37	67		7.82		GHI
5.60	60	70	0.67		132.81	37	55		7.98		GHI
5.80	50	60	0.67		134.27	35	50		8.14		SGH
6.00	22	32	0.67	1.06				5.78	8.30	SC	LAR
6.20	40	50	0.67		179.93	35	43		8.46		SLI
6.40	80	90	0.67		182.03	37	62		8.62		GHI
6.60	60	70	0.67		184.13	35	54		8.78		GHI
6.80	70	80	0.67		186.23	37	58		8.94		GHI
7.00	70	80	0.67		188.34	37	58		9.10		GHI
7.20	60	70	0.67		190.44	35	53		9.26		GHI
7.40	42	54	0.80		192.54	35	43		9.42		SLA
7.60	50	60	0.67		194.64	35	47		9.58		SGH
7.80	60	70	0.67		196.75	35	52		9.74		GHI
8.00	60	70	0.67		198.85	35	52		9.90		GHI
8.20	100	120	1.33		200.95	37	67		10.06		SGH
8.40	160	180	1.33		203.05	40	80		10.22		GHI
8.60	170	190	1.33		205.16	40	81		10.38		GHI
8.80	160	180	1.33		207.26	40	79		10.54		GHI
9.00	140	160	1.33		209.36	40	75		10.70		GHI
9.20	110	130	1.33		211.46	37	68		10.86		SGH
9.40	90	110	1.33		213.57	37	62		11.02		SGH
9.60	80	100	1.33		215.67	37	59		11.18		SLI
9.80	100	120	1.33		217.77	37	65		11.34		SGH
10.00	170	190	1.33		219.87	40	80		11.50		GHI
10.20	200	230	2.00		221.98	40	84		11.66		GHI
10.40	220	240	1.33		224.08	40	87		11.82		GHI
10.60	200	220	1.33		226.18	40	84		11.98		GHI

LEGENDA LITOLOGIA

TOR = Torba
 LAR = Limo Argilloso
 SLI = Sabbia Limosa

ATO = Argilla Torbosa
 LAS = Limo Argillo-Sabbioso
 SGH = Sabbia Ghiaiosa

ALI = Argilla Limosa
 SLA = Sabbia Limo-Argillosa
 GHI = Ghiaia

PROVA C.P.T.

RESTITUZIONE DATI

Legenda Argilla

BC = Sottocons.
 LC = Leggermente cons.
 NC = Normalmente cons.
 SC = Sovracons.

