

Ordinanza Capo Dipartimento Protezione Civile n° 616/2019 - 851/2022
Decreto del Sindaco della Città di Venezia n° 69630 del 14/02/2022

AMMINISTRAZIONE COMPETENTE

CITTA' DI
VENEZIA



Ordinanza CDPC n° 851/2022

SOGGETTO ATTUATORE

CITTA' DI
VENEZIA



AREA LAVORI PUBBLICI, MOBILITA' E TRASPORTI
SETTORE VIABILITA' VENEZIA CENTRO STORICO E ISOLE ENERGIA e IMPIANTI
SERVIZIO MANUTENZIONE VIABILITA' VENEZIA C.S.I.

C.I. 14959-20

**INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA,
CONSOLIDAMENTO MARGINAMENTO E
RIPRISTINO PAVIMENTAZIONE DELLA RIVA SETTE MARTIRI**

CUP:J77H21001610001

FASE	ELABORATO
PROGETTO ESECUTIVO	14959-20_ RGE
DISCIPLINA	DATA
RESTAURO	luglio 2022

DESCRIZIONE
ALLEGATO 2: RELAZIONE GEOLOGICA



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
arch. cons. Cristian Tonetto

COLLABORATORI DEL R.U.P.
arch. Shana Catanzaro
arch. M. Amin Al Ahdab

PROGETTISTA
ing. Andrea Marascalchi

COLLABORATORI
arch. Stefano Carlini
ing. Davide Bellato
ing. Simone Tagliapietra

Marascalchi Ingegneria Stp Srl
Santa Croce 2005
30135 Venezia

T/F +39 041 2770233
amministrazione@marascalchiingegneria.it
mi@pec.marascalchiingegneria.it



PI / 04656180272 — SDI / SUBM70N
Capitale Sociale euro 10.000,00 i.v.
www.marascalchiingegneria.it

COORDINAMENTO SICUREZZA
arch. Antonio Girello





Arch. Antonio Girello
San Marco 4270 - Venezia 30124
tel. 041 5285544 - @mail: a.girello@awn.it

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

COMUNE DI VENEZIA

Riva dei Sette Martiri



<p>Data:</p> <p>Febbraio 2022</p>	<p>Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21</p> <p>Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree</p> <p>MESSA IN SICUREZZA, CONSOLIDAMENTO MARGINAMENTO E RIPRISTINO PAVIMENTAZIONE DELLA RIVA DEI SETTE MARTIRI</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>Elaborato:</p> <p>unico</p> <p>Dott. Geol. Matteo Vian Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 689.</p>  <p><i>Matteo Vian</i></p> <p>Dott. Geol. Basilio Zanninello Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 608.</p>  <p><i>Basilio Zanninello</i></p>
<p>Revisione</p> <p>V00</p>	<p>COMMITTENTE</p> <p>Comune di Venezia</p>	

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DEFINIZIONE TERRITORIALE	5
3.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	5
3.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO	11
3.3	RISCHIO SISMICO	12
4	INDAGINI IN SITO	1
4.1	PLANIMETRIA DELL'INTERVENTO	1
4.2	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE ELETTRICHE CON PIEZOCONO (CPTU)	1
4.2.1	Interpretazione dei dati	2
4.3	SONDAGGIO GEOGNOSTICO	5
4.3.1	Modalità esecutive dei sondaggi	7
4.3.2	Pulizia attrezzatura di perforazione	7
4.3.3	Cassette catalogatrici	7
4.3.4	Scheda stratigrafica	8
4.4	PROVA DI CARICO SU PIASTRA (PLT)	9
4.4.1	Metodologia di indagine	9
4.5	INDAGINE SISMICA ATTIVA CON TECNICA MASW	11
4.5.1	Interpretazione Masw	12
4.5.2	Operazioni di acquisizione dati	13
5	RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA	14
5.1	MODELLO GEOTECNICO E GEOTECNICO	14
5.2	ESITO DELLE PROVE DI CARICO	18
6	ANALISI SISMICA	19
6.1	CATEGORIA TOPOGRAFICA	20
6.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	21
6.3	VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE	24
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	30
8	BIBLIOGRAFIA	31

1 PREMESSA

Per incarico della committenza viene redatta la seguente relazione geologica al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico e geotecnico, i terreni interessati dai lavori di messa in sicurezza e consolidamento di Riva dei Sette Martiri nel comune di Venezia. Le opere rientrano nell'ambito degli *“Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree”*.

La zona interessata dall'intervento si colloca in Riva dei Sette Martiri, tra il Ponte della Veneta Marina ad ovest e il Ponte dei Sette Martiri a est (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1 – Immagine satellitare dell'area; il tratteggio rosso individua la zona interessata dagli interventi

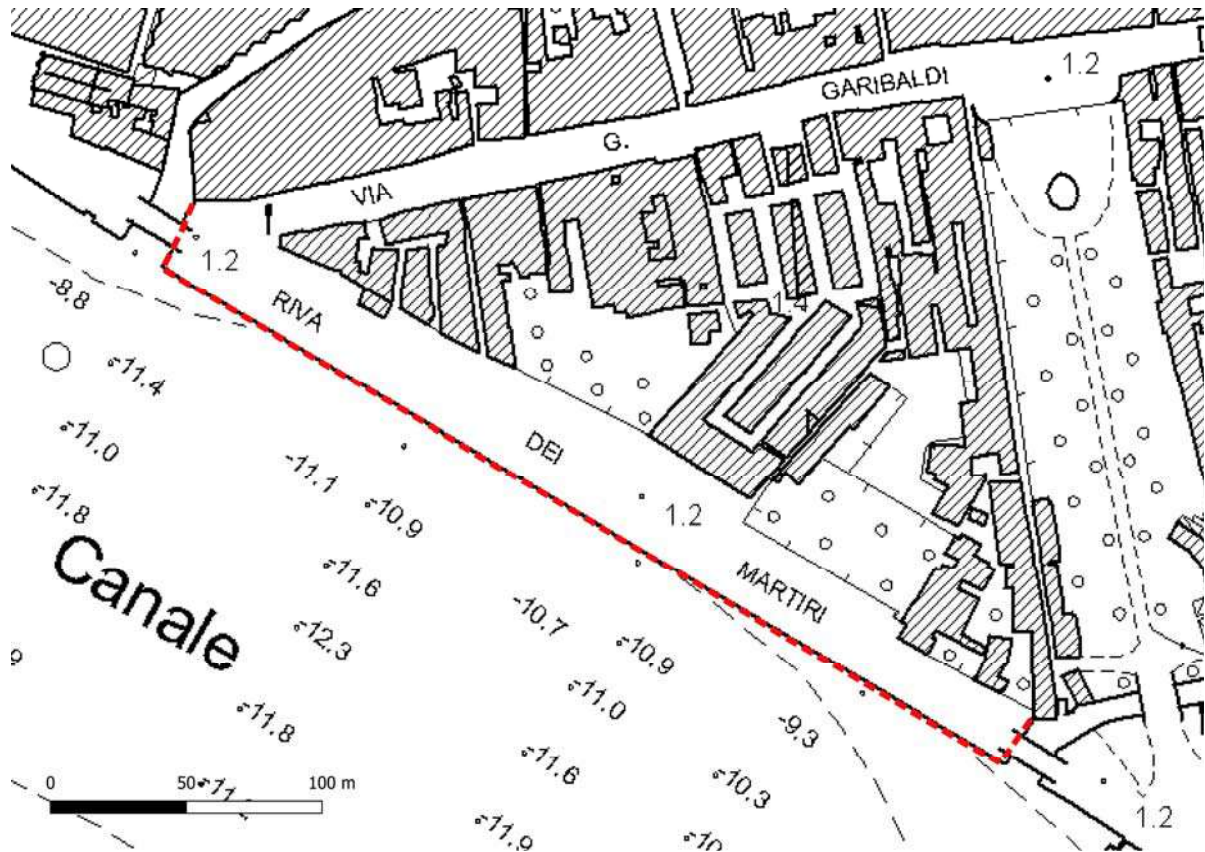


Figura 2 – Estratto di CTR in scala 1:10000 elemento 128130 "Venezia – Est"; il tratteggio rosso individua la zona interessata dagli interventi

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni sono state previste le seguenti indagini:

- n°2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTU), spinte fino a -30 m dal p.c.;
- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a -30 m dal p.c., denominati CV1, CV2 e CV3;
- n°6 prove di carico su piastra (PLT);
- n°1 indagine geofisica di sismica attiva MASW.

Le modalità di esecuzione delle prove sono descritte in seguito, mentre la loro ubicazione è riportata nella planimetria di Figura 13.

In allegato alla presente relazione si riportano i seguenti elaborati:

- Allegato 1: Schede stratigrafiche di sondaggio;
- Allegato 2: Grafici ed elaborazioni delle prove penetrometriche CPTU;
- Allegato 3: Sezione geologica e geotecnica;
- Allegato 4: Certificati delle prove di carico su piastra;
- Allegato 5: Report dell'indagine MASW;
- Allegato 6: Report e grafici della verifica a liquefazione;
- Allegato 7: Documentazione fotografica.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di interesse specifico per la presente relazione è la seguente:

- D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018);
- Circ. Min. 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2008);
- Circ. Min. 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche";
- O.P.C.M. 3274/2003 e succ. modd.;
- O.P.C.M. 3519/2006;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" – D.M. 11/03/1988;
- Istruzioni applicative al D.M. 11.03.88 – Circ. Min. LL.PP. 24.09.88 n° 30483;
- "Raccomandazioni A.G.I. riguardanti l'esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche" – A.G.I. 1977.

3 DEFINIZIONE TERRITORIALE

3.1 Inquadramento geomorfologico e geologico

L'area interessata si trova in Riva dei Sette Martiri, sulla parte sud orientale dell'isola di Venezia e di fronte al Bacino di San Marco.

Dal punto di visto strutturale l'area di Venezia è situata nell'avampaese neogenico-quadernario compreso tra il margine meridionale del sudalpino S-vergente e il margine settentrionale della catena appenninica NE-vergente (Figura 3).

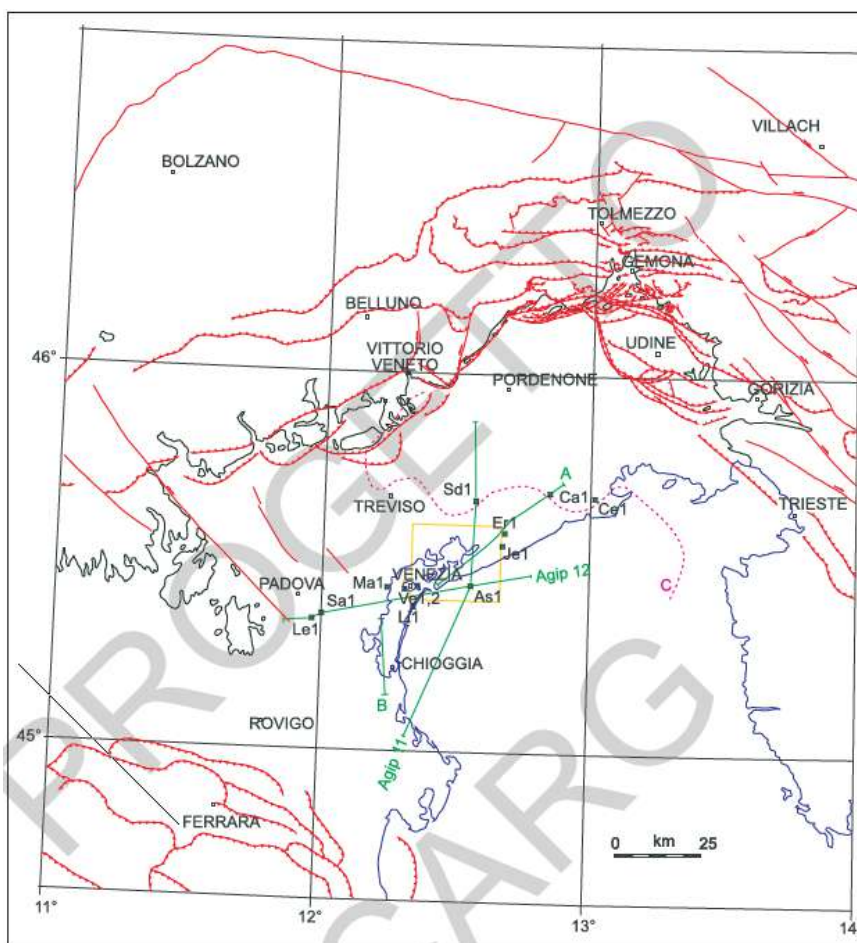


Figura 3 – Schema strutturale dell'Italia nord orientale. Tratta dalle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 – Foglio 128 "Venezia" (Tosi, et al., 2007)

Negli ultimi 30000 anni in quest'area si è verificata un'importante ingressione marina che ha determinato l'instaurarsi delle condizioni geomorfologiche attuali. Durante la fase di stazionamento basso relativo all'ultima glaciazione (LGM), il territorio esaminato appariva come una vasta piana alluvionale solcata dai corsi d'acqua, i cui paleoalvei, risultano oggi sepolti o subaffioranti. In questo periodo il livello del mare era circa 110-120 m più basso di quello attuale

e la linea di costa era posizionata nei pressi di Pescara. I principali depositi riferibili al LGM sono quelli relativi ai principali fiumi alpini (Piave, Brenta, Adige, Po, Bacchiglione), i cui conoidi alluvionali si sovrapponevano creando una complessa successione sedimentaria nella pianura veneta, formata da depositi limosi e argillosi di bassa energia intervallati a depositi sabbiosi deposti in corrispondenza dei canali attivi. I depositi sommitali di questa fase mostrano segni evidenti di pedogenesi per esposizione subaerea prolungata; pertanto, il limite con i successivi depositi olocenici è marcato da una superficie, talora erosiva, al tetto di un'argilla pleistocenica localmente nota come caranto.

Successivamente, nell'olocene, è avvenuta una trasgressione marina che ha prodotto il riempimento dei solchi fluviali con sabbie marine e la formazione di apparati litorali che progressivamente arretrarono verso nord. Con la massima ingressione marina la linea di costa venne a trovarsi all'interno della laguna attuale e, raggiunto l'optimum climatico (circa 5-6000 anni B.P.), l'innalzamento eustatico divenne più lento ed iniziò la fase di stazionamento alto, che comportò la regressione deposizionale della linea di costa favorita dall'apporto di sedimenti alluvionali (Figura 4). In questa fase, in corrispondenza delle aree di margine lagunare interno non interessate direttamente dagli apporti fluviali, la subsidenza geologica portò all'ampliamento degli specchi d'acqua lagunari verso la terraferma.

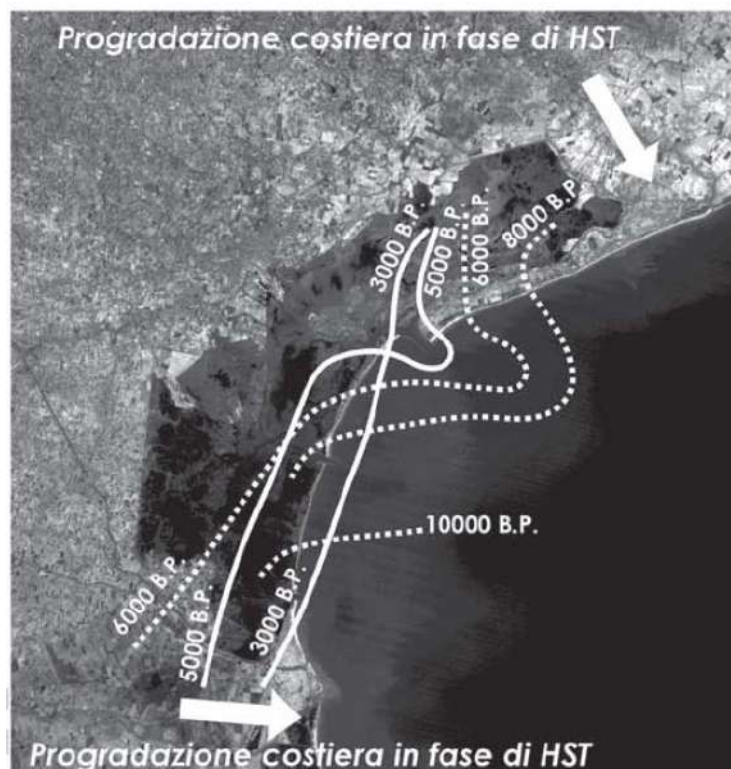


Figura 4 – Modello schematico dell'evoluzione olocenica del litorale di Venezia (Tosi, et al., 2007)

L'evoluzione storica del comprensorio veneziano è stata notevolmente condizionata dagli interventi antropici soprattutto a partire dal 1000 d.c., con l'estromissione delle foci fluviali dalla laguna.

Dal punto di vista geomorfologico l'isola di Venezia si trova al centro della medesima laguna, la quale si presenta come un bacino arcuato e allungato per 55 km in senso SW-NE per una larghezza di circa 13 km (Figura 5). Da nord verso sud la laguna è separata dal mare dai seguenti elementi geomorfologici: la freccia litoranea del Cavallino, che rappresenta un cordone che si protende verso SW a partire dalla foce del Piave, l'isola di Lido, l'isola di Pellestrina e il lato sinistro del delta del Fiume Brenta. La laguna entra quindi in contatto con il mare attraverso tre bocche di porto, che permettono l'ingresso e l'uscita delle acque di marea; ad ogni bocca di porto è collegato un sistema di canali lagunari a sviluppo dendritico. In corrispondenza delle bocche di porto le correnti di marea hanno scavato profonde depressioni, che arrivano fino a 50 metri di profondità a Malamocco, a 38 m a Chioggia e a 30 m al Lido.



Figura 5 – Immagine satellitare della laguna di Venezia

All'interno della laguna sono presenti elementi geomorfologici appartenenti all'ambiente continentale, rappresentate dai dossi fluviali, oggi in parte o del tutto sommersi, forme appartenenti alla pianura costiera che sono stati invasi dalle acque e forme tipicamente lagunari. Queste ultime sono rappresentate dalle barene, dalle velme, dai canali lagunari (ghebi) e dai chiari, piccoli specchi d'acqua salmastra o piovana che si ritrovano spesso alla terminazione dei ghebi.

Per quanto riguarda l'assetto geologico dell'area urbana di Venezia, dagli studi effettuati risulta che è presente una copertura di circa 3,5 e 4,0 m di riporto superficiale antropico, variabile da zona a zona. La natura del riporto è solitamente sabbiosa-limosa, ricco di materiale sia di origine antropica (ceramiche, laterizi, intonaci) sia naturali (ciottoli alluvionali, malacofauna lagunare, vegetali ecc.). Successivamente, fino alla profondità di 24,00 metri dal l.m.m. si trovano depositi alluvionali deposti a partire da 23.000 anni, che denotano in prevalenza un ambiente di piana di esondazione. Sono costituiti principalmente da materiali fini, legati a tracciatura di canali di tipo meandriforme; si rilevano inoltre sedimenti a maggiore granulometria riconducibili a episodi di rotta o ad ambienti di argine naturale e facies di canale attivo.

A una profondità variabile tra -10,50 e -9,40 metri è stato rilevato un livello torboso diffuso in tutta l'area studiata, deposti tra 19.000 e 21.000 anni 14C BP, che attesta una fase di temporanea riduzione della sedimentazione nella piana alluvionale. Al tetto della sequenza pleistocenica, a una quota compresa tra -7 e -5 metri, è presente un orizzonte denominato caranto. Questo strato è stato interessato da una prolungata pedogenesi dovuta ad una lunga stasi della sedimentazione ed è costituito prevalentemente da argille e limi molto compatti con screziature ocracee diffuse e concrezioni calcaree spesso organizzate in livelli. Al di sopra della successione alluvionale pleistocenica (che termina con il caranto) si trova un livello fine ricco di resti vegetali interpretato come palustre; attraverso un contatto di tipo erosivo, a una profondità di circa -5 m, si passa ai depositi lagunari sovrastanti. Questi ultimi sono costituiti in prevalenza da sedimenti argilloso - limosi legati a fondali di bassa energia, ma non mancano livelli a energia maggiore connessi ad aree più esposte alle correnti di marea o alle bocche di porto. Lo studio micropaleontologico ha evidenziato come l'area del centro storico di Venezia fosse una laguna aperta con canali mareali e prevalenza di apporti marini; a nord e a sud della città e a Murano, invece, si era impostato un ambiente lagunare chiuso con scarso ricambio.

L'età dei primi depositi lagunari individuati nel sottosuolo di Piazza San Marco è risultata di 4.670 ± 70 anni 14C BP. All'interno della successione di depositi alluvionali pliocenici, a una profondità variabile tra -12,30 e -10,40 metri, nel sottosuolo di Piazza San Marco è stata osservata una sequenza di sabbie da fini a medio-grossolane, dello spessore di circa 5,00 metri legata alla presenza di un canale fluviale attivo prima dell'impostarsi dell'ambiente lagunare. Di seguito si riportano due schemi stratigrafici del sottosuolo di Venezia (Figura 6 e Figura 7).

SEZIONE TIPO DEL SOTTOSUOLO DI VENEZIA - AREA DELL'ARSENALE

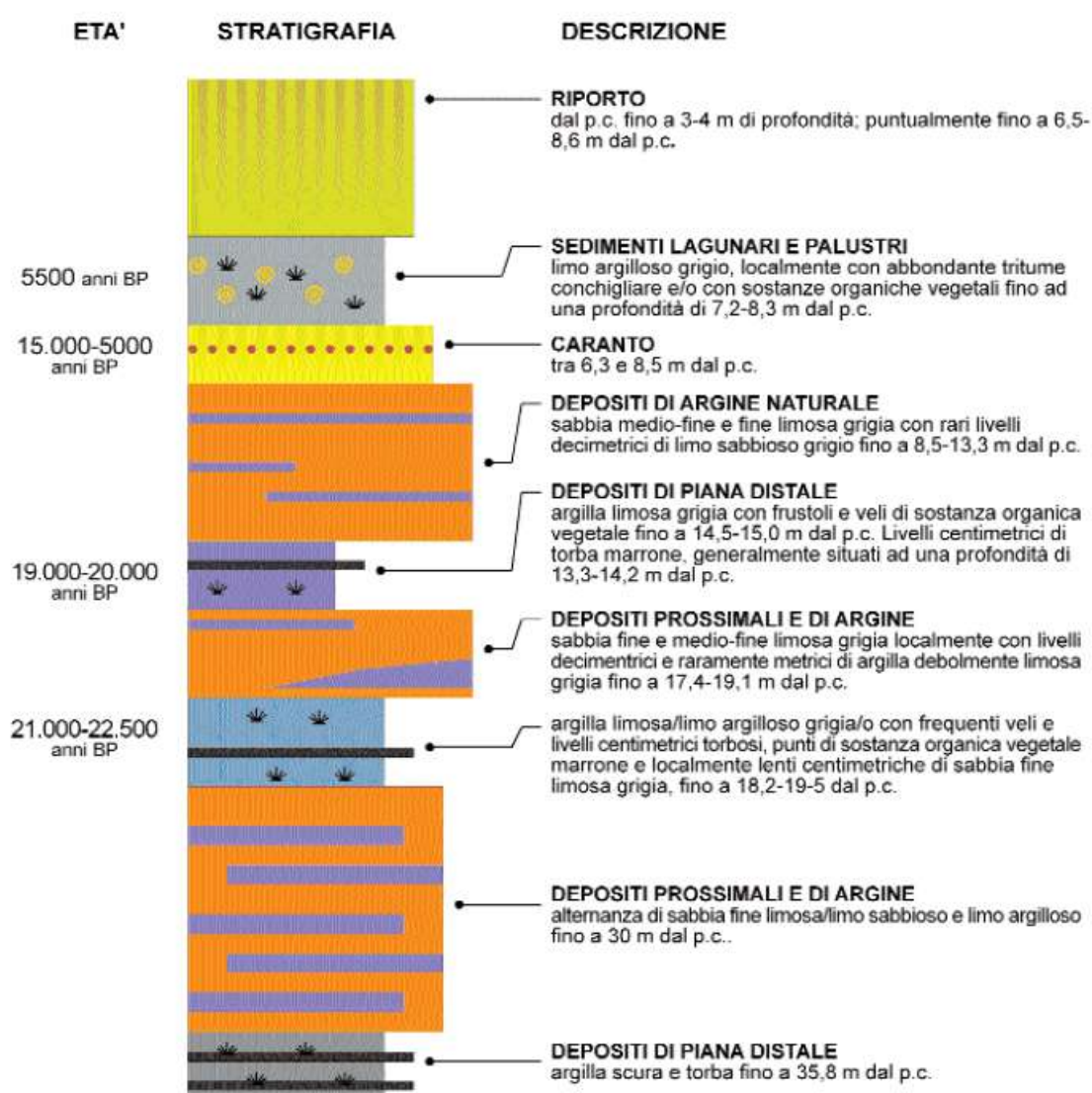


Figura 6 – Sezione tipo del sottosuolo di Venezia rappresentativa del centro storico. Tratta dagli Atti del Convegno di Geologia Urbana di Venezia ((Bondesan , Bassan, & Vitturi, 24 novembre 2006))

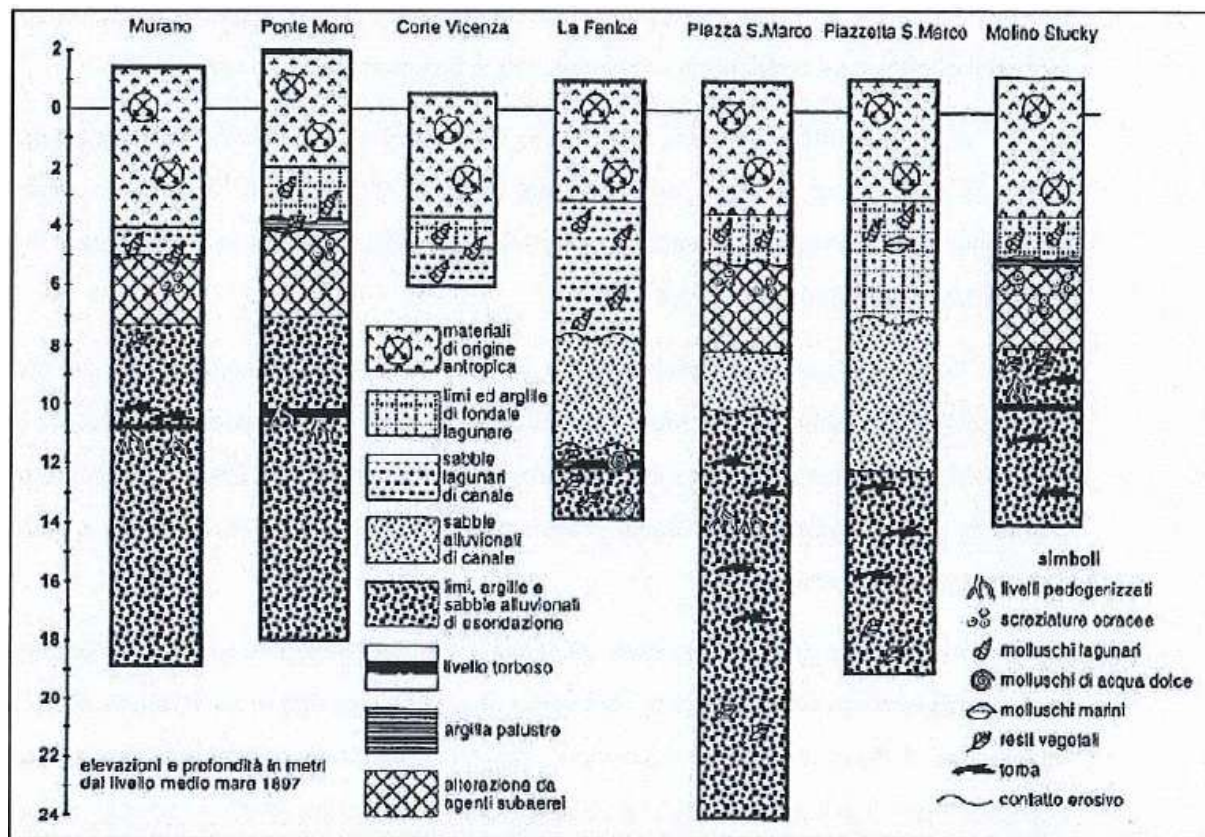


Figura 7 – Colonne stratigrafiche dell'area di Venezia (Serandrei Barbiero, Lezziero , Albani, & Zoppi, 2001))

3.2 Assetto idrogeologico

Il territorio di Venezia ricade in una zona dove le alluvioni fluviali si intercalano spesso con sedimenti di origine marina, lacustre e palustre, delineando un complesso quadro geologico. Il veneziano è caratterizzato da un sistema idrogeologico definito multifalda. Nel sottosuolo per alcune centinaia di metri si sovrappongono, con geometria complessa, acquiferi alloggiati in sedimenti sabbiosi e ghiaiosi e acquicludi costituiti da sedimenti a bassa permeabilità. Le falde, in generale, diminuiscono di trasmissività ed in qualità naturale delle acque, spostandosi da nord a sud. Nei primi metri di sottosuolo, si ha una falda freatica (localmente semiconfinata) con notevole variabilità laterale di trasmissività. Quest'ultima, generalmente di limitato interesse ai fini dell'approvvigionamento idrico, risulta comunque di grande interesse geologico-applicativo, in quanto si trova in diretta relazione con moltissime attività antropiche. La complessità e l'estrema variabilità geologica dei primi metri di sottosuolo fanno sì che l'idrogeologia del primo sotto suolo sia estremamente complessa. A ciò va aggiunta l'interazione tra acque sotterranee ed un sistema idraulico ampiamente artificiale spesso governato da impianti idrovori che indirettamente determinano anche i livelli e le direzioni di deflusso della falda freatica. Nella fascia perilagunare gli emungimenti sono stati sospesi negli anni Settanta, in relazione al problema della subsidenza.

3.3 Rischio sismico

L'Italia nord-orientale (Figura 8) ed in particolare la zona veneto-friulana sono state storicamente colpite da numerosi terremoti particolarmente distruttivi con una maggiore frequenza nella fascia pedemontana (Verona, Vicenza, Gemona e Cividale) e prealpina (Belluno e Tramonti). La sismicità nella fascia di media e bassa pianura ed in quella dei settori alpini risulta decisamente modesta. Altre zone attive sono la fascia di confine con la regione della Carinzia (Austria) e soprattutto la zona di confine con la Slovenia.

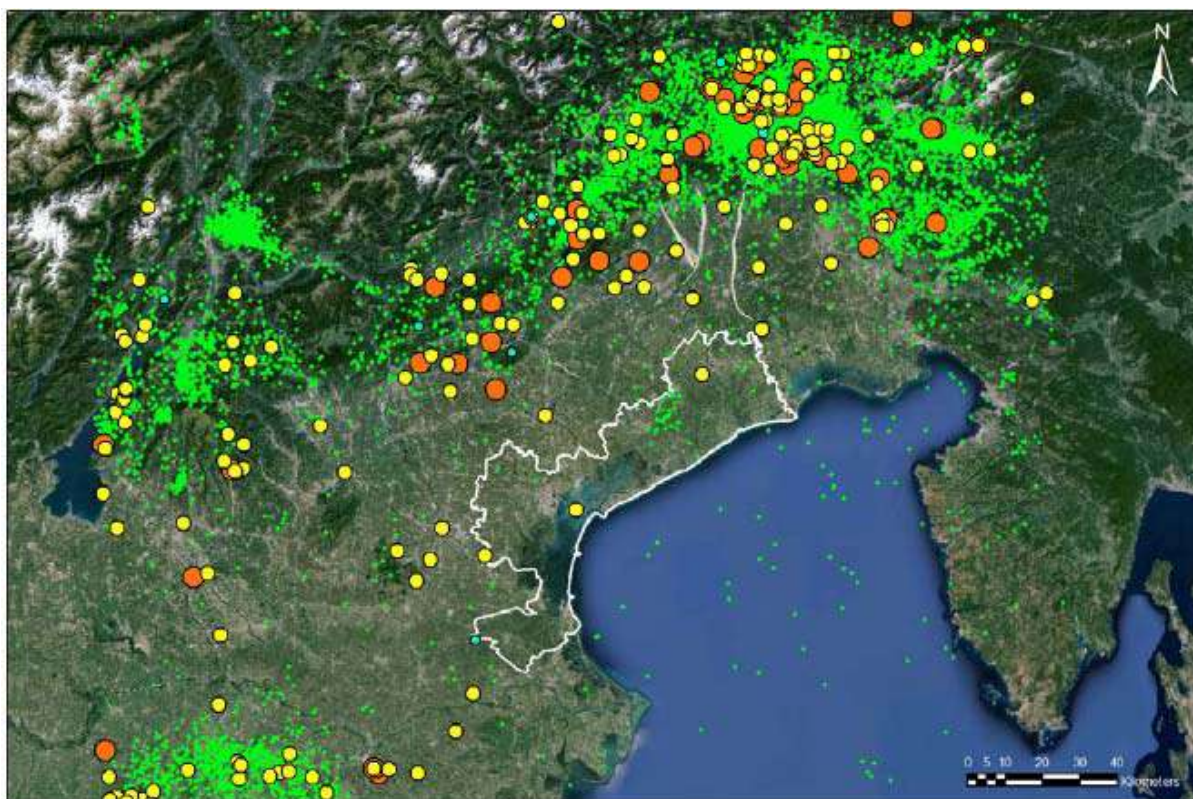


Figura 8 – Terremoti storici e strumentali che hanno interessato l'Italia nord-orientale. I cerchi rossi rappresentano i terremoti con magnitudo superiore a 5, i cerchi verdi quelli strumentali ($M < 3$). Tratta da (Francese, Bondesan, & Giorgi, 2014)

La provincia di Venezia non rientra in nessuna delle zone sismogenetiche individuate nella zonazione ZS9, mentre rientra nel distretto sismotettonico della Pianura Veneta Est (PVE) secondo lo studio di Sugan & Peruzza, 2011.

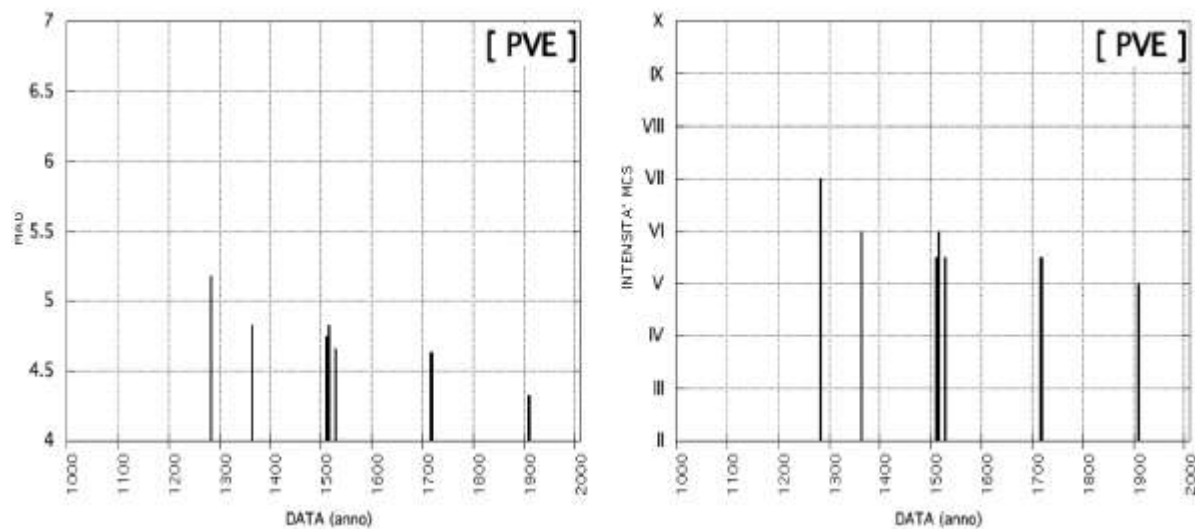


Figura 9 – Sismicità storica nel distretto PVE. Tratta da Sugan & Peruzza, 2011.

