

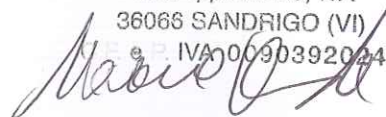
ex relazione U

NOARO COSTRUZIONI Srl

Viale Ippodromo, 7/A

36066 SANDRIGO (VI)

IVA 00903920447

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario O. A.', is written over the printed text.

COMUNE DI VICENZA

Provincia di Vicenza

**INDAGINE GEOLOGICA - GEOTECNICA SUI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE DI
UN'AREA ARTIGIANALE-COMMERCIALE IN COMMERCIALE-DIREZIONALE
IN STRADA STATALE N.11 VERSO VERONA.**

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECHINA

DATA:

Luglio 2010

Committente:

Noaro Costruzioni Srl

I relatori:

DOTT. GEOL. GIUSEPPE FRANCO DARTENI



DOTT.SSA GEOL. SARAH SILOVICH



1. PREMESSA

Su incarico dell' *arch. Faresin Luca* e per conto della Ditta *Noaro Costruzioni Srl*, questo studio ha effettuato un'indagine geologica – geotecnica sui terreni destinati al progetto di trasformazione di un'area Artigianale-Commerciale in Commerciale-Direzionale, in Strada Statale n. 11 verso Verona in Comune di Vicenza (VI).

Il piano di indagine finalizzato ad una caratterizzazione geologica geotecnica dell'area in studio, ha previsto le seguenti fasi lavorative:

- esecuzione di *n. 3 Sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo (S)*:

| Tipo di prova | Prova n. | Profondità m | Falda m |
|---------------|----------|--------------|----------------------|
| S | 1 | 15.00 | - 1.28 con Pz |
| S | 2 | 15.00 | - 1.45 con Pz |
| S | 3 | 15.00 | - 2.05 con Pz |

- esecuzione di *Prove Penetrometriche Standard (SPT)* all'interno dei fori di sondaggio;
- posizionamento di *piezometri* a tubo aperto per il monitoraggio del livello della falda;
- prelievo di *campioni di terreno* da sottoporre ad analisi chimica per la redazione della relazione ambientale secondo le direttive della delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 2424 del 08/08/2008 in materia di terre e rocce da scavo. La relazione ambientale viene allegata alla presente relazione;
- *Misurazione sismica tramite stazione singola (Tromino) per la determinazione delle Vs30.*

Si tiene a precisare che la presente relazione tecnica è stata uniformata ai contenuti del **D.M. 14 gennaio 2008: "Nuove norme tecniche per le costruzioni"**.

Allegati:

- Corografia dell'area scala 1:10.000
- Vista da satellite dell'area di interesse
- Estratto della Carta Geologica
- Planimetria di progetto con ubicazione delle prove in situ
- Colonne stratigrafiche
- Documentazione fotografica
- Curva dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale verticali del rumore sismico (HVSR)
- Spettri in velocità del rumore sismico delle tre componenti del moto
- Confronto tra curve H/V sperimentale e teorico e profilo Vs fino a 30 m
- Diagramma della distribuzione di probabilità dei parametri geotecnici (analisi statistica)
- Parametri di pericolosità sismica

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO DELL'AREA

L'area di studio si colloca in corrispondenza della pianura alluvionale presente a sud-ovest del centro abitato di Vicenza ad una quota del piano campagna di circa 33 m slm. L'area si trova lungo la Strada Statale n. 11 verso Verona all'interno di una zona Artigianale – commerciale.

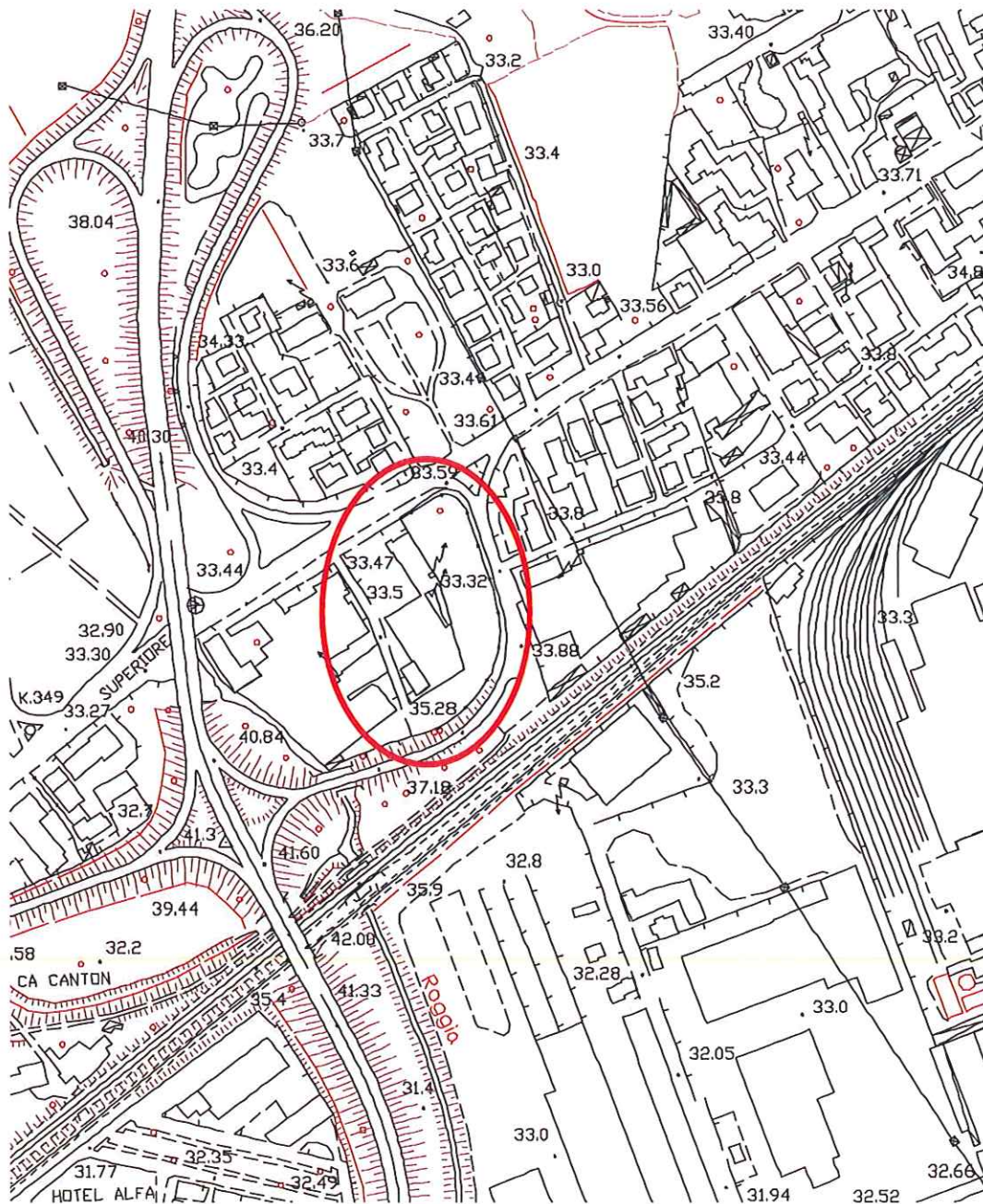


Figura n.1: corografia dell'area di intervento, scala 1:5.000



Figura n.2: Vista da satellite dell'area di interesse

Come si evince dall'estratto della carta geologica di seguito riportato, il sottosuolo in questa zona è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali quaternari costituiti prevalentemente da materiali sciolti sabbiosi e sabbioso limosi, derivanti dalle vicende deposizionali quaternarie dei vicini corsi fluviali.



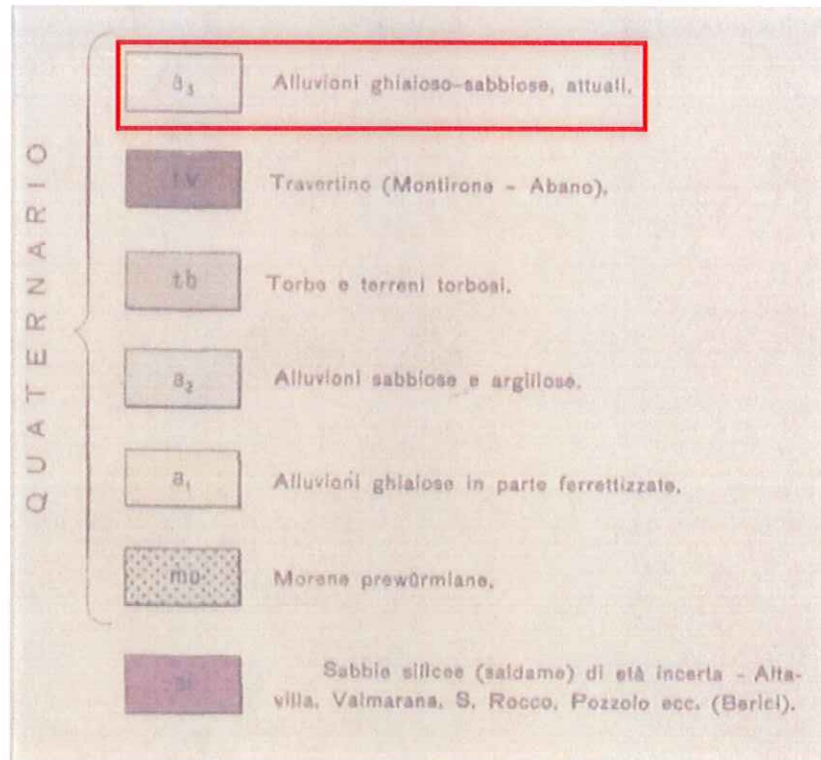


Figura n 3: Estratto dalla Carta Geologica de'Italia Fg. 50 e Legenda

2. NATURA DEI TERRENI E METODOLOGIA D'INDAGINE

Per la determinazione della natura dei terreni in posto, è stata eseguita la seguente campagna di indagine:

- ♦ n. 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo spinti fino a profondità massima di 15 m dal piano campagna attuale;
- ♦ esecuzione di prove geotecniche speditive in cantiere (Pocket e Torvane);
- ♦ esecuzione di prove penetrometriche standard in foro di sondaggio
- ♦ Misurazione del livello della falda.

2.1 Sondaggi geognostici

I sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo sono stati eseguiti con Sonda Geo 305 con carotiere da 101 mm con recupero delle carote. L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella planimetria allegata.



Figura 3 – Sonda GEO 305 durante l'esecuzione del sondaggio S3

I campioni di terreno prelevati, e catalogati nelle apposite cassette hanno evidenziato la presenza, a livello generale, di un substrato eterogeneo costituito prevalentemente da materiale limoso e sabbioso limoso da poco a mediamente compatto, la frazione sabbiosa aumenta in profondità.

Sondaggio S1

Il sondaggio S1 ubicato nella zona est del piazzale, come da planimetria allegata, è stato spinto fino alla profondità massima di 15 m dal piano campagna attuale e ha evidenziato la stratigrafia di seguito descritta.

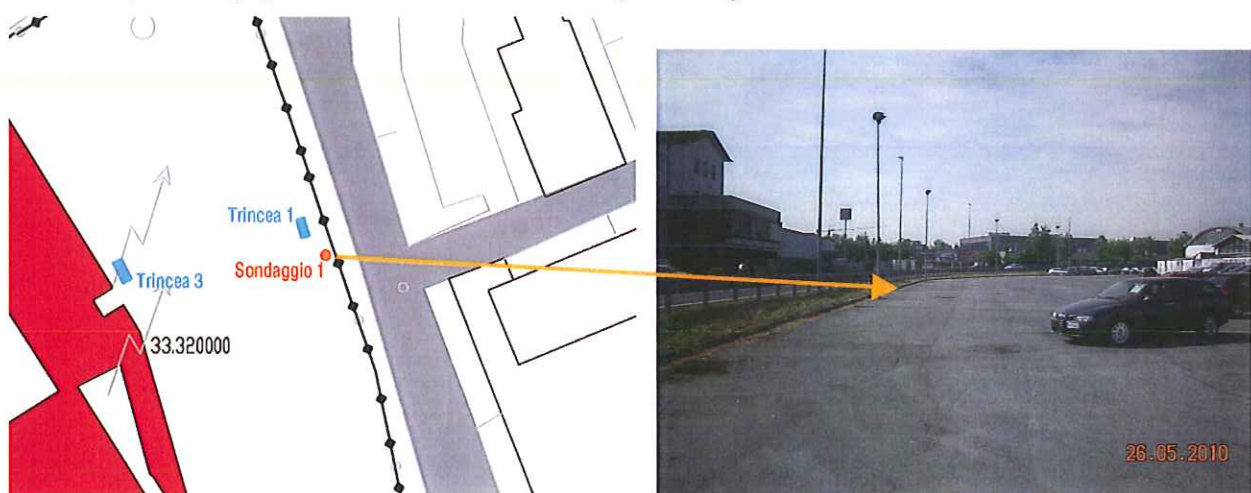


Figura 4 – Ubicazione del Sondaggio S1

Al di sotto del primo livello costituito dall'asfalto del piazzale dello spessore di circa 10 cm si trovano terreni di riporto ghiaiosi in matrice argillosa addensati e di colore marrone chiaro fino a 0.8 m. Oltre tale profondità seguono limi sabbiosi di colore marroncino mediamente compatti fino alla profondità di 2.5 m. Tra i 2.5 m e i 3.0 m di profondità è stato prelevato il campione indisturbato con campionatore tipo Shelby per le analisi di laboratorio. Dai 3.0 m di profondità ai 3.8 m si trovano ancora limi sabbiosi poco compatti. Da tale profondità fino a 5.0 m si trovano sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio poco compatti.

Seguono limi e limi sabbiosi da poco a mediamente compatti con presenza di un livello torboso tra 8.5 m e 8.6 m, fino alla profondità di 14.2 m. Dai 14.2 m alla quota di fine sondaggio (15.0 m) si trova uno strato sabbioso debolmente limoso abbastanza addensato.



Figura 5 – Sondaggio S1 da 0.00 m a – 15.00 m da p.c.

Sondaggio S2

Il sondaggio S2 ubicato nella zona nord del piazzale, come da planimetria allegata, è stato spinto fino alla profondità massima di 15 m dal piano campagna attuale e ha evidenziato la stratigrafia di seguito descritta.

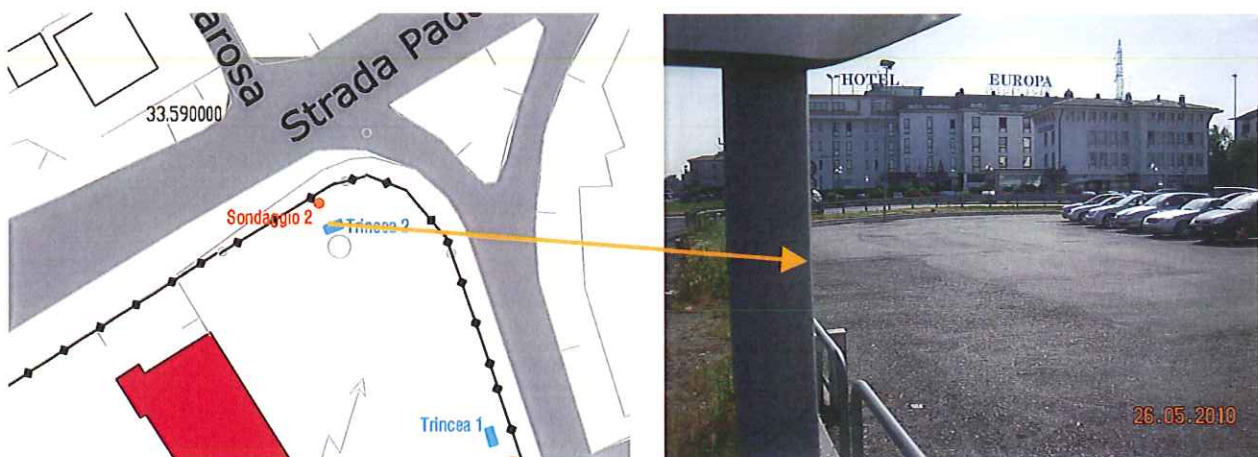


Figura 6 – Ubicazione del Sondaggio S2

Al di sotto del primo livello costituito dall'asfalto del piazzale dello spessore di circa 10 cm si trovano terreni di riporto ghiaiosi in matrice argillosa addensati e di colore nocciola fino a 1.3 m. Oltre tale profondità seguono limi sabbiosi di colore marroncino mediamente compatti fino alla profondità di 2.5 m. Tra i 2.5 m e i 3.0 m di profondità è stato prelevato il campione indisturbato con campionatore tipo Shelby per le analisi di laboratorio. Dai 3.0 m di profondità ai 3.8 m si trovano ancora limi sabbiosi poco compatti. Da tale profondità fino a 5.5 m si trovano sabbie debolmente limose poco addensate. Seguono limi e limi sabbiosi da poco a mediamente compatti con presenza di livelli torbosi tra 5.5 m e 9.6 m, fino alla massima profondità raggiunta (15.0 m).



Figura 7 – Sondaggio S2 da 0.00 m a – 15.00 m da p.c.

Sondaggio S3

Il sondaggio S3 ubicato nella zona sud del piazzale, come da planimetria allegata, è stato spinto fino alla profondità massima di 15 m dal piano campagna attuale e ha evidenziato la stratigrafia di seguito descritta.