Quota iniz. : 0.80 Quota fin. : 30.00

Quota falda : 3.50

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

Prova N° : 02 Nome File : UNIVER2 .PEN

Prof. metri	Rp Kg/cm ²	Ra Kg/cm ²	Ri Kg/cm ²	PARAMETRI GEOTECNICI							ORC	LIT
				Cu Kg/cm ²	Qc Kg/cm ²	φ gradi	Dr %	Pcons Kg/cm ²	σ'vo ton/m ²			
10.80	180	210	2.00		228.28	40	81			12.14		GHI
11.00	180	210	2.00		230.39	40	81			12.30		GHI
11.20	170	200	2.00		232.49	40	79			12.46		SGH
11.40	50	60	0.67		234.59	32	43			12.62		SGH
11.60	20	38	1.20	0.94				4.45		12.78	LC	ALI
11.80	80	100	1.33		139.22	35	57			12.94		SLI
12.00	90	110	1.33		140.16	35	60			13.10		SGH
12.20	70	90	1.33		141.09	35	52			13.26		SLA
12.40	20	34	0.93	0.93				4.38		13.42	LC	ALI
12.60	7	15	0.53	0.28				0.98		13.58	BC	ATO
12.80	8	17	0.60	0.33				1.19		13.74	BC	ATO
13.00	60	70	0.67		96.38	32	47			13.90		GHI
13.20	80	100	1.33		96.79	35	55			14.06		SLI
13.40	70	80	0.67		97.21	35	51			14.22		GHI
13.60	90	100	0.67		97.62	35	58			14.38		GHI
13.80	100	120	1.33			35	61			14.54		SGH
14.00	150	180	2.00			37	73			14.70		SGH
14.20	150	170	1.33			37	73			14.86		GHI
14.40	60	70	0.67		99.28	32	46			15.02		GHI
14.60	30	42	0.80	1.42				7.20		15.18	SC	LAR
14.80	11	20	0.60	0.47				1.81		15.34	NC	ALI
15.00	20	30	0.67	0.92				4.16		15.50	LC	LAR
15.20	20	30	0.67	0.92				4.15		15.66	LC	LAR
15.40	22	34	0.80	1.02				4.70		15.82	LC	ALI
15.60	32	42	0.67		222.02	27	27			15.98		LAS
15.80	12	23	0.73	0.52				2.01		16.14	NC	ALI
16.00	11	22	0.73	0.47				1.76		16.30	NC	ALI
16.20	40	50	0.67		159.24	30	33			16.46		SLI
16.40	70	80	0.67		160.17	32	49			16.62		GHI
16.60	80	90	0.67		161.11	35	53			16.78		GHI
16.80	70	80	0.67		162.04	32	49			16.94		GHI
17.00	70	90	1.33		162.98	32	49			17.10		SLA
17.20	80	100	1.33		163.91	35	52			17.26		SLI
17.40	60	70	0.67		164.84	32	44			17.42		GHI
17.60	100	120	1.33		165.78	35	59			17.58		SGH
17.80	140	160	1.33		166.71	37	68			17.74		GHI
18.00	160	180	1.33		167.65	37	72			17.90		GHI
18.20	190	210	1.33			37	77			18.06		GHI
18.40	200	220	1.33			37	78			18.22		GHI
18.60	170	190	1.33		170.45	37	73			18.38		GHI
18.80	160	180	1.33		171.39	37	71			18.54		GHI
19.00	200	220	1.33			37	78			18.70		GHI
19.20	210	230	1.33			37	79			18.86		GHI
19.40	210	230	1.33			37	79			19.02		GHI
19.60	240	260	1.33			40	82			19.18		GHI
19.80	230	250	1.33			40	81			19.34		GHI
20.00	220	240	1.33			37	80			19.50		GHI
20.20	220	240	1.33			37	80			19.66		GHI
20.40	210	230	1.33			37	78			19.82		GHI
20.60	210	230	1.33			37	78			19.98		GHI

LEGENDA LITOLOGIA

TOR = Torba
 LAR = Limo Argilloso
 SLI = Sabbia Limosa

ATO = Argilla Torbosa
 LAS = Limo Argillo-Sabbioso
 SGH = Sabbia Ghiaiosa

ALI = Argilla Limosa
 SLA = Sabbia Limo-Argillosa
 GHI = Ghiaia

PROVA C.P.T.

RESTITUZIONE DATI

Legenda Argilla

BC = Sottocons.
 LC = Leggermente cons.
 NC = Normalmente cons.
 SC = Sovracons.