L'attività neotettonica della Pianura Veneta Est si caratterizza in due aspetti principali: l'innalzamento del settore settentrionale e dalla subsidenza (Zanferrari et al., 1982) che interessa la rimanente porzione del settore PVE. Il tasso di subsidenza secondo gli studi più recenti (Bondesan et al., 2008; Fontana et al., 2008; Zanferrari et al., 2008) e sugli ultimi 125.000 anni decrescono rapidamente da SO a NE. Si passa infatti da oltre 1 mm/a nella zona a sud di Chioggia a 0.5-0.6 mm/a tra Venezia e il Livenza e infine a meno di 0.45 mm/a fra il Livenza e il Tagliamento dove è minimo lo spessore delle coperture del substrato mesozoico. In questo distretto non sono state identificate sorgenti ed anche le soluzioni dei pochi meccanismi focali disponibili per l'area non sono adeguatamente vincolate.

Sulla base dell'O.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) e del DGR n. 244 del 09/03/2021, il comune di Venezia ricade in zona sismica 3 (a_g compresa tra 0,050 e 0,150) (Figura 10)

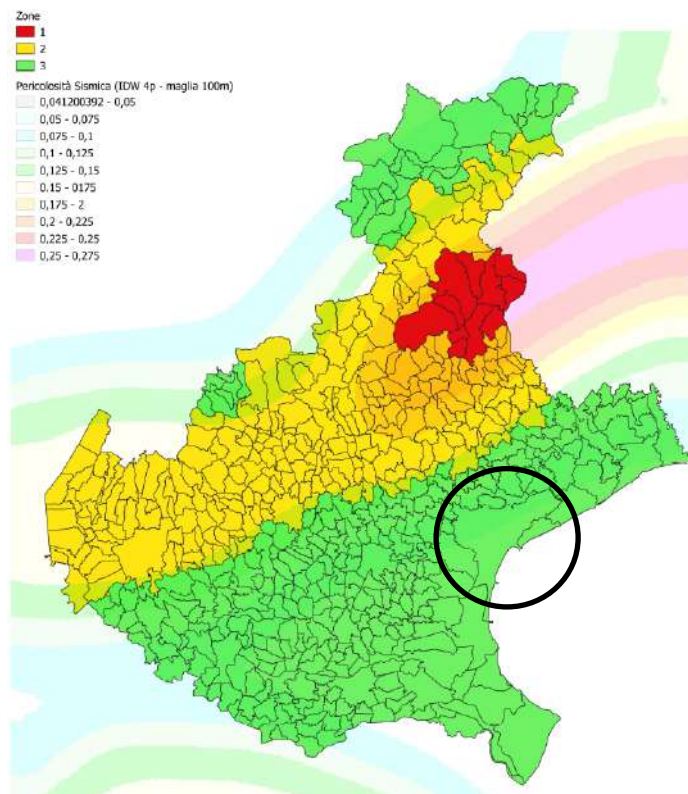


Figura 10 – Estratto della Classificazione sismica del territorio del Veneto (D.G.R. n. 244 del 09/03/2021)

La pericolosità sismica di base del sito, ricavata dalla Mappa Interattiva di Pericolosità Sismica dell'INGV, indica un'accelerazione di picco al suolo di tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni $PGA=0.050-0.075$ g (Figura 11). Il grafico di disaggregazione mostra come la pericolosità di base sia imputabile a terremoti con magnitudo comprese tra 4 e 6,6 con distanze epicentrali tra 40 e 70 km (Figura 12): il contributo percentuale maggiore è dato dalla coppia M-D 5,0-6,0/40-50 km.

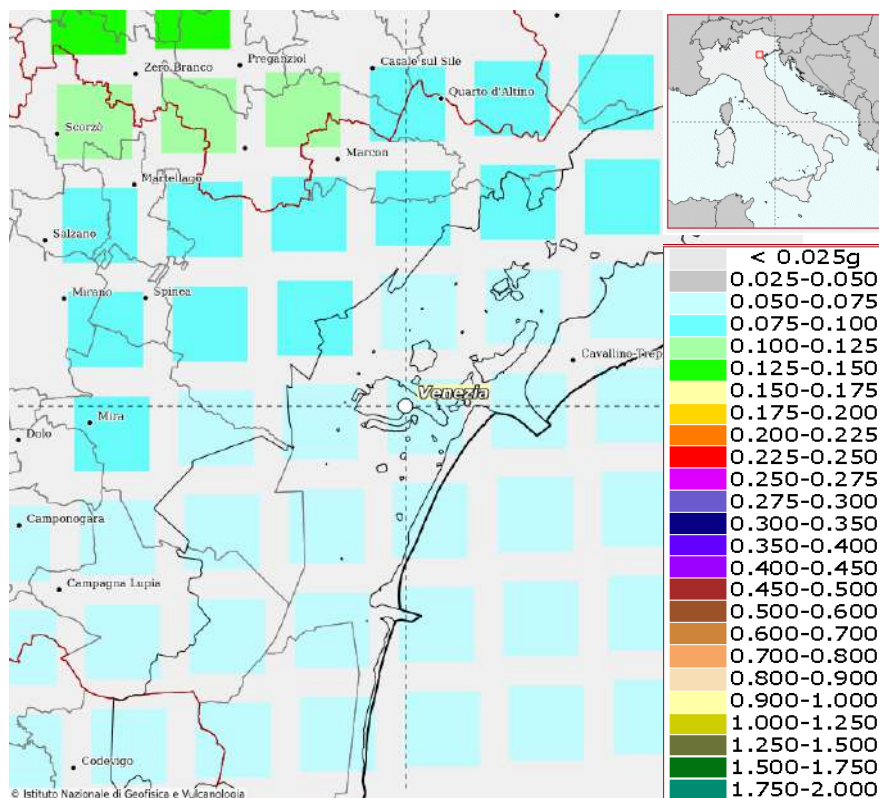


Figura 11 – Mappa di pericolosità sismica per l'area in esame (da mappe interattive di pericolosità sismica:

<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

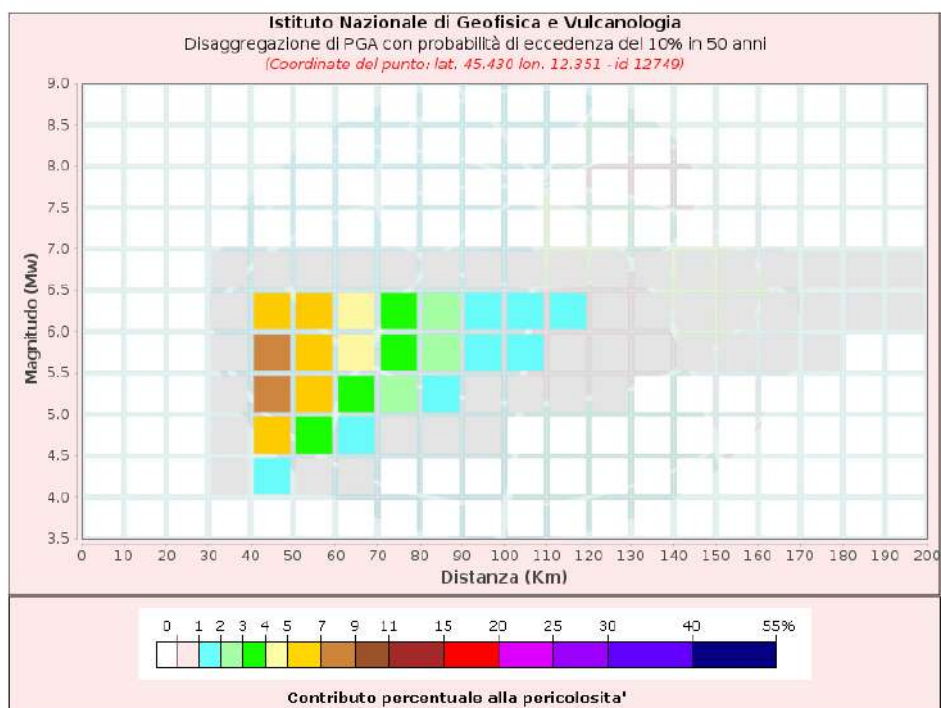


Figura 12 – Grafico di disaggregazione

4 INDAGINI IN SITO

4.1 Planimetria dell'intervento

In Figura 13 si riporta l'ubicazione delle indagini eseguite; la linea rossa tratteggiata individua l'area oggetto di intervento.



Figura 13 – Ubicazione delle indagini eseguite su base satellitare

4.2 Prove penetrometriche Statiche Elettriche con Piezocono (CPTU)

La prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTE/U) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica standard, connessa all'estremità inferiore di una batteria di aste cave, che viene infissa a pressione e velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta idraulico che agisce alla sommità delle aste.

La punta elettrica è strumentata con sensori elettrici e un sistema di trasmissione dei dati in superficie via cavo, che permette l'acquisizione e la registrazione dei dati quasi in continuo, ogni centimetro. I dati misurati durante la prova sono la resistenza alla penetrazione della punta Q_c e la resistenza laterale del manicotto F_s ; è possibile inoltre monitorare, durante l'esecuzione della prova, alcuni parametri di controllo, quali l'inclinazione rispetto alla verticalità e la velocità di penetrazione del cono.

La punta detta "piezocono", è dotata anche di un dispositivo di misura della pressione, attraverso il quale viene misurata la pressione dell'acqua nei pori del terreno u (CPTU).



La pressione che viene misurata è la pressione $u = u_0 + \Delta u$, dove u_0 è la pressione dovuta al livello idrostatico e Δu quella generata dallo sforzo alla penetrazione nel terreno. Inoltre con il piezocono si possono ottenere informazioni circa il livello idrostatico della falda nel terreno a varie quote e valutazioni sulle caratteristiche di consolidazione dei materiali coesivi teneri. A causa della geometria del cono, l'acqua esercita una pressione sul bordo dietro il cono e agli estremi del manicotto. Questo effetto viene generalmente correlato alla presenza di differenze in termini di superfici (u_1 e u_2).

Quando sono presenti argille poco consistenti e limi sopra falda, è necessario eseguire una correzione sul parametro q_c per la pressione dei pori agente sulla superficie del cono, in modo da ottenere la resistenza corretta del cono q_t ,

$$q_t = q_c + u_2(1 - a)$$

Dove “a” è il rapporto della superficie netta, determinata dalla calibrazione in laboratorio con un valore compreso tra 0,70 e 0,85. In suoli sabbiosi $q_c = q_t$.

Una correzione simile va applicata all'attrito del manicotto

$$f_t = f_s - (u_2 A_{sb} - u_3 A_{st}) / A_s$$

Dove

f_s = attrito del manicotto misurato

u_2 = pressione dell'acqua alla base del manicotto

u_3 = pressione dell'acqua all'apice del manicotto

A_s = area laterale del manicotto

A_{sb} = sezione della base del manicotto

A_{st} = sezione dell'apice del manicotto

4.2.1 Interpretazione dei dati

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software *CPeT – IT v.2.0.1.74* prodotto da *GeoLogisMiki – Geotechnical Software* e con il software *Static Probing 2020* di *Geostru*.

I report, in cui sono plottati in grafico i valori di resistenza e pressione interstiziale misurati e l'interpretazione litostratigrafica e geotecnica delle prove, sono riportati in allegato.

L'identificazione dei tipi di suoli è stata effettuata in funzione delle carte proposte da Robertson (Figura 14), in cui il tipo di comportamento del terreno (Soil Behavior Type) è definito da tre parametri: q_t , resistenza alla punta corretta, R_f , B_q , nella prima carta (1986), e con i parametri normalizzati nella seconda (1990).

Le carte proposte da Robertson si basano sul fatto che la resistenza offerta dal terreno alla penetrazione della punta conica dipende dalle proprietà meccaniche del materiale, quindi tali diagrammi permettono una caratterizzazione dei terreni sulla base del loro comportamento meccanico (SBT), la quale non coincide necessariamente con una classificazione basata sulla distribuzione granulometrica o sulla plasticità. Tuttavia, spesso il comportamento meccanico dipende dalla distribuzione granulometrica del materiale, quindi la classificazione sviluppata secondo il SBT è approssimabile ad una caratterizzazione del terreno effettuata su base granulometrica.

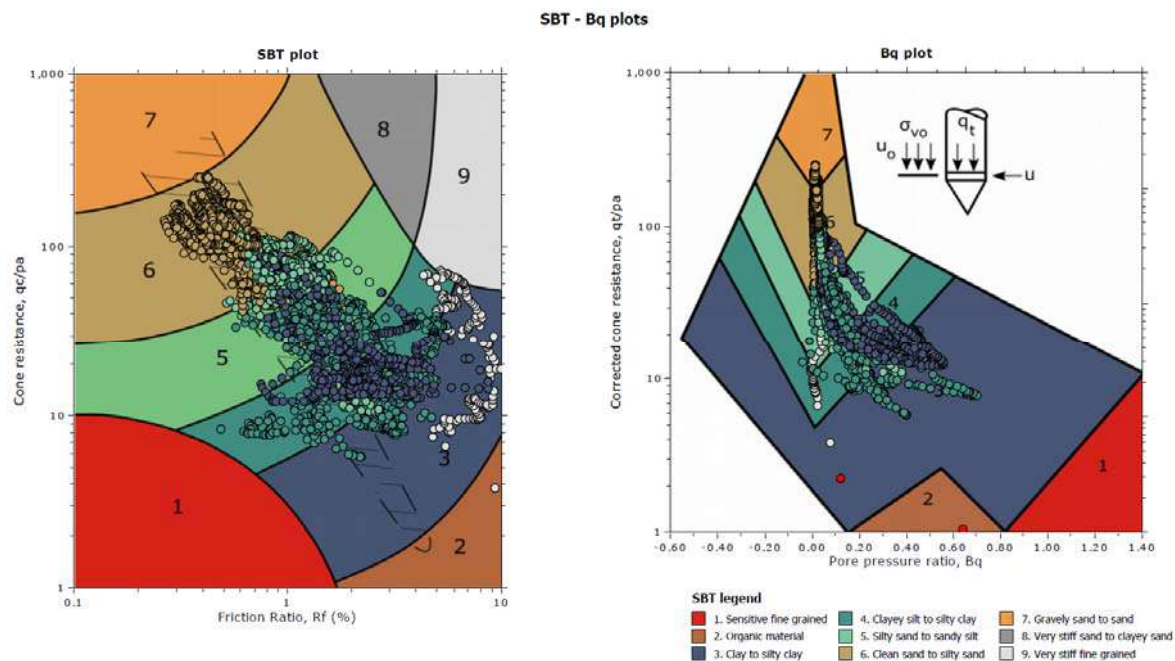


Figura 14 – Diagrammi per la determinazione del SBT

La ricerca e la disponibilità di numerosi dati ottenuti in camera di calibrazione e in campagna hanno prodotto numerose correlazioni tra i dati misurati in sito ed il valore dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni. Il software *CPeT – IT* utilizza le correlazioni riportate nello schema di Figura 15.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$$I_c < 3.27 \text{ and } I_c > 1.00 \text{ then } k = 10^{0.952 - 3.04 \cdot I_c}$$

$$I_c \leq 4.00 \text{ and } I_c > 3.27 \text{ then } k = 10^{-4.52 - 1.37 \cdot I_c}$$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, E_s (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}} \quad \text{(applicable only to } SBT_n: 5, 6, 7 \text{ and } 8 \text{ or } I_c < I_{c_cutoff})$$

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Peak drained friction angle, ϕ (°) ::

$$\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$$

(applicable only to $SBT_n: 5, 6, 7 \text{ and } 8$)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$

$a = 14$ for $Q_{tn} > 14$

$a = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$

$$M_{CPT} = a \cdot (q_t - \sigma_v)$$

If $I_c \leq 2.20$

$$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, G_0 (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, V_s (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, S_u (kPa) ::

$$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$$

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$ or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, $S_{u(rem)}$ (kPa) ::

$$S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to } SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9 \text{ or } I_c > I_{c_cutoff})$$

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$$

$$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$$

(applicable only to $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$ or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, K_0 ::

$$K_0 = (1 - \sin \phi') \cdot OCR^{\sin \phi'}$$

(applicable only to $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$ or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_s}{F_r}$$

(applicable only to $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$ or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Effective Stress Friction Angle, $\phi' < \phi_{un}$::

$$\phi' = 29.5^\circ \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

Figura 15 – Correlazioni utilizzate per la stima dei parametri geotecnici

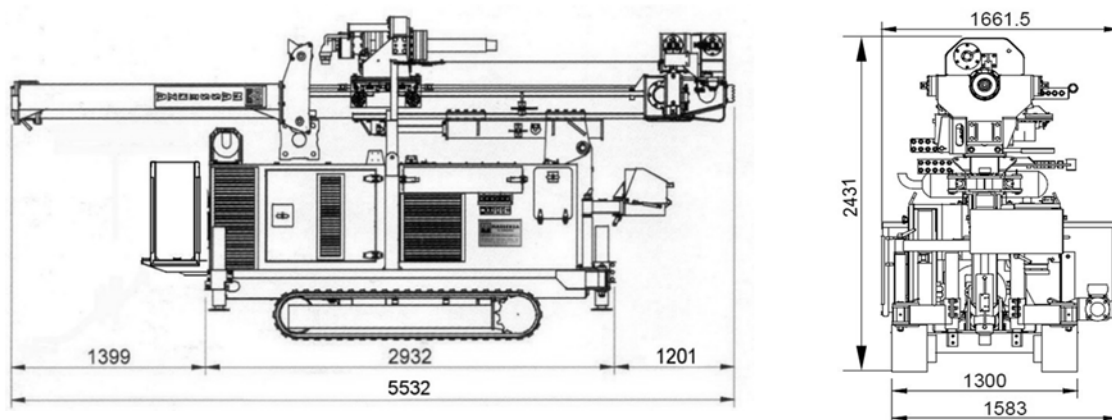
4.3 Sondaggio geognostico

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo hanno permesso di verificare la composizione litologica dei terreni presenti nel sottosuolo. Per l'esecuzione delle perforazioni è stata utilizzata una sonda Massenza MI4, le cui caratteristiche vengono di seguito illustrate (Tabella 1).

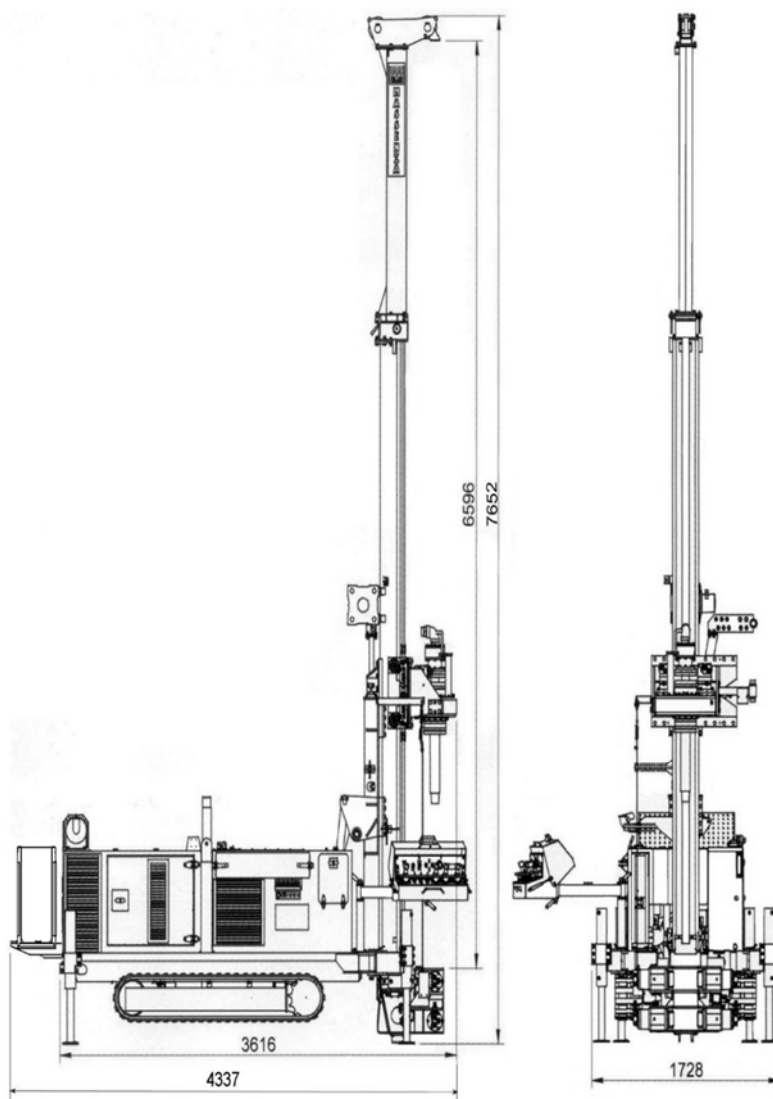
CARRO CINGOLATO IN GOMMA	MATRICOLA: 2170
Larghezza	1600 mm
Larghezza suole	400 mm
Velocità max.	2 km/h
TORRE: Struttura tipo scatolato	
Capacità max.	40 kN
Altezza	7652 mm
TAGLIA FISSA: Ad una carrucola	
Capacità max.	40 kN
TIRO E SPINTA: Mediante motoriduttore e catene	
Tiro e spinta max. di esercizio	36 kN
Corsa max. (con aste da 1,5 m)	3600 mm
TESTA DI ROTAZIONE TM4R	
Modello TM4R, azionata da 1 motore idraulico con cambio	
1 ^a coppia max. di esercizio 6880 Nm	0÷52 Rpm
2 ^a coppia max. di esercizio 2480 Nm	0÷148 Rpm
3 ^a coppia max. di esercizio 750 Nm	0÷500 Rpm
Traslazione laterale corsa	460 mm
Filetto albero di rotazione	(2") 50 mm
MOTORE AUSILIARIO DIESEL: VM D754 IE3	
Potenza max.	95 HP (70 KW)
Potenza sonora	94 Lwa (73 dba)
MORSA OLEODINAMICA MS205	
Diametro max. passaggio	205 mm
Diametro min. passaggio	50 mm
Forza max. serraggio	125 kN
Coppia min. svitamento	23500 Nm
ARGANO MANOVRA	
Salita e discesa controllata	
Tiro diretto max. di picco (al 1° strato)	2200 daN
Tiro diretto max. di esercizio (al 1° strato) (classe M3)	1810 daN
IMPIANTO OLEODINAMICO	
Taratura max. circuito principale	240 bar/280 bar
Taratura max. circuito ausiliario	240 bar
Pressione max. di esercizio circuito principale	160 bar/185 bar
Pressione max. di esercizio circuito ausiliario	160 bar
POMPE ACQUA	
Monovite: CMO PS 50	150 l/min 30 bar
Pompa schiuma	10 l/min 100 bar
PESO	6700 kg

Tabella 1 – Caratteristiche tecniche perforatrice Massenza MI-4

Configurazione in fase di movimentazione



Configurazione in fase di lavoro



4.3.1 Modalità esecutive dei sondaggi

I sondaggi sono stati eseguiti a carotaggio continuo per mezzo di un carotiere semplice di diametro 101 mm munito di corona in acciaio Widia, ad eccezione dei tratti di calcestruzzo dove è stato impiegato un carotiere doppio T6. Le pareti del foro sono state sostenute attraverso l'infissione di rivestimenti metallici provvisori di diametro 127 mm. Il carotaggio continuo ha interessato tutta la profondità investigata.

Il materiale carotato è stato riposto in apposite cassette catalogatrici, fotografate con opportuni riferimenti cromatici e con apposita tabella riportante data, committente, identificativo del sondaggio, numero cassetta e intervallo di profondità di carotaggio.

Prima di qualsiasi altra attività le carote sono state esaminate e descritte nelle loro caratteristiche, compilando la scheda stratigrafica di sondaggio, che riporta la sequenza stratigrafica redatta in base alle raccomandazioni A.G.I. 1977.

La scheda riporta inoltre tutte le informazioni relative alle metodologie ed alla conduzione del sondaggio ed i dati relativi ad eventuali campionamenti e prove in foro.

4.3.2 Pulizia attrezzatura di perforazione

Le perforazioni inoltre sono state eseguite evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando i seguenti accorgimenti:

- rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- uso di rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- utilizzo di oli vegetali per la filettatura di aste e rivestimenti;
- eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- pulizia dei contenitori per l'acqua;
- pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

4.3.3 Cassette catalogatrici

Dopo l'estrazione, le carote sono state riposte in apposite cassette catalogatrici, ognuna in grado di contenere 5,0 m lineari di sondaggio; su ogni cassetta sono state apposte in maniera evidente e permanente le seguenti informazioni:

- Denominazione del cantiere e del Committente.
- Sigla sondaggio.
- Progressive di perforazione.

- Data di esecuzione del sondaggio.

Ciascuna cassetta è stata fotografata per documentare le caratteristiche dei terreni attraversati.

4.3.4 Scheda stratigrafica

Per il sondaggio è stata redatta la colonna stratigrafica, descrivendo dettagliatamente il terreno secondo le modalità contenute nelle "*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*" (A.G.I. 1977) e riportando le seguenti informazioni:

- Denominazione del sondaggio.
- Denominazione del cantiere, del Committente e del responsabile tecnico in cantiere.
- Data di inizio e fine della perforazione.
- Metodi di perforazione utilizzati, diametro del carotaggio e dei rivestimenti utilizzati.
- Profilo stratigrafico del terreno con indicazione delle quote dei vari livelli litologici incontrati durante la perforazione.

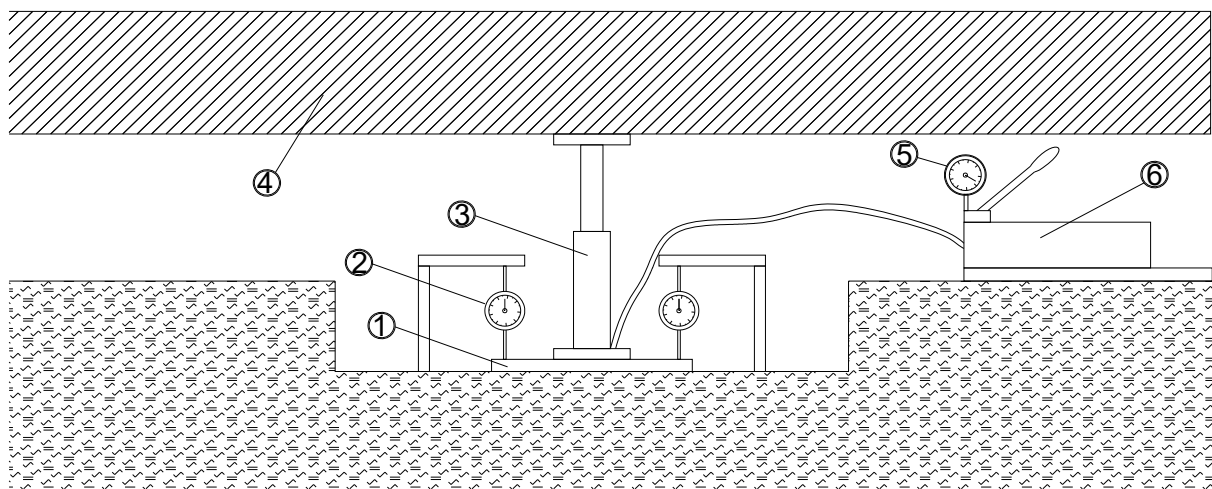
4.4 Prova di carico su piastra (PLT)

4.4.1 Metodologia di indagine

Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata l'attrezzatura Controls mod. 35-T1171, con le seguenti caratteristiche:

- Apparecchiatura per prove di portanza su piastra ϕ 300 mm.
- Carico max. 100 kN.
- Manometro scala 0-50 kN, div. 250 N, conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146.
- Metodo B con tre comparatori.

La prova di carico su piastra consiste nell'applicare ad una piastra di acciaio di forma circolare (nella prova in oggetto la piastra utilizzata aveva diametro di 30 cm) una pressione normale attraverso un martinetto idraulico adeguatamente contrastato con un carico esterno o tramite ancoraggi; vengono quindi misurati gli abbassamenti della piastra con l'ausilio di tre comparatori micrometrici sorretti da un traliccio poggiante a distanza sufficiente dall'area caricata. In questo caso il carico di contrasto è consistito in un automezzo da cantiere, presente in sito.



1 Piastra di Carico – 2 Comparatore – 3 Martinetto idraulico – 4 Contrasto – 5 Manometro – 6 Pompa idraulica

Figura 16 – Schema generale di una prova di carico su piastra superficiale

Il terreno o il materiale su cui poggia la piastra deve essere pulito e pareggiato con un livello uniforme di sabbia calibrata, al fine di permettere una completa aderenza sulla superficie piastra/terreno.

I carichi sono applicati a gradini, attendendo tra un carico e il successivo che il terreno raggiunga una velocità di deformazione molto bassa (0,05-0,02 mm/min).

I cedimenti rilevati ad ogni intervallo di carico vengono quindi inseriti in un diagramma pressione verticale/cedimento per ottenere la curva caratteristica del terreno d'appoggio.

Con le prove di carico su piastra si possono determinare il modulo di deformazione M_d ed il modulo di elasticità E .

Si definisce modulo di deformazione M_d (o modulo svizzero) da prova su piastra circolare, il rapporto tra un intervallo di pressione ed il corrispondente incremento di cedimento moltiplicato per il diametro della piastra:

$$M_d = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot D$$

dove:

M_d = modulo di deformazione

D = diametro piastra (mm)

Δp = incremento di pressione (N/mm²)

Δs = incremento di cedimento (mm)

Questo valore è utilizzato frequentemente nel controllo della compattezza delle strutture dei rilevati stradali, dei terreni di sottofondo e degli strati superficiali di fondazione.

I risultati delle prove vengono restituiti sotto forma di un grafico carico (N/mm²) - cedimenti (mm), inserendo le pressioni visualizzate sul manometro e i cedimenti registrati sui micrometri. In allegato vengono forniti i certificati di esecuzione delle prove. Le prove sono consistite nella realizzazione di un ciclo di carico che ha permesso di calcolare il valore del modulo di deformazione, riportato per ogni prova all'interno del paragrafo seguente.

I valori dei moduli sono stati ottenuti tramite il calcolo dei cedimenti che si sono verificati contestualmente all'esercizio sul terreno di gradini di carico compresi in un intervallo che va da 0,05 N/mm² a 0,15 N/mm².

4.5 Indagine sismica attiva con tecnica MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica geofisica di indagine non invasiva del sottosuolo basata sulla dispersione geometrica delle onde superficiali, in particolare delle onde Rayleigh. La dispersione delle onde di Rayleigh è un fenomeno nel quale differenti lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase, campionando diversi strati di profondità. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza e piccola lunghezza d'onda si propagano negli strati più superficiali (e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo), invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi. Questo permette di acquisire informazioni relative alle proprietà meccaniche delle zone di interesse.

Il metodo di indagine MASW è di tipo attivo e, dal punto di vista sperimentale, l'acquisizione Masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (dai 12 ai 24) vengono spazati di 1, 2 o 3 metri, con una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva, l'acquisizione Masw risulta comunque possibile in presenza di una sorgente polarizzata, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono (Figura 17).

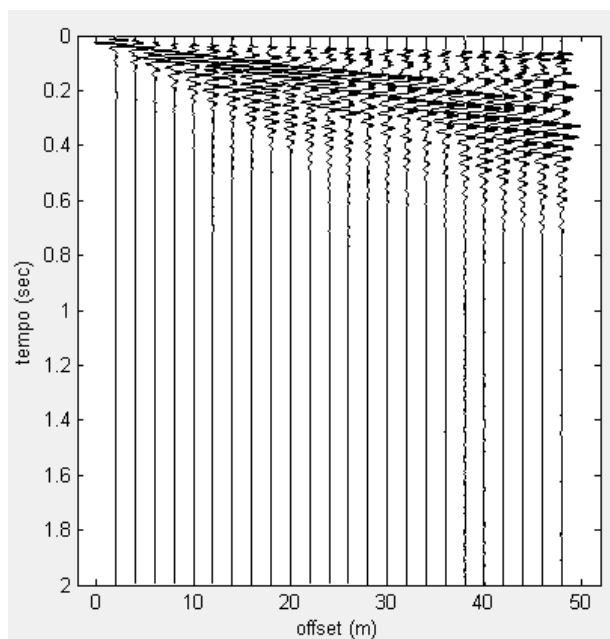


Figura 17 – Esempio di acquisizione MASW

4.5.1 Interpretazione Masw

Per il processing delle indagini MASW è stato utilizzato il software GEOPSY (GEOPhysical Signal Processing). Il primo passo dell'elaborazione prevede la definizione della curva di dispersione, la quale gode di una certa "variabilità" giustificata dall'influenza sulle misure della distanza dei ricevitori, posizione della sorgente e il volume di terreno campionato. Il secondo passo consiste nell'inversione della curva di dispersione, utilizzando l'applicativo Dinver, al fine di individuare quale sia il profilo di rigidezza che riproduce al meglio la curva sperimentale. Questo software utilizza il metodo del Neighbourhood Algorithm, che minimizza la funzione di errore tra la curva calcolata e quella misurata, attraverso una ricerca diretta nello spazio dei modelli. L'individuazione del modello sismostratigrafico migliore avviene modificando opportunamente lo spessore h , la velocità delle onde V_s e V_p , e la densità degli strati che costituiscono il modello di suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale (fitting) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di sottosuolo assegnato.

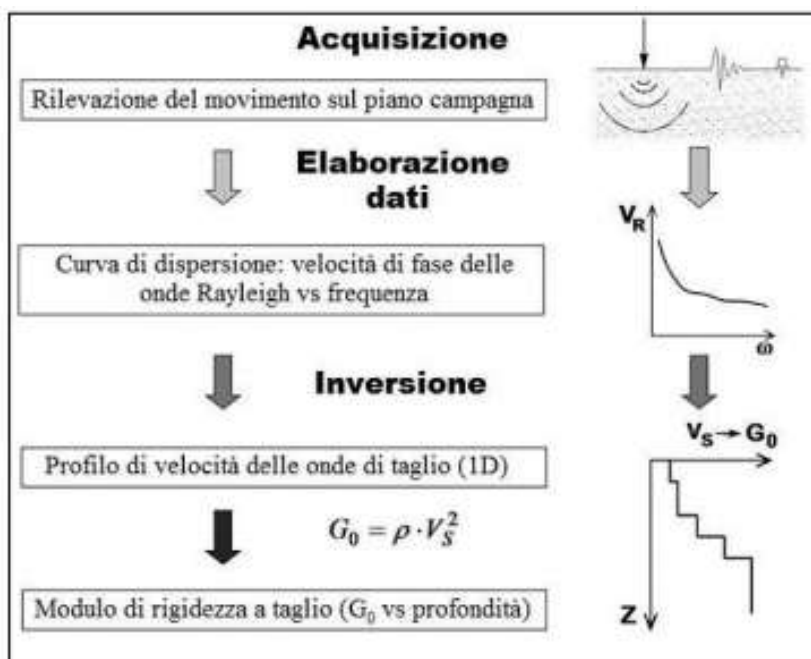


Figura 18 – Schema riassuntivo delle diverse fasi di un'indagine MASW

4.5.2 Operazioni di acquisizione dati

I profili sismici vengono eseguiti disponendo sul terreno una serie di sensori (*geofoni*), posti ad intervallo costante, collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare.

Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione, si provvede a generare artificialmente (sismica attiva) vibrazioni impulsive in corrispondenza di punti prestabiliti lungo i profili: nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il comando di avvio della registrazione (*trigger*). Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con campionamento ad intervallo costante e predeterminato, dei segnali ricevuti dai sensori.

5 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

5.1 Modello geotecnico e geotecnico

Le prove penetrometriche e i sondaggi geognostici hanno evidenziato la presenza di un primo strato di riporto di spessore variabile da circa 13 m in corrispondenza dei sondaggi CV1 e CV2 a circa 3 m in CV3. I sedimenti naturali iniziano con uno strato argilloso limoso con resti vegetali, che si estende fino a 7/8 m dal p.c., seguito da un livello sabbioso, spesso circa 1,5 m. Questi strati sono stati riscontrati in corrispondenza del sondaggio CV3 e della prova PS2 mentre nei sondaggi CV1 e CV2 e nella prova PS1 risultano oblitterati dallo strato superficiale di riporto. Si riscontra successivamente un livello argilloso limoso, di spessore circa 1 m, che in corrispondenza del sondaggio CV2 risulta nascosto dal materiale di riporto.

