

REGIONE VENETO - PROVINCIA DI VERONA  
COMUNE DI VIGASIO



PROGETTO DI REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO FOTOVOLTAICO  
PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE  
DI 22040 kW IN VIA DELLE ROBINIE

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: **NEXTPOWER DEVELOPMENT ITALIA s.r.l. (Milano)**

*Professionista:*

**dott. geol. Fulvio Iadarola**

Iscrizione Ordine dei Geologi della Regione Friuli Venezia Giulia, posizione n° 184

Via G. Rossini, 23 Gradisca d'Isonzo (GO) – 393 9424331



**Data: luglio 2021**

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO .....	3
3	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	5
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	8
6	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) .....	9
7	INDAGINI IN SITO .....	10
7.1	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT) .....	11
7.2	INDAGINE GEOFISICA .....	15
8	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	17
9	SISMICITA' DELL'AREA .....	19
9.1	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	21
10	VERIFICA PRELIMINARE DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE	22
11	CONCLUSIONI .....	24

---

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 kW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

**1      PREMESSA**

Per conto e su incarico di NextPower Development Italia s.r.l. con sede a Milano, è stato effettuato lo studio geologico, geotecnico e sismico relativo al progetto di realizzazione di un parco fotovoltaico in località via delle Robinie in Comune di Vigasio (VR).

Le nuove strutture sorgeranno in un'area attualmente agricola avente estensione di circa 31 ha, identificata catastalmente sulle seguenti particelle:

Foglio 20 – Particelle: 1080, 1085, 1086, 1148, 1153, 1157, 1161, 1165, 1082, 1081, 1083, 1084, 1149, 1154, 1158, 1162, 1166, 1167, 1168, 1169, 1170, 1171, 1172, 1173, 868.

Foglio 21– Particelle: 96, 132, 99, 102, 89.

L'impianto ha una potenza nominale di 22040 kW.

Il presente studio è stato eseguito in ottemperanza e secondo le indicazioni del D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni*) e ha come obiettivo la ricostruzione della litostratigrafia dell'area, la verifica delle condizioni geomorfologiche e idrogeologiche del sito nonché la caratterizzazione geomeccanica e sismica dei terreni impegnati.

Per tale incarico è stata programmata e attuata una campagna di indagini geognostiche in sito mediante prove penetrometriche e prove geofisiche.

Il territorio del Comune di Vigasio viene classificato in "Zona Sismica 3 di bassa sismicità" in seguito alla Delibera G.R. Veneto n. 244 del 9/03/2021<sup>1</sup> relativa all'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale.

Costituiscono allegati alla presente:

ALLEG. 1 - Corografia

ALLEG. 2 – Localizzazione delle indagini geognostiche

ALLEG. 3 – Localizzazione delle indagini geognostiche su planimetria progettuale

ALLEG. 4 - Prove penetrometriche statiche CPT

ALLEG. 5 - Indagine geofisica

ALLEG. 6 - Verifica preliminare della liquefazione dei terreni

---

<sup>1</sup> Del. G.R. n. 244 del 9/03/2021 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, art. 83, comma 3; D. Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, artt. 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021"

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA**

**2 LOCALIZZAZIONE DEL SITO**

Il sito d'intervento è ubicato nel settore centro-orientale del Comune di Vigasio, in Provincia di Verona, in prossimità del corso del fiume Tartaro (fig. 1).



Figura 1 - Localizzazione del sito d'interesse (Google Earth, 2020)

La copertura cartografica è assicurata dall'elemento CTR 144082 "Vo Pindemonte", alla scala 1:5000 (ALLEG. 1).





**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA**

Per l'impianto saranno realizzate alcune cabine elettriche prefabbricate in CAV-BOX per la conversione DC/AC e per l'elevazione della potenza a media tensione 20 kV, per uso locale tecnico e una cabina di consegna.

L'impianto sarà recintato e saranno realizzati una rete di cavidotti interrati, interni al campo fotovoltaico, per la distribuzione della corrente continua e per la distribuzione della corrente alternata in bassa tensione. È prevista la costituzione di una fascia arborea-arbustiva perimetrale con la finalità di mitigazione e schermatura paesaggistica.

L'impianto fotovoltaico è configurato con un sistema ad inseguitore solare monoassiale. Le singole strutture di supporto sono costituite da elementi metallici che saranno infissi nel terreno per profondità da definire in fase esecutiva in relazione alla tipologia di terreno (fig. 3). Per i dettagli si rimanda alle tavole di progetto.

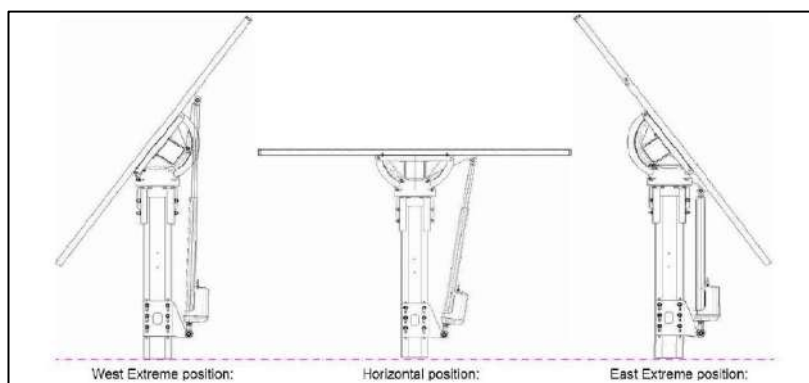


Figura 3 - Particolare inseguitore monoassiale

#### **4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

Il Comune di Vigasio si sviluppa per circa 31 kmq nel sudoccidentale della Provincia di Verona, nella pianura veneta in destra del fiume Adige. Il sito in esame si estende nella zona di transizione tra le alluvioni fluviali e fluvioglaciali grossolane talora cementate a Nord (in verde nella fig. 4) e le alluvioni fluviali fini sabbioso limose a Sud (in azzurro in fig. 4), di età quaternaria, che costituiscono parte del megafan del fiume Adige.

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

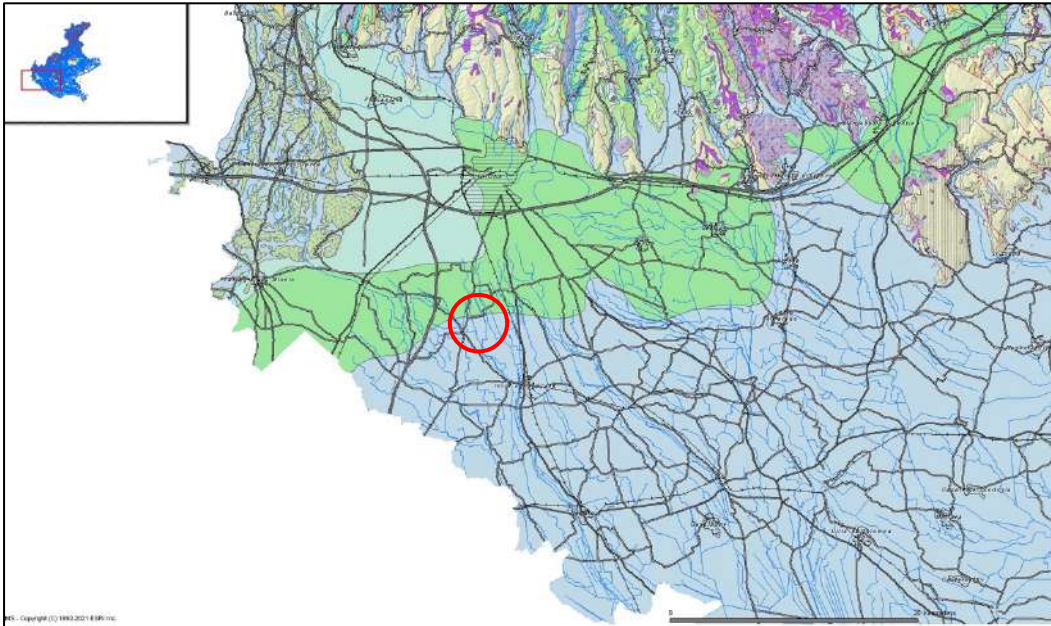


Figura 4 - Localizzazione dell'area nell'estratto della Carta geologica del Veneto in scala 1:250000 (sito web Regione Veneto)

Lo studio geologico allegato al PAT del Comune di Vigasio (2011, approvato nel 2013) evidenzia il progressivo passaggio in senso NW-SE, dai depositi ghiaiosi sabbiosi verso i depositi limoso-argillosi e sabbiosi; in particolare il sito in oggetto è in gran parte compreso nell'area con presenza di *"materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa"* mentre una ristretta fascia occidentale prossima al corso del fiume Tartaro è caratterizzata da *"materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiere"* (estratto studio geologico per il PAT in fig. 5).

La transizione tra materiali a tessitura progressivamente più fine determina la diminuzione graduale della permeabilità dei terreni con conseguente emergenza delle acque sotterranee per affioramento lungo la fascia delle risorgive, in corrispondenza della quale il territorio di Vigasio si sviluppa. Tali condizioni idrogeologiche determinano l'origine di una fitta rete di corsi d'acqua, tra i quali si evidenzia il fiume Tartaro che attraversa Vigasio e costituisce anche il confine occidentale dell'area oggetto dell'intervento in esame.