Quota iniz. : 0.80 Quota fin. : 30.00

Quota falda : 3.50

Committente : UNIVERSITA' DEGLI STUDI PADOVA

Loc. Cantiere : VIA MARZOLO 9

Data : 29/05/2012

Prova N° : 02 Nome File : UNIVER2 .PEN

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. metri	Rp Kg/cm ²	Ra Kg/cm ²	Rl Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	Qc Kg/cm ²	φ gradi	Dr %	Pcons Kg/cm ²	σ'vo ton/m ²	ORC	LIT
20.80	230	250	1.33			37	81		20.14		GHI
21.00	230	250	1.33			37	80		20.30		GHI
21.20	200	220	1.33			37	76		20.46		GHI
21.40	200	220	1.33			37	76		20.62		GHI
21.60	210	230	1.33			37	77		20.78		GHI
21.80	210	230	1.33			37	77		20.94		GHI
22.00	220	240	1.33			37	79		21.10		GHI
22.20	220	240	1.33			37	78		21.26		GHI
22.40	230	250	1.33			37	80		21.42		GHI
22.60	230	250	1.33			37	80		21.58		GHI
22.80	220	240	1.33			37	78		21.74		GHI
23.00	210	230	1.33			37	77		21.90		GHI
23.20	210	230	1.33			37	77		22.06		GHI
23.40	220	240	1.33			37	78		22.22		GHI
23.60	230	250	1.33			37	79		22.38		GHI
23.80	240	270	2.00			37	80		22.54		GHI
24.00	240	270	2.00			37	80		22.70		GHI
24.20	240	270	2.00			37	80		22.86		GHI
24.40	220	240	1.33			37	77		23.02		GHI
24.60	220	240	1.33			37	77		23.18		GHI
24.80	230	250	1.33			37	78		23.34		GHI
25.00	250	280	2.00			37	81		23.50		GHI
25.20	250	280	2.00			37	81		23.66		GHI
25.40	260	290	2.00			37	82		23.82		GHI
25.60	260	290	2.00			37	82		23.98		GHI
25.80	240	260	1.33			37	79		24.14		GHI
26.00	240	260	1.33			37	79		24.30		GHI
26.20	250	280	2.00			37	80		24.46		GHI
26.40	250	280	2.00			37	80		24.62		GHI
26.60	240	260	1.33			37	79		24.78		GHI
26.80	240	260	1.33			37	79		24.94		GHI
27.00	180	210	2.00		209.70	37	70		25.10		GHI
27.20	180	210	2.00		210.63	37	70		25.26		GHI
27.40	200	220	1.33		211.56	37	73		25.42		GHI
27.60	200	220	1.33		212.50	37	73		25.58		GHI
27.80	240	260	1.33			37	78		25.74		GHI
28.00	250	280	2.00			37	79		25.90		GHI
28.20	240	260	1.33			37	78		26.06		GHI
28.40	250	280	2.00			37	79		26.22		GHI
28.60	260	280	1.33			37	80		26.38		GHI
28.80	240	260	1.33			37	78		26.54		GHI
29.00	250	260	0.67			37	79		26.70		GHI
29.20	250	260	0.67			37	79		26.86		GHI
29.40	260	280	1.33			37	80		27.02		GHI
29.60	260	280	1.33			37	80		27.18		GHI
29.80	240	260	1.33			37	77		27.34		GHI
30.00	260	280	1.33			37	80		27.50		GHI

LEGENDA LITOLOGIA

TOR = Torba
 LAR = Limo Argilloso
 SLI = Sabbia Limosa

ATO = Argilla Torbosa
 LAS = Limo Argillo-Sabbioso
 SGH = Sabbia Ghiaiosa

ALI = Argilla Limosa
 SLA = Sabbia Limo-Argillosa
 GHI = Ghiaia

3/3



S.I.R. GEO SEC S.R.L.



UNI EN ISO 9001:2008



COMUNE DI PADOVA

PROVINCIA DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Via 8 Febbraio, 2
35122 PADOVA (PD)

INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA DETERMINAZIONE
DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E
GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO PER IL PROGETTO
DI ADEGUAMENTO DELLE VIE DI ESODO PRESSO LA
FACOLTA' D'INGEGNERIA – SEDE DI VIA MARZOLO
CIV. 9 – PADOVA (PD).

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE DEL 30 MAGGIO 2012

S.I.R. GEO SEC s.r.l.

PADOVA

Dott. Geol. D. FINCATO

Rev. 2/2014

Padova, 29 Ottobre 2014

SOCIETA' DI INDAGINI GEOTECNICHE GEOFOSICHE E AMBIENTALI – SERVIZI E CONSULENZE

S.I.R.GEO SEC S.R.L. – Via Pier Paolo Vergerio, 17 – 35126 Padova – Tel. 049 8024710

sirgeosrl@gmail.com – C.F. e P.IVA 04622000281 – C.C.I.A.A. n. 404776

RELAZIONE TECNICA INTEGRATIVA

La presente relazione integrativa espone la tipologia definitiva di fondazione che si andrà ad adottare, in fase di progettazione esecutiva, per l'adeguamento delle vie di esodo presso la facoltà d'Ingegneria di Via Marzolo civ. 9 in comune di Padova (PD).

