

Firmato digitalmente da:

AZZI NICOLA

Firmato il 2025/03/03 19:03

Seriale Certificato: 1657617

Valido dal 29/07/2022 al 29/07/2025

InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

Allegato L



**PROVINCIA DI ROVIGO
COMUNE DI ROVIGO**

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

**PROGETTO
OPERE DI URBANIZZAZIONE AREA "EX ANGELO CUSTODE"
PIRUEA N.34 ED EDIFICAZIONE**

Proponente

EDILART COSTRUZIONI s.r.l.
V.le Porta Adige, 45
45100 ROVIGO

Geologo

Dott. Federico Zambon

Rovigo, Dicembre 2019

Geologia: Indagini geologiche e geotecniche, sondaggi geognostici, prove penetrometriche, geotermia innovativa a circuito chiuso e aperto, piezometri, pozzi, progettazione ed esecuzione di pali rotinfissi, pratiche terre da scavo.

Ambiente: screening, valutazioni di impatto ambientale, pratiche recupero rifiuti inerti non pericolosi, compatibilità idraulica, monitoraggi ambientali, progetti di recupero ambientale, bonifiche, gestione di siti industriali dismessi.

Sicurezza: coordinamento cantieri in progettazione ed esecuzione, redazione psc, pss, pos.



Sommario

1.	Premessa	2
2.	Locazione dell'intervento	3
3.	Inquadramento Geomorfologico e Geolitologico dell'area oggetto di indagine	5
3.1.	Geomorfologia	5
3.2.	Geolitologia.....	6
3.3.	Analisi della permeabilità e della paleoidrografia	6
4.	Sismica del territorio.....	8
4.1.	Indagine Geotecnica.....	9
4.1.1	Metodologia d'indagine	9
4.1.2	Elaborazione dati prove	10
4.1.3	Valutazioni geotecniche.....	10
4.1.4	Caratterizzazione sismica del sottosuolo	14
4.1.5	Analisi del rischio di liquefazione	15
4.1.6	Progetto.....	18
4.1.7	Capacità portante delle fondazioni: resistenza a SLU	18
4.1.8	Verifiche in esercizio: calcolo dei cedimenti a SLE.....	19
4.2.	Elaborazione prove geofisiche.....	21
5.	Valutazioni idrogeologiche.....	29
6.	Indicazioni progettuali	30
6.1.	Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali	30
6.2.	Soluzioni per il rinforzo del sottofondo stradale.....	30
7.	Conclusioni	32



1. Premessa

La presente relazione è finalizzata alla verifica della compatibilità geologica, geotecnica e sismica dell'area di intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n.34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo.

Al fine di individuare le caratteristiche sismiche dei terreni di fondazione presenti nel lotto di futura urbanizzazione, è stato eseguito l'aggiornamento della relazione redatta nel 2011 implementando le indagini in campo con l'esecuzione dell'indagine geofisica. Nell'area sono pertanto state eseguite le seguenti indagini:

- ✓ N° 3 CPT fino alla profondità di 10,00 metri dal p.c..
- ✓ N° 1 prova geofisica specifica per l'individuazione della Vs30.

La relazione descrive le caratteristiche sismiche e litostratigrafiche del sito, individua i parametri geotecnici dei vari litotipi presenti, classifica i terreni sotto l'aspetto sismico e analizza i cedimenti dei terreni sottoposti al carico di fondazione delle strutture stradali.

La localizzazione delle prove sono riportate nelle planimetrie allegate alla presente relazione.

2. Localizzazione dell'intervento

L'area oggetto di futura edificazione è situata nel centro del Comune di Rovigo nel sito dell'ex Angelo Custode.

L'ubicazione dell'area in esame viene riportata nelle seguenti immagini satellitari:



Figura 1: Ortofoto con posizione dell'area rispetto al territorio comunale di Rovigo



Figura 2 – Ortofoto con inquadramento dell'area di indagine



3. Inquadramento Geomorfológico e Geolitologico dell'area oggetto di indagine

3.1. Geomorfologia

La pianura padana è un grande bacino subsidente che si stende tra le Alpi e gli Appennini. Fin dall'Era Cenozoica, in concordanza con la fase meso-alpina, la Pianura Padana ha assunto il ruolo di avanfossa sia per la catena alpina che per quella appenninica. In tale bacino i sedimenti mesozoici di mare profondo si sono sovrapposti ai sedimenti paleogenici e miocenici prevalentemente clastici colmando i principali dislivelli legati all'orogenesi alpina. Alternata a cicli di sedimentazione e fasi tettoniche, l'area è colmata da forti spessori di sedimenti. Per tali sedimenti, ancora in via di costipamento, i coefficienti di compattazione sono ovviamente più elevati negli strati superiori e via via minori andando in profondità, ove il costipamento possibile si è già in parte compiuto.

La subsidenza naturale ha quindi presentato, e tuttora presenta, velocità differenti da zona a zona, con una distribuzione spaziale che appare legata a diversi fenomeni e soprattutto alle differenze di spessore e alla loro diversa natura litologica dei sedimenti ancora sciolti (in particolare dei materiali quaternari).

La subsidenza naturale a sua volta ha condizionato l'evoluzione altimetrica della pianura, l'orientamento degli assi di deflusso fluviale, la differenziazione litologica dei depositi della paleopianura e conseguentemente anche la costituzione degli acquiferi profondi di origine continentale. Nell'Era quaternaria, sia per l'alternarsi di glaciazioni sia per il notevole deposito di sedimenti, il mare si ritirò gradualmente, lasciando continuare l'opera di colmata ai fiumi discendenti dai versanti.

Con l'ultima glaciazione Wurmiana (70.000-17.000 anni fa) si ebbe la massima regressione marina. Il livello del mare in tale periodo si abbassò, secondo alcuni autori, di circa 100 metri, tanto che il Po doveva sfociare fra Pescara e Ancona. A causa di un aumento della temperatura media terrestre (interglaciale da 15.000 a 5.000 anni fa) e il conseguente scioglimento dei ghiacciai, si produsse poi una ingressione che portò la linea di costa a oltre 20 Km ad occidente di quella attuale, in quel periodo quindi il territorio di Adria era lambito dal mare (40 Km rispetto alla foce del Po di Pila). A partire dall'interglaciale quindi la formazione del rilievo geomorfologico e paleoidrografico della bassa pianura padana è legato alle continue variazioni idrografiche dei principali corsi d'acqua della zona. Questi ultimi contribuirono con i loro depositi alluvionali, unitamente all'azione del mare a modellare il territorio. I sedimenti fluviali quindi rappresentano l'ultima fase di una lenta azione di



riempimento di tutta l'area padana ed è dovuto a loro l'attuale assetto geomorfologico del territorio polesano.

3.2. Geolitologia

Nella bassa pianura alluvionale il divagare di antichi corsi fluviali (paleoalvei), ha originato particolari strutture morfologiche rappresentate da fasce allungate di terreni emergenti rispetto al piano campagna circostante, che degrada lateralmente verso aree a quote inferiori.

La zona in esame, come del resto la pianura polesana, è costituita in superficie, da terreni geologicamente recenti (Olocene) formati principalmente dall'azione deposizionale dei fiumi Adige, e in misura minore dal Tartaro-Canalbiano e dal Po, che hanno modellato il territorio conferendogli assetti topo-altimetrici variabili.

Nell'area le alluvioni recenti e/o attuali sono rappresentate, dal punto di vista granulometrico, da depositi generalmente fini, che vanno dalle argille alle sabbie limose. Questi depositi sono intercalati a limi, torbe e sabbie, che interessano talora aree molto estese.

Si distingue (planimetria inquadramento geomorfologico - appendice) subito a nord dell'area un paleoalveo di notevole consistenza, proveniente da sud-ovest, che prosegue verso S. Martino di Venezie lungo l'attuale strada per Sarzano e Mardimago mentre a sud-est dell'area è presente un altro paleoalveo, che prosegue per la frazione di Buso. Il sito in questione si trova nell'area di confluenza di due grossi paleoalvei che all'epoca del deposito dovevano avere portate notevoli, considerati i terrazzamenti che hanno lasciato sul territorio. L'area si doveva trovare all'interno di conche di esondazione di tipo meandriforme, con depositi sabbiosi e argilloso-organici alternati a depositi argillosi inorganici dovuti all'interramento del meandro o sovrapposti a seguito delle colmate del fiume presente nelle vicinanze.

3.3. Analisi della permeabilità e della paleoidrografia

La successione degli eventi deposizionali avvenuti nell'Era Quaternaria, ha portato alla costruzione di un apparato alluvionale assai spesso ed articolato nelle sue sequenze litostratigrafiche. Numerosi sono gli acquiferi che hanno sede nell'ampio bacino deposizionale della pianura polesana. Essi possiedono caratteristiche idrauliche ed idrogeologiche distinte, relative alla loro formazione, estensione e potenza. In aree di bassa pianura, gli acquiferi sono ormai per lo più indifferenziati, costituenti il cosiddetto "sistema multifalda". Il primo sottosuolo è vario, con caratteristiche litologiche e geotecniche diversificate, ad indicare la genesi di questi terreni alluvionali. Depositi



avvenuti ai margini di due grossi paleoalvei e quindi soggetti a fasi di alta energia con condizioni di esondazione e fasi di deposizione e di interrimento con litologie argillose torbose.

Mediante le litologie dei primi metri si possono individuare in terreni di tipo coesivo, con distribuzione areale diversificata tra argille organiche e depositi di argille inorganiche consistenti con passaggi a terreni granulari nei metri sottostanti.

Il coefficiente di permeabilità (stimato) che si può assegnare a depositi quali quelli rilevati nell'area, è da considerarsi mediamente dell'ordine del $10^{-7} \div 10^{-8}$ m/s. Esso può variare localmente, per la presenza di lenti sabbiose o di paleoalvei.

Il livello della falda nel periodo del monitoraggio (marzo 2011) è stata rilevata tra -0,70 e -1,0 metro dal piano campagna; è rilevabile un gradiente relativo di flusso della falda con direzione Ovest-Est dovuta al drenaggio impresso probabilmente da terreni più drenanti posti al limite Est dell'area. L'area si presenta infatti come un bacino endoreico che assorbe tutta l'acqua di precipitazione e per infiltrazione attraverso i terreni viene dispersa. La profondità della falda potrebbe diminuire localmente per effetto delle precipitazioni e della bassa permeabilità dei terreni.

Dallo studio dei terreni, condotto mediante l'esecuzione di prove penetrometriche, sono stati classificati i litotipi prevalenti nella parte superficiale.

4. Sismica del territorio

Il territorio del Comune di Rovigo sulla base dell' O.P.C.M. 3274/2003, recepita dalla regione veneto, rientra nel novero dei comuni classificati a basso rischio sismico (classe 4). La OPCM 3519/96 stabilisce nuovi criteri per la definizione delle zone sismiche, con 12 diverse fasce di pericolosità sismica e con la conseguenza che i confini comunali non sono più coincidenti con un unico livello omogeneo di rischio.

Le nuove "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.1.2008 ai fini del calcolo strutturale prende a riferimento la proposta di zonizzazione, con le diverse fasce di pericolosità sismica, allegata alla OPCM 3519/06.

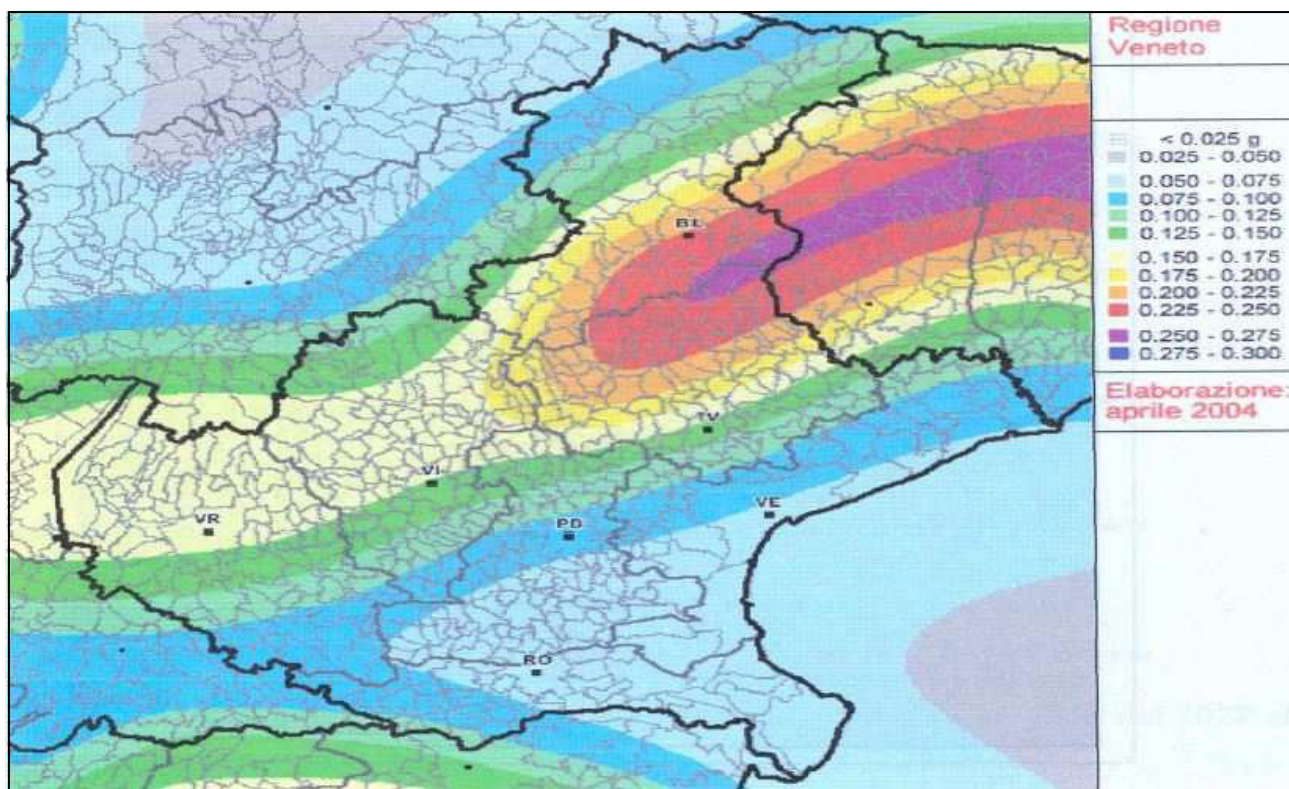


Figura 3: Mappa di pericolosità sismica del veneto

La pericolosità sismica viene espressa in termini di accelerazione massima al suolo riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$; cat.A, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Per il comune di Rovigo, inserito in classe 4, risulta una accelerazione massima al suolo, di base, compresa tra 0,050g e 0,075g come indicato nella mappa di figura 3.



4.1. Indagine Geotecnica

4.1.1 Metodologia d'indagine

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0,5 \text{ cm/s}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "BEGEMANN").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate e precisamente:

- diametro di base del cono	$\phi = 35,7 \text{ mm}$
- area della punta conica	$A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono	$\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale manicotto	$A_m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione della punta):

- $q_c \text{ (Kg/ cm}^2\text{)}$	= resistenza alla punta (conica)
- $f_s \text{ (Kg/ cm}^2\text{)}$	= resistenza laterale (manicotto)
- $L_1 \text{ (Kg/ cm}^2\text{)}$	= resistenza alla punta (conica)
- $L_2 \text{ (Kg/ cm}^2\text{)}$	= resistenza alla punta e laterale (conica + manicotto)

(La resistenza alla punta L_1 e la resistenza L_2 sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm)



4.1.2 Elaborazione dati prove

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto q_c/f_s fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 – Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di q_c e del rapporto $R_f = (f_s/q_c) \%$ (esperienze di Schmertmann – 1978).

Sempre con riferimento alla prova penetrometrica statica CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E_u' , peso di volume γ , ecc.), nonché valutazioni riguardanti la capacità portante e i cedimenti di fondazioni di forma e tipo diversi.

I cedimenti vengono valutati in via approssimata con il metodo edometrico nella ipotesi di consolidazione monodimensionale del sottosuolo, sulla scorta di opportune correlazioni fra la resistenza alla punta q_c e il modulo di deformazione edometrico M_o .

Le elaborazioni sopra citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari paesi da diversi autori, nonché a conoscenze personali sui terreni e sulle litologie in aree attigue alla zona indagata.

In assenza di prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno), le suddette correlazioni hanno ovviamente validità orientativa.

4.1.3 Valutazioni geotecniche

Con riferimento ai risultati dell'indagine effettuata ed utilizzando i dati forniti dalle CPT, si rilevano per il sottosuolo in esame, le seguenti informazioni corrispondenti alla natura prevalente e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Per la descrizione delle caratteristiche geotecniche si fa riferimento alla seguente scala:

q_c	< 10	$10 < q_c < 20$	$20 < q_c < 30$	$30 < q_c < 40$	$q_c > 40$
Qualità	Scadenti	Mediocri	Discrete	Buone	Ottime



INDAGINE PENETROMETRICA CPT1

Falda a -0,70 m dal piano di calpestio

NATURA PREVALENTE

Da p.c. a -0,40 metri	Terreni di rimaneggiati;
da -0,40. a 9,00 metri	Terreni a comportamento coesivo, dotati di scadenti caratteristiche geotecniche, costituiti da argille organiche intercalate da argille mediamente consistenti;
da 9,00 a 10,00 metri	Terreni misti a comportamento granulare, con discrete caratteristiche geotecniche, costituiti da sabbie limose con livelli di argille sabbiose e sabbie mediamente addensate.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Da p.c. a -0,40 metri – Terreni rimaneggiati;

Da -0,40 a 9,00 metri – terreni a comportamento coesivo:

Resistenza alla punta	qc	7.9	Kg/ cmq
Coesione non drenata	Cu	0.37	Kg/ cmq
Modulo edometrico	Mo	26.3	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	118.16	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.78	t/m ³

Da 9,00 a 10,00 metri – terreni misti a comportamento granulare:

Resistenza alla punta	qc	31.8	Kg/ cmq
Angolo di attrito	ϕ	28.8	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	207.8	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.90	t/m ³



INDAGINE PENETROMETRICA CPT2

Falda a -0,75 m dal piano di calpestio

NATURA PREVALENTE

Da p.c. a -0,40 metri	Terreni di rimaneggiati;
da 0,40 a 6,80 metri	Terreni a comportamento coesivo, dotati di scadenti caratteristiche geotecniche, costituiti da argille organiche alternate ad argille mediamente consistenti con livelli di argille limose;
da 6,80 a 8,20 metri	Terreni misti a comportamento granulare, con discrete caratteristiche geotecniche, costituiti da sabbie limose e sabbie mediamente addensate con livelli di argille limose al tetto dello strato;
da 8,20 a 10,00 metri	Terreni misti a comportamento coesivo, con mediocri caratteristiche geotecniche costituiti da argille organiche con livelli di argille da mediamente consistenti a consistenti e con un livello di sabbie argillose al letto dello strato.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Da p.c. a -0,40 metri – Terreni rimaneggiati;

Da 0,40 a 6,80 metri – terreni a comportamento coesivo:

Resistenza alla punta	qc	7.8	Kg/ cmq
Coesione non drenata	Cu	0.38	Kg/ cmq
Modulo edometrico	Mo	25.9	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	118.34	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.77	t/m ³

Da 6.80 a 8.20 metri – terreni misti a comportamento granulare:

Resistenza alla punta	qc	33.2	Kg/ cmq
Angolo di attrito	ϕ	29.3	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	197.85	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.92	t/m ³

Da 8.20 a 10.00 metri – terreni misti a comportamento coesivo:

Resistenza alla punta	qc	13.8	Kg/ cmq
Coesione non drenata	Cu	0.54	Kg/ cmq
Modulo edometrico	Mo	44.3	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	152.9	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.89	t/m ³



INDAGINE PENETROMETRICA CPT3

Falda a -1,00 m dal piano di calpestio

NATURA PREVALENTE

Da p.c. a -0,40 metri	Terreni di rimaneggiati;
Da 0,40 a 8,80 metri -	Terreni a comportamento coesivo, dotati di scadenti caratteristiche geotecniche, costituiti in prevalenza da argille organiche con livelli di argilla da mediamente consistente a consistente.
da 8,80 a 10,00 metri-	Terreni misti a comportamento granulare, dotati di mediocri/discrete caratteristiche geotecniche costituiti da sabbie limose con al letto dello strato un livello di argille da consistenti a sabbioso limose.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Da p.c. a -0,40 metri – Terreni rimaneggiati;

Da p.c. a 8,80 metri – terreni a comportamento coesivo:

Resistenza alla punta	qc	7.4	Kg/ cmq
Coesione non drenata	Cu	0.34	Kg/ cmq
Modulo edometrico	Mo	22.2	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	115.07	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.76	t/m ³

Da 8.80 a 10.00 metri – terreni misti a comportamento granulare:

Resistenza alla punta	qc	19.8	Kg/ cmq
Angolo di attrito	ϕ	27.7	Kg/ cmq
Velocità onde di taglio	Vs	172.83	m/s
Peso specifico terreno immerso	γ'	0.91	t/m ³



4.1.4 Caratterizzazione sismica del sottosuolo

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, consentono di fare riferimento ad un approccio semplificato basato sull'individuazione della categoria di sottosuolo o di fare riferimento a metodi geofisici per l'individuazione della Vs30. Nel caso specifico si è eseguita l'indagine geofisica per l'individuazione della Vs30.