In seguito è presente un livello sabbioso, con spessore crescente procedendo da ovest verso est, che precede uno strato argilloso limoso con livelli organici. Tale strato coesivo raggiunge i 19,5 m dal p.c. nella prova PS1 e nel sondaggio CV1, i 21,5 m dal p.c. in CV2, mentre nel sondaggio CV3 e nella prova PS2 termina a circa 18,0 m. Da tali profondità inizia un banco sabbioso con intercalazioni limoso sabbiose, con spessore variabile tra circa 5 e 7 m, seguito da uno strato coesivo limoso argilloso con livelli di torba e, nelle indagini CV3 e PS2, nuovamente da uno strato sabbioso con limo e argilla.

Il modello geologico-geotecnico del sito è riportato nella sezione in Allegato 3, e può essere così riassunto in modo schematico:

- **STRATO 1**: Riporto granulare. È formato da depositi ghiaiosi e sabbiosi costituiti da sfridi di demolizione. Ha spessore variabile tra 13 m nella zona occidentale e centrale (CV1 e CV2) e 3 metri in quella orientale (CV3). In CV1 è presente un setto in cls tra 11,5 e 12,6 m dal p.c.. I parametri geotecnici di questo strato vengono stimati da bibliografia.
 - $\phi' = 33$
 - $E = 8000 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 17 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ kN/m}^3$

- **STRATO 2**: coesivo: argille e limi. Il tetto dei depositi è formato dal limite inferiore del riporto, mentre il limite inferiore è posto in corrispondenza dell'inizio di un livello sabbioso. Questo strato risulta oblitterato dal materiale di riporto in corrispondenza dei sondaggi CV1 e CV2 e della prova PS1.
 - $C_u = 30 \text{ kPa}$
 - $M = 3200 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 17,2 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 17,9 \text{ kN/m}^3$
- **STRATO 3**: granulare: sabbie e sabbie limose. Il tetto dello strato è situato a circa 7/8 m dal p.c. e termina a 10 m circa in CV3 e a circa 9 m nella prova PS2. Nei sondaggi CV1 e CV2 e nella prova PS1 tale livello risulta oblitterato dal materiale di riporto.
 - $\phi' = 33$
 - $E = 11700 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 18,6 \text{ kN /m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 21,6 \text{ kN /m}^3$
- **STRATO 4**: coesivo: argille e limi con livelli organici. Nel sondaggio CV2 è oblitterato dallo strato di riporto. Ha spessore di 1/2 m, eccetto nella prova PS1 dove ha spessore di circa 6 m.
 - $C_u = 39 \text{ kPa}$
 - $M = 3800 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 17,8 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 18,6 \text{ kN/m}^3$
- **STRATO 5**: granulare: sabbie limose e limi sabbiosi. Ha spessore che cresce, procedendo da ovest verso, da 80 cm a 3,0 m.
 - $\phi' = 34$
 - $E = 15000 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 18,6 \text{ kN /m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 21,6 \text{ kN /m}^3$

- **STRATO 6:** coesivo: argille e limi con livelli organici. Ha spessore di 3/3,5 m in corrispondenza dei sondaggi CV1 e CV3 e delle prove PS1 e PS2 mentre in corrispondenza del sondaggio CV2 lo spessore aumenta fino a circa 8 m.
 - $C_u = 60 \text{ kPa}$
 - $M = 4600 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 18,0 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 18,8 \text{ kN/m}^3$
- **STRATO 7:** granulare: sabbie limose e limi sabbiosi. Ha spessore variabile tra 5 e 7 m; nel sondaggio CV2 lo strato risulta più basso di circa 2 m rispetto a CV1 e di circa 3,5 m rispetto a CV3.
 - $\phi' = 31$
 - $E = 11400 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 18,6 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 21,6 \text{ kN/m}^3$
- **STRATO 8:** coesivo: argille e limi con livelli organici, talvolta debolmente sabbiose. Il tetto dello strato è situato a circa 24 m dal p.c. in tutte le indagini, eccetto nel sondaggio CV2 dove si trova a 28 m, e termina alla massima profondità di indagine raggiunta (30 m dal p.c.).
 - $C_u = 55 \text{ kPa}$
 - $M = 4500 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 17,8 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 18,6 \text{ kN/m}^3$
- **STRATO 9:** granulare: sabbia con argilla e limo. È presente nelle indagini CV3 e PS2 da 28 m circa e termina alla massima profondità di indagine raggiunta (30 m dal p.c.).
 - $\phi' = 31$
 - $E = 22000 \text{ kPa}$
 - $\gamma_{\text{nat}} = 18,6 \text{ kN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 21,6 \text{ kN/m}^3$

Strato	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ')	Coesione non drenata (C_u)	Modulo di Young (E)	Modulo edometrico (M)
[m]		[°]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	Riporto	33	—	8000	—
2	Argille e limi	—	30	—	3200
3	Sabbie e sabbie limose	33	—	11700	—
4	Argille e limi con livelli organici	—	39	—	3800
5	Sabbie limose e limi sabbiosi	34	—	15000	—
6	Argille e limi con livelli organici	—	60	—	4600
7	Sabbie limose e limi sabbiosi	31	—	11400	—
8	Argille e limi con livelli organici	—	55	—	4500
9	Sabbia con argilla e limo	31	—	22000	—

Tabella 2 – Modello geologico e geotecnico

I parametri geotecnici riportati sopra derivano dall'elaborazione delle prove penetrometriche CPTU eseguita con il software *Geostru Static Probing*; essi rappresentano valori medi, ricavati da una stima ragionata e cautelativa all'interno di ciascuno strato considerato.

Va sottolineato che, come richiesto dalle NTC 2018, i parametri geotecnici riportati nella presente relazione ed in allegato ad essa non sono parametri caratteristici. In fase progettuale, dovranno essere scelti in ragione delle specifiche verifiche e degli approcci metodologici adottati i corrispondenti parametri geotecnici caratteristici e di progetto.

Al termine dell'esecuzione delle prove penetrometriche si è misurato, per mezzo di una sonda freaticometrica, il livello dell'acqua nel foro di indagine, indicato nella Tabella 3.

Prova penetrometrica	Profondità acqua in foro [m dal p.c.]
PS1	-2,6
PS2	-2,65

Tabella 3 – Rilievo del livello di acqua in foro

5.2 Esito delle prove di carico

In Tabella 4 sono riportati i moduli di deformazione M_d e M'_d ottenuti dalle prove di carico, mentre in allegato sono riportati i certificati delle prove.

Indagine	Certificato n°	Strato del rilevato	Modulo di deformazione M_d (N/mm ²)	Modulo di deformazione M'_d (N/mm ²)
PC1	017/2022	Corpo rilevato	25,64	111,11
PC2	018/2022	Corpo rilevato	20,41	136,36
PC3	019/2022	Corpo rilevato	5,65	57,69
PC4	020/2022	Corpo rilevato	8,82	88,24
PC5	021/2022	Corpo rilevato	88,24	200,00
PC6	022/2022	Corpo rilevato	23,08	176,47

Tabella 4 – Moduli di deformazione M_d e M'_d

6 ANALISI SISMICA

Secondo le NTC 2018, la pericolosità sismica di base viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Per accelerazione massima attesa si intende il picco del segnale che ha una certa probabilità P_{VR} di essere superato in un periodo di riferimento V_R .

Il periodo di riferimento V_R viene determinato come prodotto della vita nominale della costruzione V_N e del coefficiente d'uso C_u .

La vita nominale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La coppia P_{VR} , V_R che identifica l'accelerazione massima di riferimento per le azioni si può sintetizzare nel periodo di ritorno T_R .

Lo spettro di risposta elastica è definito, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima di sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il sito in oggetto, avente coordinate N 45.431018, E 12.352678° (WGS84) nel Comune di Venezia, risulta caratterizzato da valori di accelerazione massima al suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di $V_{S30} > 800$ m/s) pari a 0,069 g. I valori di accelerazione corrispondenti agli stati limite di verifica imposti dalle NTC 2018, sono evidenziati nella Tabella 5 (***avendo ipotizzato una vita nominale della struttura di 50 anni e classe d'uso II***).

STATO LIMITE	T _r (anni)	a _g (g)	F ₀ (-)	T _c * (s)
SLO	30	0,027	2,483	0,201
SLD	50	0,033	2,503	0,231
SLV	475	0,069	2,631	0,371
SLC	975	0,088	2,643	0,395

Tabella 5 – Valori di a_g, F₀ e T_c associati agli stati limite da verificare

6.1 Categoria topografica

In riferimento alle configurazioni topografiche, per configurazioni semplici si può adottare la classificazione riportata in Tabella 6.

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

Tabella 6 – Categorie topografiche. Tratta da Tab 3.2.III delle NTC 2018

Il sito in oggetto ricade nella categoria topografica T1 “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ ”.

6.2 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel par. 7.11.3 delle NTC18. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Secondo il punto 3.2.2 delle NTC 2018, l'identificazione della categoria di sottosuolo si effettua calcolando il valore della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di propagazione delle onde di taglio a partire dal piano di imposta delle fondazioni superficiali o della testa dei pali nel caso di fondazioni profonde fino alla profondità del substrato sismico (H = substrato caratterizzato da velocità V_s maggiori di 800 m/s); per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ nella seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

h_i : spessore dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$: velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N : numero di strati;

H : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Di seguito si riassume graficamente il risultato della ricostruzione dei sismostrati elaborati dall'indagine eseguita, che evidenzia l'andamento delle V_s in profondità.

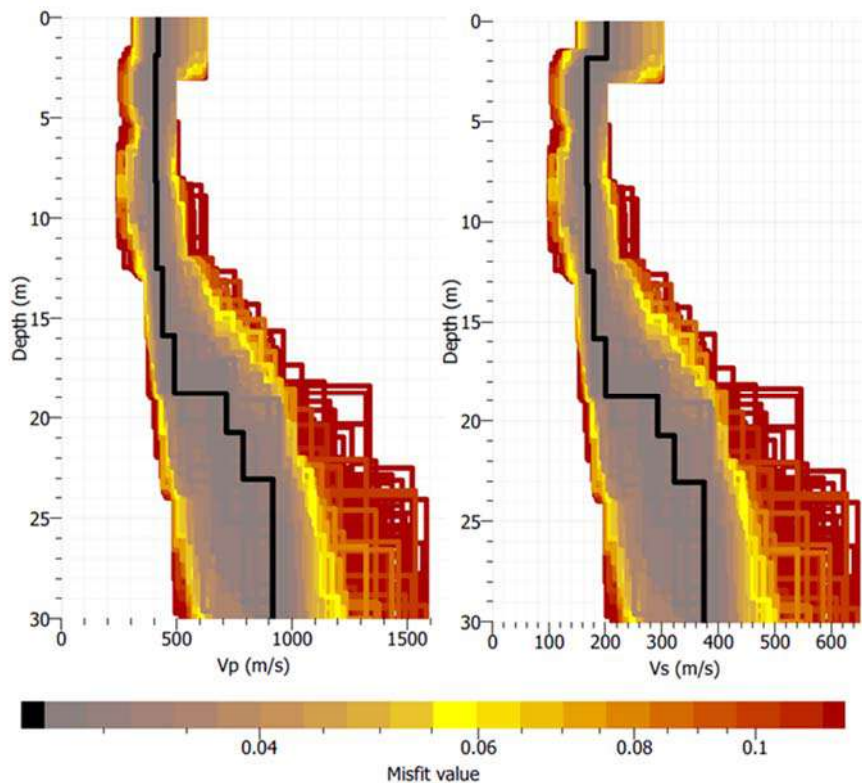


Figura 19 – Grafico dell'ipotetico andamento delle Vp (a sinistra) e Vs (a destra) con la profondità
Il miglior *fit* tra i dati sperimentali e la curva teorica si ottiene per il modello dato in Tabella 7 e mostrato graficamente con il colore nero in Figura 19. Il misfit tra il picking della curva di dispersione sperimentale e quella di risposta del modello è riportata in Figura 20.

Strato	Vs [m/s]	Spessore [m]	Profondità [m]
1	202	1.9	1.9
2	167	6.3	8.2
3	168	4.3	12.5
4	179	3.4	15.9
5	200	2.9	18.8
6	291	1.9	20.7
7	322	2.4	23.1
8	373	Inf.	Inf.

$$V_{Seq} = 216 \text{ m/s}$$

Suolo di tipo C

Tabella 7 – Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

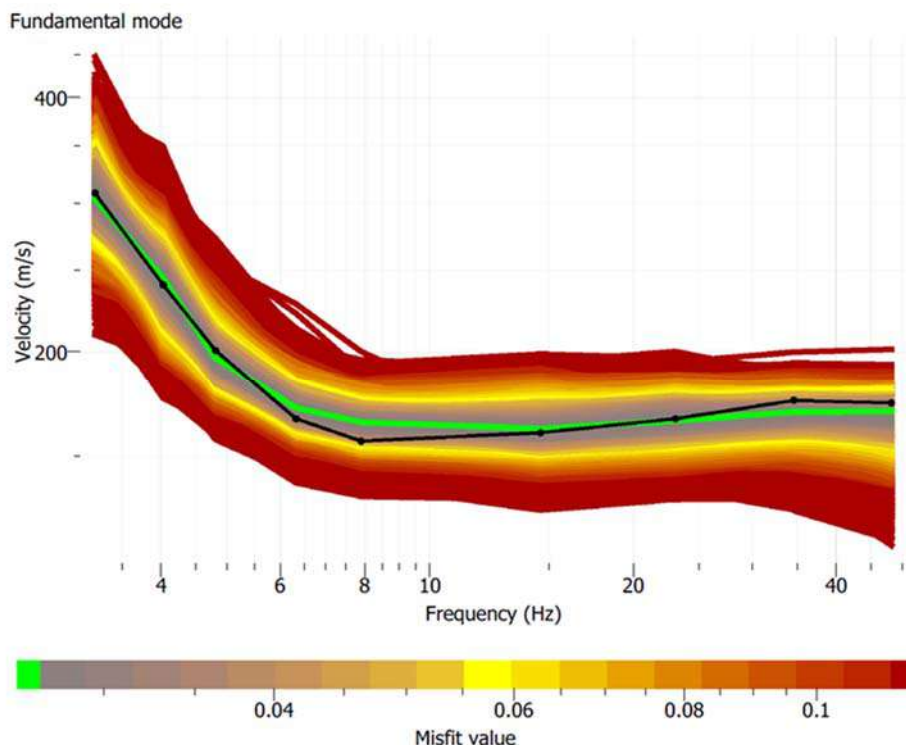


Figura 20 – Curva di dispersione sperimentale e curva di dispersione numerica del modello. In verde il profilo di Vs che minimizza l'errore con la curva sperimentale

Dall'elaborazione si ottiene $V_{s,eq} = 216$ m/s; si assume perciò la **CATEGORIA C** secondo la Tabella 8, che comprende "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".

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 8 – Categorie di sottosuolo. Tratta da Tab 3.2.II delle NTC 2018

6.3 Verifica della suscettibilità a liquefazione

L'analisi della suscettibilità a liquefazione dei sedimenti, se sottoposti a sollecitazioni cicliche indotte da terremoti, è di fondamentale importanza per gli aspetti di progettazione geotecnica antisismica. In particolare occorre valutare, nel modo più adeguato possibile, le effettive condizioni di suscettibilità, le condizioni di innesco e il rischio sito specifico di tale fenomeno.

Con il termine “liquefazione” si indicano vari fenomeni fisici (mobilità ciclica, liquefazione ciclica, fluidificazione) osservati durante terremoti significativi (generalmente, $M > 5,5$) nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi; in questi sedimenti, le condizioni “non drenate” durante il sisma possono indurre un incremento e un accumulo delle pressioni interstiziali, che a loro volta possono provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno. Il meccanismo di liquefazione dei sedimenti è governato da molti fattori che si possono ricondurre principalmente:

- alle caratteristiche dell'impulso sismico (forma; durata dello scuotimento; ecc.) e la sua energia (magnitudo; accelerazioni; ecc.);
- alle caratteristiche tessiturali e meccaniche dei sedimenti (fuso granulometrico; densità relativa; coesione; limiti di Atterberg; ecc.);
- alla presenza di falda superficiale e alle condizioni di confinamento dello strato liquefacibile (non sono riportati casi in letteratura di liquefazione in strati granulari profondi oltre 15-20 metri).

La differenza fra i diversi fenomeni dipende dalle tensioni di taglio mobilitate per l'equilibrio in condizioni statiche e dalla resistenza al taglio residua dopo il terremoto. In condizioni di sisma, vi possono anche essere effetti di “riordino” dei sedimenti, con possibilità di cedimenti significativi che possono coinvolgere sia i depositi granulari, sia i sedimenti fini poco coesivi.

Nell'ultimo decennio, sono state elaborate procedure di stima delle potenziali deformazioni post-sisma, provocate da perdite di resistenza, anche nei sedimenti fini di bassa coesione (limi e argille a comportamento “non drenato”). Quest'ultimo fenomeno è noto con il termine “cyclic softening” (Idriss & Boulanger, 2004 e 2008).

Al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC18 sono riportate le situazioni nelle quali può essere omessa la verifica a liquefazione dei terreni, ovvero:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 14 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Figura 14 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

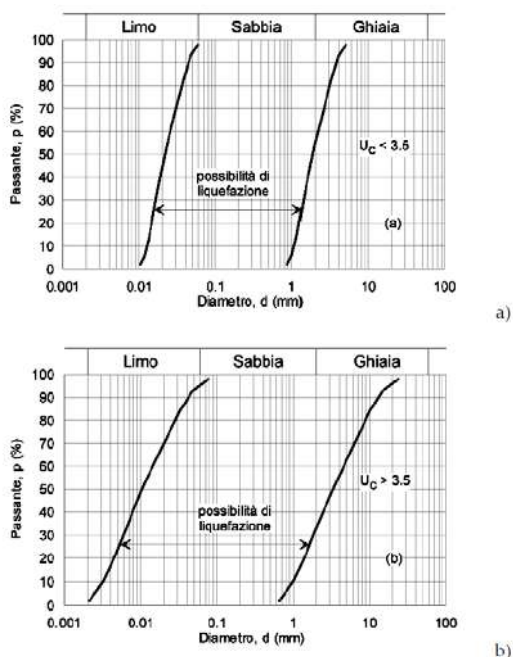


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Di seguito si riporta un estratto del paragrafo **7.11.3.4.3 Metodi di analisi** delle NTC18:

” Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili. Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con

metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista."

Nel caso del sito in esame le azioni sismiche sono superiori a 0,1 g e la falda è poco profonda, pertanto si è proceduto a valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione per i terreni potenzialmente liquefacibili utilizzando metodi semplificati a partire dalle indagini geotecniche disponibili.

La stima del Fattore di Sicurezza nei confronti della liquefazione è definita dalla relazione:

$$FSL = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} * MSF * K_{\sigma} * K_{\alpha}$$

Con

- CRR_{7.5} = resistenza alla liquefazione ciclica (Cyclic Resistance Ratio) dei sedimenti attraversati, ricavata dagli esiti CPT (a punta elettrica), per terremoti di M = 7,5. La procedura si fonda su equazioni che determinano i valori di CRR dei sedimenti attraversati utilizzando i valori di resistenza alla punta qt, corretti per tenere conto delle tensioni litostatiche di confinamento, della differente classificazione dei sedimenti attraversati (contenuto di fine; plasticità);
- CSR = rapporto di sollecitazione ciclica (Cyclic Stress Ratio) prodotta da un sisma e stimata sulla base di correlazioni empiriche dalle caratteristiche del terremoto, magnitudo e accelerazione tangenziale del suolo (amax). Il CSR viene calcolato dalla nota equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971) per terremoti di M = 7,5:

$$CSR = 0.65 \frac{a_{max,s}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d$$

- K_σ = Fattore di correzione per la pressione di confinamento (Overburden Correction Factor);
- K_α = Fattore di correzione per la tensione tangenziale mobilitata; K_α=1 per superfici orizzontali;

- MSF = Fattore di Scala della Magnitudo (Magnitude Scale Factor) da applicare per siti con magnitudo diverse da 7,5.

Il valore di FSL è stato determinato mediante calcolo automatico con il software *Cliq*, sviluppato dalla *GeoLogismiki Geotechnical Engineers*, che consente di utilizzare differenti metodi di stima di FSL. Per questo lavoro è stato impiegato come metodo di calcolo la procedura NCEER (1998). Si rimanda ai tabulati di calcolo relativi alla liquefazione per eventuali approfondimenti.

Nel calcolo di FSL si sono considerate le seguenti condizioni di input:

- si è utilizzata la a_{max} ricavata dall'analisi sismica:

$$a_{max} = a_g \cdot S$$

dove:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito pari a 0,069 g
- S : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_s S_r$, essendo:
- S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a 1,5 per suoli di tipo C e per il sito considerato (punto 3.2.3.2.1 - NTC 2018 – tab. 3.2.V);
- S_r : coefficiente di amplificazione topografica (pari a 1,0 avendo considerato una categoria topografica T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ").

In tal modo si ottiene $a_{max,s} = 0,103$ g.

- si è considerata una soggiacenza della falda in condizioni di sisma pari a quella misurata nel foro di indagine CPTU1: 2,6 m dal piano campagna;
- sulla base della pericolosità sismica di base, si è considerata una magnitudo di input pari a $M_w = 6,6$, coerente con quanto indicato per la zona sismogenetica 905 "Friuli – Veneto Orientale". Il coefficiente correttivo MSF utilizzato è quello di riferimento per i metodi di calcolo utilizzati.
- distanza dall'epicentro: 50 km

Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni:

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.58 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.58 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based

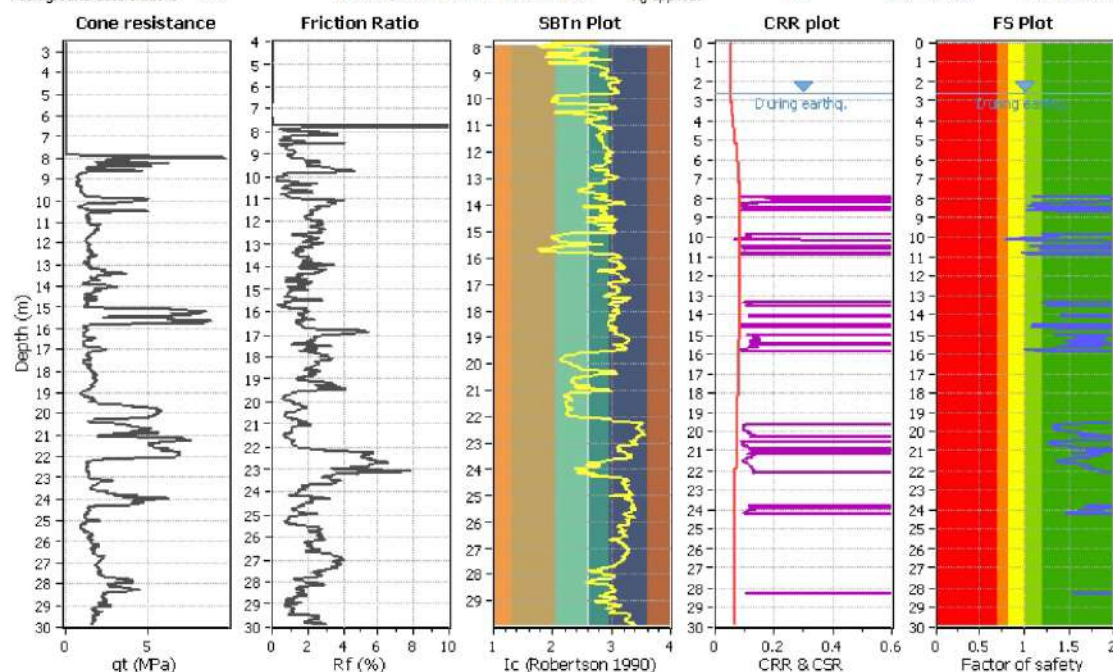


Figura 21 – Plot della verifica a liquefazione con il metodo NCEER su prova PS1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.65 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.65 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based

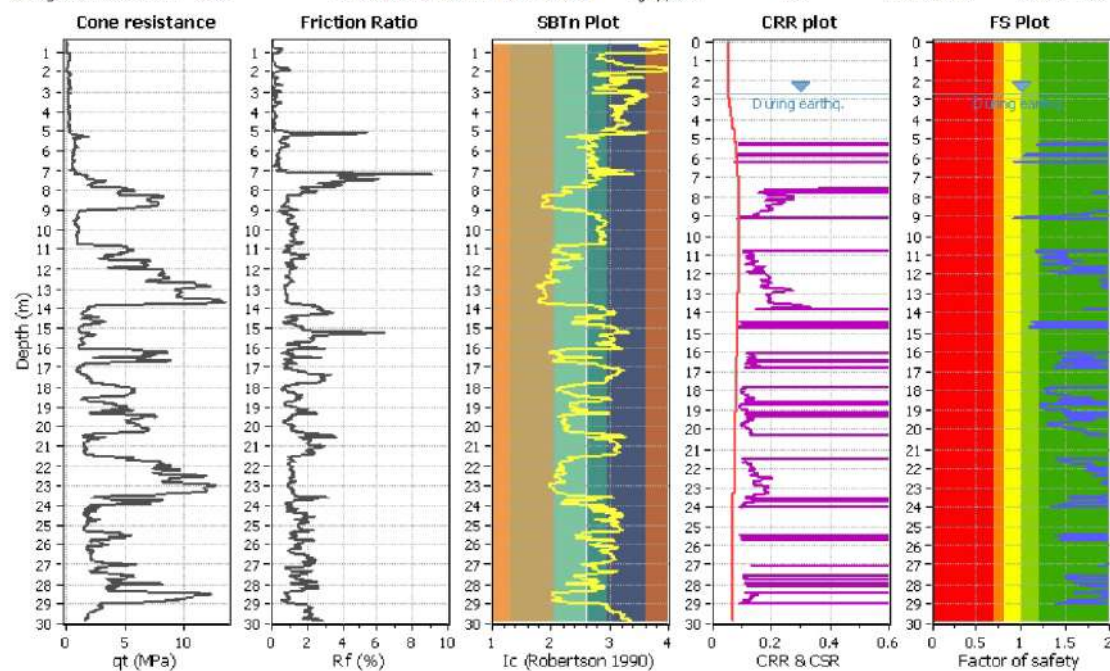


Figura 22 - Plot della verifica a liquefazione con il metodo NCEER su prova PS2

Dalla verifica risulta che il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione per alcuni livelli sabbiosi è inferiore a 1; tuttavia, gli intervalli potenzialmente liquefacibili presentano spessori limitati (centimetrici) e non sono continui sulla verticale.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalla ricerca bibliografica e dagli esiti delle indagini in sito è emerso che:

- Le prove penetrometriche e i sondaggi geognostici hanno evidenziato la presenza di un primo strato di riporto di spessore variabile da circa 13 m in corrispondenza dei sondaggi CV1 e CV2 a circa 3 m in CV3. I sedimenti naturali iniziano con uno strato argilloso limoso con resti vegetali, che si estende fino a 7/8 m dal p.c., seguito da un livello sabbioso, spesso circa 1,5 m. Questi strati sono stati riscontrati in corrispondenza del sondaggio CV3 e della prova PS2 mentre nei sondaggi CV1 e CV2 e nella prova PS1 risultano oblitterati dallo strato superficiale di riporto. Si riscontra successivamente un livello argilloso limoso, di spessore circa 1 m, che in corrispondenza del sondaggio CV2 risulta nascosto dal materiale di riporto.
In seguito è presente un livello sabbioso, con spessore crescente procedendo da ovest verso est, che precede uno strato argilloso limoso con livelli organici. Tale strato coesivo raggiunge i 19,5 m dal p.c. nella prova PS1 e nel sondaggio CV1, i 21,5 m dal p.c. in CV2, mentre nel sondaggio CV3 e nella prova PS2 termina a circa 18,0 m. Da tali profondità inizia un banco sabbioso con intercalazioni limoso sabbiose, con spessore variabile tra circa 5 e 7 m, seguito da uno strato coesivo limoso argilloso con livelli di torba e, nelle indagini CV3 e PS2, nuovamente da uno strato sabbioso con limo e argilla.
- La categoria di sottosuolo, secondo la normativa vigente, risulta essere C ovvero *“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”.*
- Dalla verifica a liquefazione risulta che alcuni livelli sabbiosi centimetrici sono suscettibili di liquefazione; tuttavia dato lo spessore limitato di tali intervalli e la discontinuità sulla verticale, il rischio può considerarsi trascurabile;
- Il confronto fra le prove di carico su piastra eseguite evidenzia la variabilità dei valori di Modulo di Deformazione dovuta alle diverse tipologie dei materiali utilizzati ed al loro co-stipamento.

8 BIBLIOGRAFIA

- Bondesan ,A., Bassan, V., & Vitturi, A. (24 novembre 2006). Geologia Urbana di Venezia. (p. 185). Mestre-Venezia, Auditorium della Provincia di Venezia: SIGEA.
- Francese, R., Bondesan, A., & Giorgi, M. (2014). *Studio di zonazione geo-sismica della provincia di Venezia*. Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale.
- Serandrei Barbiero, R., Lezziero , A., Albani, A., & Zoppi, U. (2001). Depositi tardo - plistocenici ed olocenici nel sottosuolo veneziano: paleo ambienti e cronologia. *Il Quaternario vol. 14*.
- Sugan, M., & Peruzza, L. (2011). Distretti sismici del Veneto. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata n.4 supplemento*.
- Tosi, L., Rizzetto, F., Bonardi, M., Donnici, S., Serandrei Barbero, R., & Toffoletti, F. (2007). *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 - Foglio 128 "Venezia"*.

ALLEGATO 1

SCHEDE STRATIGRAFICHE DI SONDAGGIO

[illegible][illegible]



Sede Legale: via Villa 5/c
30010 Campolongo Maggiore (VE)
Sede Operativa: via Spagna 6
35010 Vigonza (PD)
Tel 049 9703506 Fax 049 8953540
e-mail: info@ground-eng.com

SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC.

PAG.	2	DI	2
------	---	----	---

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Riva dei Sette Martiri - Venezia

PERFORAZIONE N. CV1 DATA INIZIO 02/02/2022 ULTIMAZIONE 02/02/2022

COORDINATE: Nord Est QUOTA P.C. =

RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

Da m	20.00	A m	30.00	Profondità Finale m	30.00										
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1977						PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI			POCKET PENETROMETER Kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	S.P.T.		
								TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.			N	H	
Limo argilloso sabbioso.						24.30					0.9	0.35			
											0.6	0.30			
Limo argilloso.						25.60					0.9	0.25			
											0.7	0.35			
Argilla limosa con livelli organici, sono presenti intercalazioni di limo argilloso sabbioso.						30.00					0.5	0.20			
											1.1	0.40			
											1.1	0.20			
											0.6	0.30			
											1.4	0.50			
											1.5	0.45			
1.3	0.75														
1.9	0.56														
1.2	0.50														
1.2	0.40														
Fine sondaggio.															

- ☐ CAMPIONE RIMANEGGIATO
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- ☐ SPEZZONE DI CAROTA
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

RILIEVO H₂O DURANTE LA PERFORAZIONE

DOC.

PAG.	2	DI	2
------	---	----	---

NOTE

Materiale riposto in n°6
cassette catalogatrici

[illegible]

[illegible]

<div><div></div>CAMPIONE RIMANEGGIATO</div> <div><div></div>CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.</div> <div><div></div>CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST</div> <div><div></div>SPEZZONE DI CAROTA</div> <div><div></div>CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI</div> <div><div></div>CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE</div> <div><div></div>CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO</div>									RILIEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE						DOC.																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PROF. FORO		PROF. RIVEST.		SERA GGH		MATTINA GGH		PAG.	2	DI	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
									NOTE Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table><tr><td rowspan="2">MANOVRA DI CAROTAGGIO</td><td rowspan="2">T.C.R. %</td><td rowspan="2">S.C.R. %</td><td rowspan="2">R.Q.D. %</td><td colspan="3">DIMENSIONE SPEZZONI</td><td colspan="3">PROVE</td><td rowspan="2">STRUMENTAZIONE</td><td rowspan="2">METODO DI PERFORAZIONE</td><td rowspan="2">ATTEZZO DI PERFORAZIONE</td><td rowspan="2">RIVESTIMENTO</td><td rowspan="2">DATA</td></tr><tr><td>< 5 cm</td><td>5-10 cm</td><td>> 10 cm</td><td>TIPO</td><td>NUMERO</td><td>PROFONDITA' m da p.c.</td></tr><tr><td>1</td><td>21.50</td><td rowspan="7">100</td><td rowspan="7">100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="7">CAROTAGGIO CONTINUO</td><td rowspan="7">CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA</td><td rowspan="7">RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm</td><td>07/02/2022</td></tr><tr><td>2</td><td>23.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="6">08/02/2022</td></tr><tr><td>3</td><td>24.50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>26.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>27.50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>29.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td>30.00</td><td>30.00</td><td>30.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>30.00</td><td>30.00</td><td>30.00</td><td>30.00</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>												MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE			STRUMENTAZIONE	METODO DI PERFORAZIONE	ATTEZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA	< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	1	21.50	100	100								CAROTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA	RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm	07/02/2022	2	23.00								08/02/2022	3	24.50								4	26.00								5	27.50								6	29.00								7	30.00	30.00	30.00						30.00	30.00	30.00	30.00	8																9																10																11																12																13																14																15																16																17																18																19																20															
MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE			STRUMENTAZIONE	METODO DI PERFORAZIONE					ATTEZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	21.50	100	100								CAROTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA	RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm	07/02/2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	23.00													08/02/2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	24.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
4	26.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
5	27.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6	29.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	30.00			30.00	30.00										30.00	30.00	30.00	30.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

GE Ground Engineering S.r.l. Sede Legale: via Villa 5/c - 30010 Campolongo Maggiore (VE) Sede Operativa: Via Spagna 6 - 35010 Vigonza (PD) Tel 049 9703506 Fax 049 8953540 e-mail : info@ground-eng.com



PAG.	1	DI	2
------	---	----	---

RESPONSABILE Dott. Andrea Moretto OPERATORE Sig. Constantin Enea ATTREZZATURA MASSENZA MI4

Da m		0.00		A m		20.00		Profondità Finale m		30.00						
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1977								PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI			S.P.T.			
										TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm ²	TORVANE Kg/cm ²	N	H
Pavimentazione.																
Sfridi di demolizione								1.20								
Argilla con limo debolmente sabbiosa e debolmente ghiaiosa con presenza di legno tra 4,4 e 4,8 m.								2.70								
Argilla limosa grigia con presenza di pezzi di legno.								4.80					0.5	0.22		
												0.5	0.2			
												0.7	0.28			
Limo argilloso grigio con presenza di resti vegetali.								6.70								
Sabbia fine debolmente limosa grigia.								8.10								
Argilla debolmente limosa grigia con intercalazioni torbose.								9.80					0.5	0.2		
												0.4	0.2			
Sabbia fine limosa e argillosa grigia.								10.90					0.7	0.3		
Argilla con limo debolmente sabbiosa grigia.								13.50					0.8	0.32		
Sabbia fine limosa grigia.								13.90					0.8	0.3		
Argilla debolmente limosa grigia, talora con presenza di livelli torbosi.								14.50					1.8	0.6		
												2.0	0.8			
												1.6	0.4			
												2.5	0.7			
												0.7	0.35			
												1.0	0.4			
Limo argilloso sabbioso grigio.								18.00								
Sabbia fine limosa e argillosa grigia.								19.50								

- ☐ CAMPIONE RIMANEGGIATO
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- ☐ SPEZZONE DI CAROTA
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

PAG.	1	DI	2
------	---	----	---

NOTE

Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici

	MANOVRA DI CAROTTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE		STRUMENTAZIONE		METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
					< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.					
1	1.50	100	100								CAROTTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA	RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm	04/02/2022	
2															
3	3.00														
4	4.50														
5															
6	6.00														
7	7.50														
8															
9	9.00														
10	10.50														
11															
12	12.00														
13	13.50														
14															
15	15.00														
16	16.50														
17															
18	18.00														
19	19.50														
20															



SCHEDA DI SONDAGGIO

DOC.