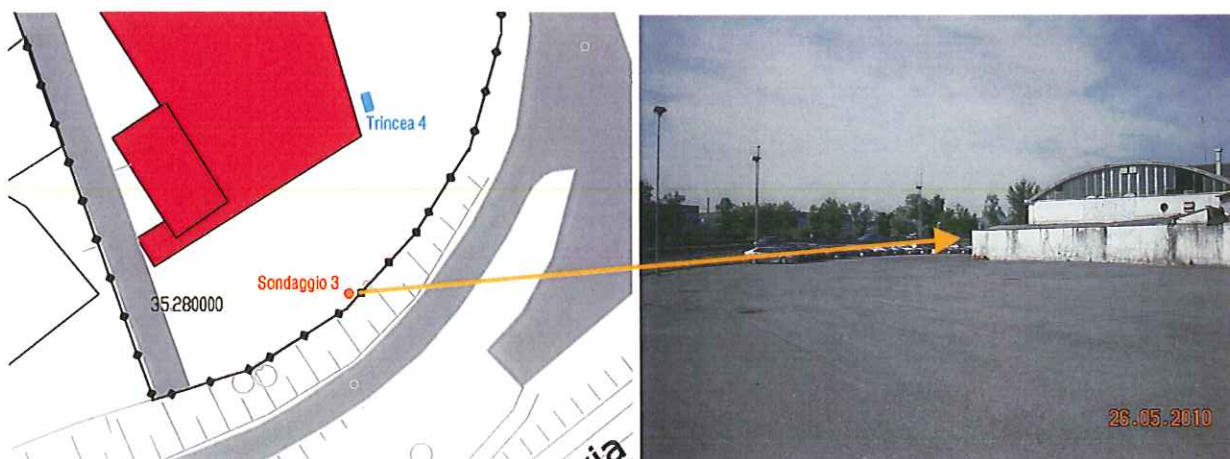


Figura 8 – Ubicazione del Sondaggio S3

Al di sotto del primo livello costituito dall'asfalto del piazzale dello spessore di circa 10 cm si trovano terreni di riporto ghiaiosi in matrice limoso argillosa mediamente addensati di colore marrone fino a 1.3 m e riporti ghiaiosi in matrice limosa di colore marrone scuro fino a 2.0 m. Oltre tale profondità seguono limi debolmente sabbiosi di colore marroncino mediamente compatti fino alla profondità di 2.5 m. Tra i 2.5 m e i 3.0 m di profondità è stato prelevato il campione indisturbato con

campionatore tipo Shelby per le analisi di laboratorio. Dai 3.0 m di profondità ai 5.5 m si trovano limi sabbiosi di colore marroncino verdastro abbastanza compatti. Da tale profondità fino a 6.4 m si trovano limi sabbiosi di colore grigio con presenza di livelli torbosi. Seguono fino a 13.0 m di profondità limi sabbiosi da grigio a grigio scuro con compattezza che diminuisce con la profondità.

Oltre tale profondità fino a -15.0 m quota di fine sondaggio si trova uno strato sabbioso di colore grigio scuro mediamente compatto.



Figura 9 – Sondaggio S3 da 0.00 m a - 15.00 m da p.c.

2.2 Prove speditive di cantiere

Durante le operazioni di carotaggio sono state eseguite prove di cantiere con il **Pocket Penetrometer** e il **Torvane** per avere una prima stima dello stato di consistenza della matrice limosa e limoso argillosa individuata fino alle massime profondità raggiunte.

E' stato utilizzato un *Pocket Penetrometer* per misurare la resistenza. Si tratta di un penetrometro tascabile che consente di misurare la resistenza all'avanzamento di una punta standard sui campioni estratti. La punta viene spinta sulla superficie del campione per alcuni millimetri, raggiunto il livello di riferimento standard si può leggere la misura della resistenza statica alla punta sull'apposito indicatore.

Per misurare la resistenza al taglio è stato utilizzato un *Torvane*; si tratta di uno scissometro tascabile da cantiere che serve a misurare la resistenza al taglio di un modesto spessore, (qualche mm) di terreni coesivi a partire da una superficie libera (non può essere infisso completamente nel terreno).

Tale strumento consente di misurare la resistenza dei suoli nei seguenti 3 casi:

- ♦ alle estremità o su superfici di taglio di materiali prelevati nel carotaggio;
- ♦ sui campioni indisturbati;
- ♦ sulle pareti di scavo.

La prova nel nostro caso è stata eseguita in cantiere sulle carote estratte durante l'esecuzione del sondaggio (vedi colonna stratigrafica allegata).

In generale i terreni presentano dei livelli a diverso grado di consistenza, infatti i valori di resistenza al pocket penetrometer risultano variabili da un minimo di 0.1 Kg/cm² a un massimo di 2.3 Kg/cm² in corrispondenza dei livelli più compatti.

Secondo l'elaborazione statistica considerato il 5° *percentile* della distribuzione log normale dei parametri, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, i terreni indagati costituiti da limi e limi sabbiosi con caratteristiche simili in tutta l'area indagata presentano un valore caratteristico della resistenza di punta al Pocket Penetrometer pari a 0.48 Kg/cm² pari a 48 KPa.

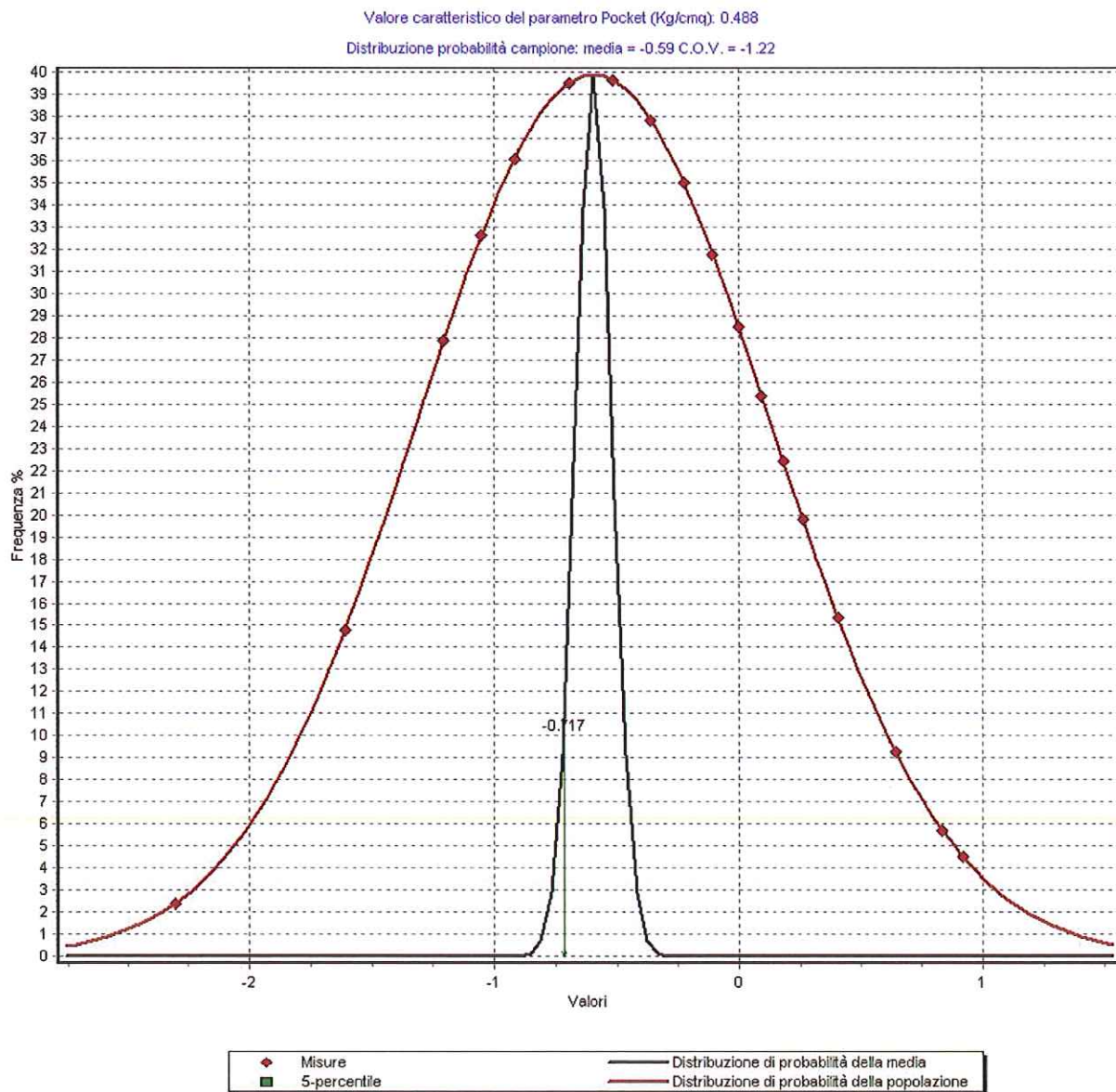


Figura 10 – Distribuzione statistica del valore di resistenza alla punta del Pocket Penetrometer

Per quanto riguarda i valori di resistenza al taglio misurati con il Torvane i valori variano da un minimo di 0.05 Kg/cm² ad un massimo di 0.55 Kg/cm².

Secondo l'elaborazione statistica considerato il 5° *percentile* della distribuzione log normale dei parametri, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, i terreni indagati costituiti da limi e limi sabbiosi con caratteristiche simili in tutta l'area indagata presentano un valore caratteristico della resistenza al taglio pari a 0.19 Kg/cm² per un valore di progetto pari a 19 KPa.

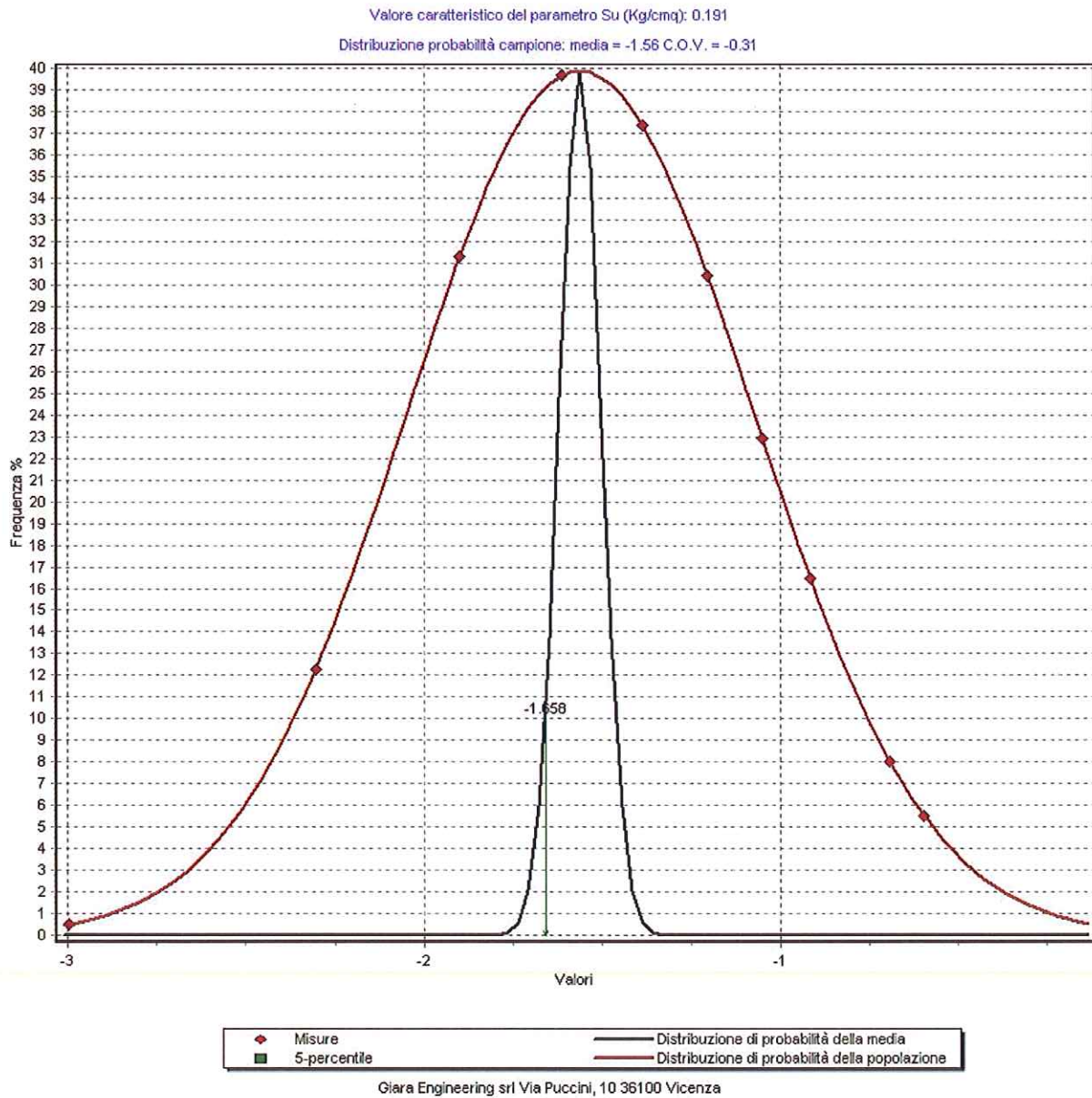


Figura 11 - Distribuzione statistica del valore di resistenza al taglio S_u

2.3 Analisi di laboratorio su campione indisturbato

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati 3 campioni indisturbati con campionatore tipo Shelby al fine di eseguire analisi geotecniche di laboratorio.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei campioni e delle profondità di prelievo.

| Denominazione campione | Profondità m da p.c. |
|------------------------|-------------------------|
| S1 C1 | -2.50 ÷ 3.00 |
| S2 C2 | -2.50 ÷ 3.00 |
| S3 C3 | -2.50 ÷ 3.00 |

Sui campioni prelevati si sono eseguite le seguenti analisi:

- Classificazione AASHTO M 145-82 (CNR UNI 10006)
- Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande – Raccomandazioni AGI '94

Campione S1 C1

Il campione estratto dalla fustella prelevata nel sondaggio S1 è costituito da Limo argilloso con elementi calcarenitici in agglomerati centimetraci. In base alla classificazione granulometrica e alla determinazione dei Limiti di Atterberg è stato possibile classificare il terreno analizzato come appartenente alla Classe 4 della Classificazione Stradale AASHTO.

Con l'esecuzione della prova di taglio diretto con Scatola di Casagrande si sono ottenuti i seguenti parametri:

Angolo d'attrito $\phi = 15^\circ$
 Coesione efficace $c' = 0.144 \text{ daN/cm}^2$

Campione S2 C2

Il campione estratto dalla fustella prelevata nel sondaggio S2 è costituito da Limo argilloso con elementi calcarenitici in agglomerati centimetraci. In base alla classificazione granulometrica e alla determinazione dei Limiti di Atterberg è stato possibile classificare il terreno analizzato come appartenente alla Classe 4 della Classificazione Stradale AASHTO.

Con l'esecuzione della prova di taglio diretto con Scatola di Casagrande si sono ottenuti i seguenti parametri:

Angolo d'attrito $\phi = 11^\circ$
 Coesione efficace $c' = 0.148 \text{ daN/cm}^2$

Campione S3 C3

Il campione estratto dalla fustella prelevata nel sondaggio S3 è costituito da Limo argilloso con elementi calcarenitici in agglomerati centimetraci. In base alla classificazione granulometrica e alla determinazione dei Limiti di Atterberg è stato possibile classificare il terreno analizzato come appartenente alla Classe 4 della Classificazione Stradale AASHTO.

Con l'esecuzione della prova di taglio diretto con Scatola di Casagrande si sono ottenuti i seguenti parametri:

Angolo d'attrito $\phi = 14^\circ$
Coesione efficace $c' = 0.230 \text{ daN/cm}^2$

I certificati di analisi sono allegati in coda alla relazione.

2.4 Prove Penetrometriche Standard

La prova SPT è una prova empirica di grande diffusione che consente di stimare i parametri geotecnici dei terreni indagati, la prova trova largo impiego per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, in particolare quelli granulari.

Più precisamente la prova SPT consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di una punta conica infissa a partire dal fondo di un foro di sondaggio. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. Essa consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63.7 Kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitata la punta. Il numero di colpi (N) necessario per una penetrazione della punta pari a 300 mm (dopo l'eventuale penetrazione quasi-statica per gravità e dopo 150 mm di infissione dinamica per il posizionamento) è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione (**Nspt**).

Il valore dei colpi è condizionato dalla profondità di prova, e va quindi normalizzato in base alla profondità per la pressione esercitata dal terreno sovrastante. Questo consente un confronto parificato dei dati di resistenza dei vari terreni supposti alla stessa tensione di 1 Kg/cmq:

$$N' = CN \times N$$

Con $CN = 1/(\sigma'_{vo})^n$

σ'_{vo} = pressione geostatica (Kg/cmq)

$n = 0,5$ (secondo *Liao e Whitman, 1985*)

I valori così ottenuti sono correlabili empiricamente ai dati geotecnici del terreno grazie all'ampia casistica degli studi in possesso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati rilevati e il valore dell' $N'spt$, calcolato per le prove in cui non si è raggiunto il rifiuto (Rif. = $Nspt > 50$), e normalizzato rispetto alla tensione $\sigma'_{vo} = 1$ Kg/cmq.

Dati relativi alle prove SPT effettuate:

Livello A profondità 3.00 m da p.c.

| Sondaggio | Profondità (m da piano di prova) | Numero di colpi misurato ogni 15 cm | Nspt | N'spt |
|-----------|-------------------------------------|--|------|-------|
| S1 | 3.00 ÷ 3.45 | 1/0/0 | 0 | 0 |
| S2 | 3.00 ÷ 3.45 | 0/0/1 | 1 | 1 |

Livello B profondità 4.50 m da p.c.

| Sondaggio | Profondità (m da piano di prova) | Numero di colpi misurato ogni 15 cm | Nspt | N'spt |
|-----------|-------------------------------------|--|------|-------|
| S1 | 4.50 ÷ 4.95 | 1/0/0 | 0 | 0 |
| S2 | 4.50 ÷ 4.95 | 1/1/1 | 2 | 2 |
| S3 | 4.50 ÷ 4.95 | 1/0/0 | 0 | 0 |

Livello C profondità 6.00 m da p.c.

| Sondaggio | Profondità (m da piano di prova) | Numero di colpi misurato ogni 15 cm | Nspt | N'spt |
|-----------|-------------------------------------|--|------|-------|
| S1 | 6.00 ÷ 6.45 | 1/1/0 | 1 | 1 |
| S3 | 6.00 ÷ 6.45 | 1/2/4 | 6 | 4 |

| Valutazione dei parametri di resistenza dai dati dello S.P.T. | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Definizione della roccia | Numero dei colpi N (S.P.T.) | Indice di consistenza I_c | Coesione non drenata c_u (bar) |
| <i>Roccia coerente</i> | | | |
| Molto soffice | < 2 | ~ 0 | < 0,1 |
| Soffice | 2 ÷ 4 | 0 ÷ 0,25 | 0,1 ÷ 0,25 |
| Plastica | 4 ÷ 8 | 0,25 ÷ 0,5 | 0,25 ÷ 0,5 |
| Dura | 8 ÷ 15 | 0,5 ÷ 0,75 | 0,5 ÷ 1,0 |
| Molto dura | 15 ÷ 30 | 0,75 ÷ 1,0 | 1,0 ÷ 2,0 |
| Durissima | > 30 | > 1,0 | > 2,0 |
| | | Densità relativa D_r | Angolo di attrito φ' |
| <i>Roccia incoerente</i> | | | |
| Molto sciolta | < 4 | < 0,2 | < 30° |
| Sciolta | 4 ÷ 10 | 0,2 ÷ 0,4 | 30° ÷ 35° |
| Media | 10 ÷ 30 | 0,4 ÷ 0,6 | 35° ÷ 40° |
| Densa | 30 ÷ 50 | 0,6 ÷ 0,8 | 40° ÷ 45° |
| Molto densa | > 50 | > 0,8 | > 45° |

Figura 12 – tabella di valutazione dei parametri di resistenza dai dati SPT (C. Cestelli Guidi)

Dai risultati delle prove penetrometriche standard risulta che si tratta di terreni soffici e molto soffici con mediocri caratteristiche geotecniche.

1. SUDDIVISIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI

Al fine di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione dell'area, sono state effettuate n. 7 prove penetrometriche dinamiche standard all'interno dei fori di sondaggio.

In base a quanto emerso dalla campagna geognostica effettuata sono stati individuati i seguenti litotipi caratterizzati da diverse resistenze alla penetrazione della punta.

Livello A: da - 3.00 m a - 3.45 m da p.c.

Limi sabbiosi o debolmente sabbiosi.

Livello B: da - 4.50 m a - 4.95 m da p.c.:

Limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio.

Livello C: da - 6.00 m a - 6.45 m da p.c.:

Limi e limi sabbiosi con presenza locale di livelli torbosi.

2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (ANALISI STATISTICA)

In base a quanto riportato nel NTU per le costruzioni, per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi individuati, è stata effettuata un'analisi statistica dei parametri geotecnici dei terreni. In particolare sono stati utilizzati dei fogli di calcolo in cui viene considerato il 5° *percentile* della distribuzione log normale dei parametri.

Dall'analisi dei diagrammi penetrometrici è stato possibile individuare, a livello generale in tutta l'area indagata, la presenza al di sotto dei terreni di riporto superficiali di limi e limi sabbiosi fino alle massime profondità raggiunte.

L'analisi statistica, con i fogli di calcolo precedentemente citati, ha permesso di attribuire ai litotipi individuati un valore caratteristico (X_k) e di progetto (X_d) di angolo di attrito (ϕ) per i depositi granulari e di coesione non drenata (C_u) relativamente alle intercalazioni argillose con comportamento coesivo.

Di seguito verranno riportati i parametri geotecnici considerando grandi volumi di rottura (resistenze compensate) in quanto le misure di resistenza dei terreni sono state effettuate all'interno del volume significativo come descritto nel NTU per le costruzioni.

Livello A: da - 3.00 m a - 3.45 m da p.c.

Limi sabbiosi o debolmente sabbiosi.

Coesione (Cu): valore caratteristico (Cu_k) = **11.4 KPa**
 valore di progetto (Cu_d) = **8 KPa**

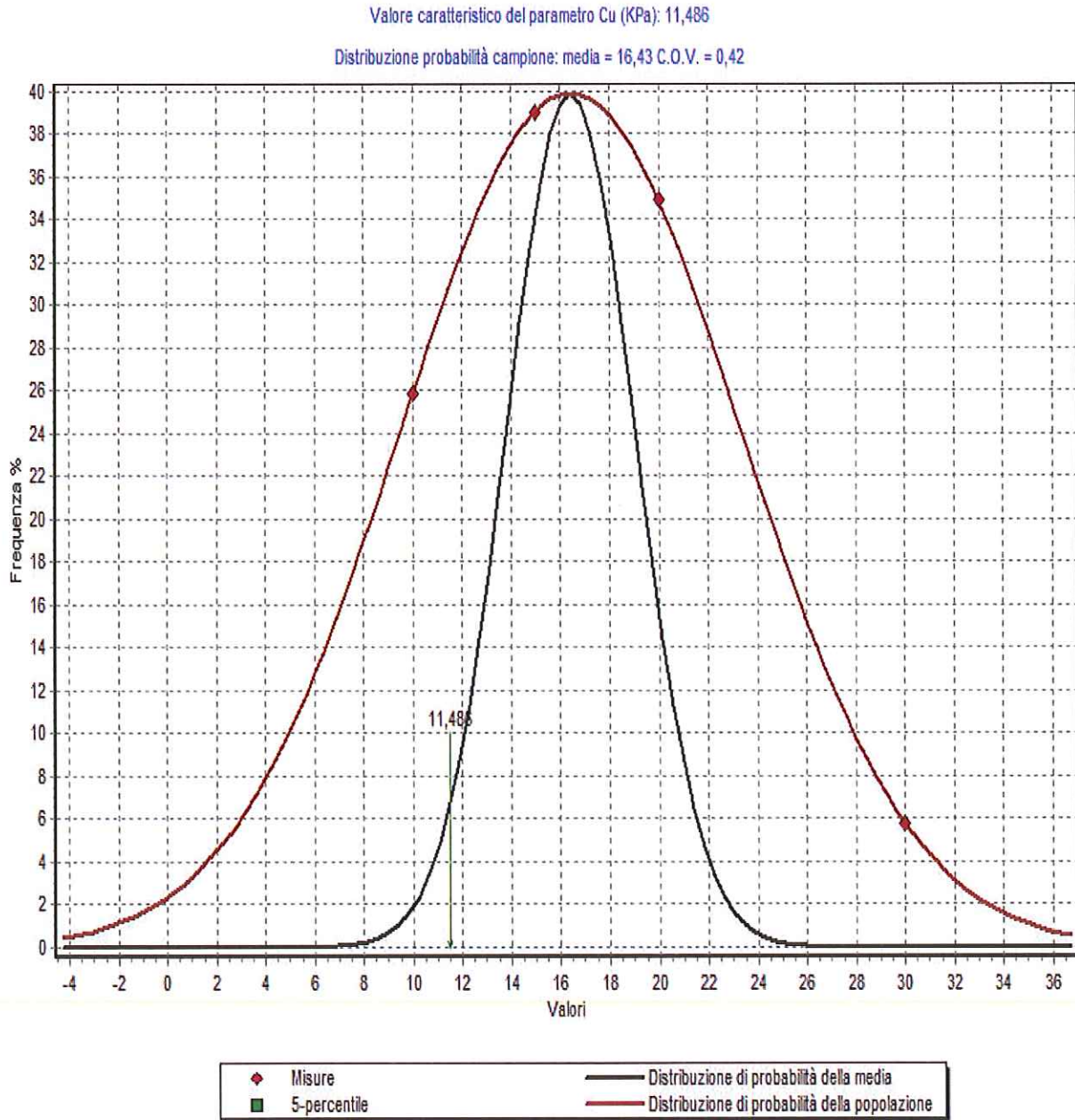


Figura 13 – Distribuzione statistica del valore di Coesione non drenata (Cu) del livello stratigrafico A

Livello B: da - 4.50 m a - 4.95 m da p.c.:

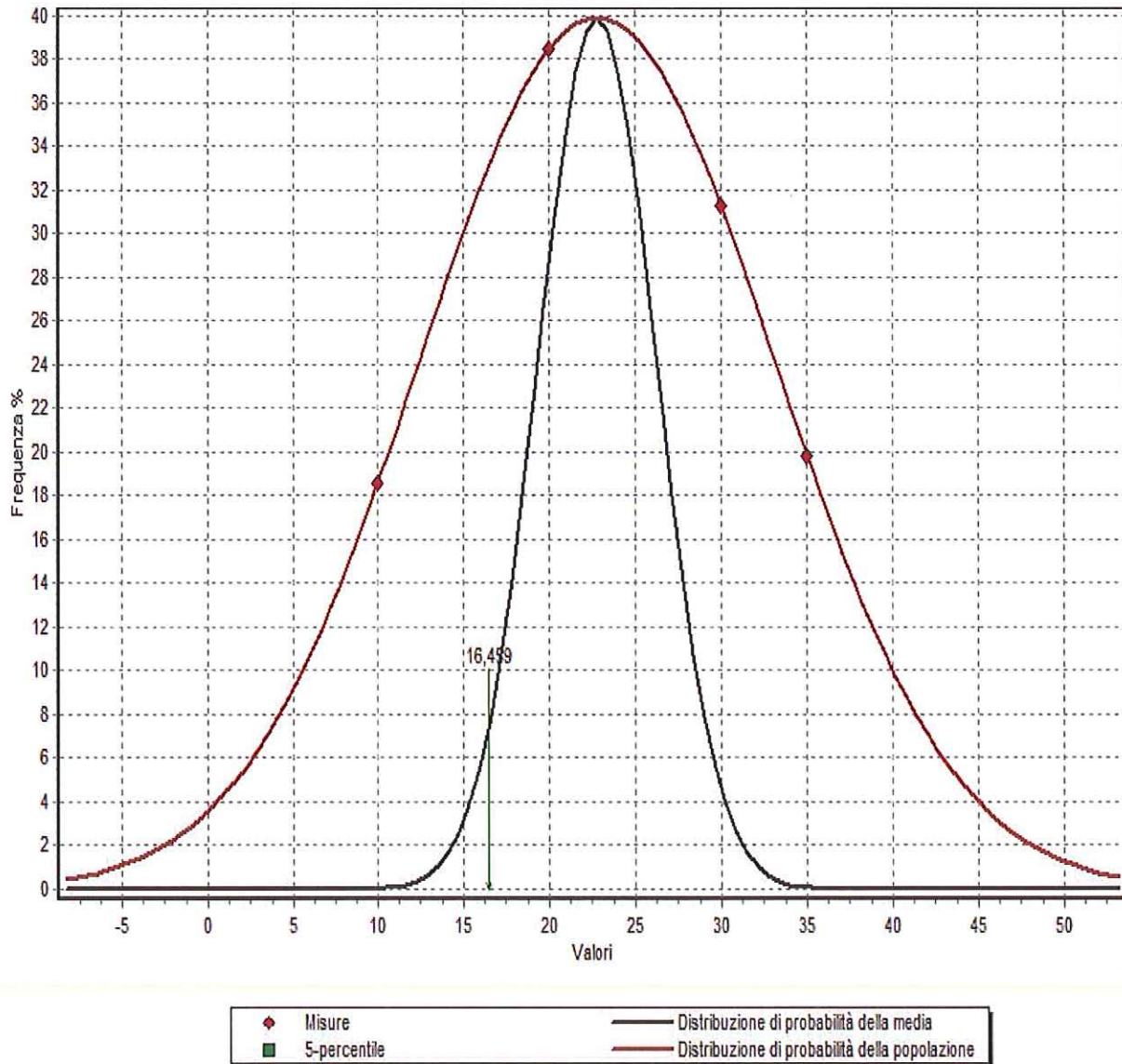
Limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio.

Coesione (Cu): valore caratteristico (Cu_k) = 16.4 KPa

valore di progetto (Cu_d) = 11 KPa

Valore caratteristico del parametro Cu (KPa): 16,459

Distribuzione probabilità campione: media = 22,78 C.O.V. = 0,45



Giara Engineering srl Via Puccini, 10 36100 Vicenza

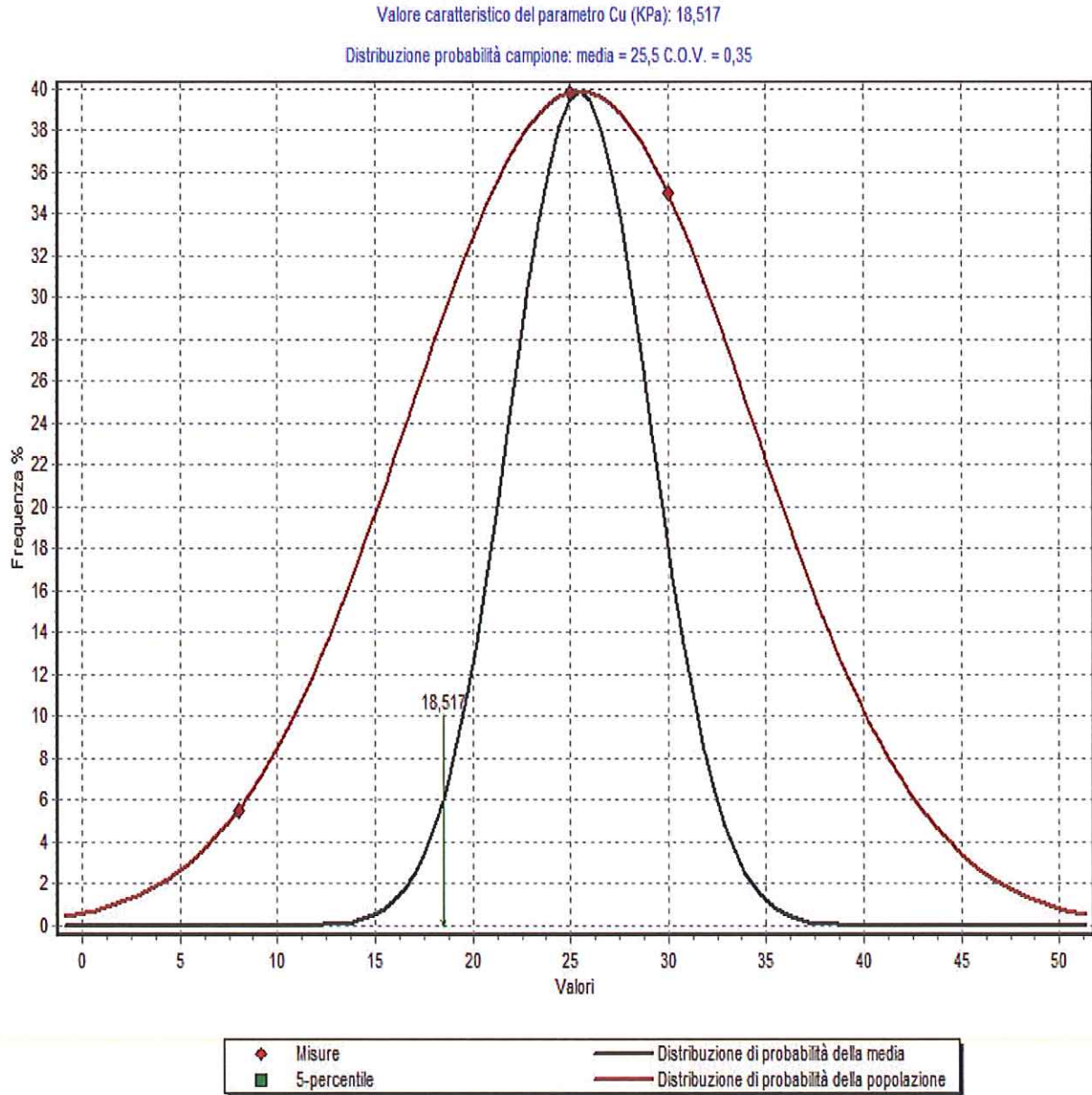
Figura 14 – Distribuzione statistica del valore di Coesione non drenata (Cu) del livello stratigrafico B

Livello C: da - 6.00 m a - 6.45 m da p.c.:

Limi e limi sabbiosi con presenza locale di livelli torbosi.

Coesione (Cu): valore caratteristico (Cu_k) = 18.5 KPa

valore di progetto (Cu_d) = 13 KPa



Giara Engineering srl Via Puccini, 10 36100 Vicenza

Figura 15 – Distribuzione statistica del valore di Coesione non drenata (Cu) del livello stratigrafico C

3. IDROGEOLOGIA

Durante le indagini geognostiche effettuate presso l'area di studio sono stati posizionati n. 3 piezometri a tubo aperto per la misurazione e il monitoraggio del livello della falda. Le misurazioni effettuate hanno evidenziato la presenza della falda alle profondità di seguito riportate:

| Piezometro | Profondità falda m da p.c. |
|-------------------|---------------------------------------|
| S1 | - 1.28 |
| S2 | - 1.45 |
| S3 | - 2.05 |

Si dovrà considerare l'azione della sottospinta idraulica durante ogni fase realizzativa.

Si consiglia di impermeabilizzare le parti interrato al fine di contrastare l'infiltrazione nei locali interrati.

4. CAPACITA' PORTANTE

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio commerciale direzionale con presenza di un piano interrato con quota di imposta delle fondazioni a circa – 3.5 metri da piano campagna attuale. Vista la natura limosa dei terreni e la presenza della falda a debole profondità dal piano campagna si procederà al calcolo della capacità portante considerando una fondazione a platea rigida. I parametri geotecnici, inoltre, che verranno inseriti nella formula di seguito riportata, si riferiscono, vista l'omogeneità dei terreni che costituiscono il sottosuolo indagato, al valore medio calcolato per i terreni dei tre sondaggi.

Il calcolo è stato condotto utilizzando la formula di *Terzaghi* di seguito riportata, e considerando il piano di imposta della platea rigida a circa – 3.5 m di profondità dal p.c. attuale:

$$Q_{amm} = Q_{ult}/\gamma R$$

$$\downarrow$$

$$Q_{ult} = (C_u N_c s_c + \gamma D N_q)$$

coesione non drenata $C_u = 11 \text{ KPa (1.1 ton/mq)}$

peso di volume $\gamma = 1,8 \text{ ton/mc}$

incastro della fondazione $D = 0,5 \text{ m}$

coeff. di portata $N_q = 1; N_c = 5,7$

fattore di forma $s_c = 1,3$

Capacità portante ammissibile:

$$Q_{ult} = (1.1 \times 5,7 \times 1,3) + (1,8 \times 0,5 \times 1) = 9.0 \text{ ton/mq}$$

Applicando il *coefficiente parziale* (γR) previsto dalla normativa vigente, la capacità portante ammissibile risulta:

| γR | Q_{ult} ton/mq | Q_{amm} ton/mq |
|------------|---------------------|---------------------|
| 1.8 | 9.0 | 5 |

N.B: nel caso in cui fossero presenti dei carichi concentrati prevedere la realizzazione di fondazioni su pali

Vista la profondità di imposta pari a 3.5 m dal piano campagna la fondazione a platea risulta compensata con una capacità portante di 5 Ton/mq valore pari al peso del terreno asportato.

Si tiene a precisare, in conclusione, che i dati raccolti e analizzati derivano da verifiche puntuali eseguite nell'area di intervento e pertanto eventuali eterogeneità dei terreni di fondazione, dovute da anomalie o intercalazioni di lenti fini, possono non essere state rilevate.

Data inoltre la presenza della falda a basse profondità rispetto al piano campagna, sarà necessario impermeabilizzare le parti interrate, e considerare l'azione della sottospinta idraulica in ogni fase realizzativa. Verificare negli appositi piezometri il livello della falda prima di iniziare i lavori di scavo al fine di calcolare la sottospinta idraulica effettivamente agente sulle strutture.

5. STABILITÀ DEGLI SCAVI

Per garantire la stabilità dei fronti di scavo si consiglia di prevedere l'utilizzo di opere di sostegno provvisorio del tipo palancole ad infissione statica; tale metodo consente di infiggere le palancole senza innescare vibrazioni nei terreni e di conseguenza sulle strutture limitrofe che in questo caso sono edifici e strade a alta percorrenza.

Verificare il livello della falda nei piezometri installati prima di iniziare i lavori per valutare il sistema di stabilizzazione degli scavi più adatto.

