



REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VENEZIA

**COMUNE DI CHIOGGIA**

REALIZZAZIONE DI NUOVO SUPERMERCATO ALI' ED EDIFICI  
RESIDENZIALI ANNESSI

**RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE  
GEOTECNICA**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <i>Intestatario<br/>del progetto</i> | <b>Panveneta S.r.l.</b><br><b>Via Giordano Bruno 29, Mestre (VE)</b> |
| <i>Ubicazione</i>                    | <b>Viale Padova, Ex Officina Autobus Actv - Sottomarina (VE)</b>     |
| <i>Data</i>                          | <b>6 Marzo 2014</b>  |

Dott. Geol. Francesco Morbin

027008 - Comune di Chioggia  
AOO - COMUNE DI CHIOGGIA  
REGISTRO UFFICIALE  
0038007 - 11/08/2016 - INGRESSO  
Classificazioni: 06.03



*Rif. ID Commessa:* C2471 - geot

**Sede legale**

Via S. Francesco, 6 - 35010 Curtarolo (PD)  
C.F. e P. I.V.A. 03769050281  
R.E.A. 335843

**Sede operativa**

Via Busiago, 106/2 - 35010 Campo San Martino  
Tel: 049 9620033 - Fax: 049 7350216  
e-mail: info@servizigeologici.it  
www.servizigeologici.it

## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| PREMESSA .....  | 3  |
| INQUADRAMENTO DELL'AREA .....                             | 4  |
| Inquadramento geologico .....                             | 4  |
| Inquadramento geomorfologico .....                        | 6  |
| Inquadramento idrografico e idrogeologico .....           | 8  |
| Inquadramento geolitologico .....                         | 10 |
| INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO .....                       | 13 |
| Planimetria stato attuale con ubicazione Indagini .....   | 14 |
| Ricostruzione Stratigrafica .....                         | 15 |
| Rilievo Falda da Piezometri .....                         | 16 |
| Planimetria stato attuale con ubicazione Piezometri ..... | 17 |
| CLASSIFICAZIONE SISMICA .....                             | 18 |
| Azione sismica .....                                      | 20 |
| CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI .....     | 23 |
| Cedimenti .....   | 26 |
| VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE .....                | 29 |
| CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI .....                  | 31 |
| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA .....                          | 33 |

## Allegati:

Allegato 1: Prove penetrometriche statiche CPT

Allegato 2: Report delle verifiche geotecniche

Allegato 3: Verifica della suscettibilità alla liquefazione

## PREMESSA

Per incarico del Committente è stata eseguita un'indagine geologica e una caratterizzazione geotecnica preliminare al fine di determinare le caratteristiche dei terreni ricadenti nell'area sulla quale è prevista la realizzazione di un nuovo supermercato Ali e di fabbricati residenziale annessi al progetto, in viale Padova presso la località di Sottomarina nel Comune di Chioggia (VE).

L'indagine è stata effettuata allo scopo di definire il modello geologico del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e strutturali dell'area evidenziando, qualora presenti, gli elementi di pericolosità geologica del territorio.

Il modello geologico ipotizzato è stato sottoposto a verifica tramite la realizzazione di indagini geognostiche in sito, che si sono svolte con le seguenti modalità, su richiesta dell'Ing. Manuel Albiero:

- esecuzione di n° 5 prove penetrometriche statiche (CPT) che hanno raggiunto la profondità di 20 m dal p.c.; allo scopo è stato utilizzato un Penetrometro Statico da 20 T PAGANI modello TG73-200 cingolato montato su camion, attrezzato con punta meccanica tipo Begeman;
- rilievo della falda freatica.

L'elaborazione delle informazioni ricavate dalle indagini permette di fornire:

- la caratterizzazione ai fini geotecnici della serie litostratigrafica;
- il calcolo della capacità portante delle fondazioni;
- la verifica del rischio di liquefazione dei terreni.

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

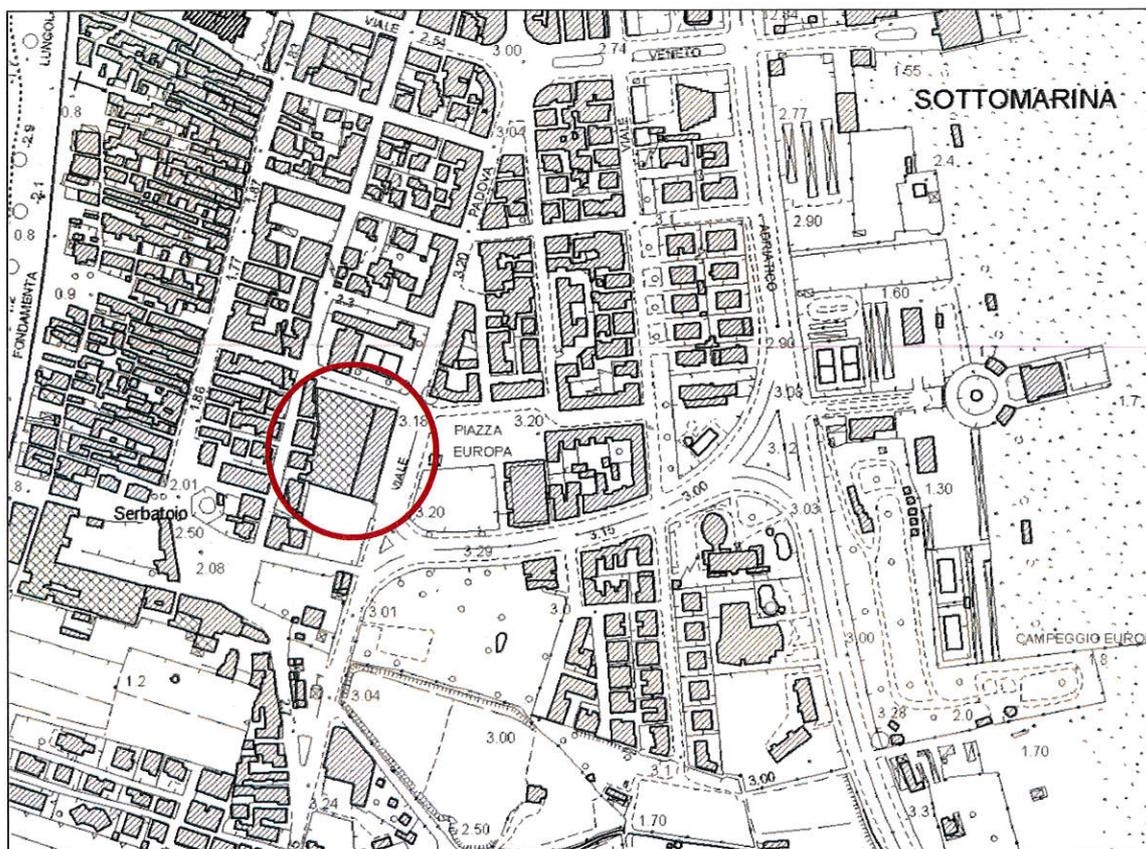
- D.M. 14.01.08 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.
- Circ. Min. LL.PP. 2 febbraio 2009, n. 617 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" DI CUI AL D.M. 14 GENNAIO 2008.
- ORDINANZA n° 3274 del 20.03.03 – PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.
- ORDINANZA DEL P.C.M. 28 APRILE 2006 N. 3519 – CRITERI GENERALI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE E PER LA FORMAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI DELLE MEDESIME ZONE.
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA DELLA REGIONE VENETO N. 96/CR DEL 7 AGOSTO 2006 – PROPOSTA DI ADOZIONE DEL PROVVEDIMENTO DI CUI ALLA SUDETTA O.P.C.M. N. 3519/06.

## INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il comune di Chioggia si inserisce in quel tratto di territorio Veneto che va dalla foce del Fiume Po alla zona meridionale della Laguna Veneta e comprende i territori più vicini alla linea di costa. In particolare il sito in esame si colloca nel centro di Sottomarina ad una quota compresa tra 2 e 3 m s.l.m., ad Est del cosiddetto Lago di Lusenzo.

### Estratto CTR

Elemento 148160

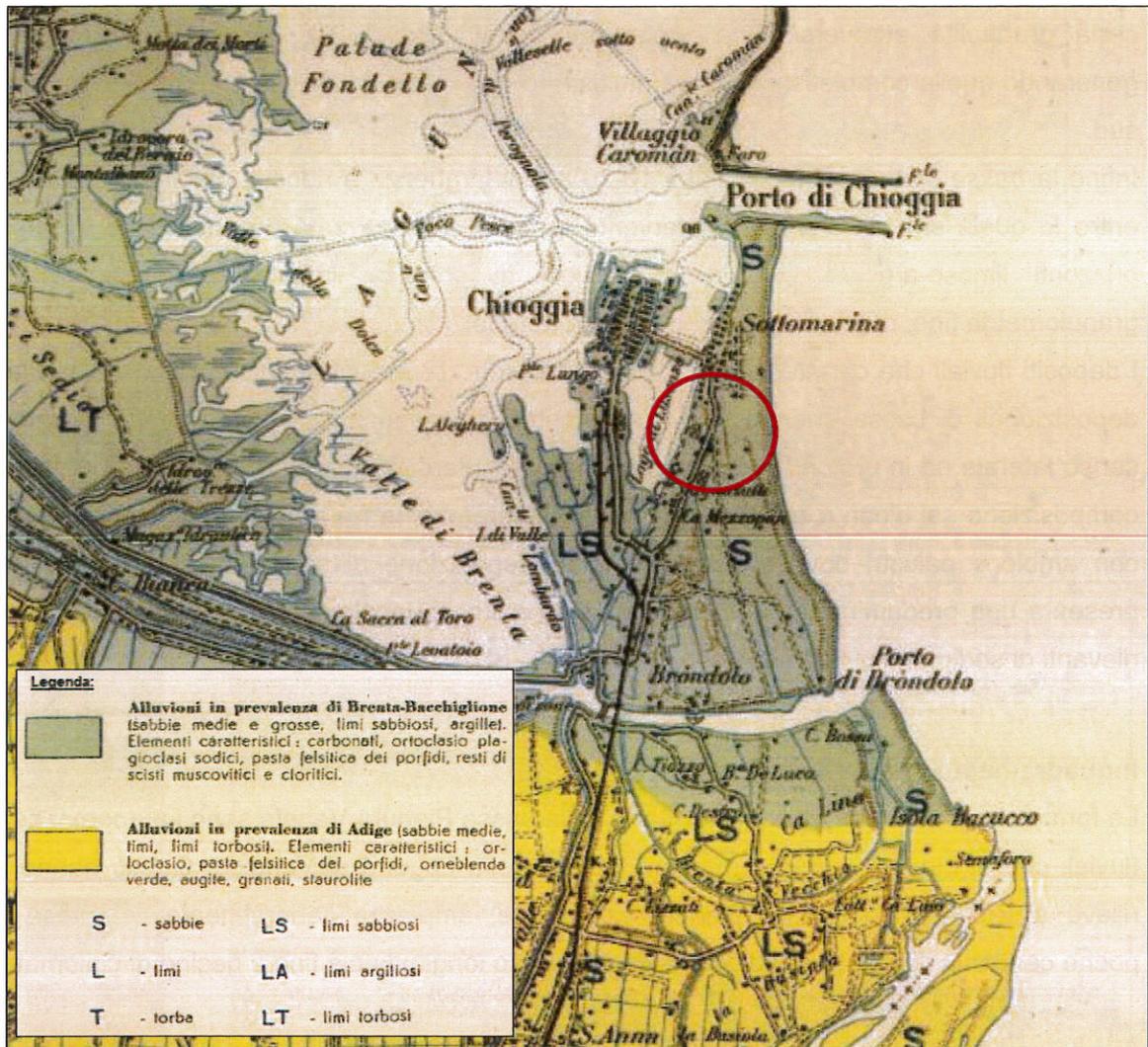


### Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area in esame appartiene alla bassa pianura veneta la quale è principalmente il risultato dell'azione combinata del trasporto e deposizione operati, in epoca quaternaria, dai corsi d'acqua prealpini che scorrevano in questa zona (in particolare il fiume Brenta). Il sottosuolo è composto da depositi alluvionali di granulometria variabile. In particolare la composizione di questi sedimenti varia e si differenzia abbastanza rapidamente procedendo verso est.

La pianura veneziana occupa una fascia che si estende per una lunghezza considerevole a ridosso della costa adriatica veneta.

La morfologia di questa pianura è legata molto all'evoluzione della Laguna di Venezia e dei litorali; il settore più interno invece presenta tutti gli aspetti di una pianura alluvionale derivata dall'interazione tra i numerosi corsi d'acqua alpini che la solcano ed i fiumi di risorgiva.



Estratto Carta Geologica dal Foglio 65 – Adria

La Pianura Veneta si è formata in tempi geologicamente recenti, dalla deposizione di materiali prevalentemente detritici di origine fluviale e fluvio-glaciale. L'assetto geologico dell'area è principalmente il risultato dell'azione combinata del trasporto e deposizione operati, in epoca quaternaria, dai corsi d'acqua prealpini che scorrevano in questa zona (in particolare il fiume Brenta). Il sottosuolo è composto da depositi alluvionali di granulometria variabile, la cui composizione varia e si differenzia abbastanza rapidamente procedendo verso est.

Nell'*alta pianura*, a ridosso dei rilievi prealpini, dove i fiumi sboccano dai bacini montani, il sottosuolo è costituito da alluvioni ghiaiose e ghiaioso sabbiose di origine fluviale e fluvio-glaciale praticamente indifferenziate fino al substrato roccioso.

La zona di media pianura corrisponde alla zona di transizione in cui il complesso indifferenziato delle ghiaie dell'Alta Pianura si diversifica interdigitandosi entro orizzonti limoso argillosi propri della Bassa Pianura. Questa transizione litologica avviene con una certa gradualità attraverso una progressiva diminuzione della frazione grossolana e generando quella complessa struttura multistrato che contraddistingue l'intera pianura verso sud.

Infine la *bassa pianura*, una fascia di 10-20 km di larghezza a ridosso della costa adriatica entro la quale si colloca il sito d'intervento, appare caratterizzata da alternanze di spessi orizzonti limoso-argillosi con livelli sabbiosi di potenza limitata e generalmente a granulometria fine, di origine prevalentemente marina.

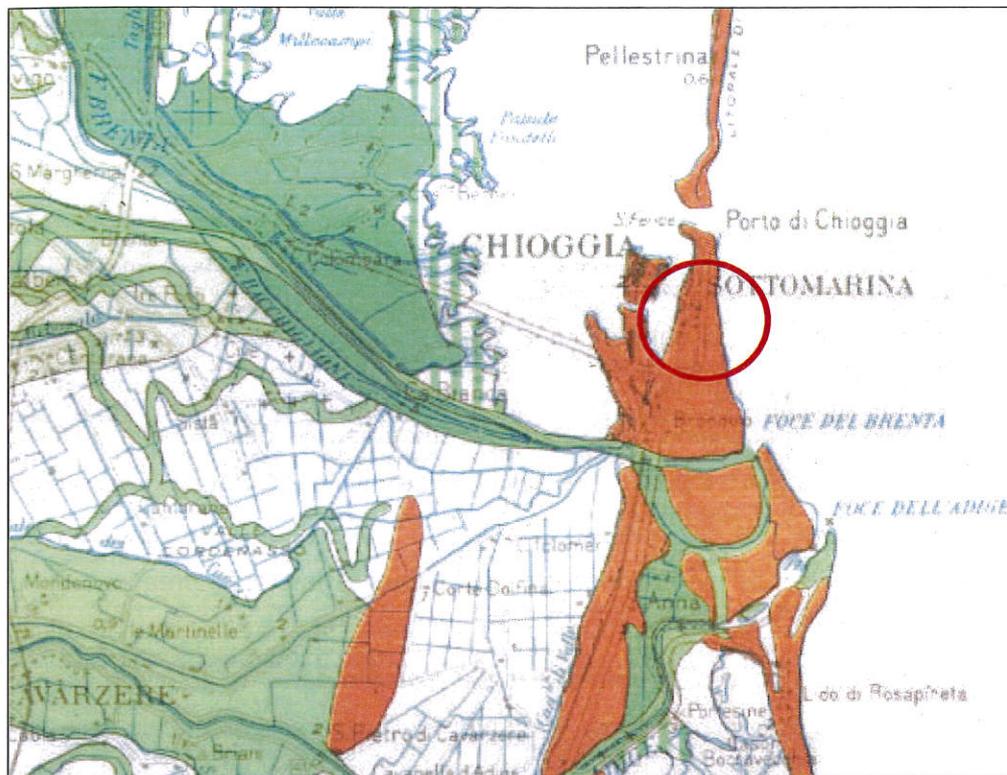
I depositi fluviali che caratterizzano il sottosuolo sono prevalentemente derivati da ambienti deposizionali di bassa energia. La granulometria dei depositi può variare rapidamente in senso laterale ed in profondità in conseguenza dell'interdigitazione dei depositi a prevalente composizione sabbiosa o argillosa, derivanti dall'interazione fra ambienti tipicamente fluviali con ambienti palustri dove avveniva la lenta deposizione di sedimenti fini. Il sottosuolo presenta una predominanza di termini argillosi e limosi, localmente intervallati da spessori rilevanti di sedimenti di tipo sabbioso.

### **Inquadramento geomorfologico**

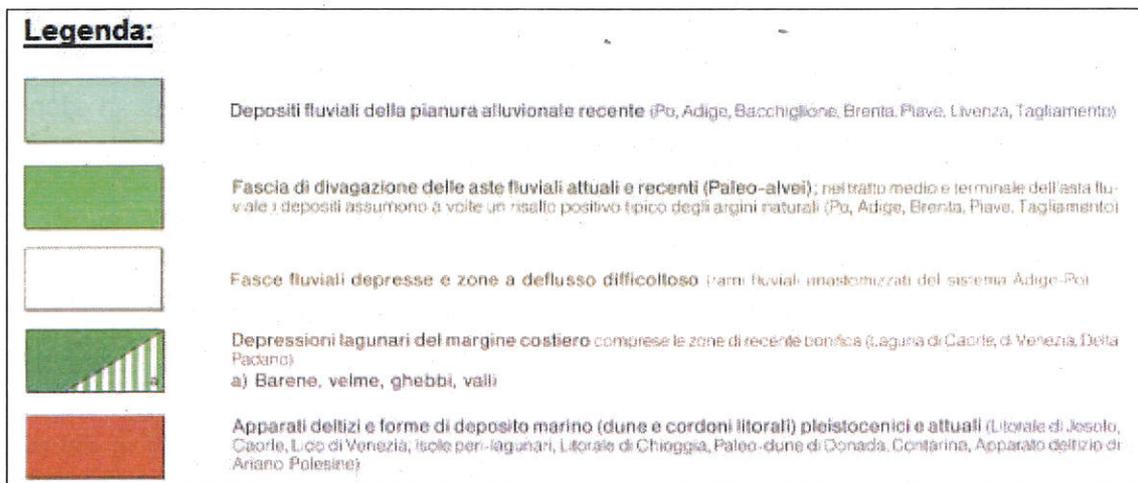
Le forme che più caratterizzano il territorio della bassa Pianura Veneta sono i numerosi dossi fluviali che si dirigono verso il margine interno della Laguna di Venezia. Questi hanno un rilievo di 2-3 m, rispetto alla pianura circostante, ampiezza generalmente compresa fra poche centinaia di m e 1 km ed estensione in senso longitudinale fino a decine di chilometri.

L'ambito locale ricade nella pianura costiera e lagunare, caratterizzata da dune, aree bonificate ed isolane e solo marginalmente alla bassa pianura recente.

La Pianura costiera è suddivisa in due grandi sistemi: i cordoni dunali e le aree lagunari bonificate. Nei cordoni l'origine dei sedimenti sabbiosi è marina, mentre nelle aree lagunari prevalgono i sedimenti limosi di origine fluviale.



Estratto Carta Geomorfológica della Regione Veneto



Nell'area lagunare si rinvencono numerose testimonianze del dinamismo geomorfologico dell'area, costituite da zone sommerse durante le alte maree e dalle aree costantemente sommerse e soggette all'azione erosiva, di trasporto e deposizionali dei flussi sottomarini, in particolare si distinguono le seguenti formazioni:

- Le barene, estensioni tabulari ricoperte di vegetazione e periodicamente sommerse da movimenti di marea.
- I ghebbi, canali tortuosi, meandri formi e poco profondi che solcano le barene.

- I chiari, stagni d'acqua salmastra interni alle barene che spesso costituiscono la parte finale dei ghebi.
- Le velme, parte dei bassifondi che possono emergere in occasione delle basse maree.

### **Inquadramento idrografico e idrogeologico**

La costituzione litostratigrafica del sottosuolo della Pianura Veneta determina l'esistenza di differenti situazioni idrogeologiche.

Il materasso ghiaioso grossolano nella zona pedemontana è sede di un acquifero freatico indifferenziato. Il passaggio tra l'*alta* e la *media* pianura avviene in modo graduale attraverso una zona di transizione che coincide arealmente con la fascia di restituzione dei fontanili, o "*zona delle risorgive*", in corrispondenza della quale la falda freatica del sistema indifferenziato affiora spontaneamente nei punti più depressi. La superficie freatica è libera in corrispondenza delle zone più permeabili, nella restante parte del territorio essa presenta una più o meno accentuata pressione, e quindi risalienza, soprattutto dove la litologia di superficie è prevalentemente argillosa.

I due sistemi sono strettamente collegati tra loro e la fascia delle ghiaie dell'alta pianura rappresenta l'area di ricarica dell'intero sistema idrogeologico.

L'idrogeologia del territorio in esame, ricadente essenzialmente nel settore orientale della provincia di Venezia, dove le principali falde acquifere sono contenute in depositi pleistocenici, appartenenti alle vaste conoidi alluvionali prevalentemente del fiume Po, Brenta ed Adige, ed in facies marina.