Si riporta la tabella con le categorie di suolo di fondazione secondo la normativa sopra richiamata:

- A- *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B- *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s .
- C- *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D- *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
- E- *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

In funzione dei dati derivati unicamente dall'indagine CPT (in seguito verrà eseguita la classificazione con l'indagine sismica a confronto), si ricava che la categoria di suolo di fondazione dell'area, secondo quanto sopra descritto e riportate nel D.M. 17/01/2018, è la:

Categoria D

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.



4.1.5 Analisi del rischio di liquefazione

L'area in oggetto, sita in Comune di Rovigo presso l'area ex Angelo Custode, viene classificata nella zonizzazione sismica nazionale in classe 4. In base alle coordinate geografiche del lotto oggetto d'interesse, sono stati ricavati i seguenti valori di a_g , F_0 , T_c^* , per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

Coordinate	
Latitudine: 45,064709 N Longitudine: 11,792344 E	

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30		2,517	0,215
50	0,034	2,538	0,259
72	0,037	2,563	0,280
101	0,041	2,562	0,297
140	0,046	2,576	0,315
201	0,051	2,636	0,326
475	0,064	2,748	0,357
975	0,077	2,799	0,377
2475	0,102	2,720	0,400

Considerando che si tratta di una costruzione ordinaria, si assume una vita nominale della costruzione pari a:

$V_N = 50$ anni

Considerando che nella struttura vi saranno normali affollamenti, si assume una **Classe d'uso IV** cui corrisponde il seguente valore del coefficiente d'uso:

$C_U = 2$

I valori di a_g , F_0 , T_c^* , per i diversi stati limite sono riassunti nella tabella seguente:

Stato limite	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,030	2,536	0,219
SLD	101	0,041	2,562	0,297
SLV	949	0,076	2,797	0,377
SLC	1950	0,095	2,740	0,394

Pertanto considerando lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), l'accelerazione di picco corrispondente è $a_g = 0,076$ g.



Nella tabella seguente si riportano i valori che indicano l'addensamento dello strato e che sono necessari per valutare se il loro stato di addensamento è sufficiente o meno a resistere alla liquefazione per un sisma di progetto.

Si definisce F.L. il fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma:

$$F = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}}$$

Attraverso la prova penetrometrica statica si ricavano i parametri geotecnici per la verifica alla suscettibilità di alcuni strati alla liquefazione (q_c , $Dr\%$, angolo di attrito, carico litostatico).

CPT	Profondità strato [m]	q_c [kg/cm ²]	Dr (Me) [%]	ϕ [°]	σ_{vo} [kg/cm ²]	F.L.
1	6.00	20.0	--	--	0.54	1.23
	6.20	18.5	--	--	0.56	1.15
	6.40	10.0	--	--	0.57	1.11
	6.60	20.0	--	--	0.59	1.20
	6.80	14.9	--	--	0.59	1.16
	7.00	13.4	--	--	0.61	1.20
	7.20	20.8	--	--	0.63	1.24
	7.40	19.1	--	--	0.65	1.19
	7.60	20.0	--	--	0.67	1.17
	7.80	30.0	--	26	0.68	1.12
	8.00	10.0	--	--	0.69	1.06
	8.20	12.8	--	--	0.70	1.10
	8.40	17.0	--	--	0.72	1.13
	8.60	13.2	--	--	0.73	1.10
	8.80	14.9	--	--	0.74	1.16
	9.00	14.0	--	--	0.76	1.23



CPT	Profondità strato [m]	qc [kg/cm ²]	Dr (Me) [%]	ϕ [°]	σ_{vo} [kg/cm ²]	F.L.
2	3.80	15.2	--	--	0.35	1.23
	4.20	15.2	--	--	0.38	1.20
	4.40	10.0	--	--	0.39	1.15
	4.60	22.2	--	--	0.40	1.20
	4.80	15.2	--	--	0.42	1.16
	5.00	21.2	--	--	0.44	1.20
	5.20	11.3	--	--	0.45	1.16
	5.40	15.0	--	--	0.46	1.23
	5.80	13.4	--	--	0.50	1.21
	6.20	27.3	--	--	0.54	1.20
	6.40	10.0	--	--	0.55	1.07
	6.60	14.9	--	--	0.56	1.13
	6.80	10.4	--	--	0.56	1.12
	8.40	22.6	--	--	0.71	1.19
	8.60	17.0	--	--	0.73	1.11
	8.80	15.1	--	--	0.75	1.10
	9.00	24.2	--	--	0.76	1.10
	9.20	17.0	--	--	0.78	1.12
	9.40	14.9	--	--	0.80	1.13
	9.60	20.0	--	--	0.82	1.24
CPT	Profondità strato [m]	qc [kg/cm ²]	Dr (Me) [%]	ϕ [°]	σ_{vo} [kg/cm ²]	F.L.
3	4.40	15.0	--	--	0.38	1.24
	4.60	12.8	--	--	0.39	1.22
	4.80	17.5	--	--	0.40	1.23
	5.20	18.2	--	--	0.44	1.18
	5.40	18.5	--	--	0.45	1.15
	5.60	18.2	--	--	0.47	1.16
	5.80	15.2	--	--	0.49	1.13
	6.00	12.1	--	--	0.50	1.09
	6.20	12.1	--	--	0.50	1.08
	6.40	9.4	--	--	0.51	1.09
	6.60	15.1	--	--	0.53	1.16
	6.80	16.7	--	--	0.55	1.20
	7.60	17.0	--	--	0.62	1.15
	7.80	14.9	--	--	0.63	1.10
	8.00	22.5	--	--	0.65	1.14
	8.20	19.1	--	--	0.67	1.14
	8.40	13.3	--	--	0.68	1.11
	8.60	20.8	--	--	0.70	1.17
	8.80	11.5	--	--	0.72	1.14
	9.80	19.4	--	--	0.81	1.18
	10.00	--	14	27	0.83	1.23



L'analisi della suscettibilità dei terreni alla liquefazione viene riferita ad un sisma di magnitudo pari a 6.0, considerato che l'accelerazione di picco del sito relativa allo SLV è $a_g = 0,076 \text{ g}$, tale valore è ritenuto cautelativo. Il terreno esaminato risulta essere sensibile al fenomeno della liquefazione in quanto con un'analisi condotta ad intervalli di 20 cm sono stati individuati strati con valori inferiori a 1,25.

È noto che nei sedimenti granulari *“la presenza di percentuali di argilla (...) riduce in maniera rilevante la suscettibilità alla liquefazione dei depositi”*. Anche la presenza di *“strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 m possono anch'essi contrastare la liquefazione degli strati sottostanti”* (Crespellani, Nardi, Simoncini, 1991). Si può affermare che le condizioni generali non sono dunque favorevoli alla liquefazione dei terreni.

4.1.6 Progetto

L'intervento in progetto consiste nell'esecuzione delle opere di urbanizzazione (PIRUEA n.34) per l'edificazione dei lotti.

Le verifiche sono state svolte analizzando i parametri geotecnici delle prove CPT eseguite e per la fondazione flessibile (strade), sia agli SLU (q.lim) sia agli SLE.

Per lo SLU, si è ricavato il carico limite prima della rottura del terreno.

Per gli SLE si riportano i cedimenti, in funzione di carichi tipo ipotizzati.

4.1.7 Capacità portante delle fondazioni: resistenza a SLU

In accordo con il DM 17/01/2018, nel calcolo della capacità portante delle fondazioni superficiali a SLU, il valore della resistenza viene valutato in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati delle prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali forniti dalla norma.

In particolare nella presente relazione si fornisce il valore di resistenza in accordo all'**Approccio2 (A1+M1+R3)** in cui il coefficiente parziale sulla resistenza è $\gamma_R = 2,3$.

In allegato sono presenti i calcoli e le legende di calcolo, mentre si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle resistenze ottenute.

Spetterà al progettista strutturale dell'opera in verificare che le azioni gravanti sulla struttura di fondazione (opportunamente combinate con i coefficienti definiti dalla norma) siano inferiori alla resistenza a SLU fornita nella presente relazione.



➤ **FONDAZIONI STRADALI**

La verifica della capacità portante dei terreni è stata eseguita nelle seguenti ipotesi:

- Le strade saranno costruite dopo aver riportato in quota i terreni, sopraelevandoli di circa un metro, togliendo lo strato di terreno agrario che presenta caratteristiche più organiche (circa 30/40 cm). Utilizzando materiali inerti per il rilevato stradale, si ipotizza un incremento di carico permanente di circa $0,1 \text{ kg/cm}^2$ pari a 10 KN/m^2 comprensivo dello strato di base e di fondazione.
- Per simulare il sovraccarico dato dai mezzi circolanti, si è tenuto conto di un carico aggiuntivo accidentale ed omogeneamente distribuito. Trattandosi di strade comunali di accesso ai lotti della lottizzazione e non di vie di collegamento o di alta viabilità si è assunto un valore indicativo di $0,05 \text{ Kg/cm}^2$ pari a 10 KN/m^2 ;
- La quota della falda non influisce in quanto è stata rilevata tra $-0,70/1,00 \text{ m}$ dal piano campagna medio.

CPT	TIPO DI FONDAZIONE	Dimensioni (m.)	Piano di posa (m. da p.c.)	RESISTENZA A SLU[kg/cm ²] <i>Approccio2</i> (A1+M1+R3)
1	Sottofondo Stradale	10,00	-0,60	0,43
2	Sottofondo Stradale	10,00	-0,60	0,48
3	Sottofondo Stradale	10,00	-0,60	0,43

4.1.8 Verifiche in esercizio: calcolo dei cedimenti a SLE

In accordo con il DM 17/01/2018 e relativa Circolare Applicativa, sono state svolte le verifiche in via teorica nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE) riferiti al raggiungimento di valori critici di spostamenti e rotazioni, assoluti e/o relativi, che possano compromettere la funzionalità dell'opera.



Di seguito si riporta una tabella riassuntiva relativa alle verifiche dei carichi di esercizio sulle fondazioni superficiali per le strade di progetto.

Per la verifica dei cedimenti teorici attesi, sono state eseguite le verifiche con il carico assegnato dallo strutturista per la tipologia di fondazione richiesta.

Il coefficiente di rigidezza strutturale adottato per le fondazioni flessibili è stato 0,85.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella successiva.

Spetterà al progettista strutturale dell'opera verificare che le azioni gravanti sulla struttura di fondazione (opportunamente combinate con i coefficienti definiti dalla norma) siano inferiori alla resistenza a SLE fornita nella presente relazione, in base ai cedimenti ritenuti compatibili dal progettista stesso.

Il calcolo dei cedimenti si basa su correlazioni dedotte dalla prova penetrometrica ed ha quindi un significato indicativo in mancanza di analisi geotecniche di laboratorio sui campioni di terreno.

Inoltre bisogna tenere in considerazione che i cedimenti vengono calcolati ipotizzando sovraccarichi statici, equiparando la strada ad una fondazione, mentre nel caso di una strada si possono avere carichi dinamici. E' anche vero che nel caso di un sovraccarico dinamico o istantaneo non si ha la risposta immediata del terreno, in quanto quest'ultima è molto lenta. Purché il sovraccarico non superi il carico di rottura o di plasticizzazione del terreno (valore calcolato con la formula di Frohlich).

Con la formula di Frohlich viene calcolato il carico necessario a determinare l'inizio dei fenomeni di plasticizzazione del terreno:

$$Q_{\text{plast}} = C_u \cdot \pi = 0,47 \cdot 3,14 = 1.19 \text{ Kg/cm}^2$$

I cedimenti vengono calcolati con il metodo edometrico, secondo la teoria di Boussinesq e l'ipotesi di fondazione flessibile (coefficiente di rigidezza strutturale pari a 0,85), considerando un'influenza trascurabile al sovraccarico a circa 10 metri di profondità.



➤ **FONDAZIONI STRADALI**

CALCOLO DEI CEDIMENTI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)						
CPT	TIPO DI FONDAZIONE	Sede di imposta da p.c. (m.)	Dimensioni Larghezza (m.)	coeff. di rigidità (-)	q_{SLE} (Kg/cm ²)	ced. teorici (cm)
1	SOTTOFONDO STRADALE	-0,60	10,00	0,85	0,10	3,40
					0,15	5,10
2	SOTTOFONDO STRADALE	-0,60	10,00	0,85	0,10	3,07
					0,15	4,61
3	SOTTOFONDO STRADALE	-0,60	10,00	0,85	0,10	3,95
					0,15	5,93

4.2. Elaborazione prove geofisiche

Oltre alle prove penetrometriche, la cui profondità massima di indagine è stata di 10,00 metri, si è eseguita una prova geofisica per la determinazione della Vs30 fino a 30 metri.

Si riporta di seguito l'elaborazione della prova geofisica:

Descrizione del metodo HVSR

La tecnica utilizzata nel sito dell'ex. Angelo Custode del Comune di Rovigo, proposta da Nogoshi e Igarashi (1971), in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Il calcolo del rapporto H/V segue queste fasi:

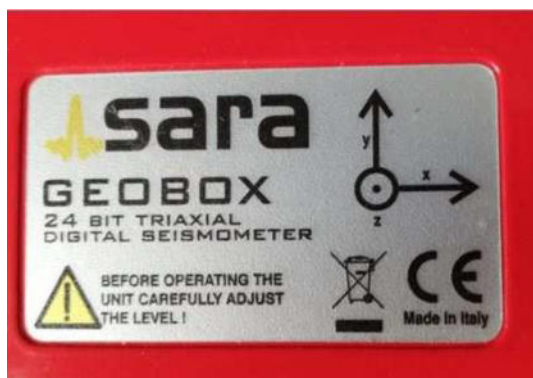
1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti.
2. Scomposizione del segnale in finestre temporali, con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti.
3. Calcolo e smussamento dello spettro di ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti.



4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate.
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra.
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

Strumento Utilizzato

GEOBOX della ditta costruttrice SARA ELECTRONICS



INFORMAZIONI STAZIONE			
Codice stazione	Modello	Sensore	Note
A0	SRA SR04	SARA SS45PACK (integrated 4,5 Hz sensors)	--

INFORMAZIONI INDAGINE DEL SITO							
Comune	Indirizzo	Latitudine	Longitudine	Sistema Coordinate	Altitudine	Falda	Note
Rovigo	Via U. Foscolo Area ex. Angelo Custode	45,0638	11,7629	WGS84	--	--	--

POSIZIONE Vs30 NEL SITO OGGETTO DI INDAGINE





SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

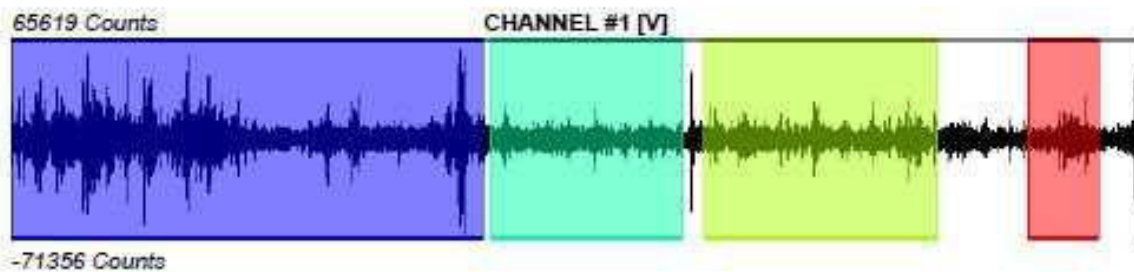
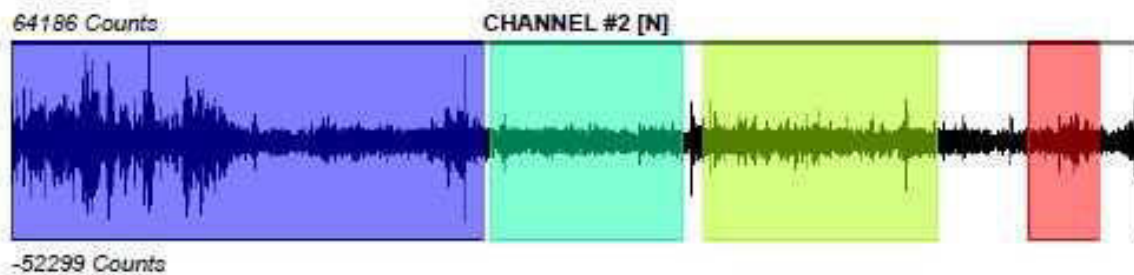
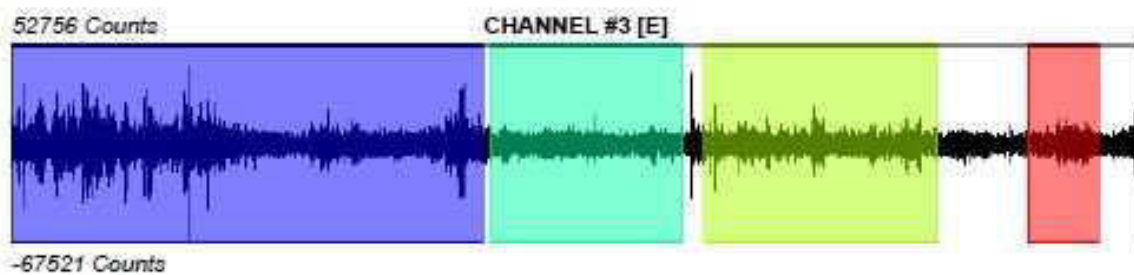
Recording start time: 2019/12/06 10:33:08