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Premessa

Nell'area di studio è stata effettuata un'indagine speditiva di sismica passiva a stazione singola ai fini della microzonazione sismica del sottosuolo e della stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio (V_s) utili per la classificazione sismica del substrato presente nell'area di indagine.

A tal fine sono state effettuate due misure di microtremore sismico ambientale a stazione singola su terreno libero. Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Viene definito microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino $10^{-15} \text{ [m/s}^2\text{]}^2$ in termini di accelerazione.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio nelle esplosioni della sismica attiva.

Strumentazione impiegata

La misura di microtremore ambientale, della durata di 12-15 minuti, è stata effettuata con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da due batterie AA da 1,5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Classificazione sismica

L'indagine sismica sopra descritta, infine, ha permesso di stimare la velocità delle onde sismiche di taglio (V_s), calcolate per i primi 30 m di spessore, che è risultata pari a **320 m/s e 348 m/s**.

In base a quanto riportato sull'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", con la quale sono stati approvati i criteri per l'individuazione delle zone sismiche, i terreni indagati nella presente campagna geognostica, possono essere inseriti all'interno della classe **C**. A tale classe appartengono i "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidità, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $15 < NSPT < 50$, o coesione non drenata $70 < C_u < 250 \text{ KPa}$)".

Di seguito vengono riportati i dati sismici raccolti dalle misure di microtremore sismico effettuate nell'area di studio:

Max. H/V at 1.44 ± 14.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

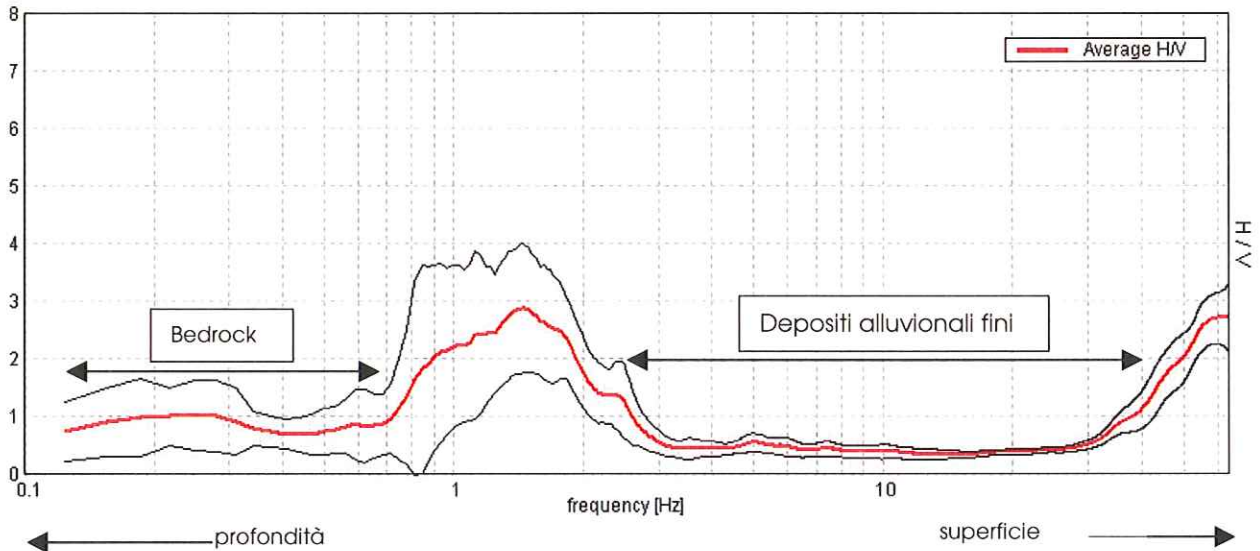


Figura 16a. Curva H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero) – Tromino 1

Max. H/V at 1.03 ± 0.0 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

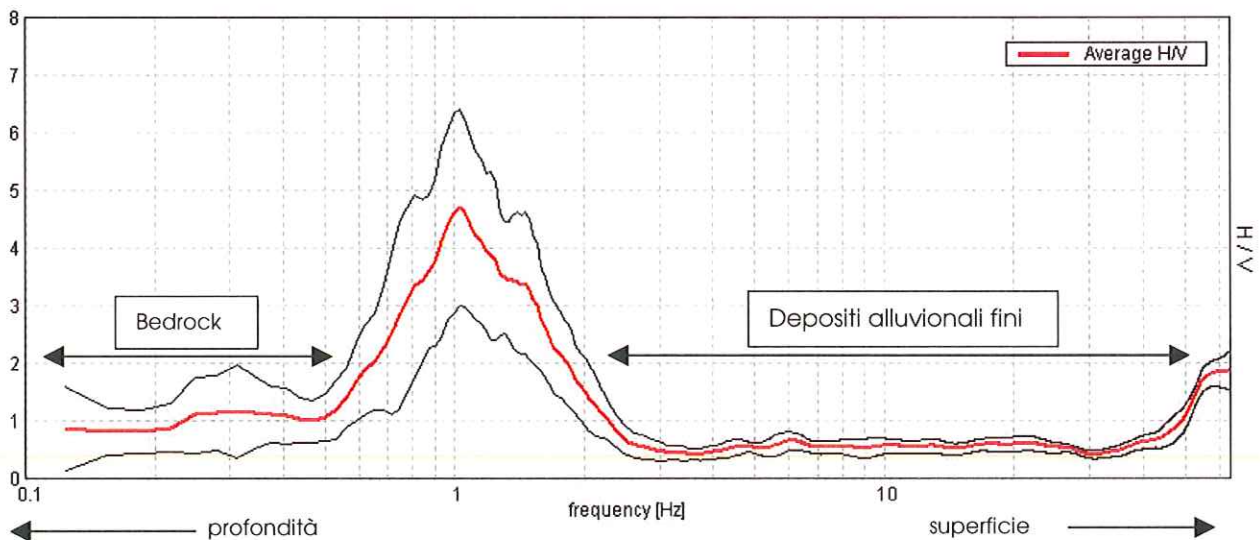


Figura 16b. Curva H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero) – Tromino 2

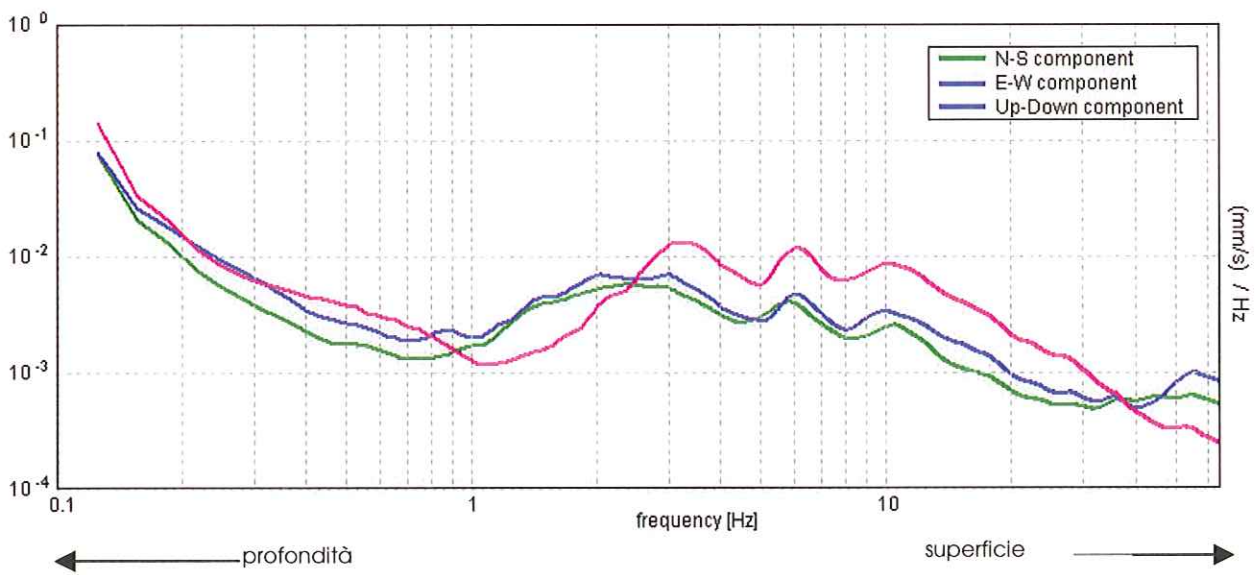


Figura 17a. Spettri in velocità delle tre componenti del moto; il massimo di origine stratigrafica nella curva H/V è dato generalmente da un minimo nella componente verticale con o senza massimo nelle componenti orizzontali seguiti da un massimo su tutte e tre le componenti ad una frequenza all'incirca doppia – Tromino 1.

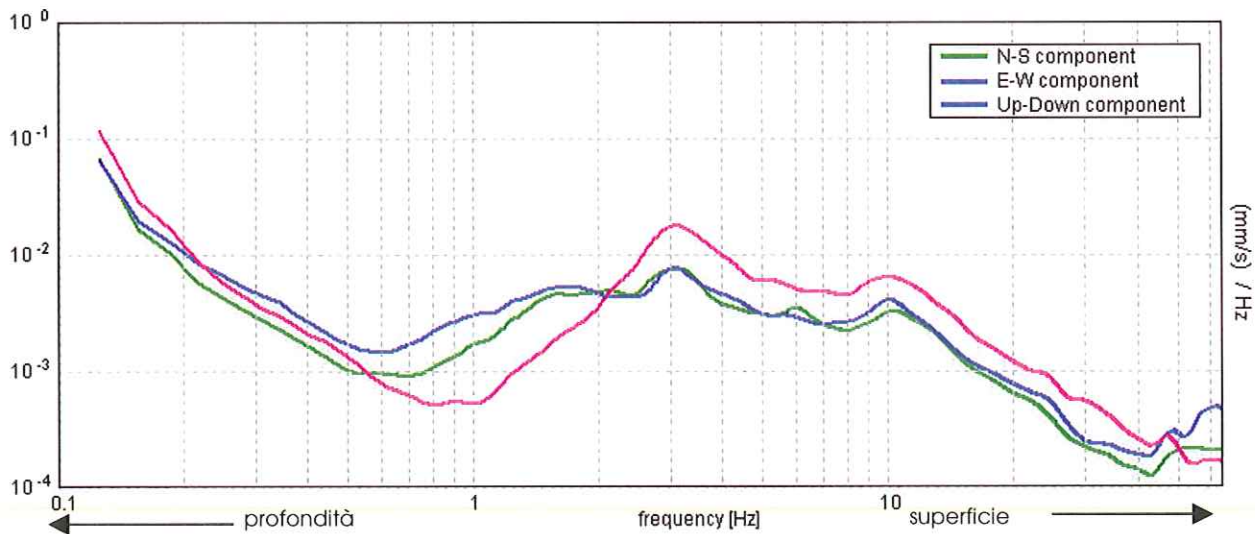


Figura 17b. Spettri in velocità delle tre componenti del moto; il massimo di origine stratigrafica nella curva H/V è dato generalmente da un minimo nella componente verticale con o senza massimo nelle componenti orizzontali seguiti da un massimo su tutte e tre le componenti ad una frequenza all'incirca doppia – Tromino 2.

Max. HV at 1.44 ± 14.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

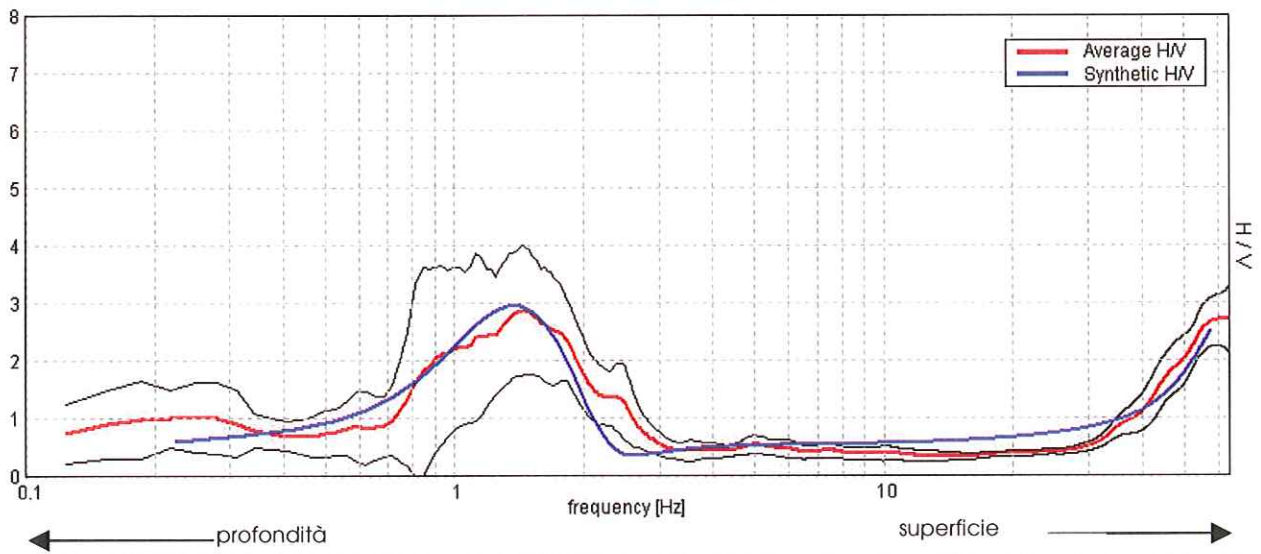


Figura 18a. Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro).- Tromino 1

Max. HV at 1.03 ± 0.0 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

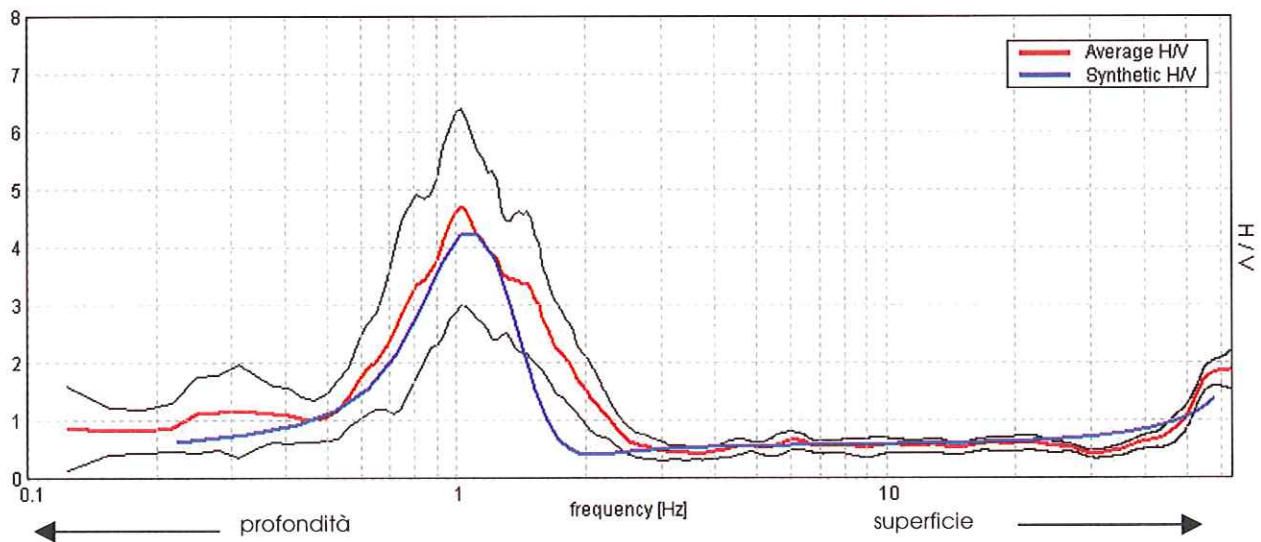


Figura 18b. Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro).- Tromino 2

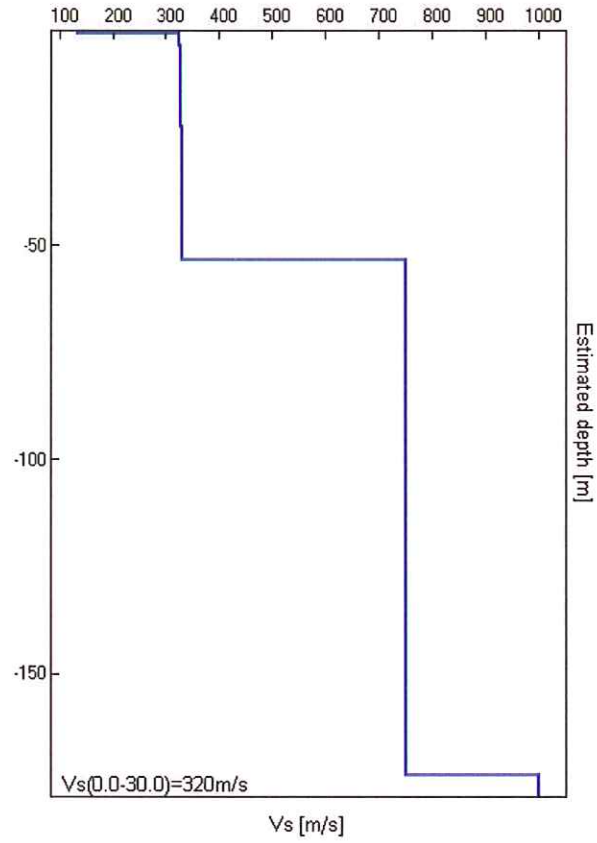


Figura 19a. Profilo di V_s fino a 150 m circa. – Tromino 1

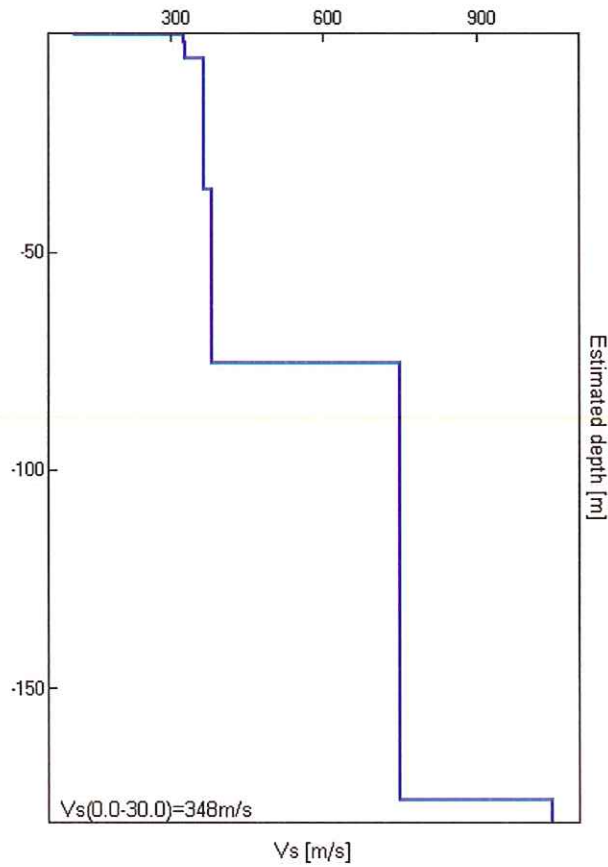


Figura 19b. Profilo di V_s fino a 150 m circa. – Tromino 2

I profili sopra riportati sono stati ottenuti dai seguenti dati:

Tromino 1:

| Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|----------------|--------------|----------|
| 0.5 | 0.5 | 135 |
| 3.5 | 3.0 | 325 |
| 11.5 | 8.0 | 326 |
| 22.5 | 11.0 | 327 |
| 30.0 | 7.5 | 330 |

Nel sito, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del Vs30 in questi termini:

$$V_{s30} = \left[\frac{30m}{(0.5/135 + 3.0/325 + 8/326 + 11/327 + 7.5/330)s} \right] = 320m/s$$

Tromino 2:

| Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] |
|----------------|--------------|----------|
| 0.3 | 0.3 | 110 |
| 2.1 | 1.8 | 325 |
| 5.5 | 3.4 | 327 |
| 30 | 24.5 | 363 |

Nel sito, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del Vs30 in questi termini:

$$V_{s30} = \left[\frac{30m}{(0.3/110 + 1.8/325 + 3.4/327 + 24.5/363)s} \right] = 348m/s$$

Il che porta, a stabilire, come visto precedentemente, che la categoria di suolo di fondazione è **C**; si tiene a precisare che, come per le altre tecniche di inversione di dati passivi, le assunzioni di fondo che risiedono nei modelli fanno sì che l'errore di stima del parametro Vs possa raggiungere, nelle condizioni peggiori, il 30%.