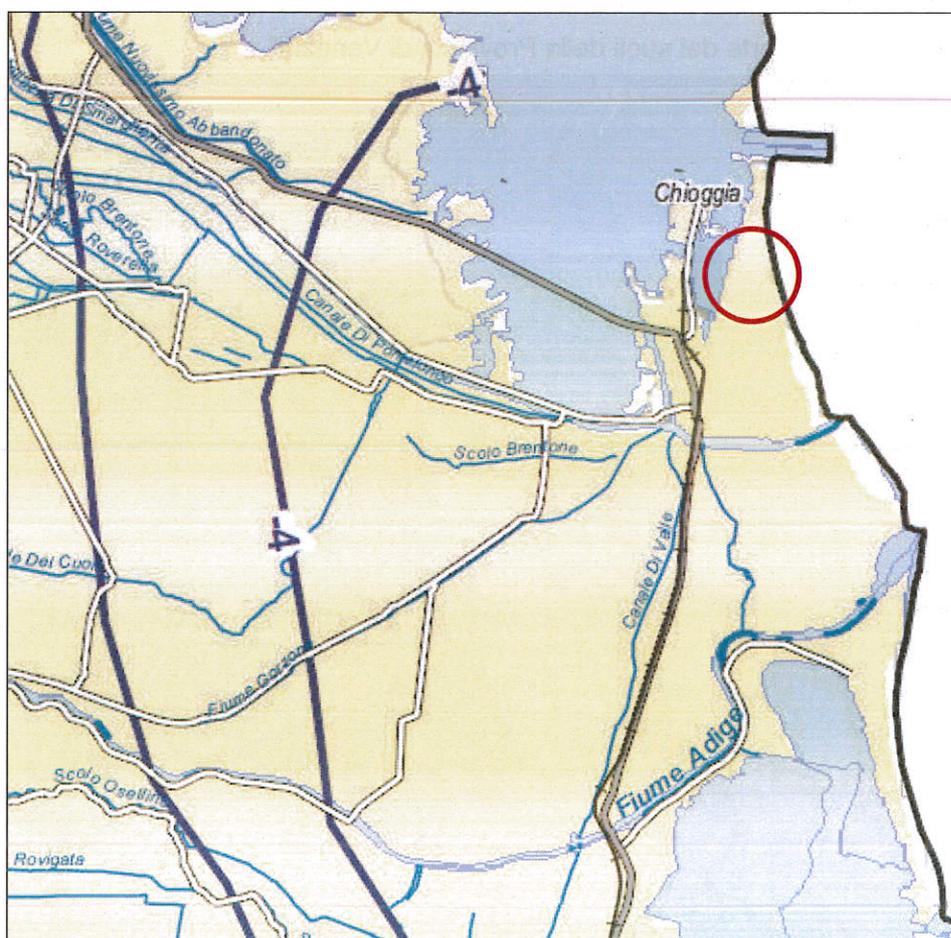
Questi depositi presentano un'alternanza di livelli metrici prevalentemente sabbiosi e limosi, contenenti acquiferi principali di spessore variabile da 20 a 40 m confinati al tetto ed al letto da sedimenti argillosi.

L'assetto idrogeologico si può schematizzare come un sistema multifalde, in cui la falda superficiale è di tipo freatico avente una superficie oscillante tra - 0,50 e - 4 m dal piano campagna locale, mentre nelle zone bonificate è regimata da sistemi ad idrovora, con al di sotto una successione di falde in pressione confinate al tetto ed al letto da sedimenti impermeabili.

Gli orizzonti sabbiosi sono a varia composizione granulometrica e per questo motivo la permeabilità laterale ne è condizionata e di conseguenza anche la produttività. Non sono presenti materiali ghiaiosi neppure in banchi di piccolo spessore, mentre è diffusa la presenza di torba anche in orizzonti ben definiti.

Nello specifico, la falda freatica – semiartesiana, contenuta nei primi 50 m di sottosuolo ed estremamente eterogenea, non è correlabile lateralmente a causa dell'alta variabilità

litologica e dagli sviluppi lentiformi. Al di sotto di questo sono presenti sei acquiferi confinati. Il primo acquifero, rappresenta un orizzonte non ben delineato che si trova tra 50 e 70 m di profondità, poco potente (15 – 20 m) e di spessore costante. Il secondo acquifero presenta profondità comprese tra 70 e 110 m e più a Nord, costituisce probabilmente un'unica falda con il precedente dal quale si differenzia completamente verso Sud – Est, ha in genere una potenza di 25 m e si assottiglia verso Sud. Il terzo acquifero è composto da più livelli produttivi, tra 115 e 150 m di profondità, che sono stati raggruppati in un'unica unità idrogeologica per analogia con la situazione veneziana. In corrispondenza della costa e verso Sud tende ad unirsi con l'acquifero sottostante andando a formare una sola falda di spessore notevole (35 – 45 m). Il quarto acquifero è la falda più importante, è il più produttivo e quindi più sfruttato, è compreso tra 155 e 200 m di profondità. Il quinto acquifero è ben delineato solamente nella parte centro – settentrionale dell'area, tra 215 e 230 m con uno spessore di circa 25 – 30 m. Al di sotto esisterebbe un sesto acquifero che a causa della scarsità di dati disponibili è poco noto.



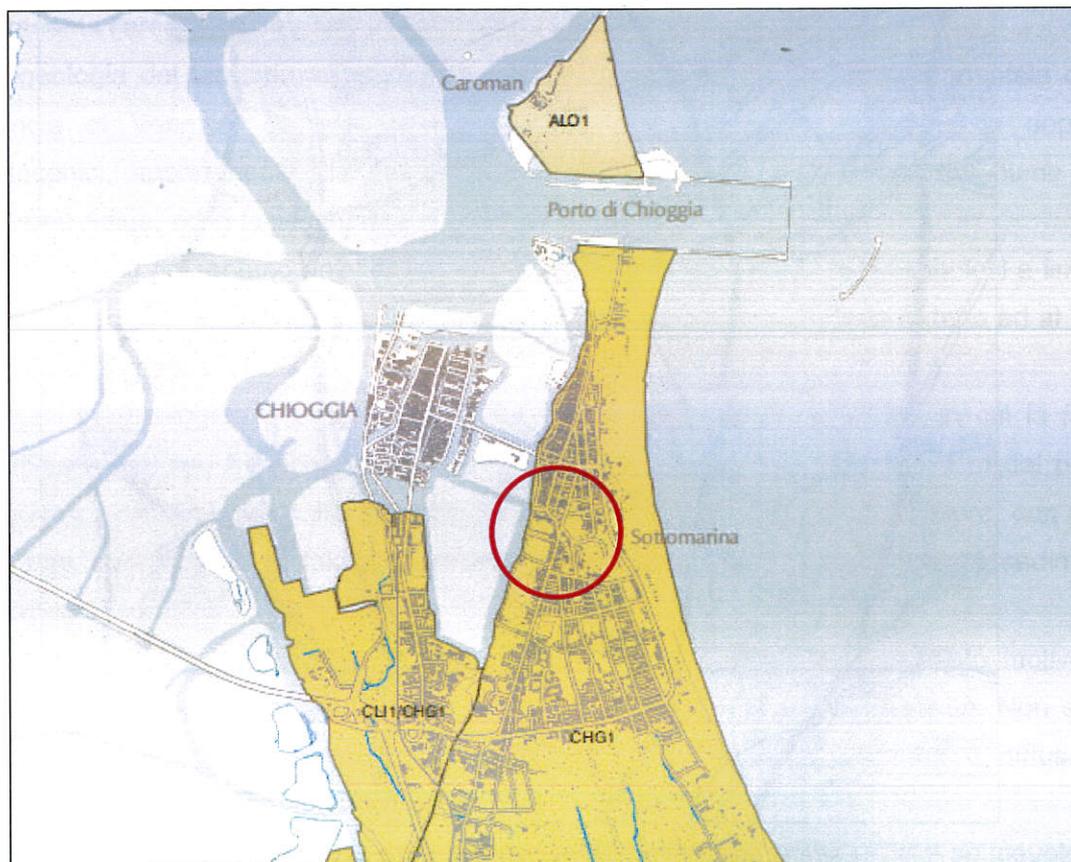
Estratto dalla Carta Idrogeologica della Regione Veneto

L'escavo artificiale di una fitta rete di canali ha permesso il drenaggio artificiale di molte aree umide, perlopiù depressioni comprese tra i principali dossi fluviali. Le bonifiche idrauliche del XX secolo, basate sull'uso di pompe meccaniche, hanno infine consentito di sottoporre a scolo meccanico anche le aree poste in prossimità e sotto il livello medio mare, portando alla quasi totale sparizione delle aree umide della bassa pianura veneta.

Nell'intero territorio perlagunare è particolarmente presente il fenomeno della subsidenza, infatti ad una generale tendenza all'abbassamento dovuta a motivi geologici, si somma la subsidenza indotta dall'estrazione di fluidi dal sottosuolo. Le opere di bonifica hanno spesso accentuato il processo, a causa della costipazione dei sedimenti per ossidazione della materia organica presente nello spessore corrispondente al franco di bonifica.

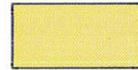
### Inquadramento geolitologico

Al fine di definire con maggior dettaglio le caratteristiche geolitologiche dell'area in esame viene di seguito ripresa alcuna documentazione cartografica estratta da studi che interessano direttamente il territorio provinciale di Venezia, con particolare riferimento allo studio denominato "Carta dei suoli della Provincia di Venezia".



Estratto dalla Carta dei Suoli della Provincia di Venezia

**Legenda:**



**D2.1** - Sistemi di dune, spesso spianate dall'attività antropica, costituiti prevalentemente da sabbie.  
Unità Cartografiche: **CVL1-JES1, CHG1, CU1/CHG1**



**D2.3** - Sistemi di dune rilevate, costituiti da sabbie.  
Unità Cartografiche: **ALO1**

Il suolo dell'area in esame appartiene ad un sistema di dune spianate dall'attività antropica e costituiti prevalentemente da sabbie.

Dall'analisi della carta della "**Permeabilità del suolo**", riportata di seguito, si evince che tutta la fascia costiera del Comune di Chioggia è composta da materiali aventi una permeabilità classificata come alta con coefficiente di permeabilità compreso tra 3,5 e 35 cm/h.

Le aree al contorno invece, come la maggior parte dei terreni della Provincia di Venezia, è costituita in superficie da terreni da moderatamente permeabili a poco permeabili.



Carta dei suoli della provincia di Venezia  
 Tav. 6 - Carta della permeabilità dei suoli

Scala 1:300.000

**LEGENDA**  
 Classi di permeabilità

|   |   |   |                               |
|---|---|---|-------------------------------|
|  | bassa                                       |  | moderatamente alta            |
|  | da bassa a moderatamente bassa              |  | da moderatamente alta ad alta |
|  | moderatamente bassa                         |  | alta                          |
|  | da moderatamente bassa a moderatamente alta |  | da alta a molto alta          |
|   |   |  | molto alta                    |

| Classe                   | Molto bassa | Bassa        | Moderatamente bassa | Mod. alta | Alta   | Molto alta |
|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|-----------|--------|------------|
| Ksat ( $\mu\text{m/s}$ ) | <0,01       | 0,01-0,1     | 0,1-1               | 1-10      | 10-100 | >100       |
| Ksat (cm/h)              | <0,0035     | 0,0035-0,035 | 0,035-0,35          | 0,35-3,5  | 3,5-35 | >35        |

## INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

### Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.)

La prova C.P.T. consiste nell'infiggere nel terreno, ad una velocità costante pari a 2 cm/s, una punta conica standard (Tipo Begeman) **1)** sormontata da un manicotto di attrito laterale **2)**

La spinta necessaria viene trasmessa alla punta da un gruppo a pistoni idraulici che sviluppa una forza massima di 20 t, mediante una batteria di tubi ed aste.

Ogni 20 cm di avanzamento vengono misurati, mediante cella di carico a trasduzione digitale, i seguenti valori:

$R_p$  resistenza di punta espressa in  $\text{Kg/cm}^2$

$R_t$  resistenza totale (resistenza di punta e resistenza laterale) espressa in  $\text{Kg/cm}^2$



2)

1)

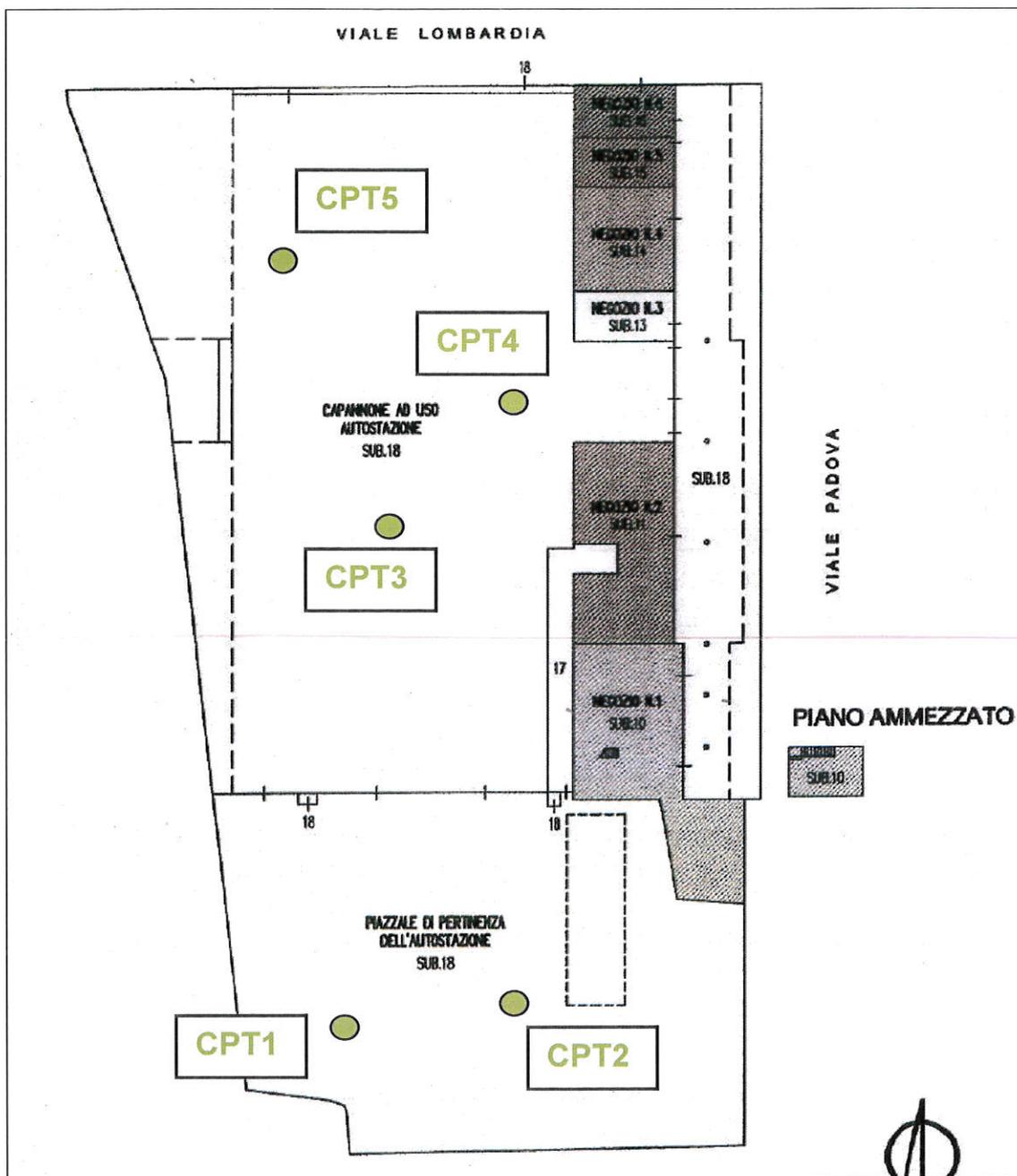
L'elaborazione di questi dati permette di individuare la sequenza stratigrafica dei terreni attraversati e grazie a formule empiriche e correlazioni grafiche (Schmertmann) si possono ottenere con sufficiente attendibilità i parametri geotecnici necessari alla determinazione

oli

a  
alia

| Alta   | Molto alta |
|--------|------------|
| 10-100 | > 100      |
| 3,5-35 | > 35       |

Planimetria stato attuale con ubicazione Indagini



### Ricostruzione Stratigrafica

La tabella che segue riporta l'interpretazione litologica ed i parametri geotecnici stimati dalla prova eseguita. I parametri geotecnici forniti sono da considerarsi come dati medi, stimati sulla base delle elaborazioni eseguite e sulle conoscenze dei terreni dell'area.

Per un maggior dettaglio si rimanda alle elaborazioni fornite in Allegato 1.

#### CPT1

| Profondità da p.c. [m] | Litologia                   | Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI] | Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ] |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| 0,0 – 3,0              | Sabbia sciolta              | 29                                  | -  |
| 3,0 – 7,0              | Sabbia mediamente addensata | 32                                  | -  |
| 7,0 – 15,2             | Sabbia addensata            | 35                                  | -  |
| 15,2 – 17,0            | Argilla limosa              | -                                   | 0,6  |
| 17,0 – 20,0            | Sabbia limosa               | 28                                  | -  |

#### CPT2

| Profondità da p.c. [m] | Litologia        | Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI] | Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ] |
|------------------------|------------------|-------------------------------------|--|
| 0,0 – 3,0              | Sabbia sciolta   | 30                                  | -  |
| 3,0 – 10,6             | Sabbia addensata | 35                                  | -  |
| 10,6 – 11,2            | Sabbia limosa    | 27                                  | -  |

**CPT4**

| Profondità da p.c. [m] | Litologia                      | Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI] | Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ] |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0,0 – 7,2              | Sabbia moderatamente addensata | 32                                  | -  |
| 7,2 – 15,0             | Sabbia addensata               | 34                                  | -  |
| 15,0 – 15,6            | Argilla limosa                 | -                                   | 0,7  |
| 15,6 – 20,0            | Limo sabbioso                  | 25                                  | 0,5  |

**CPT5**

| Profondità da p.c. [m] | Litologia                   | Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI] | Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ] |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| 0,0 – 6,2              | Sabbia mediamente addensata | 32                                  | -  |
| 6,2 – 6,8              | Argilla limosa              | -                                   | 0,7  |
| 6,8 – 16,4             | Sabbia addensata            | 33                                  | -  |
| 16,4 – 20,00           | Argilla limosa              | 26                                  | 0,5  |

**Rilievo Falda da Piezometri**

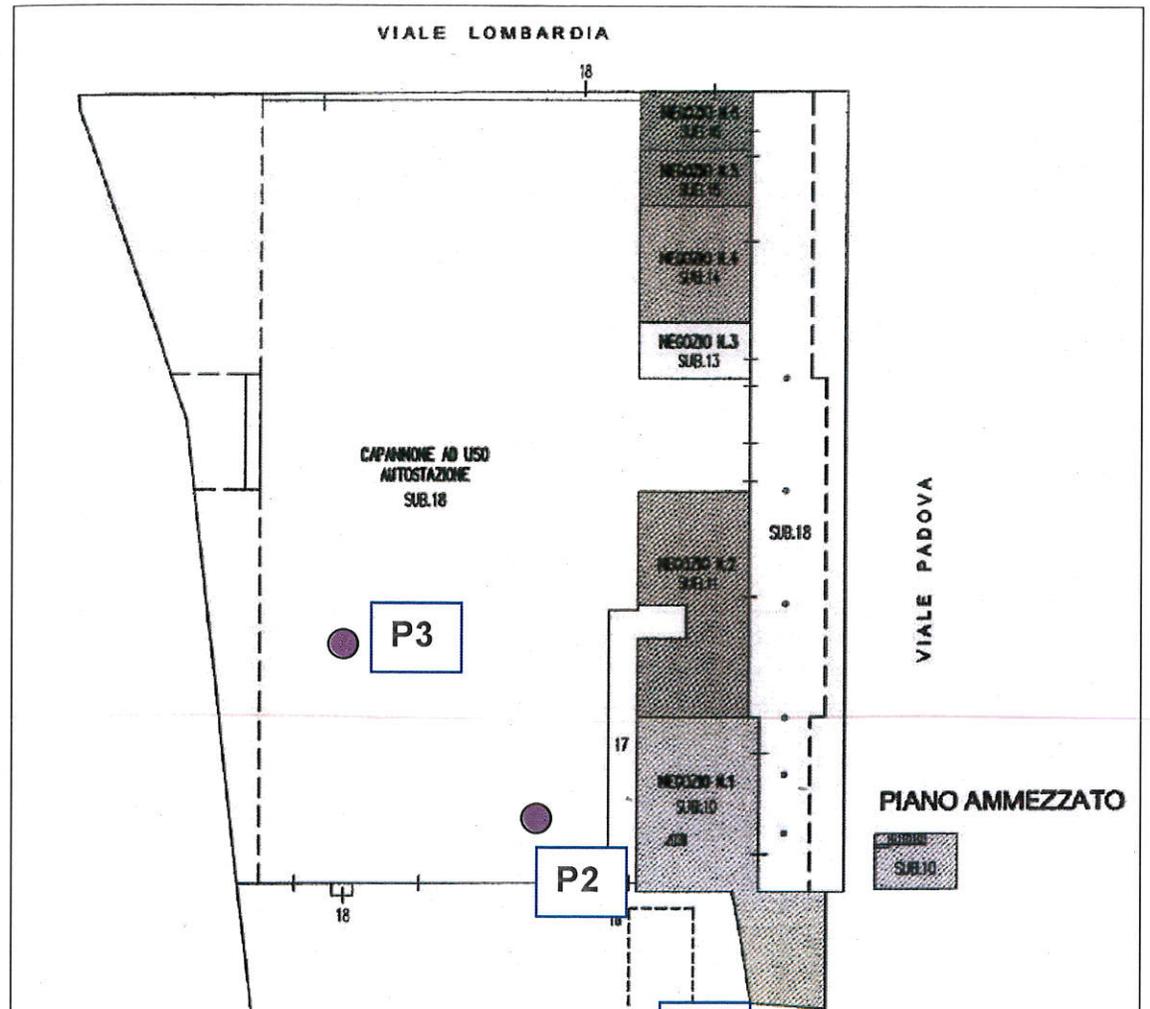
A seguito di un'indagine ambientale eseguita dalla ditta Ecosonda sas, all'interno del sito sono stati installati n. 3 piezometri in PVC da 3" alla profondità di 5 metri, seguenti la denominazione P1, P2, P3, che hanno permesso la misurazione del livello piezometrico della falda freatica. L'ubicazione dei tubi piezometrici viene illustrata nella planimetria seguente. In data 23/01/2014 è stato eseguito un rilievo con sonda freaticometrica che ha restituito i seguenti valori di soggiacenza della falda freatica:

| Piezometro | Profondità Falda da Bocca Pozzo (cm) |
|------------|--------------------------------------|
| P1         | 170                                  |
| P2         | 176                                  |
| P3         | 168                                  |

Per la geometria spaziale dei punti scelti per l'installazione dei piezometri, non è stato possibile delineare l'andamento idrogeologico locale della prima falda.