Il territorio ha subito profonde trasformazioni soprattutto idrauliche per il recupero di vaste aree palustri all'agricoltura. Tutta l'area in esame è soggetta a intensa regimazione idraulica.

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

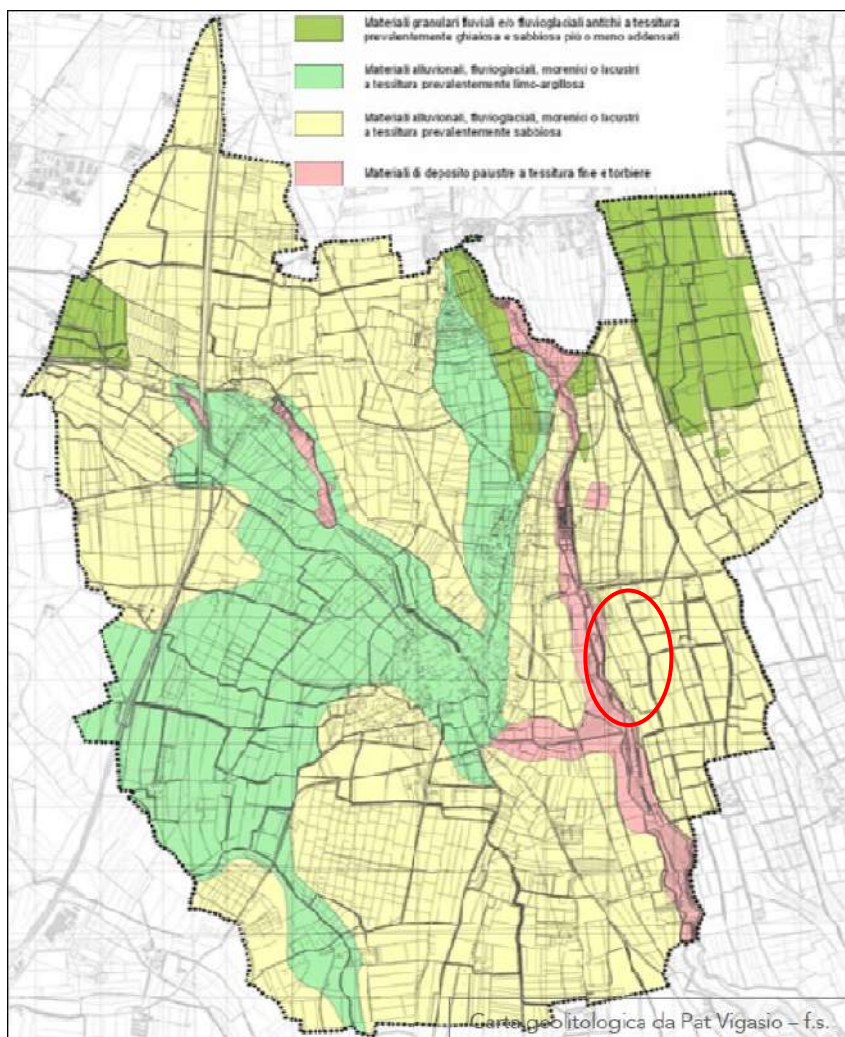


Figura 5 - Estratto dallo studio geologico per il PAT di Vigasio (2011) e localizzazione dell'area in esame, in rosso.

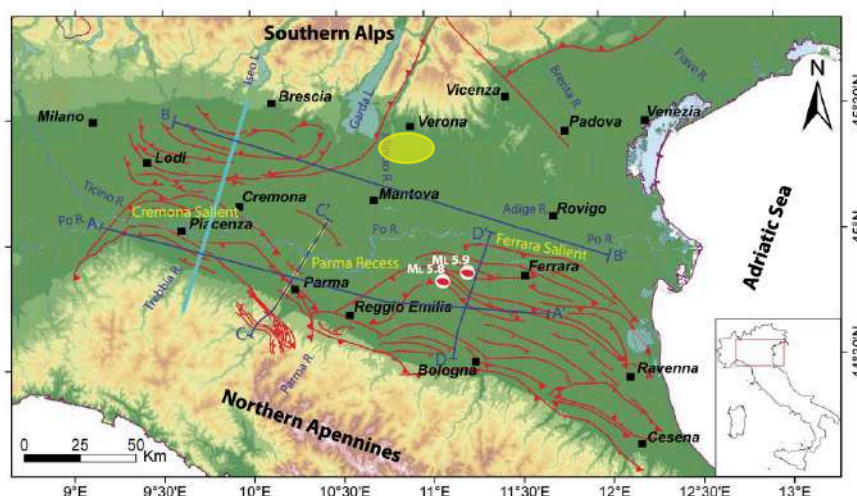
Dal punto di vista geomorfologico il territorio è pianeggiante con debole pendenza verso SE. Nella zona d'interesse per il presente progetto, le quote topografiche variano da 34,7 m s.l.m.m. a Nord a 31,0 m s.l.m.m. a Sud (da CTRN in scala 1:5000) che, su una distanza di circa 1790 m, determinano una pendenza di 1,9‰.

Il modello sismotettonico generale del settore di pianura veneta evidenzia un sistema di faglie con abbassamento progressivo del blocco meridionale e continua subsidenza verso l'asse padano e verso la fascia costiera.

Le strutture tettoniche principali sono sepolte sotto i depositi alluvionali che caratterizzano la Pianura Padana (fig. 6).



**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**



**Figure 1.** Study area and simplified structural map of the Po Plain. The red color indicates the main thrusts mapped in the subsurface based on our reinterpretation of the available data and critical review of already published maps and cross sections (e.g., Pieri & Groppi, 1981; Pieri, 1983; Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1992; Boccaletti et al., 2004; Fantoni & Franciosi, 2010). Thrusts are differentiated according to their décollement level: The solid triangles indicate ramp originated from the basal décollement level located in the Upper Carnian (San Giovanni Bianco Clays and Raibl Group), while the empty triangles correspond to ramp rooted in the shallower décollement level located in the Oligocene (Gallare Marls). The dashed yellow line represents the trace of the seismic reflection profile reported in Figure 5. The blue lines correspond to chronostratigraphic charts (A-A' and B-B') in Figures 6 and 7, paleogeographic section (B-B') in Figure 10, and geological cross sections (C-C' and D-D') in Figure 11. The turquoise line represents the trace of the schematic geological cross section reported in Figure 3. The focal mechanisms of the main seismic events of the 2012 Emilia earthquake ( $M_L$  5.8 and 5.9) are also located on the map (Govoni et al., 2014).

Figura 6 - Schema tettonico della Pianura Padana centro-orientale (da M. Livani et alii., 2018<sup>2</sup>). In giallo, area d'interesse per il progetto in esame

## 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il territorio di Vigasio sviluppa nella zona di transizione tra media e bassa pianura con progressiva diminuzione della permeabilità dei terreni e la graduale risalita fino all'affioramento delle acque sotterranee. Queste ultime sono alimentate dalle dispersioni fluviali e dalle infiltrazioni efficaci delle acque meteoriche che avvengono nell'alta pianura e che vengono raccolte a valle dai fiumi di risorgiva Tartaro, Tione e Menago.

Mentre nella zona di ricarica rappresentata dall'alta pianura l'acquifero è di tipo indifferenziato, a valle della fascia delle risorgive è presente un sistema acquifero multifalda, legato alla sovrapposizione di strati permeabili ed altri a scarsa permeabilità; nel territorio d'interesse la prima falda confinata è localizzata tra 5 e 25-30 m di profondità, chiusa al tetto dalla coltre argillosa superficiale, entro la quale possono tuttavia essere presenti lenti sabbiose discontinue che possono formare limitate falde sospese.

La carta idrogeologica allegata al PAT e riportata in fig. 7 indica una soggiacenza della falda compresa tra 0 e 2 m di profondità nella zona d'interesse, con direzione di deflusso N-S parallelo al fiume Tartaro. La presenza di un fitto sistema di fossi e canali di regimazione idraulica confermano la presenza superficiale della falda, il cui pelo libero è posto a circa 1,0-1,2 m dal p.c..