Recording length: 33.62 min

Windows count: 4

Average windows length: 432

Signal coverage: 85.67%





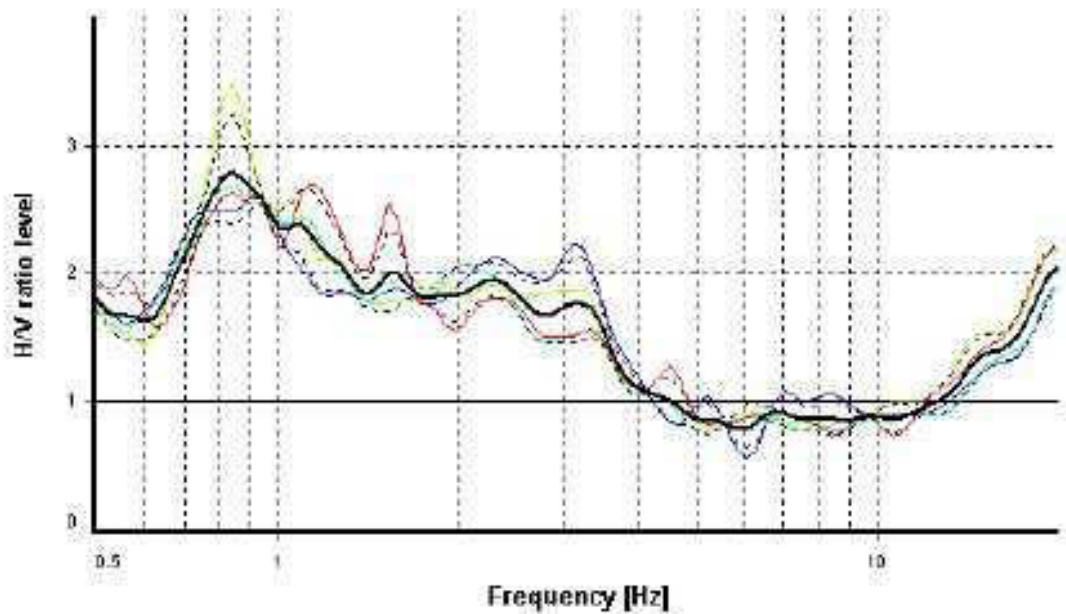
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

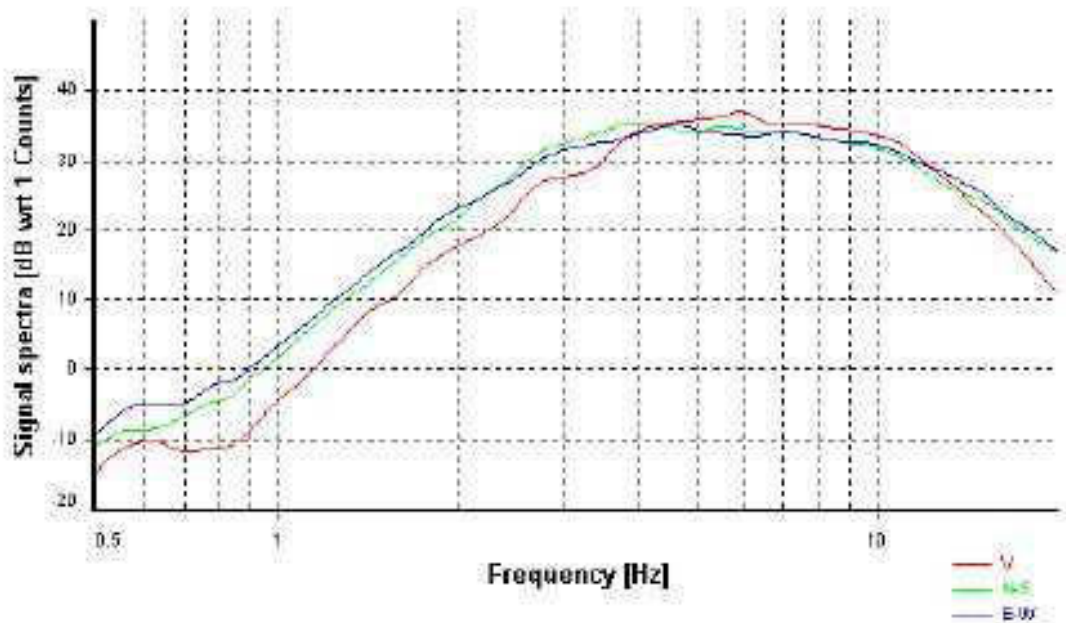
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

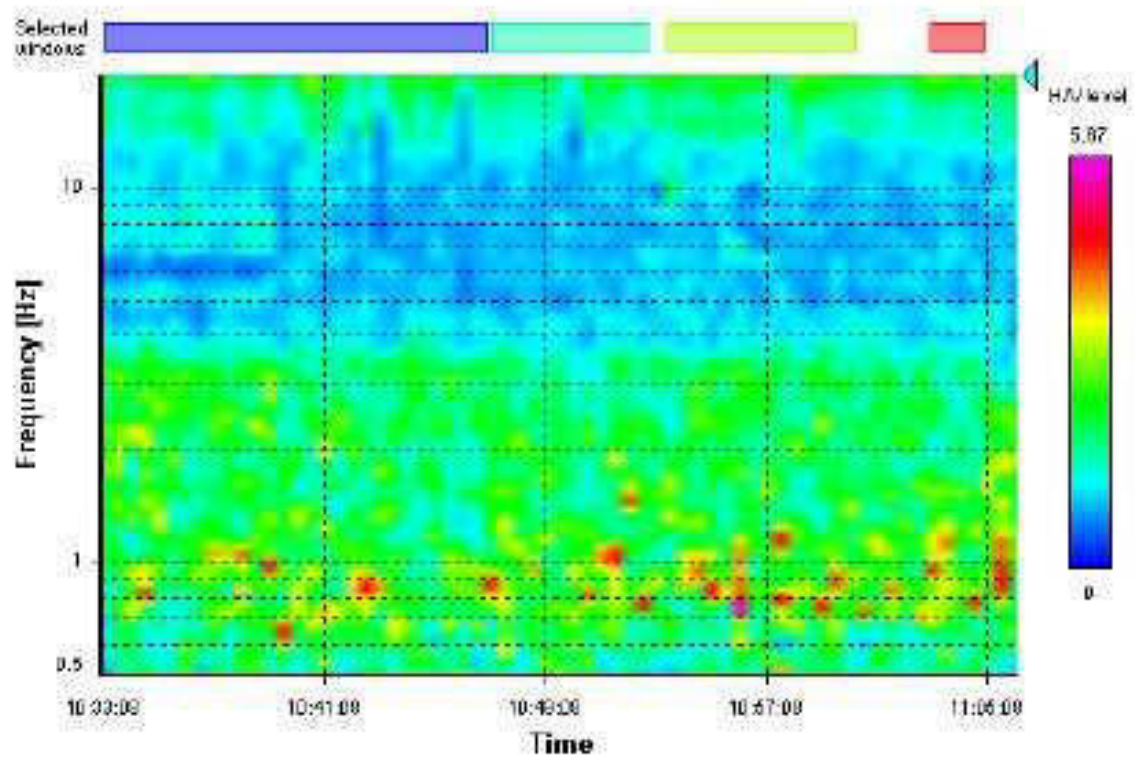
HVSR average



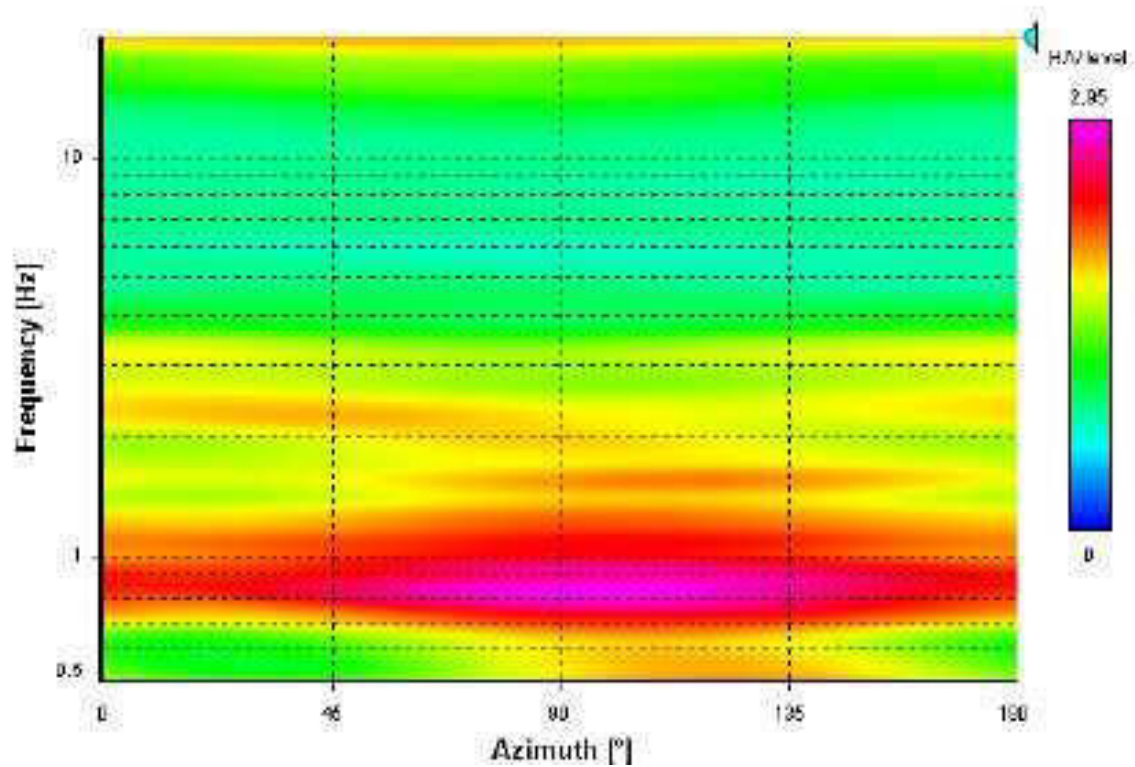
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis





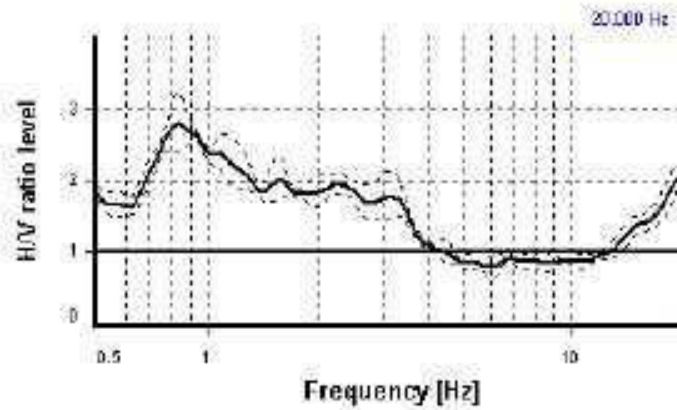
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

20.000 Hz

A_0 amplitude = 2.056

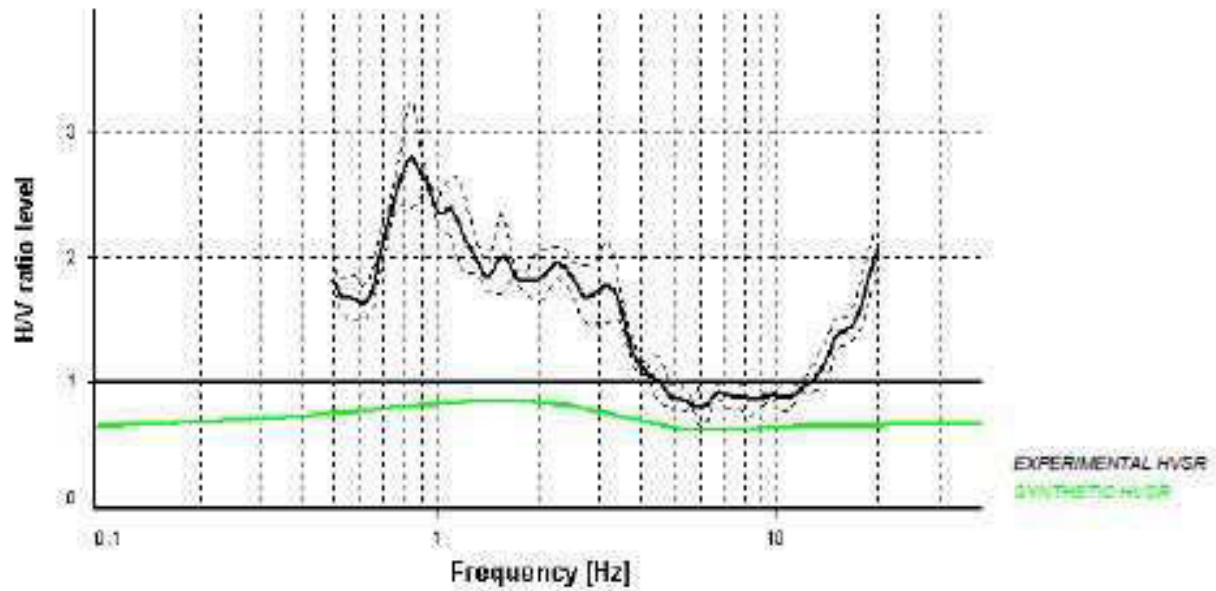
Average $f_0 = 20.000 \pm 0.000$



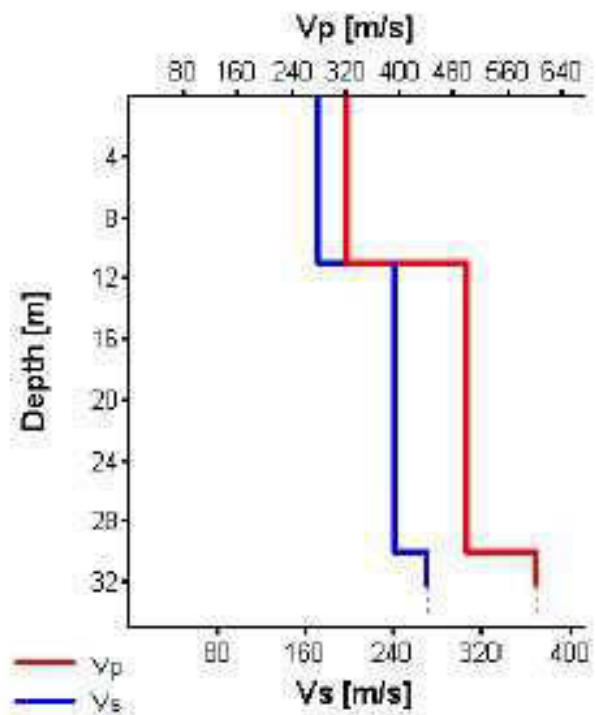
HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	4 valid windows (length > 0.5 s) out of 4	OK
$n_c(f_0) > 200$	34560.07 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	12.78913 Hz	OK
$\exists f' \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.06 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0 < 1	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0819 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK



Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
11.00	11	320	170	
19.00	30	500	240	
-	> 30	600	270	



Vs 30 = 209 m/s (Offset = 0 m)



5. Valutazioni idrogeologiche

Una considerazione viene rivolta alla idrogeologia della zona in esame; vista la litologia dei terreni superficiali si possono ipotizzare permeabilità dei terreni superficiali alquanto basse, dell'ordine di $10^{-7}/10^{-8}$ m/sec. La falda nell'area in questione è stata rilevata a circa 0,70/1,0 metri dal p.c. (le quote precise sono indicate nelle stratigrafie risultanti dalle CPT eseguite e inserite nel paragrafo 4.1.3.) con escursione di 20/30 cm dovuto alle precipitazioni e all'efficienza del drenaggio creato dalle diverse litologie presenti. Da queste considerazioni, e data la modesta profondità di scavo per la posa dei sottoservizi, non si ritiene necessario l'utilizzo dell'impianto well-point, salvo la presenza di eventuali paleoalvei, di una certa importanza, non rilevati con le indagini né con le foto aeree. L'aggottamento delle falde freatiche, convogliate in un punto più basso del fondo scavo, può quindi essere fatto con modeste pompe a membrana.

Viste inoltre le dimensioni degli scavi per la posa delle strutture a rete (trincee lunghe), occorre far attenzione alla stabilità delle pareti, ipotizzando un angolo di natural declivio o di stabilità dei terreni (caso di argille) intorno ai 40° - 45° .

E' evidente che qualora il bancone di argille appoggiasse direttamente su uno strato di sabbia con presenza di falda dovrà essere rivalutata la stabilità delle pareti in relazione alla possibilità di instaurarsi del fenomeno di *subsidence and bulging*, tale per cui tensioni non bilanciate possono creare subsidenza localizzata e quindi scivolamento della parete della trincea. Tale fenomeno se non opportunamente corretto (con l'apposizione di armature provvisorie o risagomatura delle pendenze di scavo) può causare lo scivolamento del terreno all'interno dello stesso con conseguente intrappolamento dei lavoratori nella trincea.



6. Indicazioni progettuali

6.1. Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali

In base ai terreni individuati con le indagini e riscontrati in fase di esecuzione dei lavori di scavo del cassonetto (sbancamento della parte di terreno con frazione organica) si dovrà provvedere al riporto di terreni granulari per la costruzione del rilevato e la successiva preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, compattando e rullando i terreni di riporto. Se durante le operazioni di scavo, dovessero essere individuati terreni appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₇ e A₈ (classifica C.N.R.- UNI 10006) si provvederà alla sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità, al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita dalla D.L..

La stessa dovrà controllare il comportamento globale dei rilevati, mediante misurazione del modulo di compressibilità Md determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 1,5 e 2,5 kg/cm² (daN/cm²) non dovrà essere inferiore a 150 kg/cm² (150 daN/cm²). Qualora tale valore non venga raggiunto, si dovrà continuare la costipazione e la rullatura dei materiali. Il cedimento calcolato è dovuto alla particolare litologia dei terreni presenti in zona (argillosi e torbosi nella parte superficiale) si dovrà quindi prevedere il precarico (se possibile) di tratti di strade con materiale inerte e attendere il cedimento previsto o attivare con calce i terreni di sottofondo, rimandando l'ultimazione delle strade, e quindi la stesura del binder e del tappeto almeno alla stagione successiva.

6.2. Soluzioni per il rinforzo del sottofondo stradale

Dai valori ottenuti mediante le relazioni carico/cedimenti si prevedono cedimenti differenziali anche superiori di quelli ipotizzati vista la presenza nell'area di argille organiche localizzate e a bassa profondità. In questi casi può essere necessario l'uso di un geosintetico, tessuto che omogeneizza il comportamento del sottofondo e che riduce così le deformazioni. I sistemi quindi per migliorare le caratteristiche di portanza e di uniformità areale delle strade in oggetto sono individuati nell'*interposizione di un geosintetico* tessuto tra sottofondo stradale e sottobase e nella costruzione attenta del cosiddetto *pacchetto stradale*:

- *interposizione di geosintetico*: l'utilizzo di un geotessile tessuto impiegato come rinforzo, separazione e filtrazione del terreno, svolge la funzione di ripartire i carichi localizzati e di



mantenere compatto il pacchetto stradale evitando il punzonamento del materiale granulare nel materiale coesivo presente in sito. Il tessuto dovrà essere costituito da monofilamenti a nastro in fibra di polipropilene nero stabilizzato ai raggi U.V.. Esso dovrà avere una resistenza a trazione ultima longitudinale non inferiore a 60 KN/m con un allungamento non superiore al 17% e una resistenza a trazione ultima trasversale non inferiore a 55 KN/m con un allungamento non superiore al 15%. La resistenza a punzonamento statico (CBR) dovrà essere non inferiore a 7400N.