PAG.	2	DI	2
------	---	----	---

COMMITTENTE		Comune di Venezia	
CANTIERE		Riva dei Sette Martiri - Venezia	
PERFORAZIONE N.	CV3	DATA INIZIO	04/02/2022
		ULTIMAZIONE	07/02/2022
COORDINATE: Nord		Est	QUOTA P.C. =
RESPONSABILE	Dott. Andrea Moretto	OPERATORE	Sig. Constantin Enea
		ATTREZZATURA	MASSENZA MI4

Da m	20.00	A m	30.00	Profondità Finale m	30.00
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA SECONDO RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1977					
Sabbia fine limosa e argillosa grigia.	21.60	Torba e argilla organica.	22.00	Sabbia fine limosa e argillosa grigia.	24.20
Argilla con limo debolmente sabbiosa grigia.					
Sabbia con limo e argilla.					
Fine sondaggio.					

- ☐ CAMPIONE RIMANEGGIATO
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- ☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- ☐ SPEZZONE DI CAROTA
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- ☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

RILIEVO H₂O DURANTE LA PERFORAZIONE

DOC.

PAG.	2	DI	2
<p>NOTE</p> <p>Materiale riposto in n°6 cassette catalogatrici</p>			

	MANOVRA DI CAROTTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			PROVE			STRUMENTAZIONE	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
					< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	TIPO	NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.					
21	21.50	100	100								CAROTTAGGIO CONTINUO	CAROTIERE SEMPLICE Ø=101 mm CON CORONA AL WIDIA	RIVESTIMENTO IN ACCIAIO Ø=127 mm	07/02/2022	
22															
23	23.00														
24	24.50														
25															
26	26.00	30.00	30.00												
27	27.50														
28															
29	29.00														
30	30.00														
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															

ALLEGATO 2:

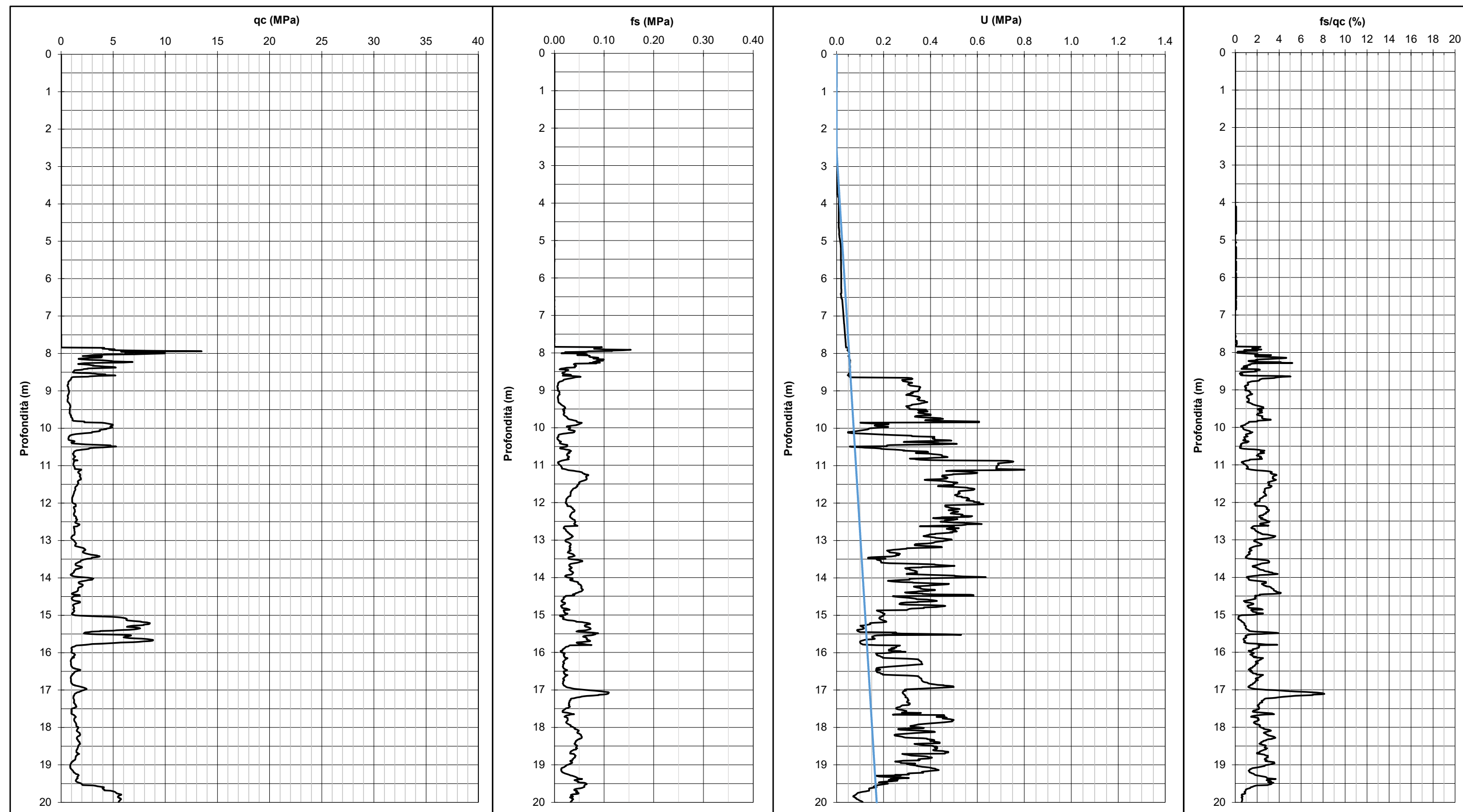
GRAFICI ED ELABORAZIONI DELLE PROVE PENETROMETRICHE CPTU



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU

COMMITTENTE		Comune di Venezia			
CANTIERE		Riva Sette Martiri - Venezia			
PROVA	Ps1	DATA	03/02/2022	OPERATORE	Dott. Geol. Basilio Zanninello

Punta	Mkj497	Quota inizio indagine	p.c. m s.l.m.	Prescavo	8.82 m da p.c.
Profondità prova	30.00 m da p.c.	Livello acqua	2.58 m da p.c.		
Coordinate WGS84	X 12.3508399 E	Y 45.4318293 N			

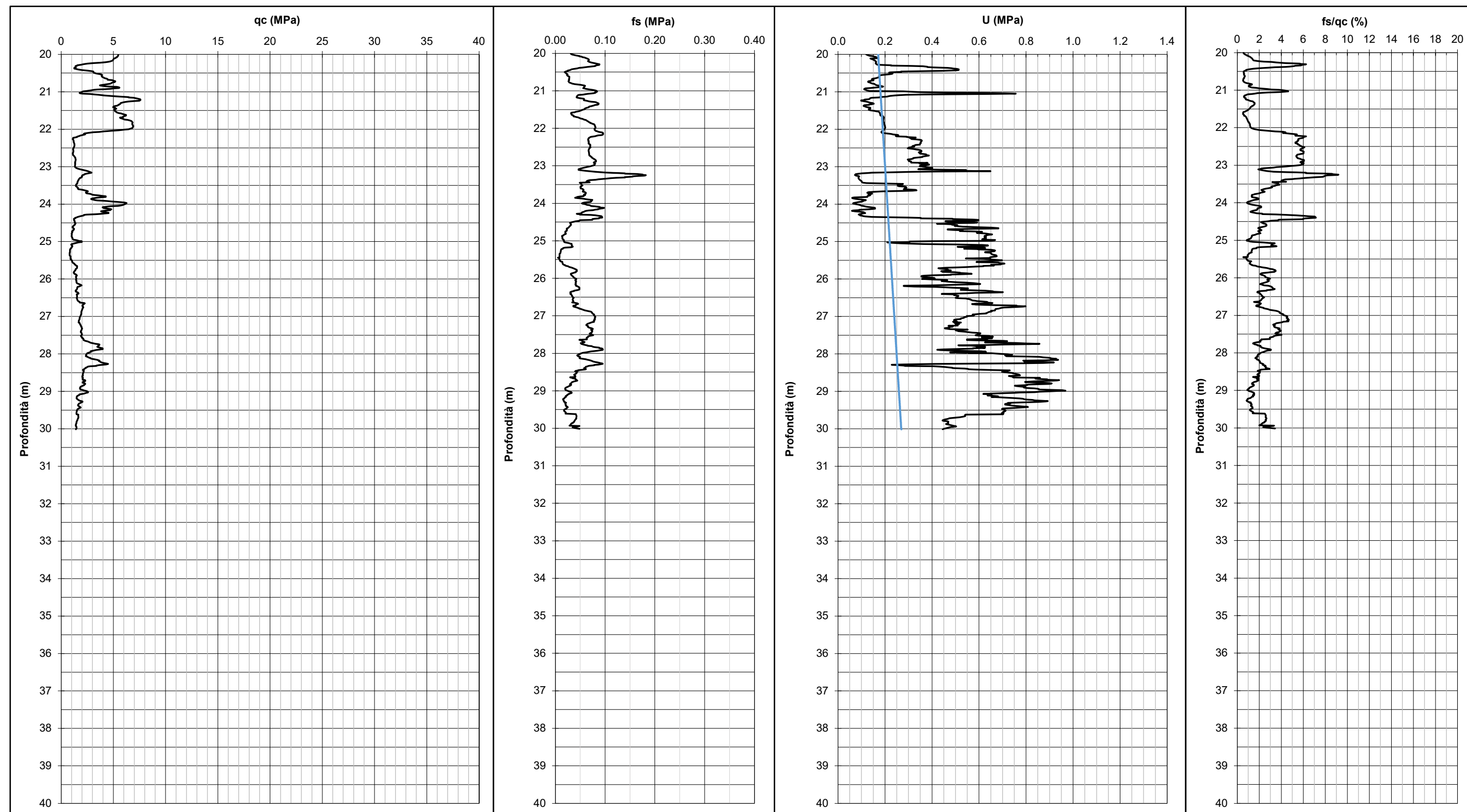




PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU

COMMITTENTE	Comune di Venezia				
CANTIERE	Riva Sette Martiri - Venezia				
PROVA	Ps1	DATA	03/02/2022	OPERATORE	Dott. Geol. Basilio Zanninello

Punta	Mkj497	Quota inizio indagine	p.c. m s.l.m.	Prescavo	8.82 m da p.c.
Profondità prova	30.00 m da p.c.	Livello acqua	2.58 m da p.c.		
Coordinate WGS84	X 12.3508399 E	Y	45.4318293 N		





GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: +39.049.9703506

CPT: Ps2

Total depth: 29.85 m, Date: 04/02/2022

Surface Elevation: 0.00 m

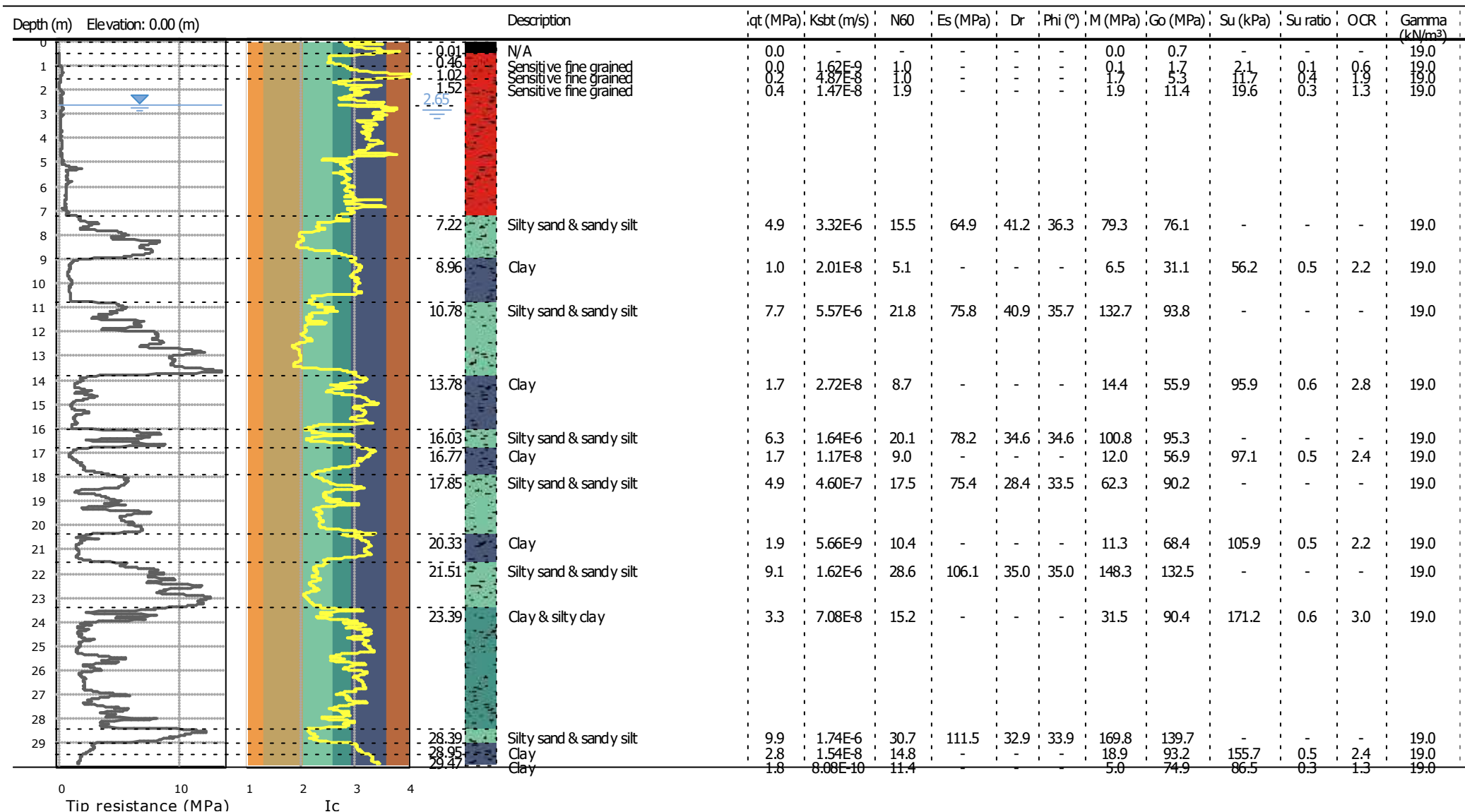
Coords: X:0.00, Y:0.00

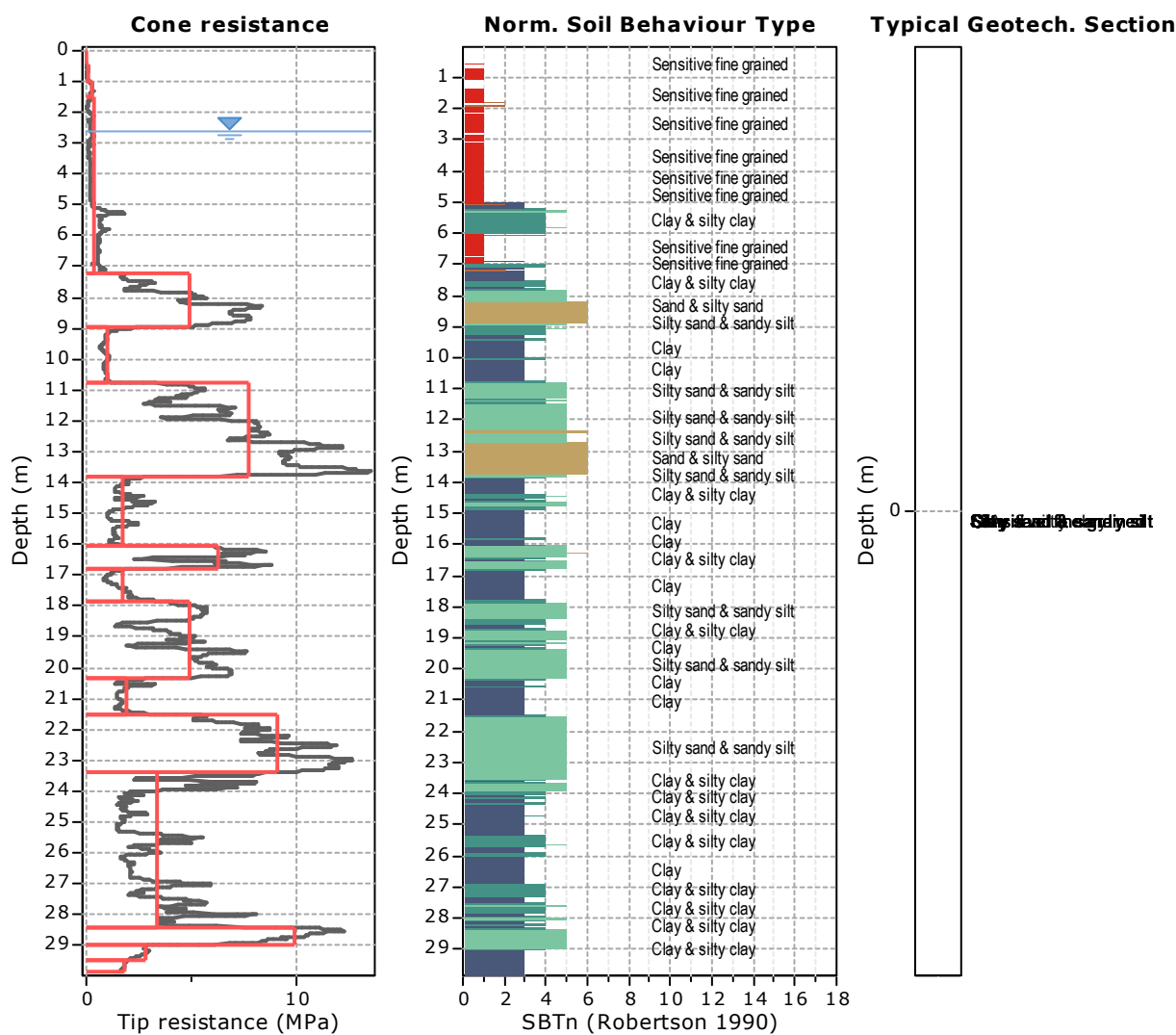
Cone Type: mkj497

Cone Operator: Dott. Geol. Basilio Zanninello

Project: Venezia Rive

Location: Riva Sette Martiri





Tabular results

::: Layer No: 1 :::

Code: Layer_1 **Start depth:** 0.01 (m), **End depth:** 0.46 (m)

Description: N/A

Basic results

Total cone resistance: 0.00 ±0.00 MPa

Sleeve friction: 0.00 ±0.00 kPa

SBT_n: 0

SBT description: N/A

Estimation results

Permeability: 0.00E+00 ±0.00E+00 m/s

N_{₆₀}: 0.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.03 ±0.03 MPa

Go: 0.72 ±0.72 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

:: Layer No: 2 ::**Code:** Layer_2 **Start depth:** 0.46 (m), **End depth:** 1.02 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.05 ±0.02 MPa

Sleeve friction: 0.11 ±0.09 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 1.62E-09 ±3.79E-09 m/s

N_{₆₀}: 1.00 ±1.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.11 ±0.08 MPa

Go: 1.67 ±0.46 MPa

Su: 2.12 ±1.30 kPa

Su ratio: 0.13 ±0.06

O.C.R.: 0.58 ±0.27

:: Layer No: 3 ::**Code:** Layer_3 **Start depth:** 1.02 (m), **End depth:** 1.52 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.24 ±0.05 MPa

Sleeve friction: 0.23 ±0.01 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 4.87E-08 ±3.70E-08 m/s

N_{₆₀}: 1.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 1.68 ±0.72 MPa

Go: 5.30 ±0.65 MPa

Su: 11.73 ±2.46 kPa

Su ratio: 0.41 ±0.09

O.C.R.: 1.88 ±0.39

:: Layer No: 4 ::**Code:** Layer_4 **Start depth:** 1.52 (m), **End depth:** 7.22 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.37 ±0.29 MPa

Sleeve friction: 3.09 ±8.25 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 1.47E-08 ±4.37E-08 m/s

N_{₆₀}: 1.95 ±1.24 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 1.93 ±3.29 MPa

Go: 11.40 ±8.04 MPa

Su: 19.63 ±16.22 kPa

Su ratio: 0.27 ±0.19

O.C.R.: 1.26 ±0.86

:: Layer No: 5 ::**Code:** Layer_5 **Start depth:** 7.22 (m), **End depth:** 8.96 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 4.94 ±2.26 MPa

Sleeve friction: 78.46 ±24.51 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 3.32E-06 ±4.05E-06 m/s

N_{₆₀}: 15.54 ±4.41 blows

Es: 64.86 ±5.19 MPa

Dr (%): 41.22 ±4.47

φ (degrees): 36.27 ±0.70 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 79.28 ±44.54 MPa

Go: 76.11 ±10.74 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 6 :::**Code:** Layer_6 **Start depth:** 8.96 (m), **End depth:** 10.78 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.02 ±0.39 MPa

Sleeve friction: 11.94 ±5.90 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 2.01E-08 ±5.73E-08 m/s

N_{₆₀}: 5.11 ±1.20 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 6.49 ±6.70 MPa

Go: 31.06 ±6.01 MPa

Su: 56.18 ±19.41 kPa

Su ratio: 0.48 ±0.18

O.C.R.: 2.23 ±0.84

::: Layer No: 7 :::**Code:** Layer_7 **Start depth:** 10.78 (m), **End depth:** 13.78 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 7.69 ±2.69 MPa

Sleeve friction: 74.16 ±20.36 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 5.57E-06 ±5.43E-06 m/s

N_{₆₀}: 21.78 ±5.59 blows

Es: 75.76 ±12.95 MPa

Dr (%): 40.89 ±6.69

φ (degrees): 35.73 ±1.05 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 132.71 ±49.22 MPa

Go: 93.80 ±16.71 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 8 :::**Code:** Layer_8 **Start depth:** 13.78 (m), **End depth:** 16.03 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.74 ±0.72 MPa

Sleeve friction: 36.66 ±22.60 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 2.72E-08 ±6.44E-08 m/s

N_{₆₀}: 8.70 ±2.23 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 14.43 ±12.56 MPa

Go: 55.89 ±12.80 MPa

Su: 95.90 ±39.33 kPa

Su ratio: 0.60 ±0.26

O.C.R.: 2.75 ±1.22

::: Layer No: 9 :::**Code:** Layer_9 **Start depth:** 16.03 (m), **End depth:** 16.77 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 6.28 ±1.80 MPa

Sleeve friction: 66.42 ±11.63 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.64E-06 ±1.31E-06 m/s

N_{₆₀}: 20.05 ±3.70 blows

Es: 78.22 ±6.00 MPa

Dr (%): 34.57 ±3.38

φ (degrees): 34.57 ±0.49 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 100.84 ±47.04 MPa

Go: 95.26 ±9.54 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 10 :::**Code:** Layer_10 **Start depth:** 16.77 (m), **End depth:** 17.85 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.69 ±0.69 MPa

Sleeve friction: 33.97 ±20.31 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 1.17E-08 ±2.49E-08 m/s

N_{₆₀}: 8.96 ±2.45 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 11.95 ±11.38 MPa

Go: 56.90 ±16.91 MPa

Su: 97.09 ±49.36 kPa

Su ratio: 0.53 ±0.27

O.C.R.: 2.43 ±1.24

::: Layer No: 11 :::**Code:** Layer_11 **Start depth:** 17.85 (m), **End depth:** 20.33 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 4.89 ±1.49 MPa

Sleeve friction: 55.55 ±21.33 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 4.60E-07 ±3.83E-07 m/s

N_{₆₀}: 17.55 ±4.00 blows

Es: 75.37 ±11.42 MPa

Dr (%): 28.43 ±2.51

φ (degrees): 33.55 ±0.91 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 62.26 ±23.01 MPa

Go: 90.22 ±17.12 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 12 :::**Code:** Layer_12 **Start depth:** 20.33 (m), **End depth:** 21.51 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.88 ±0.55 MPa

Sleeve friction: 41.02 ±10.27 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 5.66E-09 ±1.09E-08 m/s

N_{₆₀}: 10.44 ±1.72 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 11.31 ±9.55 MPa

Go: 68.37 ±8.99 MPa

Su: 105.87 ±39.21 kPa

Su ratio: 0.49 ±0.18

O.C.R.: 2.25 ±0.85

::: Layer No: 13 :::**Code:** Layer_13 **Start depth:** 21.51 (m), **End depth:** 23.39 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 9.09 ±2.21 MPa

Sleeve friction: 101.93 ±25.04 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.62E-06 ±1.17E-06 m/s

N_{₆₀}: 28.56 ±5.13 blows

Es: 106.08 ±13.65 MPa

Dr (%): 34.99 ±4.76

φ (degrees): 34.99 ±0.80 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 148.27 ±66.91 MPa

Go: 132.48 ±17.64 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 14 :::**Code:** Layer_14 **Start depth:** 23.39 (m), **End depth:** 28.39 (m)**Description:** Clay & silty clay**Basic results**

Total cone resistance: 3.32 ±1.73 MPa

Sleeve friction: 51.15 ±25.03 kPa

SBT_n: 4SBT_n description: Clay & silty clay**Estimation results**

Permeability: 7.08E-08 ±1.69E-07 m/s

N_{₆₀}: 15.21 ±5.07 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 31.49 ±28.80 MPa

Go: 90.41 ±23.98 MPa

Su: 171.17 ±83.82 kPa

Su ratio: 0.64 ±0.31

O.C.R.: 2.97 ±1.43

::: Layer No: 15 :::**Code:** Layer_15 **Start depth:** 28.39 (m), **End depth:** 28.95 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 9.90 ±1.57 MPa

Sleeve friction: 84.07 ±21.98 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.74E-06 ±7.71E-07 m/s

N_{₆₀}: 30.70 ±3.83 blows

Es: 111.46 ±11.76 MPa

Dr (%): 32.95 ±3.34

φ (degrees): 33.88 ±0.80 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 169.75 ±60.62 MPa

Go: 139.69 ±14.74 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 16 :::**Code:** Layer_16 **Start depth:** 28.95 (m), **End depth:** 29.47 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 2.85 ±0.72 MPa

Sleeve friction: 50.88 ±9.90 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 1.54E-08 ±4.49E-08 m/s

N_{₆₀}: 14.77 ±1.90 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 18.91 ±13.03 MPa

Go: 93.23 ±8.19 MPa

Su: 155.72 ±31.48 kPa

Su ratio: 0.53 ±0.11

O.C.R.: 2.44 ±0.50

::: Layer No: 17 :::**Code:** Layer_17 **Start depth:** 29.47 (m), **End depth:** 29.85 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.78 ±0.10 MPa

Sleeve friction: 38.57 ±4.79 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 8.08E-10 ±1.14E-10 m/s

N_{₆₀}: 11.42 ±0.50 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 4.95 ±0.81 MPa

Go: 74.85 ±3.11 MPa

Su: 86.54 ±7.00 kPa

Su ratio: 0.29 ±0.02

O.C.R.: 1.34 ±0.11

Summary table of mean values

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
0.01	0.45	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	19.0
0.46		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
0.46	0.56	1.62E-09	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	2.1	0.1	0.6	19.0
1.02		(±3.79E-09)	(±1.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.5)	(±1.3)	(±0.1)	(±0.3)	(±0.0)
1.02	0.50	4.87E-08	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	5.3	11.7	0.4	1.9	19.0
1.52		(±3.70E-08)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.7)	(±0.6)	(±2.5)	(±0.1)	(±0.4)	(±0.0)
1.52	5.70	1.47E-08	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9	11.4	19.6	0.3	1.3	19.0
7.22		(±4.37E-08)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±3.3)	(±8.0)	(±16.2)	(±0.2)	(±0.9)	(±0.0)
7.22	1.74	3.32E-06	15.5	64.9	41.2	36.3	79.3	76.1	0.0	0.0	0.0	19.0
8.96		(±4.05E-06)	(±4.4)	(±5.2)	(±4.5)	(±0.7)	(±44.5)	(±10.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
8.96	1.82	2.01E-08	5.1	0.0	0.0	0.0	6.5	31.1	56.2	0.5	2.2	19.0
10.78		(±5.73E-08)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±6.7)	(±6.0)	(±19.4)	(±0.2)	(±0.8)	(±0.0)
10.78	3.00	5.57E-06	21.8	75.8	40.9	35.7	132.7	93.8	0.0	0.0	0.0	19.0
13.78		(±5.43E-06)	(±5.6)	(±12.9)	(±6.7)	(±1.0)	(±49.2)	(±16.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
13.78	2.25	2.72E-08	8.7	0.0	0.0	0.0	14.4	55.9	95.9	0.6	2.8	19.0
16.03		(±6.44E-08)	(±2.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±12.6)	(±12.8)	(±39.3)	(±0.3)	(±1.2)	(±0.0)
16.03	0.74	1.64E-06	20.1	78.2	34.6	34.6	100.8	95.3	0.0	0.0	0.0	19.0
16.77		(±1.31E-06)	(±3.7)	(±6.0)	(±3.4)	(±0.5)	(±47.0)	(±9.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
16.77	1.08	1.17E-08	9.0	0.0	0.0	0.0	12.0	56.9	97.1	0.5	2.4	19.0
17.85		(±2.49E-08)	(±2.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±11.4)	(±16.9)	(±49.4)	(±0.3)	(±1.2)	(±0.0)
17.85	2.48	4.60E-07	17.5	75.4	28.4	33.5	62.3	90.2	0.0	0.0	0.0	19.0
20.33		(±3.83E-07)	(±4.0)	(±11.4)	(±2.5)	(±0.9)	(±23.0)	(±17.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)

**GE Ground Engineering S.r.l.**

Sede legale: Via Villa 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: +39.049.9703506

CPT: Ps2

Total depth: 29.85 m, Date: 04/02/2022

Surface Elevation: 0.00 m

Coords: X:0.00, Y:0.00

Cone Type: mkj497

Cone Operator: Dott. Geol. Basilio Zanninello

Project: Venezia Rive
Location: Riva Sette Martiri**Summary table of mean values**

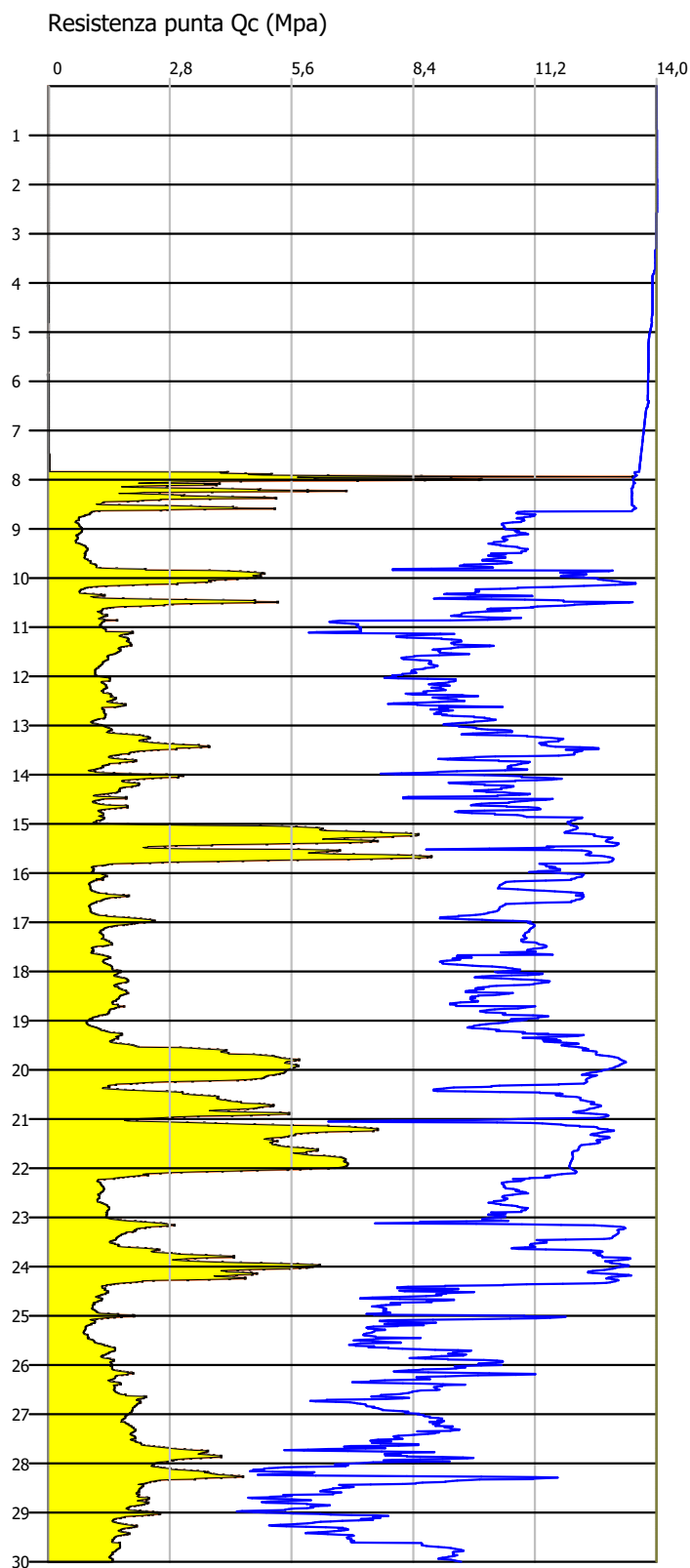
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G _o (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
20.33	1.18	5.66E-09	10.4	0.0	0.0	0.0	11.3	68.4	105.9	0.5	2.2	19.0
21.51		(±1.09E-08)	(±1.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±9.6)	(±9.0)	(±39.2)	(±0.2)	(±0.8)	(±0.0)
21.51	1.88	1.62E-06	28.6	106.1	35.0	35.0	148.3	132.5	0.0	0.0	0.0	19.0
23.39		(±1.17E-06)	(±5.1)	(±13.7)	(±4.8)	(±0.8)	(±66.9)	(±17.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
23.39	5.00	7.08E-08	15.2	0.0	0.0	0.0	31.5	90.4	171.2	0.6	3.0	19.0
28.39		(±1.69E-07)	(±5.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±28.8)	(±24.0)	(±83.8)	(±0.3)	(±1.4)	(±0.0)
28.39	0.56	1.74E-06	30.7	111.5	32.9	33.9	169.8	139.7	0.0	0.0	0.0	19.0
28.95		(±7.71E-07)	(±3.8)	(±11.8)	(±3.3)	(±0.8)	(±60.6)	(±14.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
28.95	0.52	1.54E-08	14.8	0.0	0.0	0.0	18.9	93.2	155.7	0.5	2.4	19.0
29.47		(±4.49E-08)	(±1.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±13.0)	(±8.2)	(±31.5)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.0)
29.47	0.38	8.08E-10	11.4	0.0	0.0	0.0	5.0	74.9	86.5	0.3	1.3	19.0
29.85		(±1.14E-10)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.8)	(±3.1)	(±7.0)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.0)

Depth values presented in this table are measured from free ground surface

Probe CPTU - Piezocone PS1
Strumento utilizzato PAGANI 200 kN (CPTU)

Committente: Comune di Venezia
Cantiere: Venezia Rive
Località: Riva Sette Martiri

Data: 03/02/2022



Interpretazione Stratigrafica (Robertson 1990 - A)

	0.00	Prescavo
1	780 cm	
	780.0	
2	870.0	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
3	980.0	Argille - Argille limose
		Limi argillosi - Argille Limose
4	520 cm	
	1500.0	
5	1580.0	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
		Argille - Argille limose
6	370 cm	
	1950.0	
7	270 cm	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
	2220.0	
8		Argille - Argille limose
	2350.0	
9		Limi argillosi - Argille Limose
	2440.0	
10		Argille - Argille limose
	2560.0	
		Limi argillosi - Argille Limose
11	440 cm	
	3000.0	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