<sup>2</sup> Structural and stratigraphic control on salient and recent development along a thrust belt front: the Northern Apennines (Po Plain, Italy)

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA**

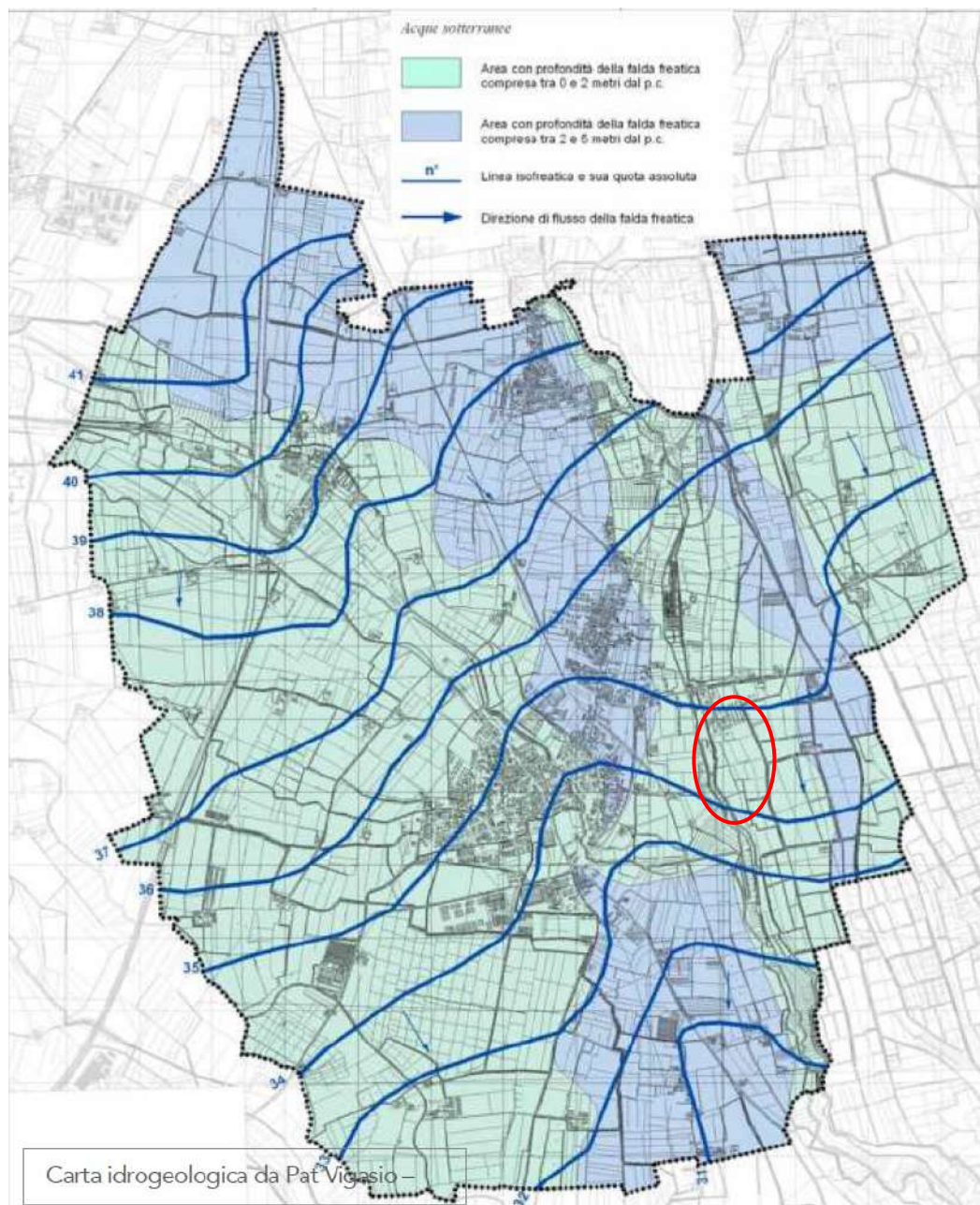


Figura 7 - Estratto dallo studio geologico per il PAT di Vigasio (2011) e localizzazione dell'area in esame, in rosso.

## **6 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

Il Comune di Vigasio fa parte del Bacino interregionale Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante che si estende nel territorio delle Regioni Lombardia e Veneto (province di Mantova, Verona e Rovigo più un comune della provincia di Venezia). Il PAI è stato predisposto dall'Autorità del su menzionato Bacino

---

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

interregionale. Sono stati esaminati i seguenti elaborati con l'esito di fianco riportato (v. Relazione idraulica allegata al Progetto per i dettagli):

- Carta della pericolosità idraulica PERIDR; non attribuisce alcun grado di pericolosità
- Carta delle segnalazioni di pericolosità idraulica dei Consorzi di Bonifica PERSCB; non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica per l'area in esame
- Carta del rischio idraulico RISIDR; non sono segnalate situazioni di rischio per l'area in esame
- Carta del rischio idraulico Unione Regionale Veneta Bonifiche CARTA RISURB; non sono segnalate situazioni di rischio per l'area in esame

## **7**     **INDAGINI IN SITO**

Le indicazioni che derivano dalle NTA del P.A.T. e del P.I. del Comune di Vigasio evidenziano (punto 31.05) la necessità di eseguire idonee indagini geognostiche in quanto l'area in esame ricade nella zona di "Tipo 4" (punto 31.02), caratterizzate da "terreni a deflusso difficoltoso e/o potenzialmente allagabili, ridotta soggiacenza della falda freatica e con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti". Sono richiesti anche eventuali interventi di mitigazione del rischio di esondazione e/o interventi che riducano il deflusso difficoltoso.

Con riferimento alle previsioni progettuali, è stata programmata una campagna di indagini geognostiche e geotecniche condivisa con la Committente e i Progettisti estesa all'intera superficie interessata dalle opere, al fine di verificare l'assetto litostratigrafico locale e la variabilità compositiva laterale, le caratteristiche geomeccaniche e idrogeologiche dei terreni nonché gli aspetti sismostratigrafici di sito.

La scelta localizzativa delle indagini e la loro tipologia è stata dettata dagli input progettuali e dalle conoscenze preliminari della tipologia di terreni presenti nell'area, nel rispetto e secondo le indicazioni delle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M. 17/01/2018).

Sono state eseguite:

- N. 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) spinte fino a 10 m di profondità dal p.c., con passo di misura 2 cm, eseguite dalla ditta Uningeo s.n.c. di Padova;
- N. 2 indagini geofisiche in array con tecnica MASW eseguita dalla ditta GEA s.a.s. di Monfalcone;
- N. 2 misure di microtremore (HVSr), eseguite dalla ditta GEA s.a.s. di Monfalcone.

L'ubicazione delle indagini è indicata nella planimetria riportata in ALLEG. 2 e 3 e per comodità espositiva in fig. 8.





Figura 8 - Localizzazione delle indagini geognostiche su planimetria dello stato di fatto: in giallo, prove penetrometriche statiche CPT; in rosso, basi sismiche MASW e HVSR

### **7.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)**

Le prove penetrometriche statiche elettriche con punta meccanica Begemann, siglate CPT, sono state eseguite con un penetrometro statico superpesante Deep Drill SP200 Special da 200 kN di spinta, installato su autocarro Mercedes Unimog 1700U; le indagini sono state spinte fino a profondità di 10 m dal p.c., adeguata agli scopi progettuali (fig. 9). Con la punta meccanica Begemann è stato possibile



**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

registrare la resistenza alla punta  $q_c$  e la resistenza di attrito laterale  $f_s$ ; dal rapporto tra  $q_c$  e  $f_s$  è possibile risalire all'andamento dei parametri tessiturali lungo la verticale e ai parametri meccanici principali di ogni singolo livello sedimentario, utilizzando le esperienze di J.H. Schmertmann (1978) e di H. Begemann (1965) e di altri Autori.



*Figura 9 - Penetrometro statico superpesante autocarrato - CPT01*

La prova penetrometrica statica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica; nel presente lavoro è stata utilizzata una punta con area di  $10 \text{ cm}^2$  e angolo d'apertura del cono di  $60^\circ$ , dotata di un manicotto cilindrico, con area di  $150 \text{ cm}^2$ .

L'infissione avviene attraverso un sistema di spinta idraulico, alla velocità di  $2 \text{ cm/s}$ : una batteria di aste, contenute entro tubi di rivestimento, fa avanzare nel terreno prima il solo cono, poi sia il cono sia il manicotto. Lo sforzo necessario per l'avanzamento viene misurato con una cella idraulica dotata di due manometri. L'acquisizione dei dati avviene ogni  $2 \text{ cm}$  di avanzamento.

Le prove sono state eseguite lungo le carrarecce esistenti e fasce limitrofe in modo da evitare eventuali livelli compattati meccanicamente lungo le carrarecce e sono stati distribuiti in modo da ricavare sufficienti dati per un inquadramento della litostratigrafia e relative proprietà meccaniche locali.

Le prove evidenziano una generale presenza di depositi fini a composizione prevalentemente sabbiosa e sabbioso limosa, talora con alternanze tra livelli

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

sabbiosi (prevalenti) e argilloso limosi. La coltre più superficiale, dell'ordine di 0,4-0,8 m, è risultata di natura sabbiosa ad eccezione dell'estremità settentrionale (CPT1) e della fascia occidentale più vicina al fiume Tartaro (CPT3 e CPT5) dove è presente una componente argillosa e limosa significativa.

Fino alla profondità di circa 4,0 m dal p.c. sono presenti sabbie limose con alternanze di livelli limoso argilloso/argilloso limosi e solo tra 4,0 m e circa 5,0 m o meno è stato intercettato uno strato argilloso/argilloso limoso di spessore massimo di 1,0 m che si rastrema nel settore meridionale (CPT6). Seguono fino alla massima profondità indagata prevalenti sabbie e sabbie limose, da mediamente addensate ad addensate mentre la componente fine argillosa e limosa è nettamente secondaria (es. CPT5).

Sulla base della natura dei sedimenti intercettati si può ritenere che i terreni siano dotati di una permeabilità tale da consentire l'infiltrazione delle acque meteoriche ed evitare eventuali ristagni. Il limite inferiore all'infiltrazione è dovuto alla limitata soggiacenza del livello piezometrico. Nei fori penetrometrici è stata misurata la profondità del livello della falda mediante una sonda freaticometrica elettrica; il livello è risultato compreso nell'intervallo 1,2 -1,9 m in relazione alla quota topografica del punto di misura.