Planimetria stato attuale con ubicazione Piezometri

|   |
|---|
| Coesione non drenata ( $C_u$ )<br>[kg/cm <sup>2</sup> ] |
| -   |
| -   |
| 0,7   |
| 0,5   |
| Coesione non drenata ( $C_u$ )<br>[kg/cm <sup>2</sup> ] |
| -   |
| 0,7   |
| -   |
| 0,5   |



interno del sito  
 tri, seguenti la  
 zometrico della  
 etria seguente

## CLASSIFICAZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come riportato nel vigente D.M. 14 gennaio 2008), si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In mancanza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Come si apprende dal sopra citato D.M., la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) è fortemente raccomandata, tuttavia la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi nella prova penetrometrica dinamica  $N_{SPT,30}$  nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $C_{u,30}$  nei terreni prevalentemente a grana fine secondo le formule di seguito riportate.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $N_{SPT,30}$  è definita dall'espressione:

$$N_{spt,30} = \frac{\sum_{i=1}^M h_i}{\sum_{i=1}^M \frac{h_i}{N_{spt,i}}}$$

La coesione non drenata equivalente  $c_{u,30}$  è definita dall'espressione:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1}^K h_i}{\sum_{i=1}^K \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

|             |  |
|-------------|--|
| $h_i$       | spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità    |
| $V_{s,i}$   | velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato                                |
| $N_{SPT,i}$ | numero di colpi $N_{SPT}$ nell'i-esimo strato                                    |
| $C_{u,i}$   | resistenza non drenata nell'i-esimo strato                                       |
| $N$         | numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità                           |
| $M$         | numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità |
| $K$         | numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità   |

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fine, con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, non disponendo di misure dirette della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), si può procedere come segue:

- Determinare  $N_{SPT,30}$  limitatamente agli spessori di terreno a grana grossa.
- Determinare  $Cu_{,30}$  limitatamente ai terreni a grana fine.
- Individuare le categorie di sottosuolo corrispondenti singolarmente ai parametri  $N_{SPT,30}$  e  $Cu_{,30}$ .
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate

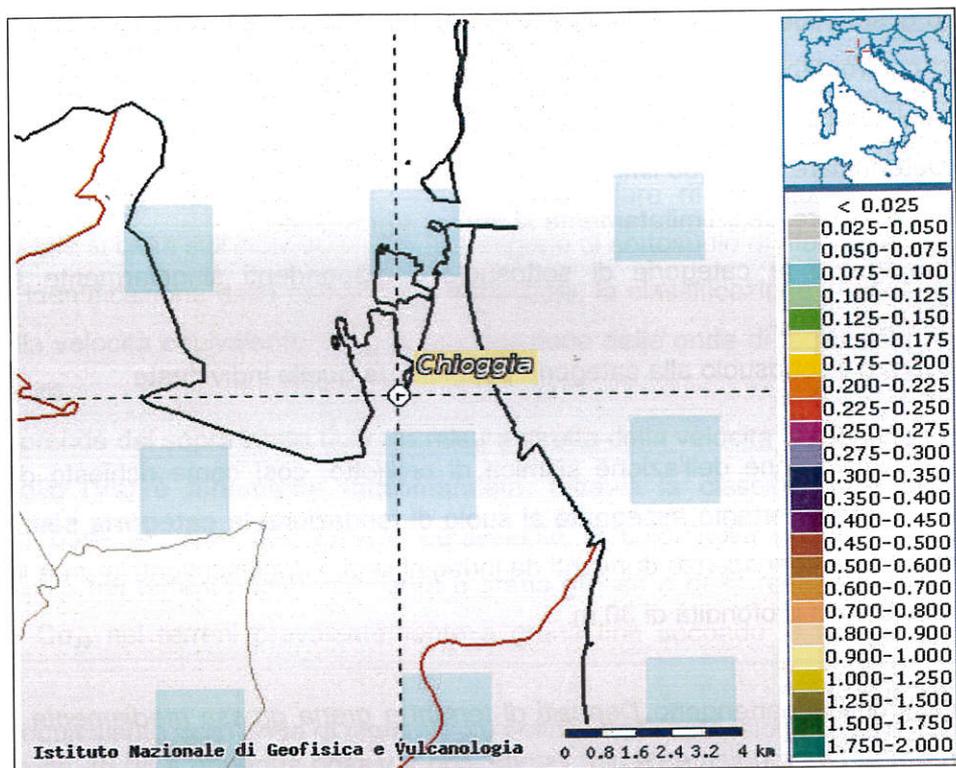
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, così come richiesto dalla recente normativa, è stata pertanto assegnata al suolo di fondazione la **categoria sismica C**, sulla base anche delle conoscenze derivanti da indagini svolte dagli scriventi in aree limitrofe, che hanno raggiunto la profondità di 30 m.

A tale categoria appartengono *Depositi 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  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s a 360 m/s (ovvero  $15 > N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 20 Marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative per le costruzioni in zona sismica", il Comune di Chioggia (VE) ricade in **zona sismica 4**.

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519 l'area in esame è caratterizzata da valori di accelerazione massima al suolo  $a_g$ , (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30} >$  di 800 m/s) compresi fra 0,050 e 0,075 m/s.

La Regione del Veneto, con D.G.R. 71 del 22/01/2008, pur confermando per gli aspetti amministrativi la classificazione dei Comuni del Veneto di cui all'allegato I della D.C.R. 67/03, recepisce quanto stabilito dalla O.P.C.M. 3519/06 riguardo le calcolazioni, riferiti alle Norme Tecniche previgenti all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008.



Estratto mappa sismica (OPCM 3519/2006)

### Azione sismica

Nel D.M. 14/01/2008 l'obiettivo nei riguardi dell'azione sismica è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite nella successiva tabella, nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Il periodo di riferimento  $V_R$  si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  definito, al variare della classe d'uso.

La vita nominale  $V_N$  relativa al presente intervento di progetto è di 50 anni (tipo di costruzione 2 "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale").



La classe d'uso utilizzata è:

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

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U$  pari a 1,5.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento  $V_R$  di 50 anni.

Le forme degli spettri di risposta ai sensi delle NTC 2008 sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nota la vita di riferimento della costruzione  $V_R$  e la probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche. Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Esso è legato a  $P_{VR}$  e  $V_R$  dalla:

$$T_p = \frac{V_R}{\dots}$$

controllo del livello di  
verificarsi nel sito di

diversi stati limite

| $T_R$<br>(anni) | $a_g$<br>(g) | $F_0$<br>(-) | $T_c$<br>(s) |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 30              | 0,024        | 2,507        | 0,200        |
| 50              | 0,029        | 2,499        | 0,223        |
| 72              | 0,033        | 2,512        | 0,265        |
| 101             | 0,036        | 2,537        | 0,288        |
| 140             | 0,040        | 2,575        | 0,310        |
| 201             | 0,044        | 2,590        | 0,331        |
| 475             | 0,056        | 2,726        | 0,362        |
| 975             | 0,067        | 2,794        | 0,386        |
| 2475            | 0,084        | 2,894        | 0,428        |

Valori  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per vari periodi di ritorno  $T_R$

### Scelta della strategia di progettazione

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO).
- Stato Limite di Danno (SLD).

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

| Stati Limite              | PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$ |     | $T_R$<br>(anni) |
|---------------------------|---|-----|-----------------|
|                           |   |     |                 |
| Stati limite di esercizio | SLO   | 81% | 30              |
|                           | SLD   | 63% | 50              |
| Stati limite ultimi       | SLV   | 10% | 475             |
|                           | SLC   | 5%  | 975             |

Probabilità di superamento  $P_{VR}$  e periodo di ritorno  $T_R$

I parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di riferimento corrispondenti agli stati limite considerati sono di seguito riportati in forma tabulare.

| STATO LIMITE | T <sub>R</sub><br>(anni) | a <sub>g</sub><br>(g) | F <sub>0</sub><br>(-) | T <sub>c</sub> *<br>(s) |
|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| SLO          | 45                       | 0,028                 | 2,501                 | 0,219                   |
| SLD          | 75                       | 0,033                 | 2,515                 | 0,268                   |
| SLV          | 712                      | 0,062                 | 2,764                 | 0,375                   |
| SLC          | 1462                     | 0,074                 | 2,837                 | 0,404                   |

Valori a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub>, T<sub>c</sub>\* per i diversi stati limite

La scelta dello stato limite da utilizzare dipenderà dalle verifiche che il progettista intenderà eseguire.

### CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI

In relazione al progetto di ampliamento in esame, di seguito si propone il calcolo della capacità portante con il metodo della pressione ammissibile e la verifica allo stato limite ultimo (SLU) di tipo geotecnico (GEO).

Si utilizza la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = C_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

dove:

C<sub>u</sub>: coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>);

γ<sub>1</sub>: peso di volume del terreno sopra il piano di fondazione (Kg/cm<sup>3</sup>);

γ<sub>2</sub>: peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione (Kg/cm<sup>3</sup>);

D: profondità minima di posa della fondazione (m);

N, N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>: fattori di capacità portante adimensionali;

si, sono individuati  
endo gli elementi

si per individuare  
o riportate nella

**Pressione ammissibile**

Nel caso di fondazione a platea superficiale avente dimensioni di 30x20 m e posta a -3,80 m dal p.c. locale, si considera che la rottura avvenga in corrispondenza dei terreni sabbiosi posti al piede della fondazione, ai quali viene attribuito un valore di angolo d'attrito pari a 32°. La pressione ammissibile risulta pari a:

$$q_a = 3,12^* \text{ kg/cm}^2 \text{ (306,17}^* \text{ kN/m}^2\text{)}$$

\* in questo caso il calcolo è stato condotto applicando le correzioni proposte da Terzaghi per la coesione e l'angolo d'attrito del terreno, poiché in prima battuta è risultata una portanza ammissibile di molto superiore di 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

**Stati Limite Ultimi**

Di seguito si riporta il risultato del calcolo anche nel caso di verifica allo stato limite ultimo SLU di tipo geotecnico (GEO) nel caso di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Le verifiche allo SLU devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali proposti nel D.M. 14/01/2008 riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

**Approccio 1:**

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

**Approccio 2:**

- Combinazione: (A1+M1+R3)

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO                                    | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$ | (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                       | $c_{uk}$  | $\gamma_{cu}$                    | 1,0  | 1,4  |
| Peso dell'unità di volume                    | $\gamma$  | $\gamma_\gamma$                  | 1,0  | 1,0  |

**Tabella 6.4.I** - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

| VERIFICA          | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1,0$           | $\gamma_R = 1,8$           | $\gamma_R = 2,3$           |
| Scorrimento       | $\gamma_R = 1,0$           | $\gamma_R = 1,1$           | $\gamma_R = 1,1$           |

In particolare, nel presente elaborato, si è considerato l'approccio 2 (A1+M1+R3):

|        | Rd<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Rd<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------|----------------------------|
| Platea | 4,07*                       | 399,36*                    |

\* in questo caso il calcolo è stato condotto applicando le correzioni proposte da Terzaghi per la coesione e l'angolo d'attrito del terreno, poichè in prima battuta è risultata una portanza ammissibile di molto superiore di 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Di seguito viene proposto il valore di capacità portante, determinato tenendo conto dell'azione sismica ed in particolare si considera lo Stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV.

Gli effetti del sisma di progetto vengono introdotti nel calcolo della Q<sub>lim</sub> mediante l'introduzione dei fattori correttivi "z" determinati con le seguenti formule proposte dagli autori Paolucci e Pecker:

$$z_q = \left( 1 - \frac{k_h}{\text{tg}\phi} \right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

dove

Kh : coefficiente sismico orizzontale;

φ : angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Si evidenzia come essi entrino in gioco solamente nel caso di terreni di fondazione prevalentemente incoerenti e quindi nel caso di verifiche condotte in condizioni drenate. I report dettagliati di tutte le verifiche condotte sono riportati in Allegato 2.

|               | $R_{d_{sisma}}$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $R_{d_{sisma}}$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|---|
| <b>Platea</b> | 3,68*                                    | 361,56*                                 |

\* in questo caso il calcolo è stato condotto applicando le correzioni proposte da Terzaghi per la coesione e l'angolo d'attrito del terreno, poichè in prima battuta è risultata una portanza ammissibile di molto superiore di 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Le opere previste devono essere verificate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale, ovvero sia in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, che in relazione alle prestazioni attese. Le opportune e necessarie verifiche dovranno pertanto essere eseguite, in sede di progettazione geotecnica, sulla base di dati dettagliati e specifici, relativi alle azioni di progetto ed ai requisiti prestazionali.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione.

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

### **Cedimenti**

Il calcolo dei cedimenti per i terreni coesivi con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- a) il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- b) la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

oste da Terzaghi per la  
portanza ammissibile di

limite che si possono  
erse combinazioni delle  
arie verifiche dovranno  
base di dati dettagliati e

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ( $OCR > 1$ ), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  ( $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v < \sigma'_p$ ).

Se invece il terreno è normalconsolidato ( $\sigma'_{v0} = \sigma'_p$ ) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

*RR* Rapporto di ricomprensione;

*CR* Rapporto di compressione;

$H_0$  spessore iniziale dello strato;

$\sigma'_{v0}$  tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico.

$\Delta\sigma_v$  incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri *RR* e *CR* si fa riferimento al modulo edometrico *M*.

Il sottosuolo viene suddiviso in strati omogenei di spessore  $H_i$ , in corrispondenza della profondità media di ogni strato viene calcolato l'incremento di pressione effettiva  $\Delta P$  provocato dal carico della fondazione, con il metodo di Boussinesq.

Il cedimento di ogni singolo strato viene quindi calcolato attraverso la:

$$\Delta S_i = (H_i \times \Delta P_i) / E_{di}$$

$I_z$  è un fattore di deformazione il cui valore è nullo a profondità di  $2B$ , per fondazione circolare o quadrata, e a profondità  $4B$ , per fondazione nastriforme.

Il valore massimo di  $I_z$  si verifica a una profondità rispettivamente pari a:

$B/2$  per fondazione circolare o quadrata

$B$  per fondazioni nastriformi

e vale

$$I_{z \max} = 0.5 + 0.1 \cdot \left( \frac{\Delta q}{\sigma'_{vi}} \right)^{0.5}$$

dove  $\sigma'_{vi}$  rappresenta la tensione verticale efficace a profondità  $B/2$  per fondazioni quadrate o circolari, e a profondità  $B$  per fondazioni nastriformi.

$E_i$  rappresenta il modulo di deformabilità del terreno in corrispondenza dello strato  $i$ -esimo considerato nel calcolo;

$\Delta z_i$  rappresenta lo spessore dello strato  $i$ -esimo;

$C_1$  e  $C_2$  sono due coefficienti correttivi.

Il modulo  $E$  viene assunto pari a  $2.5 q_c$  per fondazioni circolari o quadrate e a  $3.5 q_c$  per fondazioni nastriformi. Nei casi intermedi, si interpola in funzione del valore di  $L/B$ .

Il termine  $q_c$  che interviene nella determinazione di  $E$  rappresenta la resistenza alla punta fornita dalla prova CPT.

Le espressioni dei due coefficienti  $C_1$  e  $C_2$  sono:

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\Delta q} > 0.5$$

che tiene conto della profondità del piano di posa.

$$C_2 = 1 + 0.2 \cdot \log \frac{t}{0.1}$$

che tiene conto delle deformazioni differite nel tempo per effetto secondario.

Nell'espressione  $t$  rappresenta il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcola il cedimento.

I cedimenti calcolati vengono riassunti nella tabella seguente nella quale viene evidenziato, per ciascuna ipotesi verificata, anche il valore del carico d'esercizio considerato.

|        | Carico d'esercizio considerato<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Cedimenti<br>(mm) |
|--------|--|-------------------|
| Platea | 80   | 39                |

In Allegato 2 vengono riportati i report delle verifiche geotecniche eseguite.

### VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

In base alle direttive precedentemente citate deve essere verificata, per i terreni di fondazione nell'area in esame, la suscettibilità alla liquefazione.

Questo fenomeno comporta una diminuzione di resistenza al taglio, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da

2B, per fondazione

2 per fondazioni

za dello strato i-

te e a 3.5 q<sub>c</sub> per

re di L/B.

stenza alla punta

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata R, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

| Magnitudo | Seed H. B. & Idriss I. M.<br>(1982) | Ambraseys N. N.<br>(1988) | NCEER (Seed R. B. et al.)<br>(1997; 2003) |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------|---|
| 5.5       | 1.43                                | 2.86                      | 2,21                                      |
| 6.0       | 1.32                                | 2.20                      | 1,77                                      |
| 6.5       | 1.19                                | 1.69                      | 1,44                                      |
| 7.0       | 1.08                                | 1.30                      | 1,19                                      |
| 7.5       | 1.00                                | 1.00                      | 1,00                                      |
| 8.0       | 0.94                                | 0.67                      | 0,84                                      |
| 8.5       | 0.89                                | 0.44                      | 0,73                                      |

Tabella 1 Magnitudo Scaling Factor

Il metodo di calcolo del potenziale di liquefazione adottato è quello di Robertson e Wride, che utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo  $I_C$  che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(1a) I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(1b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$(1c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove :

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$Pa$  è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di  $I_C$  con la (1a). Se  $I_C > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile. Se  $I_C \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi assunta è errata e  $I_C$  deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

modo con cui viene  
 utilizzato è il numero  
 scenze, si preferisce  
 prove di misurazione

media importanza.

|                                    |
|------------------------------------|
| Seed R. B. et al.)<br>(1977; 2003) |
| 2,21                               |
| 1,77                               |
| 1,44                               |
| 1,19                               |
| 1,00                               |
| 0,84                               |
| 0,73                               |

ertson e Wride, che  
 mediante l'utilizzo

$$(2) Q = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume  $n = 0,5$ .

Se è ancora  $I_C \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare. Se invece  $I_C > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $I_C$  deve essere nuovamente ricalcolato con la (1a) ponendo  $n = 0,75$ .

Un deposito che possiede  $F_s \geq 1,25$  ha un rischio di liquefazione assente, se  $F_s$  è compreso tra 1,0 e 1,25 la liquefazione è possibile mentre per  $F_s < 1$  la liquefazione è molto probabile.

Nel caso in esame, considerando un'accelerazione sismica massima pari a 0,093 g l'elaborazione effettuata sugli strati incoerenti ha dimostrato che non sono a rischio di liquefazione.

In Allegato 3 viene riportato il grafico del rischio liquefazione dei terreni e la relativa tabella.

## CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI

### Considerazioni ai fini geotecnici

Dalle indagini eseguite emerge che la situazione stratigrafica dei terreni in esame è abbastanza omogenea all'interno del lotto di intervento; i terreni che prevalgono sono di tipo sabbioso qualora intervallati a banchi argillo - limosi con spessore massimo di un paio di metri.

Ai fini della sicurezza inoltre si dovrà evitare di porre dei carichi vicini al bordo superiore delle pareti di scavo e le eventuali venute d'acqua dovranno essere allontanate dai fronti di scavo.

Considerazioni sulla falda

L'interferenza tra strutture di progetto e circolazione idrica sotterranea è legata al battente idraulico che si genera tra il livello piezometrico della falda freatica e la quota di posa delle strutture di fondazione interrata.

Le misure del livello della falda, eseguite nei piezometri realizzati a seguito dell'indagine ambientale, hanno messo in evidenza una soggiacenza compresa tra -1,68 e -1,76 m da p.c. locale, pertanto le operazioni di escavazione previste intercetteranno l'acqua nel terreno. Prima dell'inizio lavori, si dovrà eseguire un controllo del livello effettivo della falda tramite i piezometri e per mezzo di uno scavo preliminare.

Si dovrà predisporre un impianto per il drenaggio della falda al fine di garantire l'assenza di acqua durante tutta la fase degli scavi. L'impianto dovrà essere mantenuto in funzione fino al raggiungimento di un carico delle strutture sufficiente a vincere la sottospinta idraulica.

La profondità della falda prima e durante i lavori dovrà essere monitorata mediante misura all'interno di un piezometro appositamente installato in sito; l'intera fase di drenaggio e scavo dovrà essere costantemente monitorata in quanto il pompaggio dell'acqua di falda potrebbe indurre cedimenti nei terreni limitrofi.

*Sarà cura del Progettista produrre idoneo documento di progetto che consideri e verifichi tutte le fasi di lavoro, compreso la tipologia ed il dimensionamento delle opere di sostegno, tenuto conto anche della vicinanza di altri fabbricati e della strada.*

...do superiore delle  
... dai fronti di scavo.

...legata al battente  
... quota di posa delle

...quito dell'indagine  
... e -1,76 m da p.c.  
... aqua nel terreno.  
... la falda tramite i

...ntire l'assenza di  
... funzione fino al  
... idraulica.