- *pacchetto stradale*: da esperienze personali e verifiche effettuate in numerose attività di costruzioni stradali in terreni analoghi a quelli presenti nell'area in esame si suggerisce la seguente stratigrafia:
 - a) sopra il geotessile per impedire punzonature e/o rotture dello stesso si posano 15 cm costipati di sabbia di fiume o di cava ben gradata tale da costituire la fondazione o sottobase (la granulometria della sabbia deve essere non uniforme ma ben gradata per migliorare il costipamento, curva granulometrica ideale è quella coricata e non verticale);
 - b) successivamente si inizia a costruire il cosiddetto strato di base, realizzando uno strato compresso di 25 cm di tout-venant frantumato (0-100 mm) e non di fiume, arido e privo di matrice limoso-argillosa (questo strato arido evita la risalita capillare dell'acqua; la risalita capillare dell'acqua altrimenti può arrivare fino allo strato bituminoso e causare i fenomeni di rottura poligonale dello stesso con i conseguenti cedimenti del manto stradale);
 - c) dopo la rullatura e la completa costipazione dello strato di tout-venant si termina lo strato di base con 10-15 cm di massicciata calcarea (0-35 mm) compressa tale da chiudere i fori e ricevere il binder;
 - d) lo strato finale sarà costituito da 7/15 cm di binder (0-30 mm) e 3 cm di tappeto di usura (0-12 mm); tutto dovrà comunque essere conforme alle Prescrizioni del Regolamento Comunale in tema di ripristini e costruzioni stradali.



7. Conclusioni

A conclusione dell'indagine svolta si può affermare che il terreno in sito è costituito da terreni coesivi e debolmente granulari da p.c. fino ai 6/7 metri. I valori di capacità portante, nel piano di imposta della fondazione stradale, si aggirano mediamente tra 0,40/1,06 Kg/cm², conseguentemente si potranno avere valori di cedimenti assoluti ipotizzati nella presente relazione.

La classificazione sismica dei terreni, indagati anche mediante esecuzione dell'indagine sismica per l'individuazione della Velocità delle onde nei primi 30 metri, Vs30, in maniera cautelativa è stata individuata come classe D.

Lo strato di sottofondo su cui costruire il pacchetto stradale, costituito da terreni argillosi, non dà garanzie di affidabilità in relazione ai cedimenti localizzati e alla scarsa portanza di determinate aree. E' necessario eventualmente precaricare l'area con il pacchetto stradale previsto, con la posa del rilevato, compattare e attendere i cedimenti attesi prima di costruire la fondazione stradale, o attivare con calce il sottofondo stradale. Utilizzare un geosintetico tessuto che ripartisca i carichi ed eviti lo sprofondamento del pacchetto stradale dentro al sottofondo. In questo modo si tende ad annullare o almeno a ridurre i cedimenti differenziali aumentando notevolmente la durata della strada.

Lo strato di fondazione e di base deve essere costruito attentamente e seguito nell'esecuzione per aumentare la portanza della strada ed evitare le risalite capillare dell'acqua di falda.

Il piano di imposta delle fondazioni stradali deve essere su terreni vergini e non rimaneggiati e comunque a non meno di un metro di profondità rispetto al piano definitivo della nuova pavimentazione. Le analisi dei cedimenti e le ipotesi di fondazioni svolte dovranno essere integrate o modificate in funzione del progetto definitivo ed eventualmente rielaborate con l'accordo del progettista per la scelta dei parametri (carico trasmesso, tipo di fondazione, coefficiente di rigidezza ecc.).

La Direzione Lavori, avvalendosi eventualmente del supporto del Geologo, dovrà verificare durante lo scavo del cassonetto stradale, l'omogeneità dei terreni. Ciò al fine di bonificare eventuali aree in cui erano presenti fossati o scoline.

Nell'indagine sono stati considerate anche le misure di sicurezza da adottare nelle operazioni di scavo per l'esecuzione delle opere di urbanizzazione.

Durante l'indagine sono stati individuati strati rimaneggiati nei primi 40 cm, pertanto durante le operazioni di scavo si dovrà fare attenzione, da parte della D.L., alle litologie e alla consistenza



degli strati superficiali individuati, eventualmente compattando gli stessi e bonificando il letto di fondazione.

Data, Dicembre 2019

Per incarico della Società SIGEO

Dott. Geol. Federico Zambon



Sede legale: Via Roma, 127 - Solesino (PD)
Sede operativa: Via L. Baruchello, 82 - Rovigo (RO)
Tel. 0425 412542 | Partita IVA 01236720296



APPENDICE

- ✓ **Tav.1: Planimetria dell'area d' intervento con ubicazione delle indagini CPT**
- ✓ **Tav.2: Ortofoto dell'area d' intervento con ubicazione dell' indagine Vs30**
- ✓ **Tavole CPT:**

Lecture di campagna e valori trasformati

Diagrammi di Resistenza

Diagrammi Litologia

Tabella parametri geotecnici

Verifica capacità portante e cedimenti fondazioni

- ✓ **Legende prove CPT:**

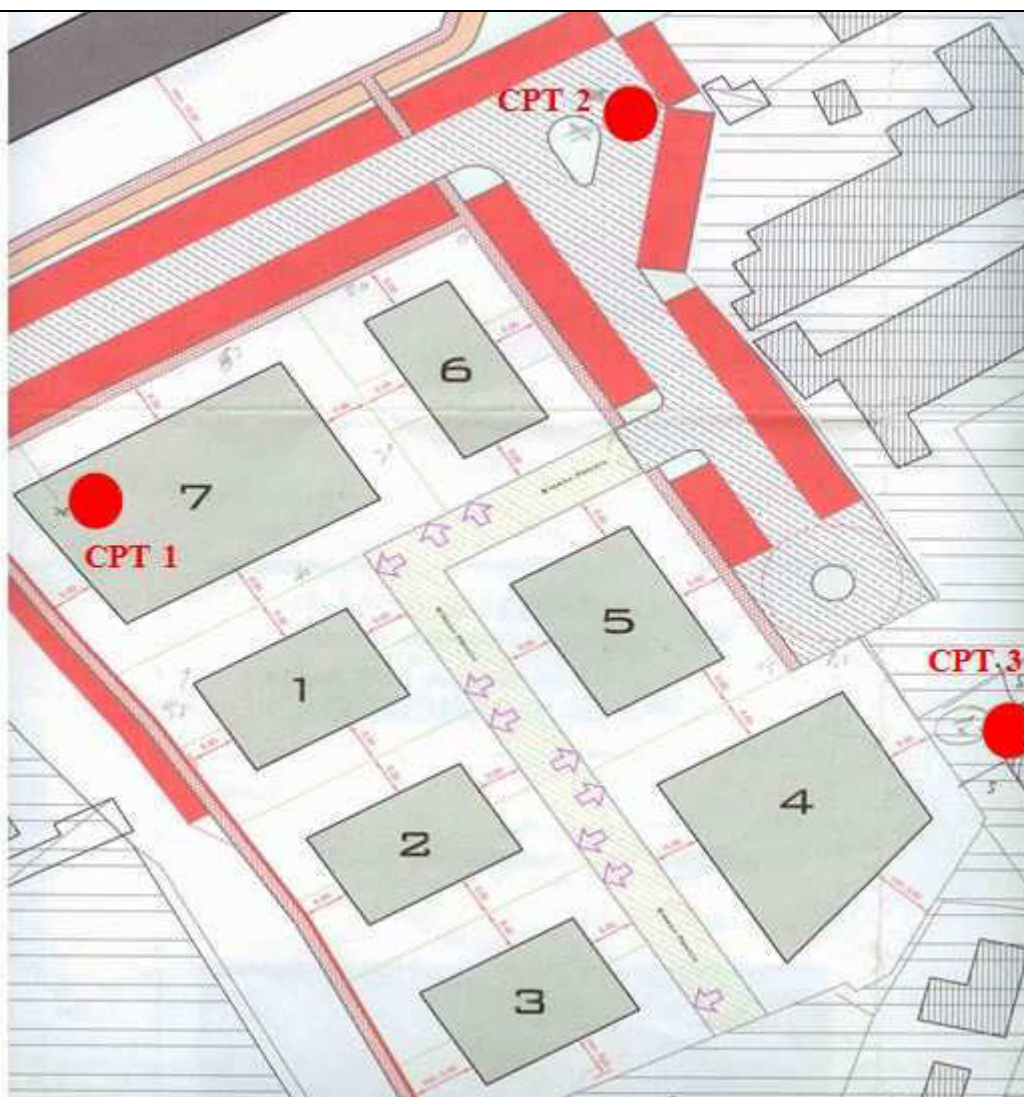
Valori di resistenza

Valutazioni litologiche

Parametri geotecnici

Capacità portante

- ✓ **Elaborazione prove geofisiche per l'individuazione della Vs30**



LEGENDA:



Punto d'indagine – CPT

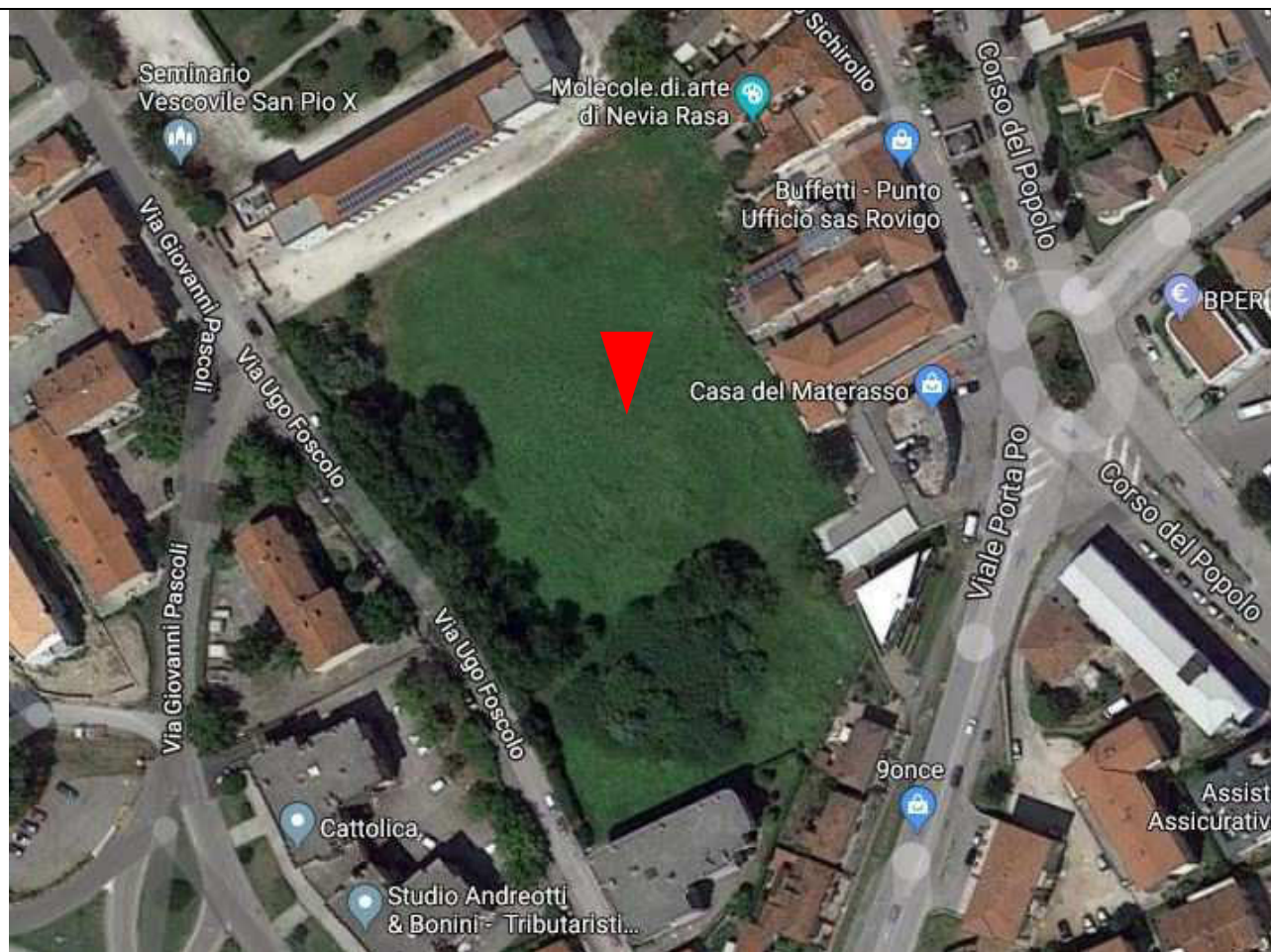
SOCIETÀ SIGEO sas

Sede Operativa: Via L. Baruchello 82 – 45100 Rovigo
Tel. : 0425-412542

TAV. 1

Planimetria dell'area d'intervento
con ubicazione delle indagini CPT

Progetto: Urbanizzazione area ex. Angelo Custode



LEGENDA:



Punto d'indagine – Vs30

SOCIETÀ SIGEO sas

Sede Operativa: Via L. Baruchello 82 – 45100 Rovigo
Tel. : 0425-412542

TAV. 2

Ortofoto dell'area d'intervento
con ubicazione dell' indagine Vs30

Progetto: Urbanizzazione area ex. Angelo Custode

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	riferimento	26.2019

Committente: EDILART	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/03/2011
Cantiere: URBANIZZAZIONE	Pagina: 1	
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO	Elaborato:	Falda: -0,70 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	0,0	0,0		0,0	0,53	0									
0,60	11,0	19,0		11,0	0,27	41	2,5								
0,80	4,0	8,0		4,0	0,20	20	5,0								
1,00	4,0	7,0		4,0	0,33	12	8,3								
1,20	6,0	11,0		6,0	0,27	22	4,5								
1,40	5,0	9,0		5,0	0,33	15	6,6								
1,60	5,0	10,0		5,0	0,53	9	10,6								
1,80	9,0	17,0		9,0	0,60	15	6,7								
2,00	8,0	17,0		8,0	0,40	20	5,0								
2,20	6,0	12,0		6,0	0,47	13	7,8								
2,40	7,0	14,0		7,0	0,33	21	4,7								
2,60	6,0	11,0		6,0	0,33	18	5,5								
2,80	7,0	12,0		7,0	0,47	15	6,7								
3,00	7,0	14,0		7,0	0,40	18	5,7								
3,20	8,0	14,0		8,0	0,40	20	5,0								
3,40	7,0	13,0		7,0	0,40	18	5,7								
3,60	5,0	11,0		5,0	0,33	15	6,6								
3,80	6,0	11,0		6,0	0,40	15	6,7								
4,00	7,0	13,0		7,0	0,33	21	4,7								
4,20	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
4,40	6,0	11,0		6,0	0,53	11	8,8								
4,60	8,0	16,0		8,0	0,60	13	7,5								
4,80	13,0	22,0		13,0	0,93	14	7,2								
5,00	30,0	44,0		30,0	0,60	50	2,0								
5,20	9,0	18,0		9,0	0,47	19	5,2								
5,40	9,0	16,0		9,0	0,53	17	5,9								
5,60	9,0	17,0		9,0	0,60	15	6,7								
5,80	9,0	18,0		9,0	0,47	19	5,2								
6,00	8,0	15,0		8,0	0,40	20	5,0								
6,20	5,0	11,0		5,0	0,27	19	5,4								
6,40	4,0	8,0		4,0	0,40	10	10,0								
6,60	8,0	14,0		8,0	0,40	20	5,0								
6,80	7,0	13,0		7,0	0,47	15	6,7								
7,00	9,0	16,0		9,0	0,67	13	7,4								
7,20	11,0	21,0		11,0	0,53	21	4,8								
7,40	9,0	17,0		9,0	0,47	19	5,2								
7,60	8,0	15,0		8,0	0,40	20	5,0								
7,80	6,0	12,0		6,0	0,20	30	3,3								
8,00	4,0	7,0		4,0	0,40	10	10,0								
8,20	6,0	12,0		6,0	0,47	13	7,8								
8,40	8,0	15,0		8,0	0,47	17	5,9								
8,60	7,0	14,0		7,0	0,53	13	7,6								
8,80	10,0	18,0		10,0	0,67	15	6,7								
9,00	14,0	24,0		14,0	1,00	14	7,1								
9,20	46,0	61,0		46,0	1,07	43	2,3								
9,40	48,0	64,0		48,0	0,80	60	1,7								
9,60	21,0	33,0		21,0	0,87	24	4,1								
9,80	28,0	41,0		28,0	0,87	32	3,1								
10,00	30,0	43,0		30,0											