L'elaborazione dei dati e l'interpretazione di ogni singola prova sono riportate in ALLEG. 4 con il profilo litostratigrafico e i principali parametri meccanici. Di seguito sono riportate tre sezioni litologiche schematiche per illustrare la successione stratigrafica individuata (figg. 10 e 11 e ALLEG. 4).



Figura 10 - Traccia delle sezioni litologiche

PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
 RELAZIONE GEOLOGICA

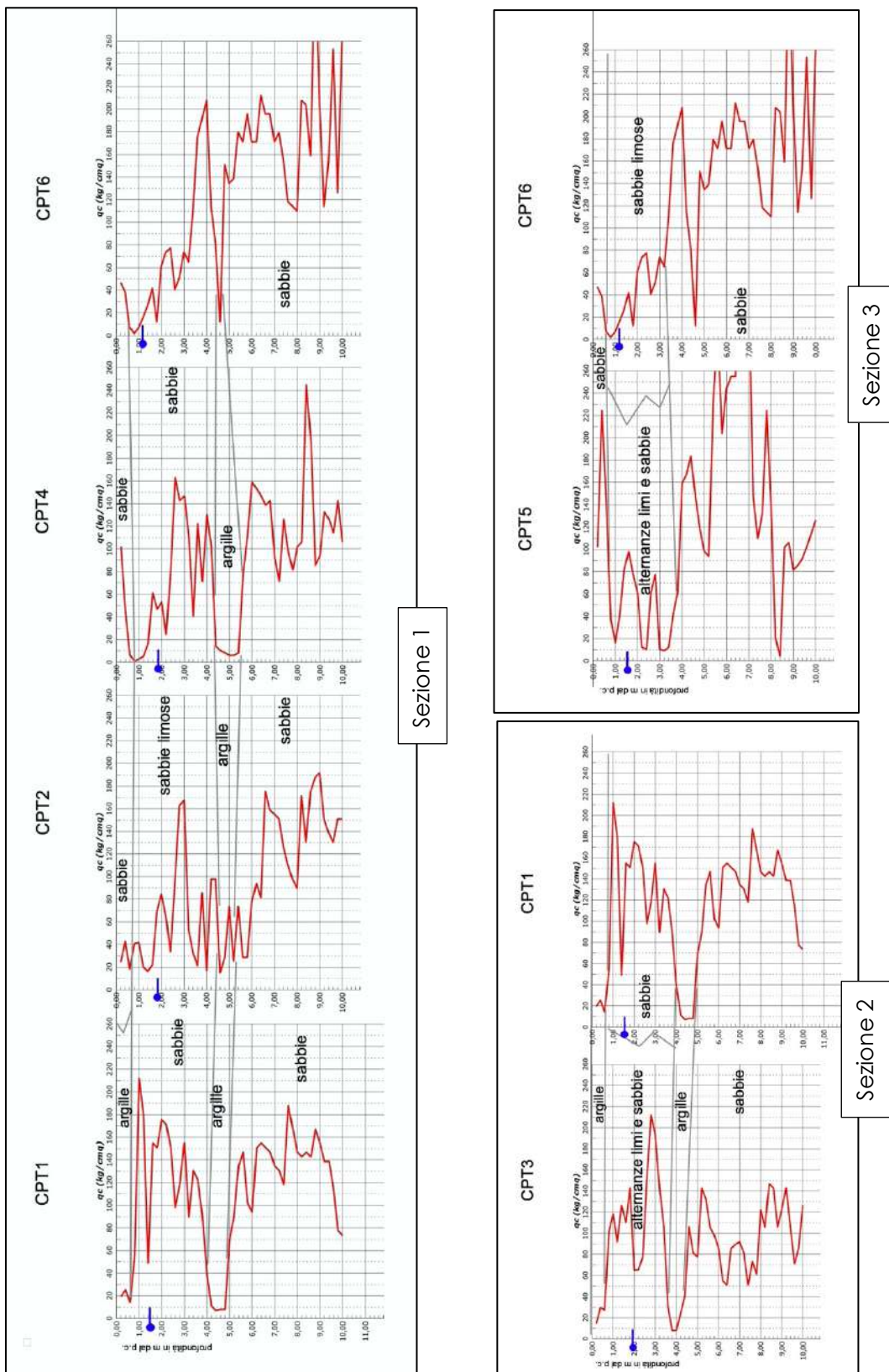


Figura 11 - Sezioni litologiche schematiche

## 7.2 INDAGINE GEOFISICA

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh e di Love generate da masse battenti, consente di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  dei terreni per alcune decine di metri di profondità.

I rilievi sismici sono stati effettuati con un sismografo MAE mod. Sysmatrack a 24 canali, con stendimento da 12 geofoni a 4,5 Hz in onde S; l'energizzazione è stata effettuata mediante massa battente da 8 kg su piastra per le componenti Rayleigh e traversina lineare per quelle di Love.

Sono state eseguite n. 2 prove, una sul lato settentrionale e una su quello meridionale dell'area d'interesse. Ciascuna prova è stata accompagnata da una misura ad alta risoluzione del tremore sismico di fondo (microtremore) mediante stazione singola che ha consentito, attraverso i rapporti spettrali HVSR, la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo e di acquisire informazioni preliminari di carattere stratigrafico.

L'acquisizione dei dati in sito è stata eseguita mediante un geofono trassiale Gemini 2 della PASI. L'elaborazione dei dati ha fornito una frequenza fondamentale  $f_0$  pari a 0,97 Hz in entrambe le misure legata a variazioni di rigidità all'interno dei depositi quaternari a circa 70-80 m di profondità (fig. 12 e 13).

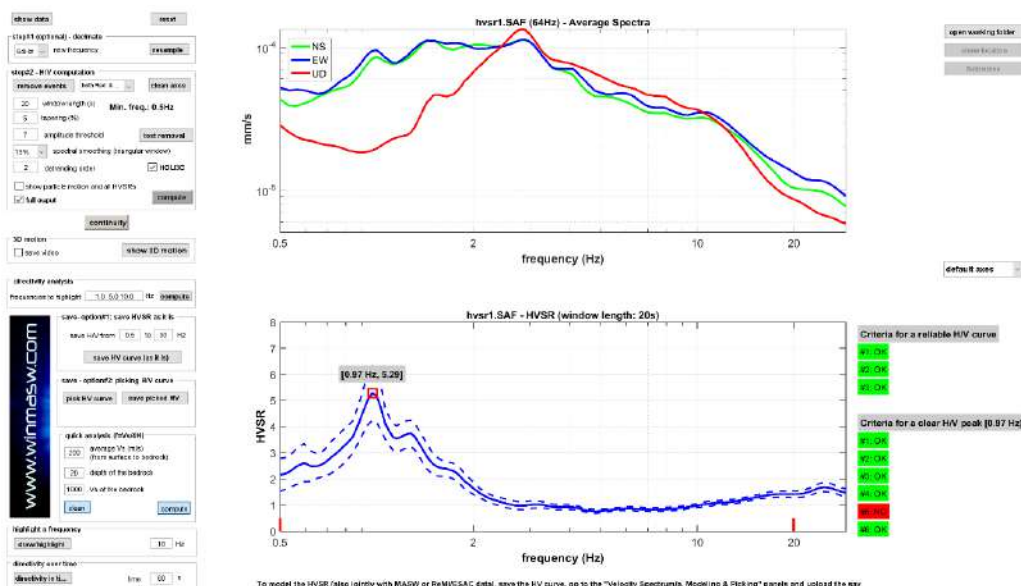


Figura 12 - Rapporti spettrali H/V: elaborazione relativa ai dati HVSR 1



PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA

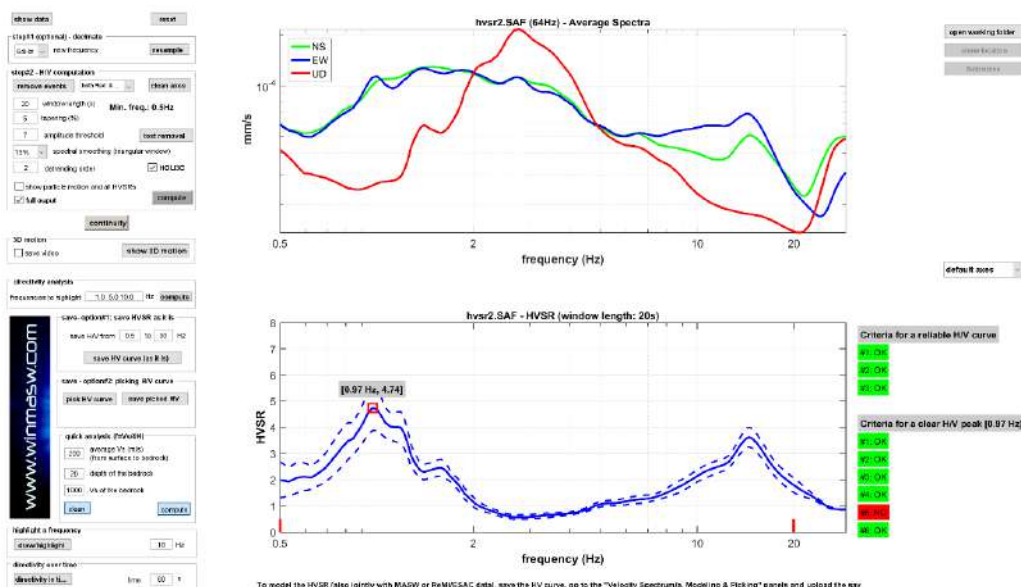


Figura 13 – Rapporti spettrali H/V: Elaborazione relativa ai dati HVSr2

L'elaborazione dei dati geofisici ottenuti con le due tecniche illustrate è avvenuta congiuntamente. La relazione tecnica esplicativa è riportata in ALLEG. 5.