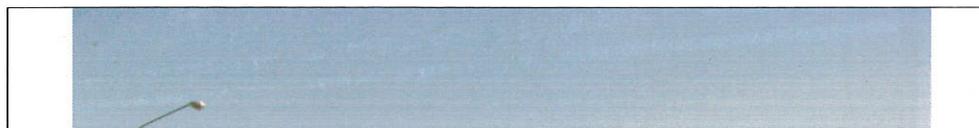
... mediante misura  
... enaggio e scavo  
... falda potrebbe

...teri e verificati  
... di sostegno,

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: Prova penetrometrica statica CPT1

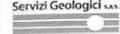




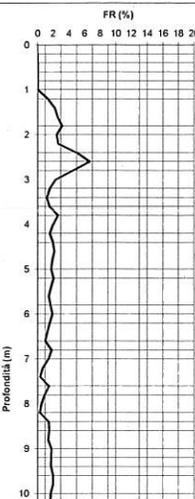
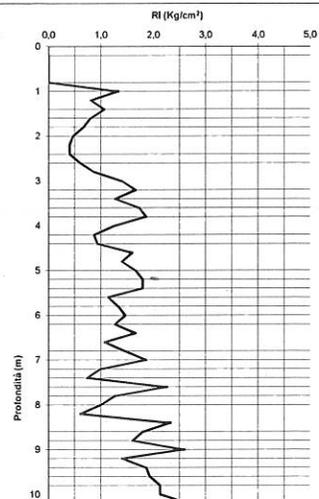
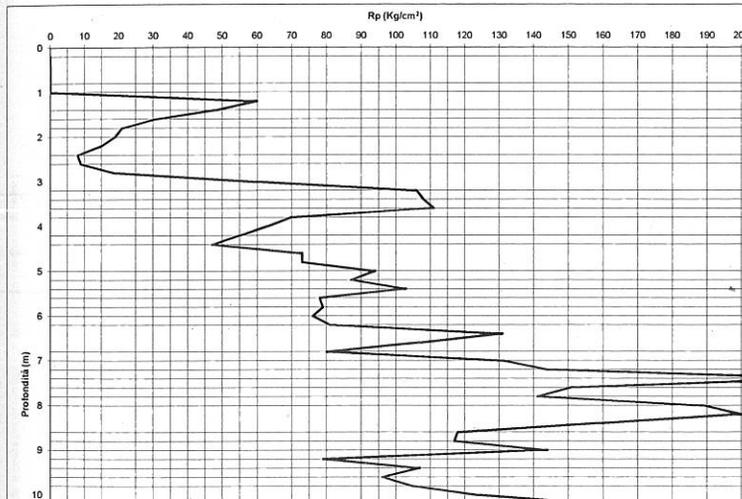


# *Allegato 1*

*Prove penetrometriche statiche*

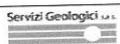
|   |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
|  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>       | Certificato n°: <b>0033/14</b>    |
|   |   | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| <b>COMMITTENTE: Panveneta S.r.l.</b>  |   | Prova n° <b>CPT1</b>              |
| CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>   | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>                           |                                   |
| LOCALITA': <b>Viale Padova Sottomarina (VE)</b>                                   | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |                                   |
| RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b>                           | DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b> |                                   |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>                                 | DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b>                          | DATA FINE: <b>22/01/2014</b>      |

|  |                    |                             |
|--|--------------------|-----------------------------|
|  |                    | Pagina: <b>1</b>            |
|  |                    | Tot. Pagine: <b>2</b>       |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b> |                    |                             |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                 | Lat. <b>-</b>      | N <b>-</b> Long. <b>-</b> E |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA               | Preforo <b>-</b> m | Prof. Finale <b>20,0</b>    |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b> |                    |                             |
| ANOMALIE RISCOTRATE ED EVENTUALI NOTE: |                    |                             |

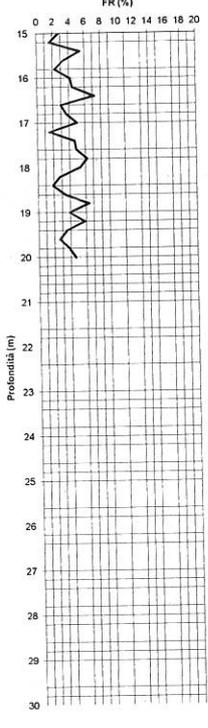
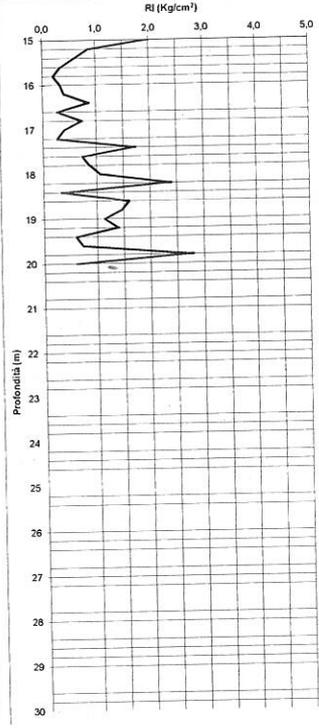
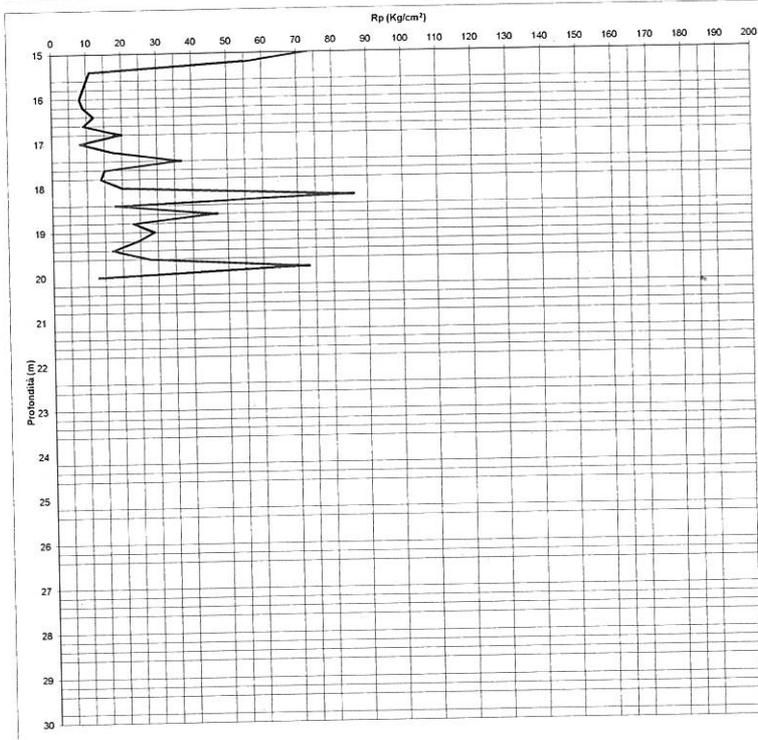


RI. MSJ T.S.1 - rev. 2 del 15/12/2010

so di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620053 - info@servizi-geologici.it

|   |   |                             |                                   |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------------|
|    | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b> |                             | Certificato n°: <b>0033/14</b>    |
|   |   |                             | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b><br>CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b><br>LOCALITÀ: <b>Viale Padova Sottomarina (VE)</b><br>RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i> DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i><br>ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b> DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b> DATA FINE: <b>22/01/2014</b> |   |                             | Prova n°<br><b>CPT1</b>           |
|   |   | QUOTA P.C.: - m s.l.m.      |                                   |
|   |   | QUOTA FALDA: 0,00 m da p.c. |                                   |

|   |  |  |  |                       |
|---|--|--|--|-----------------------|
|   |  |  |  | Pagina: <b>2</b>      |
|   |  |  |  | Tot. Pagine: <b>2</b> |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -<br>COORDINATE GEOGRAFICHE    Lat. -    N    Long. -    E<br>INFORMAZIONI SULLA PROVA    Preforo -    m    Prof. Finale    20,0<br>OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b><br>ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE: |  |  |  |                       |



R.I. MD 7.51 - rev. 0 del 14/12/2013  
 Servizi Geologici s.p.a. - Via Busiappo, 10952, Marsanico di Campo San Marino (PD) - Tel. 049 9520033 - info@servizi-geologici.it

### PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Panveneta S.r.l. Prova n.º: CPT1  
 Cantiere: Ex Officina Autobus ACTV Certificato N.º: 0033/14  
 Località: Viale Padova Sottomarina (VE)  
 Data: 22/01/2014 Operatore: Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm²; At= 20 cm²; Am= 150 cm²;  
 Velocità di avanzamento= 2 cm/s

### LETTURE STRUMENTALI

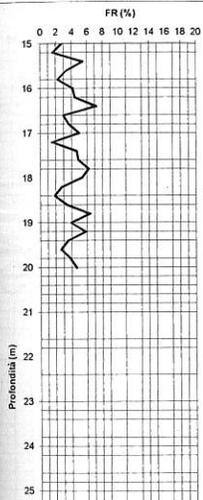
| Prof. (m) | Rp (kg/cm²) | R <sub>tot</sub> (kg/cm²) | RI (kg/cm²) | Rp/RI | FR (%) |
|-----------|-------------|---------------------------|-------------|-------|--------|
| 0,2       | -           | -                         | -           | -     | -      |
| 0,4       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00  | 0,00   |
| 0,6       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00  | 0,00   |
| 0,8       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00  | 0,00   |
| 1         | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 1,33  | 0,00   |
| 1,2       | 60,00       | 80,00                     | 60,00       | 0,80  | 75,00  |
| 1,4       | 48,00       | 60,00                     | 48,00       | 1,07  | 45,00  |
| 1,6       | 31,00       | 47,00                     | 31,00       | 0,80  | 38,75  |
| 1,8       | 21,00       | 33,00                     | 21,00       | 0,67  | 31,50  |
| 2         | 19,00       | 29,00                     | 19,00       | 0,47  | 40,71  |
| 2,2       | 15,00       | 22,00                     | 15,00       | 0,40  | 37,50  |
| 2,4       | 8,00        | 14,00                     | 8,00        | 0,40  | 20,00  |
| 2,6       | 9,00        | 15,00                     | 9,00        | 0,60  | 15,00  |
| 2,8       | 19,00       | 28,00                     | 19,00       | 0,87  | 21,92  |
| 3         | 60,00       | 73,00                     | 60,00       | 1,40  | 42,86  |
| 3,2       | 106,00      | 127,00                    | 106,00      | 1,67  | 63,60  |
| 3,4       | 108,00      | 133,00                    | 108,00      | 1,27  | 85,26  |
| 3,6       | 111,00      | 130,00                    | 111,00      | 1,73  | 64,04  |
| 3,8       | 70,00       | 96,00                     | 70,00       | 1,87  | 37,50  |
| 4         | 63,00       | 91,00                     | 63,00       | 1,27  | 49,74  |
| 4,2       | 55,00       | 74,00                     | 55,00       | 0,87  | 63,46  |
| 4,4       | 47,00       | 60,00                     | 47,00       | 0,93  | 50,36  |
| 4,6       | 73,00       | 87,00                     | 73,00       | 1,60  | 45,63  |
| 4,8       | 73,00       | 97,00                     | 73,00       | 1,40  | 52,14  |
| 5         | 94,00       | 115,00                    | 94,00       | 1,67  | 56,40  |
| 5,2       | 87,00       | 112,00                    | 87,00       | 1,80  | 48,33  |
| 5,4       | 103,00      | 130,00                    | 103,00      | 1,80  | 57,22  |
| 5,6       | 78,00       | 105,00                    | 78,00       | 1,13  | 68,82  |
| 5,8       | 78,00       | 105,00                    | 78,00       | 1,13  | 68,82  |
| 6         | 78,00       | 105,00                    | 78,00       | 1,13  | 68,82  |

Pagina: 2  
Tot. Pagine: 2

N Long. E  
m Prof. Finale 20,0

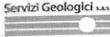
RM-MQ-7.5.1 - rev.0 del 15/02/2010

ge di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizigeologici.it



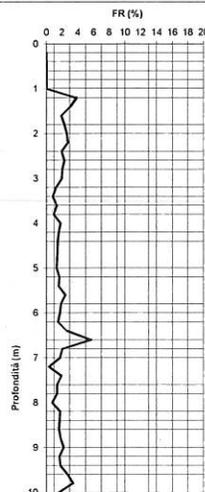
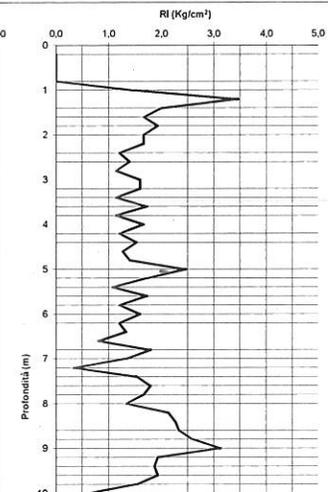
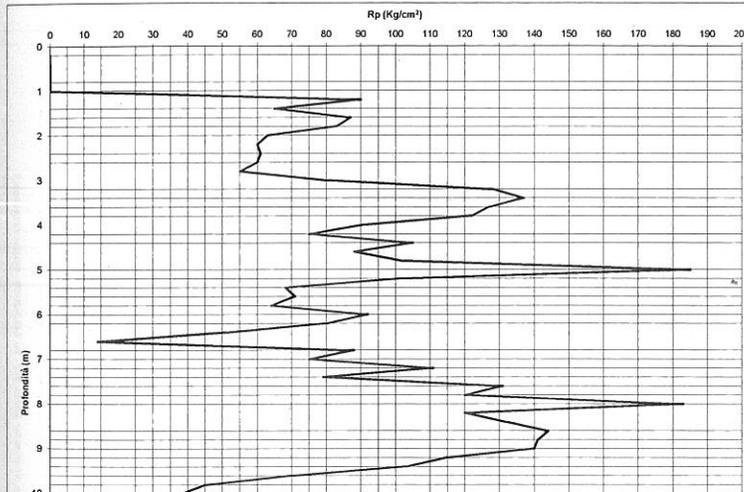
| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 11        | 147,00                   | 188,00                                 | 147,00                   | 0,73                     | 200,45 | 0,50   |
| 11,2      | 97,00                    | 108,00                                 | 97,00                    | 1,93                     | 50,17  | 1,99   |
| 11,4      | 73,00                    | 102,00                                 | 73,00                    | 0,87                     | 84,23  | 1,19   |
| 11,6      | 108,00                   | 121,00                                 | 108,00                   | 1,73                     | 62,31  | 1,60   |
| 11,8      | 108,00                   | 134,00                                 | 108,00                   | 2,13                     | 50,63  | 1,98   |
| 12        | 91,00                    | 123,00                                 | 91,00                    | 2,67                     | 34,13  | 2,93   |
| 12,2      | 91,00                    | 131,00                                 | 91,00                    | 1,87                     | 48,75  | 2,05   |
| 12,4      | 119,00                   | 147,00                                 | 119,00                   | 1,80                     | 66,11  | 1,51   |
| 12,6      | 108,00                   | 135,00                                 | 108,00                   | 2,00                     | 54,00  | 1,85   |
| 12,8      | 100,00                   | 130,00                                 | 100,00                   | 2,53                     | 39,47  | 2,53   |
| 13        | 106,00                   | 144,00                                 | 106,00                   | 2,13                     | 49,69  | 2,01   |
| 13,2      | 80,00                    | 112,00                                 | 80,00                    | 1,87                     | 42,86  | 2,33   |
| 13,4      | 100,00                   | 128,00                                 | 100,00                   | 2,13                     | 46,88  | 2,13   |
| 13,6      | 100,00                   | 132,00                                 | 100,00                   | 2,40                     | 41,67  | 2,40   |
| 13,8      | 92,00                    | 128,00                                 | 92,00                    | 2,00                     | 46,00  | 2,17   |
| 14        | 95,00                    | 125,00                                 | 95,00                    | 1,87                     | 50,89  | 1,96   |
| 14,2      | 90,00                    | 118,00                                 | 90,00                    | 1,67                     | 54,00  | 1,85   |
| 14,4      | 88,00                    | 113,00                                 | 88,00                    | 1,40                     | 62,86  | 1,59   |
| 14,6      | 107,00                   | 128,00                                 | 107,00                   | 1,80                     | 59,44  | 1,68   |
| 14,8      | 85,00                    | 112,00                                 | 85,00                    | 1,27                     | 67,11  | 1,49   |
| 15        | 73,00                    | 92,00                                  | 73,00                    | 2,00                     | 36,50  | 2,74   |
| 15,2      | 55,00                    | 85,00                                  | 55,00                    | 0,87                     | 63,46  | 1,58   |
| 15,4      | 11,00                    | 24,00                                  | 11,00                    | 0,60                     | 18,33  | 5,45   |
| 15,6      | 10,00                    | 19,00                                  | 10,00                    | 0,33                     | 30,00  | 3,33   |
| 15,8      | 9,00                     | 14,00                                  | 9,00                     | 0,20                     | 45,00  | 2,22   |
| 16        | 8,00                     | 11,00                                  | 8,00                     | 0,33                     | 24,00  | 4,17   |
| 16,2      | 9,00                     | 14,00                                  | 9,00                     | 0,40                     | 22,50  | 4,44   |
| 16,4      | 12,00                    | 18,00                                  | 12,00                    | 0,87                     | 13,85  | 7,22   |
| 16,6      | 9,00                     | 22,00                                  | 9,00                     | 0,27                     | 33,75  | 2,96   |
| 16,8      | 20,00                    | 24,00                                  | 20,00                    | 0,73                     | 27,27  | 3,67   |
| 17        | 8,00                     | 19,00                                  | 8,00                     | 0,40                     | 20,00  | 5,00   |
| 17,2      | 18,00                    | 24,00                                  | 18,00                    | 0,27                     | 67,50  | 1,48   |
| 17,4      | 37,00                    | 41,00                                  | 37,00                    | 1,73                     | 21,35  | 4,68   |
| 17,6      | 15,00                    | 41,00                                  | 15,00                    | 0,73                     | 20,45  | 4,89   |
| 17,8      | 14,00                    | 25,00                                  | 14,00                    | 0,87                     | 16,15  | 6,19   |
| 18        | 20,00                    | 33,00                                  | 20,00                    | 1,07                     | 18,75  | 5,33   |
| 18,2      | 86,00                    | 102,00                                 | 86,00                    | 2,40                     | 35,83  | 2,79   |
| 18,4      | 18,00                    | 54,00                                  | 18,00                    | 0,33                     | 54,00  | 1,85   |
| 18,6      | 47,00                    | 52,00                                  | 47,00                    | 1,60                     | 29,38  | 3,40   |
| 18,8      | 23,00                    | 47,00                                  | 23,00                    | 1,47                     | 15,68  | 6,38   |
| 19        | 29,00                    | 51,00                                  | 29,00                    | 1,13                     | 25,59  | 3,91   |
| 19,2      | 24,00                    | 41,00                                  | 24,00                    | 1,40                     | 17,14  | 5,83   |
| 19,4      | 17,00                    | 38,00                                  | 17,00                    | 0,60                     | 28,33  | 3,53   |
| 19,6      | 28,00                    | 37,00                                  | 28,00                    | 0,73                     | 38,18  | 2,62   |
| 19,8      | 73,00                    | 84,00                                  | 73,00                    | 2,80                     | 26,07  | 3,84   |
| 20        | 13,00                    | 55,00                                  | 13,00                    | 0,60                     | 21,67  | 4,62   |

| RI | FR (%) |
|----|--------|
| 45 | 0,50   |
| 7  | 1,99   |
| 3  | 1,19   |
| 1  | 1,60   |
| 3  | 1,98   |
| 3  | 2,93   |
| 5  | 2,05   |
| 1  | 1,51   |
| 0  | 1,85   |
| 7  | 2,53   |
| 9  | 2,01   |
| 6  | 2,33   |
| 8  | 2,13   |
| 7  | 2,40   |
| 0  | 2,17   |
| 9  | 1,96   |
| 0  | 1,85   |
| 6  | 1,59   |
| 4  | 1,68   |
| 1  | 1,49   |
| 0  | 2,74   |
| 6  | 1,58   |
| 3  | 5,45   |
| 0  | 3,33   |
| 0  | 2,22   |
| 0  | 4,17   |
| 0  | 4,44   |
| 5  | 7,22   |
| 5  | 2,96   |
| 7  | 3,67   |
| 0  | 5,00   |
| 0  | 1,48   |
| 5  | 4,68   |
| 5  | 4,89   |
| 5  | 6,19   |
| 5  | 5,33   |
| 3  | 2,79   |
| 0  | 1,85   |
| 8  | 3,40   |
| 8  | 6,38   |
| 9  | 3,91   |
| 4  | 5,83   |
| 3  | 3,53   |
| 8  | 2,62   |
| 7  | 3,84   |

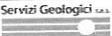
|  |   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|
|   | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>   | Certificato n°: <b>0034/14</b>    |
|  |   | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b><br>CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b><br>LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b><br>RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i><br>ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b> | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b><br>QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b><br>DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i><br>DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b> DATA FINE: <b>22/01/2014</b> | Prova n°<br><b>CPT2</b>           |

|   |   |
|---|---|
| Pagina: <b>1</b>                        |   |
| Tot. Pagine: <b>2</b>                   |   |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |   |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                  | Lat. <b>-</b> N Long. <b>-</b> E            |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA                | Preforo <b>-</b> m Prof. Finale <b>20,0</b> |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |   |
| ANOMALIE RISCOstrate ED EVENTUALI NOTE: |   |

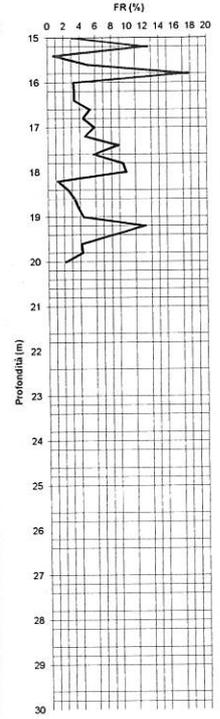
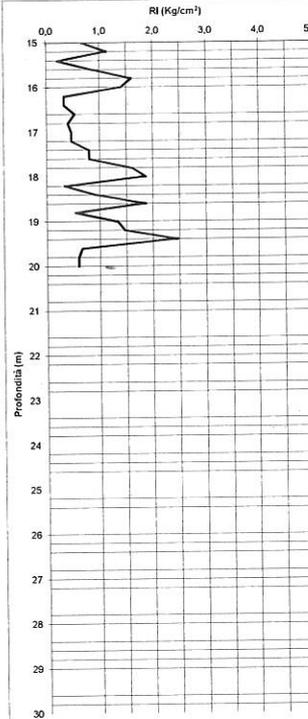
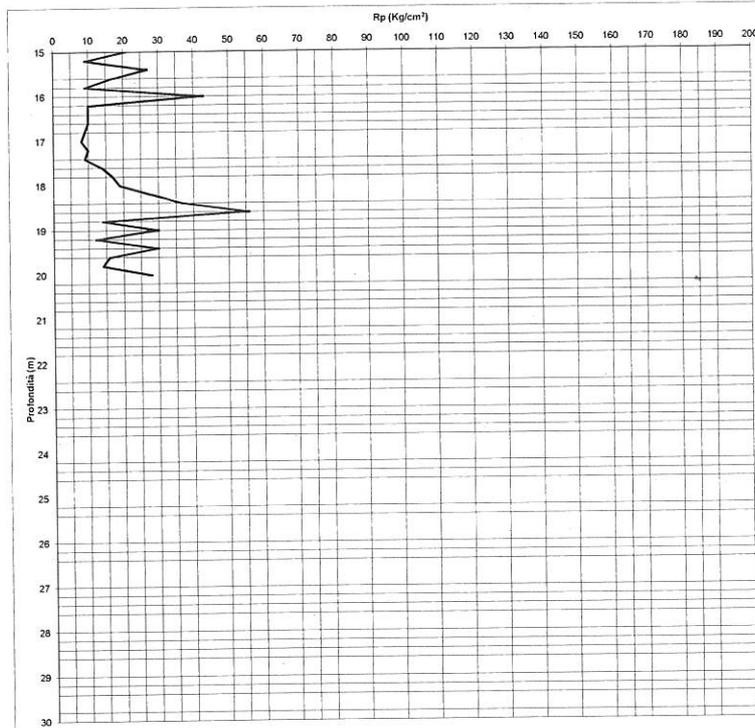
Ril. MQ 1.5. - Ver.9 del 15/12/2010



di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizigeologici.it

|   |  |   |
|---|--|---|
|    | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>  | Certificato n°: <b>0034/14</b>                              |
|   |  | Data emissione: <b>13/02/2014</b>                           |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b><br>CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b><br>LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b><br>RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b> | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b><br>QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b><br>DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b> | Prova n°<br><b>CPT2</b>                                     |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>   |  | DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b> DATA FINE: <b>22/01/2014</b> |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Pagina: <b>2</b>                        |                         |
| Tot. Pagine: <b>2</b>                   |                         |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |                         |
| COORDINATE GEOGRAFICHE <b>Lat.</b>      | <b>- N Long.</b>        |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA <b>Preforo</b> | <b>- m Prof. Finale</b> |
| <b>20,0</b>                             |                         |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |                         |
| ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE: |                         |



Rf. MD 7.5.1 - rev. 3 del 15/12/2010

Servizi Geologici s.p.a. - Via Busiogo, 1062 Maranigo di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9520033 - info@serviziogeologici.it

### PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Panveneta S.r.l. Prova n.º: CPT2  
Cantiere: Ex Officina Autobus ACTV Certificato N.º: 0034/14  
Località: Viale Padova - Sottomarina (VE)  
Data: 22/01/2014 Operatore: Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap = 10 cm<sup>2</sup>; At = 20 cm<sup>2</sup>; Am = 150 cm<sup>2</sup>;  
Velocità di avanzamento = 2 cm/s