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0,20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA												CPT		1									
PARAMETRI GEOTECNICI												riferimento		26.2019									
Committente: EDILART												U.M.: kg/cm²		Data esec.: 24/03/2011									
Cantiere: URBANIZZAZIONE												Pagina: 1											
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO												Elaborato:		Falda: -1,00 m da p.c.									
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σSc (°)	σCa (°)	σKo (°)	σDB (°)	σDM (°)	σMe (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	
0,20	--	--		1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--	
0,40	--	--		1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--	
0,60	11,0	40,7		1,87	0,11	137	0,54	44,8	91,2	136,8	42,5	50	42	33	30	28	37	26	2,00	18,3	27,5	33,0	
0,80	4,0	20,0		1,78	0,15	93	0,20	9,2	35,0	52,5	20,0	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--	
1,00	4,0	12,1		0,46	0,16	93	0,20	8,6	8,7	13,1	6,0	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--	
1,20	6,0	22,2		0,82	0,17	109	0,30	12,5	51,0	76,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--	
1,40	5,0	15,2		0,80	0,19	101	0,25	8,9	44,7	67,0	25,0	--	--	--	--	--	--	--	1,99	--	--	--	
1,60	5,0	9,4		0,46	0,20	101	0,25	8,4	11,0	16,5	7,5	--	--	--	--	--	--	--	1,84	--	--	--	
1,80	9,0	15,0		0,88	0,22	127	0,45	15,8	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,94	--	--	--	
2,00	8,0	20,0		0,86	0,23	121	0,40	12,4	68,0	102,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,81	--	--	--	
2,20	6,0	12,8		0,46	0,24	109	0,30	8,2	13,4	20,1	9,0	--	--	--	--	--	--	--	1,63	--	--	--	
2,40	7,0	21,2		0,84	0,26	115	0,35	9,2	61,5	92,2	32,2	--	--	--	--	--	--	--	1,62	--	--	--	
2,60	6,0	18,2		0,82	0,28	109	0,30	7,0	69,0	103,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	1,53	--	--	--	
2,80	7,0	14,9		0,46	0,28	115	0,35	8,1	15,8	23,6	10,5	--	--	--	--	--	--	--	1,52	--	--	--	
3,00	7,0	17,5		0,84	0,30	115	0,35	7,6	73,4	110,1	32,2	--	--	--	--	--	--	--	1,49	--	--	--	
3,20	8,0	20,0		0,86	0,32	121	0,40	8,4	75,7	113,5	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,50	--	--	--	
3,40	7,0	17,5		0,84	0,34	115	0,35	6,6	85,7	128,6	32,2	--	--	--	--	--	--	--	1,43	--	--	--	
3,60	5,0	15,2		0,80	0,35	101	0,25	4,1	98,0	147,0	25,0	--	--	--	--	--	--	--	1,33	--	--	--	
3,80	6,0	15,0		0,46	0,36	109	0,30	5,0	18,7	28,0	9,0	--	--	--	--	--	--	--	1,33	--	--	--	
4,00	7,0	21,2		0,84	0,38	115	0,35	5,7	101,2	151,7	32,2	--	--	--	--	--	--	--	1,35	--	--	--	
4,20	5,0	15,2		0,80	0,39	101	0,25	3,6	110,9	166,4	25,0	--	--	--	--	--	--	--	1,26	--	--	--	
4,40	6,0	11,3		0,46	0,40	109	0,30	4,4	20,1	30,2	9,0	--	--	--	--	--	--	--	1,27	--	--	--	
4,60	8,0	13,3		0,86	0,42	121	0,40	5,9	111,5	167,2	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,31	--	--	--	
4,80	13,0	14,0		0,93	0,44	145	0,60	9,4	104,8	157,1	46,5	--	--	--	--	--	--	--	1,45	--	--	--	
5,00	30,0	50,0		0,88	0,46	199	--	--	--	--	--	50	42	31	28	26	35	29	1,87	50,0	75,0	90,0	
5,20	9,0	19,1		0,88	0,47	127	0,45	5,9	125,9	188,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,30	--	--	--	
5,40	9,0	17,0		0,88	0,49	127	0,45	5,6	132,2	198,3	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,29	--	--	--	
5,60	9,0	15,0		0,88	0,51	127	0,45	5,4	138,4	207,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,28	--	--	--	
5,80	9,0	19,1		0,88	0,53	127	0,45	5,2	144,4	216,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,27	--	--	--	
6,00	8,0	20,0	▲	0,86	0,54	121	0,40	4,3	151,7	227,5	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,23	--	--	--	
6,20	5,0	18,5	▲	0,80	0,56	101	0,25	2,3	135,8	203,7	25,0	--	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--	--	
6,40	4,0	10,0	▲	0,46	0,57	93	0,20	1,7	24,8	37,2	6,0	--	--	--	--	--	--	--	1,11	--	--	--	
6,60	8,0	20,0	▲	0,86	0,59	121	0,40	3,9	164,2	246,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--	
6,80	7,0	14,9	▲	0,46	0,59	115	0,35	3,2	32,8	49,3	10,5	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--	
7,00	9,0	13,4	▲	0,88	0,61	127	0,45	4,3	171,0	256,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--	
7,20	11,0	20,8	▲	0,91	0,63	137	0,54	5,1	173,3	259,9	42,5	--	--	--	--	--	--	--	1,24	--	--	--	
7,40	9,0	19,1	▲	0,88	0,65	127	0,45	4,0	181,0	271,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	1,19	--	--	--	
7,60	8,0	20,0	▲	0,86	0,67	121	0,40	3,3	186,4	279,6	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,17	--	--	--	
7,80	6,0	30,0	▲	0,82	0,68	109	0,30	2,3	163,7	245,6	28,8	--	38	21	17	16	25	26	1,12	10,0	15,0	18,0	
8,00	4,0	10,0	▲	0,46	0,69	93	0,20	1,3	25,6	38,3	6,0	--	--	--	--	--	--	--	1,06	--	--	--	
8,20	6,0	12,8	▲	0,46	0,70	109	0,30	2,2	35,2	52,7	9,0	--	--	--	--	--	--	--	1,10	--	--	--	
8,40	8,0	17,0	▲	0,86	0,72	121	0,40	3,0	196,5	294,7	35,2	--	--	--	--	--	--	--	1,13	--	--	--	
8,60	7,0	13,2	▲	0,46	0,73	115	0,35	2,5	38,8	58,2	10,5	--	--	--	--	--	--	--	1,10	--	--	--	
8,80	10,0	14,9	▲	0,90	0,74	132	0,50	3,8	209,5	314,3	40,0	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--	
9,00	14,0	14,0	▲	0,94	0,76	150	0,64	5,0	210,6	315,9	48,2	--	--	--	--	--	--	--	1,23	--	--	--	
9,20	46,0	43,0		0,91	0,78	234	--	--	--	--	--	51	42	30	27	25	34	31	1,80	76,7	115,0	138,0	
9,40	48,0	60,0		0,91	0,80	238	--	--	--	--	--	52	42	30	27	25	34	31	1,83	80,0	120,0	144,0	
9,60	21,0	24,1		0,93	0,82	174	0,82	6,3	212,9	319,3	63,0	23	40	26	23	21	29	27	1,35	35,0	52,5	63,0	
9,80	28,0	32,2		0,87	0,84	194	--	--	--	--	--	33	41	27	24	23	31	28	1,47	46,7	70,0	84,0	
10,00	30,0	--		0,88	0,85	199	--	--	--	--	--	34	41	27	24	23	31	29	1,50	50,0	75,0	90,0	

software by dott. geol. Diego Merlin 0425-840820

FON005

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
1

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

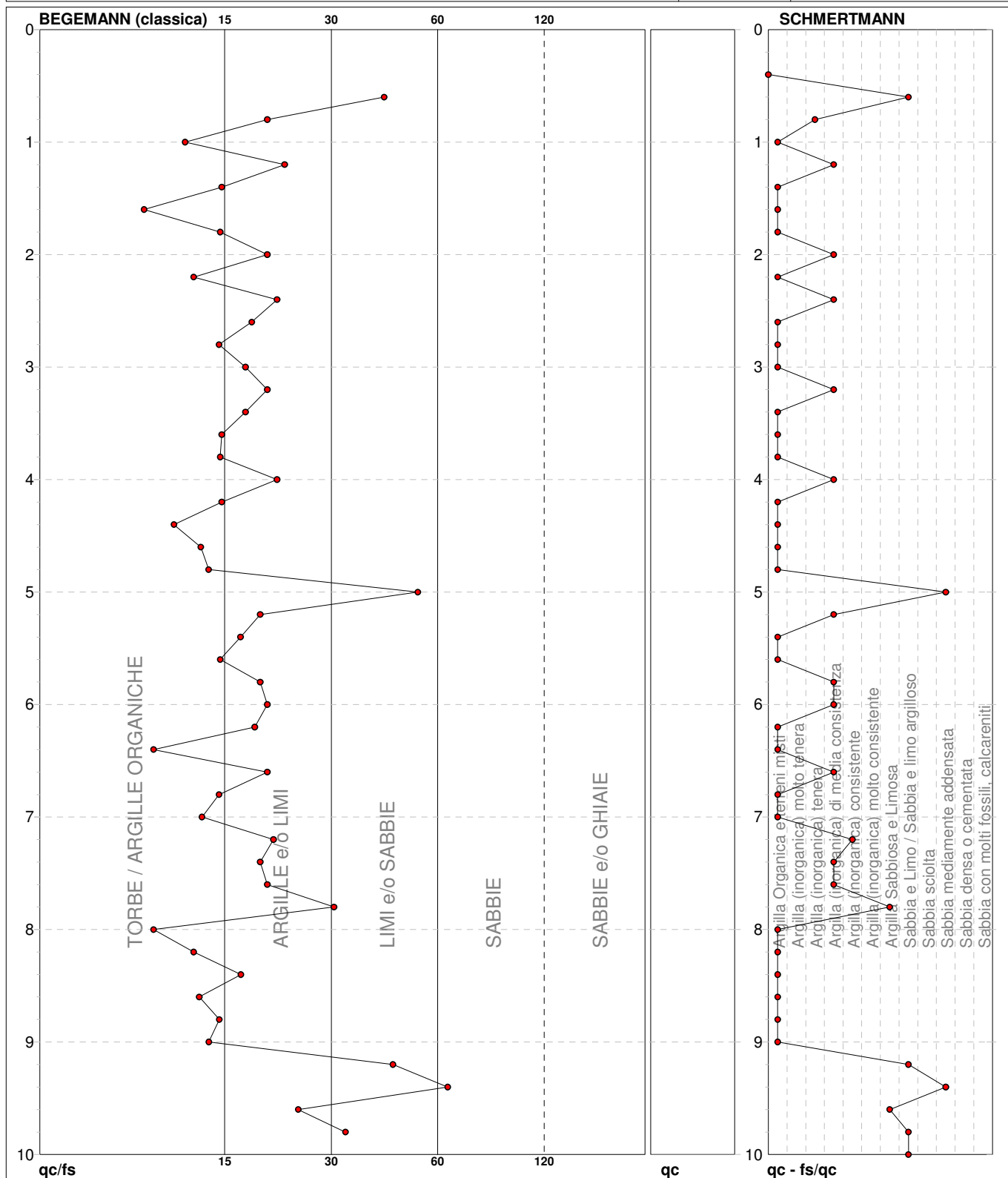
 U.M.: **kg/cm²**

 Data esec.: **24/03/2011**

 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Falda: **-0,70 m da p.c.**


Torbe / Argille org. :

20 punti, 40,82%

Argille e/o Limi :

24 punti, 48,98%

Limi e/o Sabbie :

5 punti, 10,20%

Argilla Organica e terreni misti:

27 punti,

55,10%

Argilla (inorganica) tenera:

1 punti,

2,04%

Argilla (inorganica) media consist.:

11 punti,

22,45%

Argilla (inorganica) consistente:

1 punti,

2,04%

Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:

3 punti,

6,12%

Sabbia mediamente addensata:

2 punti,

4,08%

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT
1

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

 U.M.: **kg/cm²**

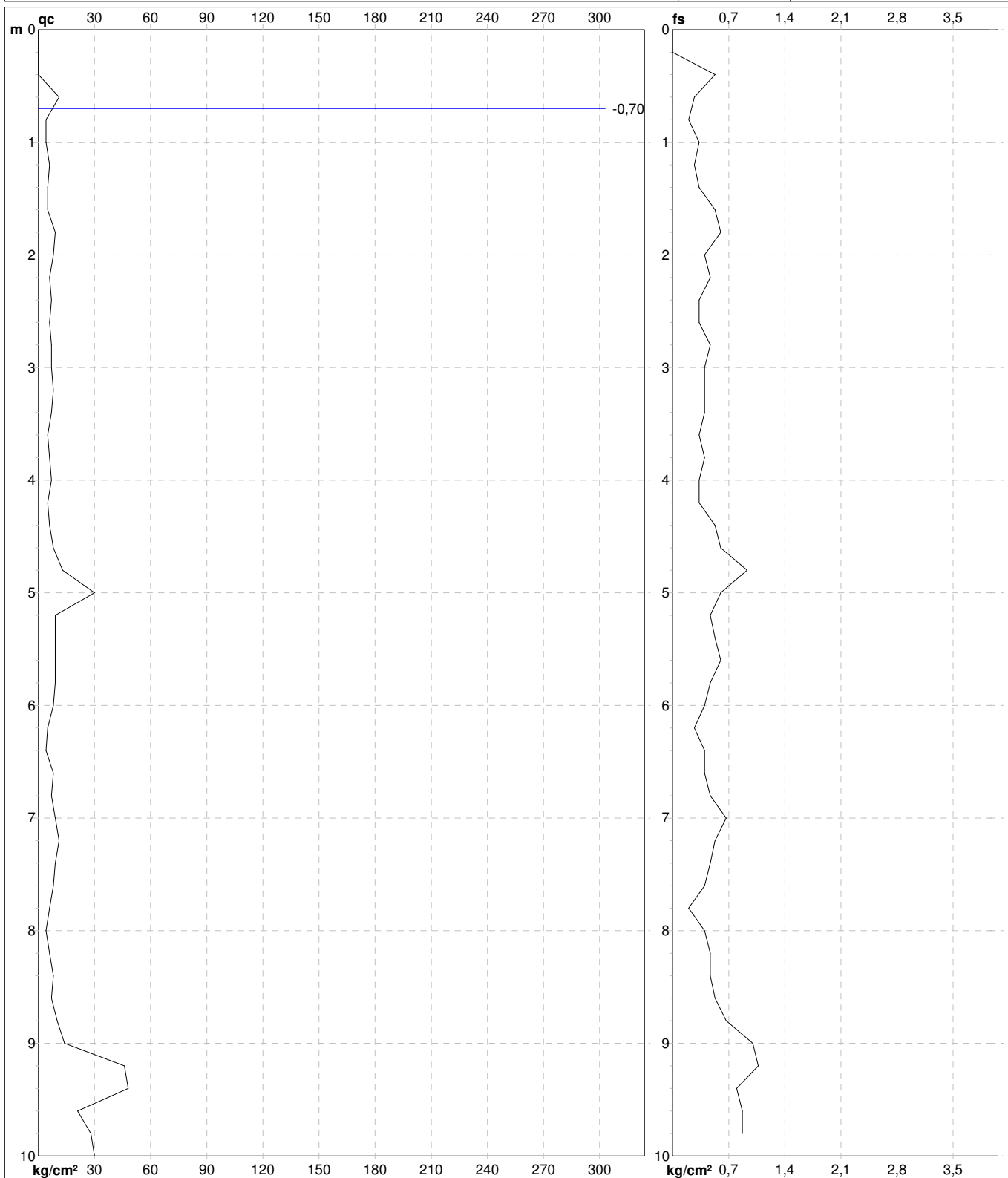
 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **24/03/2011**

Quota inizio:

 Falda: **-0,70 m** da p.c.

 Penetrometro: **TG63-200**

Responsabile:

 Assistente: **Combo9**

 Preforo: **m**

 Corr.astine: **kg/ml**

 Cod.ISTAT: **029041**

 Cod. punta: **4.000**

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA VERIFICA CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI						CPT riferimento		1 26.2019		
Committente: EDILART Cantiere: URBANIZZAZIONE Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO						U.M.: kg/cm² Pagina: 1 Elaborato:		Data esec.: 24/03/2011 Falda: -0,70 m da p.c.		
<div> <div>[1] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs) 2,30</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,26 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,15 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 5,10 cm</div> <div>- Portata: (Q) 15,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>[2] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs) 2,30</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,21 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,10 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 3,40 cm</div> <div>- Portata: (Q) 10,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>[3] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLU STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs) 2,30</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,54 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,43 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 14,63 cm</div> <div>- Portata: (Q) 43,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>CORRELAZIONI ADOTTATE:</div> <div> <div>Modulo edometrico</div> <div> Natuta TORBOSA α = 1,50 Natuta COESIVA α = 5,00 4,00 3,30 3,00 Natuta GRANULARE α = 3,00 </div> </div> <div>R.amm = qc/K = resistenza ammiss. schiacciamento [K=12(<qc=10) - K=18(>qc=30)]</div> </div>									<div>N.B.:</div> <div>Tot. q.amm.= Carico Lit. + Δq.amm</div> <div>Portata (Q) = B x L x Δ q.amm</div> <div>Portata trave (Q) per metro lineare</div>	
<div>software by dott. geol. Diego Merlin 0425-840820</div> <div>FON005</div>										

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	riferimento	26.2019

Committente: EDILART	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/03/2011
Cantiere: URBANIZZAZIONE	Pagina: 1	
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO	Elaborato:	Falda: -0,75 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	0,0	0,0		0,0	0,73	0									
0,60	20,0	31,0		20,0	0,47	43	2,4								
0,80	7,0	14,0		7,0	0,40	18	5,7								
1,00	6,0	12,0		6,0	0,47	13	7,8								
1,20	8,0	15,0		8,0	0,53	15	6,6								
1,40	9,0	17,0		9,0	0,33	27	3,7								
1,60	6,0	11,0		6,0	0,33	18	5,5								
1,80	7,0	12,0		7,0	0,60	12	8,6								
2,00	12,0	21,0		12,0	0,40	30	3,3								
2,20	7,0	13,0		7,0	0,47	15	6,7								
2,40	9,0	16,0		9,0	0,33	27	3,7								
2,60	5,0	10,0		5,0	0,47	11	9,4								
2,80	9,0	16,0		9,0	0,47	19	5,2								
3,00	8,0	15,0		8,0	0,40	20	5,0								
3,20	7,0	13,0		7,0	0,53	13	7,6								
3,40	9,0	17,0		9,0	0,40	23	4,4								
3,60	7,0	13,0		7,0	0,33	21	4,7								
3,80	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
4,00	6,0	11,0		6,0	0,27	22	4,5								
4,20	5,0	9,0		5,0	0,33	15	6,6								
4,40	4,0	9,0		4,0	0,40	10	10,0								
4,60	6,0	12,0		6,0	0,27	22	4,5								
4,80	5,0	9,0		5,0	0,33	15	6,6								
5,00	7,0	12,0		7,0	0,33	21	4,7								
5,20	6,0	11,0		6,0	0,53	11	8,8								
5,40	9,0	17,0		9,0	0,60	15	6,7								
5,60	10,0	19,0		10,0	0,60	17	6,0								
5,80	9,0	18,0		9,0	0,67	13	7,4								
6,00	16,0	26,0		16,0	0,60	27	3,8								
6,20	9,0	18,0		9,0	0,33	27	3,7								
6,40	4,0	9,0		4,0	0,40	10	10,0								
6,60	7,0	13,0		7,0	0,47	15	6,7								
6,80	7,0	14,0		7,0	0,67	10	9,6								
7,00	15,0	25,0		15,0	0,80	19	5,3								
7,20	24,0	36,0		24,0	0,80	30	3,3								
7,40	25,0	37,0		25,0	0,87	29	3,5								
7,60	30,0	43,0		30,0	1,07	28	3,6								
7,80	45,0	61,0		45,0	0,80	56	1,8								
8,00	29,0	41,0		29,0	0,93	31	3,2								
8,20	46,0	60,0		46,0	0,60	77	1,3								
8,40	12,0	21,0		12,0	0,53	23	4,4								
8,60	8,0	16,0		8,0	0,47	17	5,9								
8,80	8,0	15,0		8,0	0,53	15	6,6								
9,00	8,0	16,0		8,0	0,33	24	4,1								
9,20	9,0	14,0		9,0	0,53	17	5,9								
9,40	10,0	18,0		10,0	0,67	15	6,7								
9,60	16,0	26,0		16,0	0,80	20	5,0								
9,80	26,0	38,0		26,0	0,80	33	3,1								
10,00	25,0	37,0		25,0											

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0.20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	2
	riferimento	26.2019

Committente: EDILART	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/03/2011
Cantiere: URBANIZZAZIONE	Pagina: 1	
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO	Elaborato:	Falda: -0,75 m da p.c.