Si riportano inoltre di seguito i parametri di pericolosità sismica del sito specifico ricavati dal software ACCA applicativo Edilus-MS, che consente di individuare la pericolosità sismica della zona in base alle coordinate geografiche.



Figura 20. Identificazione geografica del sito per il calcolo dei parametri di pericolosità sismica

Si è considerata una classe III per l'edificio di progetto in quanto avente con funzione direzionale commerciale si presuppone ci sia un affollamento significativo.

Latitudine Longitudine
 Classe dell'edificio

 Vita Nominele Struttura
 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

| Parametri di pericolosità Sismica | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| "Stato Limite" | T_r [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [s] |
| Operatività | 45 | 0.050 | 2.524 | 0.254 |
| Danno | 75 | 0.065 | 2.489 | 0.263 |
| Salvaguardia Vita | 712 | 0.173 | 2.412 | 0.287 |
| Prevenzione Collasso | 1462 | 0.224 | 2.444 | 0.294 |

Figura 21. Tabella riassuntiva dei parametri di pericolosità sismica

N.B.: si ricorda che la presente è una relazione geologica geotecnica di caratterizzazione dei terreni di fondazione e che la verifica geotecnica agli stati limite ultimi (SLU) dell'interazione tra fondazione e terreno e il calcolo dei cedimenti (SLE) potranno essere effettuati una volta in possesso dei dati strutturali forniti dal Progettista.

Planimetria ubicazione sondaggi e trincee geognostiche

Via Domenico Cimarosa

Strada Padana verso Verona

33.610000

33.590000

33.470000

33.500000

33.320000

33.880000

35.280000

Sondaggio 2

Trincea 2

Trincea 1

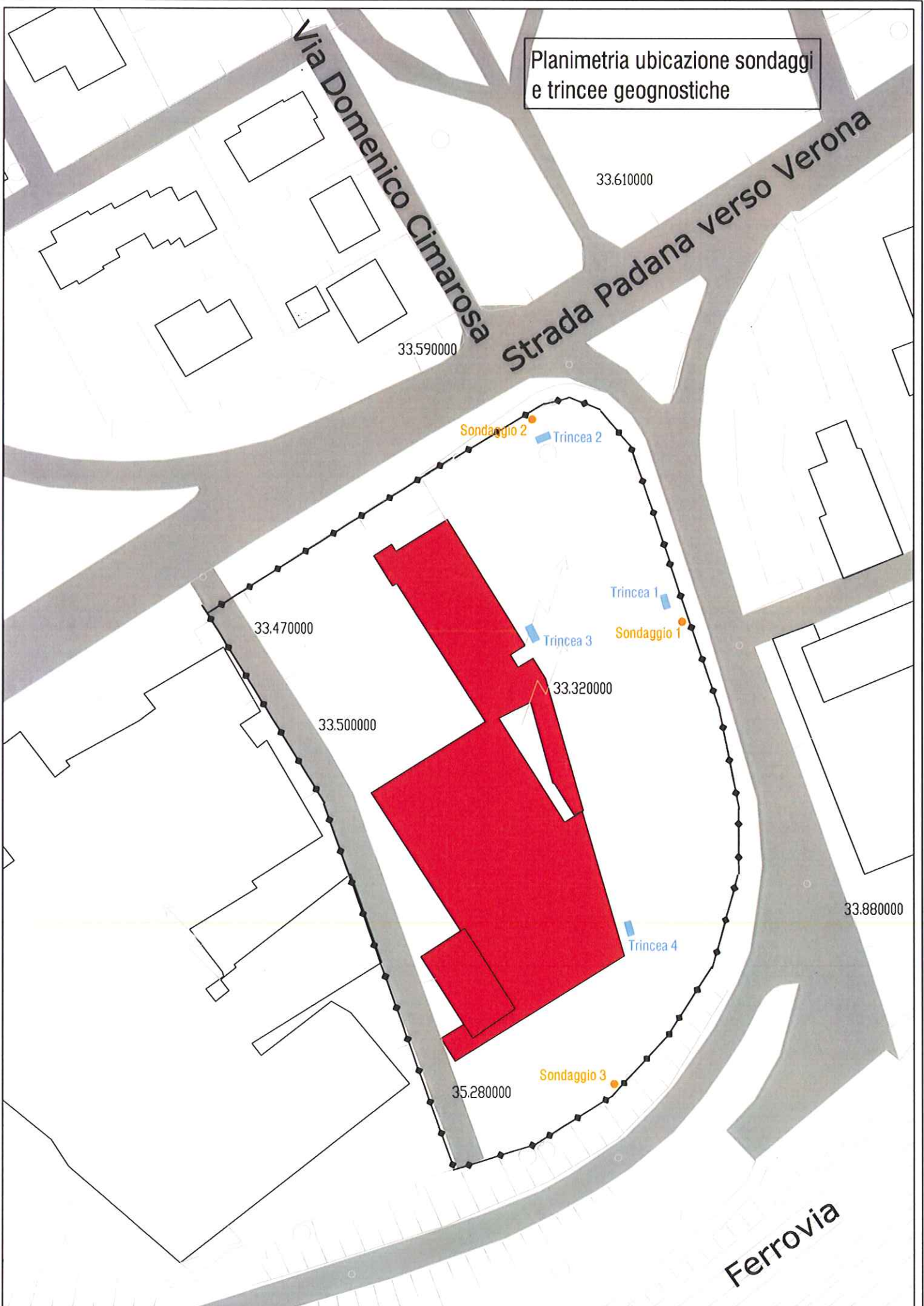
Sondaggio 1

Trincea 3

Trincea 4

Sondaggio 3

Ferrovia



Sondaggio: S 1

Località: Viale Verona (VI)

Data: 31/05/2010

Committente: NOARO COSTRUZIONI S.R.L.

Modalità di sondaggio: Sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo

Tecnico di cantiere:

Dott. Benetti Michele

Scala: 1:50

| Profondità (m) | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | Falda (m) | Vane (Kg/cm ²) | Pocket (Kg/cm ²) | SPT (15/30/45 cm) |
|----------------|-----------|--|-----------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | | 0.1 Asfalto | | | | |
| 1 | | Riporti ghiaiosi in matrice argillosa, addensati, color marrone chiaro | | 0.65 | 2.4 | |
| | | 0.8 | 1.28 | | | |
| 2 | | Limoso - sabbioso color marrocino con striature color verde, mediamente compatto | | 0.55 | 2.3 | |
| | | | | 0.20 | 1.9 | |
| | | | | | 1.0 | |
| 3 | | 2.5 Campione indisturbato | | 0.4 | 1.0 | |
| 4 | | Limoso sabbioso color marrone chiaro, poco compatto | | | | (3-3.45) 0-1 colpi |
| | | 3.8 | | | | |
| | | 4.1 Sabbioso limoso, poco addensato | | 0.05 | 0.2 | |
| 5 | | Limoso sabbioso, color grigio poco compatto | | 0.1 | 0.4 | (4.5-4.95) 0-1 colpi |
| | | | | 0.3 | 0.4 | |
| | | | | 0.3 | 1.2 | |
| 6 | | | | 0.5 | 1.2 | |
| | | | | 0.3 | 1.5 | |
| 7 | | Limoso color grigio poco compatto | | 0.3 | 0.4 | (6-6.45) 2 colpi |
| | | | | 0.3 | 0.7 | |
| 8 | | | | 0.25 | 0.5 | |
| | | | | 0.3 | 1.0 | |
| 9 | | 8.5 Livello torboso color bruno | | 0.15 | 0.5 | |
| | | 8.6 | | | 1.5 | |
| | | | | 0.15 | 1.0 | |
| 10 | | Limoso sabbioso color grigio, poco compatto | | 0.25 | 0.5 | |
| | | | | | 0.8 | |
| | | | | | | |

Sondaggio: S 2

Località: Viale Verona (VI)

Data: 1/06/2010

Committente: NOARO COSTRUZIONI S.R.L.

Modalità di sondaggio: Sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo

Tecnico di cantiere:
Dott. Benetti Michele.

Scala: 1:50

| Profondità (m) | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | Falda (m) | Vane (Kg/cm ²) | Pocket (Kg/cm ²) | SPT (15/30/45 cm) |
|----------------|-----------|--|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | 0.1 Asfalto | | | | |
| 1 | | Riporti ghiaiosi molto addensati, color nocciola | | | | |
| | | 1.3 | 1.45 | 0.2 | 1.4 | |
| 2 | | Limoso - sabbioso color marrocino con striature color verde, mediamente compatto | | 0.1 | 1.0 | |
| | | 2.5 | | 0.15 | 1.2 | |
| 3 | | Campione indisturbato | | 0.2 | 0.7 | |
| | | | | 0.15 | | |
| 4 | | Limoso sabbioso color marrone chiaro, poco compatto | | 0.15 | 0.6 | (3-3.45) 0-1 colpi |
| | | 3.8 | | 0.2 | 0.8 | |
| 5 | | Sabbioso con scarsa matrice limosa, color grigio poco addensato | | 0.2 | 0.5 | |
| | | | | 0.3 | 0.7 | (4.45-4.95) 1 |
| | | | | 0.2 | 0.9 | 1 |
| | | | | 0.2 | 0.1 | 1 |
| | | 5.5 | | 0.3 | 0.2 | |
| 6 | | | | 0.2 | 0.1 | |
| | | | | 0.2 | 0.7 | |
| 7 | | | | 0.15 | 0.5 | |
| | | | | 0.2 | 0.2 | |
| 8 | | Limoso debolmente sabbioso con presenza di lenti torbose color marrone scuro | | 0.25 | 0.4 | |
| | | | | 0.3 | 0.6 | |
| | | | | 0.2 | 0.4 | |
| 9 | | | | 0.1 | 0.6 | |
| | | | | 0.2 | | |
| | | | | 0.2 | 0.6 | |
| | | 9.6 | | 0.2 | 0.8 | |
| 10 | | Limoso color grigio chiaro | | 0.25 | 0.3 | |
| | | 10 | | | 0.6 | |

Sondaggio: S 3

Località: Viale Verona (VI)

Data: 3/06/2010

Committente: NOARO COSTRUZIONI S.R.L.

Modalità di sondaggio: Sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo

Tecnico di cantiere:
Dott. Benetti Michele

Scala: 1:50

| Profondità (m) | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | Falda (m) | Vane (Kg/cm ²) | Pocket (Kg/cm ²) | SPT (15/30/45 cm) |
|----------------|-----------|---|-----------|----------------------------|------------------------------|-------------------|
| | | 0.1 Asfalto | | | | |
| 1 | | Riporti ghiaiosi mediamente addensati, color marrone | | | | |
| | | 1.3 | | 0.55 | 2.0 | |
| 2 | | Riporti ghiaiosi mediamente addensati, color marrone | 2.05 | 0.75 | 2.1 | |
| | | 2.5 | | 0.65 | | |
| | | Limoso debolmente sabbioso, color marroncino, mediam. compatto | | 0.35 | 2.5 | |
| 3 | | Campione indisturbato | | | | |
| | | | | 0.1 | 1.0 | |
| 4 | | | | 0.15 | 0.8 | |
| | | Limoso sabbioso (granulometria fine), color marroncino/verde chiaro abbastanza compatto | | 0.35 | 1.3 | (4.45-4.95) |
| | | | | 0.3 | 1.5 | 0-1 colpi |
| 5 | | | | 0.3 | 0.3 | |
| | | | | 0.1 | 0.8 | |
| | | 5.5 | | 0.3 | 0.1 | (6.0-6.45) |
| 6 | | Limoso sabbioso color grigio, presenza di livelli torbosi, compatto | | 0.35 | 0.3 | 1 |
| | | | | | 0.7 | 2 |
| | | 6.4 | | | 0.7 | 4 |
| 7 | | | | | 0.1 | |
| | | | | | 0.4 | |
| | | | | | 0.35 | |
| 8 | | | | | 0.8 | |
| | | Limoso debolmente sabbioso, abbastanza compatto | | | 0.4 | |
| 9 | | | | | 0.9 | |
| | | | | | 0.3 | |
| 10 | | | | | 0.8 | |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGI GEOGNOSTICI



Foto 1 – Panoramica posizione del sondaggio S1



Foto 2 – Sonda GEO 305 sondaggio S2



Foto 3 – Panoramica ubicazione sondaggio S3



Foto 3 – Sondaggio S1 da 0.00 m a – 15.00 m da p.c.

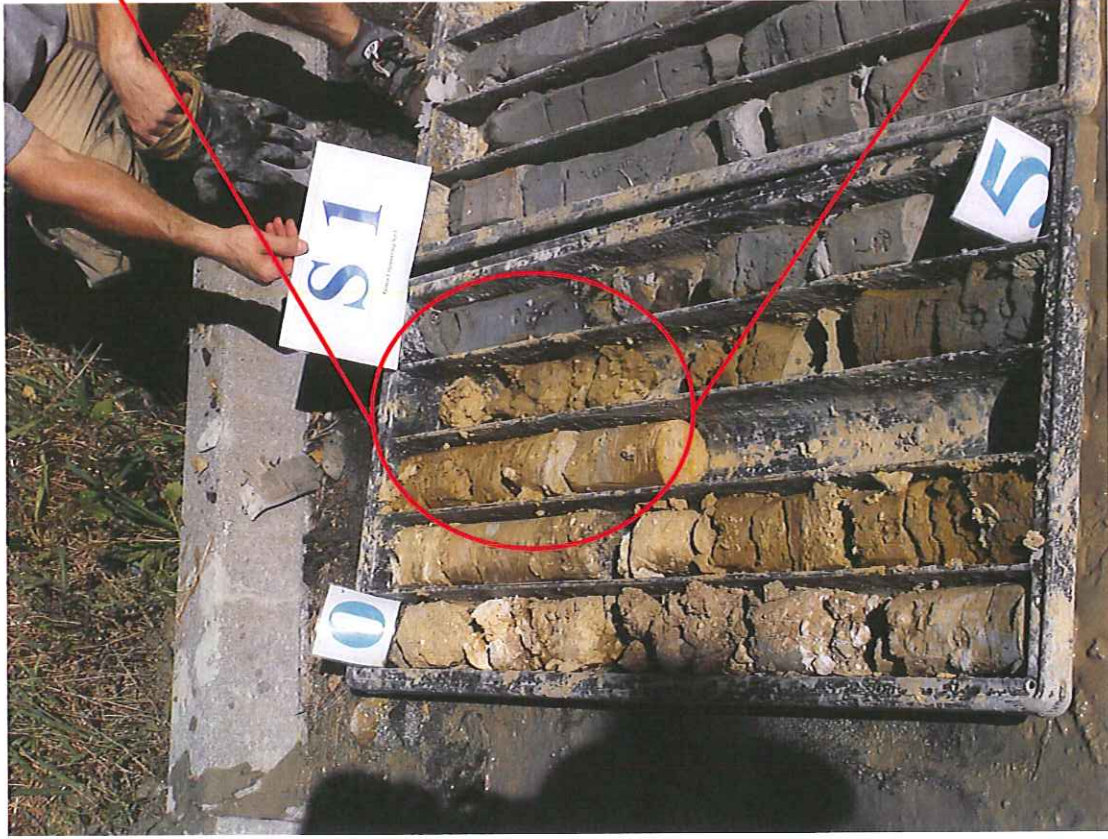


Foto 4: Sondaggio S1 da 0.00 m a – 5.00 m

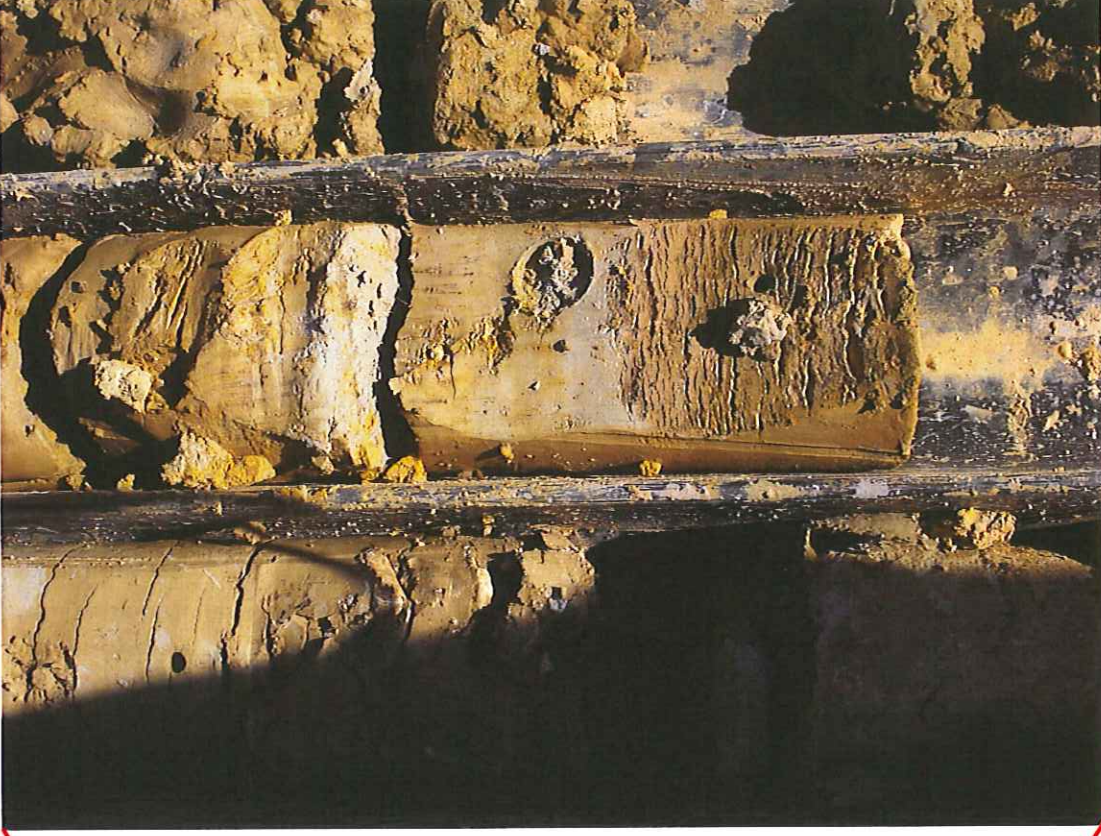


Foto 5: Particolare limi sabbiosi



Foto 8: Sondaggio S1 da -10.00 m a -15.00 m



Foto 9: Particolare sabbia limosa



Foto 10: Sondaggio S1 da -10.00 m a - 15.00 m



Foto 11: Particolare sabbie in matrice limosa



Foto 12- Sondaggio S2 da 0.00 m a - 15.00 m da p.c.