L'interpretazione della prova ha evidenziato una sismostratigrafia con valori crescenti di velocità fino a 30 m di profondità in MASW1, con l'incremento maggiore di  $V_s$  a 42,3 m di profondità in MASW 1 e 30 m dal p.c. in MASW 2. In MASW2 è evidenziato una limitata e poco significativa inversione di velocità tra 10 e 30 m. Tutte le variazioni di velocità sono legate a variazioni di rigidezza all'interno dei depositi quaternari.

La velocità  $V_{s,eq}$ , ottenuta quale media ponderale fino a 30 m dal p.c. essendo il bedrock più profondo (punto 3.2.2 del D. M. 17/01/2018), è risultata pari a 260 m/s in MASW1 e 293 m/s in MASW2; tale valore consente di attribuire al sito la categoria di sottosuolo C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, 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) ai sensi del D.M. 17/01/2018 Tab. 3.2.II (fig. 14).

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

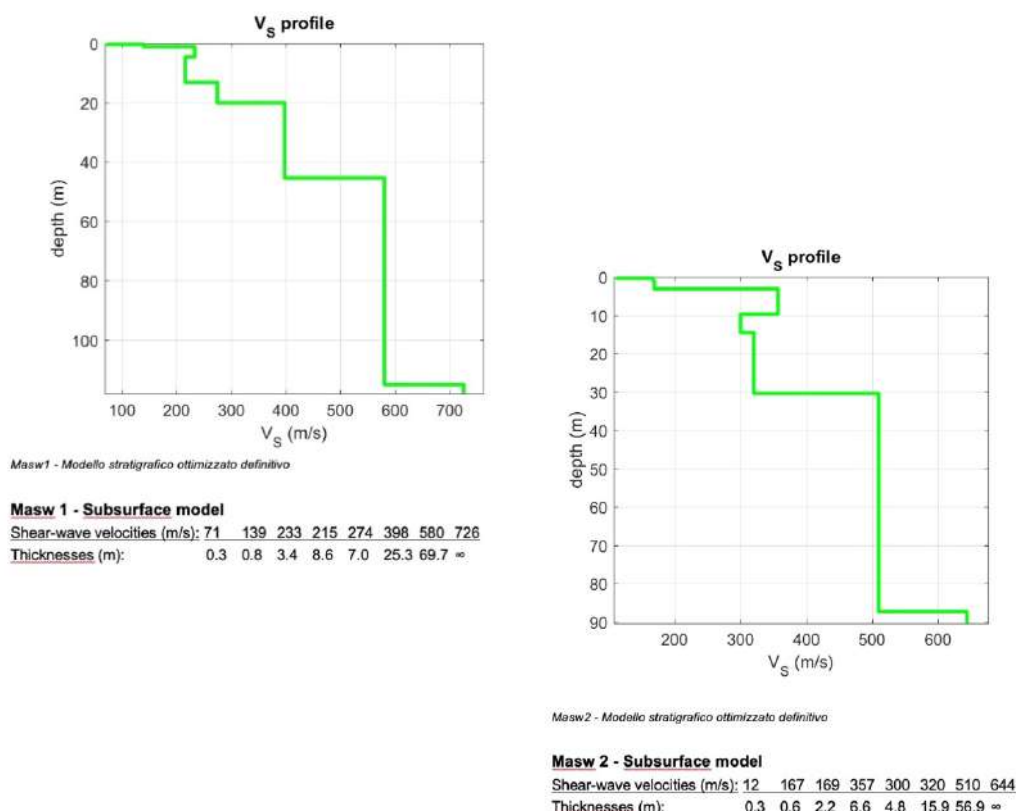


Figura 14 – Modello sismostratigrafico: in alto, MASW 1; in basso, MASW 2

Dal confronto fra i risultati delle due indagini geofisiche risulta che l'area indagata presenta caratteristiche omogenee dal punto della risposta sismica e che il sottosuolo, nel campo delle frequenze d'interesse ingegneristico, può essere considerato monodimensionale (1D); come sopra indicato, le caratteristiche stratigrafiche e meccaniche del sito possono essere ricondotte alla categoria di suolo C definito nella Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018 e quindi è applicabile il metodo semplificato per la definizione dell'azione sismica di progetto.

## **8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

I profili litologici derivati dalle indagini geognostiche hanno evidenziato la prevalenza di sedimenti fini di natura prevalentemente sabbiosa con argille decisamente subordinate almeno fino a 10 m di profondità dal p.c.... Le caratteristiche di resistenza dei depositi sono state definite utilizzando in chiave geotecnica i risultati delle prove penetrometriche statiche CPT che hanno fornito i valori dei parametri geotecnici principali per ogni verticale realizzata.

Il modello geotecnico dell'area è risultato coerente con il modello geologico descritto in precedenza, riproponendolo integralmente.

Nelle tabelle successive sono riportati i parametri geotecnici per ogni strato individuato nelle singole verticali. I valori devono intendersi valori medi nel singolo strato.

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

Legenda:

Terreni coesivi:

Cu= Coesione non drenata M= modulo di deformazione edometrica

$\gamma$ = peso di volume

Terreni incoerenti:

Dr= densità relativa  $\phi$ = angolo di resistenza al taglio  $E_s$ =modulo elastico

CPT1			livello di falda: -1,5 m						
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	
0,0 - 0,8	argilla	2,85	150	4,85	18	-	-	-	
0,8 - 4,0	sabbia con limo	13,04	-	-	17	80	38	30,0	
4,0 - 4,8	argilla	0,86	53	1,33	16	-	-	-	
4,8 - 10,0	sabbia	12,8	-	-	18	80	34	40,0	

CPT2			livello di falda: -1,8 m						
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	
0,0 - 1,6	sabbia	2,84	-	-	18	60	36	8,85	
1,6 - 3,0	sabbia limosa	6,38	-	-	17	80	38	18,9	
3,0 - 3,4	argilla limosa	4,25	280	8,0	17	-	-	-	
3,4 - 4,4	sabbia limosa	6,4	-	-	18	80	35	22,5	
4,4 - 4,8	argilla limosa	2,74	100	4,0	1,7	-	-	-	
4,8 - 10,0	sabbia	17,7	-	-	18	80	38	39,6	

CPT3			livello di falda: -1,9 m						
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	
0,0 - 0,6	argilla	2,38	180	5,5	18	-	-	-	
0,6 - 3,6	sabbia	11,61	-	-	18	80	37	35,2	
3,6 - 4,4	argilla limosa	1,7	130	4,17	17	-	-	-	
4,4 - 10,0	sabbia limosa	9,83	-	-	18	70	33	29,5	

CPT4			livello di falda: -1,8 m						
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	
0,0 - 0,4	sabbia	8,0	-	-	18	100	41	25,7	
0,4 - 1,4	argilla organ.	0,38	24	1,6	16	-	-	-	
1,4 - 4,2	sabbia densa	8,1	-	-	18	80	36	30,5	
4,2 - 5,4	argilla	0,88	53	1,76	17	-	-	-	
5,4 - 10,0	sabbia	12,4	-	-	18	70	33	35,5	

CPT5			livello di falda: -1,5 m						
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	
0,0 - 0,8	sabbia densa	12,6	-	-	18	80	37	35,2	
0,8 - 2,0	sabbia	6,25	-	-	18	80	35	22,2	
2,0 - 2,4	argilla	1,1	70	2,6	17	-	-	-	
2,4 - 2,8	sabbia	6,5	-	-	18	70	34	22,0	
2,8 - 3,4	argilla organ.	1,0	67	1,6	1,7	-	-	-	

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

3,4 - 8,0	sabbia densa	17,4	-	-	18	80	38	52,3	
8,0 - 8,4	argilla organ.	1,2	80	5,0	17	-	-	-	
8,4 - 10,0	sabbia	10,1	-	-	18	70	32	29,5	

<b>CPT6</b>		livello di falda: -1,2 m							
prof. (m)	litologia	qc (MPa)	Cu (kPa)	M (MPa)	$\gamma$ (kN/mc)	Dr (%)	$\phi$ (°)	Es (MPa)	
0,0 - 0,4	sabbia	4,2	-	-	18	80	39	12,0	
0,4 - 1,2	argilla organ.	0,65	51	1,1	17	-	-	-	
1,2 - 2,4	sabbia con limo	4,8	-	-	18	80	36	13,4	
2,4 - 3,2	argilla comp.	5,7	380	11,5	17	--	-	-	
3,2 - 10,0	sabbia	16,7	-	-	18	80	36	48,6	

In ALLEG. 4 sono riportati i report con le suddivisioni geotecniche originali.

Il livello di falda è stato intercettato a profondità comprese tra 1,2 e 1,9 m dal p.c. in relazione alla quota topografica.

I terreni sabbiosi presentano in genere condizioni di addensamento da medio a discreto mentre lo strato argilloso con spessore più significativo intercettato tra 4 e 5 m di profondità risulta in genere a consistenza medio-bassa, con valori di resistenza al taglio non drenata  $C_u > 25$  kPa e modulo edometrico  $< 5$  MPa.