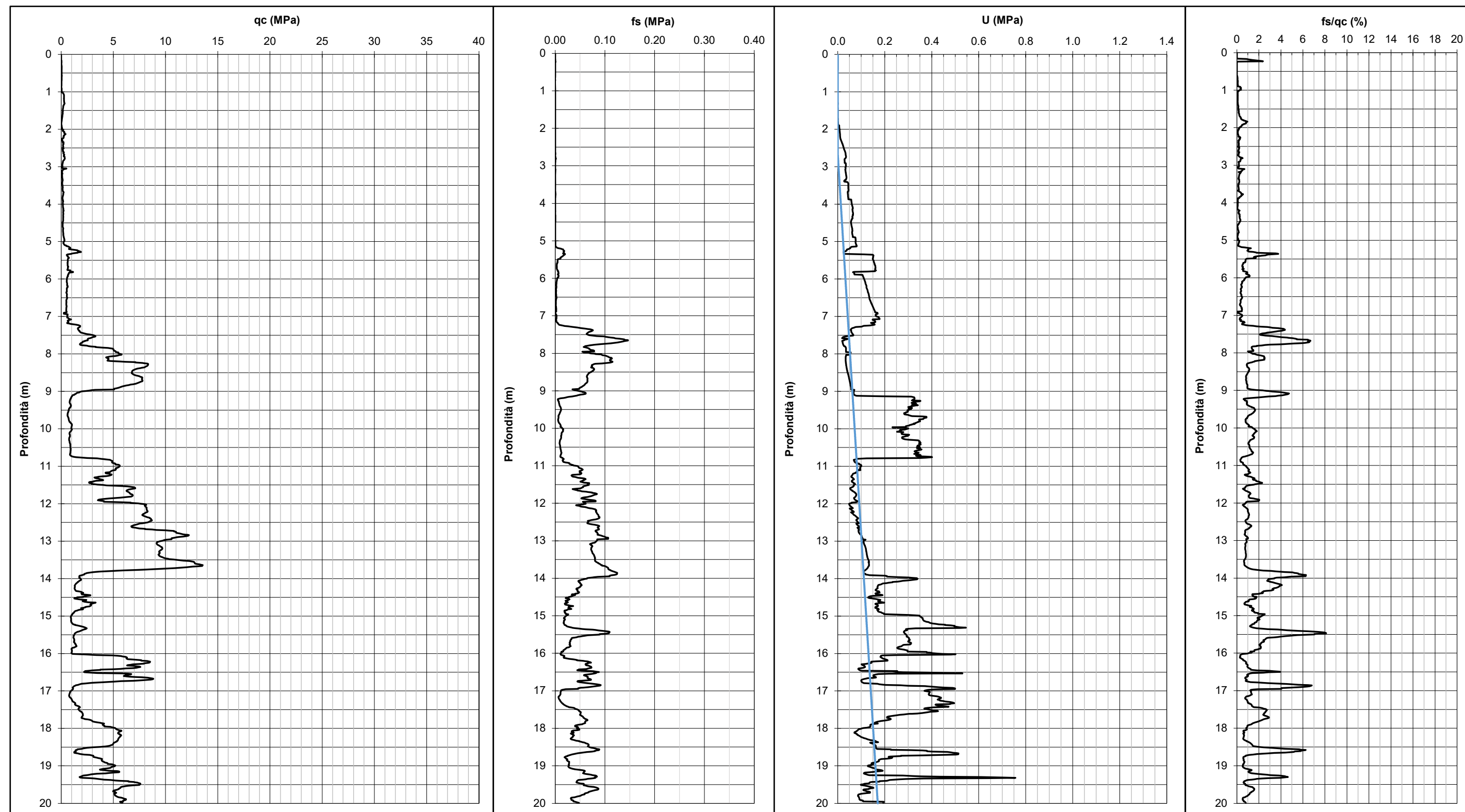
Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	7,80	C	0,0	0,2	0,0	0,4	<0.5	0,0	0,0	--	--	--	0,0
2	8,70	I	--	--	10,7	24,6	0,5	18,6	21,6	<5	41,2	8,9	227,19
3	9,80	C	39,2	28,7	3,8	9,8	3,5	17,8	18,6	--	--	--	171,70
4	15,00	C	85,3	60,5	4,6	15,7	2,6	19,0	19,8	--	--	--	235,57
5	15,80	I	--	--	9,0	33,9	<0.5	18,6	21,6	<5	34,0	15,0	360,57
6	19,50	C	66,7	43,3	4,7	13,6	1,2	18,5	19,3	--	--	--	254,85
7	22,20	I	--	--	7,0	29,1	<0.5	18,6	21,6	<5	30,6	11,6	361,86
8	23,50	C	74,5	45,4	4,7	14,5	1,9	18,6	19,3	--	--	--	278,68
9	24,40	C	168,7	115,2	6,8	23,9	1,4	20,1	20,9	--	--	--	326,50
10	25,60	C	54,9	29,1	4,5	12,0	<0.5	17,8	18,6	--	--	--	269,15
11	30,00	C	100,0	60,8	4,0	17,3	0,8	19,0	19,8	--	--	--	306,95



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU

COMMITTENTE	Comune di Venezia				
CANTIERE	Riva Sette Martiri - Venezia				
PROVA	Ps2	DATA	04/02/2022	OPERATORE	Dott. Geol. Basilio Zanninello

Punta	Mkj497	Quota inizio indagine	p.c. m s.l.m.	Prescavo	4.82 m da p.c.
Profondità prova	30.00 m da p.c.	Livello acqua	2.65 m da p.c.		
Coordinate WGS84	X 12.3539280 E	Y 45.4306547 N			

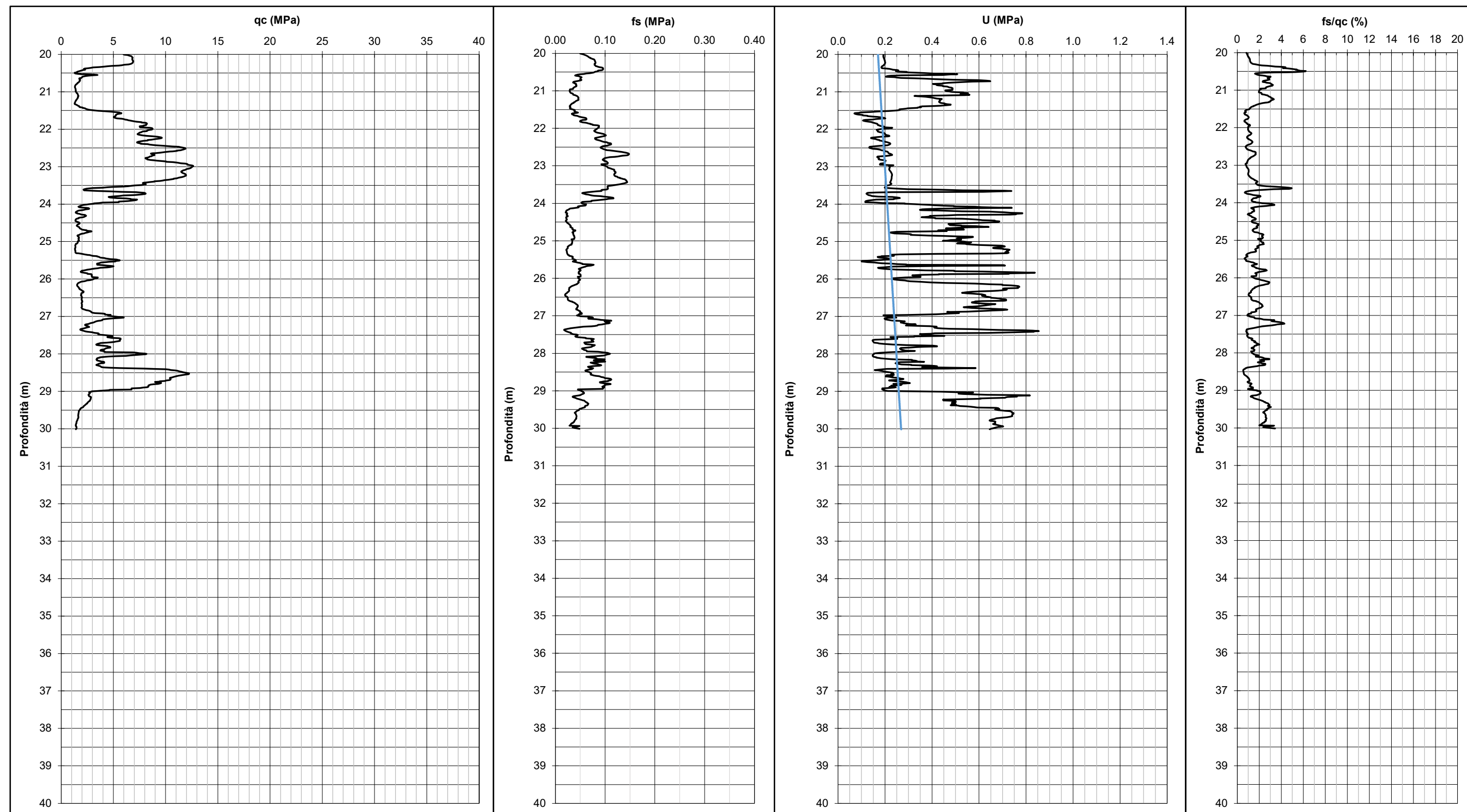




PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU

COMMITTENTE	Comune di Venezia				
CANTIERE	Riva Sette Martiri - Venezia				
PROVA	Ps2	DATA	04/02/2022	OPERATORE	Dott. Geol. Basilio Zanninello

Punta	Mkj497	Quota inizio indagine	p.c. m s.l.m.	Prescavo	4.82 m da p.c.
Profondità prova	30.00 m da p.c.	Livello acqua	2.65 m da p.c.		
Coordinate WGS84	X 12.3539280 E	Y 45.4306547 N			





GE Ground Engineering S.r.l.

Sede legale: Via Villa 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Spagna 6 – 35010 Vigonza (PD)

Tel: +39.049.9703506

CPT: Ps2

Total depth: 29.85 m, Date: 04/02/2022

Surface Elevation: 0.00 m

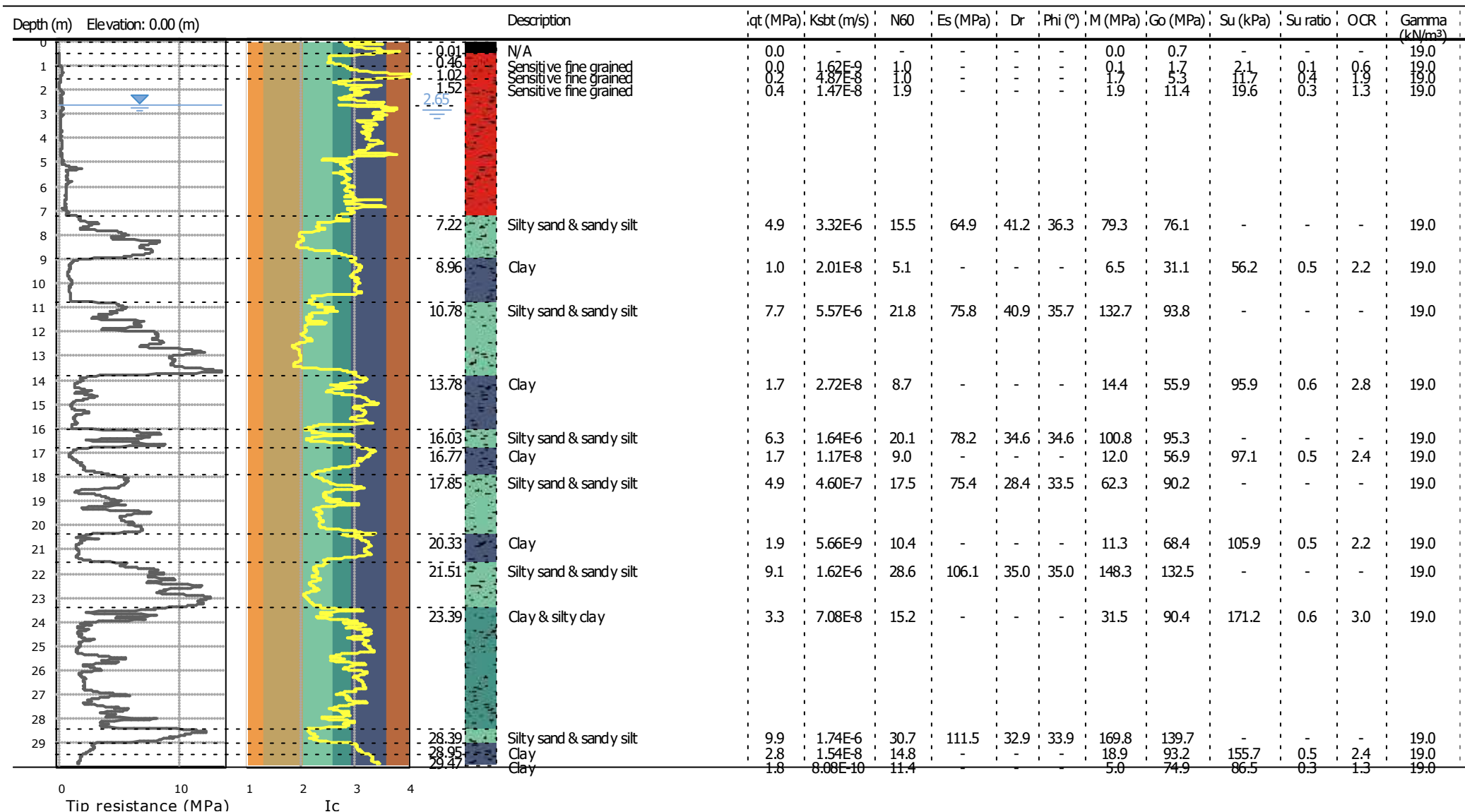
Coords: X:0.00, Y:0.00

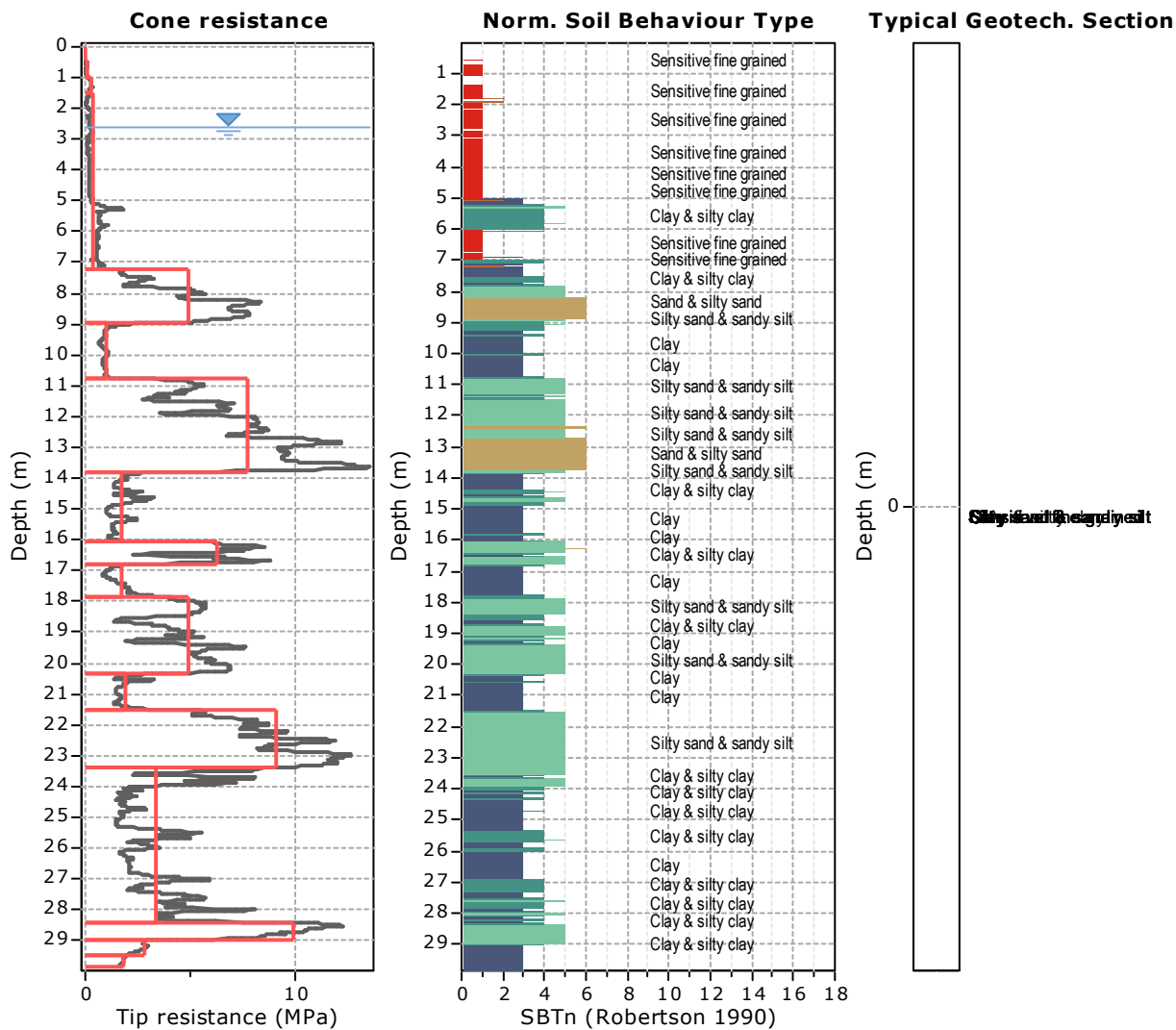
Cone Type: mkj497

Cone Operator: Dott. Geol. Basilio Zanninello

Project: Venezia Rive

Location: Riva Sette Martiri





Tabular results

::: Layer No: 1 :::

Code: Layer_1 **Start depth:** 0.01 (m), **End depth:** 0.46 (m)

Description: N/A

Basic results

Total cone resistance: 0.00 ±0.00 MPa

Sleeve friction: 0.00 ±0.00 kPa

SBT_n: 0

SBT description: N/A

Estimation results

Permeability: 0.00E+00 ±0.00E+00 m/s

N_{₆₀}: 0.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.03 ±0.03 MPa

Go: 0.72 ±0.72 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 2 :::**Code:** Layer_2 **Start depth:** 0.46 (m), **End depth:** 1.02 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.05 ±0.02 MPa

Sleeve friction: 0.11 ±0.09 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 1.62E-09 ±3.79E-09 m/s

N_{₆₀}: 1.00 ±1.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 0.11 ±0.08 MPa

Go: 1.67 ±0.46 MPa

Su: 2.12 ±1.30 kPa

Su ratio: 0.13 ±0.06

O.C.R.: 0.58 ±0.27

::: Layer No: 3 :::**Code:** Layer_3 **Start depth:** 1.02 (m), **End depth:** 1.52 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.24 ±0.05 MPa

Sleeve friction: 0.23 ±0.01 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 4.87E-08 ±3.70E-08 m/s

N_{₆₀}: 1.00 ±0.00 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 1.68 ±0.72 MPa

Go: 5.30 ±0.65 MPa

Su: 11.73 ±2.46 kPa

Su ratio: 0.41 ±0.09

O.C.R.: 1.88 ±0.39

::: Layer No: 4 :::**Code:** Layer_4 **Start depth:** 1.52 (m), **End depth:** 7.22 (m)**Description:** Sensitive fine grained**Basic results**

Total cone resistance: 0.37 ±0.29 MPa

Sleeve friction: 3.09 ±8.25 kPa

SBT_n: 1SBT_n description: Sensitive fine grained**Estimation results**

Permeability: 1.47E-08 ±4.37E-08 m/s

N_{₆₀}: 1.95 ±1.24 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 1.93 ±3.29 MPa

Go: 11.40 ±8.04 MPa

Su: 19.63 ±16.22 kPa

Su ratio: 0.27 ±0.19

O.C.R.: 1.26 ±0.86

::: Layer No: 5 :::**Code:** Layer_5 **Start depth:** 7.22 (m), **End depth:** 8.96 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 4.94 ±2.26 MPa

Sleeve friction: 78.46 ±24.51 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 3.32E-06 ±4.05E-06 m/s

N_{₆₀}: 15.54 ±4.41 blows

Es: 64.86 ±5.19 MPa

Dr (%): 41.22 ±4.47

φ (degrees): 36.27 ±0.70 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 79.28 ±44.54 MPa

Go: 76.11 ±10.74 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 6 :::**Code:** Layer_6 **Start depth:** 8.96 (m), **End depth:** 10.78 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.02 ±0.39 MPa

Sleeve friction: 11.94 ±5.90 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 2.01E-08 ±5.73E-08 m/s

N_{₆₀}: 5.11 ±1.20 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 6.49 ±6.70 MPa

Go: 31.06 ±6.01 MPa

Su: 56.18 ±19.41 kPa

Su ratio: 0.48 ±0.18

O.C.R.: 2.23 ±0.84

::: Layer No: 7 :::**Code:** Layer_7 **Start depth:** 10.78 (m), **End depth:** 13.78 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 7.69 ±2.69 MPa

Sleeve friction: 74.16 ±20.36 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 5.57E-06 ±5.43E-06 m/s

N_{₆₀}: 21.78 ±5.59 blows

Es: 75.76 ±12.95 MPa

Dr (%): 40.89 ±6.69

φ (degrees): 35.73 ±1.05 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 132.71 ±49.22 MPa

Go: 93.80 ±16.71 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 8 :::**Code:** Layer_8 **Start depth:** 13.78 (m), **End depth:** 16.03 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.74 ±0.72 MPa

Sleeve friction: 36.66 ±22.60 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 2.72E-08 ±6.44E-08 m/s

N_{₆₀}: 8.70 ±2.23 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 14.43 ±12.56 MPa

Go: 55.89 ±12.80 MPa

Su: 95.90 ±39.33 kPa

Su ratio: 0.60 ±0.26

O.C.R.: 2.75 ±1.22

::: Layer No: 9 :::**Code:** Layer_9 **Start depth:** 16.03 (m), **End depth:** 16.77 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 6.28 ±1.80 MPa

Sleeve friction: 66.42 ±11.63 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.64E-06 ±1.31E-06 m/s

N_{₆₀}: 20.05 ±3.70 blows

Es: 78.22 ±6.00 MPa

Dr (%): 34.57 ±3.38

φ (degrees): 34.57 ±0.49 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 100.84 ±47.04 MPa

Go: 95.26 ±9.54 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 10 :::**Code:** Layer_10 **Start depth:** 16.77 (m), **End depth:** 17.85 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.69 ±0.69 MPa

Sleeve friction: 33.97 ±20.31 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 1.17E-08 ±2.49E-08 m/s

N_{₆₀}: 8.96 ±2.45 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 11.95 ±11.38 MPa

Go: 56.90 ±16.91 MPa

Su: 97.09 ±49.36 kPa

Su ratio: 0.53 ±0.27

O.C.R.: 2.43 ±1.24

::: Layer No: 11 :::**Code:** Layer_11 **Start depth:** 17.85 (m), **End depth:** 20.33 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 4.89 ±1.49 MPa

Sleeve friction: 55.55 ±21.33 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 4.60E-07 ±3.83E-07 m/s

N_{₆₀}: 17.55 ±4.00 blows

Es: 75.37 ±11.42 MPa

Dr (%): 28.43 ±2.51

φ (degrees): 33.55 ±0.91 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 62.26 ±23.01 MPa

Go: 90.22 ±17.12 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 12 :::**Code:** Layer_12 **Start depth:** 20.33 (m), **End depth:** 21.51 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.88 ±0.55 MPa

Sleeve friction: 41.02 ±10.27 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 5.66E-09 ±1.09E-08 m/s

N_{₆₀}: 10.44 ±1.72 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 11.31 ±9.55 MPa

Go: 68.37 ±8.99 MPa

Su: 105.87 ±39.21 kPa

Su ratio: 0.49 ±0.18

O.C.R.: 2.25 ±0.85

::: Layer No: 13 :::**Code:** Layer_13 **Start depth:** 21.51 (m), **End depth:** 23.39 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 9.09 ±2.21 MPa

Sleeve friction: 101.93 ±25.04 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.62E-06 ±1.17E-06 m/s

N_{₆₀}: 28.56 ±5.13 blows

Es: 106.08 ±13.65 MPa

Dr (%): 34.99 ±4.76

φ (degrees): 34.99 ±0.80 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 148.27 ±66.91 MPa

Go: 132.48 ±17.64 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 14 :::**Code:** Layer_14 **Start depth:** 23.39 (m), **End depth:** 28.39 (m)**Description:** Clay & silty clay**Basic results**

Total cone resistance: 3.32 ±1.73 MPa

Sleeve friction: 51.15 ±25.03 kPa

SBT_n: 4SBT_n description: Clay & silty clay**Estimation results**

Permeability: 7.08E-08 ±1.69E-07 m/s

N_{₆₀}: 15.21 ±5.07 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 31.49 ±28.80 MPa

Go: 90.41 ±23.98 MPa

Su: 171.17 ±83.82 kPa

Su ratio: 0.64 ±0.31

O.C.R.: 2.97 ±1.43

::: Layer No: 15 :::**Code:** Layer_15 **Start depth:** 28.39 (m), **End depth:** 28.95 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 9.90 ±1.57 MPa

Sleeve friction: 84.07 ±21.98 kPa

SBT_n: 5SBT_n description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 1.74E-06 ±7.71E-07 m/s

N_{₆₀}: 30.70 ±3.83 blows

Es: 111.46 ±11.76 MPa

Dr (%): 32.95 ±3.34

φ (degrees): 33.88 ±0.80 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 169.75 ±60.62 MPa

Go: 139.69 ±14.74 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

::: Layer No: 16 :::**Code:** Layer_16 **Start depth:** 28.95 (m), **End depth:** 29.47 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 2.85 ±0.72 MPa

Sleeve friction: 50.88 ±9.90 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 1.54E-08 ±4.49E-08 m/s

N_{₆₀}: 14.77 ±1.90 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 18.91 ±13.03 MPa

Go: 93.23 ±8.19 MPa

Su: 155.72 ±31.48 kPa

Su ratio: 0.53 ±0.11

O.C.R.: 2.44 ±0.50

::: Layer No: 17 :::**Code:** Layer_17 **Start depth:** 29.47 (m), **End depth:** 29.85 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.78 ±0.10 MPa

Sleeve friction: 38.57 ±4.79 kPa

SBT_n: 3SBT_n description: Clay**Estimation results**

Permeability: 8.08E-10 ±1.14E-10 m/s

N_{₆₀}: 11.42 ±0.50 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

φ (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m³

Constrained Mod.: 4.95 ±0.81 MPa

Go: 74.85 ±3.11 MPa

Su: 86.54 ±7.00 kPa

Su ratio: 0.29 ±0.02

O.C.R.: 1.34 ±0.11

Summary table of mean values

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
0.01	0.45	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	19.0
0.46		(±0.00E+00)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
0.46	0.56	1.62E-09	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	2.1	0.1	0.6	19.0
1.02		(±3.79E-09)	(±1.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.5)	(±1.3)	(±0.1)	(±0.3)	(±0.0)
1.02	0.50	4.87E-08	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	5.3	11.7	0.4	1.9	19.0
1.52		(±3.70E-08)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.7)	(±0.6)	(±2.5)	(±0.1)	(±0.4)	(±0.0)
1.52	5.70	1.47E-08	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9	11.4	19.6	0.3	1.3	19.0
7.22		(±4.37E-08)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±3.3)	(±8.0)	(±16.2)	(±0.2)	(±0.9)	(±0.0)
7.22	1.74	3.32E-06	15.5	64.9	41.2	36.3	79.3	76.1	0.0	0.0	0.0	19.0
8.96		(±4.05E-06)	(±4.4)	(±5.2)	(±4.5)	(±0.7)	(±44.5)	(±10.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
8.96	1.82	2.01E-08	5.1	0.0	0.0	0.0	6.5	31.1	56.2	0.5	2.2	19.0
10.78		(±5.73E-08)	(±1.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±6.7)	(±6.0)	(±19.4)	(±0.2)	(±0.8)	(±0.0)
10.78	3.00	5.57E-06	21.8	75.8	40.9	35.7	132.7	93.8	0.0	0.0	0.0	19.0
13.78		(±5.43E-06)	(±5.6)	(±12.9)	(±6.7)	(±1.0)	(±49.2)	(±16.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
13.78	2.25	2.72E-08	8.7	0.0	0.0	0.0	14.4	55.9	95.9	0.6	2.8	19.0
16.03		(±6.44E-08)	(±2.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±12.6)	(±12.8)	(±39.3)	(±0.3)	(±1.2)	(±0.0)
16.03	0.74	1.64E-06	20.1	78.2	34.6	34.6	100.8	95.3	0.0	0.0	0.0	19.0
16.77		(±1.31E-06)	(±3.7)	(±6.0)	(±3.4)	(±0.5)	(±47.0)	(±9.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
16.77	1.08	1.17E-08	9.0	0.0	0.0	0.0	12.0	56.9	97.1	0.5	2.4	19.0
17.85		(±2.49E-08)	(±2.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±11.4)	(±16.9)	(±49.4)	(±0.3)	(±1.2)	(±0.0)
17.85	2.48	4.60E-07	17.5	75.4	28.4	33.5	62.3	90.2	0.0	0.0	0.0	19.0
20.33		(±3.83E-07)	(±4.0)	(±11.4)	(±2.5)	(±0.9)	(±23.0)	(±17.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)

Summary table of mean values

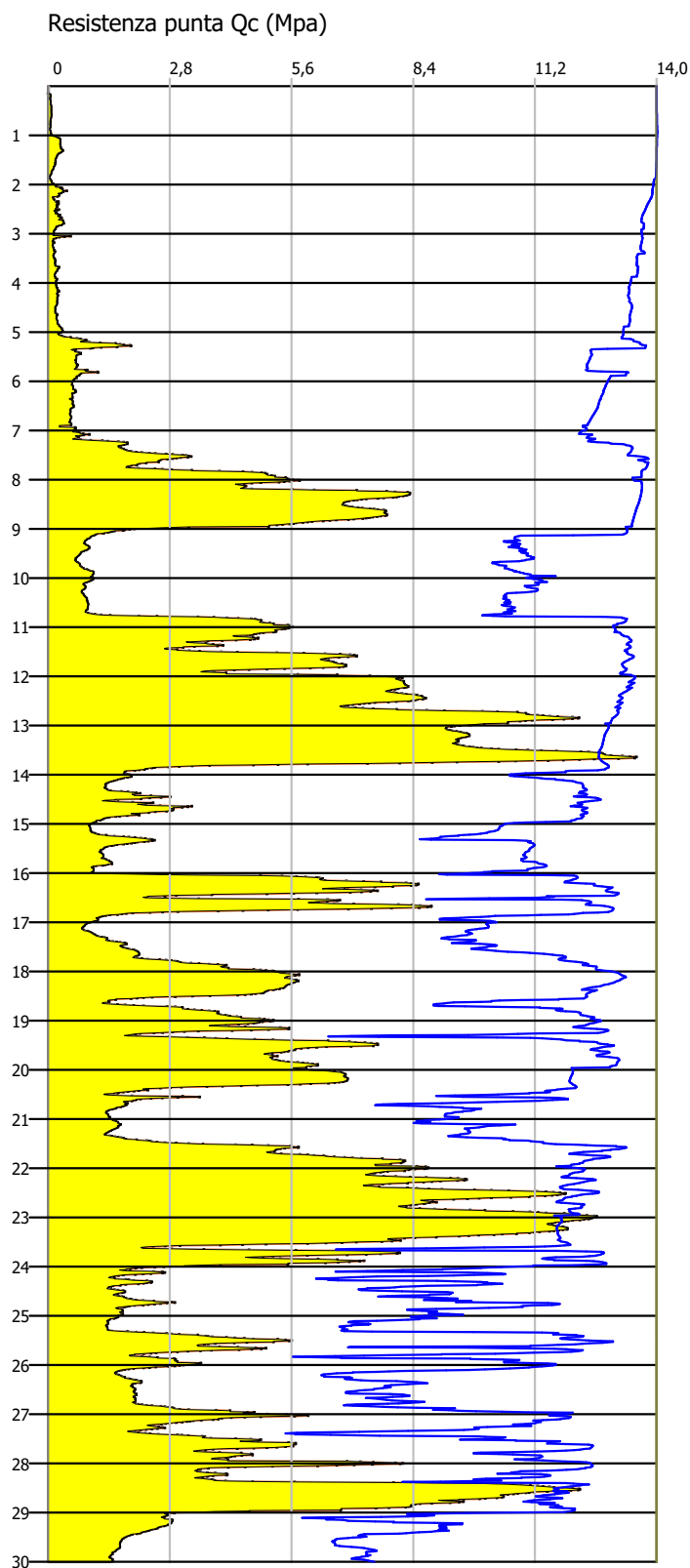
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
20.33	1.18	5.66E-09	10.4	0.0	0.0	0.0	11.3	68.4	105.9	0.5	2.2	19.0
21.51		(±1.09E-08)	(±1.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±9.6)	(±9.0)	(±39.2)	(±0.2)	(±0.8)	(±0.0)
21.51	1.88	1.62E-06	28.6	106.1	35.0	35.0	148.3	132.5	0.0	0.0	0.0	19.0
23.39		(±1.17E-06)	(±5.1)	(±13.7)	(±4.8)	(±0.8)	(±66.9)	(±17.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
23.39	5.00	7.08E-08	15.2	0.0	0.0	0.0	31.5	90.4	171.2	0.6	3.0	19.0
28.39		(±1.69E-07)	(±5.1)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±28.8)	(±24.0)	(±83.8)	(±0.3)	(±1.4)	(±0.0)
28.39	0.56	1.74E-06	30.7	111.5	32.9	33.9	169.8	139.7	0.0	0.0	0.0	19.0
28.95		(±7.71E-07)	(±3.8)	(±11.8)	(±3.3)	(±0.8)	(±60.6)	(±14.7)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)
28.95	0.52	1.54E-08	14.8	0.0	0.0	0.0	18.9	93.2	155.7	0.5	2.4	19.0
29.47		(±4.49E-08)	(±1.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±13.0)	(±8.2)	(±31.5)	(±0.1)	(±0.5)	(±0.0)
29.47	0.38	8.08E-10	11.4	0.0	0.0	0.0	5.0	74.9	86.5	0.3	1.3	19.0
29.85		(±1.14E-10)	(±0.5)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.8)	(±3.1)	(±7.0)	(±0.0)	(±0.1)	(±0.0)

Depth values presented in this table are measured from free ground surface

Probe CPTU - Piezocone PS2
Strumento utilizzato PAGANI 200 kN (CPTU)

Committente: Comune di Venezia
Cantiere: Venezia Rive
Località: Riva Sette Martiri

Data: 04/02/2022



Interpretazione Stratigrafica (Robertson 1990 - A)

1	0.00	Prescavo
	480 cm	
	480,0	
2	240 cm	Limi argillosi - Argille Limose
	720,0	
3	190 cm	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
	910,0	
4		Argille - Argille limose
	1070,0	
5	310 cm	Sabbie - Sabbie limose
	1380,0	
6	220 cm	Argille - Argille limose
	1600,0	
7		Sabbie limose - Limi Sabbiosi
	1680,0	
8		Argille - Argille limose
	1750,0	
9	280 cm	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
	2030,0	
10		Argille - Argille limose
	2150,0	
11	250 cm	Sabbie limose - Limi Sabbiosi
	2400,0	
12	430 cm	Limi argillosi - Argille Limose
	2830,0	
13		Sabbie - Sabbie limose
	2900,0	
14		Argille - Argille limose
	3000,0	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	4,80	C	0,0	0,0	0,0	0,0	<0.5	0,0	0,0	--	--	--	0,0
2	7,20	C	30,4	19,5	3,2	8,4	<0.5	17,2	17,9	--	--	--	196,66
3	9,10	I	--	--	7,0	29,1	<0.5	18,6	21,6	<5	33,1	11,7	334,21
4	10,70	C	42,2	25,7	4,0	10,3	<0.5	17,6	18,4	--	--	--	229,77
5	13,80	I	--	--	11,3	38,9	<0.5	18,6	21,6	<5	33,7	18,8	399,83
6	16,00	C	81,4	51,3	4,7	15,3	1,1	18,8	19,5	--	--	--	279,29
7	16,80	I	--	--	9,0	33,9	<0.5	18,6	21,6	<5	31,3	15,0	393,85
8	17,50	C	59,8	33,3	4,6	12,7	0,6	18,0	18,8	--	--	--	270,58
9	20,30	I	--	--	6,8	28,6	<0.5	18,6	21,6	<5	29,3	11,4	374,45
10	21,50	C	91,2	54,3	4,4	16,4	0,8	18,8	19,6	--	--	--	302,51
11	24,00	I	--	--	12,4	41,2	<0.5	18,6	21,6	<5	31,5	20,6	446,21
12	28,30	C	142,2	88,2	5,7	21,5	0,6	19,6	20,4	--	--	--	340,71
13	29,00	I	--	--	13,2	42,8	<0.5	18,6	21,6	<5	30,9	22,0	467,62
14	30,00	C	101,0	55,1	4,0	17,5	0,6	18,9	19,7	--	--	--	327,00