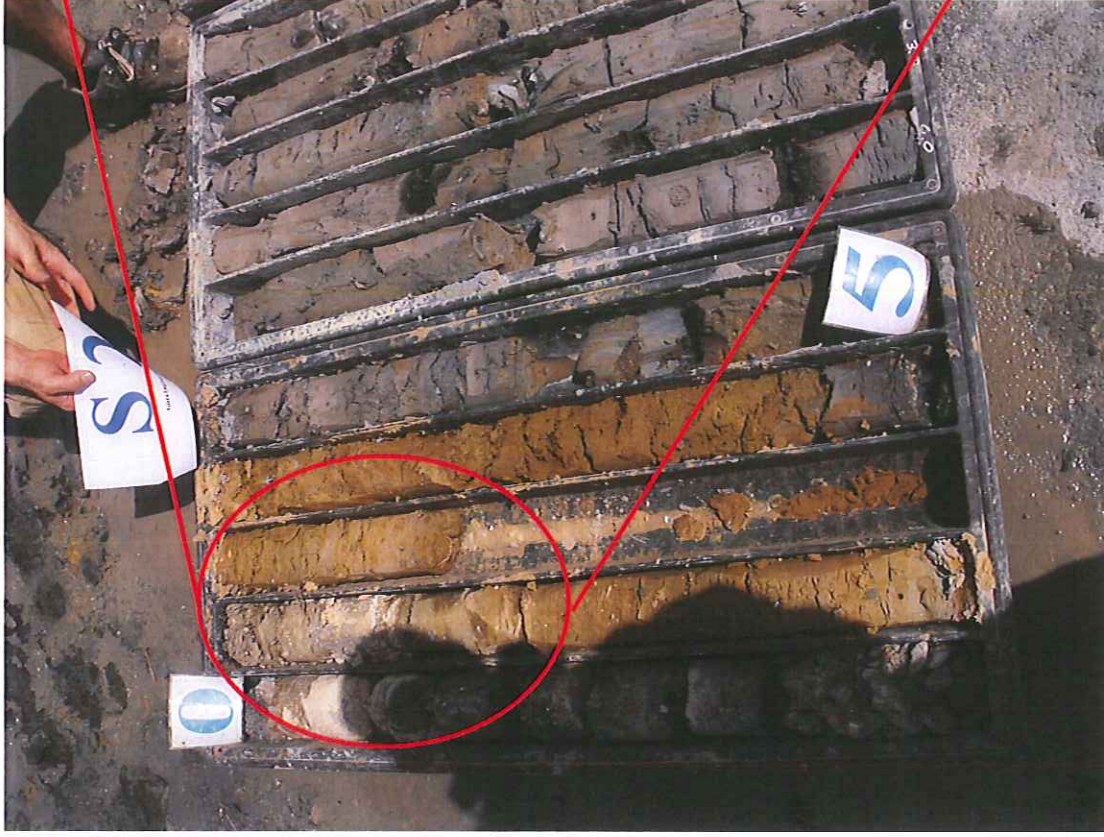


Foto 13: Sondaggio S2 da p.c. a – 5.00 m



Foto 14: Particolare passaggio dalle ghiaie ai limi argillosi



Foto 15: Sondaggio S2 da -5.00 m. a -10.00 m



Foto 16: Particolare limi sabbiosi



Foto 17: Sondaggio S2 da -10.00 m. a - 15.00 m



Foto 18: Sabbia in abbondante matrice limosa



Foto 19 - Sondaggio S3 da 0.00 m a - 15.00 m da p.c.

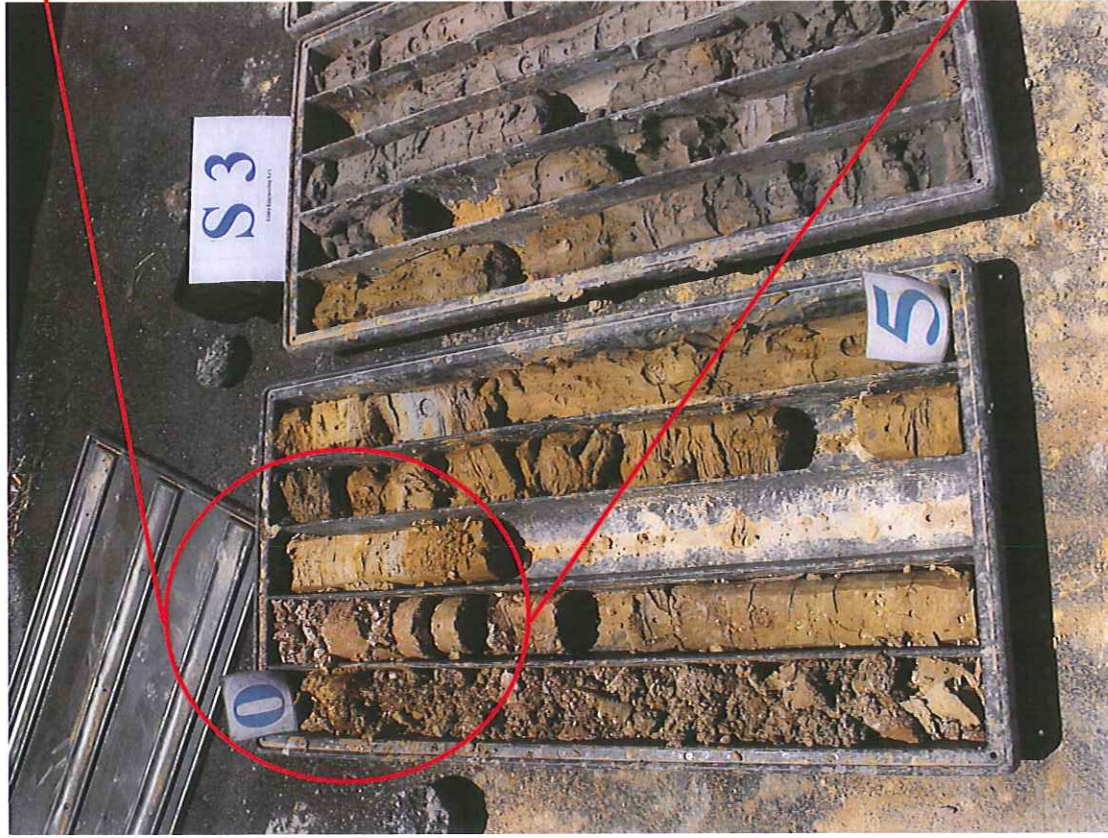


Foto 20: Sondaggio S3 da p.c. a – 5.00 m



Foto 21: Ghiaie superficiali e limi argillosi



Foto 22: Sondaggio S3 da -5.00 m. a - 10.00 m



Foto 23: Particolare passaggilimi sabbioso argillosi a limi sabbiosi



Foto 24: Sondaggio S3 da -10.00 m. a -15.00 m.



Foto 25: Particolare limi sabbiosi

Spett. le
Giara Engineering s.r.l.
Via Puccini 10
36100 Vicenza

OGGETTO: Vostro ordine del 100F0521 del 04/06/2010

Si trasmettono in allegato i Rapporti di Prova relativi alle seguenti analisi e prove:

| Codice | Descrizione | Quantità |
|----------|---|----------|
| GEO024 | Classificazione di una terra (UNI 10006-ASTM D2487/93) comprendente granulometria mediante vagliatura meccanica CNR 23/71 e limiti di Atterberg CNR UNI 10014 | 3 |
| GEO02148 | Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande (Comprende taglio + pocket e torvane) secondo ASTM D 3080-72 / AGI '94 | 3 |

A disposizione per eventuali chiarimenti cogliamo l'occasione per porgere cordiali saluti.

CSG PALLADIO SRL

Spett. le **Giara Engineering Srl**
Via Puccini, 10
36100 - VICENZA

RAPPORTO DI PROVA n. **10CA05182**

Data emissione rapporto: **19.07.2010**

Sigla campione: **S1C1**

Descrizione campione: **Limo argilloso con elementi calcarenitici agglomerati centimetrici**

Provenienza campione: **Vicenza - Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m**

Descrizione prova e metodo analitico: **Classificazione AASHTO M 145-82 (CNR UNI 10006)**

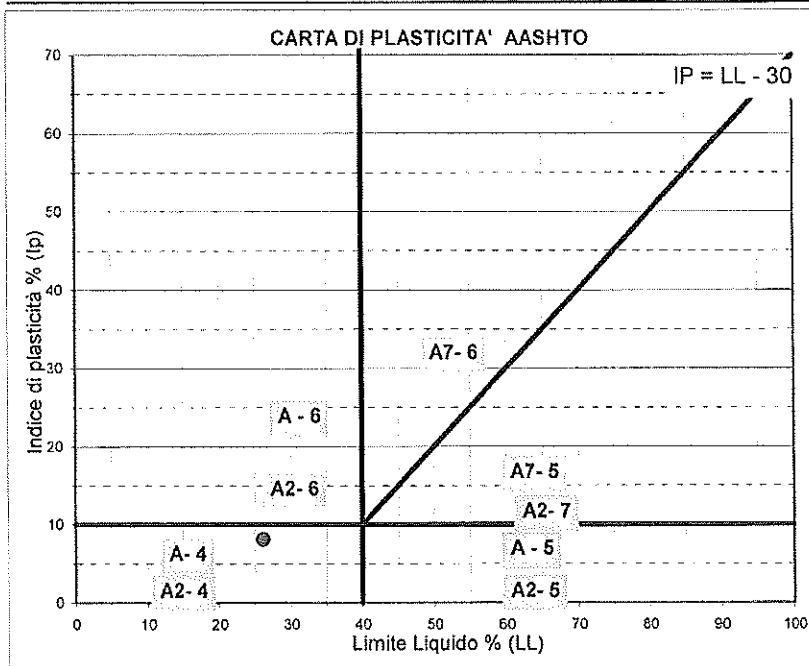
Prelievo effettuato da: **A cura del committente**

Arrivo in laboratorio: **31.05.2010**

Inizio analisi: **31.05.2010**

Fine analisi **07.06.2010**

Il presente rapporto di prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione, anche parziale del rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dalla C.S.G. Palladio. I campioni vengono conservati presso la C.S.G. Palladio per 6 mesi salvo diverse prescrizioni.



FRAZIONE PASSANTE:

| | | |
|----------|------|---|
| 2,0 mm | 99,6 | % |
| 0,40 mm | 94,4 | % |
| 0,075 mm | 72,5 | % |

LIMITI DI ATTERBERG:

| | | |
|-----------------|------|---|
| LIMITE LIQUIDO | 28,2 | % |
| LIMITE PLASTICO | 18,0 | % |
| INDICE PLASTICO | 8,2 | % |

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO

(CNR UNI 10006)

A4

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO:

| GRUPPO | TERRENI PREVALENTEMENTE GRANULARI | | | | | | TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSO ARGILLOSI | | | | | | TERRE ORGANICHE |
|---|--|--------|-------------|-----------------------------------|--------|--------|--|------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| | A1 | | A3 | A2 | | | A4 | A5 | A6 | A7 | A7 - 6 | A8 | |
| SOTTOGRUPPO | A1 - a | A1 - b | A3 | A2 - 4 | A2 - 5 | A2 - 6 | A2 - 7 | A4 | A5 | A6 | A7 - 5 | A7 - 6 | A8 |
| FRAZIONE PASSANTE | | | | | | | | | | | | | |
| UNI 2352 | 2 mm | < 50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 0,4 mm | < 30 | < 50 | > 50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 0,075 mm | < 15 | < 25 | < 10 | < 35 | < 35 | < 35 | < 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 |
| LIMITI DI CONSISTENZA | LL | --- | --- | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | > 40 | > 40 |
| | Ip | < 6 | N.P. | < 10 | < 10 | > 10 | > 10 | < 10 | < 10 | > 10 | > 10 | > 10 | > 10 |
| INDICE DI GRUPPO | 0 | 0 | 0 | 0 | < 4 | < 4 | < 4 | < 8 | < 12 | < 16 | < 20 | < 20 | < 20 |
| TIPUSUALI DEI MATERIALI COSTITUENTI IL GRUPPO | GIAIA O BRECCIA CON SABBIA E SABBIA GROSCELANA | | SABBIA FINE | GIAIA O SABBIA LIVOSA O ARGILLOSA | | | LIMFOCO COMPRESO E L. | | LIMFOCO COMPRESO E L. | ARGILLE POCO COMPRESO E L. | ARGILLE POCO COMPRESO E L. | ARGILLE MOLTO COMPRESO E L. | TERRE ORGANICHE |

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)

Strada Saviabona, 278/1 - 36100 VICENZA Tel: ++39/0444 304091 - Fax ++39/0444 313136

10CO01296

E-mail: info@csgpalladio.it Web site: www.csgpalladio.it

pag 1 di 2



Spett. le **Giara Engineering Srl**

Via Puccini, 10

36100 - VICENZA

RAPPORTO DI PROVA n. 10CA05182

Data emissione rapporto: 19.07.2010

Sigla campione: S1C1

Descrizione campione: Limo argilloso con elementi calcarenitici agglomerati centimetrici

Provenienza campione: Vicenza

Fustella prelievata tra la di -2,50 e -3,00m

Descrizione prova e metodo analitico: Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande - Raccomandazioni AGI '94

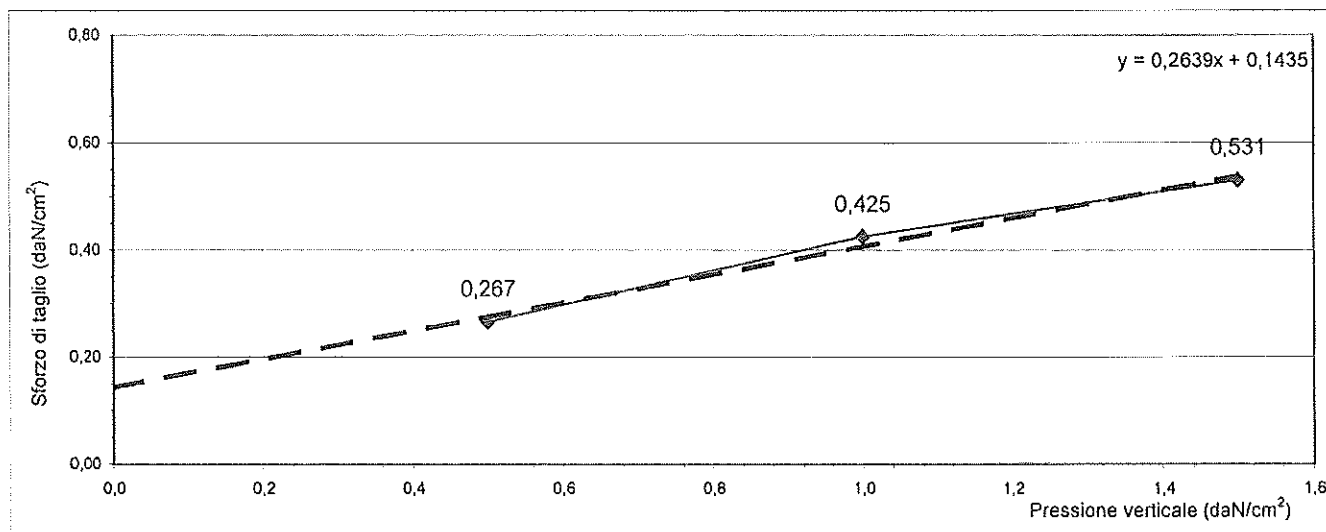
Prelievo effettuato da: A cura della committenza

Arrivo in laboratorio: 31.05.2010

Inizio analisi: 31.05.2010

Fine analisi 31.05.2010

Il presente rapporto di prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione, anche parziale del rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dalla C.S.G. Palladio. I campioni vengono conservati presso la C.S.G. Palladio per 3 mesi salvo diverse prescrizioni.



Angolo di attrito
 $\phi = 15$ gradi

Coesione efficace:
 $c' = 0,144$ (daN/cm²)

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)



Rapporto di prova n. 10CA05182 - continua dalla pagina precedente.