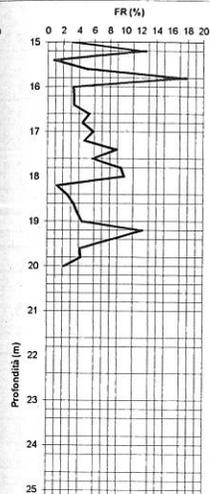
### LETTURE STRUMENTALI

| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|-------|--------|
| 0,2       | -                        | -                                      | -                        | -     | -      |
| 0,4       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00  | 0,00   |
| 0,6       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00  | 0,00   |
| 0,8       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00  | 0,00   |
| 1         | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 1,47  | 0,00   |
| 1,2       | 90,00                    | 112,00                                 | 90,00                    | 3,47  | 25,96  |
| 1,4       | 65,00                    | 117,00                                 | 65,00                    | 2,00  | 32,50  |
| 1,6       | 87,00                    | 117,00                                 | 87,00                    | 1,67  | 52,20  |
| 1,8       | 83,00                    | 108,00                                 | 83,00                    | 1,93  | 42,93  |
| 2         | 63,00                    | 92,00                                  | 63,00                    | 1,67  | 37,80  |
| 2,2       | 60,00                    | 85,00                                  | 60,00                    | 1,67  | 36,00  |
| 2,4       | 61,00                    | 86,00                                  | 61,00                    | 1,20  | 50,83  |
| 2,6       | 60,00                    | 78,00                                  | 60,00                    | 1,40  | 42,86  |
| 2,8       | 55,00                    | 76,00                                  | 55,00                    | 1,13  | 48,53  |
| 3         | 80,00                    | 97,00                                  | 80,00                    | 1,60  | 50,00  |
| 3,2       | 128,00                   | 152,00                                 | 128,00                   | 1,60  | 80,00  |
| 3,4       | 137,00                   | 161,00                                 | 137,00                   | 1,13  | 120,88 |
| 3,6       | 127,00                   | 144,00                                 | 127,00                   | 1,73  | 73,27  |
| 3,8       | 122,00                   | 148,00                                 | 122,00                   | 1,13  | 107,65 |
| 4         | 91,00                    | 108,00                                 | 91,00                    | 1,67  | 54,60  |
| 4,2       | 75,00                    | 100,00                                 | 75,00                    | 1,20  | 62,50  |
| 4,4       | 105,00                   | 123,00                                 | 105,00                   | 1,53  | 68,48  |
| 4,6       | 88,00                    | 111,00                                 | 88,00                    | 1,27  | 69,47  |
| 4,8       | 102,00                   | 121,00                                 | 102,00                   | 1,40  | 72,86  |
| 5         | 185,00                   | 206,00                                 | 185,00                   | 2,47  | 75,00  |
| 5,2       | 102,00                   | 139,00                                 | 102,00                   | 1,73  | 58,85  |
| 5,4       | 68,00                    | 94,00                                  | 68,00                    | 1,07  | 63,75  |
| 5,6       | 71,00                    | 87,00                                  | 71,00                    | 1,73  | 40,96  |
| 5,8       | 61,00                    | 80,00                                  | 61,00                    | 1,20  | 52,20  |
| 6         | 61,00                    | 80,00                                  | 61,00                    | 1,20  | 52,20  |

Pagina: 2  
Tot. Pagine: 2

N Long. E  
m Prof. Finale 20,0

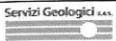
RF: MD 7.5.1 - rev.0 del 15/12/2010



di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizigeologici.it

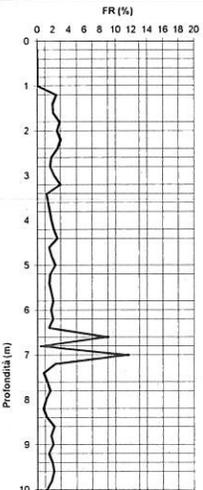
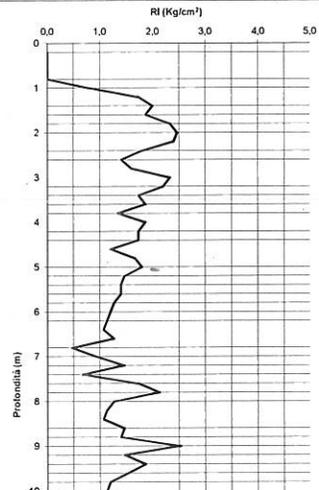
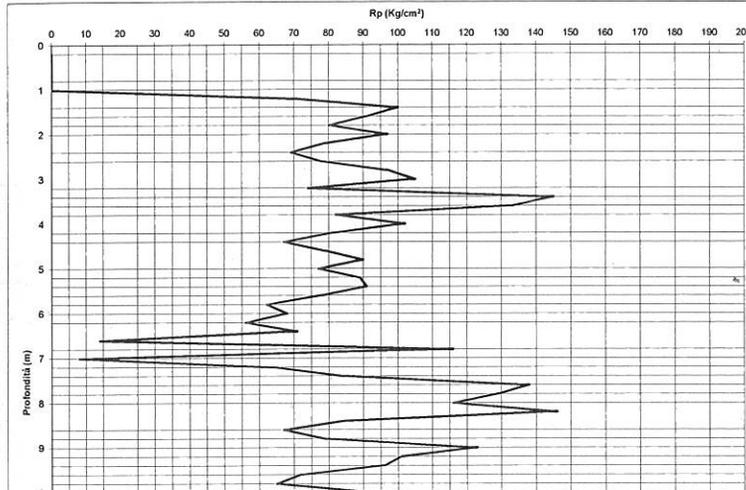
| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 11        | 21,00                    | 49,00                                  | 21,00                    | 0,73                     | 28,64  | 3,49   |
| 11,2      | 41,00                    | 52,00                                  | 41,00                    | 0,73                     | 55,91  | 1,79   |
| 11,4      | 90,00                    | 101,00                                 | 90,00                    | 1,33                     | 67,50  | 1,48   |
| 11,6      | 81,00                    | 101,00                                 | 81,00                    | 1,53                     | 52,83  | 1,89   |
| 11,8      | 59,00                    | 82,00                                  | 59,00                    | 1,00                     | 59,00  | 1,69   |
| 12        | 81,00                    | 96,00                                  | 81,00                    | 0,20                     | 405,00 | 0,25   |
| 12,2      | 88,00                    | 91,00                                  | 88,00                    | 1,53                     | 57,39  | 1,74   |
| 12,4      | 109,00                   | 132,00                                 | 109,00                   | 2,07                     | 52,74  | 1,90   |
| 12,6      | 120,00                   | 151,00                                 | 120,00                   | 1,73                     | 69,23  | 1,44   |
| 12,8      | 108,00                   | 134,00                                 | 108,00                   | 2,20                     | 49,09  | 2,04   |
| 13        | 92,00                    | 125,00                                 | 92,00                    | 1,07                     | 86,25  | 1,16   |
| 13,2      | 85,00                    | 101,00                                 | 85,00                    | 1,53                     | 55,43  | 1,80   |
| 13,4      | 99,00                    | 122,00                                 | 99,00                    | 2,00                     | 49,50  | 2,02   |
| 13,6      | 95,00                    | 125,00                                 | 95,00                    | 1,33                     | 71,25  | 1,40   |
| 13,8      | 99,00                    | 119,00                                 | 99,00                    | 1,60                     | 61,88  | 1,62   |
| 14        | 97,00                    | 121,00                                 | 97,00                    | 1,47                     | 66,14  | 1,51   |
| 14,2      | 93,00                    | 115,00                                 | 93,00                    | 2,13                     | 43,59  | 2,29   |
| 14,4      | 81,00                    | 113,00                                 | 81,00                    | 1,87                     | 43,39  | 2,30   |
| 14,6      | 72,00                    | 100,00                                 | 72,00                    | 0,40                     | 180,00 | 0,56   |
| 14,8      | 35,00                    | 41,00                                  | 35,00                    | 1,87                     | 18,75  | 5,33   |
| 15        | 21,00                    | 49,00                                  | 21,00                    | 0,67                     | 31,50  | 3,17   |
| 15,2      | 9,00                     | 19,00                                  | 9,00                     | 1,13                     | 7,94   | 12,59  |
| 15,4      | 27,00                    | 44,00                                  | 27,00                    | 0,20                     | 135,00 | 0,74   |
| 15,6      | 17,00                    | 20,00                                  | 17,00                    | 0,87                     | 19,62  | 5,10   |
| 15,8      | 9,00                     | 22,00                                  | 9,00                     | 1,60                     | 5,63   | 17,78  |
| 16        | 43,00                    | 67,00                                  | 43,00                    | 1,40                     | 30,71  | 3,26   |
| 16,2      | 10,00                    | 31,00                                  | 10,00                    | 0,33                     | 30,00  | 3,33   |
| 16,4      | 10,00                    | 15,00                                  | 10,00                    | 0,33                     | 30,00  | 3,33   |
| 16,6      | 10,00                    | 15,00                                  | 10,00                    | 0,53                     | 18,75  | 5,33   |
| 16,8      | 9,00                     | 17,00                                  | 9,00                     | 0,40                     | 22,50  | 4,44   |
| 17        | 8,00                     | 14,00                                  | 8,00                     | 0,47                     | 17,14  | 5,83   |
| 17,2      | 10,00                    | 17,00                                  | 10,00                    | 0,47                     | 21,43  | 4,67   |
| 17,4      | 9,00                     | 16,00                                  | 9,00                     | 0,80                     | 11,25  | 8,89   |
| 17,6      | 14,00                    | 26,00                                  | 14,00                    | 0,80                     | 17,50  | 5,71   |
| 17,8      | 17,00                    | 29,00                                  | 17,00                    | 1,60                     | 10,63  | 9,41   |
| 18        | 19,00                    | 43,00                                  | 19,00                    | 1,87                     | 10,18  | 9,82   |
| 18,2      | 28,00                    | 56,00                                  | 28,00                    | 0,33                     | 84,00  | 1,19   |
| 18,4      | 37,00                    | 42,00                                  | 37,00                    | 0,93                     | 39,64  | 2,52   |
| 18,6      | 56,00                    | 70,00                                  | 56,00                    | 1,87                     | 30,00  | 3,33   |
| 18,8      | 14,00                    | 42,00                                  | 14,00                    | 0,53                     | 26,25  | 3,81   |
| 19        | 30,00                    | 38,00                                  | 30,00                    | 1,33                     | 22,50  | 4,44   |
| 19,2      | 12,00                    | 32,00                                  | 12,00                    | 1,47                     | 8,18   | 12,22  |
| 19,4      | 30,00                    | 52,00                                  | 30,00                    | 2,47                     | 12,16  | 8,22   |
| 19,6      | 16,00                    | 53,00                                  | 16,00                    | 0,67                     | 24,00  | 4,17   |
| 19,8      | 14,00                    | 24,00                                  | 14,00                    | 0,60                     | 23,33  | 4,29   |
| 20        | 28,00                    | 37,00                                  | 28,00                    | 0,60                     | 46,67  | 2,14   |

| PROFONDITÀ (m) | FR (%) |
|----------------|--------|
| 0,64           | 3,49   |
| 0,91           | 1,79   |
| 1,50           | 1,48   |
| 1,83           | 1,89   |
| 2,00           | 1,69   |
| 2,00           | 0,25   |
| 2,39           | 1,74   |
| 2,74           | 1,90   |
| 2,73           | 1,44   |
| 2,99           | 2,04   |
| 2,95           | 1,16   |
| 3,43           | 1,80   |
| 3,50           | 2,02   |
| 3,25           | 1,40   |
| 3,88           | 1,62   |
| 3,74           | 1,51   |
| 3,59           | 2,29   |
| 3,39           | 2,30   |
| 3,00           | 0,56   |
| 2,75           | 5,33   |
| 2,50           | 3,17   |
| 2,84           | 12,59  |
| 2,00           | 0,74   |
| 1,62           | 5,10   |
| 1,83           | 17,78  |
| 1,71           | 3,26   |
| 1,00           | 3,33   |
| 1,00           | 3,33   |
| 1,75           | 5,33   |
| 1,50           | 4,44   |
| 1,14           | 5,83   |
| 1,43           | 4,67   |
| 1,25           | 8,89   |
| 1,50           | 5,71   |
| 1,63           | 9,41   |
| 1,18           | 9,82   |
| 1,00           | 1,19   |
| 1,64           | 2,52   |
| 1,00           | 3,33   |
| 1,25           | 3,81   |
| 1,50           | 4,44   |
| 1,18           | 12,22  |
| 1,16           | 8,22   |
| 1,00           | 4,17   |
| 1,33           | 4,29   |

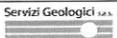
|   |  |   |          |                                   |
|---|--|---|----------|-----------------------------------|
|  |  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>       |          | Certificato n°: <b>0035/14</b>    |
|   |  |   |          | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b>  |  |   | Prova n° |                                   |
| CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>   |  | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>                           |          | <b>CPT3</b>                       |
| LOCALITÀ: <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b>                                  |  | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |          |                                   |
| RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b>                           |  | DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b> |          |                                   |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>                                 |  | DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b>                          |          | DATA FINE: <b>22/01/2014</b>      |

|   |      |   |              |                       |
|---|------|---|--------------|-----------------------|
|   |      |   |              | Pagina: <b>1</b>      |
|   |      |   |              | Tot. Pagine: <b>2</b> |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |      |   |              |                       |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                  | Lat. | - | N            | Long.                 |
|   |      | - | E            | E                     |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA                |      |   |              |                       |
| Preforo                                 | -    | m | Prof. Finale | 20,0                  |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |      |   |              |                       |
| ANOMALIE RISCOstrate ED EVENTUALI NOTE: |      |   |              |                       |

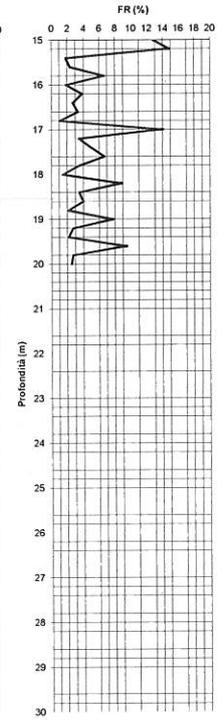
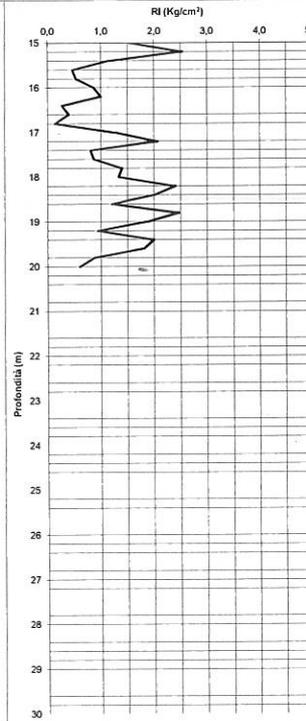
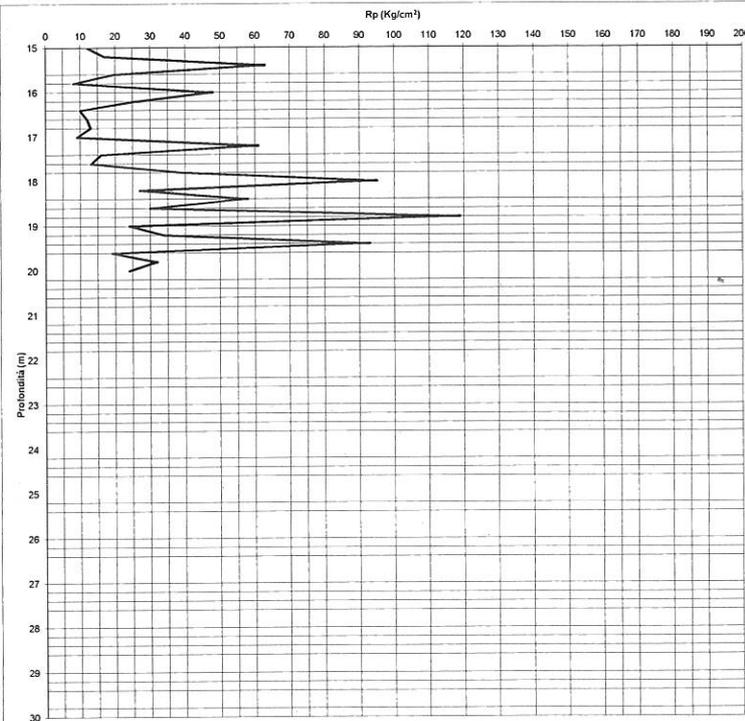
Ril. M2 T.S. - Rev.0 del 15/12/2010



di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizigeologici.it

|   |   |                              |                                   |
|---|---|------------------------------|-----------------------------------|
|  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>       |                              | Certificato n°: <b>0035/14</b>    |
|   |   |                              | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b>  |   |                              | Prova n°                          |
| CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>   | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>                           | <b>CPT3</b>                  |                                   |
| LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b>                                 | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |                              |                                   |
| RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i>                           | DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i> |                              |                                   |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>                                 | DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b>                          | DATA FINE: <b>22/01/2014</b> |                                   |

|   |         |   |   |                       |             |   |
|---|---------|---|---|-----------------------|-------------|---|
|   |         |   |   | Pagina: <b>2</b>      |             |   |
|   |         |   |   | Tot. Pagine: <b>2</b> |             |   |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |         |   |   |                       |             |   |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                  | Lat.    | - | N | Long.                 | -           | E |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA                | Preforo | - | m | Prof. Finale          | <b>20,0</b> |   |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |         |   |   |                       |             |   |
| ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE: |         |   |   |                       |             |   |



RI, MQ 7.5.1 - rev.0 del 15/12/2010

Servizi Geologici s.r.l. - Via Budaligo, 106/2 Marzengo di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 8520003 - info@servizi-geologici.it

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Committente: Panveneta S.r.l. Prova n.º: CPT3  
 Cantiere: Ex Officina Autobus ACTV Certificato N.º: 0035/14  
 Località: Viale Padova - Sottomarina (VE)  
 Data: 22/01/2014 Operatore: Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm²; At= 20 cm²; Am= 150 cm²;  
 Velocità di avanzamento= 2 cm/s

**LETTURE STRUMENTALI**

| Prof. (m) | Rp (kg/cm²) | R <sub>tot</sub> (kg/cm²) | Rp (kg/cm²) | RI (kg/cm²) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|--------|--------|
| 0,2       | -           | -                         | -           | -           | -      | -      |
| 0,4       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 0,6       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 0,8       | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 1         | 0,00        | 0,00                      | 0,00        | 0,80        | 0,00   | 0,00   |
| 1,2       | 70,00       | 82,00                     | 70,00       | 1,73        | 40,38  | 2,48   |
| 1,4       | 100,00      | 126,00                    | 100,00      | 2,00        | 50,00  | 2,00   |
| 1,6       | 91,00       | 121,00                    | 91,00       | 1,87        | 48,75  | 2,05   |
| 1,8       | 80,00       | 108,00                    | 80,00       | 2,33        | 34,29  | 2,92   |
| 2         | 97,00       | 132,00                    | 97,00       | 2,47        | 39,32  | 2,54   |
| 2,2       | 79,00       | 116,00                    | 79,00       | 2,40        | 32,92  | 3,04   |
| 2,4       | 69,00       | 105,00                    | 69,00       | 1,80        | 38,33  | 2,61   |
| 2,6       | 78,00       | 105,00                    | 78,00       | 1,40        | 55,71  | 1,79   |
| 2,8       | 97,00       | 118,00                    | 97,00       | 1,60        | 60,63  | 1,65   |
| 3         | 105,00      | 129,00                    | 105,00      | 2,33        | 45,00  | 2,22   |
| 3,2       | 74,00       | 109,00                    | 74,00       | 2,20        | 33,64  | 2,97   |
| 3,4       | 145,00      | 178,00                    | 145,00      | 1,73        | 83,65  | 1,20   |
| 3,6       | 133,00      | 159,00                    | 133,00      | 1,87        | 71,25  | 1,40   |
| 3,8       | 82,00       | 110,00                    | 82,00       | 1,33        | 61,50  | 1,63   |
| 4         | 102,00      | 122,00                    | 102,00      | 1,87        | 54,64  | 1,83   |
| 4,2       | 81,00       | 109,00                    | 81,00       | 1,73        | 46,73  | 2,14   |
| 4,4       | 67,00       | 93,00                     | 67,00       | 1,73        | 38,65  | 2,59   |
| 4,6       | 79,00       | 105,00                    | 79,00       | 1,20        | 65,83  | 1,52   |
| 4,8       | 90,00       | 108,00                    | 90,00       | 1,67        | 54,00  | 1,85   |
| 5         | 77,00       | 102,00                    | 77,00       | 1,80        | 42,78  | 2,34   |
| 5,2       | 89,00       | 116,00                    | 89,00       | 1,47        | 60,68  | 1,65   |
| 5,4       | 91,00       | 113,00                    | 91,00       | 1,40        | 65,00  | 1,54   |
| 5,6       | 78,00       | 99,00                     | 78,00       | 1,40        | 55,71  | 1,79   |
| 5,8       | 62,00       | 83,00                     | 62,00       | 1,27        | 48,95  | 2,04   |
| 6         | 68,00       | 87,00                     | 68,00       | 1,20        | 56,67  | 1,76   |
| 6,2       | 56,00       | 74,00                     | 56,00       | 1,13        | 49,41  | 2,02   |
| 6,4       | 71,00       | 88,00                     | 71,00       | 1,07        | 66,56  | 1,50   |
| 6,6       | 14,00       | 30,00                     | 14,00       | 1,27        | 11,05  | 9,05   |
| 6,8       | 116,00      | 135,00                    | 116,00      | 0,47        | 248,57 | 0,40   |
| 7         | 8,00        | 15,00                     | 8,00        | 0,93        | 8,57   | 11,67  |
| 7,2       | 64,00       | 78,00                     | 64,00       | 1,47        | 43,64  | 2,29   |
| 7,4       | 84,00       | 106,00                    | 84,00       | 0,67        | 126,00 | 0,79   |
| 7,6       | 138,00      | 148,00                    | 138,00      | 1,73        | 79,62  | 1,26   |
| 7,8       | 129,00      | 155,00                    | 129,00      | 2,13        | 60,47  | 1,65   |
| 8         | 116,00      | 148,00                    | 116,00      | 1,27        | 91,58  | 1,09   |
| 8,2       | 146,00      | 165,00                    | 146,00      | 1,13        | 128,82 | 0,78   |
| 8,4       | 85,00       | 102,00                    | 85,00       | 1,07        | 79,69  | 1,25   |
| 8,6       | 67,00       | 83,00                     | 67,00       | 1,47        | 45,68  | 2,19   |
| 8,8       | 79,00       | 101,00                    | 79,00       | 1,40        | 56,43  | 1,77   |
| 9         | 123,00      | 144,00                    | 123,00      | 2,53        | 48,55  | 2,06   |
| 9,2       | 101,00      | 139,00                    | 101,00      | 1,47        | 68,86  | 1,45   |
| 9,4       | 96,00       | 118,00                    | 96,00       | 1,87        | 51,43  | 1,94   |
| 9,6       | 72,00       | 100,00                    | 72,00       | 1,53        | 46,96  | 2,13   |
| 9,8       | 65,00       | 88,00                     | 65,00       | 1,20        | 54,17  | 1,85   |
| 10        | 93,00       | 111,00                    | 93,00       | 1,13        | 82,06  | 1,22   |
| 10,2      | 129,00      | 146,00                    | 129,00      | 1,73        | 74,42  | 1,34   |
| 10,4      | 100,00      | 126,00                    | 100,00      | 2,33        | 42,86  | 2,33   |
| 10,6      | 119,00      | 154,00                    | 119,00      | 1,47        | 81,14  | 1,23   |
| 10,8      | 106,00      | 128,00                    | 106,00      | 2,07        | 51,29  | 1,95   |

| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------|--------|
| 11        | 126,00                   | 157,00                                 | 126,00                   | 1,60                     | 78,75 | 1,27   |
| 11,2      | 150,00                   | 174,00                                 | 150,00                   | 2,47                     | 60,81 | 1,64   |
| 11,4      | 174,00                   | 211,00                                 | 174,00                   | 1,87                     | 93,21 | 1,07   |
| 11,6      | 110,00                   | 138,00                                 | 110,00                   | 1,87                     | 58,93 | 1,70   |
| 11,8      | 131,00                   | 159,00                                 | 131,00                   | 2,27                     | 57,79 | 1,73   |
| 12        | 110,00                   | 144,00                                 | 110,00                   | 1,73                     | 63,46 | 1,58   |
| 12,2      | 90,00                    | 116,00                                 | 90,00                    | 0,93                     | 96,43 | 1,04   |
| 12,4      | 86,00                    | 100,00                                 | 86,00                    | 1,27                     | 67,89 | 1,47   |
| 12,6      | 130,00                   | 149,00                                 | 130,00                   | 3,00                     | 43,33 | 2,31   |
| 12,8      | 122,00                   | 167,00                                 | 122,00                   | 1,93                     | 63,10 | 1,58   |
| 13        | 118,00                   | 147,00                                 | 118,00                   | 1,73                     | 68,08 | 1,47   |
| 13,2      | 110,00                   | 136,00                                 | 110,00                   | 2,07                     | 53,23 | 1,88   |
| 13,4      | 80,00                    | 111,00                                 | 80,00                    | 1,07                     | 75,00 | 1,33   |
| 13,6      | 109,00                   | 125,00                                 | 109,00                   | 1,60                     | 68,13 | 1,47   |
| 13,8      | 98,00                    | 122,00                                 | 98,00                    | 2,07                     | 47,42 | 2,11   |
| 14        | 98,00                    | 129,00                                 | 98,00                    | 2,33                     | 42,00 | 2,38   |
| 14,2      | 89,00                    | 124,00                                 | 89,00                    | 1,73                     | 51,35 | 1,95   |
| 14,4      | 74,00                    | 100,00                                 | 74,00                    | 1,87                     | 39,64 | 2,52   |
| 14,6      | 86,00                    | 114,00                                 | 86,00                    | 0,87                     | 99,23 | 1,01   |
| 14,8      | 72,00                    | 85,00                                  | 72,00                    | 1,73                     | 41,54 | 2,41   |
| 15        | 12,00                    | 38,00                                  | 12,00                    | 1,53                     | 7,83  | 12,78  |
| 15,2      | 17,00                    | 40,00                                  | 17,00                    | 2,53                     | 6,71  | 14,90  |
| 15,4      | 63,00                    | 101,00                                 | 63,00                    | 1,13                     | 55,59 | 1,80   |
| 15,6      | 20,00                    | 37,00                                  | 20,00                    | 0,47                     | 42,86 | 2,33   |
| 15,8      | 8,00                     | 15,00                                  | 8,00                     | 0,53                     | 15,00 | 6,67   |
| 16        | 48,00                    | 56,00                                  | 48,00                    | 0,87                     | 55,38 | 1,81   |
| 16,2      | 26,00                    | 39,00                                  | 26,00                    | 1,00                     | 26,00 | 3,85   |
| 16,4      | 10,00                    | 25,00                                  | 10,00                    | 0,27                     | 37,50 | 2,67   |
| 16,6      | 12,00                    | 16,00                                  | 12,00                    | 0,40                     | 30,00 | 3,33   |
| 16,8      | 13,00                    | 19,00                                  | 13,00                    | 0,13                     | 97,50 | 1,03   |
| 17        | 9,00                     | 11,00                                  | 9,00                     | 1,27                     | 7,11  | 14,07  |
| 17,2      | 61,00                    | 80,00                                  | 61,00                    | 2,07                     | 29,52 | 3,39   |
| 17,4      | 16,00                    | 47,00                                  | 16,00                    | 0,80                     | 20,00 | 5,00   |
| 17,6      | 13,00                    | 25,00                                  | 13,00                    | 0,87                     | 15,00 | 6,67   |
| 17,8      | 40,00                    | 53,00                                  | 40,00                    | 1,40                     | 28,57 | 3,50   |
| 18        | 95,00                    | 116,00                                 | 95,00                    | 1,33                     | 71,25 | 1,40   |
| 18,2      | 27,00                    | 47,00                                  | 27,00                    | 2,40                     | 11,25 | 8,89   |
| 18,4      | 58,00                    | 94,00                                  | 58,00                    | 2,00                     | 29,00 | 3,45   |
| 18,6      | 30,00                    | 60,00                                  | 30,00                    | 1,20                     | 25,00 | 4,00   |
| 18,8      | 119,00                   | 137,00                                 | 119,00                   | 2,47                     | 48,24 | 2,07   |
| 19        | 24,00                    | 61,00                                  | 24,00                    | 1,87                     | 12,86 | 7,78   |
| 19,2      | 34,00                    | 62,00                                  | 34,00                    | 0,93                     | 36,43 | 2,75   |
| 19,4      | 93,00                    | 107,00                                 | 93,00                    | 2,00                     | 46,50 | 2,15   |
| 19,6      | 19,00                    | 49,00                                  | 19,00                    | 1,80                     | 10,56 | 9,47   |
| 19,8      | 32,00                    | 59,00                                  | 32,00                    | 0,87                     | 36,92 | 2,71   |
| 20        | 24,00                    | 37,00                                  | 24,00                    | 0,60                     | 40,00 | 2,50   |

| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 11        | 151,00                   | 170,00                                 | 151,00                   | 2,13                     | 70,78  | 1,41   |
| 11,2      | 145,00                   | 177,00                                 | 145,00                   | 2,13                     | 67,97  | 1,47   |
| 11,4      | 127,00                   | 159,00                                 | 127,00                   | 1,67                     | 76,20  | 1,31   |
| 11,6      | 103,00                   | 128,00                                 | 103,00                   | 0,80                     | 128,75 | 0,78   |
| 11,8      | 117,00                   | 129,00                                 | 117,00                   | 2,00                     | 58,50  | 1,71   |
| 12        | 122,00                   | 152,00                                 | 122,00                   | 2,20                     | 55,45  | 1,80   |
| 12,2      | 105,00                   | 138,00                                 | 105,00                   | 2,13                     | 49,22  | 2,03   |
| 12,4      | 116,00                   | 148,00                                 | 116,00                   | 1,53                     | 75,65  | 1,32   |
| 12,6      | 136,00                   | 159,00                                 | 136,00                   | 2,47                     | 55,14  | 1,81   |
| 12,8      | 118,00                   | 155,00                                 | 118,00                   | 2,00                     | 59,00  | 1,69   |
| 13        | 107,00                   | 137,00                                 | 107,00                   | 2,13                     | 50,16  | 1,99   |
| 13,2      | 95,00                    | 127,00                                 | 95,00                    | 2,07                     | 45,97  | 2,18   |
| 13,4      | 75,00                    | 106,00                                 | 75,00                    | 1,93                     | 38,79  | 2,58   |
| 13,6      | 86,00                    | 115,00                                 | 86,00                    | 1,33                     | 64,50  | 1,55   |
| 13,8      | 102,00                   | 122,00                                 | 102,00                   | 1,93                     | 52,76  | 1,90   |
| 14        | 91,00                    | 120,00                                 | 91,00                    | 2,00                     | 45,50  | 2,20   |
| 14,2      | 83,00                    | 113,00                                 | 83,00                    | 1,80                     | 46,11  | 2,17   |
| 14,4      | 81,00                    | 108,00                                 | 81,00                    | 1,00                     | 81,00  | 1,23   |
| 14,6      | 85,00                    | 100,00                                 | 85,00                    | 0,67                     | 127,50 | 0,78   |
| 14,8      | 61,00                    | 71,00                                  | 61,00                    | 1,47                     | 41,59  | 2,40   |
| 15        | 35,00                    | 57,00                                  | 35,00                    | 0,93                     | 37,50  | 2,67   |
| 15,2      | 15,00                    | 29,00                                  | 15,00                    | 0,73                     | 20,45  | 4,89   |
| 15,4      | 11,00                    | 22,00                                  | 11,00                    | 0,40                     | 27,50  | 3,64   |
| 15,6      | 6,00                     | 12,00                                  | 6,00                     | 0,33                     | 18,00  | 5,56   |
| 15,8      | 35,00                    | 40,00                                  | 35,00                    | 0,53                     | 65,63  | 1,52   |
| 16        | 54,00                    | 62,00                                  | 54,00                    | 0,87                     | 62,31  | 1,60   |
| 16,2      | 71,00                    | 84,00                                  | 71,00                    | 1,67                     | 42,60  | 2,35   |
| 16,4      | 11,00                    | 36,00                                  | 11,00                    | 0,47                     | 23,57  | 4,24   |
| 16,6      | 8,00                     | 15,00                                  | 8,00                     | 0,27                     | 30,00  | 3,33   |
| 16,8      | 9,00                     | 13,00                                  | 9,00                     | 0,47                     | 19,29  | 5,19   |
| 17        | 23,00                    | 30,00                                  | 23,00                    | 0,40                     | 57,50  | 1,74   |
| 17,2      | 16,00                    | 22,00                                  | 16,00                    | 0,60                     | 26,67  | 3,75   |
| 17,4      | 9,00                     | 18,00                                  | 9,00                     | 0,33                     | 27,00  | 3,70   |
| 17,6      | 10,00                    | 15,00                                  | 10,00                    | 0,07                     | 150,00 | 0,67   |
| 17,8      | 19,00                    | 20,00                                  | 19,00                    | 4,27                     | 4,45   | 22,46  |
| 18        | 16,00                    | 80,00                                  | 16,00                    | 0,40                     | 40,00  | 2,50   |
| 18,2      | 34,00                    | 40,00                                  | 34,00                    | 1,73                     | 19,62  | 5,10   |
| 18,4      | 14,00                    | 40,00                                  | 14,00                    | 2,80                     | 5,00   | 20,00  |
| 18,6      | 37,00                    | 79,00                                  | 37,00                    | 1,13                     | 32,65  | 3,06   |
| 18,8      | 83,00                    | 100,00                                 | 83,00                    | 0,73                     | 113,18 | 0,88   |
| 19        | 31,00                    | 42,00                                  | 31,00                    | 0,93                     | 33,21  | 3,01   |
| 19,2      | 12,00                    | 26,00                                  | 12,00                    | 0,53                     | 22,50  | 4,44   |
| 19,4      | 22,00                    | 30,00                                  | 22,00                    | 1,33                     | 16,50  | 6,06   |
| 19,6      | 18,00                    | 38,00                                  | 18,00                    | 0,80                     | 22,50  | 4,44   |
| 19,8      | 32,00                    | 44,00                                  | 32,00                    | 0,60                     | 53,33  | 1,88   |
| 20        | 22,00                    | 31,00                                  | 22,00                    | 0,60                     | 36,67  | 2,73   |

### PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Panveneta S.r.l. Prova n.º: CPT4  
 Cantiere: Ex Officina Autobus ACTV Certificato N.º: 0036/14  
 Località: Viale Padova - Sottomarina (VE)  
 Data: 22/01/2014 Operatore: Massimiliano Mengato

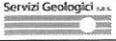
Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm²; At= 20 cm²; Am= 150 cm²;  
 Velocità di avanzamento= 2 cm/s

#### LETTURE STRUMENTALI

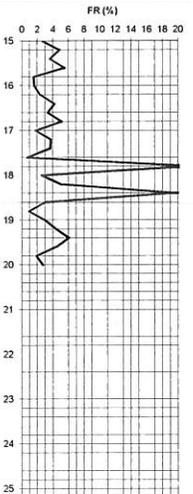
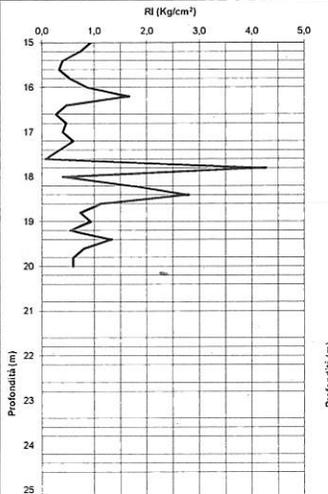
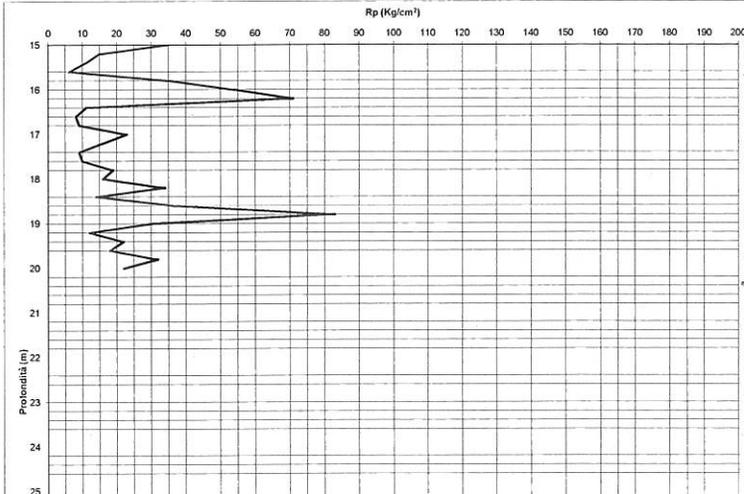
| Prof. (m) | Rp (kg/cm²) | Rtot (kg/cm²) | Rp (kg/cm²) | Rl (kg/cm²) | Rp/Rl  | FR (%) |
|-----------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------|--------|
| 0,2       | -           | -             | -           | -           | -      | -      |
| 0,4       | 0,00        | 0,00          | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 0,6       | 0,00        | 0,00          | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 0,8       | 0,00        | 0,00          | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 1         | 0,00        | 0,00          | 0,00        | 0,00        | 0,00   | 0,00   |
| 1,2       | 0,00        | 0,00          | 0,00        | 1,00        | 0,00   | 0,00   |
| 1,4       | 147,00      | 162,00        | 147,00      | 4,20        | 35,00  | 2,86   |
| 1,6       | 106,00      | 169,00        | 106,00      | 2,87        | 36,98  | 2,70   |
| 1,8       | 78,00       | 121,00        | 78,00       | 2,07        | 37,74  | 2,65   |
| 2         | 76,00       | 107,00        | 76,00       | 1,67        | 45,60  | 2,19   |
| 2,2       | 86,00       | 111,00        | 86,00       | 1,67        | 51,60  | 1,94   |
| 2,4       | 94,00       | 119,00        | 94,00       | 2,20        | 42,73  | 2,34   |
| 2,6       | 84,00       | 117,00        | 84,00       | 1,33        | 63,00  | 1,59   |
| 2,8       | 102,00      | 122,00        | 102,00      | 1,60        | 63,75  | 1,57   |
| 3         | 75,00       | 99,00         | 75,00       | 0,40        | 187,50 | 0,53   |
| 3,2       | 96,00       | 102,00        | 96,00       | 1,80        | 53,33  | 1,88   |
| 3,4       | 140,00      | 167,00        | 140,00      | 2,07        | 67,74  | 1,48   |
| 3,6       | 128,00      | 159,00        | 128,00      | 0,40        | 320,00 | 0,31   |
| 3,8       | 137,00      | 143,00        | 137,00      | 1,67        | 82,20  | 1,22   |
| 4         | 108,00      | 133,00        | 108,00      | 1,93        | 55,86  | 1,79   |
| 4,2       | 98,00       | 127,00        | 98,00       | 1,60        | 61,25  | 1,63   |
| 4,4       | 82,00       | 106,00        | 82,00       | 1,00        | 82,00  | 1,22   |
| 4,6       | 82,00       | 97,00         | 82,00       | 1,33        | 61,50  | 1,63   |
| 4,8       | 78,00       | 98,00         | 78,00       | 1,27        | 61,58  | 1,62   |
| 5         | 87,00       | 106,00        | 87,00       | 1,27        | 68,68  | 1,46   |
| 5,2       | 74,00       | 93,00         | 74,00       | 0,67        | 111,00 | 0,90   |
| 5,4       | 77,00       | 87,00         | 77,00       | 1,13        | 67,94  | 1,47   |
| 5,6       | 87,00       | 104,00        | 87,00       | 1,20        | 72,50  | 1,38   |
| 5,8       | 96,00       | 114,00        | 96,00       | 2,07        | 46,45  | 2,15   |
| 6         | 76,00       | 107,00        | 76,00       | 1,27        | 60,00  | 1,67   |
| 6,2       | 84,00       | 103,00        | 84,00       | 1,47        | 57,27  | 1,75   |
| 6,4       | 68,00       | 90,00         | 68,00       | 0,80        | 85,00  | 1,18   |
| 6,6       | 63,00       | 75,00         | 63,00       | 0,73        | 85,91  | 1,16   |
| 6,8       | 40,00       | 51,00         | 40,00       | 0,87        | 46,15  | 2,17   |
| 7         | 18,00       | 31,00         | 18,00       | 0,47        | 38,57  | 2,59   |
| 7,2       | 44,00       | 51,00         | 44,00       | 0,87        | 50,77  | 1,97   |
| 7,4       | 95,00       | 108,00        | 95,00       | 1,47        | 64,77  | 1,54   |
| 7,6       | 119,00      | 141,00        | 119,00      | 1,20        | 99,17  | 1,01   |
| 7,8       | 142,00      | 160,00        | 142,00      | 0,60        | 236,67 | 0,42   |
| 8         | 187,00      | 196,00        | 187,00      | 2,07        | 90,48  | 1,11   |
| 8,2       | 177,00      | 208,00        | 177,00      | 2,60        | 68,08  | 1,47   |
| 8,4       | 129,00      | 168,00        | 129,00      | 1,53        | 84,13  | 1,19   |
| 8,6       | 157,00      | 180,00        | 157,00      | 2,00        | 78,50  | 1,27   |
| 8,8       | 104,00      | 134,00        | 104,00      | 0,53        | 195,00 | 0,51   |
| 9         | 98,00       | 106,00        | 98,00       | 1,40        | 70,00  | 1,43   |
| 9,2       | 139,00      | 160,00        | 139,00      | 0,93        | 148,93 | 0,67   |
| 9,4       | 98,00       | 112,00        | 98,00       | 1,87        | 52,50  | 1,90   |
| 9,6       | 96,00       | 124,00        | 96,00       | 1,27        | 75,79  | 1,32   |
| 9,8       | 50,00       | 69,00         | 50,00       | 1,00        | 50,00  | 2,00   |
| 10        | 91,00       | 106,00        | 91,00       | 1,40        | 65,00  | 1,54   |
| 10,2      | 96,00       | 117,00        | 96,00       | 1,67        | 57,60  | 1,74   |
| 10,4      | 106,00      | 131,00        | 106,00      | 1,47        | 72,27  | 1,38   |
| 10,6      | 123,00      | 145,00        | 123,00      | 1,53        | 80,22  | 1,25   |
| 10,8      | 132,00      | 155,00        | 132,00      | 1,27        | 104,21 | 0,96   |

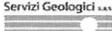
CPT4  
 0036/14  
 Massimiliano Mengato  
 ...mann"

| FR (%) |
|--------|
| -      |
| 0,00   |
| 0,00   |
| 0,00   |
| 0,00   |
| 0,00   |
| 2,86   |
| 2,70   |
| 2,65   |
| 2,19   |
| 1,94   |
| 2,34   |
| 1,59   |
| 1,57   |
| 0,53   |
| 1,88   |
| 1,48   |
| 0,31   |
| 1,22   |
| 1,79   |
| 1,63   |
| 1,22   |
| 1,63   |
| 1,62   |
| 1,46   |
| 0,90   |
| 1,47   |
| 1,38   |

|   |   |   |                                   |
|---|---|---|-----------------------------------|
|                              | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b> |   | Certificato n°: <b>0036/14</b>    |
|   |   |   | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b>  |   |   | Prova n°<br><b>CPT4</b>           |
| CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>   |   | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>                           |                                   |
| LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b>   |   | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |                                   |
| RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i>   |   | DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i> |                                   |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b> DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b> DATA FINE: <b>23/01/2014</b> |   |   |                                   |

|   |         |   |   |                       |             |   |
|---|---------|---|---|-----------------------|-------------|---|
|   |         |   |   | Pagina: <b>2</b>      |             |   |
|   |         |   |   | Tot. Pagine: <b>2</b> |             |   |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |         |   |   |                       |             |   |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                  | Lat.    | - | N | Long.                 | -           | E |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA                | Preforo | - | m | Prof. Finale          | <b>20,0</b> |   |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |         |   |   |                       |             |   |
| ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE: |         |   |   |                       |             |   |