ALLEGATO 3

SEZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Riva Sette Martiri



GE GROUND ENGINEERING SRL
Sede legale: via Villa 5/C - 30010 Campolongo Maggiore (VE)
Sede operativa: via Spagna 6 - 35010 Vigonza (PD)
Tel 0499703506 - e-mail info@ground-eng.com

COMMITTENTE
Comune di Venezia

INTERVENTO
Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 - C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree

Riva Sette Martiri

TITOLO
Sezione geologica e geotecnica A-A'

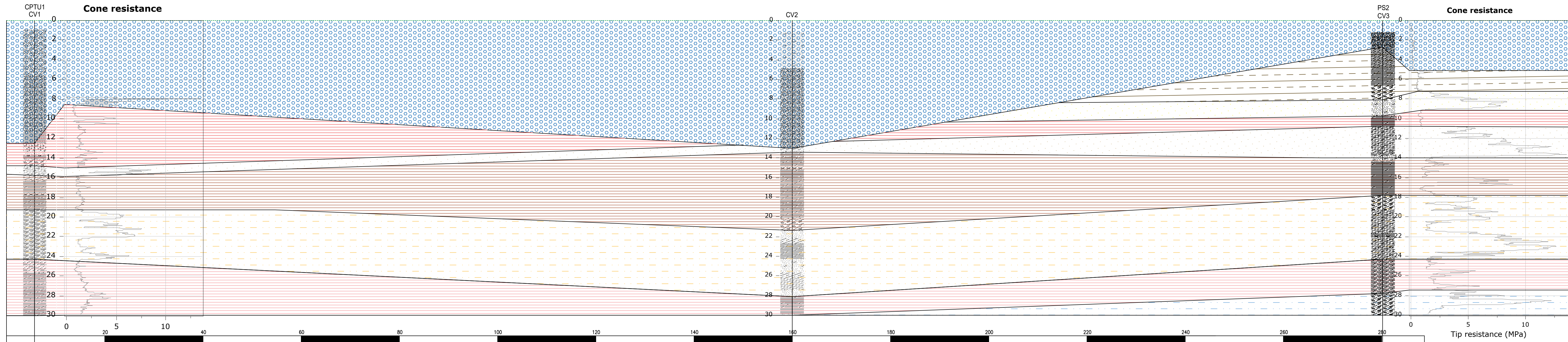
DATA
Febbraio 2022

SCALA
↑ 1:200
→ 1:400

TAVOLA
1

SEZIONE A-A'

DISTANZE PROGRESSIVE [m]	0.00	5.70	160.0	280.5	285.0
DISTANZE PARZIALI [m]	5.7	154.3	120.5	7.5	



LEGENDA

- Strato 1: Riporto
- Strato 2: Argille e limi
- Strato 3: Sabbie e sabbie limose
- Strato 4: Argilla limosa con livelli organici
- Strato 5: Sabbia limosa e limo sabbioso
- Strato 6: Argilla limosa con intercalazioni di limo argilloso e livelli organici
- Strato 7: Sabbia limosa e limo sabbioso
- Strato 8: Argilla limosa con intercalazioni di limo argilloso e livelli organici
- Strato 9: Sabbia con limo e argilla

ALLEGATO 4

CERTIFICATI DELLE PROVE DI CARICO SU PIASTRA

CERTIFICATO N° 017-22

pag.

emesso il **04/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **03/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC1

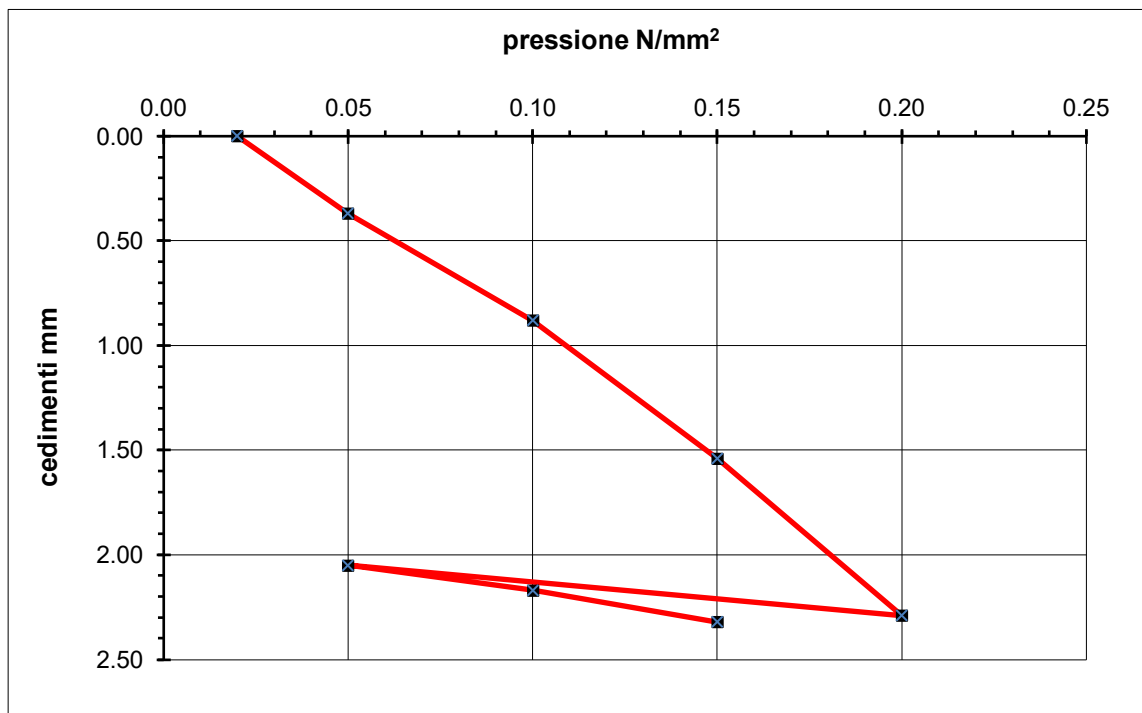
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **25.64** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.06	-0.14	-0.03	0.00	0
0.51	0.05	-0.36	-0.62	-0.37	0.37	4
1.02	0.10	-0.75	-1.31	-0.82	0.88	4
1.53	0.15	-1.24	-1.89	-1.71	1.54	4
2.04	0.20	-1.75	-2.55	-2.81	2.29	4
0.51	0.05	-1.65	-2.19	-2.53	2.05	4
1.02	0.10	-1.69	-2.35	-2.69	2.17	4
1.53	0.15	-1.79	-2.58	-2.83	2.32	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

CERTIFICATO N° 018-22

pag.

emesso il **04/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **03/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC2

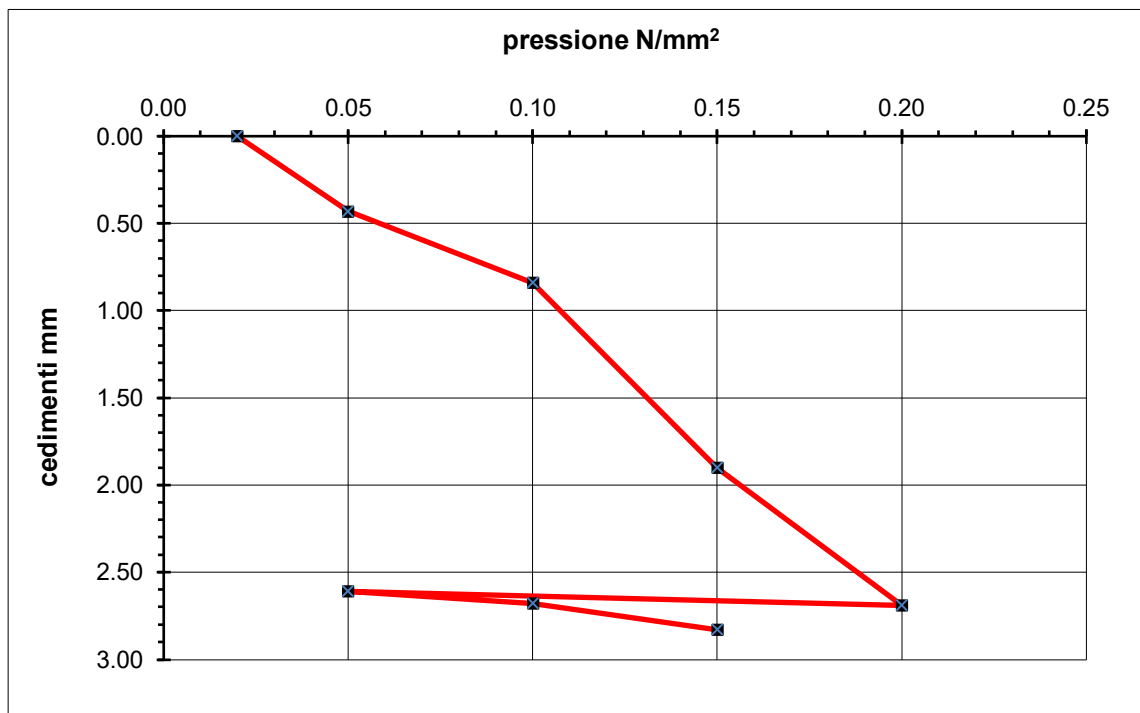
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **20.41** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.33	-0.29	-0.31	0.00	0
0.51	0.05	-0.80	-0.70	-0.72	0.43	4
1.02	0.10	-1.19	-1.11	-1.15	0.84	4
1.53	0.15	-2.24	-2.16	-2.23	1.90	4
2.04	0.20	-2.96	-2.97	-3.07	2.69	4
0.51	0.05	-2.90	-2.85	-3.02	2.61	4
1.02	0.10	-2.97	-2.91	-3.08	2.68	4
1.53	0.15	-3.16	-3.11	-3.15	2.83	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

CERTIFICATO N° 019-22

pag.

emesso il **04/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **03/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC3

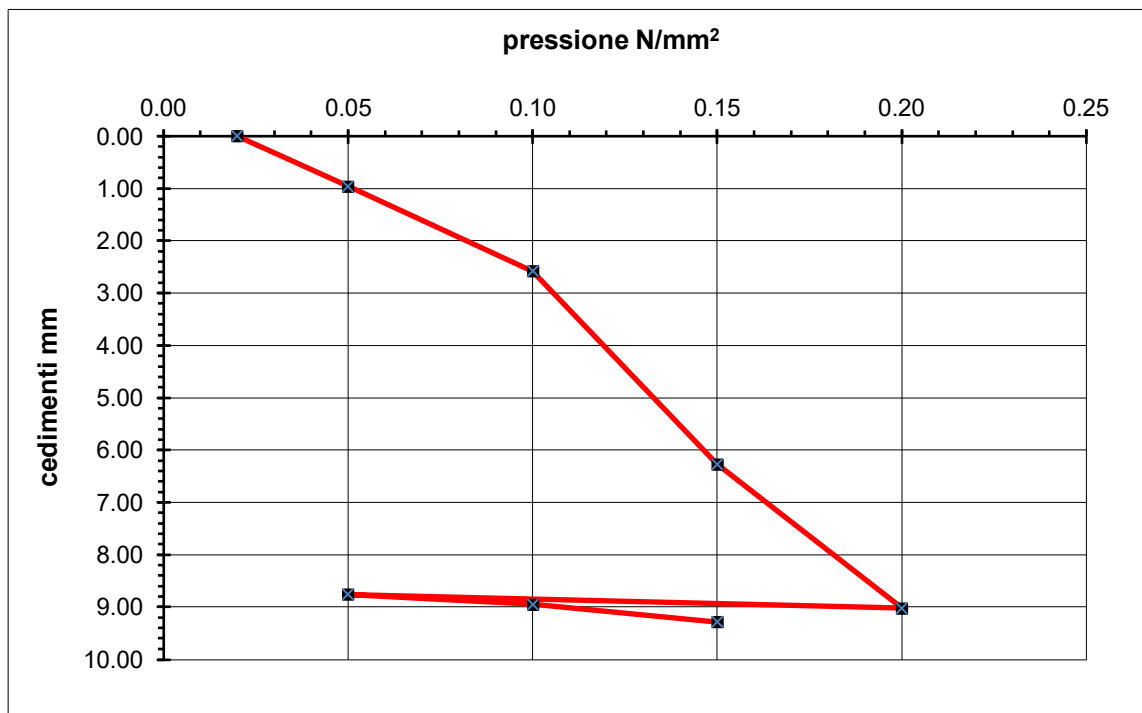
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **5.65** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.07	-0.10	-0.02	0.00	0
0.51	0.05	-0.99	-1.05	-1.04	0.96	4
1.02	0.10	-2.58	-2.71	-2.65	2.58	4
1.53	0.15	-6.29	-7.85	-4.86	6.27	4
2.04	0.20	-11.42	-9.04	-6.80	9.02	4
0.51	0.05	-11.04	-9.03	-6.40	8.76	4
1.02	0.10	-11.34	-9.10	-6.60	8.95	4
1.53	0.15	-11.82	-9.15	-7.05	9.28	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

CERTIFICATO N° 020-22

pag.

emesso il **05/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **04/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC4

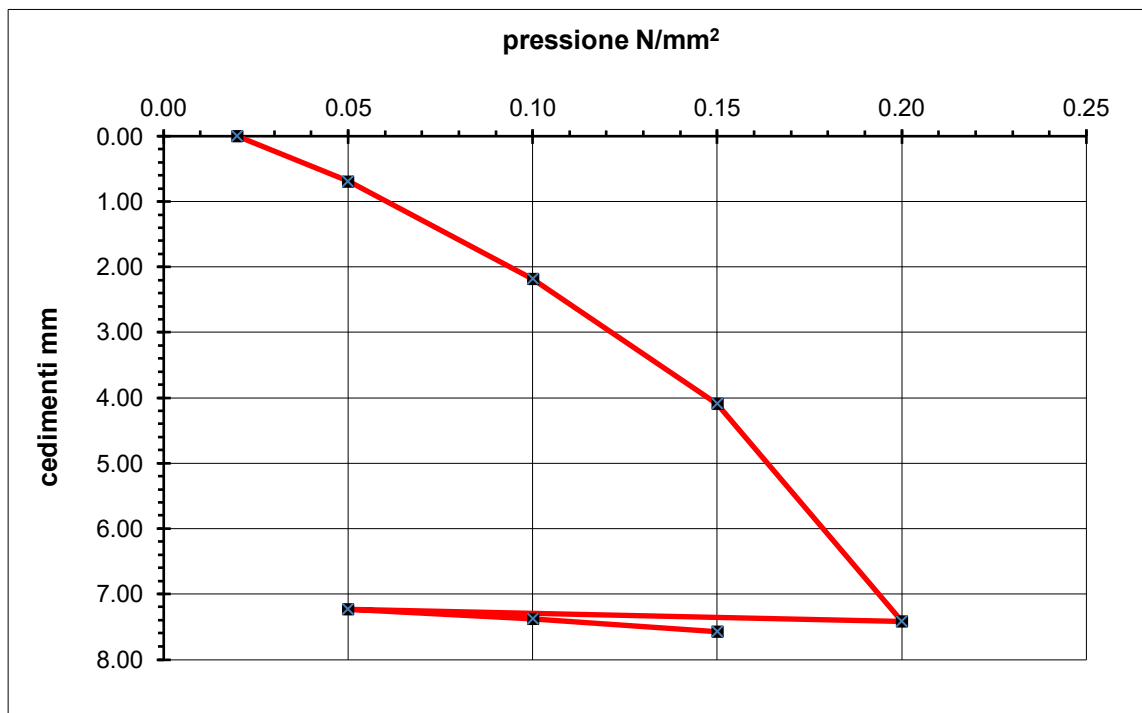
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **8.82** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.65	-0.71	-0.65	0.00	0
0.51	0.05	-1.26	-1.43	-1.38	0.69	4
1.02	0.10	-2.68	-2.99	-2.89	2.18	4
1.53	0.15	-4.51	-4.99	-4.77	4.09	4
2.04	0.20	-7.76	-8.49	-8.02	7.42	4
0.51	0.05	-7.63	-8.22	-7.85	7.23	4
1.02	0.10	-7.76	-8.46	-7.93	7.38	4
1.53	0.15	-7.91	-8.66	-8.16	7.57	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

CERTIFICATO N° 021-22

pag.

emesso il **05/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **04/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC5

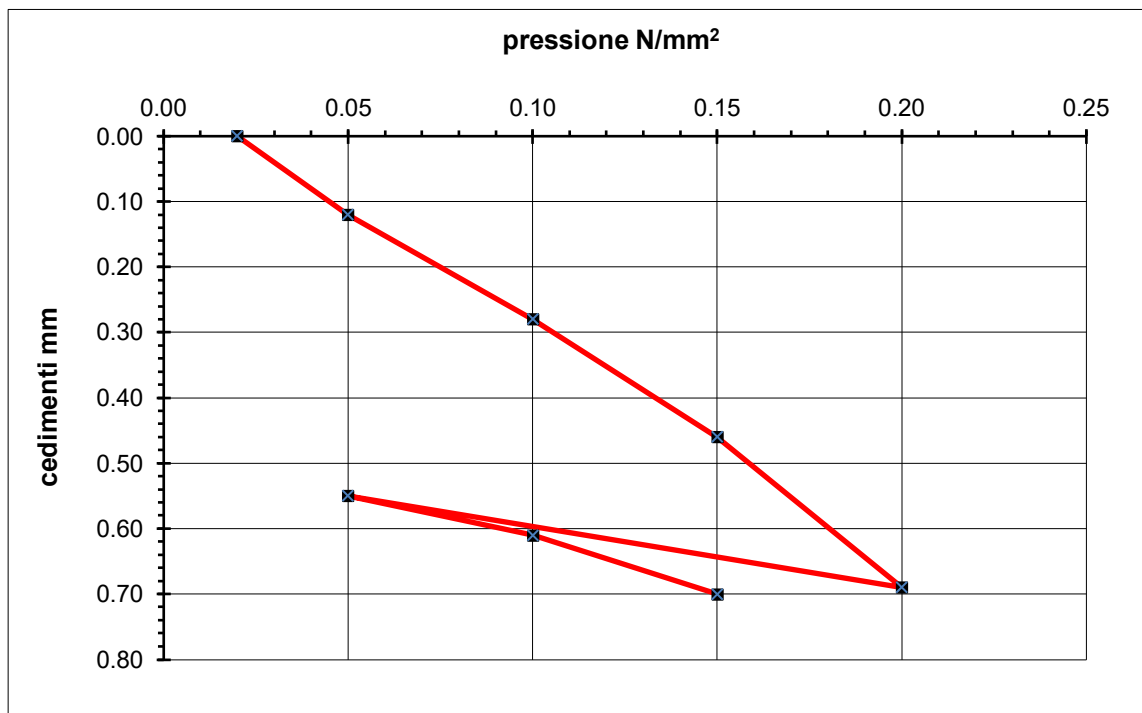
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **88.24** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.12	-0.09	-0.04	0.00	0
0.51	0.05	-0.25	-0.23	-0.14	0.12	4
1.02	0.10	-0.40	-0.41	-0.28	0.28	4
1.53	0.15	-0.55	-0.61	-0.47	0.46	4
2.04	0.20	-0.72	-0.86	-0.75	0.69	4
0.51	0.05	-0.57	-0.71	-0.63	0.55	4
1.02	0.10	-0.63	-0.78	-0.68	0.61	4
1.53	0.15	-0.73	-0.87	-0.76	0.70	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

CERTIFICATO N° 022-22

pag.

emesso il **05/02/2022**

Verbale di Accettazione n.

data ricevimento campione

data prova **04/02/2022**

COMMITTENTE Comune di Venezia

CANTIERE Venezia- rive

VERBALE N.:

PROVA DI CARICO SU PIASTRA N° PC6

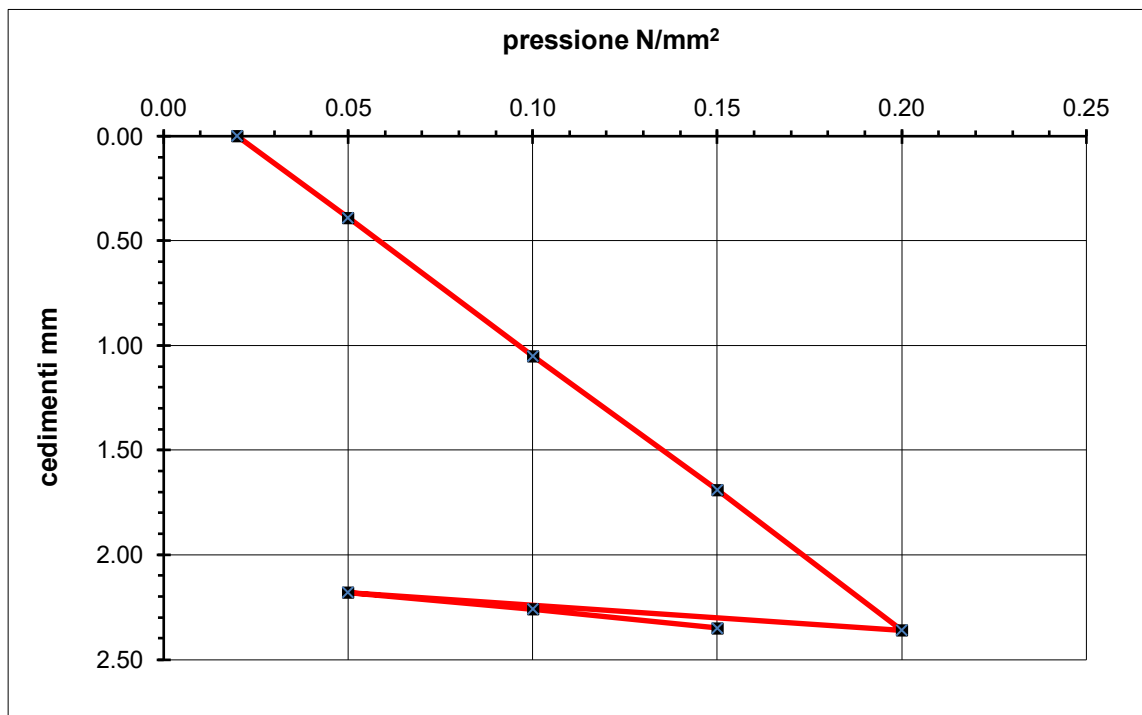
diametro piastra: **300** mm

UBICAZIONE: Riva Sette Martiri - Venezia

MATERIALE: corpo rilevato

Modulo di Deformazione tra 0,05 e 0,15 N/mm² = **23.08** N/mm²

carico		letture			cedimenti	tempo
kg/cm ²	N/mm ²	1	2	3	mm	min
0.20	0.02	-0.41	-0.26	-0.34	0.00	0
0.51	0.05	-0.81	-0.63	-0.74	0.39	4
1.02	0.10	-1.40	-1.27	-1.48	1.05	4
1.53	0.15	-2.05	-1.85	-2.19	1.69	4
2.04	0.20	-2.68	-2.48	-2.92	2.36	4
0.51	0.05	-2.41	-2.39	-2.76	2.18	4
1.02	0.10	-2.49	-2.46	-2.83	2.26	4
1.53	0.15	-2.70	-2.47	-2.89	2.35	4



norma di riferimento: CNR 146/92

Attrezzatura Controls mod. 35-T1171 - carico max.100 kN, manometro scala 0-50 kN, div. 250 N conforme alla norma BS 1377:9 e CNR N° 146 metodo B con tre comparatori.

ALLEGATO 5

REPORT DELL'INDAGINE MASW

MASW 1

Attività in sito:

- a) **Sismografo utilizzato:** sismografo Pasi GEA24
- b) **Numero geofoni:** 24, con frequenza propria 4.5 Hz. distanza geofonica 2.0 m;
- c) **Acquisizione** a 1000 Hz per 2 sec.
- d) **Numero profili:** 1;
- e) **Tiri:** n. 2
 - i. Tiro n. 1 eseguito - 5 metri dal geofono n. 1 con finestra di acquisizione pari a 2000 millisecondi
 - ii. Tiro n. 2 eseguito + 5 metri dal geofono n. 24 con finestra di acquisizione pari a 2000 millisecondi
- f) **Lunghezza singolo profilo:** 46.0 metri;
- g) **Sorgente utilizzata:** Mazza battente kg 8 con trigger (dispositivo per il comando di avvio della registrazione);
- h) **Energia utilizzata:** numero 3 colpi di mazza da 8 kg per tiro;

	ID	Name	Component	Start time	End time	Sampling frequency	Sampling period	N samples	Duration	Rec x	Rec y
1	25	R001	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	51	0
2	26	R002	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	49	0
3	27	R003	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	47	0
4	28	R004	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	45	0
5	29	R005	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	43	0
6	30	R006	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	41	0
7	31	R007	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	39	0
8	32	R008	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	37	0
9	33	R009	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	35	0
10	34	R010	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	33	0
11	35	R011	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	31	0
12	36	R012	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	29	0
13	37	R013	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	27	0
14	38	R014	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	25	0
15	39	R015	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	23	0
16	40	R016	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	21	0
17	41	R017	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	19	0
18	42	R018	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	17	0
19	43	R019	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	15	0
20	44	R020	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	13	0
21	45	R021	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	11	0
22	46	R022	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	9	0
23	47	R023	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	7	0
24	48	R024	Vertical	2022-01-26 14:24:41.000000	2022-01-26 14:24:43.000000	1000	0.001	2000	2.000000s	5	0

Figura 1 – Configurazione acquisizione

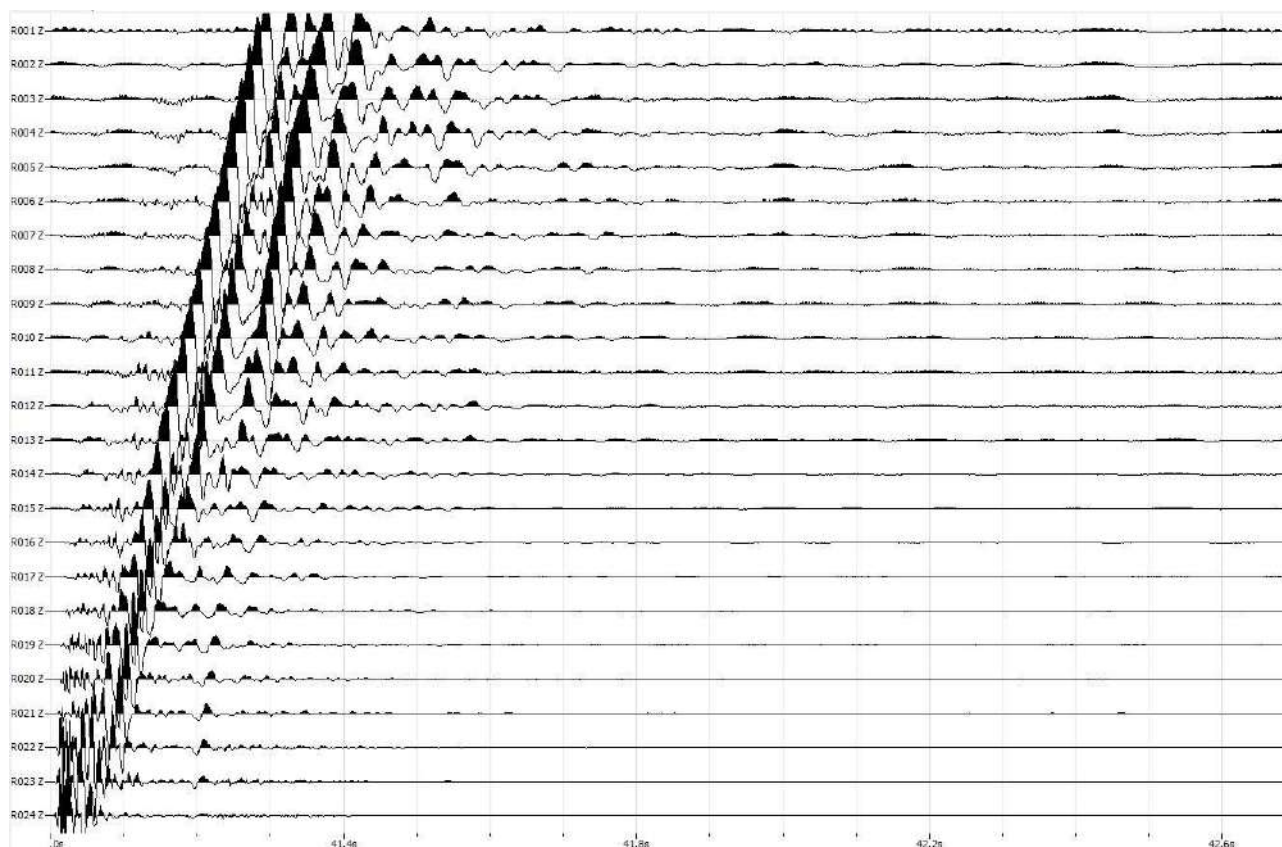


Figura 2 – Tracce sismiche acquisite dai geofoni – Trigger +5 m

(0.0 0.0 0.0) @ 14:24:41

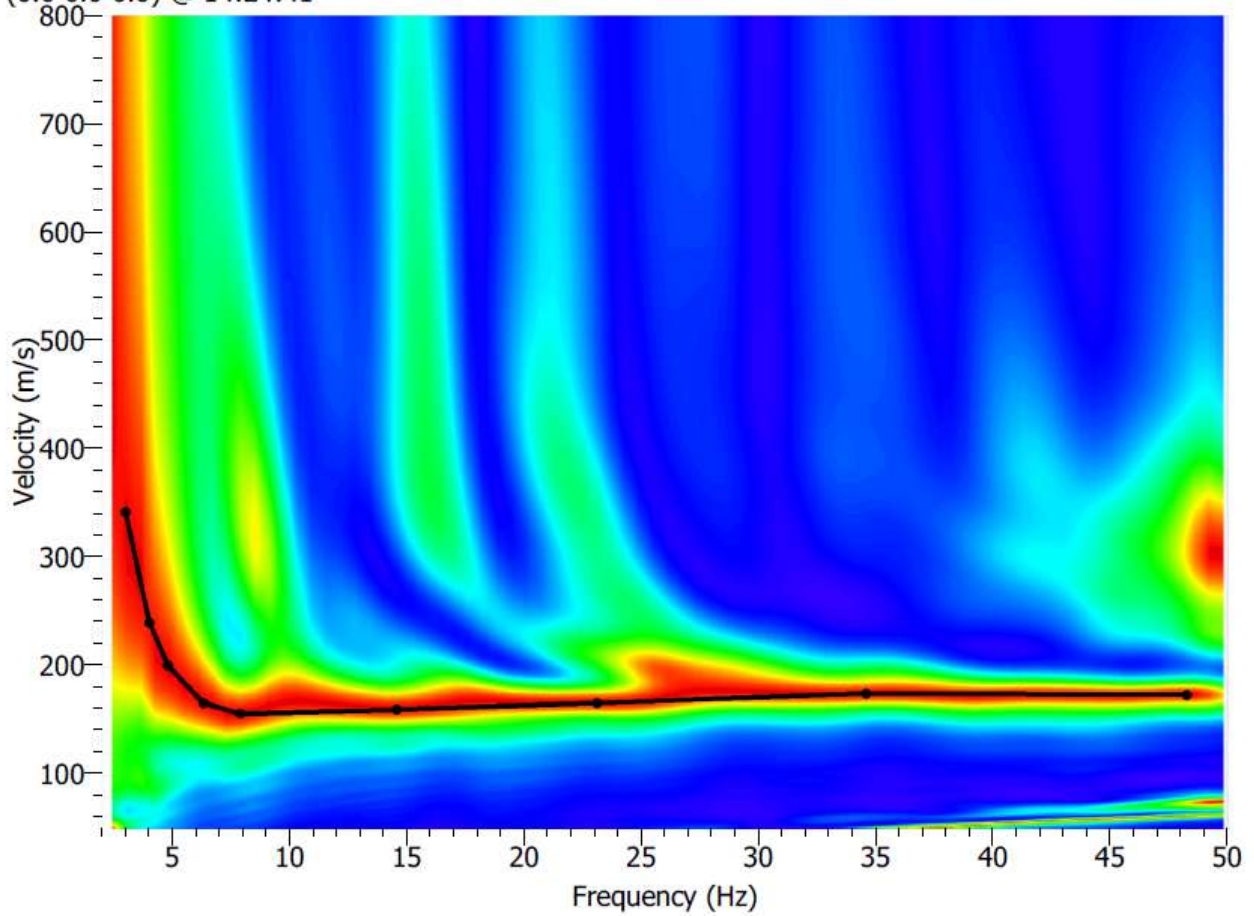


Figura 3 – Spettro Frequenza – Velocità di fase e picking della curva di dispersione

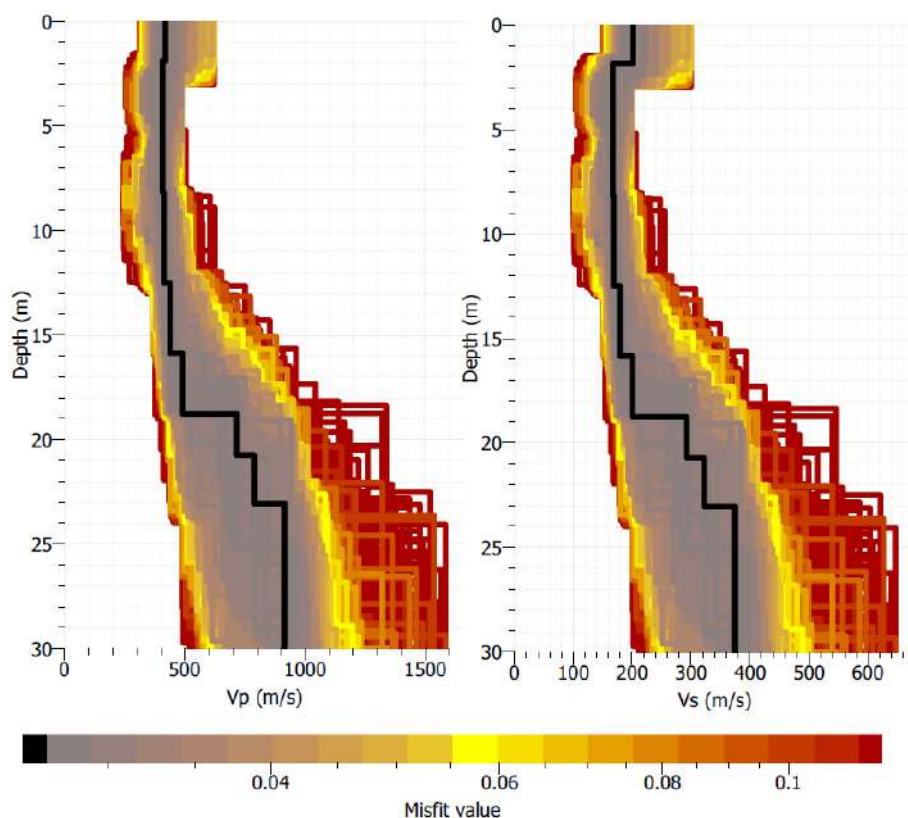


Figura 4 – Visualizzazione di tutti i profili elaborati. In nero il profilo di Vs che minimizza l'errore con le misure sperimentali

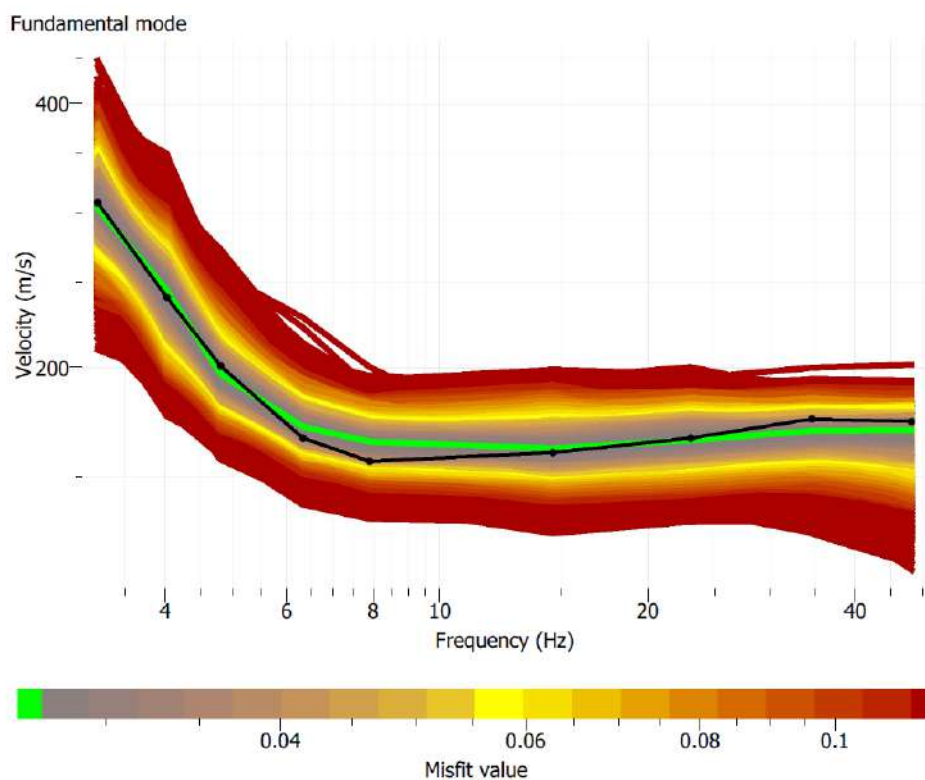


Figura 5 - Curva di dispersione sperimentale (in nero) e curve di dispersione numeriche del modello

Strato	Vs [m/s]	Spessore [m]	Profondità [m]
1	202	1.9	1.9
2	167	6.3	8.2
3	168	4.3	12.5
4	179	3.4	15.9
5	200	2.9	18.8
6	291	1.9	20.7
7	322	2.4	23.1
8	373	Inf.	Inf.