CAMPIONE: S1C1

Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m

DESCRIZIONE CAMPIONE:

campione della lunghezza totale di 40cm;
intero in fustella, costituito da un livello omogeneo:

A: Limo argilloso con elementi calcarenitici agglomerati centimetrici

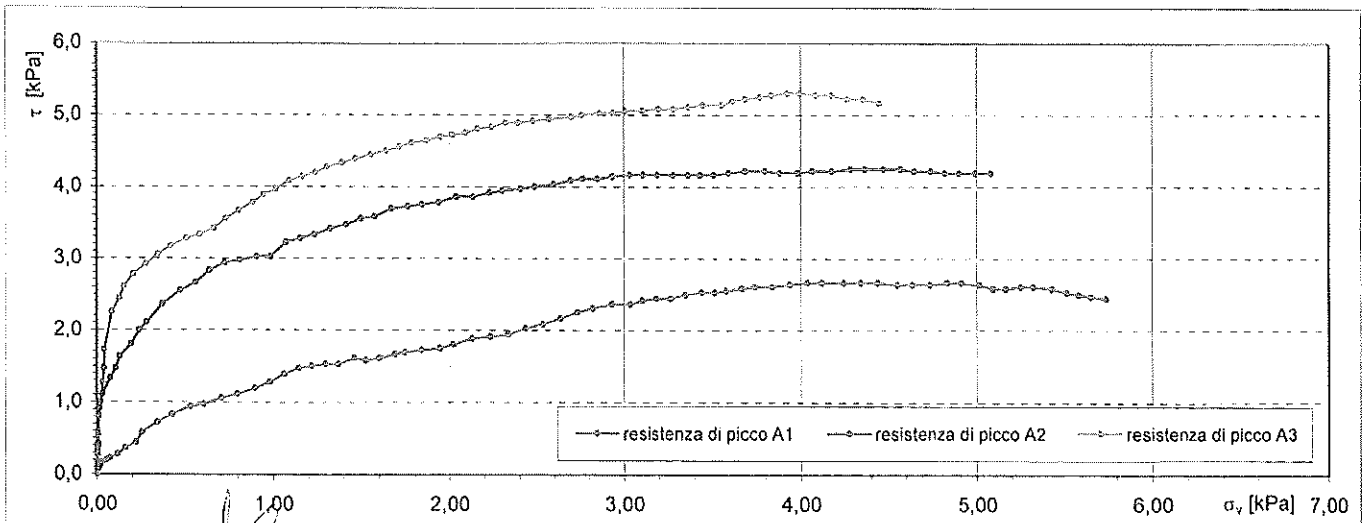
CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

Massa volumica dei granuli: $G_s = 2,698 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
Umidità naturale media: $W_N = 38,8 \%$
Massa volumica media con umidità naturale: $\gamma_{nat} = 1,784 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

| cm | ALTO | VALORI | MEDI |
|----|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | pocket daN/cm ² | torvane daN/cm ² |
| 40 | | | fuori |
| 30 | tg A ₁ | <0,25 | scala |
| | tg A ₂ | | fuori |
| | tg A ₃ | 0,25 | scala |
| 20 | A | | fuori |
| | | 0,25 | scala |
| 10 | | | fuori |
| 0 | | 0,25 | scala |
| | BASSO | | |

| PROVINI: | | A ₁ | A ₂ | A ₃ |
|----------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | CONSOLIDAZIONE PROVINI: (daN/cm ²) | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| As | Area sezione quadrata (cm ²) | 36,0 | 36,0 | 36,0 |
| h ₀ | Altezza iniziale: (cm) | 2,20 | 2,20 | 2,20 |
| V ₀ | Volume iniziale: (cm ³) | 79,20 | 79,20 | 79,20 |
| t | Tara fustella alluminio: (g) | 94,63 | 94,63 | 94,63 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 237,95 | 235,32 | 234,56 |
| γ_n | Peso di volume umido: (g/cm ³) | 1,810 | 1,776 | 1,767 |
| Δh | consolidazione massima (cm) | 0,0664 | 0,1414 | 0,1051 |
| DOPO CONSOLIDAZIONE: | | | | |
| h ₁ | Altezza dopo consolidazione: (cm) | 2,134 | 2,059 | 2,095 |
| V ₁ | Volume dopo consolidazione: (cm ³) | 76,81 | 74,11 | 75,42 |
| T | Tara bacinella: (g) | 209,5 | 125,5 | 122,93 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 348,00 | 261,53 | 255,39 |
| P _s | Peso lordo secco (g) | 314,45 | 225,42 | 222,48 |
| γ_s | Peso di volume secco: (g/cm ³) | 1,366 | 1,348 | 1,320 |
| U ₁ | Umidità dopo consolidazione (%) | 32,0 | 36,1 | 33,1 |
| Q | Carico massimo di rottura (daN/cm ²) | 0,267 | 0,425 | 0,531 |

Velocità in fase di rottura:
v = 0,003 (mm/min)



Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)

Spett. le Giara Engineering Srl
Via Puccini, 10
36100 - VICENZA

RAPPORTO DI PROVA n. 10CA05183

Data emissione rapporto: 19.07.2010

Sigla campione: S2C2

Descrizione campione: Limo argilloso

Provenienza campione: Vicenza - Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m

Descrizione prova e metodo analitico: Classificazione AASHTO M 145-82 (CNR UNI 10006)

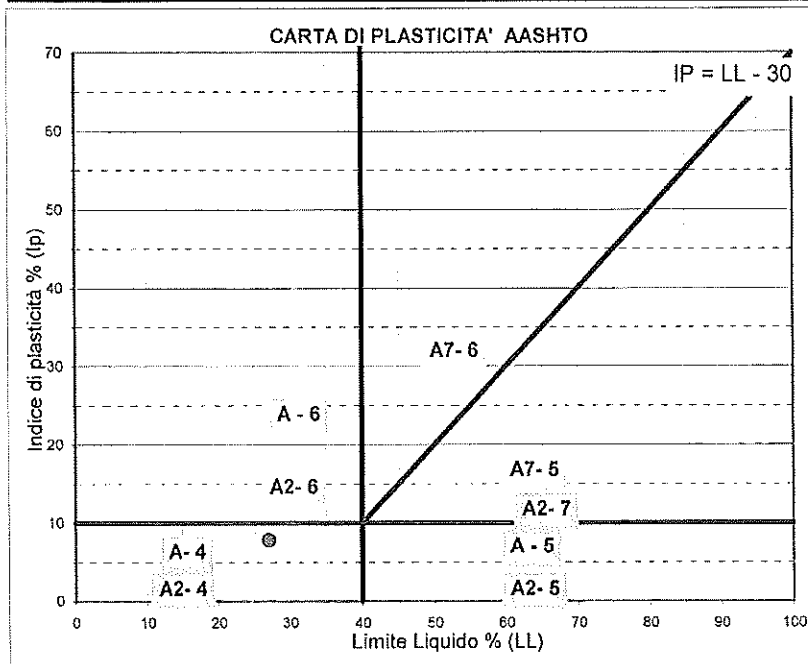
Prelievo effettuato da: A cura del committente

Arrivo in laboratorio: 31.05.2010

Inizio analisi: 31.05.2010

Fine analisi 04.06.2010

Il presente rapporto di prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione, anche parziale del rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dalla C.S.G. Palladio. I campioni vengono conservati presso la C.S.G. Palladio per 6 mesi salvo diverse prescrizioni.



FRAZIONE PASSANTE:

| | | |
|----------|-------|---|
| 2,0 mm | 100,0 | % |
| 0,40 mm | 93,1 | % |
| 0,075 mm | 67,5 | % |

LIMITI DI ATTERBERG:

| | | |
|-----------------|------|---|
| LIMITE LIQUIDO | 27,1 | % |
| LIMITE PLASTICO | 19,3 | % |
| INDICE PLASTICO | 7,8 | % |

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO

(CNR UNI 10006)

A4

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO:

| GRUPPO | TERRENI PREVALENTEMENTE GRANULARI | | | | | | | TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSO ARGILLOSI | | | | | TERRE ORGANICHE |
|---|---|--------|-------------|--|--------|--------|--------|--|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| | A1 | | A3 | A2 | | | | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | |
| SOTTOGRUPPO | A1 - a | A1 - b | | A2 - 4 | A2 - 5 | A2 - 6 | A2 - 7 | | | | A7 - 5 | A7 - 6 | |
| FRAZIONE PASSANTE | | | | | | | | | | | | | |
| UNI 2332 | 2 mm | < 50 | --- | | | | | | | | | | |
| | 0,4 mm | < 30 | < 50 | > 50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 0,075 mm | < 15 | < 25 | < 10 | < 35 | < 35 | < 35 | < 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 |
| LIMITI DI CONSISTENZA | | | | | | | | | | | | | |
| LL | | --- | | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | > 40 | > 40 |
| IP | | < 5 | N.P. | < 10 | < 10 | > 10 | > 10 | < 10 | < 10 | > 10 | > 10 | > 10 | > 10 |
| INDICE DI GRUPPO | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | < 4 | < 4 | < 8 | < 12 | < 16 | < 20 | < 20 | |
| TIPI USUALI DEI MATERIALI COSTITUENTI IL GRUPPO | | | | | | | | | | | | | |
| | GHIAIA O BRECCIA CON SABBIA E SABBIA GROSSOLANA | | SABBIA FINE | GHIAIA O SABBIA ALTA O A MEDIA ARGILLOSA | | | | L.M. POCO COMPRESSIBILI | L.M. MOLTO COMPRESSIBILI | ARGILLE POCO COMPRESSE | ARGILLE MOLTO COMPRESSE | ARGILLE MOLTO COMPRESSE | TORRE |

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

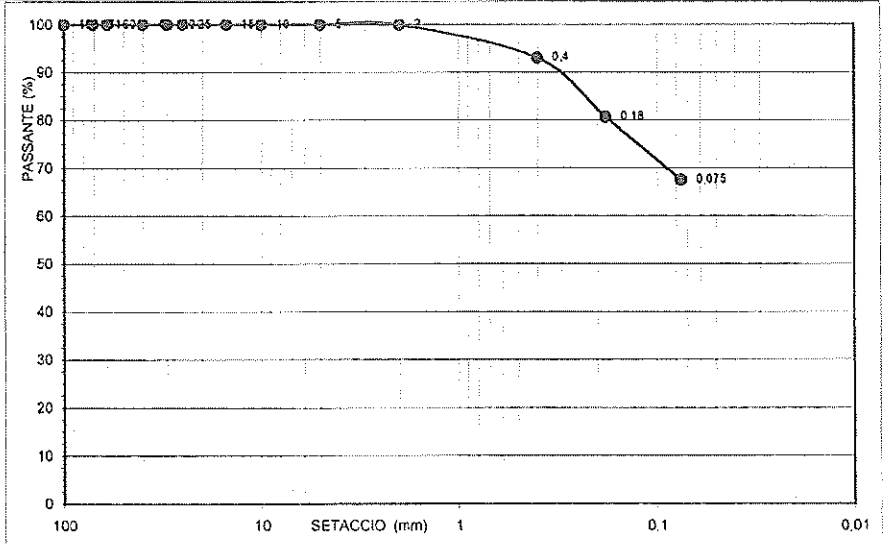
Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)



Rapporto di prova n. 10CA05183 - continua dalla pagina precedente

ANALISI GRANULOMETRICA MEDIANTE VAGLI

| | VAGLI (mm) | Trattenuto (g) | Trattenuto (%) | Passante (%) |
|------------|------------|----------------|----------------|--------------|
| CRIVELLI φ | >100 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 100 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 75 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 60 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 40 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 30 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 25 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 15 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| SETACCI # | 10 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 5 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 2 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 0,4 | 47 | 6,9 | 93,1 |
| | 0,18 | 85 | 12,4 | 80,7 |
| | 0,075 | 91 | 13,2 | 67,5 |
| | <0,075 | 464 | 67,5 | ----- |

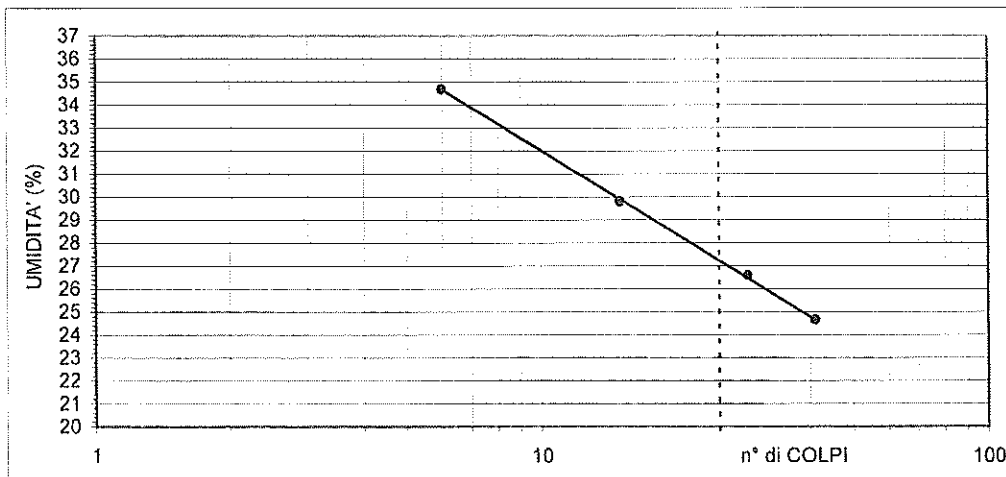


Peso totale del campione (g): 688

LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG (CNR UNI 10014)

| LIMITE LIQUIDO | | 1° | 2° | 3° | 4° |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| COLPI | n° | 6 | 15 | 29 | 41 |
| Tara | g | 4,08 | 4,07 | 4,03 | 4,05 |
| Peso lordo umido | g | 24,13 | 19,97 | 16,88 | 19,12 |
| Peso lordo secco | g | 18,97 | 16,32 | 14,18 | 16,14 |
| Peso dell' acqua | g | 5,17 | 3,65 | 2,70 | 2,98 |
| Peso netto secco | g | 14,89 | 12,25 | 10,15 | 12,09 |
| UMIDITA' | % | 34,70 | 29,81 | 26,58 | 24,65 |

| LIMITE PLASTICO | | 1° | 2° |
|-----------------|---|-------|-------|
| Tara | g | 3,98 | 4,03 |
| P. lordo umido | g | 17,62 | 18,04 |
| P. lordo secco | g | 15,45 | 15,74 |
| P. acqua | g | 2,17 | 2,30 |
| P. netto secco | g | 11,47 | 11,71 |
| UMIDITA' | % | 18,91 | 19,65 |



LIMITI DI ATTERBERG:
(CNR UNI 10014)
LL: 27,1 %
LP: 19,3 %
IP: 7,8 %

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)

Strada Saviabona, 278/1 - 36100 VICENZA Tel: ++39/0444 304091 - Fax ++39/0444 313136



Rapporto di prova n. 10CA05183 -- continua dalla pagina precedente.

CAMPIONE: S2C2 Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m
DESCRIZIONE CAMPIONE: campione della lunghezza totale di 40cm;
intero in fustella, costituito da due livelli omogenei:

| | | VALORI MEDI | |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | pocket | torvane |
| 40 | ALTO | daN/cm ² | daN/cm ² |
| | A | | fuori |
| 30 | | 1,2 | scala |
| | tg A ₃ | | fuori |
| 20 | B tg A ₂ | 0,6 | scala |
| | tg A ₁ | | fuori |
| 10 | A | 1,0 | scala |
| | | | fuori |
| 0 | | 0,8 | scala |
| cm BASSO | | | |

A: deposito granulare prevalentemente sabbioso

B: Argilla limosa

A: deposito granulare prevalentemente sabbioso

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

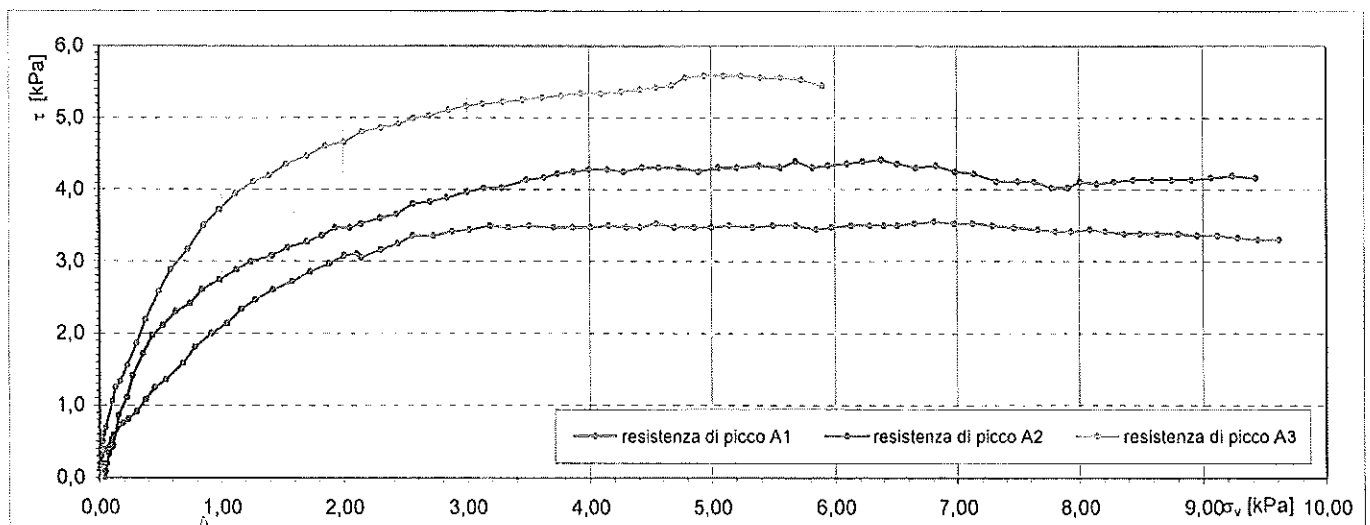
Massa volumica dei granuli: $G_s = 2,704$ (g/cm³)

Umidità naturale media: $W_N = 31,8$ %

Massa volumica media con umidità naturale: $\gamma_{nat} = 1,621$ (g/cm³)

| PROVINI: | | A ₁ | A ₂ | A ₃ |
|----------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | CONSOLIDAZIONE PROVINI: (daN/cm ²) | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| A _s | Area sezione quadrata (cm ²) | 36,0 | 36,0 | 36,0 |
| h ₀ | Altezza iniziale: (cm) | 2,20 | 2,20 | 2,20 |
| V ₀ | Volume iniziale: (cm ³) | 79,20 | 79,20 | 79,20 |
| t | Tara fustella alluminio: (g) | 94,48 | 94,48 | 94,48 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 221,80 | 229,78 | 217,02 |
| γ_n | Peso di volume umido: (g/cm ³) | 1,608 | 1,708 | 1,547 |
| Δh | consolidazione massima (cm) | 0,0219 | 0,0331 | 0,0496 |
| DOPO CONSOLIDAZIONE: | | | | |
| h ₁ | Altezza dopo consolidazione: (cm) | 2,178 | 2,167 | 2,150 |
| V ₁ | Volume dopo consolidazione: (cm ³) | 78,41 | 78,01 | 77,41 |
| T | Tara bacinella: (g) | 121,05 | 123,25 | 123,97 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 247,26 | 251,89 | 247,77 |
| P _s | Peso lordo secco (g) | 212,79 | 217,87 | 213,42 |
| γ_s | Peso di volume secco: (g/cm ³) | 1,170 | 1,213 | 1,155 |
| U ₁ | Umidità dopo consolidazione (%) | 37,6 | 36,0 | 38,4 |
| Q | Carico massimo di rottura (daN/cm ²) | 0,356 | 0,442 | 0,558 |

Velocità in fase di rottura:
 $v = 0,003$ (mm/min)



Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)



Spett. le Giara Engineering Srl
Via Puccini, 10
36100 - VICENZA

RAPPORTO DI PROVA n. 10CA05184

Data emissione rapporto: 19.07.2010

Sigla campione: S3C3

Descrizione campione: Limo argilloso a tratti sabbioso con rari frustoli vegetali carboniosi

Provenienza campione: Vicenza - Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m

Descrizione prova e metodo analitico: Classificazione AASHTO M 145-82 (CNR UNI 10006)

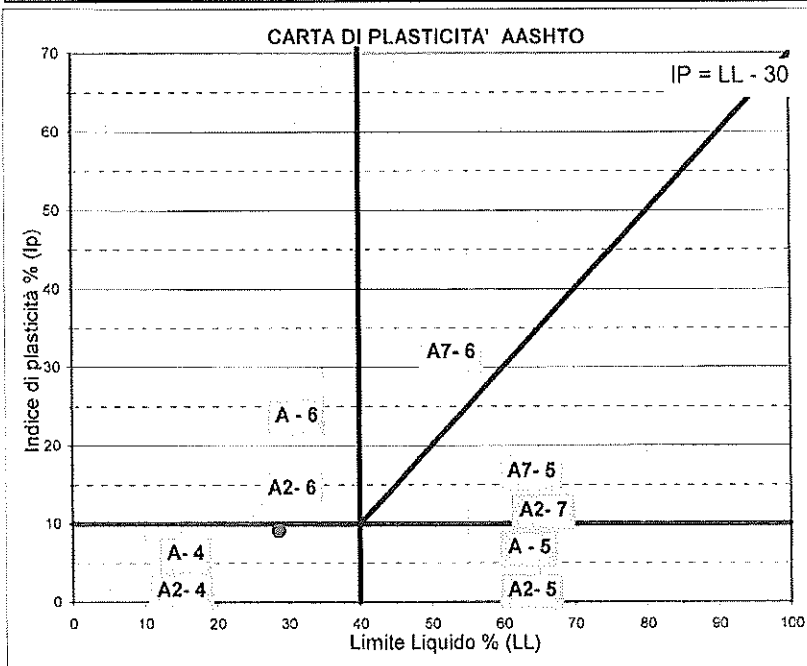
Prelievo effettuato da: A cura del committente

Arrivo in laboratorio: 31.05.2010

Inizio analisi: 31.05.2010

Fine analisi 04.06.2010

Il presente rapporto di prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione, anche parziale del rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dalla C.S.G. Palladio. I campioni vengono conservati presso la C.S.G. Palladio per 6 mesi salvo diverse prescrizioni.