Sulla base di quanto sopra espresso, si ritiene che le caratteristiche meccaniche dei depositi fino alle profondità indagate siano compatibili con le strutture leggere previste dal progetto mentre per eventuali strutture con carichi maggiori, al momento non previste, potrà essere fatto ricorso a fondazioni a platea o fondazioni profonde.

## **9 SISMICITA' DELL'AREA**

Il settore veronese della Pianura Padana è stato oggetto di una modesta attività sismica storica i cui risentimenti macrosismici sono stati identificati al massimo come VI grado della scala MKS, in particolare per il terremoto del Veronese del 1907 (magnitudo epicentrale  $M_w=5,8$ ) e quello del Friuli del 1976 (magnitudo epicentrale  $M_w=6,4$ ) (fig. 15), privi di effetti macrosismici locali<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019), *CFT15Med, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area*, Scientific Data 6, Article number: 80 (2019)



**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**



Figura 15 - Storia sismica del Comune di Vigasio (INGV-DBMI15)

Le sorgenti sismogenetiche più vicine risultano essere (INGV-DISS 3.2.1, 2015; fig. 16):

- ITCS114 Solferino (M=6,0)
- ITCS076 Adige Plain (M= 6,7)
- ITCS050 Poggio Rusco-Migliarino (M=5,5)

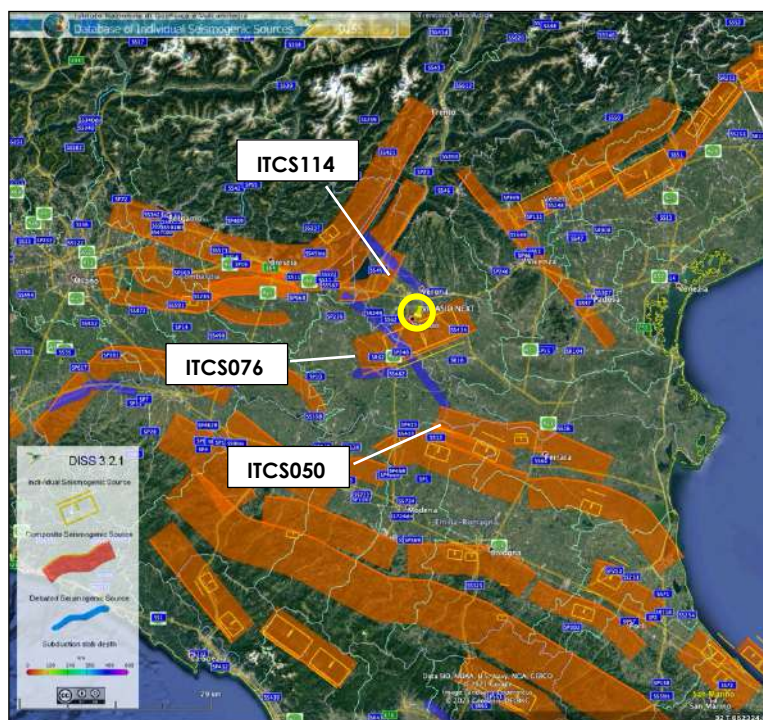


Figura 16 - Sorgenti sismogenetiche (INGV-DISS 3.2, 2015). Il circolo giallo indica il sito di progetto

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

Il recente DGReg. N. 244 del 9/03/2021, che aggiorna la mappa di pericolosità sismica del Veneto, classifica il Comune di Vigasio in Zona 3 cui corrisponde un'accelerazione di picco orizzontale ( $a_g$ ) al suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, tra 0,125g. e 0,150g (riferita ad un suolo di tipo A-rigido) (fig. 17).

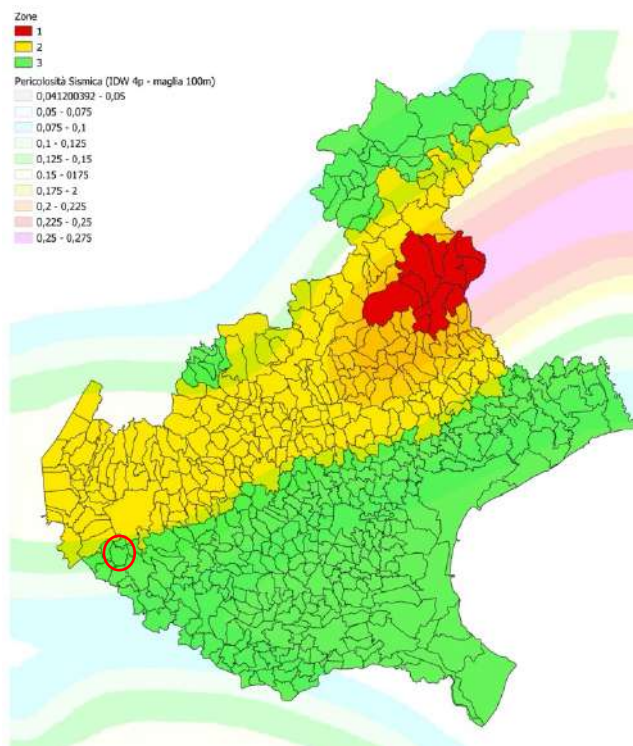


Figura 17 - Mappa della pericolosità sismica del Veneto (2021)

## 9.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La vigente normativa tecnica D.M. 17/01/2018 richiede che l'azione sismica di base venga determinata mediante un approccio "sito dipendente" a partire dalla valutazione della "pericolosità sismica di base" del sito; per la stima dei parametri spettrali di progetto viene seguita una procedura che prevede:

- Pericolosità di sito
  - l'identificazione delle coordinate geografiche del sito
  - l'identificazione dei 4 nodi della griglia di riferimento più vicini al sito
  - la determinazione dei parametri spettrali ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ) propri del sito in esame.

Pertanto :

coordinate sito specifiche ED50: latitudine=45,319101° longitudine=10,964487°

coordinate dei punti del reticolo:

sito	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
1	13173	45,3077	10,9335	2738,1
2	13174	45,3092	10,0044	3312,7
3	12952	45,3592	11,0024	5349,1
4	12951	45,3577	10,9313	5013,4

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* - e condizioni topografiche T1 secondo il paragrafo 3.2.2 del D.M.). Pertanto i parametri spettrali per il sito sono (da Spettri v.1.0.3):

	Psup (%)	Tr (anni)	$a_g$ (g)	Fo (-)	Tc* (s)
SLO	81	30	0,037	2,560	0,233
SLD	63	50	0,048	2,500	0,257
<b>SLV</b>	<b>10</b>	<b>475</b>	<b>0,133</b>	<b>2,443</b>	<b>0,280</b>
SLC	5	975	0,175	2,475	0,280

Operatività (SLO); Danno (SLD); **Salvaguardia della vita (SLV)**; Prevenzione dal collasso (SLC).

Come indicato al paragrafo 7.2 di presente elaborato, è applicabile l'approccio semplificato di normativa che richiede la definizione di:

- Strategia di progettazione (come previsto dal Progettista delle strutture)
  - Classe d'uso 2, relativa a costruzioni con normali affollamenti, prive di contenuti pericolosi per l'ambiente, senza funzioni pubbliche o sociali rilevanti, da cui  $C_u=1$  (Tab. 2.4. II del DM)
  - Vita nominale  $V_N = \geq 50$  anni (Tab. 2.4.I del DM)
  - Periodo di riferimento  $V_R = V_N \times C_u = 50 \times 1 = 50$  anni
- Azione di progetto di sito
  - categoria di suolo è di tipo C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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*)
  - condizioni topografiche di tipo T1 (Tab. 3.2.IV del D.M.) per superfici pianeggianti.

Pertanto i parametri spettrali caratteristici del sito per suolo di tipo D sono (da Spettri. 1.0.3):

	$S_s$	$S_T$	$a_{max}$ (g)	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
<b>SLV</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,199</b>	<b>0,149</b>	<b>0,447</b>	<b>2,134</b>

## 10 VERIFICA PRELIMINARE DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi preliminare riguardo al potenziale di liquefazione dei terreni è stata prodotta cautelativamente sulla base dei risultati delle prove penetrometriche statiche CPT eseguite sul sito, che hanno verificato la presenza di materiali prevalentemente granulari sabbiosi o sabbioso limosi in falda. L'azione sismica è stata determinata, ricorrendo a quanto previsto nel D.M. 17/01/2018 (*Norme tecniche per le costruzioni*). La valutazione della suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita ricorrendo ai metodi semplificati su tutte verticali a disposizione.

Nel sito vi sono le condizioni predisponenti per la verifica della liquefazione, essendo presenti:

- Sabbie e sabbie limose;

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

- Livello idrico costantemente inferiore a 15 m dal p.c.;
- Magnitudo di riferimento: la Magnitudo di riferimento è quella definita dalla zona sismogenetica 906 Friuli-Veneto Orientale (di ZS9), pari a 6,6, come indicato negli ICMS DPC 2008;
- L'accelerazione massima al sito può essere valutata mediante l'approccio sito-dipendente secondo l'approccio semplificato delle NTC2018 che, con TR=475 anni alla condizione SLV, attribuisce al sito in oggetto una  $a(g) = 0,19g$  (paragrafo 10)

Per la verifica alla liquefazione è stato fatto riferimento al metodo di Robertson e Wride (1998), utilizzando il programma di calcolo "Cliq v. 3.0" della Geologismiki G.S., secondo le procedure dell'NCEER. Sono stati inseriti nel calcolo i seguenti parametri di input richiesti dal metodo:

- Magnitudo  $M_w = 6,6$
- Accelerazione massima al sito  $a_{max} = 0,19 g$
- quota piezometrica in sito= profondità misurata in sito per ogni verticale
- quota piezometrica in sito da sisma = 0,1 m.