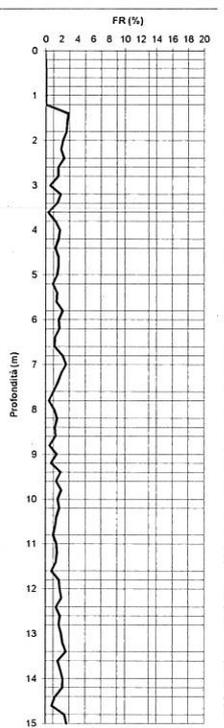
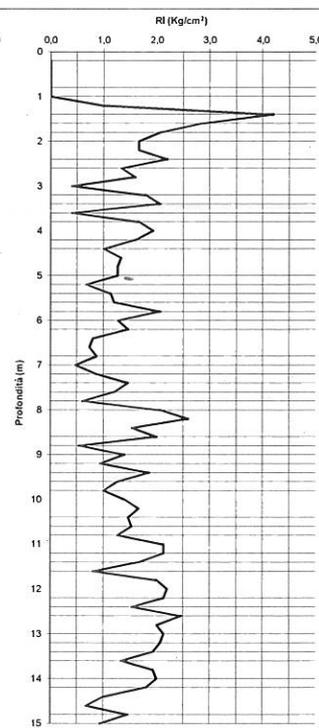
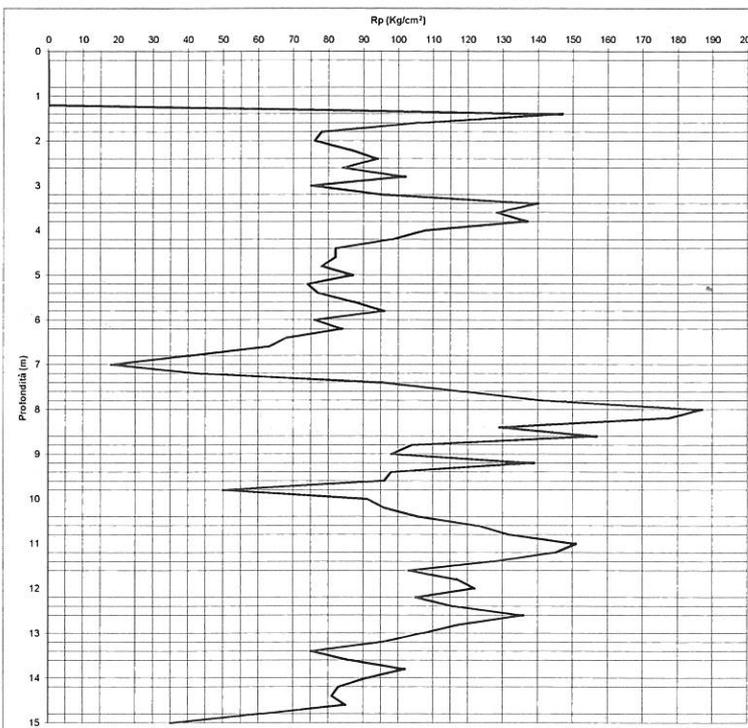
|   |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
|  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b> | Certificato n°: <b>0036/14</b>    |
|   |   | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |

|                       |
|-----------------------|
| Pagina: <b>1</b>      |
| Tot. Pagine: <b>2</b> |

|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b><br>CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b><br>LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b><br>RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i><br>ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b> | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b><br>QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b><br>DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i><br>DATA INIZIO: <b>22/01/2014</b><br>DATA FINE: <b>23/01/2014</b> | Prova n°<br><b>CPT4</b> |
|--|--|-------------------------|

|  |
|--|
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b><br>COORDINATE GEOGRAFICHE <b>Lat. - N Long. - E</b><br>INFORMAZIONI SULLA PROVA <b>Preforo - m Prof. Finale 20,0</b><br>OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b><br>ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE: |
|--|

RI\_MG\_7.5 - rev.0 del 15/12/2010

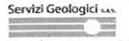


Servizi Geologici S.p.A. - Via Busalago, 108C2, Maranzago di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@serviziogeologici.it

N Long. - E  
Prof. Finale 20,0

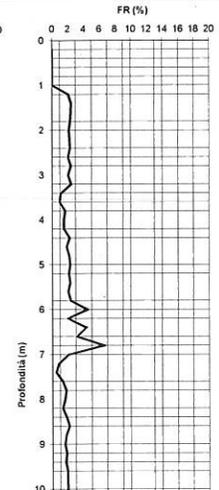
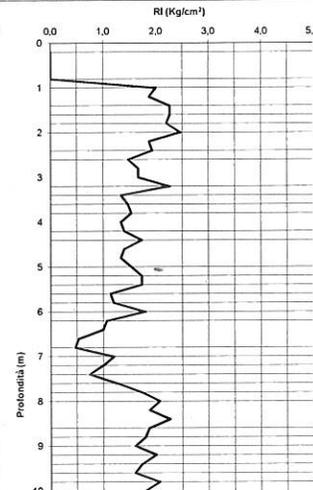
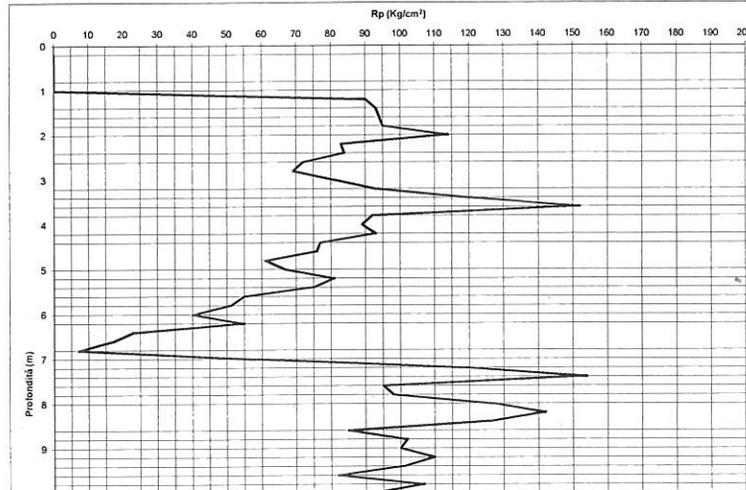
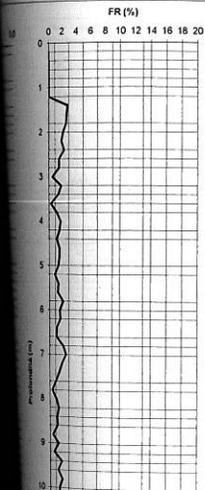
RI, MD T.S. - rev.0 del 15/12/2010

di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9520033 - info@serviziogeologici.it

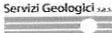
|   |   |                              |  |
|---|---|------------------------------|--|
|  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>       |                              | Certificato n°: <b>0037/14</b>         |
|   |   |                              | Data emissione: <b>13/02/2014</b>      |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b>  | CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>               |                              | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b> Prova n° |
| LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b>                                 | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |                              | <b>CPT5</b>                            |
| RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i>                           | DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i> |                              |  |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>                                 | DATA INIZIO: <b>23/01/2014</b>                          | DATA FINE: <b>23/01/2014</b> |  |

|  |         |   |                     |
|--|---------|---|---------------------|
| Pagina: 1                              |         |   |                     |
| Tot. Pagine: 2                         |         |   |                     |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -        |         |   |                     |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                 | Lat.    | - | N Long. - E         |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA               | Preforo | - | m Prof. Finale 20,0 |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b> |         |   |                     |
| ANOMALIE RISCOTRATE ED EVENTUALI NOTE: |         |   |                     |

RI, MD T.S. - rev.0 del 15/12/2010

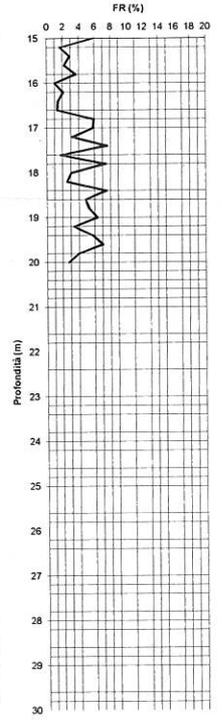
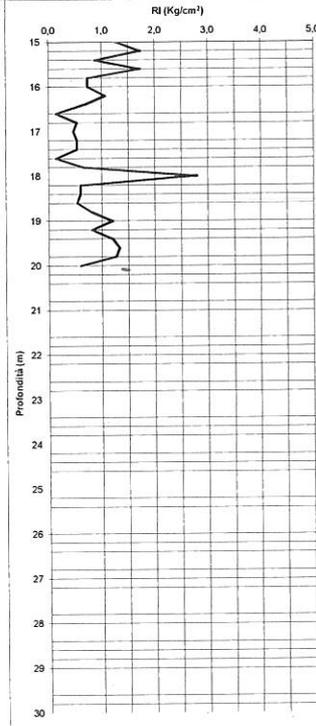
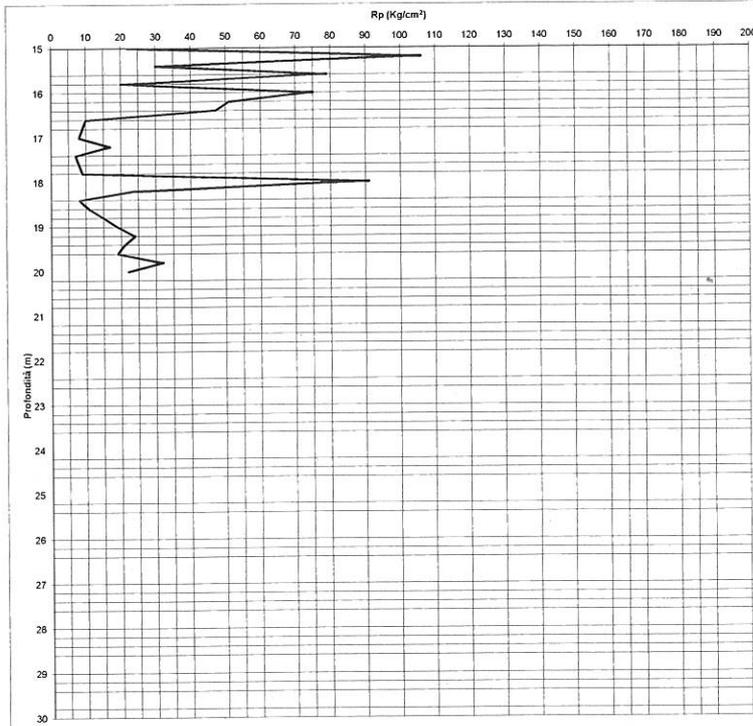


di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9520033 - info@serviziogeologici.it

|   |   |                              |                                   |
|---|---|------------------------------|-----------------------------------|
|  | <b>PROVA PENETROMETRICA STATICA<br/>MECCANICA</b>       |                              | Certificato n°: <b>0037/14</b>    |
|   |   |                              | Data emissione: <b>13/02/2014</b> |
| COMMITTENTE: <b>Panveneta S.r.l.</b>  |   |                              | Prova n°                          |
| CANTIERE: <b>Ex Officina Autobus ACTV</b>   | QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>                           | <b>CPT5</b>                  |                                   |
| LOCALITA': <b>Viale Padova - Sottomarina (VE)</b>                                 | QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>                      |                              |                                   |
| RESPONSABILE DI SITO: <i>Dr. Geol. Francesco Morbin</i>                           | DIRETTORE DI LABORATORIO: <i>Dott. Francesco Morbin</i> |                              |                                   |
| ATTREZZATURA: <b>TG 73-200 con punta Begemann</b>                                 | DATA INIZIO: <b>23/01/2014</b>                          | DATA FINE: <b>23/01/2014</b> |                                   |

|   |         |   |                            |
|---|---------|---|----------------------------|
| Pagina: <b>2</b>                        |         |   |                            |
| Tot. Pagine: <b>2</b>                   |         |   |                            |
| UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>  |         |   |                            |
| COORDINATE GEOGRAFICHE                  | Lat.    | - | N Long. - E                |
| INFORMAZIONI SULLA PROVA                | Preforo | - | m Prof. Finale <b>20,0</b> |
| OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>  |         |   |                            |
| ANOMALIE RISCONTRATE ED EVENTUALI NOTE: |         |   |                            |

Rif. MD7.5.1 - rev.01 del 15/02/2010



Servizi Geologici S.p.A. - Via Busiaghi, 109/2 - Marostica di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizi-geologici.it

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Committente: Panveneta S.r.l. Prova n.º: CPT5  
 Cantiere: Ex Officina Autobus ACTV Certificato N.º: 0037/14  
 Località: Viale Padova - Sottomarina (VE)  
 Data: 23/01/2014 Operatore: Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
 Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap = 10 cm<sup>2</sup>; At = 20 cm<sup>2</sup>; Am = 150 cm<sup>2</sup>;  
 Velocità di avanzamento = 2 cm/s

**LETTURE STRUMENTALI**

| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 0,2       | -                        | -                                      | -                        | -                        | -      | -      |
| 0,4       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00                     | 0,00   | 0,00   |
| 0,6       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00                     | 0,00   | 0,00   |
| 0,8       | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 0,00                     | 0,00   | 0,00   |
| 1         | 0,00                     | 0,00                                   | 0,00                     | 2,00                     | 0,00   | 0,00   |
| 1,2       | 90,00                    | 120,00                                 | 90,00                    | 1,87                     | 48,21  | 2,07   |
| 1,4       | 93,00                    | 121,00                                 | 93,00                    | 2,27                     | 41,03  | 2,44   |
| 1,6       | 94,00                    | 128,00                                 | 94,00                    | 2,27                     | 41,47  | 2,41   |
| 1,8       | 95,00                    | 129,00                                 | 95,00                    | 2,20                     | 43,18  | 2,32   |
| 2         | 114,00                   | 147,00                                 | 114,00                   | 2,47                     | 46,22  | 2,16   |
| 2,2       | 83,00                    | 120,00                                 | 83,00                    | 1,87                     | 44,46  | 2,25   |
| 2,4       | 84,00                    | 112,00                                 | 84,00                    | 1,93                     | 43,45  | 2,30   |
| 2,6       | 72,00                    | 101,00                                 | 72,00                    | 1,47                     | 49,09  | 2,04   |
| 2,8       | 69,00                    | 91,00                                  | 69,00                    | 1,67                     | 41,40  | 2,42   |
| 3         | 81,00                    | 106,00                                 | 81,00                    | 1,67                     | 48,60  | 2,06   |
| 3,2       | 93,00                    | 118,00                                 | 93,00                    | 2,27                     | 41,03  | 2,44   |
| 3,4       | 120,00                   | 154,00                                 | 120,00                   | 1,33                     | 90,00  | 1,11   |
| 3,6       | 152,00                   | 172,00                                 | 152,00                   | 1,47                     | 103,64 | 0,96   |
| 3,8       | 92,00                    | 114,00                                 | 92,00                    | 1,53                     | 60,00  | 1,67   |
| 4         | 89,00                    | 112,00                                 | 89,00                    | 1,33                     | 66,75  | 1,50   |
| 4,2       | 93,00                    | 113,00                                 | 93,00                    | 1,40                     | 66,43  | 1,51   |
| 4,4       | 77,00                    | 98,00                                  | 77,00                    | 1,73                     | 44,42  | 2,25   |
| 4,6       | 76,00                    | 102,00                                 | 76,00                    | 1,40                     | 54,29  | 1,84   |
| 4,8       | 61,00                    | 82,00                                  | 61,00                    | 1,33                     | 45,75  | 2,19   |
| 5         | 67,00                    | 87,00                                  | 67,00                    | 1,53                     | 43,70  | 2,29   |
| 5,2       | 81,00                    | 104,00                                 | 81,00                    | 1,73                     | 46,73  | 2,14   |
| 5,4       | 75,00                    | 101,00                                 | 75,00                    | 1,73                     | 43,27  | 2,31   |
| 5,6       | 55,00                    | 81,00                                  | 55,00                    | 1,13                     | 48,53  | 2,06   |

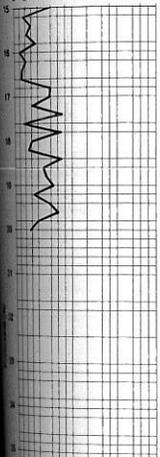
Pagina: 2  
Tot. Pagine: 2

Long. - E  
Prof. Finale 20,0

RG\_M07.5.1 - rev.0 del 15/12/2010

FR (%)

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20



o di Campo San Martino (PD) - Tel. 049 9620033 - info@servizigeologici.it

| Prof. (m) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) | RI (kg/cm <sup>2</sup> ) | Rp/RI  | FR (%) |
|-----------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|--------|
| 11        | 54,00                    | 71,00                                  | 54,00                    | 1,47                     | 36,82  | 2,72   |
| 11,2      | 68,00                    | 90,00                                  | 68,00                    | 0,93                     | 72,86  | 1,37   |
| 11,4      | 83,00                    | 97,00                                  | 83,00                    | 1,27                     | 65,53  | 1,53   |
| 11,6      | 58,00                    | 77,00                                  | 58,00                    | 1,13                     | 51,18  | 1,95   |
| 11,8      | 55,00                    | 72,00                                  | 55,00                    | 1,13                     | 48,53  | 2,06   |
| 12        | 58,00                    | 75,00                                  | 58,00                    | 1,13                     | 51,18  | 1,95   |
| 12,2      | 73,00                    | 90,00                                  | 73,00                    | 0,73                     | 99,55  | 1,00   |
| 12,4      | 135,00                   | 146,00                                 | 135,00                   | 1,87                     | 72,32  | 1,38   |
| 12,6      | 116,00                   | 144,00                                 | 116,00                   | 3,47                     | 33,46  | 2,99   |
| 12,8      | 101,00                   | 153,00                                 | 101,00                   | 1,33                     | 75,75  | 1,32   |
| 13        | 90,00                    | 110,00                                 | 90,00                    | 1,73                     | 51,92  | 1,93   |
| 13,2      | 72,00                    | 98,00                                  | 72,00                    | 1,33                     | 54,00  | 1,85   |
| 13,4      | 102,00                   | 122,00                                 | 102,00                   | 2,27                     | 45,00  | 2,22   |
| 13,6      | 104,00                   | 138,00                                 | 104,00                   | 1,87                     | 55,71  | 1,79   |
| 13,8      | 93,00                    | 121,00                                 | 93,00                    | 1,73                     | 53,65  | 1,86   |
| 14        | 92,00                    | 118,00                                 | 92,00                    | 1,67                     | 55,20  | 1,81   |
| 14,2      | 84,00                    | 109,00                                 | 84,00                    | 0,73                     | 114,55 | 0,87   |
| 14,4      | 77,00                    | 88,00                                  | 77,00                    | 0,87                     | 88,85  | 1,13   |
| 14,6      | 97,00                    | 110,00                                 | 97,00                    | 1,60                     | 60,63  | 1,65   |
| 14,8      | 95,00                    | 119,00                                 | 95,00                    | 2,07                     | 45,97  | 2,18   |
| 15        | 22,00                    | 53,00                                  | 22,00                    | 1,27                     | 17,37  | 5,76   |
| 15,2      | 106,00                   | 125,00                                 | 106,00                   | 1,73                     | 61,15  | 1,64   |
| 15,4      | 30,00                    | 56,00                                  | 30,00                    | 0,87                     | 34,62  | 2,89   |
| 15,6      | 79,00                    | 92,00                                  | 79,00                    | 1,73                     | 45,58  | 2,19   |
| 15,8      | 20,00                    | 46,00                                  | 20,00                    | 0,73                     | 27,27  | 3,67   |
| 16        | 75,00                    | 86,00                                  | 75,00                    | 0,73                     | 102,27 | 0,98   |
| 16,2      | 51,00                    | 62,00                                  | 51,00                    | 1,07                     | 47,81  | 2,09   |
| 16,4      | 47,00                    | 63,00                                  | 47,00                    | 0,67                     | 70,50  | 1,42   |
| 16,6      | 10,00                    | 20,00                                  | 10,00                    | 0,13                     | 75,00  | 1,33   |
| 16,8      | 9,00                     | 11,00                                  | 9,00                     | 0,53                     | 16,88  | 5,93   |
| 17        | 8,00                     | 16,00                                  | 8,00                     | 0,47                     | 17,14  | 5,83   |
| 17,2      | 17,00                    | 24,00                                  | 17,00                    | 0,53                     | 31,88  | 3,14   |
| 17,4      | 7,00                     | 15,00                                  | 7,00                     | 0,53                     | 13,13  | 7,62   |
| 17,6      | 8,00                     | 16,00                                  | 8,00                     | 0,13                     | 60,00  | 1,67   |
| 17,8      | 9,00                     | 11,00                                  | 9,00                     | 0,67                     | 13,50  | 7,41   |
| 18        | 91,00                    | 101,00                                 | 91,00                    | 2,80                     | 32,50  | 3,08   |
| 18,2      | 24,00                    | 66,00                                  | 24,00                    | 0,60                     | 40,00  | 2,50   |
| 18,4      | 8,00                     | 17,00                                  | 8,00                     | 0,60                     | 13,33  | 7,50   |
| 18,6      | 11,00                    | 20,00                                  | 11,00                    | 0,53                     | 20,63  | 4,85   |
| 18,8      | 15,00                    | 23,00                                  | 15,00                    | 0,80                     | 18,75  | 5,33   |
| 19        | 19,00                    | 31,00                                  | 19,00                    | 1,20                     | 15,83  | 6,32   |
| 19,2      | 24,00                    | 42,00                                  | 24,00                    | 0,80                     | 30,00  | 3,33   |
| 19,4      | 21,00                    | 33,00                                  | 21,00                    | 1,20                     | 17,50  | 5,71   |
| 19,6      | 19,00                    | 37,00                                  | 19,00                    | 1,33                     | 14,25  | 7,02   |
| 19,8      | 32,00                    | 52,00                                  | 32,00                    | 1,27                     | 25,26  | 3,96   |
| 20        | 22,00                    | 41,00                                  | 22,00                    | 0,60                     | 36,67  | 2,73   |



## PORTANZA E CEDIMENTI PER UNA FONDAZIONE DI TIPO PLATEA

### DATI GENERALI

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Azione sismica           | NTC 2008 |
| Larghezza fondazione     | 20,0 m   |
| Lunghezza fondazione     | 30,0 m   |
| Profondità piano di posa | 3,8 m    |
| Altezza di incastro      | 1,2 m    |
| Profondità falda         | 1,7      |

### SISMA

|   |                  |
|---|------------------|
| Accelerazione massima (ag/g)                                | 0,093            |
| Effetto sismico secondo                                     | NTC(C7.11.5.3.1) |
| Fattore di struttura [q]                                    | 3                |
| Periodo fondamentale vibrazione [T]                         | 0,736            |
| Coefficiente intensità sismico terreno [K <sub>hk</sub> ]   | 0,0187           |
| Coefficiente intensità sismico struttura [K <sub>hi</sub> ] | 0,07             |

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Tipo opera:          | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso:        | Classe III          |
| Vita nominale:       | 50,0 [anni]         |
| Vita di riferimento: | 75,0 [anni]         |

#### Parametri sismici su sito di riferimento

|                        |    |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo:  | C  |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 45,0                          | 0,27                      | 2,5       | 0,22         |
| S.L.D.               | 75,0                          | 0,32                      | 2,52      | 0,27         |
| S.L.V.               | 712,0                         | 0,61                      | 2,76      | 0,38         |
| S.L.C.               | 1462,0                        | 0,73                      | 2,84      | 0,4          |

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[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.               | 0,915                       | 0,2         | 0,0187    | 0,0093      |
| S.L.C.               | 1,095                       | 0,2         | 0,0223    | 0,0112      |