NATURA COESIVA																							NATURA GRANULARE									
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} U.M.	Vs m/s	Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σ_{Sc} (°)	σ_{Ca} (°)	σ_{Ko} (°)	σ_{DB} (°)	σ_{DM} (°)	σ_{Me} (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.										
0,20	--	--		1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--									
0,40	--	--		1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--									
0,60	20,0	42,6		1,93	0,11	171	0,80	72,9	136,0	204,0	60,0	70	44	35	33	31	40	27	2,00	33,3	50,0	60,0										
0,80	7,0	17,5		0,84	0,13	115	0,35	21,8	59,5	89,3	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--									
1,00	6,0	12,8		0,46	0,14	109	0,30	16,5	12,0	18,0	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--									
1,20	8,0	15,1		0,86	0,16	121	0,40	20,4	68,0	102,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--									
1,40	9,0	27,3		0,88	0,17	127	0,45	20,7	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,95	--	--	--									
1,60	6,0	18,2		0,82	0,19	109	0,30	11,1	51,0	76,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,70	--	--	--									
1,80	7,0	11,7		0,46	0,20	115	0,35	12,7	14,0	21,0	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,65	--	--	--									
2,00	12,0	30,0		0,88	0,22	141	0,57	21,1	97,1	145,7	44,6	36	41	30	27	25	34	26	1,81	20,0	30,0	36,0										
2,20	7,0	14,9		0,46	0,23	115	0,35	10,9	14,0	21,0	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,52	--	--	--									
2,40	9,0	27,3		0,88	0,24	127	0,45	13,5	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,57	--	--	--									
2,60	5,0	10,6		0,46	0,25	101	0,25	6,2	13,6	20,4	7,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,36	--	--	--									
2,80	9,0	19,1		0,88	0,27	127	0,45	11,9	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,49	--	--	--									
3,00	8,0	20,0		0,86	0,29	121	0,40	9,5	68,9	103,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,43	--	--	--									
3,20	7,0	13,2		0,46	0,30	115	0,35	7,7	16,3	24,5	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,36	--	--	--									
3,40	9,0	22,5		0,88	0,31	127	0,45	9,8	76,7	115,0	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,41	--	--	--									
3,60	7,0	21,2		0,84	0,33	115	0,35	6,7	84,2	126,3	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,32	--	--	--									
3,80	5,0	15,2	▲	0,80	0,35	101	0,25	4,2	96,9	145,3	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,23	--	--	--									
4,00	6,0	22,2	▲	0,82	0,36	109	0,30	4,9	100,4	150,6	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,25	--	--	--									
4,20	5,0	15,2	▲	0,80	0,38	101	0,25	3,7	107,0	160,4	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--									
4,40	4,0	10,0	▲	0,46	0,39	93	0,20	2,7	21,2	31,9	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--	--									
4,60	6,0	22,2	▲	0,82	0,40	109	0,30	4,3	113,0	169,6	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--									
4,80	5,0	15,2	▲	0,80	0,42	101	0,25	3,3	117,6	176,4	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--									
5,00	7,0	21,2	▲	0,84	0,44	115	0,35	4,7	121,5	182,3	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--									
5,20	6,0	11,3	▲	0,46	0,45	109	0,30	3,8	22,9	34,3	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--									
5,40	9,0	15,0	▲	0,88	0,46	127	0,45	6,0	122,7	184,0	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,23	--	--	--									
5,60	10,0	16,7	▲	0,90	0,48	132	0,50	6,6	123,9	185,8	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,25	--	--	--									
5,80	9,0	13,4	▲	0,88	0,50	127	0,45	5,5	135,5	203,2	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,21	--	--	--									
6,00	16,0	26,7	▲	0,96	0,52	157	0,70	9,1	123,2	184,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,38	--	--	--									
6,20	9,0	27,3	▲	0,88	0,54	127	0,45	5,0	148,0	222,0	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--									
6,40	4,0	10,0	▲	0,46	0,55	93	0,20	1,8	24,6	36,9	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,07	--	--	--									
6,60	7,0	14,9	▲	0,46	0,56	115	0,35	3,5	29,9	44,9	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,13	--	--	--									
6,80	7,0	10,4	▲	0,46	0,56	115	0,35	3,5	30,7	46,0	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,12	--	--	--									
7,00	15,0	18,8	▲	0,95	0,58	154	0,67	7,4	143,4	215,1	49,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,29	--	--	--									
7,20	24,0	30,0	▲	0,94	0,60	183	0,89	10,2	151,1	226,7	72,0	35	41	28	25	23	32	28	1,48	40,0	60,0	72,0										
7,40	25,0	28,7	▲	0,94	0,62	186	0,91	10,1	154,5	231,8	75,0	36	41	28	25	23	32	28	1,50	41,7	62,5	75,0										
7,60	30,0	28,0	▲	0,96	0,64	199	1,00	11,0	170,0	255,0	90,0	41	41	29	26	24	33	29	1,59	50,0	75,0	90,0										
7,80	45,0	56,3	▲	0,91	0,66	232	--	--	--	--	--	55	42	31	28	26	35	31	1,88	75,0	112,5	135,0										
8,00	29,0	31,2	▲	0,87	0,68	197	--	--	--	--	--	39	41	28	25	24	32	29	1,55	48,3	72,5	87,0										
8,20	46,0	76,7	▲	0,91	0,69	234	--	--	--	--	--	54	42	31	28	26	35	31	1,87	76,7	115,0	138,0										
8,40	12,0	22,6	▲	0,92	0,71	141	0,57	4,8	197,9	296,8	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	1,19	--	--	--									
8,60	8,0	17,0	▲	0,86	0,73	121	0,40	3,0	198,6	297,9	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,11	--	--	--									
8,80	8,0	15,1	▲	0,86	0,75	121	0,40	2,9	201,2	301,8	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,10	--	--	--									
9,00	8,0	24,2	▲	0,86	0,76	121	0,40	2,8	203,7	305,5	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,10	--	--	--									
9,20	9,0	17,0	▲	0,88	0,78	127	0,45	3,1	216,6	324,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,12	--	--	--									
9,40	10,0	14,9	▲	0,90	0,80	132	0,50	3,5	225,5	338,2	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,13	--	--	--									
9,60	16,0	20,0	▲	0,96	0,82	157	0,70	5,1	225,2	337,8	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,24	--	--	--									
9,80	26,0	32,5	▲	0,87	0,84	189	--	--	--	--	--	30	40	27	24	22	30	28	1,42	43,3	65,0	78,0										
10,00	25,0	--		0,86	0,85	186	--	--	--	--	--	28	40	27	23	22	30	28	1,39	41,7	62,5	75,0										

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
2

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

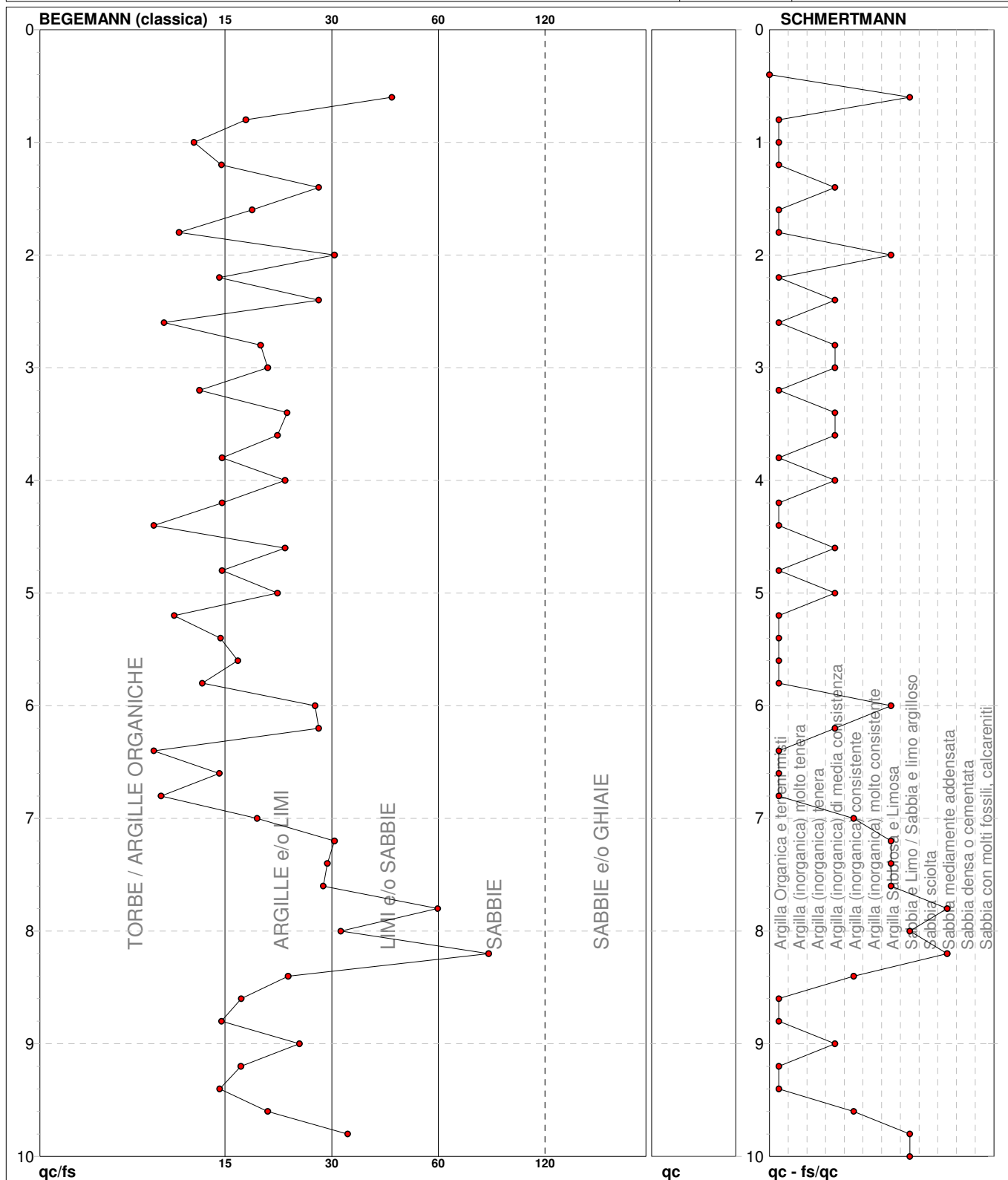
 U.M.: **kg/cm²**

 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **24/03/2011**

 Falda: **-0,75 m da p.c.**


Torbe / Argille org. :

15 punti, 30,61%

Argille e/o Limi :

29 punti, 59,18%

Limi e/o Sabbie :

4 punti, 8,16%

Sabbie:

1 punti, 2,04%

Argilla Organica e terreni misti:

23 punti,

46,94%

Argilla (inorganica) media consist.:

11 punti,

22,45%

Argilla (inorganica) consistente:

3 punti,

6,12%

Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:

3 punti,

6,12%

Sabbia mediamente addensata:

2 punti,

4,08%

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT
2

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

 U.M.: **kg/cm²**

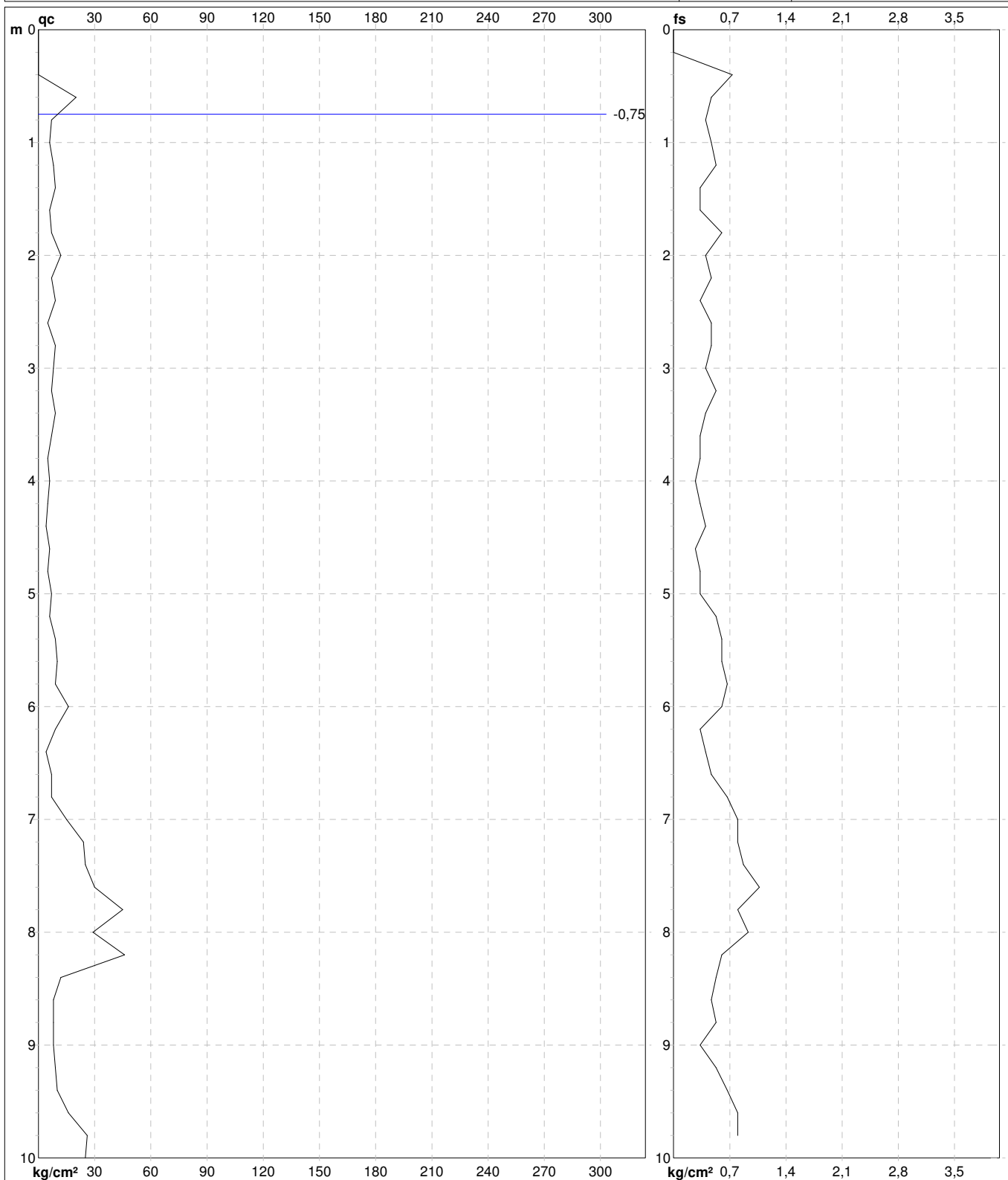
 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **24/03/2011**

Quota inizio:

 Falda: **-0,75 m** da p.c.

 Penetrometro: **TG63-200**

Responsabile:

 Assistente: **Combo9**

 Preforo: **m**

 Corr.astine: **kg/ml**

 Cod.ISTAT: **029041**

 Cod. punta: **4.000**

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA VERIFICA CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI						CPT		2		
						riferimento		26.2019		
Committente: EDILART Cantiere: URBANIZZAZIONE Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO						U.M.: kg/cm² Pagina: 1 Elaborato:		Data esec.: 24/03/2011 Falda: -0,75 m da p.c.		
<div> <div>[1] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10,00</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs)</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,21 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,10 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 3,07 cm</div> <div>- Portata: (Q) 10,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>[2] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10,00</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs)</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,26 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,15 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 4,61 cm</div> <div>- Portata: (Q) 15,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>[3] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLU STRADE LARGH.10,00</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs) 2,30</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,59 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,48 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 14,83 cm</div> <div>- Portata: (Q) 48,00 t/ml</div> </div> </div>										
<div> <div>CORRELAZIONI ADOTTATE:</div> <div> <div>Modulo edometrico</div> <div> Natuta TORBOSA α = 1,50 Natuta COESIVA α = 5,00 4,00 3,30 3,00 Natuta GRANULARE α = 3,00 </div> </div> <div>R.amm = qc/K = resistenza ammiss. schiacciamento [K=12(<qc=10) - K=18(>qc=30)]</div> </div>									<div>N.B.:</div> <div>Tot. q.amm.= Carico Lit. + Δq.amm</div> <div>Portata (Q) = B x L x Δ q.amm</div> <div>Portata trave (Q) per metro lineare</div>	
<div>software by dott. geol. Diego Merlin 0425-840820</div> <div>FON005</div>										

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	3
	riferimento	26.2019

Committente: EDILART	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/03/2011
Cantiere: URBANIZZAZIONE	Pagina: 1	
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO	Elaborato:	Falda: -1,00 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	0,0	0,0		0,0	0,27	0									
0,60	5,0	9,0		5,0	0,20	25	4,0								
0,80	4,0	7,0		4,0	0,33	12	8,3								
1,00	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
1,20	6,0	11,0		6,0	0,33	18	5,5								
1,40	5,0	10,0		5,0	0,40	13	8,0								
1,60	6,0	12,0		6,0	0,40	15	6,7								
1,80	7,0	13,0		7,0	0,60	12	8,6								
2,00	10,0	19,0		10,0	0,60	17	6,0								
2,20	10,0	19,0		10,0	0,47	21	4,7								
2,40	7,0	14,0		7,0	0,47	15	6,7								
2,60	6,0	13,0		6,0	0,40	15	6,7								
2,80	5,0	11,0		5,0	0,33	15	6,6								
3,00	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
3,20	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
3,40	6,0	11,0		6,0	0,33	18	5,5								
3,60	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
3,80	5,0	10,0		5,0	0,40	13	8,0								
4,00	6,0	12,0		6,0	0,40	15	6,7								
4,20	7,0	13,0		7,0	0,33	21	4,7								
4,40	6,0	11,0		6,0	0,40	15	6,7								
4,60	6,0	12,0		6,0	0,47	13	7,8								
4,80	7,0	14,0		7,0	0,40	18	5,7								
5,00	8,0	14,0		8,0	0,40	20	5,0								
5,20	6,0	12,0		6,0	0,33	18	5,5								
5,40	5,0	10,0		5,0	0,27	19	5,4								
5,60	6,0	10,0		6,0	0,33	18	5,5								
5,80	5,0	10,0		5,0	0,33	15	6,6								
6,00	4,0	9,0		4,0	0,33	12	8,3								
6,20	4,0	9,0		4,0	0,33	12	8,3								
6,40	5,0	10,0		5,0	0,53	9	10,6								
6,60	8,0	16,0		8,0	0,53	15	6,6								
6,80	10,0	18,0		10,0	0,60	17	6,0								
7,00	13,0	22,0		13,0	0,67	19	5,2								
7,20	14,0	24,0		14,0	0,67	21	4,8								
7,40	25,0	35,0		25,0	0,53	47	2,1								
7,60	9,0	17,0		9,0	0,53	17	5,9								
7,80	7,0	15,0		7,0	0,47	15	6,7								
8,00	9,0	16,0		9,0	0,40	23	4,4								
8,20	9,0	15,0		9,0	0,47	19	5,2								
8,40	8,0	15,0		8,0	0,60	13	7,5								
8,60	11,0	20,0		11,0	0,53	21	4,8								
8,80	10,0	18,0		10,0	0,87	11	8,7								
9,00	28,0	41,0		28,0	0,87	32	3,1								
9,20	28,0	41,0		28,0	0,80	35	2,9								
9,40	25,0	37,0		25,0	0,67	37	2,7								
9,60	17,0	27,0		17,0	0,67	25	3,9								
9,80	13,0	23,0		13,0	0,67	19	5,2								
10,00	16,0	26,0		16,0											