Per ogni verticale è stato valutato il potenziale di liquefazione IL (Iwasaki et al., 1982) il cui valore è definito come:

$0 < IL < 5$	rischio di liquefazione basso
$5 < IL < 15$	rischio di liquefazione elevato
$IL > 15$	rischio di liquefazione estremamente elevato

L'analisi ha rilevato il rischio di liquefazione "basso" o nullo per tutte le CPT analizzate (figg. 18 e 19).

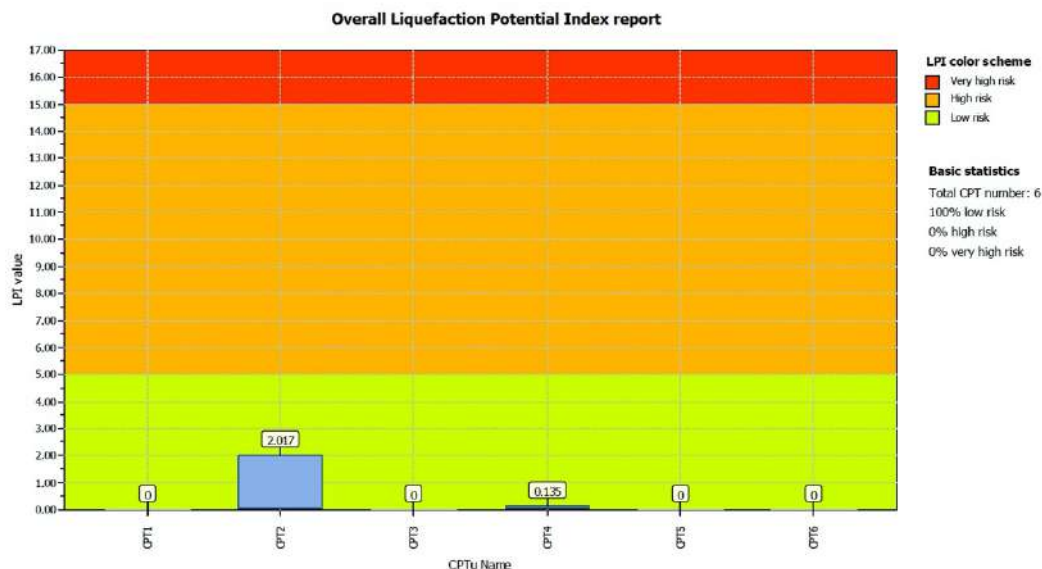


Figura 18 - Indice di liquefazione potenziale IL; confronto tra i risultati per singola CPT



PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA

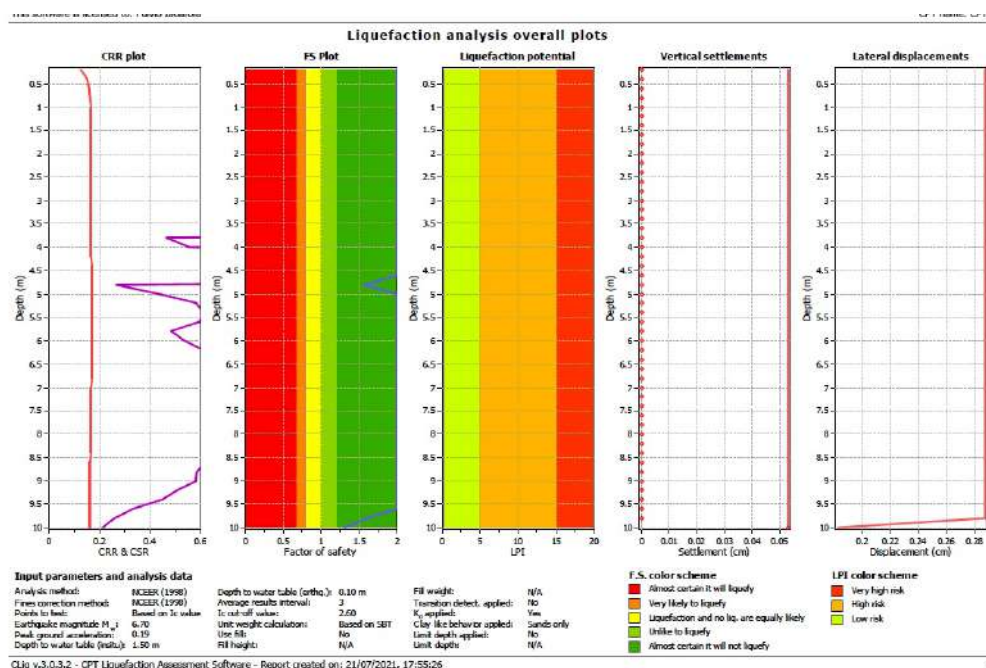


Figura 19 - Esempio di Analisi di liquefacibilit  CPT1 (estratto)

Si riportano nell'ALLEG. 6 i risultati dell'elaborazione per singola CPTU.

## 11 CONCLUSIONI

Per conto e su incarico di NextPower Development Italia s.r.l. con sede a Milano,   stato effettuato lo studio geologico, geotecnico e sismico relativo al progetto di realizzazione di un parco fotovoltaico in localit  via delle Robinie in Comune di Vogasio (VR).

L'area in oggetto   caratterizzata, dal punto di vista granulometrico, da depositi prevalentemente sabbiosi mentre la componente argillosa o limosa risulta subordinata, pi  significativa nel comparto occidentale prossimo al fiume Tartaro, almeno alla profondit  indagata pari a 10 m dal p.c..

Il livello freatico   stato intercettato a 1,2-1,9 m dal piano campagna.

Il sito non presenta criticit  idrauliche legate alla potenziale allagabilit  (PAI).

Sono stati verificati in sito, mediante prove penetrometriche statiche CPT, sia le caratteristiche litostratigrafiche fino a 10,0 m di profondit  sia quelle geomeccaniche con la valutazione dei principali parametri geotecnici del terreno.

Il modello geotecnico consente di definire una generale qualit  meccanica da mediocre a buona dei depositi per l'intero profilo indagato in relazione alla presenza della frazione sabbiosa. La presenza di materiale argilloso tra 4,0 e 5,0 m dal p.c. impone la valutazione dei cedimenti per opere di un certo impegno in termini di carico.

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)  
RELAZIONE GEOLOGICA**

---

Le indagini geofisiche eseguite nel sito hanno consentito di determinare una  $V_{s,eq}$  pari a 260-293 m/s e di attribuire il sottosuolo alla Categoria 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*) ai sensi del D.M. 17/01/2018 e di valutare una frequenza di risonanza del terreno di 0,97 Hz.

La verifica preliminare della suscettibilità alla liquefazione dei terreni sabbioso limosi è stata eseguita ricorrendo al metodo di Robertson e Wride che ha evidenziato un rischio di liquefazione da basso a nullo.

Per quanto attiene la gestione delle acque meteoriche, si rimanda alla relazione idraulica, allegata al Progetto.

L'intervento in progetto non comporterà la modifica morfologica dell'area mentre sarà mantenuta in efficienza la rete idraulica presente che risulta determinante per il mantenimento di un opportuno franco nei confronti della superficie piezometrica.

Per quanto illustrato, si ritiene che il progetto proposto sia compatibile con le caratteristiche geologiche, sismiche, geotecniche e idrogeologiche del sito.

Gradisca d'Isonzo, luglio 2021

dott. geol. Fulvio Iadarola

**PROGETTO DI UN PARCO FOTOVOLTAICO DA 22040 KW IN LOCALITA' VIA DELLE ROBINIE - VIGASIO (VR)**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

ALLEGATI







ALLEG. 2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE  
su stato di fatto