In prima valutazione, esposta nella relazione del 30 Maggio 2012, si ipotizzava una soluzione fondazionale mediante la realizzazione di una platea delle dimensioni massime in pianta di 4 x 4 m circa con piano di posa della fondazione a circa -1.4 m dal piano campagna.

A seguito di verifiche successive si è rilevata la presenza di sottoservizi che vincolano in maniera determinante la fattibilità esecutiva della platea in termini logistici, per la presenza di spazi molto ridotti, e funzionali, per l'interferenza e la necessità di mantenere l'accessibilità di tubazioni esistenti.

Per evitare quanto sopra esposto e onde evitare che cedimenti delle fondazioni superficiali, insistenti sui sottoservizi, vadano a provocarne delle rotture, in fase di progettazione definitiva la soluzione tipologica fondazionale più idonea adottabile risulta quella d'impiego di fondazioni speciali profonde.

Data la presenza di spazi molto ridotti per esigenze pratiche ed economiche è consigliabile l'impiego di micropali ad una profondità di circa -10.5 m (da piano esecuzione prove penetrometriche – si veda relazione del 30 Maggio 2012), a piccolo diametro ($\phi = 180$ mm max reso). Tale soluzione garantirà la stabilità strutturale del manufatto da realizzare.

Nelle tavole allegate si riporta un calcolo preliminare del micropalo, eseguito secondo il DM 14/01/2008, che dovrà essere verificato dal progettista.

I parametri geotecnici utilizzati ai fini del calcolo sono esposti a pag. 3 della relazione del 30 Maggio 2012.

Con riferimento alle tavole di calcolo allegate si ha:

Resistenza limite a compressione (SLU): **23.0** t.

Resistenza limite a trazione (SLU): 9.8 t.

Portata di progetto a compressione (SLE): **11.6** t.

Portata di progetto a trazione (SLE): 5.4 t.

IN ALLEGATO SONO RIPORTATI:

- Tavola di calcolo preliminare con predimensionamento micropalo.

Dott. Geol. Devi Fincato
Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 549.

S.I.R. GEO SEC s.r.l.
PADOVA
Dott. Geol. D. FINCATO



DIMENSIONAMENTO MICROPALI

VERIFICA SLU DI TIPO GEOTECNICO (GEO)

La verifica viene eseguita per collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali prevista dal DM 14 gennaio 2008 (NTU) seguendo l'approccio 2 (A1 + M1 + R3).

I parametri A1 e M1 vengono considerati unitari (vedi Tab. 6.2.I e 6.2.II - NTU 2008); per i parametri R3 (Tab. 6.4.II) viene considerata la tavola sottoriportata:

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

Nel calcolo si tiene conto dei fattori di correzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione delle verticali indagate (Tab. 6.4.IV - NTU 2008):

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Il tipo di verifica viene eseguita per il collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali mediante la formula sottoriportata, in termini di pressioni effettive; il metodo di esecuzione può influenzare la scelta dei parametri di calcolo.

$$Q_{lim} = A_p * Q_p + A_l * \Sigma(L_i * K_i * \sigma'_{vi} * \text{tg}\delta + C_u * \alpha)$$

dove: Q_p = Portata unitaria di punta pari a $N_q * P_{vz}$ se in terreni non coesivi;
 $9 * C_u$ se in terreni coesivi

A_p = Area di punta

A_l = Area laterale del palo nello strato i-esimo

αC_u = Resistenza di attrito laterale negli strati coesivi, C_u resistenza al taglio non drenata con " α " fattore di adesione palo-terreno, funzione di C_u

K_i = Coefficiente di spinta orizzontale, funzione del metodo di perforazione e dell'angolo di attrito interno del terreno ($1 - \sin \phi$)