FRAZIONE PASSANTE:

| | | |
|----------|------|---|
| 2,0 mm | 97,8 | % |
| 0,40 mm | 92,7 | % |
| 0,075 mm | 66,7 | % |

LIMITI DI ATTERBERG:

| | | |
|-----------------|------|---|
| LIMITE LIQUIDO | 28,7 | % |
| LIMITE PLASTICO | 19,6 | % |
| INDICE PLASTICO | 9,2 | % |

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO

(CNR UNI 10006)

A4

CLASSIFICAZIONE STRADALE AASHTO:

| GRUPPO | TERRENI PREVALENTEMENTE GRANULARI | | | | TERRENI PREVALENTEMENTE LIMOSO ARGILLOSI | | | | TERRE ORGANICHE | | |
|--|--|--------|-------------|-----------------------------------|--|--------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| | A1 | | A3 | A2 | | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | |
| SOTTOGRUPPO | A1 - a | A1 - b | | A2 - 4 | A2 - 5 | A2 - 6 | A2 - 7 | | A7 - 5 | A7 - 6 | |
| FRAZIONE PASSANTE | | | | | | | | | | | |
| UNI 2002 | 2 mm | < 50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | 0,4 mm | < 30 | < 50 | > 50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | 0,075 mm | < 15 | < 25 | < 10 | < 35 | < 35 | < 35 | < 35 | > 35 | > 35 | |
| LIMITI DI CONSISTENZA | | | | | | | | | | | |
| LL | --- | --- | N.P. | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | < 40 | > 40 | > 40 | |
| IP | < 6 | < 6 | N.P. | < 10 | < 10 | > 10 | > 10 | < 10 | < 10 | > 10 | |
| INDICE DI GRUPPO | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | < 4 | < 4 | < 4 | < 8 | < 12 | < 16 | |
| TIPUSUAI DEI MATERIALI COSTITUENTI IL GRUPPO | | | | | | | | | | | |
| | GHIAIA O RECCIA CON SABBIA E SABBIA GROSSOLANA | | SABBIA FINE | GHIAIA O SABBIA LUNGA O ARGILLOSA | | | LIMFOCO COMPRESSIBILI | LIMFOCO COMPRESSIBILI | ARGILLE FINE COMPRESSIBILI | ARGILLE FINE COMPRESSIBILI | TERRE ORGANICHE |

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scàrano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)

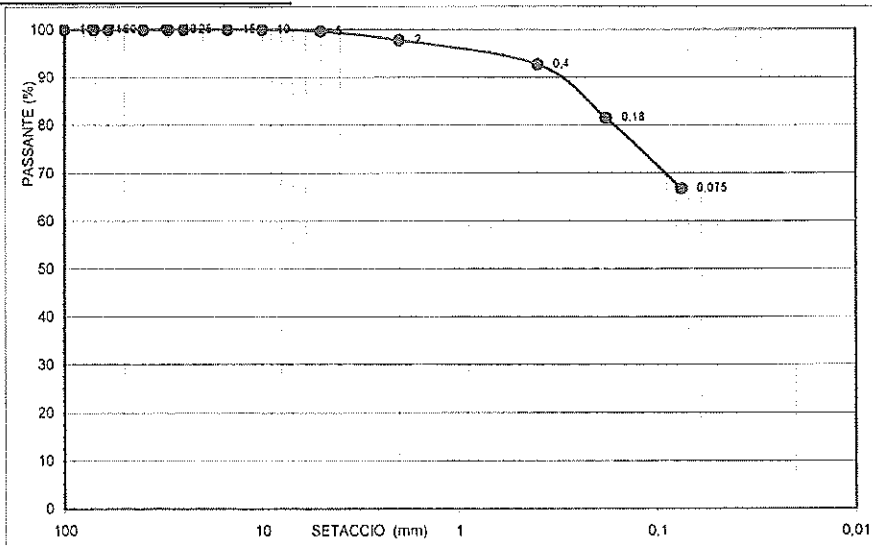
Strada Saviabona, 278/1 - 36100 VICENZA Tel: ++39/0444 304091 - Fax ++39/0444 313136

E-mail: info@csgpalladio.it Web site: www.csgpalladio.it

Rapporto di prova n. 10CA05184 - continua dalla pagina precedente

ANALISI GRANULOMETRICA MEDIANTE VAGLI

| | VAGLI (mm) | Trattenuto (g) | Trattenuto (%) | Passante (%) |
|-----------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| CRIVELLI ϕ | >100 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 100 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 75 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 60 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 40 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 30 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 25 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 15 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| | 10 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| SETACCI # | 5 | 3 | 0,4 | 99,6 |
| | 2 | 11 | 1,8 | 97,8 |
| | 0,4 | 31 | 5,1 | 92,7 |
| | 0,18 | 69 | 11,2 | 81,5 |
| | 0,075 | 91 | 14,8 | 66,7 |
| | <0,075 | 411 | 66,7 | ----- |

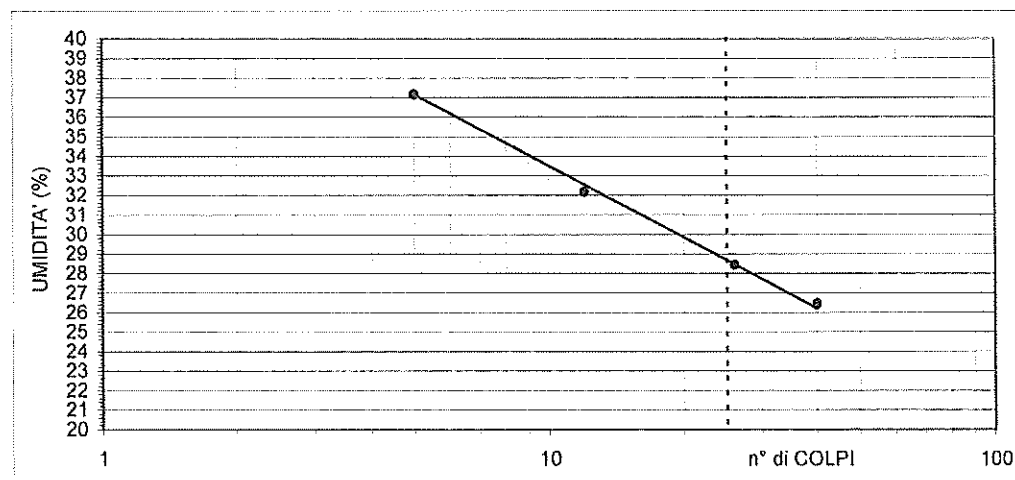


Peso totale del campione (g): 615

LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG (CNR UNI 10014)

| LIMITE LIQUIDO | | 1° | 2° | 3° | 4° |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| COLPI | n° | 5 | 12 | 26 | 40 |
| Tara | g | 4,08 | 4,09 | 4,10 | 4,05 |
| Peso lordo umido | g | 14,03 | 28,67 | 23,03 | 19,33 |
| Peso lordo secco | g | 11,33 | 22,69 | 18,84 | 16,13 |
| Peso dell' acqua | g | 2,70 | 5,98 | 4,19 | 3,20 |
| Peso netto secco | g | 7,25 | 18,60 | 14,74 | 12,08 |
| UMIDITA' | % | 37,17 | 32,17 | 28,44 | 26,47 |

| LIMITE PLASTICO | | 1° | 2° |
|-----------------|---|-------|-------|
| Tara | g | 4,11 | 4,089 |
| P. lordo umido | g | 20,18 | 22,51 |
| P. lordo secco | g | 17,53 | 19,53 |
| P. acqua | g | 2,65 | 2,98 |
| P. netto secco | g | 13,42 | 15,44 |
| UMIDITA' | % | 19,77 | 19,32 |



LIMITI DI ATTERBERG:

(CNR UNI 10014)

LL: 28,7 %

LP: 19,5 %

IP: 9,2 %

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)



Spett. le **Giara Engineering Srl**
Via Puccini, 10
36100 - VICENZA

RAPPORTO DI PROVA n. 10CA05184

Data emissione rapporto: 19.07.2010

Sigla campione: S3C3

Descrizione campione: Limo argilloso a tratti sabbioso con rari frustoli vegetali carboniosi

Provenienza campione: Vicenza

Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m

Descrizione prova e metodo analitico: Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande - Raccomandazioni AGI '94

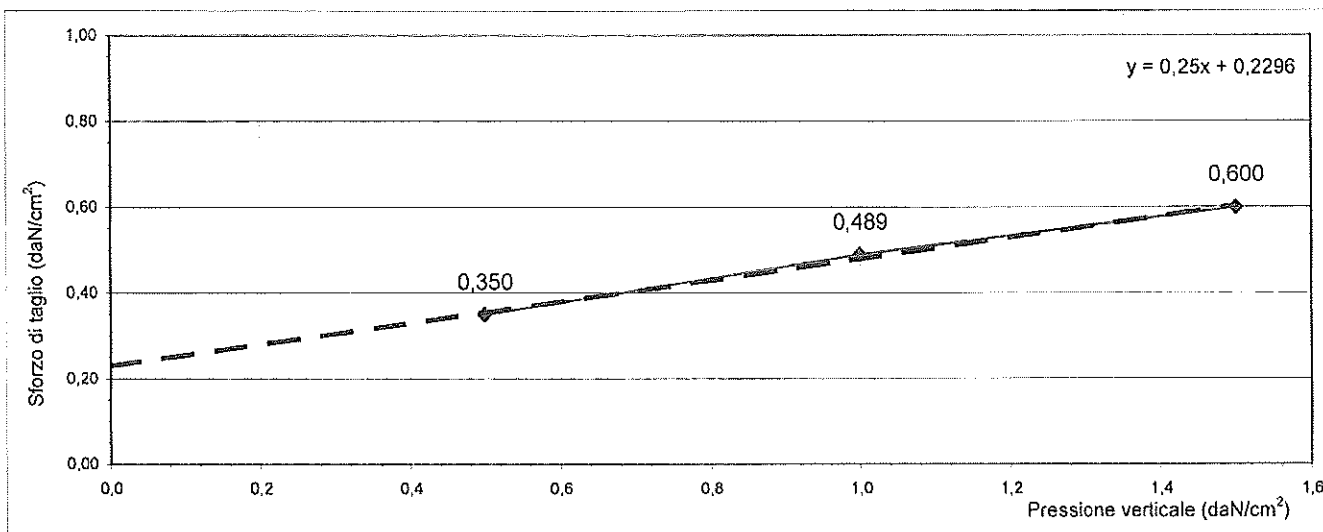
Prelievo effettuato da: A cura della committenza

Arrivo in laboratorio: 31.05.2010

Inizio analisi: 30.06.2010

Fine analisi 12.07.2010

Il presente rapporto di prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione, anche parziale del rapporto di prova deve essere autorizzata per iscritto dalla C.S.G. Palladio. I campioni vengono conservati presso la C.S.G. Palladio per 3 mesi salvo diverse prescrizioni.



Angolo di attrito
 $\phi = 14$ gradi

Coesione efficace:
 $c' = 0,230$ (daN/cm²)

Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)

Rapporto di prova n. 10CA05184 - continua dalla pagina precedente.

CAMPIONE: S3C3 Fustella prelevata tra la di -2,50 e -3,00m

DESCRIZIONE CAMPIONE: campione della lunghezza totale di 40cm;
Integro in fustella, costituito da due livelli omogenei:

A: Limo argilloso a tratti sabbioso con rari frustoli vegetali carboniosi
B: argilla limosa

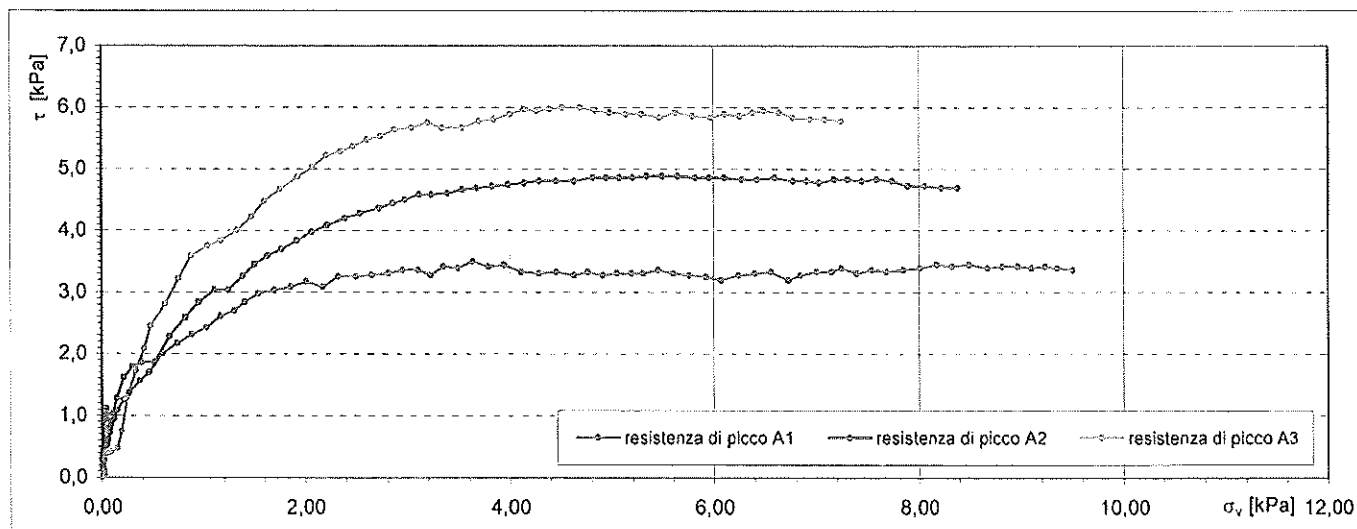
CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE:

Massa volumica dei granuli: $G_s = 2,676 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
Umidità naturale media: $W_N = 32,4 \%$
Massa volumica media con umidità naturale: $\gamma_{nat} = 1,722 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

| | | VALORI MEDI | |
|----|-------------------|---------------------|---------------------|
| | | pocket | torvane |
| 48 | ALTO | daN/cm ² | daN/cm ² |
| 40 | tg A ₁ | 1,5 | fuori scala |
| 30 | | 1,5 | fuori scala |
| 20 | | 1,40 | fuori scala |
| | B | | fuori scala |
| 10 | A | 0,75 | fuori scala |
| 0 | | 0,50 | fuori scala |
| cm | BASSO | | |

| PROVINI: | | A ₁ | A ₂ | A ₃ |
|----------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | CONSOLIDAZIONE PROVINI: (daN/cm ²) | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| A _s | Area sezione quadrata (cm ²) | 36,0 | 36,0 | 36,0 |
| h ₀ | Altezza iniziale: (cm) | 2,20 | 2,20 | 2,20 |
| V ₀ | Volume iniziale: (cm ³) | 79,20 | 79,20 | 79,20 |
| t | Tara fustella alluminio: (g) | 94,52 | 94,52 | 94,52 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 227,97 | 228,93 | 235,90 |
| γ _n | Peso di volume umido: (g/cm ³) | 1,685 | 1,697 | 1,785 |
| Δh | consolidazione massima (cm) | 0,1347 | 0,1484 | 0,1856 |
| DOPO CONSOLIDAZIONE: | | | | |
| h ₁ | Altezza dopo consolidazione: (cm) | 2,065 | 2,052 | 2,014 |
| V ₁ | Volume dopo consolidazione: (cm ³) | 74,35 | 73,86 | 72,52 |
| T | Tara bacinella: (g) | 209,5 | 125,5 | 122,93 |
| P _u | Peso lordo umido (g) | 348,00 | 261,53 | 255,39 |
| P _s | Peso lordo secco (g) | 314,45 | 225,42 | 222,48 |
| γ _s | Peso di volume secco: (g/cm ³) | 1,412 | 1,353 | 1,373 |
| U ₁ | Umidità dopo consolidazione (%) | 32,0 | 36,1 | 33,1 |
| Q | Carico massimo di rottura (daN/cm ²) | 0,350 | 0,489 | 0,600 |

Velocità in fase di rottura:
v = 0,003 (mm/min)



Responsabile di Settore
(Dr. Massimiliano Scarano)

Il Responsabile del Laboratorio
(Dr. Paolo Cornale)