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
 fs = resistenza laterale calcolata
 0,20 m sopra quota qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA													CPT		3								
PARAMETRI GEOTECNICI													riferimento		26.2019								
Committente: EDILART													U.M.: kg/cm²		Data esec.: 24/03/2011								
Cantiere: URBANIZZAZIONE													Pagina: 1										
Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO													Elaborato:		Falda: -1,00 m da p.c.								
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	σSc (°)	σCa (°)	σKo (°)	σDB (°)	σDM (°)	σMe (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	
0,20	--	--		1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--
0,40	--	--		1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--
0,60	5,0	25,0		1,80	0,11	101	0,25	17,5	42,5	63,8	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--
0,80	4,0	12,1		1,46	0,14	93	0,20	9,9	8,0	12,1	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	2,00	--	--	--
1,00	5,0	15,2		0,80	0,16	101	0,25	11,4	42,5	63,8	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--
1,20	6,0	18,2		0,82	0,17	109	0,30	12,6	51,0	76,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	>2,00	--	--	--
1,40	5,0	12,5		0,46	0,18	101	0,25	9,4	10,3	15,4	7,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,97	--	--	--
1,60	6,0	15,0		0,46	0,19	109	0,30	11,1	12,0	18,0	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,88	--	--	--
1,80	7,0	11,7		0,46	0,20	115	0,35	12,7	14,0	21,0	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,80	--	--	--
2,00	10,0	16,7		0,90	0,22	132	0,50	17,8	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,87	--	--	--
2,20	10,0	21,3		0,90	0,24	132	0,50	16,1	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,80	--	--	--
2,40	7,0	14,9		0,46	0,24	115	0,35	9,8	14,1	21,2	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,59	--	--	--
2,60	6,0	15,0		0,46	0,25	109	0,30	7,7	14,0	21,0	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,49	--	--	--
2,80	5,0	15,2		0,80	0,27	101	0,25	5,7	72,4	108,5	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,41	--	--	--
3,00	5,0	15,2		0,80	0,29	101	0,25	5,3	78,0	117,0	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,38	--	--	--
3,20	5,0	15,2		0,80	0,30	101	0,25	5,0	83,3	125,0	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,36	--	--	--
3,40	6,0	18,2		0,82	0,32	109	0,30	5,8	84,9	127,3	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,37	--	--	--
3,60	5,0	15,2		0,80	0,33	101	0,25	4,4	93,3	139,9	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,31	--	--	--
3,80	5,0	12,5		0,46	0,34	101	0,25	4,2	17,0	25,6	7,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,28	--	--	--
4,00	6,0	15,0		0,46	0,35	109	0,30	5,1	18,4	27,6	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,28	--	--	--
4,20	7,0	21,2		0,84	0,37	115	0,35	5,9	98,3	147,5	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,30	--	--	--
4,40	6,0	15,0	▲	0,46	0,38	109	0,30	4,7	19,3	29,0	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,24	--	--	--
4,60	6,0	12,8	▲	0,46	0,39	109	0,30	4,6	19,7	29,5	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,22	--	--	--
4,80	7,0	17,5	▲	0,84	0,40	115	0,35	5,2	110,7	166,1	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,23	--	--	--
5,00	8,0	20,0	▲	0,86	0,42	121	0,40	5,9	112,3	168,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,25	--	--	--
5,20	6,0	18,2	▲	0,82	0,44	109	0,30	3,9	122,8	184,2	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,18	--	--	--
5,40	5,0	18,5	▲	0,80	0,45	101	0,25	3,0	123,8	185,7	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--	--
5,60	6,0	18,2	▲	0,82	0,47	109	0,30	3,6	132,8	199,2	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--
5,80	5,0	15,2	▲	0,80	0,49	101	0,25	2,7	128,4	192,7	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,13	--	--	--
6,00	4,0	12,1	▲	0,46	0,50	93	0,20	2,0	23,9	35,9	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,09	--	--	--
6,20	4,0	12,1	▲	0,46	0,50	93	0,20	2,0	24,1	36,1	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,08	--	--	--
6,40	5,0	9,4	▲	0,46	0,51	101	0,25	2,6	27,6	41,3	7,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,09	--	--	--
6,60	8,0	15,1	▲	0,86	0,53	121	0,40	4,4	148,3	222,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,16	--	--	--
6,80	10,0	16,7	▲	0,90	0,55	132	0,50	5,6	148,3	222,4	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,20	--	--	--
7,00	13,0	19,4	▲	0,93	0,57	145	0,60	6,8	144,1	216,1	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,26	--	--	--
7,20	14,0	20,9	▲	0,94	0,59	150	0,64	7,0	147,6	221,4	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,28	--	--	--
7,40	25,0	47,2	▲	0,86	0,60	186	--	--	--	--	--	37	41	28	25	24	32	28	1,51	41,7	62,5	75,0	
7,60	9,0	17,0	▲	0,88	0,62	127	0,45	4,2	173,6	260,3	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--	--
7,80	7,0	14,9	▲	0,46	0,63	115	0,35	3,0	34,9	52,4	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,10	--	--	--
8,00	9,0	22,5	▲	0,88	0,65	127	0,45	4,0	181,0	271,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,14	--	--	--
8,20	9,0	19,1	▲	0,88	0,67	127	0,45	3,8	187,2	280,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	1,14	--	--	--
8,40	8,0	13,3	▲	0,86	0,68	121	0,40	3,2	190,2	285,2	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	1,11	--	--	--
8,60	11,0	20,8	▲	0,91	0,70	137	0,54	4,5	195,6	293,4	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,17	--	--	--
8,80	10,0	11,5	▲	0,90	0,72	132	0,50	4,0	200,8	301,2	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	1,14	--	--	--
9,00	28,0	32,2	▲	0,87	0,74	194	--	--	--	--	--	36	41	28	25	23	32	28	1,49	46,7	70,0	84,0	
9,20	28,0	35,0	▲	0,87	0,75	194	--	--	--	--	--	35	41	28	25	23	31	28	1,48	46,7	70,0	84,0	
9,40	25,0	37,3	▲	0,86	0,77	186	--	--	--	--	--	31	40	27	24	22	31	28	1,42	41,7	62,5	75,0	
9,60	17,0	25,4	▲	0,97	0,79	161	0,72	5,6	213,1	319,7	54,1	--	--	--	--	--	--	--	--	1,26	--	--	--
9,80	13,0	19,4	▲	0,93	0,81	145	0,60	4,4	225,9	338,9	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	1,18	--	--	--
10,00	16,0	--	▲	0,84	0,83	157	--	--	--	--	--	14	39	25	21	20	28	27	1,23	26,7	40,0	48,0	

software by dott. geol. Diego Merlin 0425-840820

FON005

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
3

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

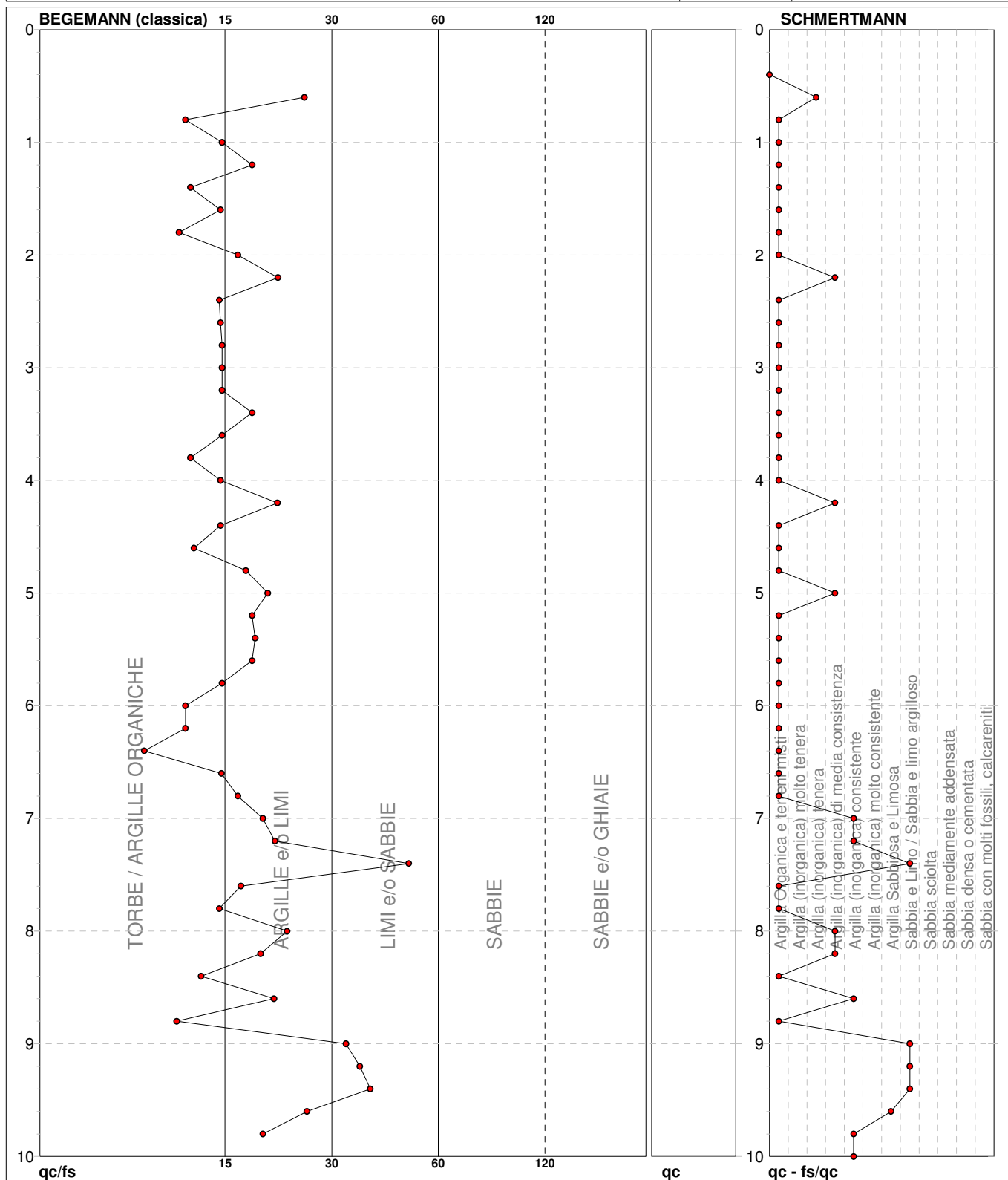
 U.M.: **kg/cm²**

 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **24/03/2011**

 Falda: **-1,00 m da p.c.**


Torbe / Argille org. :

18 punti, 36,73%

Argille e/o Limi :

27 punti, 55,10%

Limi e/o Sabbie :

4 punti, 8,16%

Argilla Organica e terreni misti:

32 punti,

65,31%

Argilla (inorganica) tenera:

1 punti,

2,04%

Argilla (inorganica) media consist.:

5 punti,

10,20%

Argilla (inorganica) consistente:

4 punti,

8,16%

Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:

4 punti,

8,16%

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT
3

riferimento

26.2019

 Committente: **EDILART**

 Cantiere: **URBANIZZAZIONE**

 Località: **AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO**

 U.M.: **kg/cm²**

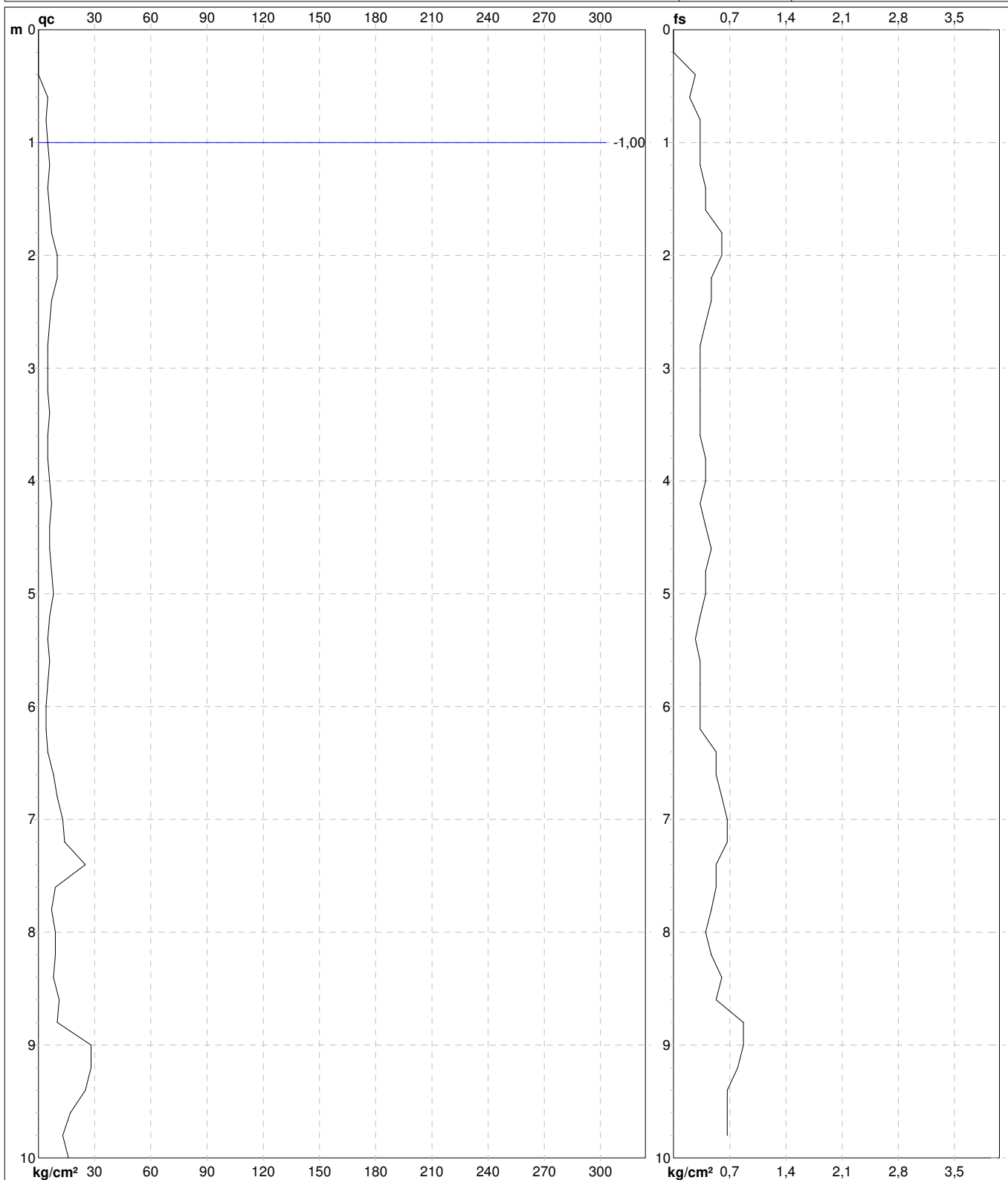
 Scala: **1:50**

 Pagina: **1**

Elaborato:

 Data esec.: **24/03/2011**

Quota inizio:

 Falda: **-1,00 m** da p.c.

 Penetrometro: **TG63-200**

Responsabile:

 Assistente: **Combo9**

 Preforo: **m**

 Corr.astine: **kg/ml**

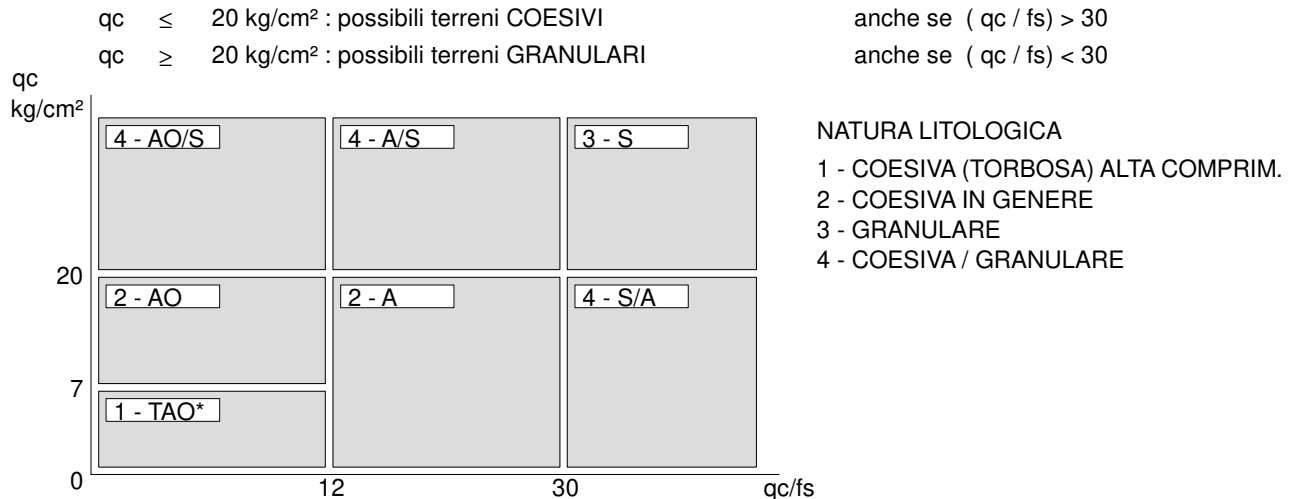
 Cod.ISTAT: **029041**

 Cod. punta: **4.000**

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA VERIFICA CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI						CPT riferimento		3 26.2019
Committente: EDILART Cantiere: URBANIZZAZIONE Località: AREA EX ANGELO CUSTODE - PIRUEA N.34 - ROVIGO						U.M.: kg/cm² Pagina: 1 Elaborato:		Data esec.: 24/03/2011 Falda: -1,00 m da p.c.
<div> <div>[1] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs)</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,26 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,15 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 5,93 cm</div> <div>- Portata: (Q) 15,00 t/ml</div> </div> </div>								
<div> <div>[2] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLE STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs)</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,21 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,10 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 3,95 cm</div> <div>- Portata: (Q) 10,00 t/ml</div> </div> </div>								
<div> <div>[3] Fondazione tipo: TRAVE</div> <div>SLU STRADE LARGH.10M</div> <div> <div>- Larghezza: (B) 10,00 m</div> <div>- Lunghezza: (L) continua</div> <div>- Piano Posa: (D) -0,60 m</div> </div> <div> <div>- Banco compress.: (Hc) 10,00 m</div> <div>- Rigidezza fondazione: (n) 85,00%</div> <div>- Coeff. sicurezza: (Gs) 2,30</div> </div> <div> <div>- Carico Lit.: (σvo) 0,11 kg/cm²</div> <div>- Tot. q.amm.: 0,54 kg/cm²</div> </div> <div> <div>- q.amm.: Δ 0,43 kg/cm²</div> <div>- Cedimento: (s) 17,01 cm</div> <div>- Portata: (Q) 43,00 t/ml</div> </div> </div>								
<div> <div>CORRELAZIONI ADOTTATE:</div> <div> <div>Modulo edometrico</div> <div> Natuta TORBOSA α = 1,50 Natuta COESIVA α = 5,00 4,00 3,30 3,00 Natuta GRANULARE α = 3,00 </div> </div> <div>R.amm = qc/K = resistenza ammiss. schiacciamento [K=12(<qc=10) - K=18(>qc=30)]</div> </div>								
<div> <div>N.B.:</div> <div> Tot. q.amm.= Carico Lit. + Δq.amm Portata (Q) = B x L x Δ q.amm Portata trave (Q) per metro lineare </div> </div>								
<div> <div>software by dott. geol. Diego Merlin 0425-840820</div> <div>FON005</div> </div>								

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
 (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
 (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
 Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
 Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
 [correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo})
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
 (g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]
- V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing$ 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm}$ - $h = 133 \text{ mm}$ - $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N $\approx$ 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N $\approx$ 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa $\approx$ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa $\approx$ 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² $\approx$ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg $\approx$ 10 kN

LEGENDA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (Validità orientativa)

Prefissato lo spessore H_c del banco comprimibile (entro il quale condurre le valutazioni della capacità portante dei cedimenti), viene condotta la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore 20 cm) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutate secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq).

La pressione ammissibile del terreno di fondazione q_{amm} è quel valore che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie di carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento R_{amm} dei vari strati del banco comprimibile.

La resistenza allo schiacciamento R_{amm} (ammissibile) del generico livello (spessore 20cm) viene valutata con le usuali correlazioni del tipo :

(L'Herminier 1953 - Meyerhof 1956/65 - Sanglerat 1972)

$$R_{amm} = q_c / K \quad (K \text{ funzione di } q_c)$$

Il programma consente inoltre :

- di variare i valori di K proposti dagli Autori sopra citati,
- di valutare il minimo assoluto di R_{amm} (e quindi di q_{amm}),
- stimare la profondità adeguata alla quale spingere le prove penetrometriche.

CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI (valutazioni orientative)

IPOTESI :

- consolidazione monodimensionale (schema edometrico)
- tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq)
- valutazione dei cedimenti nell'ambito della profondità H_c del banco comprimibile
- modulo edometrico $M_o = \alpha q_c$ valutato in base alla natura litologica (presunta) .