D = Diametro del micropalo

L = Lunghezza dello strato i-esimo

ϕ = Angolo di attrito interno

σ'_{vi} = Tensione effettiva media nello strato i-esimo

δ = Angolo attrito palo terreno $\delta = 2/3 \phi$

Si procede pertanto al calcolo della portata limite (resistenza nominale):

MICROPALO DA -10.5 m DIAMETRO 180 mm utili 7.5 m

$D = 0.18 \text{ m}$ $A_p = 0.025 \text{ mq}$ $L = 10.5 \text{ m}$

PORTATA LIMITE DEGLI STRATI COESIVI

Strato n°	L (m)	Al (mq)	Rp (t/mq)	Cu (t/mq)	α	Ql (t)
1	2	1.131	0	0.0	0	0.000
2	1	0.565	180	9.0	0.5	2.545
3	0.5	0.283	120	6.0	0.6	1.018
		0.000		0.0	0	0.000
		0.000		0.0	0	0.000
		0.000		0.0	0	0.000

Portata totale laterale degli strati coesivi: **3.563 t.**

Portata di punta: $Q_p = A_p \cdot 9 \cdot C_u =$ **0.000 t.**

con $C_u = 0 \text{ t/mq}$

PORTATA LIMITE DEGLI STRATI NON COESIVI

Strato n°	L (m)	Al (mq)	σ'_{vi} (t/mq)	ϕ (°)	δ (°)	$\tan \delta$	K	Ql (t)
4	4.5	2.545	8.3	30	20	0.36397	0.5000	3.844
5	2.5	1.414	11.5	35	23	0.43136	0.4264	2.990
		0.000			0	0	1.0000	0.000
		0.000			0	0	1.0000	0.000
		0.000			0	0	1.0000	0.000

Portata totale laterale degli strati non coesivi: **6.834 t.**

Portata di punta: $Q_p = A_p \cdot \sigma' \cdot N_q =$ **11.992 t.**

con $\sigma' = 12.5 \text{ t/mq}$

$N_q = 37.7$

RESISTENZA LIMITE ALLA PUNTA **11.992 t.**

RESISTENZA LIMITE LATERALE **10.397 t.**

PESO DEL PALO $W_p =$ **0.668 t.**

RESISTENZA LIMITE A COMPRESSIONE $Q_{lim} = (Q_p + Q_l) =$ **23.057 t.**

RESISTENZA LIMITE A TRAZIONE $Q_{lim} = Q_l =$ **9.796 t.**

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ ($R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,m})_{media}}{\xi_1}; \frac{(R_{t,m})_{min}}{\xi_2} \right\}$$

Con: $\xi = 1.55$ $\gamma_b = 1.35$
 $\gamma_s = 1.15$
 $\gamma_{st} = 1.25$

Si ha:

PORTATA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE (R_{ck})

$$\begin{aligned} R_{ck} \text{ punta} &= (Q_{lim} \text{ punta} / \xi) = 7.737 \text{ t.} \\ R_{ck} \text{ laterale} &= (Q_{lim} \text{ laterale} / \xi) = 6.708 \text{ t.} \\ R_{ck} &= 14.444 \text{ t.} \end{aligned}$$

PORTATA DI PROGETTO A COMPRESSIONE (R_{dc})

$$\begin{aligned} R_{dc} \text{ punta} &= (R_{ck} \text{ punta} / \gamma_b) = 5.731 \text{ t.} \\ R_{dc} \text{ laterale} &= (R_{ck} \text{ laterale} / \gamma_s) = 5.833 \text{ t.} \\ R_{dc} &= 11.564 \text{ t.} \end{aligned}$$

PORTATA CARATTERISTICA A TRAZIONE (R_{tk})

$$R_{tk} = (Q_{lim} \text{ laterale} / \xi) = 6.708 \text{ t.}$$

PORTATA DI PROGETTO A TRAZIONE (R_{dt})

$$R_{dt} = (R_{tk} \text{ laterale} / \gamma_{st}) = 5.366 \text{ t.}$$

Le verifiche delle azioni di progetto con le portate di progetto ($E_d < R_d$) dovranno essere verificate dal progettista