$V_{Seq} = 216 \text{ m/s}$

Suolo di tipo C

Tabella 1 – Modello di velocità delle onde S per il sito in esame

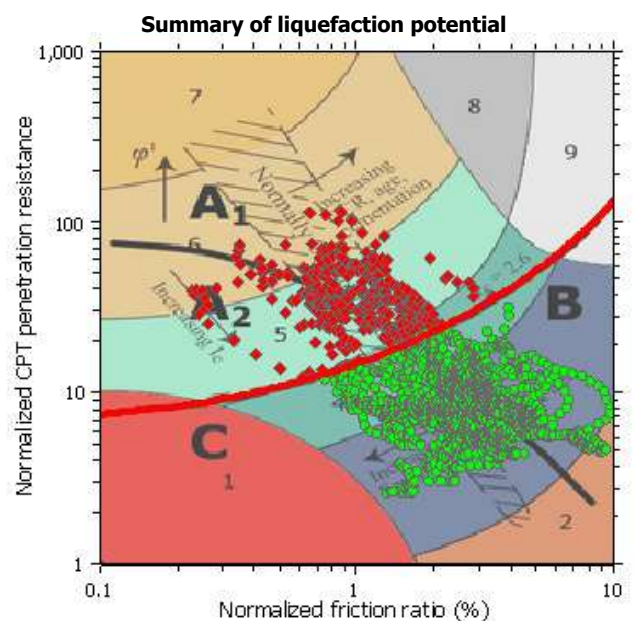
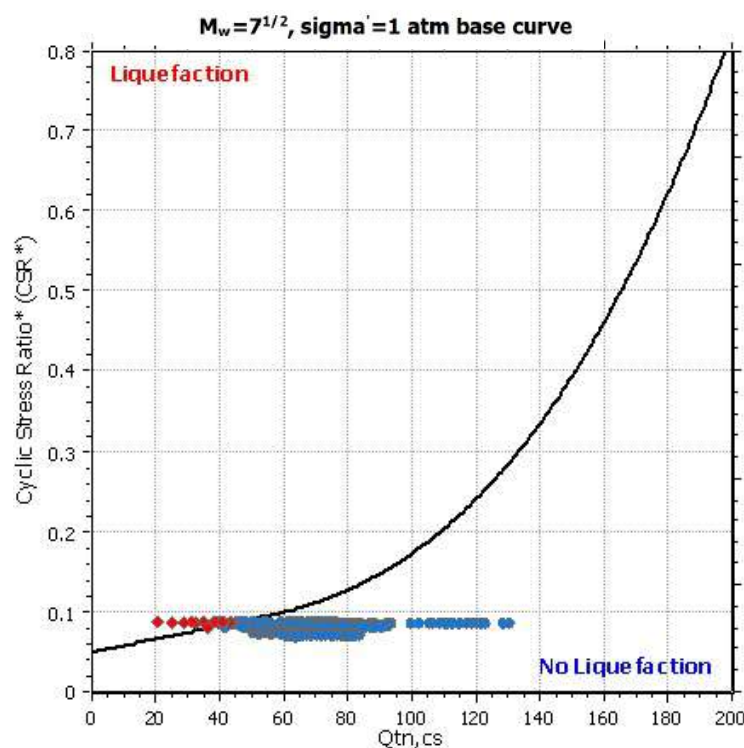
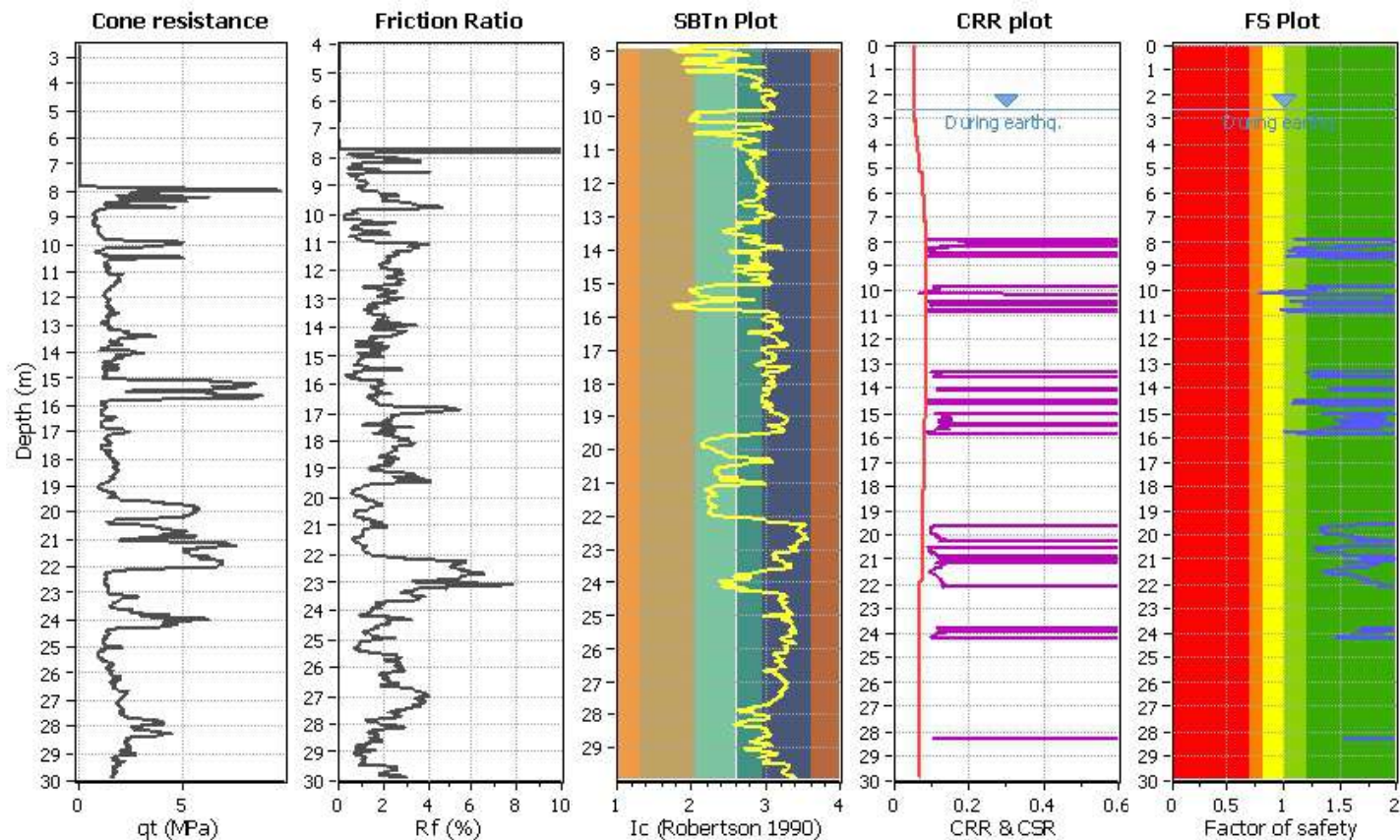
ALLEGATO 6

REPORT DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

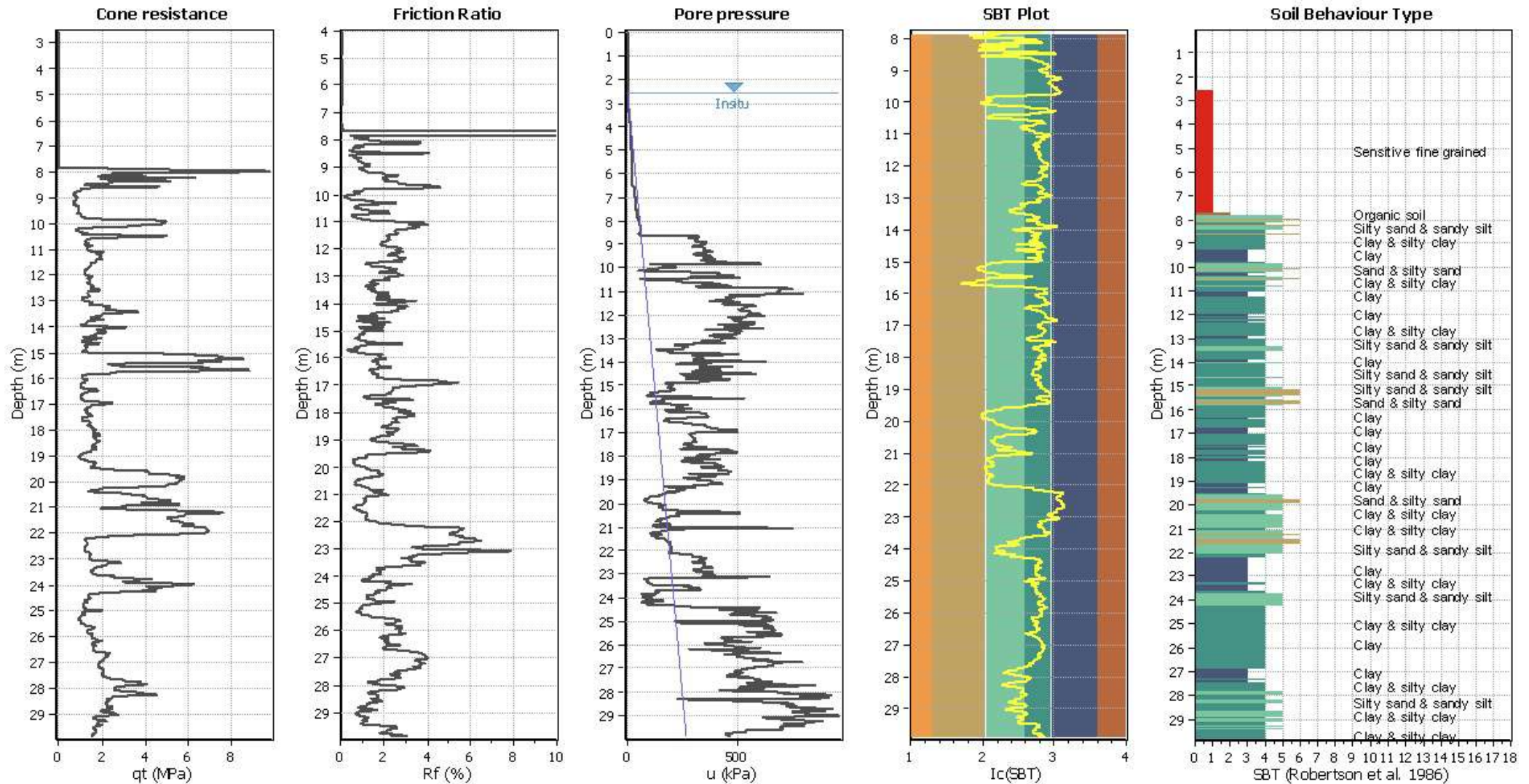
Project title : Venezia Rive
Location : Riva Sette Martiri
CPT file : Ps1
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.58 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.58 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

CPT basic interpretation plo



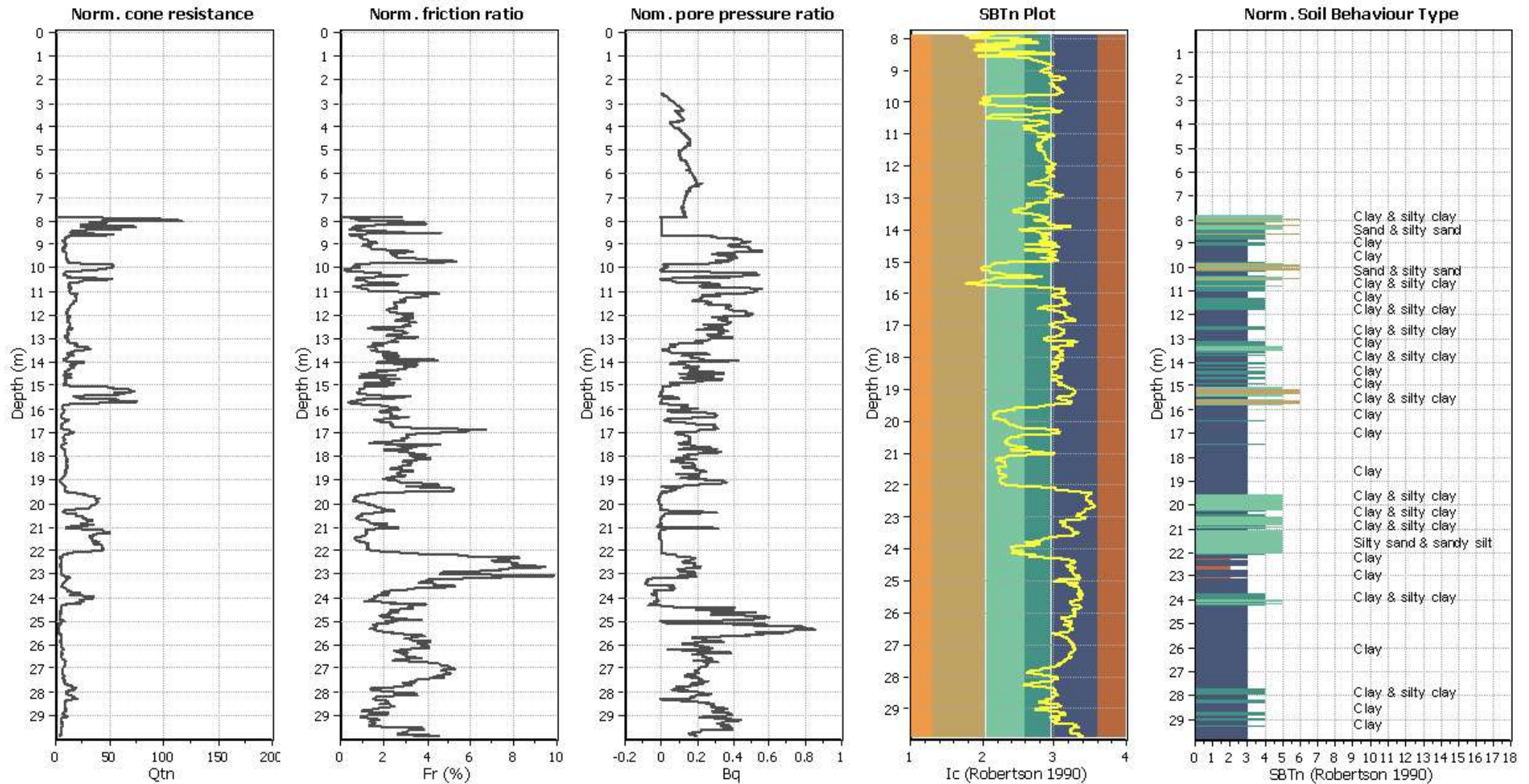
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPT basic interpretation plots (normaliz



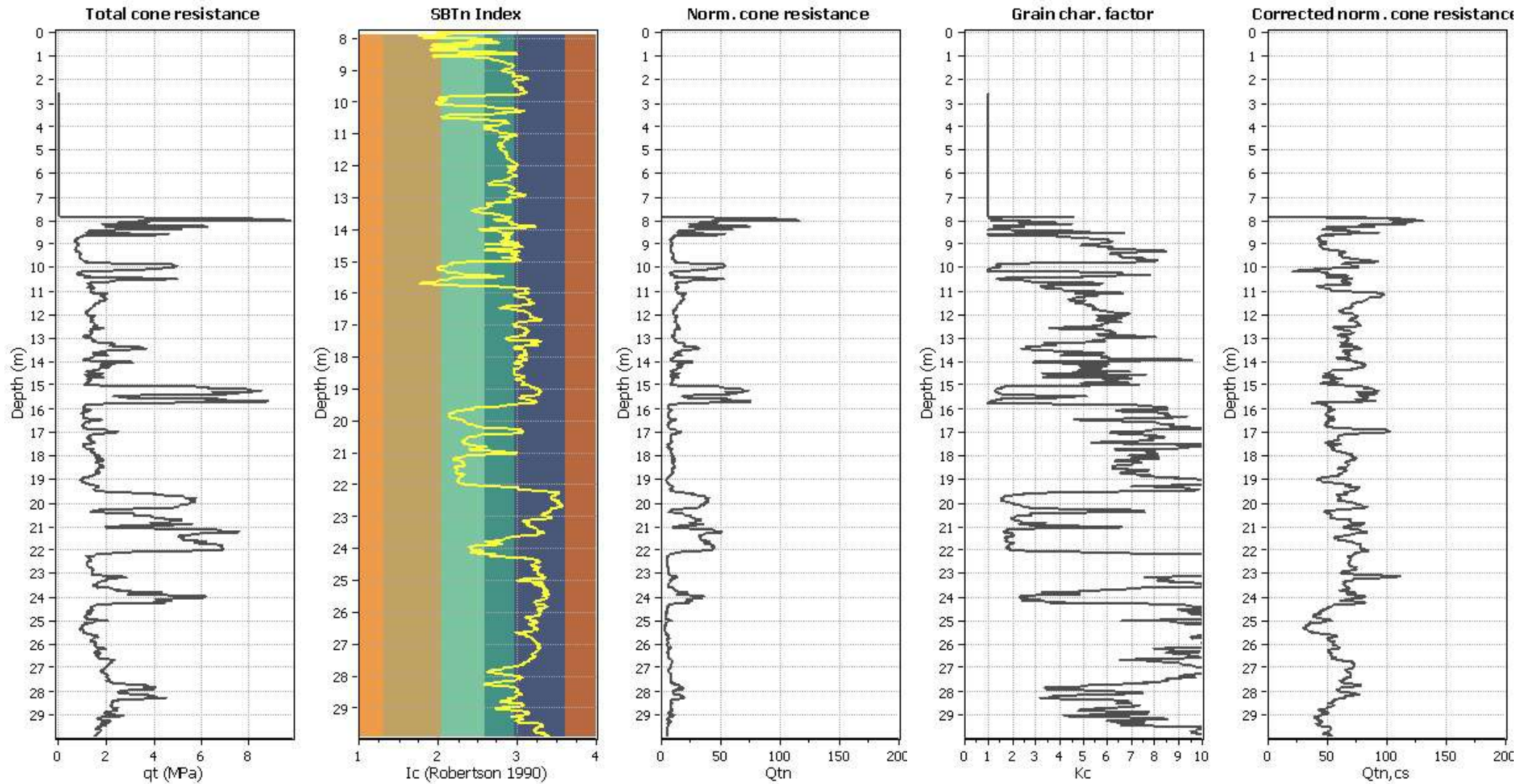
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBTn legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

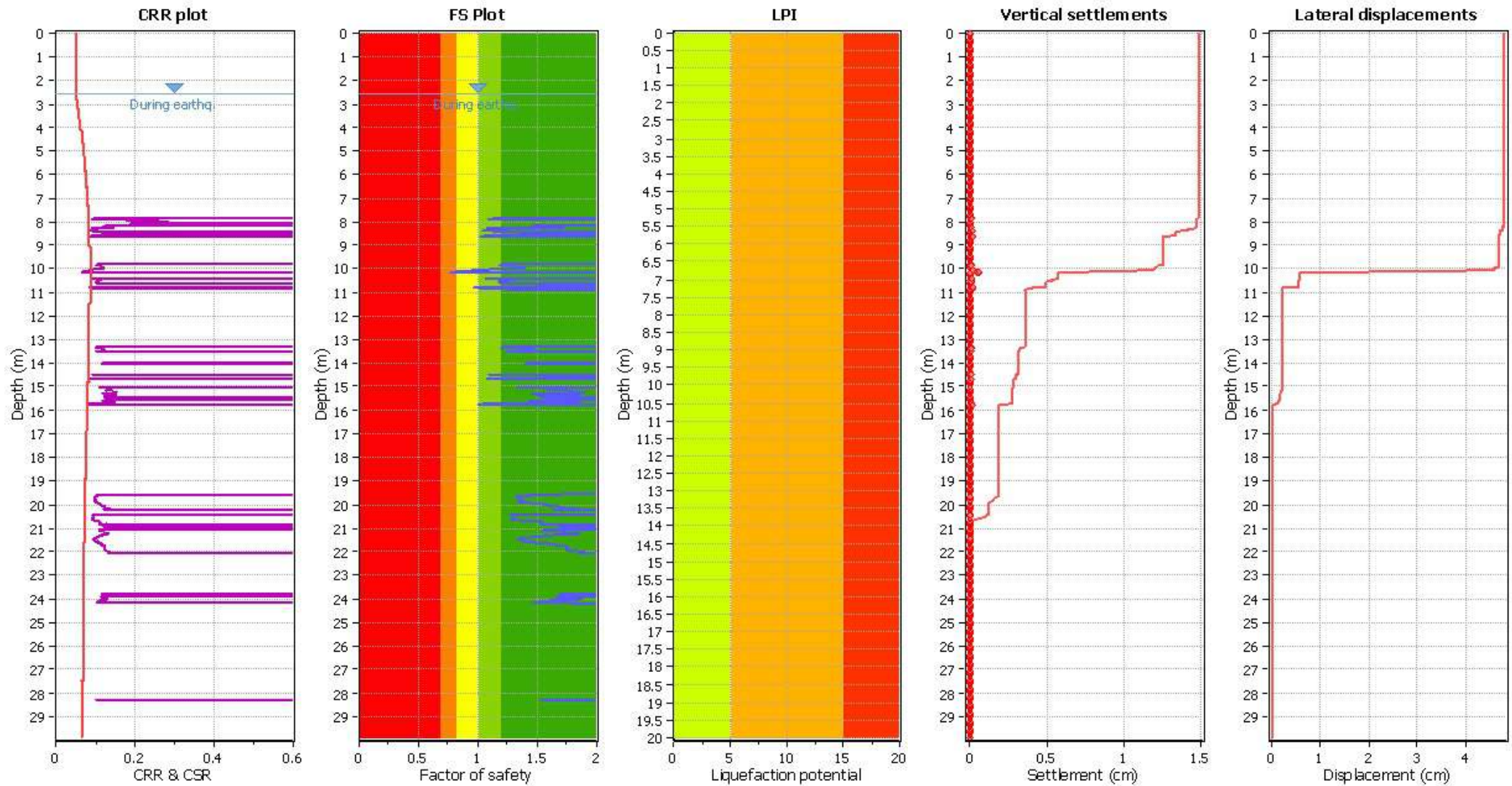
Liquefaction analysis overall plots (intermediate res)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plot



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

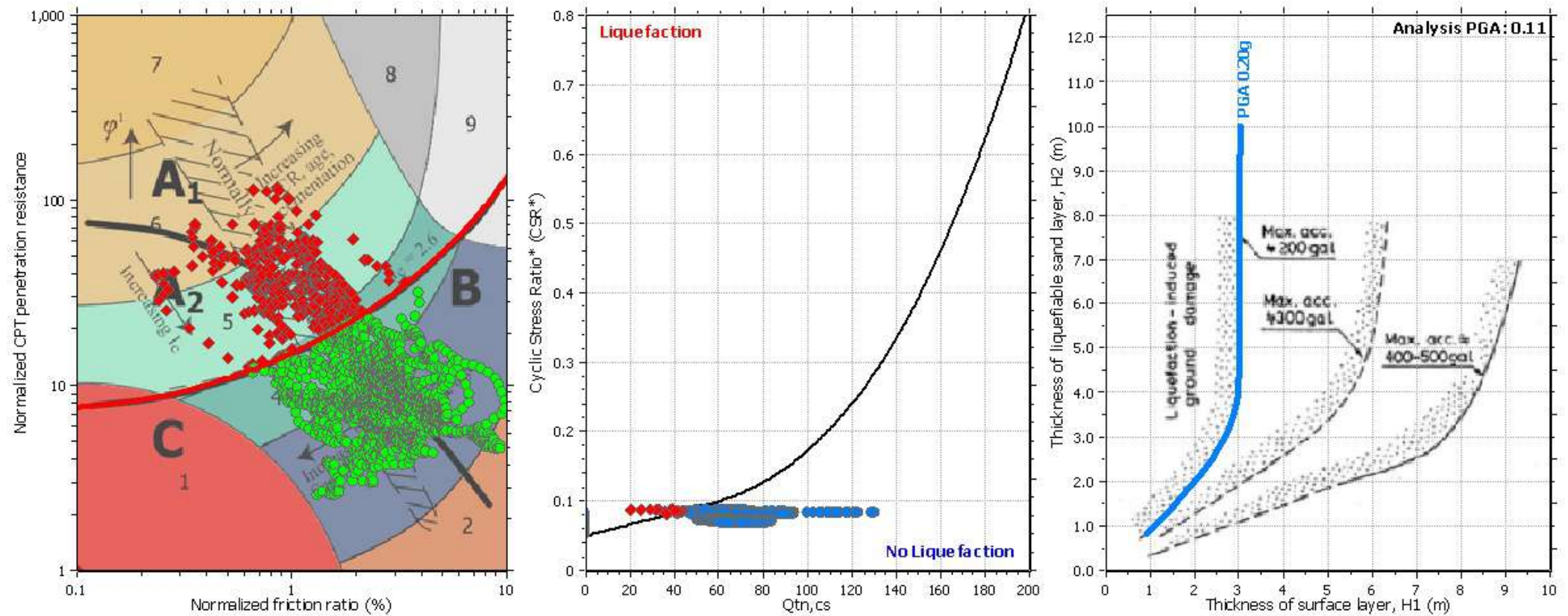
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

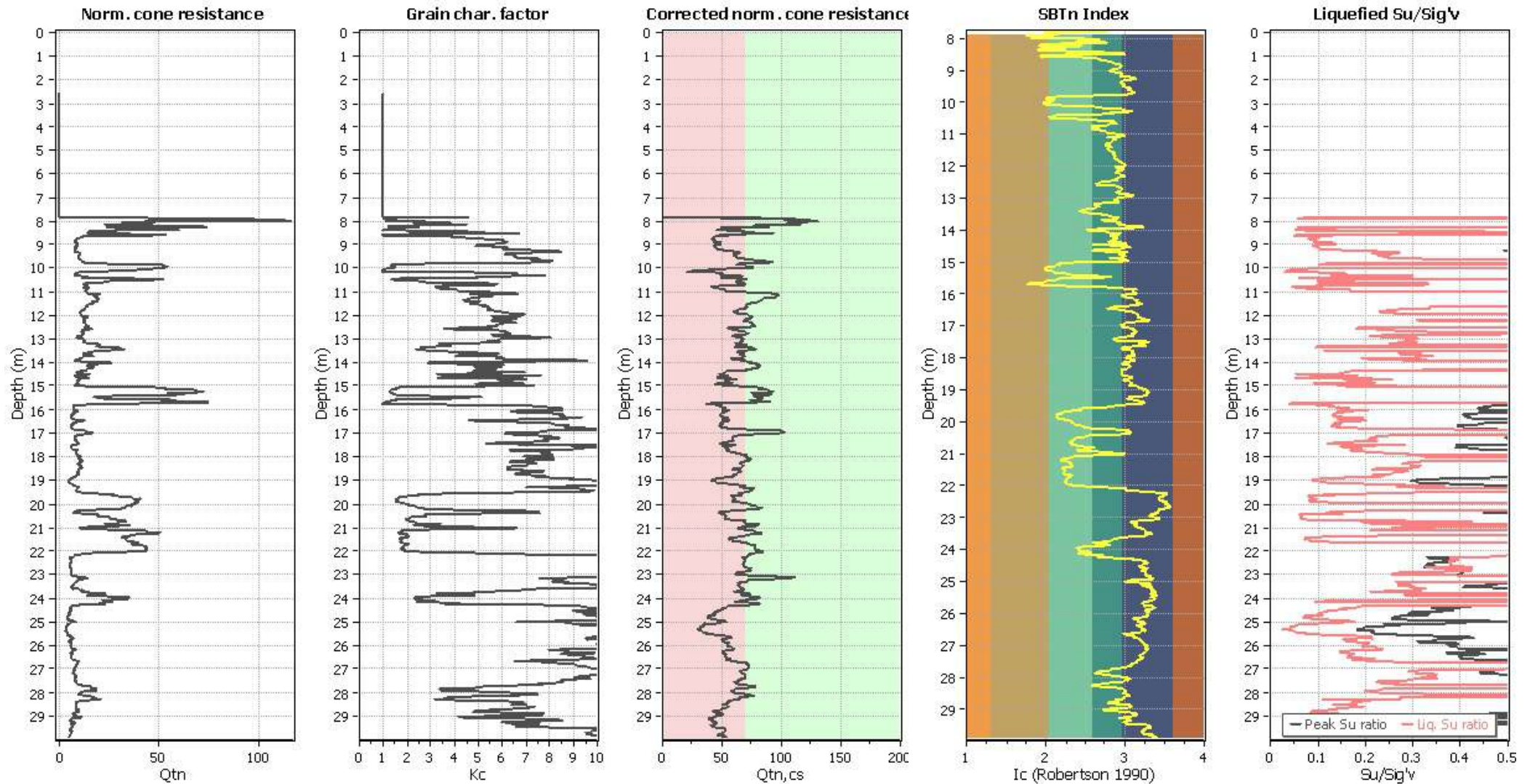
Liquefaction analysis summary plo



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



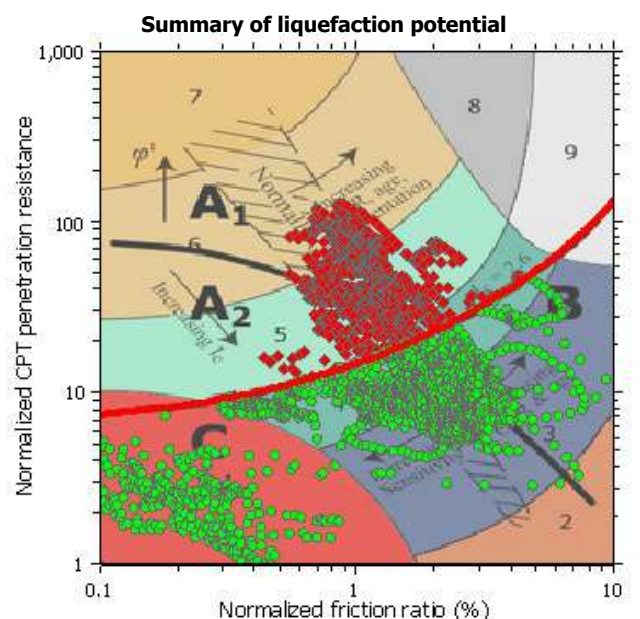
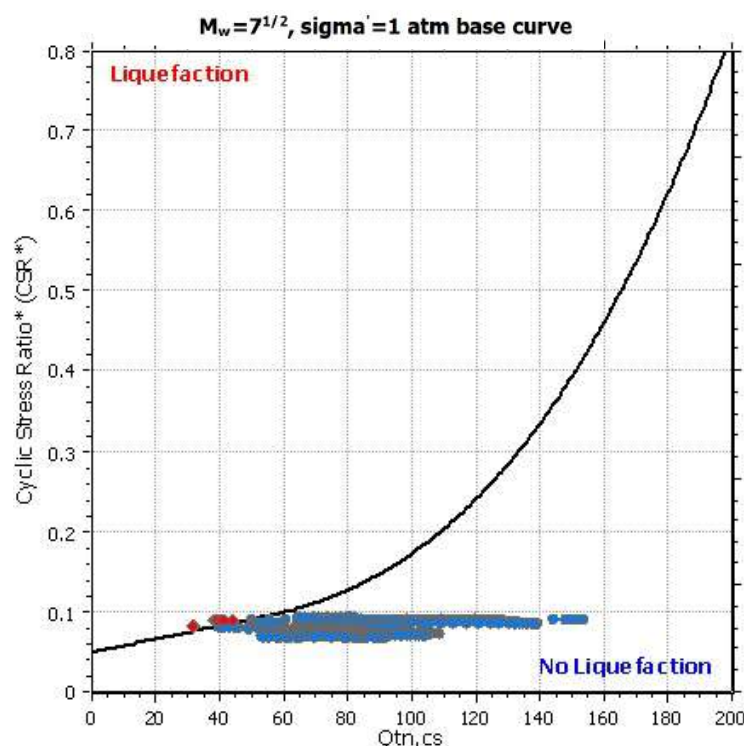
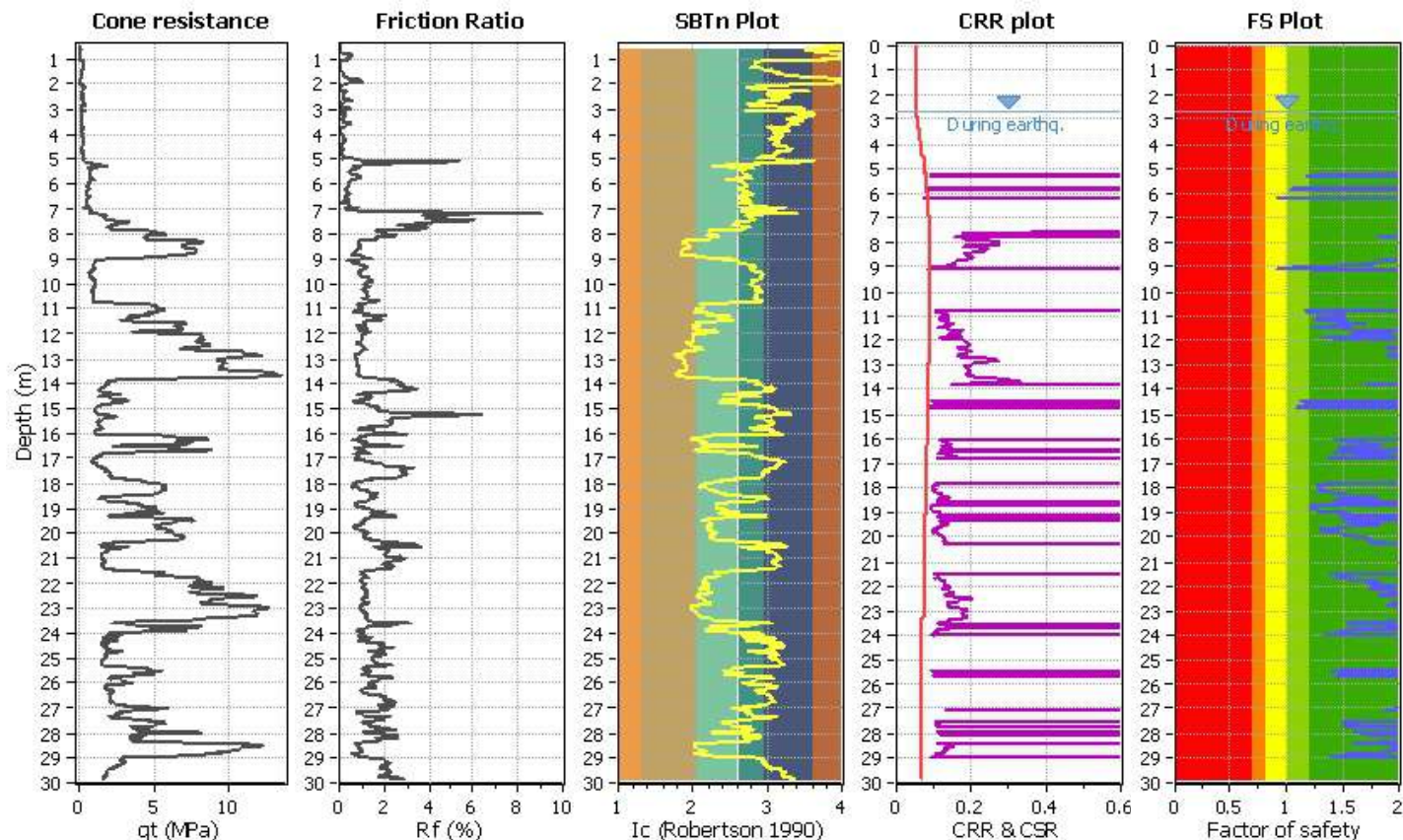
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.60	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