Il calcolo dei cedimenti (esteso all'intera profondità H_c del banco comprimibile) viene condotto per strati successivi (spessore $h = 20$ cm) , valutando per ciascuno strato la tensione verticale σ_v (al centro della superficie di carico), nonché il relativo valore del modulo edometrico M_o , in base all'espressione :

$$\text{cedimento } S = n \sum (h \sigma_v / M_o)$$

ove : n = eventuale Coefficiente di riduzione ($n \leq 1$) che tiene conto della rigidezza strutturale .

STATION INFORMATION

Station code: A0

Model: SARA SR04

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Rovigo (Ex Angelo Custode)

Address: Via U. Foscolo

Latitude: 45,0638

Longitude: 11,7929

Coordinate system: WGS84

Elevation: -

Weather: non rilevata

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2019/12/06 10:33:08

Recording length: 33.62 min

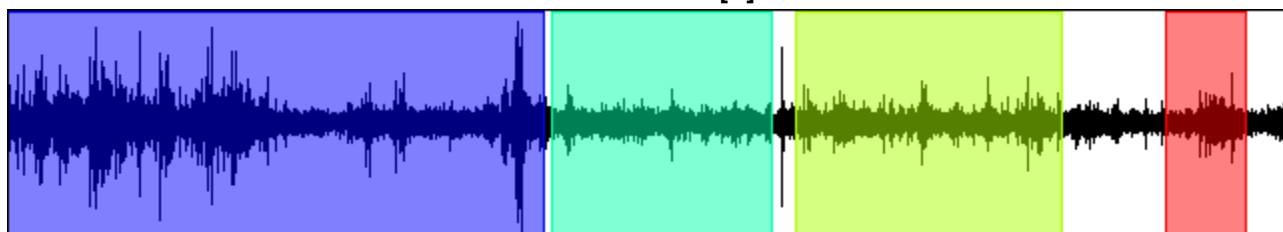
Windows count: 4

Average windows length: 432

Signal coverage: 85.67%

65619 Counts

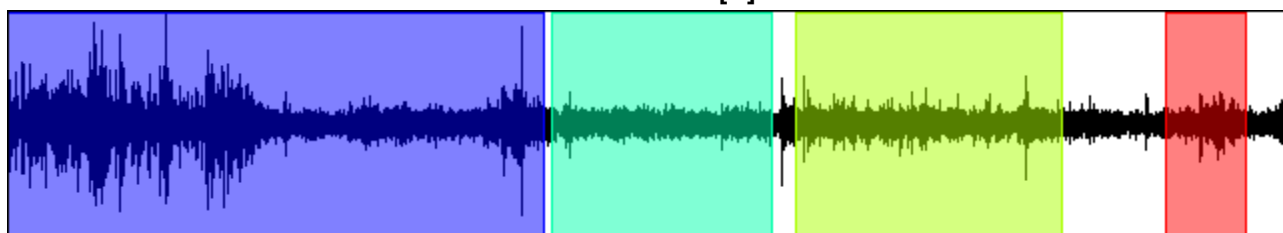
CHANNEL #1 [V]



-71356 Counts

64186 Counts

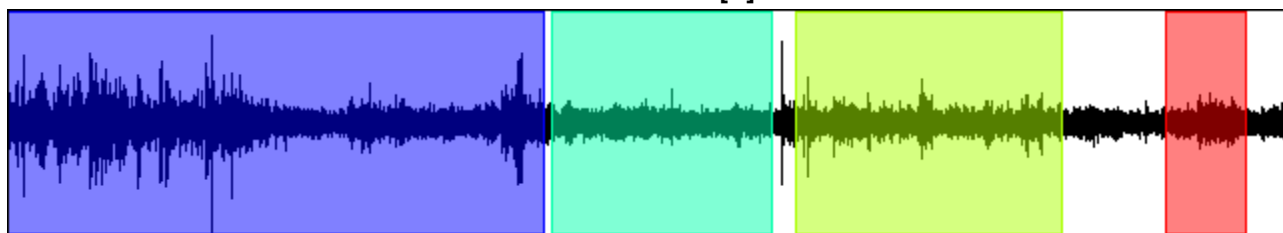
CHANNEL #2 [N]



-52299 Counts

52756 Counts

CHANNEL #3 [E]



-67521 Counts

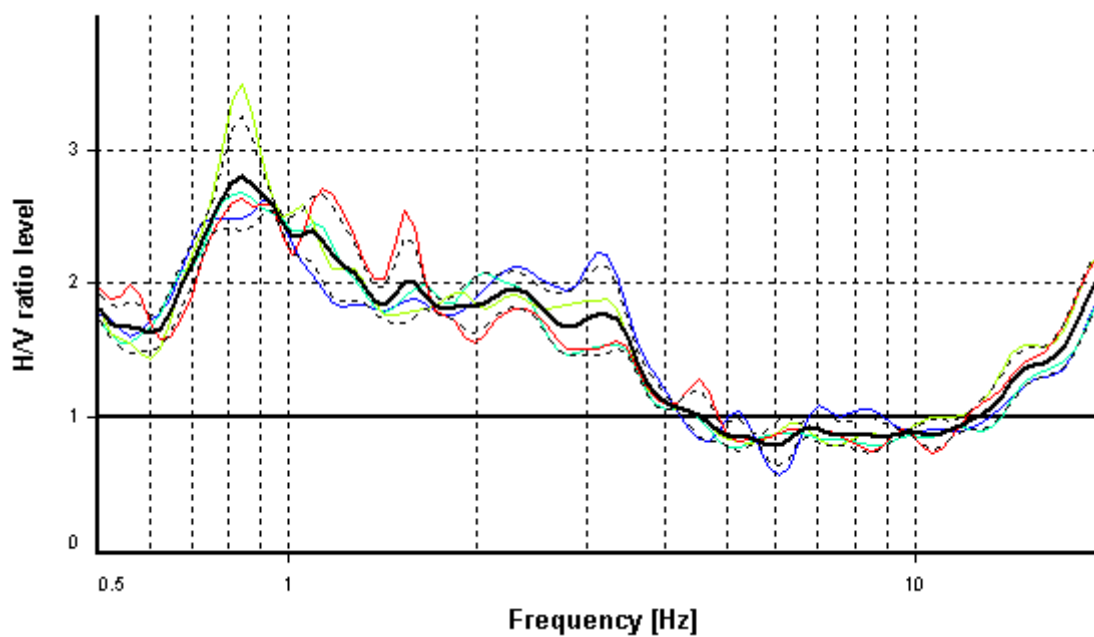
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

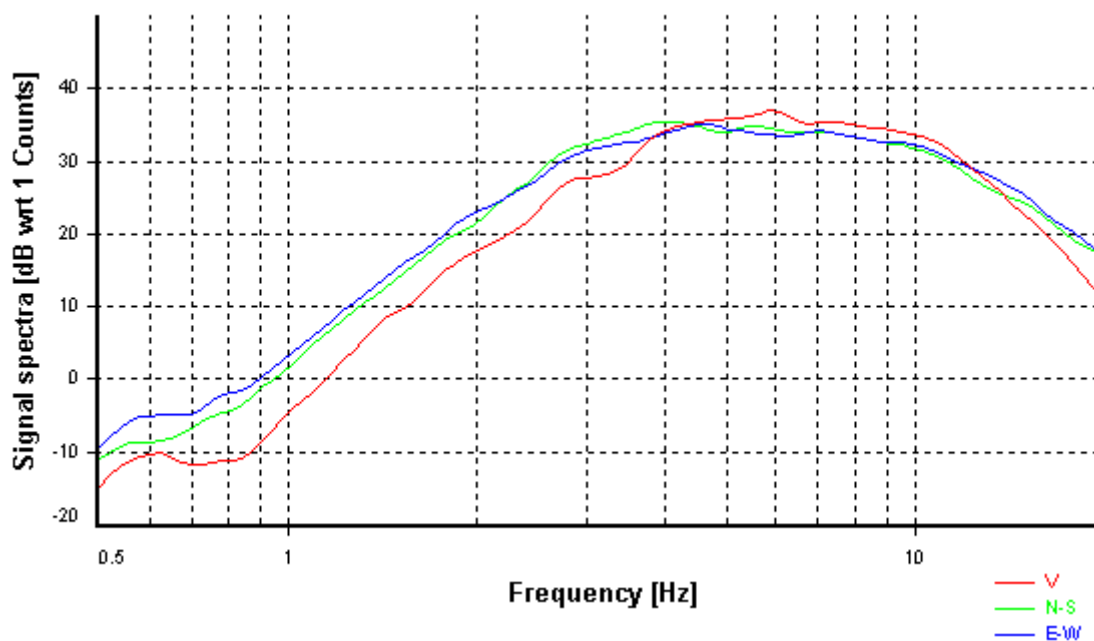
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

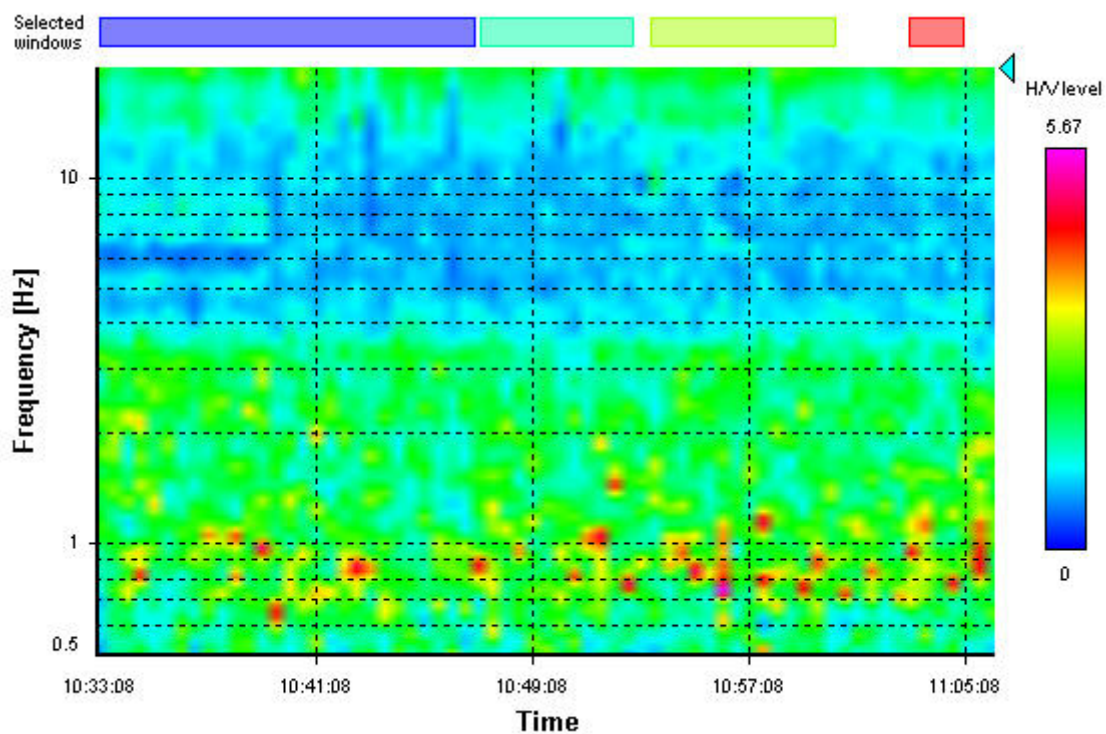
HVSR average



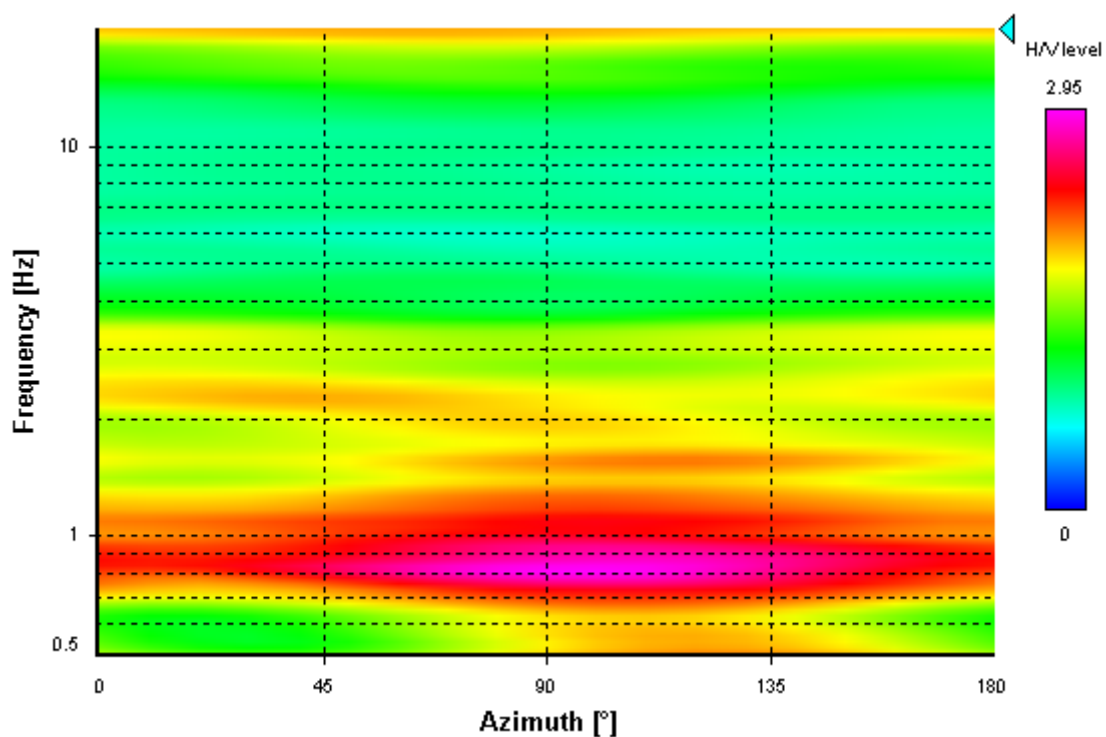
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



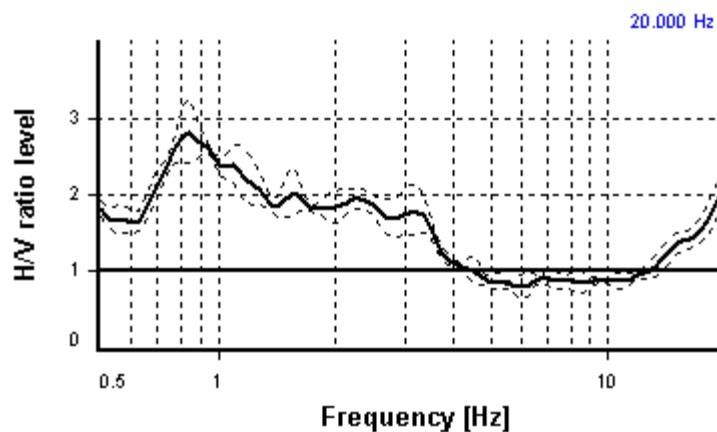
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

20.000 Hz

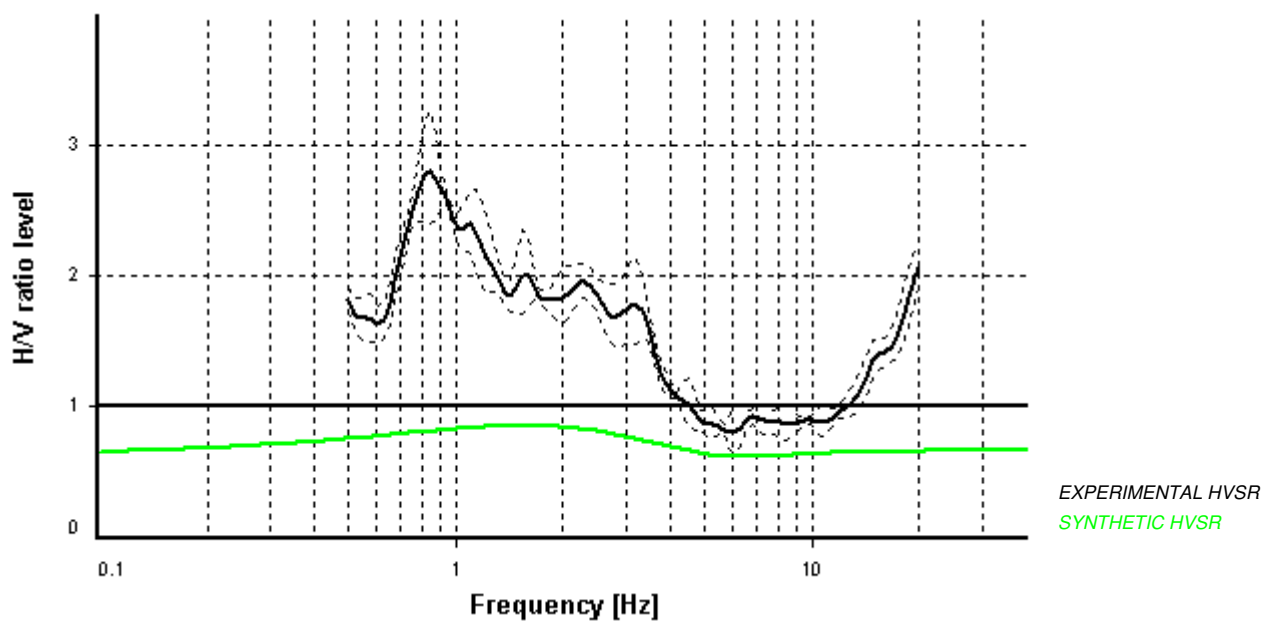
A_0 amplitude = 2.056

Average $f_0 = 20.000 \pm 0.000$

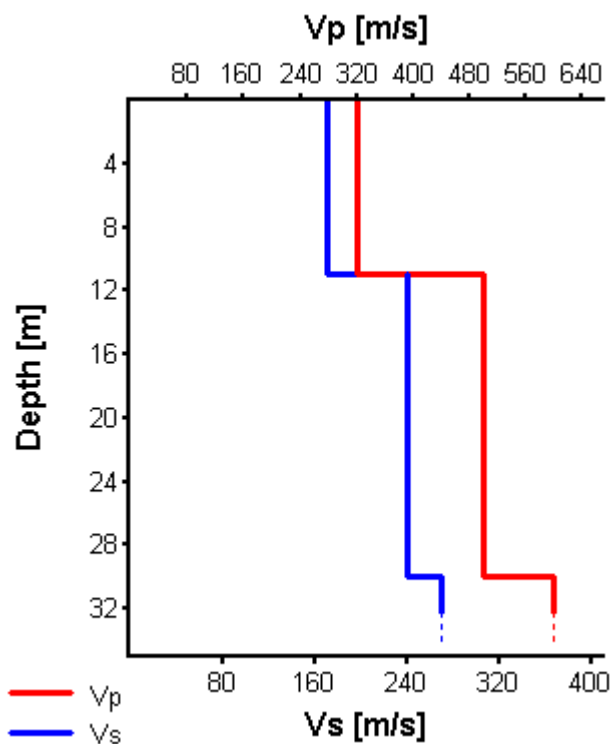


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	4 valid windows (length > 0.5 s) out of 4	OK
$n_c(f_0) > 200$	34560.07 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	12.78913 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.06 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0 < 1	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0819 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
11.00	11	320	170	
19.00	30	500	240	
-	> 30	600	270	



Vs 30 = 209 m/s (Offset = 0 m)