## 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<br>[m] | Gam<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Gams<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Fi<br>[°] | Fi Corr.<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | c Corr.<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | cu<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ey<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ed<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ni  | Cv<br>[cmq/s] | Cs    |
|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|---------------|-------|
| 3,0       | 17,65                       | 18,63                        | 29,0      | 20,37           | 0,0                       | 0,0                             | 0,0                        | 9806,65                    | 0,0                        | 0,0 | 0,0           | 0,0   |
| 4,0       | 18,63                       | 19,61                        | 32,0      | 22,72           | 0,0                       | 0,0                             | 0,0                        | 19613,3                    | 19613,3                    | 0,0 | 0,0           | 0,0   |
| 8,2       | 18,63                       | 19,61                        | 35,0      | 25,13           | 0,0                       | 0,0                             | 0,0                        | 19613,3                    | 19613,3                    | 0,0 | 0,0           | 0,0   |
| 1,8       | 19,61                       | 21,57                        | 0,0       | 0               | 0,0                       | 0,0                             | 60,0                       | 4500,0                     | 4903,33                    | 0,0 | 0,005         | 0,004 |
| 7,0       | 17,65                       | 18,63                        | 28,0      | 19,61           | 0,0                       | 0,0                             | 0,0                        | 7354,99                    | 7354,99                    | 0,0 | 0,0           | 0,0   |

## Carico limite

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

| Nr. | Nome<br>combinazione<br>e | Pressione<br>normale di<br>progetto<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | N<br>[kN] | Mx<br>[kN·m] | My<br>[kN·m] | Hx<br>[kN] | Hy<br>[kN] | Tipo     |
|-----|---------------------------|---|-----------|--------------|--------------|------------|------------|----------|
| 1   | Carico limite             | 0,00  | 0,00      | 0,00         | 0,00         | 0,00       | 0,00       | Progetto |

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

| Nr | Correzione<br>Sismica | Tangente<br>angolo di<br>resistenza al<br>taglio | Coesione<br>efficace | Coesione<br>non drenata | Peso Unità<br>volume in<br>fondazione | Peso unità<br>volume<br>copertura | Coef. Rid.<br>Capacità<br>portante<br>verticale | Coef. Rid. Ca<br>pacità<br>portante<br>orizzontale |
|----|-----------------------|--|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 1  | No                    | 1  | 1                    | 1                       | 1                                     | 1                                 | 3   | 3  |

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

|   |       |
|---|-------|
| Fattore [Nq]                              | 8,42  |
| Fattore [Nc]                              | 17,71 |
| Fattore [Ng]                              | 4,66  |
| Fattore forma [Sc]                        | 1,29  |
| Fattore profondità [Dc]                   | 1,08  |
| Fattore inclinazione carichi [Ic]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gc]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bc]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sq]                        | 1,26  |
| Fattore profondità [Dq]                   | 1,06  |
| Fattore inclinazione carichi [Iq]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gq]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bq]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sg]                        | 0,8   |
| 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] | 1,0   |
| Fattore correzione sismico inerziale [zc] | 1,0   |

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Carico limite          | 918,52 kN/m <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 306,17 kN/m <sup>2</sup> |

## A1+M1+R3

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

| Nr. | Nome<br>combinazione | Pressione<br>normale di<br>progetto<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | N<br>[kN] | Mx<br>[kN·m] | My<br>[kN·m] | Hx<br>[kN] | Hy<br>[kN] | Tipo     |
|-----|----------------------|---|-----------|--------------|--------------|------------|------------|----------|
| 1   | A1+M1+R3             | 0,00  | 0,00      | 0,00         | 0,00         | 0,00       | 0,00       | Progetto |
| 2   | Sisma                | 0,00  | 0,00      | 0,00         | 0,00         | 0,00       | 0,00       | Progetto |
| 3   | S.L.E.               | 0,00  | 0,00      | 0,00         | 0,00         | 0,00       | 0,00       | Servizio |
| 4   | S.L.D.               | 0,00  | 0,00      | 0,00         | 0,00         | 0,00       | 0,00       | Servizio |

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

| Nr | Correzione<br>Sismica | Tangente<br>angolo di<br>resistenza al<br>taglio | Coesione<br>efficace | Coesione<br>non drenata | Peso Unità<br>volume in<br>fondazione | Peso unità<br>volume<br>copertura | Coef. Rid.<br>Capacità<br>portante<br>verticale | Coef.Rid.Ca<br>pacità<br>portante<br>orizzontale |
|----|-----------------------|--|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| 1  | No                    | 1  | 1                    | 1                       | 1                                     | 1                                 | 2,3   | 1,1  |
| 2  | Si                    | 1  | 1                    | 1                       | 1                                     | 1                                 | 2,3   | 1,1  |
| 3  | No                    | 1  | 1                    | 1                       | 1                                     | 1                                 | 1   | 1  |
| 4  | No                    | 1  | 1                    | 1                       | 1                                     | 1                                 | 1   | 1  |

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

|   |       |
|---|-------|
| Fattore [Nq]                              | 8,42  |
| Fattore [Nc]                              | 17,71 |
| Fattore [Ng]                              | 4,66  |
| Fattore forma [Sc]                        | 1,29  |
| Fattore profondità [Dc]                   | 1,08  |
| Fattore inclinazione carichi [Ic]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gc]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bc]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sq]                        | 1,26  |
| Fattore profondità [Dq]                   | 1,06  |
| Fattore inclinazione carichi [Iq]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gq]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bq]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sg]                        | 0,8   |
| 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] | 1,0   |
| Fattore correzione sismico inerziale [zc] | 1,0   |

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| Carico limite          | 918,52 kN/m <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 399,36 kN/m <sup>2</sup> |

## Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

|   |       |
|---|-------|
| Fattore [Nq]                              | 8,42  |
| Fattore [Nc]                              | 17,71 |
| Fattore [Ng]                              | 4,66  |
| Fattore forma [Sc]                        | 1,29  |
| Fattore profondità [Dc]                   | 1,08  |
| Fattore inclinazione carichi [Ic]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gc]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bc]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sq]                        | 1,26  |
| Fattore profondità [Dq]                   | 1,06  |
| Fattore inclinazione carichi [Iq]         | 1,0   |
| Fattore inclinazione pendio [Gq]          | 1,0   |
| Fattore inclinazione base [Bq]            | 1,0   |
| Fattore forma [Sg]                        | 0,8   |
| 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          | 831,59 kN/m <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 361,56 kN/m <sup>2</sup> |

## CEDIMENTI PER OGNI STRATO

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

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Pressione normale di progetto | 80,0 kN/m <sup>2</sup> |
| Cedimento dopo T anni         | 10,0                   |
| <b>Cedimento totale</b>       | <b>3,93 cm</b>         |

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

| Strato | Z<br>(m) | Tensione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Dp<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Metodo     | Wc<br>(cm) | Ws<br>(cm) | Wt<br>(cm) |
|--------|----------|----------------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 2      | 5,4      | 65,002                           | 30,622                     | Edometrico | 0,5        | --         | 0,5        |
| 3      | 11,1     | 120,879                          | 27,003                     | Edometrico | 1,13       | --         | 1,13       |
| 4      | 16,1     | 171,658                          | 20,913                     | Edometrico | 0,77       | --         | 0,77       |
| 5      | 20,5     | 213,125                          | 16,052                     | Edometrico | 1,53       | --         | 1,53       |

# *Allegato 3*

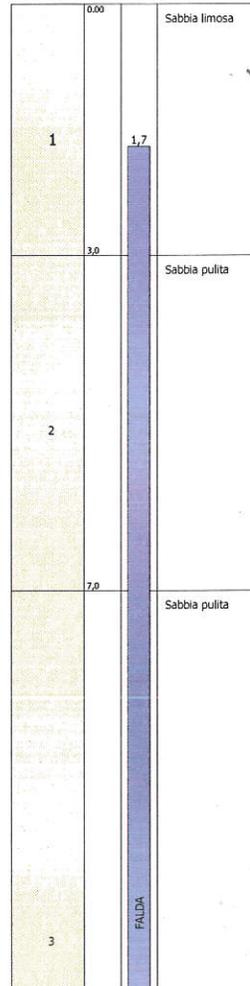
*Verifica del rischio di liquefazione*

**Valutazione del rischio di liquefazione**  
**Metodo di verifica: Robertson e Wride**  
**Diagrammi: - qc - Fs**

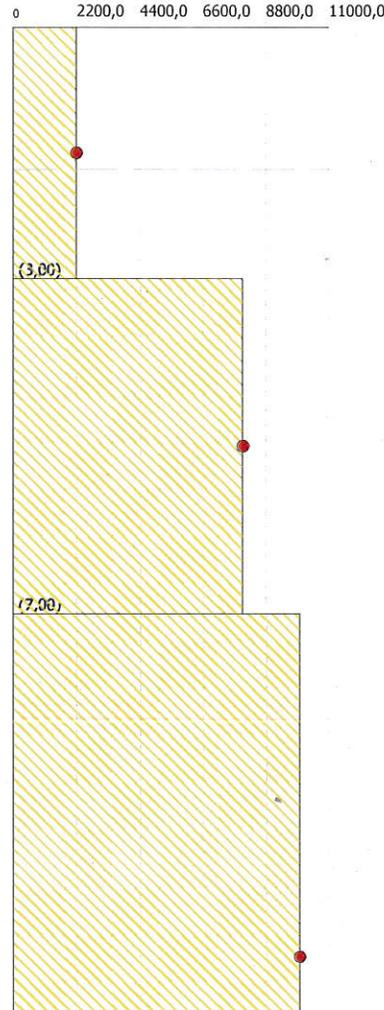
Committente: Panveneta S.r.l  
 Località: Viale Padova, Chioggia loc. Sottomarina (VE)

Data: 07/03/2014

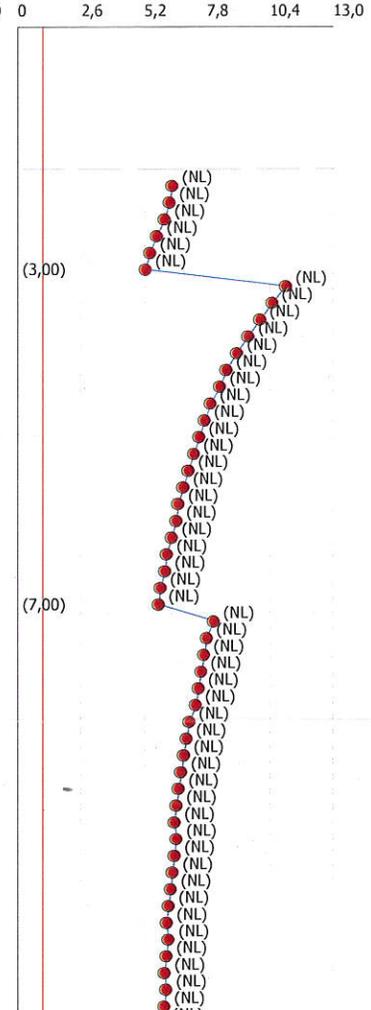
Colonna stratigrafica



qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



### CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

#### Dati generali

Numero di strati = 5

Profondità della falda = 1,7 m

Magnitudo del sisma = 6

Accelerazione massima al suolo = 0,09

| Strato Nr. | Descrizione (-) | Quota iniziale (m) | Quota finale (m) | Peso di volume secco (KN/mc) | Peso di volume saturo (KN/mc) | Resistenza qc (KPa) | Resistenza all'attrito laterale fs (KPa) |
|------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| 1          | Sabbia limosa   | 0                  | 3                | 17,65                        | 18,63                         | 2200                | 70                                       |
| 2          | Sabbia pulita   | 3                  | 7                | 18,63                        | 19,61                         | 8000                | 140                                      |
| 3          | Sabbia pulita   | 7                  | 15,2             | 18,63                        | 19,61                         | 10000               | 180                                      |
| 4          | Argilla         | 15,2               | 17               | 19,61                        | 21,57                         | 900                 | 40                                       |
| 5          | Sabbia limosa   | 17                 | 20               | 17,65                        | 18,63                         | 2000                | 110                                      |

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1,44

| Verifica Nr. | Prof. dal p.c. (m) | Pressione litostatica totale (KPa) | Pressione verticale efficace (KPa) | Resistenza alla punta normalizzata Q | Attrito laterale normalizzato F (%) | Indice di comportamento Ic | Correzione per la pressione litostatica efficace CQ | Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa) | Coefficiente riduttivo (rd) | Resistenza alla liquefazione (CRR) | Sforzo di taglio normalizzato (CSR) | Coefficiente di sicurezza (Fs) | Suscettibilità di liquefazione | Indice di liquefazione | Rischio di liquefazione |
|--------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|---|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1            | 1,90               | 33,73                              | 31,77                              | 39,03                                | 3,23                                | 2,55                       | 1,70  | 114,19                                    | 0,99                        | 0,22                               | 0,03                                | 6,32                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 2            | 2,10               | 37,46                              | 33,53                              | 37,99                                | 3,24                                | 2,56                       | 1,70  | 116,13                                    | 0,98                        | 0,23                               | 0,04                                | 6,21                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 3            | 2,30               | 41,18                              | 35,30                              | 37,03                                | 3,24                                | 2,57                       | 1,68  | 116,62                                    | 0,98                        | 0,23                               | 0,04                                | 6,01                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 4            | 2,50               | 44,91                              | 37,06                              | 36,14                                | 3,25                                | 2,58                       | 1,64  | 115,61                                    | 0,98                        | 0,22                               | 0,04                                | 5,69                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 5            | 2,70               | 48,64                              | 38,83                              | 35,31                                | 3,25                                | 2,59                       | 1,60  | 114,47                                    | 0,98                        | 0,22                               | 0,04                                | 5,41                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 6            | 2,90               | 52,36                              | 40,59                              | 34,53                                | 3,26                                | 2,60                       | 1,57  | 113,91                                    | 0,98                        | 0,22                               | 0,04                                | 5,22                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 7            | 3,10               | 56,19                              | 42,46                              | 122,77                               | 1,76                                | 2,01                       | 1,53  | 161,42                                    | 0,98                        | 0,47                               | 0,04                                | 11,03                          | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 8            | 3,30               | 60,11                              | 44,42                              | 120,03                               | 1,76                                | 2,02                       | 1,50  | 159,40                                    | 0,97                        | 0,46                               | 0,04                                | 10,47                          | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 9            | 3,50               | 64,03                              | 46,38                              | 117,47                               | 1,76                                | 2,03                       | 1,47  | 157,31                                    | 0,97                        | 0,44                               | 0,04                                | 9,95                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 10           | 3,70               | 67,95                              | 48,34                              | 115,06                               | 1,76                                | 2,03                       | 1,44  | 155,16                                    | 0,97                        | 0,43                               | 0,05                                | 9,47                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 11           | 3,90               | 71,87                              | 50,30                              | 112,80                               | 1,77                                | 2,04                       | 1,41  | 152,95                                    | 0,97                        | 0,41                               | 0,05                                | 9,01                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |
| 12           | 4,10               | 75,80                              | 52,26                              | 110,66                               | 1,77                                | 2,05                       | 1,38  | 150,69                                    | 0,97                        | 0,40                               | 0,05                                | 8,58                           | NL                             | 0                      | Molto basso             |

| Resistenza all'attrito laterale fs (KPa) |
|--|
| 70                                       |
| 140                                      |
| 180                                      |
| 40                                       |
| 110                                      |

|    |      |        |        |        |      |      |      |        |      |      |      |      |    |   |             |
|----|------|--------|--------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|------|----|---|-------------|
| 17 | 5,10 | 95,41  | 62,06  | 101,55 | 1,77 | 2,07 | 1,27 | 143,03 | 0,96 | 0,35 | 0,05 | 7,21 | NL | 0 | Molto basso |
| 18 | 5,30 | 99,33  | 64,02  | 99,98  | 1,77 | 2,08 | 1,25 | 141,60 | 0,96 | 0,34 | 0,05 | 6,99 | NL | 0 | Molto basso |
| 19 | 5,50 | 103,25 | 65,98  | 98,49  | 1,77 | 2,08 | 1,23 | 140,14 | 0,96 | 0,34 | 0,05 | 6,78 | NL | 0 | Molto basso |
| 20 | 5,70 | 107,17 | 67,94  | 97,06  | 1,77 | 2,09 | 1,21 | 138,64 | 0,96 | 0,33 | 0,05 | 6,57 | NL | 0 | Molto basso |
| 21 | 5,90 | 111,09 | 69,91  | 95,68  | 1,77 | 2,09 | 1,20 | 138,26 | 0,95 | 0,33 | 0,05 | 6,50 | NL | 0 | Molto basso |
| 22 | 6,10 | 115,02 | 71,87  | 94,37  | 1,78 | 2,10 | 1,18 | 136,70 | 0,95 | 0,32 | 0,05 | 6,30 | NL | 0 | Molto basso |
| 23 | 6,30 | 118,94 | 73,83  | 93,11  | 1,78 | 2,10 | 1,16 | 135,11 | 0,95 | 0,31 | 0,05 | 6,10 | NL | 0 | Molto basso |
| 24 | 6,50 | 122,86 | 75,79  | 91,89  | 1,78 | 2,10 | 1,15 | 134,65 | 0,95 | 0,31 | 0,05 | 6,03 | NL | 0 | Molto basso |
| 25 | 6,70 | 126,78 | 77,75  | 90,73  | 1,78 | 2,11 | 1,13 | 133,00 | 0,95 | 0,30 | 0,05 | 5,84 | NL | 0 | Molto basso |
| 26 | 6,90 | 130,70 | 79,71  | 89,61  | 1,78 | 2,11 | 1,12 | 132,50 | 0,95 | 0,30 | 0,05 | 5,77 | NL | 0 | Molto basso |
| 27 | 7,10 | 134,63 | 81,67  | 110,65 | 1,82 | 2,06 | 1,11 | 153,24 | 0,95 | 0,41 | 0,05 | 8,05 | NL | 0 | Molto basso |
| 28 | 7,30 | 138,55 | 83,63  | 109,35 | 1,83 | 2,06 | 1,09 | 151,11 | 0,94 | 0,40 | 0,05 | 7,75 | NL | 0 | Molto basso |
| 29 | 7,50 | 142,47 | 85,59  | 108,09 | 1,83 | 2,06 | 1,08 | 150,35 | 0,94 | 0,40 | 0,05 | 7,64 | NL | 0 | Molto basso |
| 30 | 7,70 | 146,39 | 87,55  | 106,87 | 1,83 | 2,07 | 1,07 | 149,58 | 0,94 | 0,39 | 0,05 | 7,52 | NL | 0 | Molto basso |
| 31 | 7,90 | 150,31 | 89,51  | 105,70 | 1,83 | 2,07 | 1,06 | 148,78 | 0,94 | 0,39 | 0,05 | 7,41 | NL | 0 | Molto basso |
| 32 | 8,10 | 154,24 | 91,47  | 104,56 | 1,83 | 2,07 | 1,05 | 147,97 | 0,94 | 0,38 | 0,05 | 7,29 | NL | 0 | Molto basso |
| 33 | 8,30 | 158,16 | 93,43  | 103,46 | 1,83 | 2,08 | 1,03 | 145,73 | 0,94 | 0,37 | 0,05 | 7,02 | NL | 0 | Molto basso |
| 34 | 8,50 | 162,08 | 95,39  | 102,39 | 1,83 | 2,08 | 1,02 | 144,88 | 0,93 | 0,36 | 0,05 | 6,91 | NL | 0 | Molto basso |
| 35 | 8,70 | 166,00 | 97,35  | 101,35 | 1,83 | 2,08 | 1,01 | 144,02 | 0,93 | 0,36 | 0,05 | 6,80 | NL | 0 | Molto basso |
| 36 | 8,90 | 169,92 | 99,32  | 100,34 | 1,83 | 2,09 | 1,00 | 143,14 | 0,93 | 0,35 | 0,05 | 6,69 | NL | 0 | Molto basso |
| 37 | 9,10 | 173,85 | 101,28 | 99,37  | 1,83 | 2,09 | 0,99 | 142,25 | 0,93 | 0,35 | 0,05 | 6,59 | NL | 0 | Molto basso |



|    |       |        |        |       |      |      |      |        |      |      |      |      |    |   |             |
|----|-------|--------|--------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|------|----|---|-------------|
| 59 | 13,50 | 260,13 | 144,41 | 83,21 | 1,85 | 2,15 | 0,83 | 128,46 | 0,81 | 0,28 | 0,05 | 5,72 | NL | 0 | Molto basso |
| 60 | 13,70 | 264,05 | 146,37 | 82,66 | 1,85 | 2,15 | 0,83 | 128,85 | 0,81 | 0,28 | 0,05 | 5,79 | NL | 0 | Molto basso |
| 61 | 13,90 | 267,97 | 148,33 | 82,11 | 1,85 | 2,15 | 0,82 | 127,69 | 0,80 | 0,27 | 0,05 | 5,71 | NL | 0 | Molto basso |
| 62 | 14,10 | 271,90 | 150,29 | 81,57 | 1,85 | 2,15 | 0,82 | 128,07 | 0,80 | 0,28 | 0,05 | 5,77 | NL | 0 | Molto basso |
| 63 | 14,30 | 275,82 | 152,25 | 81,04 | 1,85 | 2,16 | 0,81 | 126,88 | 0,79 | 0,27 | 0,05 | 5,69 | NL | 0 | Molto basso |
| 64 | 14,50 | 279,74 | 154,21 | 80,53 | 1,85 | 2,16 | 0,81 | 127,25 | 0,79 | 0,27 | 0,05 | 5,76 | NL | 0 | Molto basso |
| 65 | 14,70 | 283,66 | 156,17 | 80,02 | 1,85 | 2,16 | 0,80 | 126,05 | 0,78 | 0,27 | 0,05 | 5,67 | NL | 0 | Molto basso |
| 66 | 14,90 | 287,58 | 158,14 | 79,52 | 1,85 | 2,16 | 0,80 | 126,42 | 0,78 | 0,27 | 0,05 | 5,74 | NL | 0 | Molto basso |
| 67 | 15,10 | 291,51 | 160,10 | 79,03 | 1,85 | 2,16 | 0,79 | 125,20 | 0,77 | 0,26 | 0,05 | 5,66 | NL | 0 | Molto basso |
| 68 | 15,30 | 295,62 | 162,25 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 69 | 15,50 | 299,94 | 164,61 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 70 | 15,70 | 304,25 | 166,96 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 71 | 15,90 | 308,57 | 169,31 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 72 | 16,10 | 312,88 | 171,66 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 73 | 16,30 | 317,19 | 174,02 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 74 | 16,50 | 321,51 | 176,37 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 75 | 16,70 | 325,82 | 178,72 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 76 | 16,90 | 330,14 | 181,07 |       |      |      |      |        |      |      |      |      | NL | 0 | Molto basso |
| 77 | 17,10 | 334,16 | 183,13 | 9,10  | 6,60 | 3,24 |      |        |      |      |      |      | NL |   | Molto basso |
| 78 | 17,30 | 337,88 | 184,90 | 8,99  | 6,62 | 3,24 |      |        |      |      |      |      | NL |   | Molto basso |
| 79 | 17,50 | 341,61 | 186,66 | 8,88  | 6,63 | 3,24 |      |        |      |      |      |      | NL |   | Molto basso |