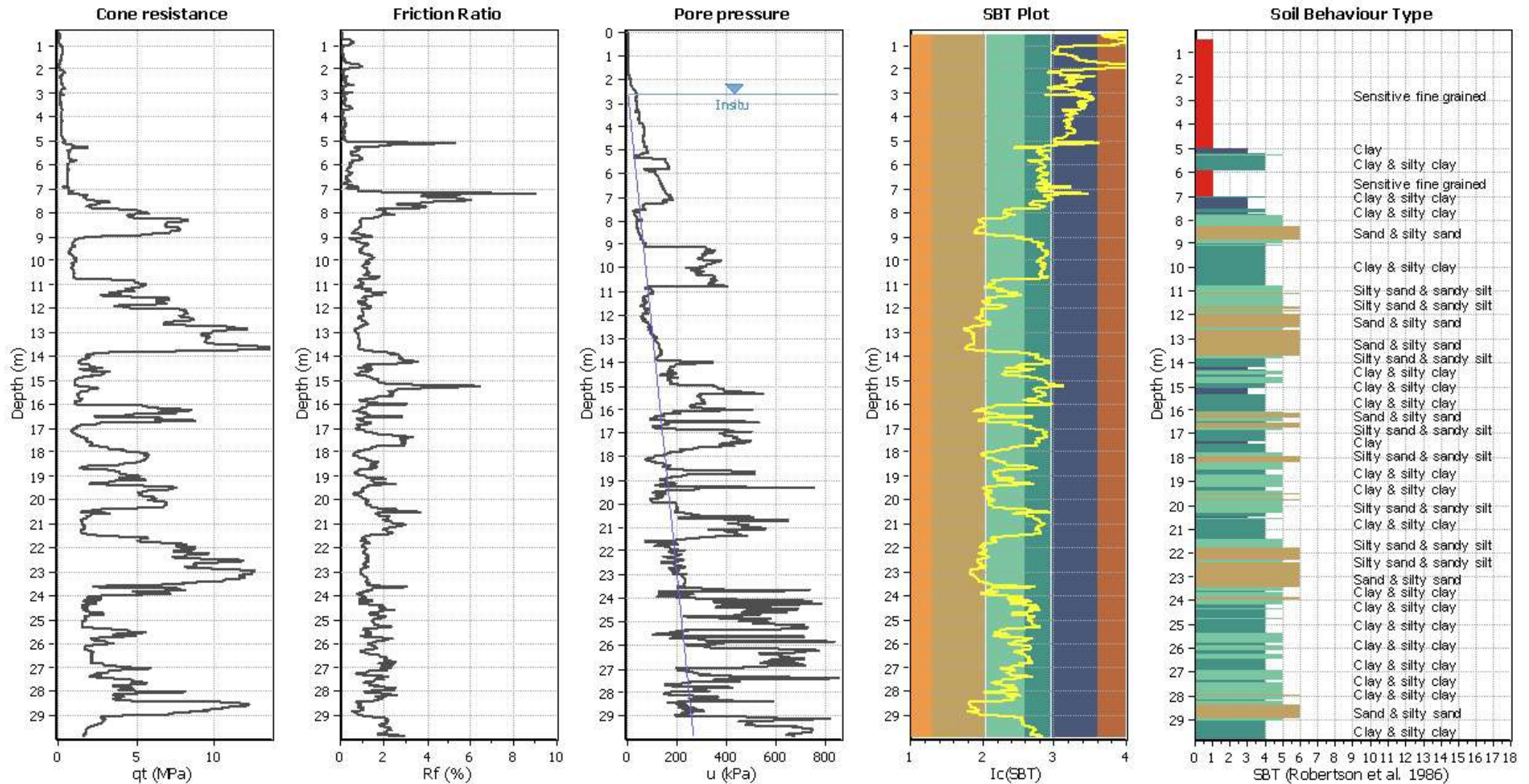
Project title : Venezia Rive
Location : Riva Sette Martiri
CPT file : Ps2
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.65 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.65 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_s applied:	Yes	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

CPT basic interpretation plo



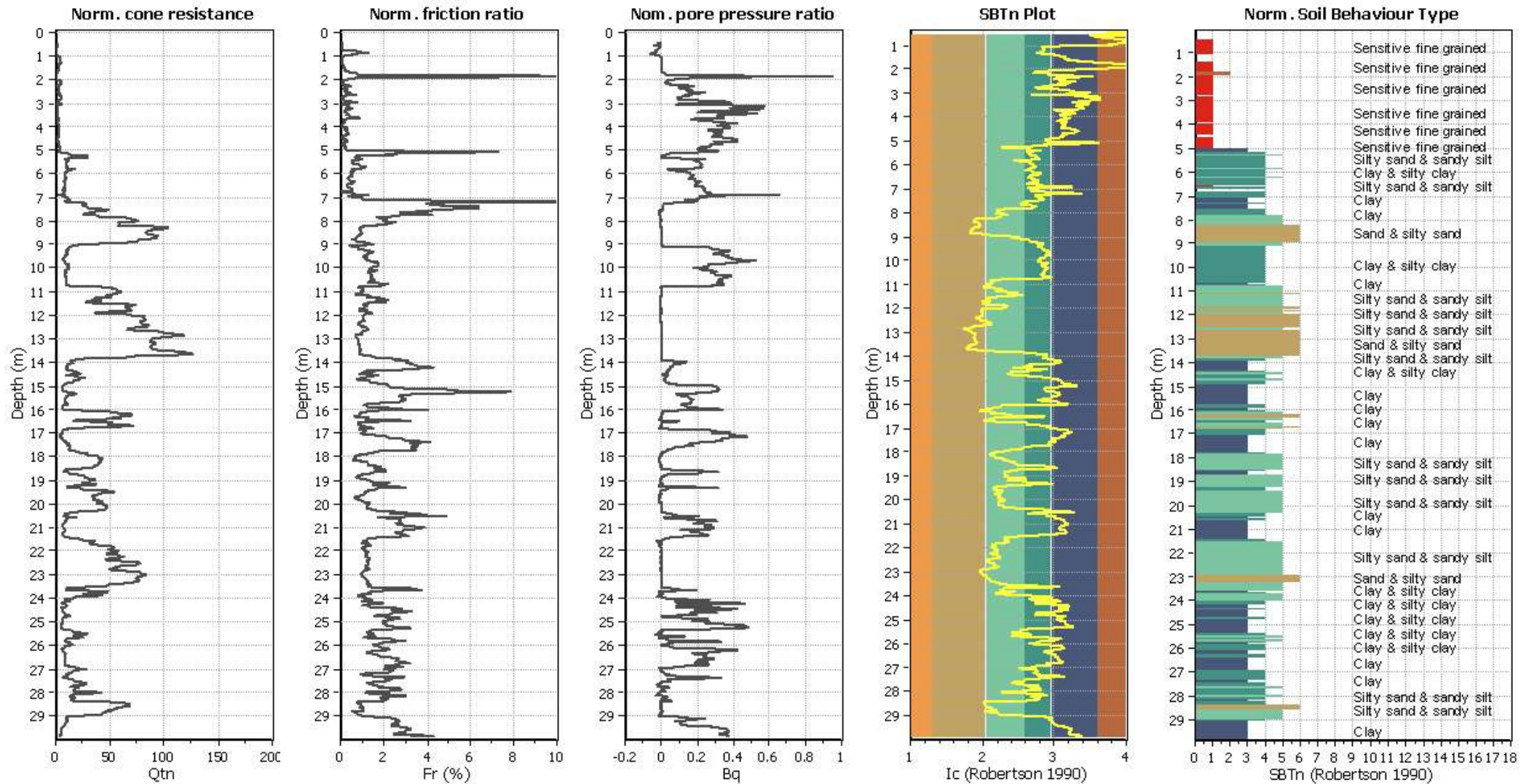
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPT basic interpretation plots (normaliz



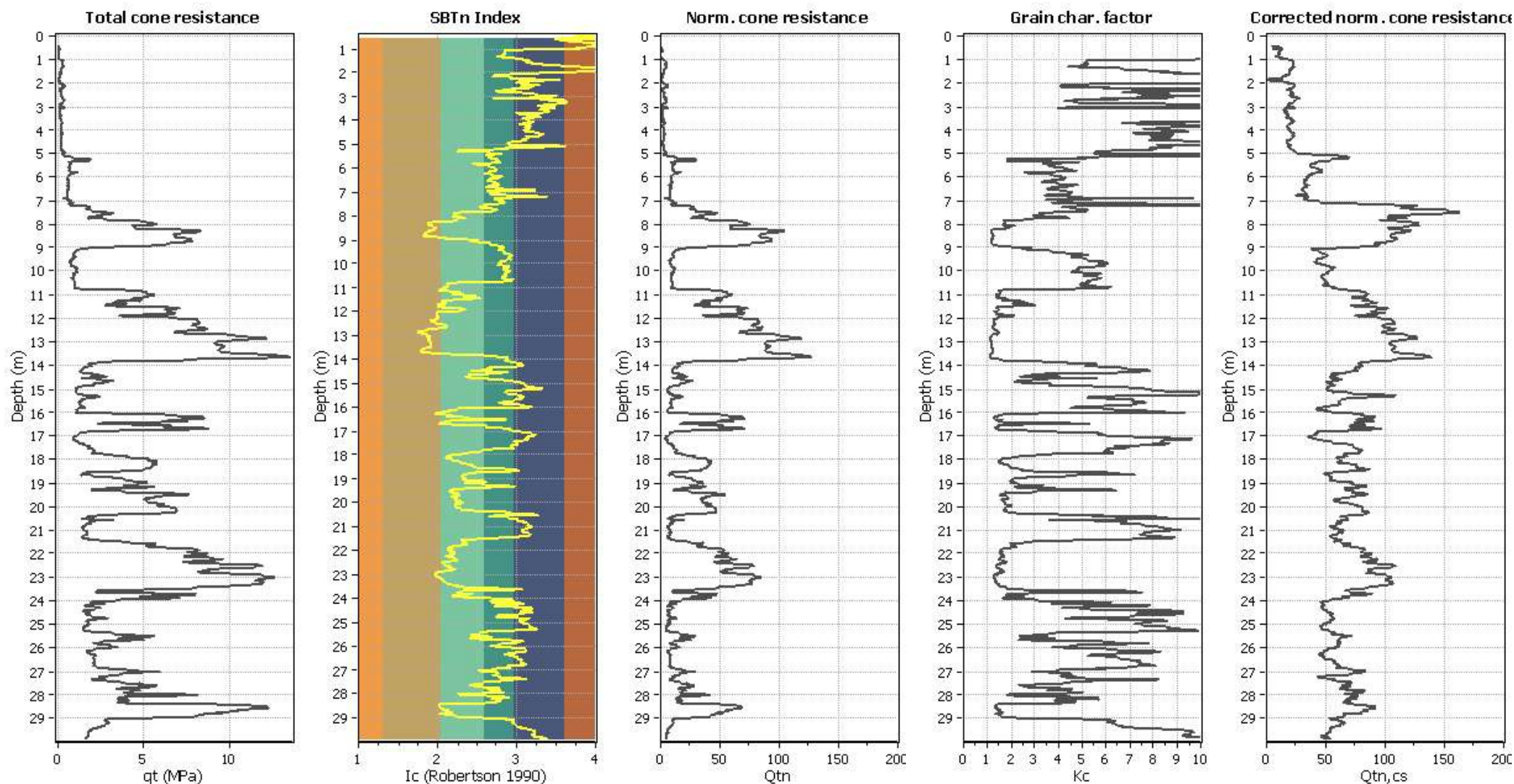
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBTn legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

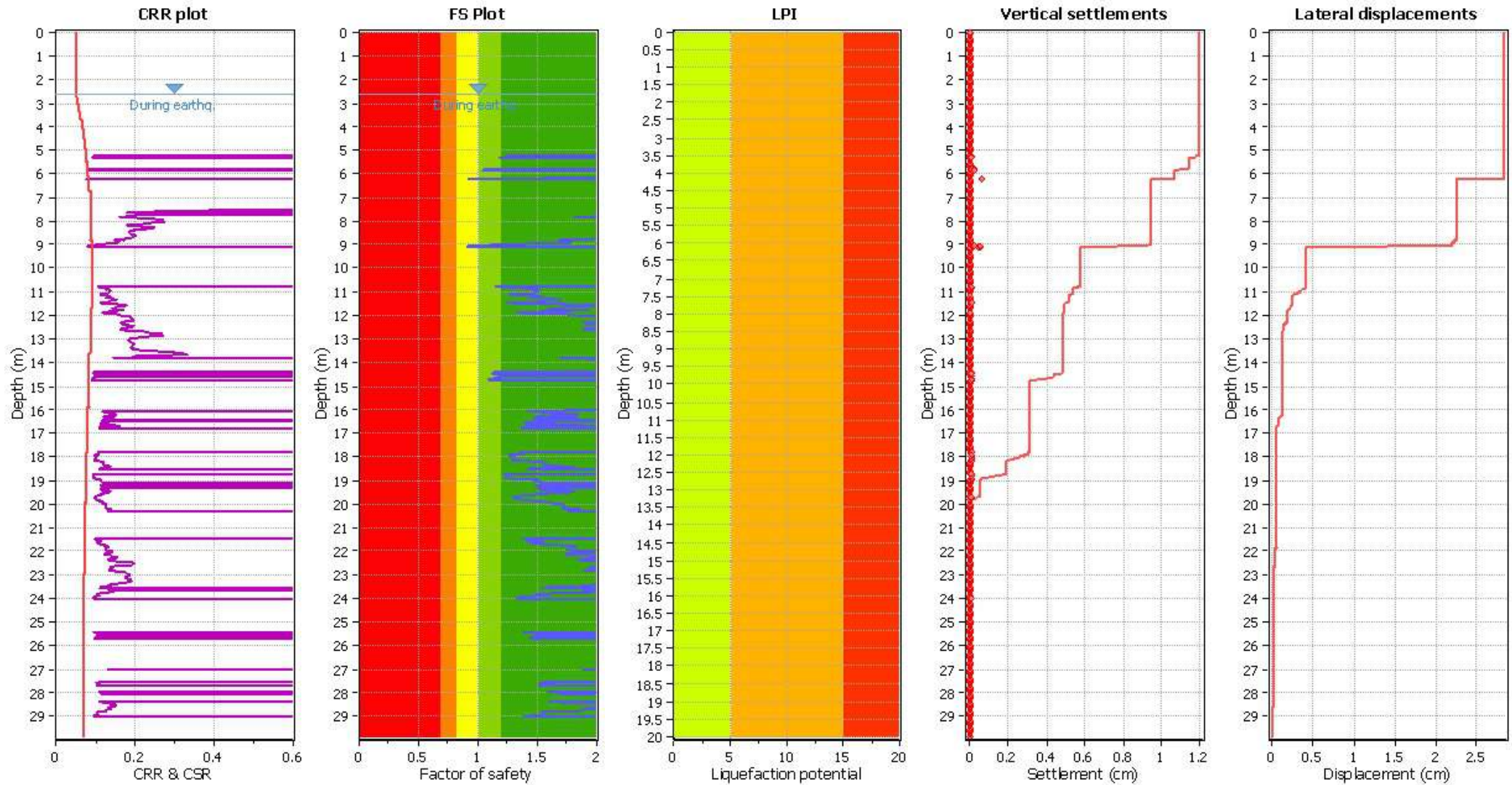
Liquefaction analysis overall plots (intermediate res)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plot



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

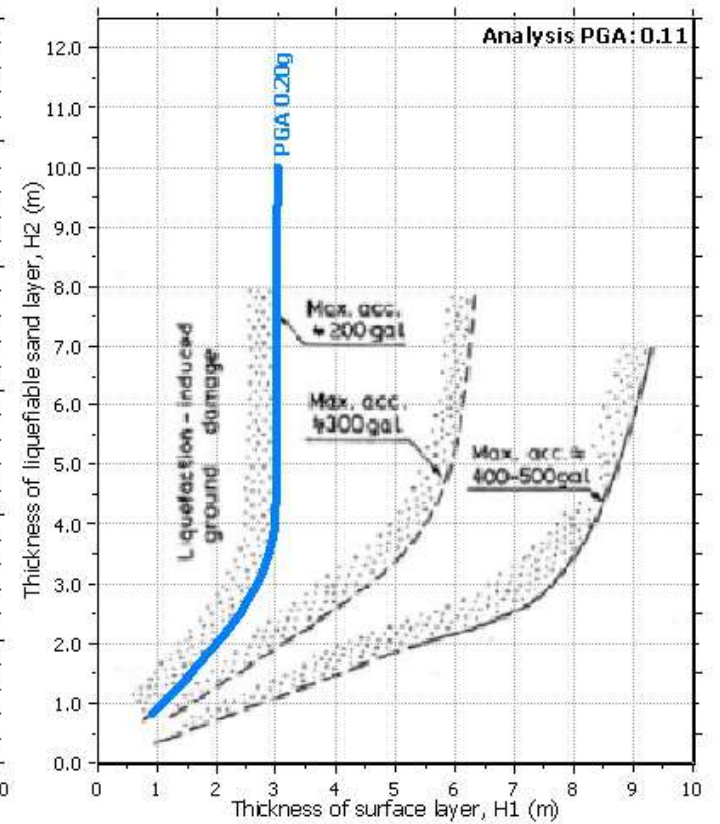
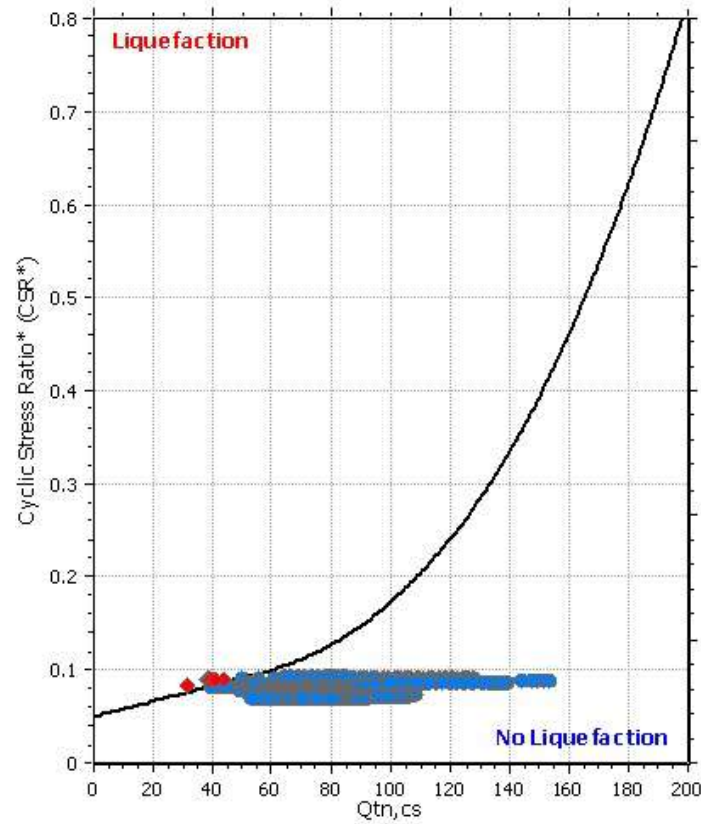
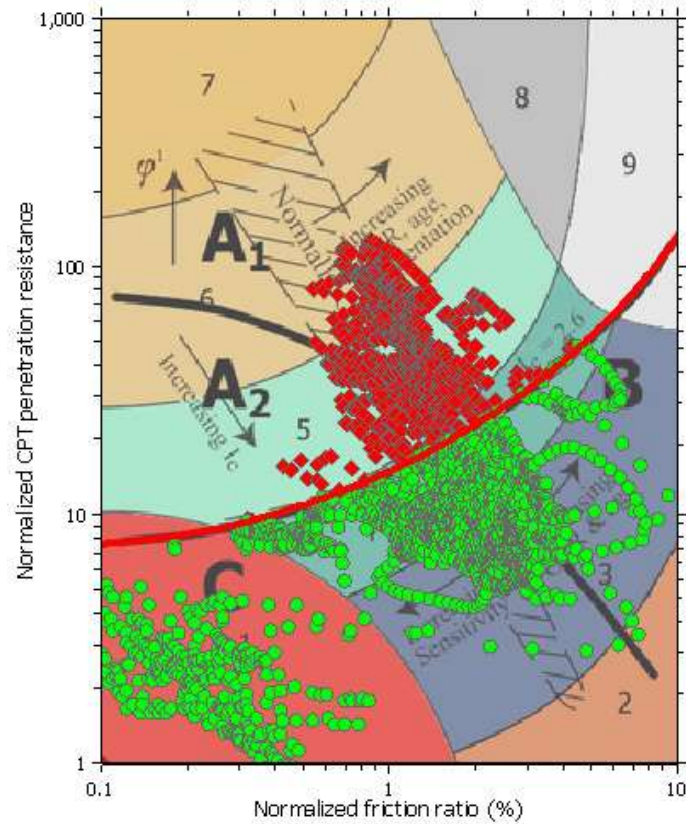
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

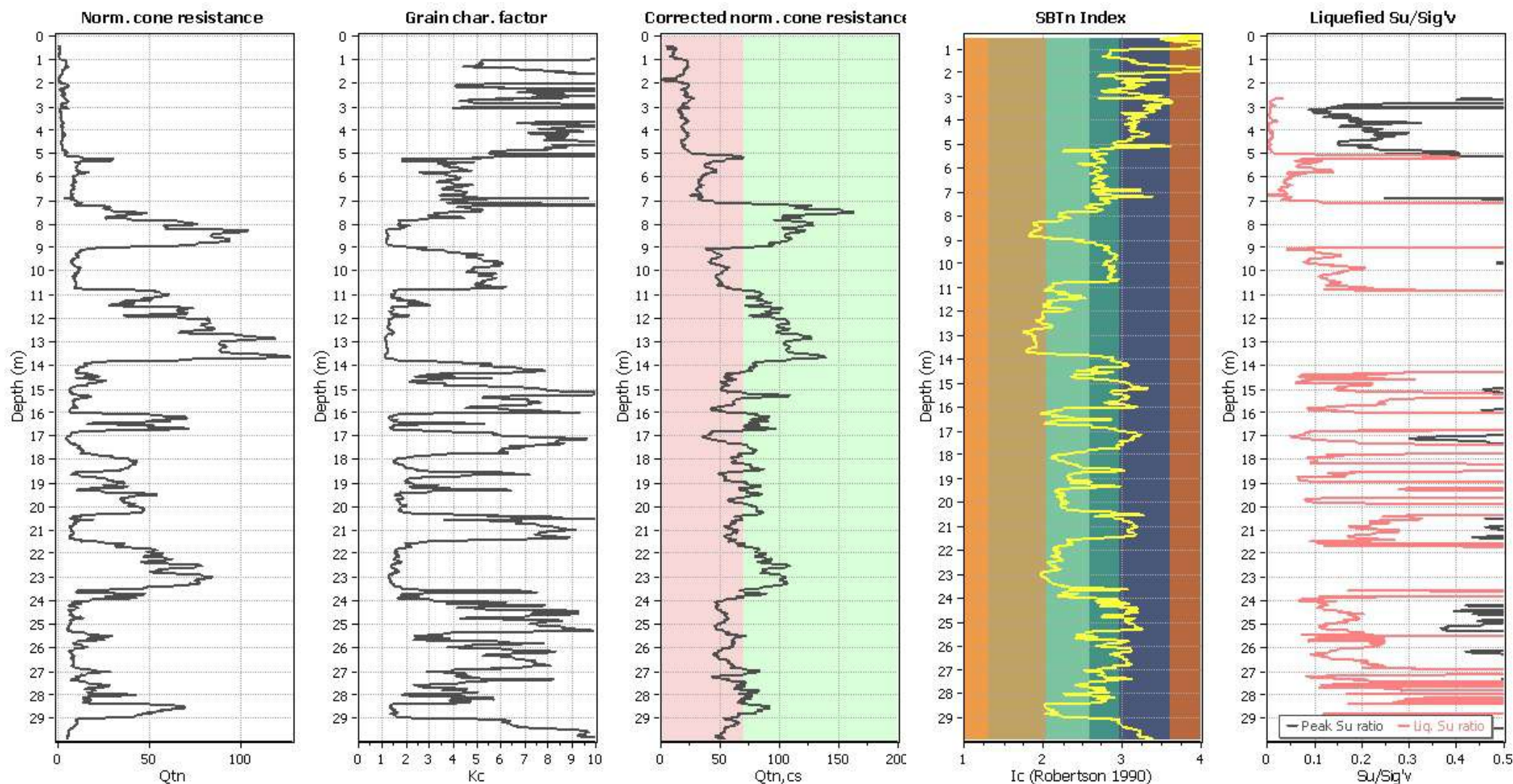
Liquefaction analysis summary plo



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



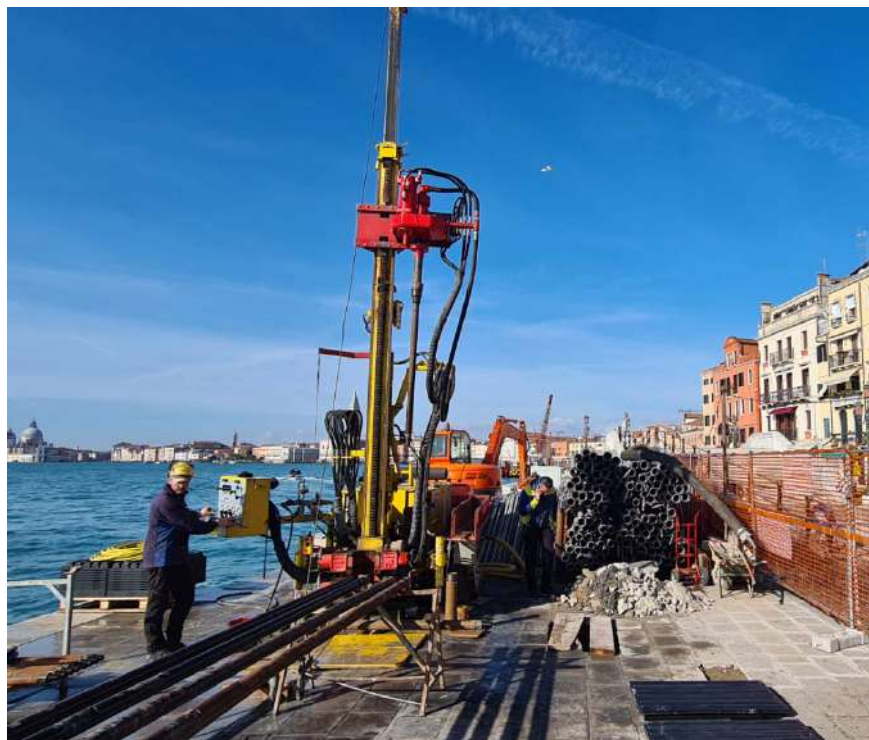
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	2.65 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.66	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.11	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.65 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

ALLEGATO 7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV1
DATA	02/02/2022



POSIZIONAMENTO CV1



SONDAGGIO CV1 – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV1
DATA	02/02/2022



SONDAGGIO CV1 – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO CV1 – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree

Documentazione Fotografica

Riva dei Sette Martiri - Venezia


COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV1
DATA	02/02/2022



SONDAGGIO **CV1** – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0



SONDAGGIO **CV1** – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV1
DATA	02/02/2022
	
SONDAGGIO CV1 – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M	

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV2
DATA	07/02/2022 – 08/02/2022



POSIZIONAMENTO CV2



SONDAGGIO CV2 – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M

Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree

Documentazione Fotografica

Riva dei Sette Martiri - Venezia

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV2
DATA	07/02/2022 – 08/02/2022



SONDAGGIO CV2 – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO CV2 – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree

Documentazione Fotografica

Riva dei Sette Martiri - Venezia


COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV2
DATA	07/02/2022 – 08/02/2022



SONDAGGIO CV2 – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0



SONDAGGIO CV2 – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV2
DATA	07/02/2022 – 08/02/2022
	
SONDAGGIO CV2 – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M	

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV3
DATA	04/02/2022 – 07/02/2022
	
POSIZIONAMENTO CV3	
	
SONDAGGIO CV3 – CASSA 1 – DA 0,0 A 5,0 M	

Interventi emergenziali di riduzione del rischio residuo ai sensi dell'art. 25, co. 2, lett. d) d.lgs. 1/2018 e dell'art. 3, co. 1, dell'O.C.D.P.C. n. 616/2019 – C.I. 14959-21 Riduzione del rischio residuo mediante messa in sicurezza di alcuni ambiti delle pavimentazioni piazza San Marco danneggiate dalle alte maree

Documentazione Fotografica

Riva dei Sette Martiri - Venezia

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV3
DATA	04/02/2022 – 07/02/2022

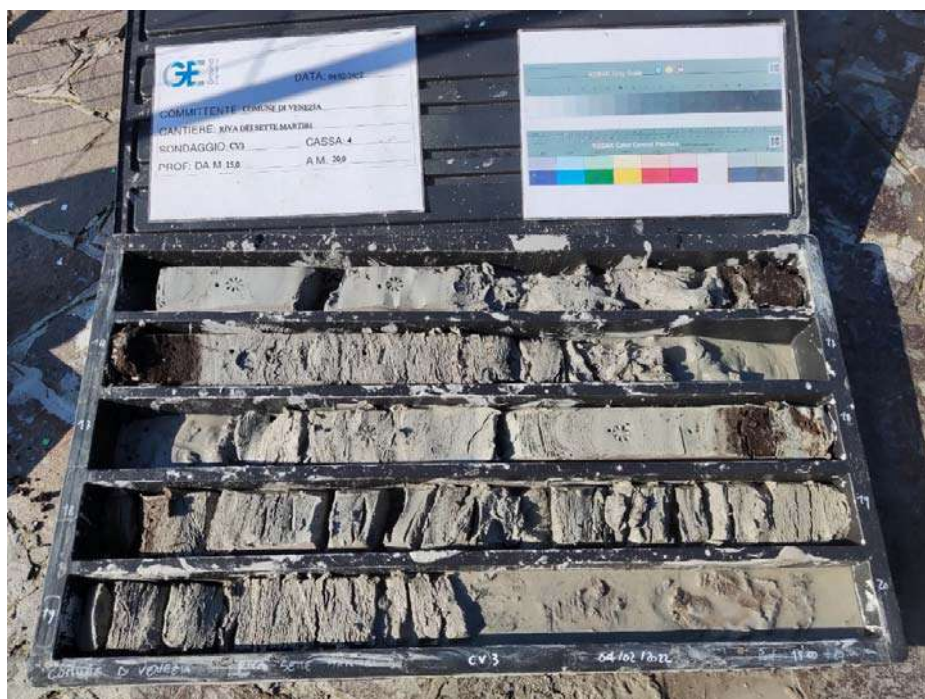


SONDAGGIO **CV3** – CASSA 2 – DA 5,0 A 10,0 M



SONDAGGIO **CV3** – CASSA 3 – DA 10,0 A 15,0 M

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV3
DATA	04/02/2022 – 07/02/2022



SONDAGGIO CV3 – CASSA 4 – DA 15,0 A 20,0 M



SONDAGGIO CV3 – CASSA 5 – DA 20,0 A 25,0 M

COMMITTENTE	COMUNE DI VENEZIA
CANTIERE	RIVA DEI SETTE MARTIRI
SONDAGGIO	CV3
DATA	04/02/2022 – 07/02/2022
	
SONDAGGIO CV3 – CASSA 6 – DA 25,0 A 30,0 M	



POSIZIONAMENTO PROVA PENETROMETRICA PS1



POSIZIONAMENTO PROVA PENETROMETRICA PS2



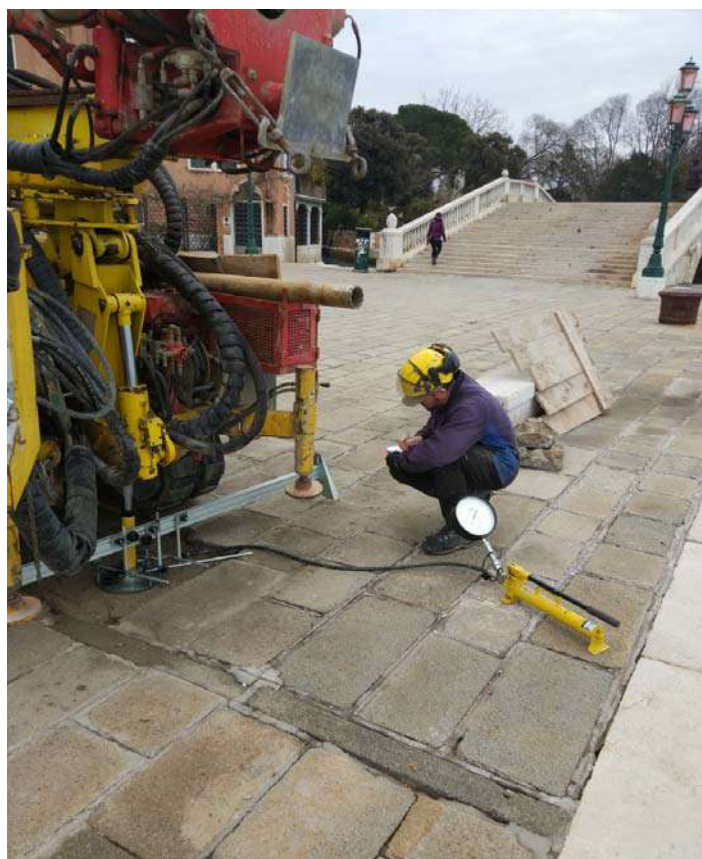
POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA PC1



POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA PC2



POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA **PC3**



POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA **PC4**



POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA **PC5**



POSIZIONAMENTO CARICO SU PIASTRA **PC6**



POSIZIONAMENTO **MASW**