0 50 100m

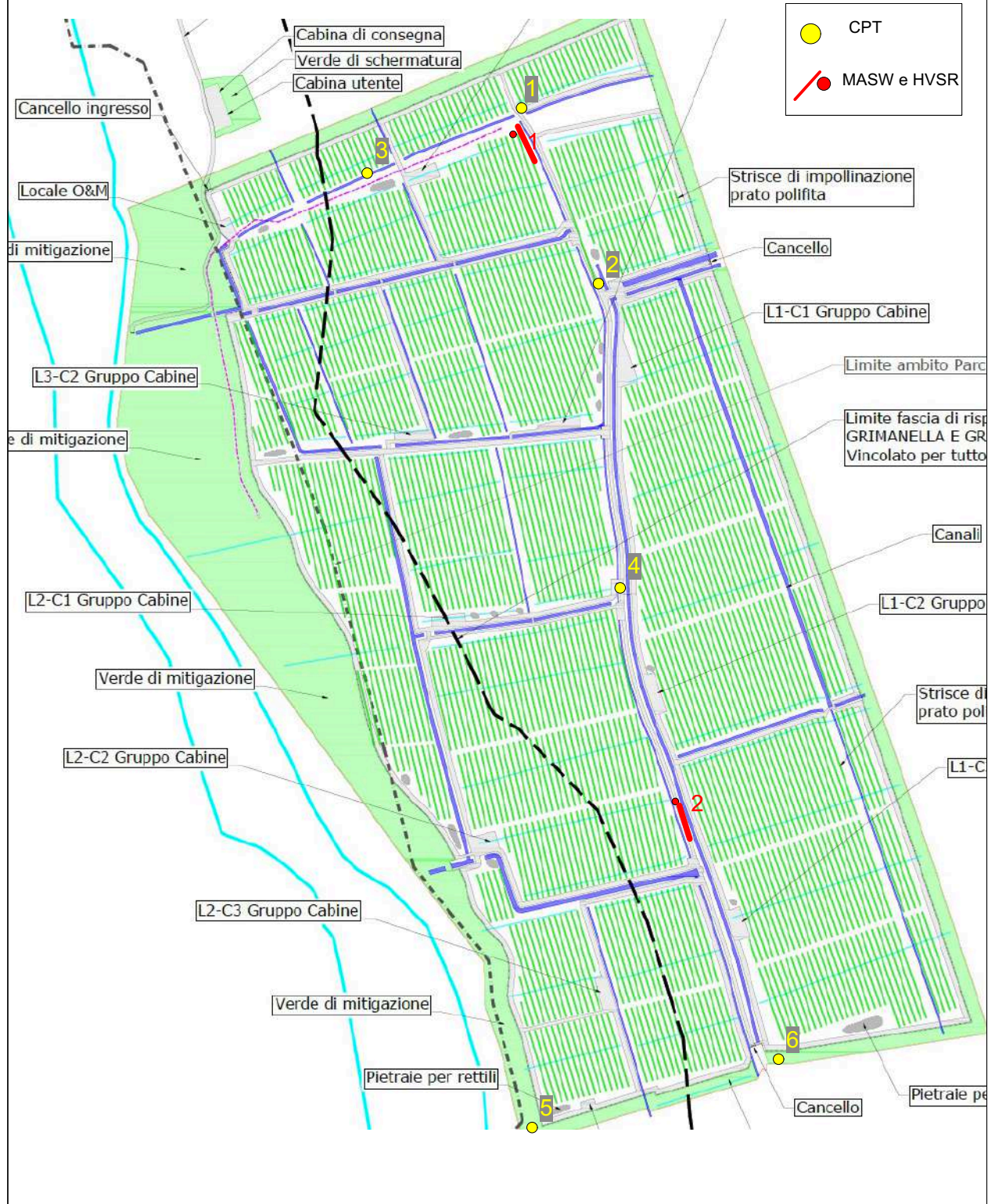
- CPT
- MASW e HVSR





# ALLEG. 3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE su stato di progetto

0 50 100m



## ALLEG. 4

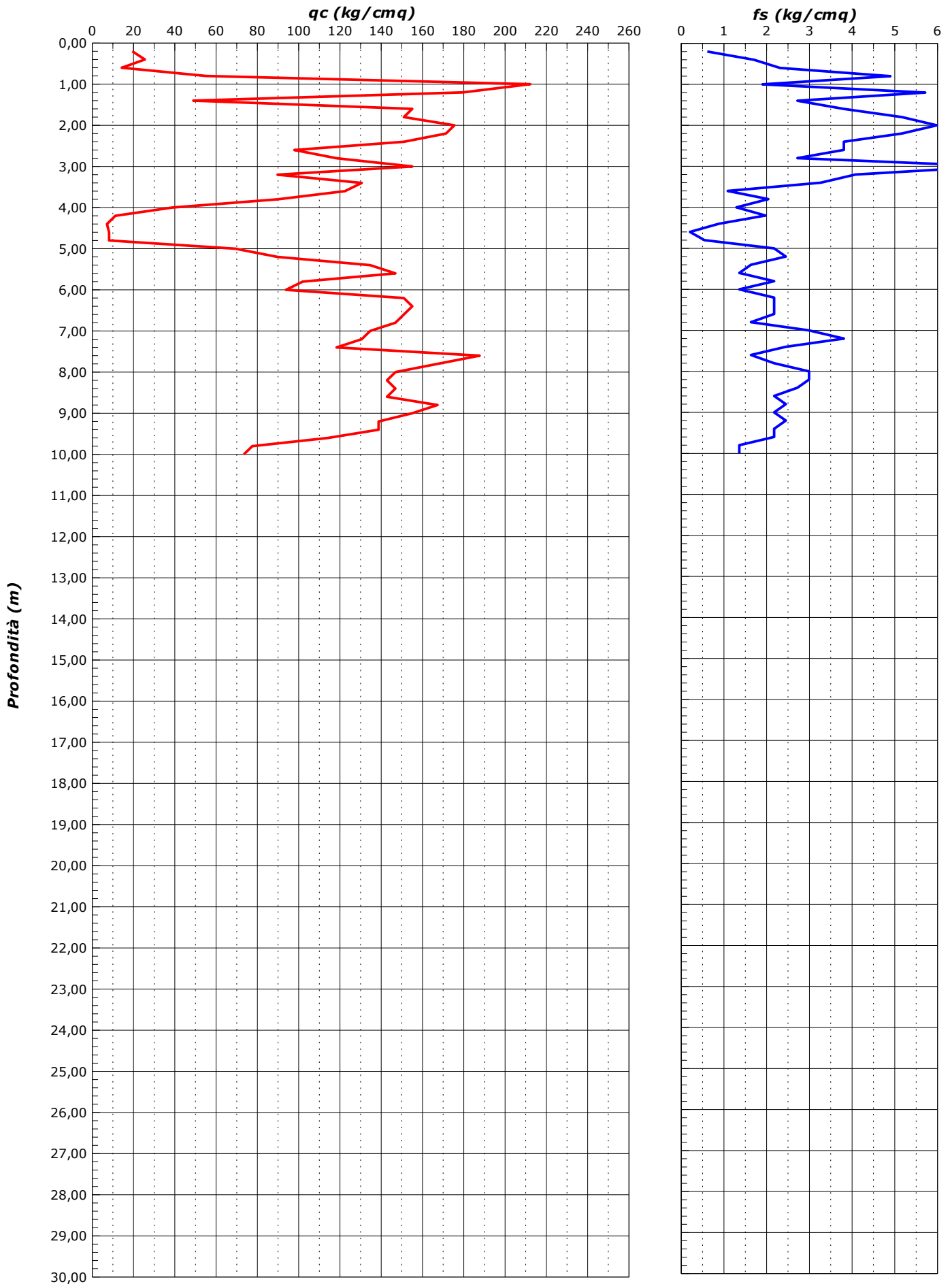
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)  
E  
SEZIONI LITOLOGICHE SCHEMATICHE

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 1                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21              PROF. FALDA (m da p.c.)                      -1,50  
 NOTE

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

 CPT N° 1 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,50

NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	9,5	14,0	19,4	0,61	32	3,2	1,3-1,8	0,03	1,29	39	43	41	60-80	39
0,4	12,5	17,0	25,5	1,70	15	6,7	1,3-1,8	0,06	1,70	51	-	-	-	-
0,6	7,0	19,5	14,3	2,31	6	16,2	0,7-1,3	0,08	0,95	21	-	-	-	-
0,8	27,0	44,0	55,1	4,90	11	8,9	0,7-1,3	0,10	3,67	83	-	-	-	-
<b>1,0</b>	104,0	140,0	212,2	1,90	111	0,9	1,3-1,8	0,13	-	-	>45	45	>100	743
1,2	88,0	102,0	179,5	5,71	31	3,2	1,3-1,8	0,16	-	-	>45	43	>100	628
1,4	24,0	66,0	49,0	2,72	18	5,6	1,3-1,8	0,20	3,25	98	41	35	60-80	98
1,6	76,0	96,0	155,0	3,81	41	2,5	0,8-1,1	0,22	-	-	>45	43	>100	543
1,8	74,0	102,0	151,0	5,17	29	3,4	0,8-1,1	0,24	-	-	43	43	>100	528
<b>2,0</b>	86,0	124,0	175,4	5,98	29	3,4	0,8-1,1	0,26	-	-	>45	43	>100	614
2,2	84,0	128,0	171,4	5,17	33	3,0	0,8-1,1	0,28	-	-	43	42	>100	600
2,4	74,0	112,0	151,0	3,81	40	2,5	0,8-1,1	0,30	-	-	43	41	>100	528
2,6	48,0	76,0	97,9	3,81	26	3,9	0,8-1,1	0,32	-	-	42	38	80-100	196
2,8	58,0	86,0	118,3	2,72	44	2,3	0,8-1,1	0,34	-	-	42	39	>100	237
<b>3,0</b>	76,0	96,0	155,0	7,34	21	4,7	0,8-1,1	0,36	10,30	310	43	40	>100	310
3,2	44,0	98,0	89,8	4,08	22	4,5	0,8-1,1	0,38	5,95	180	41	36	80-100	180
3,4	64,0	94,0	130,6	3,26	40	2,5	0,8-1,1	0,40	-	-	42	38	>100	261
3,6	60,0	84,0	122,4	1,09	113	0,9	0,8-1,1	0,41	-	-	42	38	>100	428
3,8	44,0	52,0	89,8	2,04	44	2,3	0,8-1,1	0,43	-	-	40	36	80-100	180
<b>4,0</b>	19,0	34,0	38,8	1,29	30	3,3	0,8-1,1	0,45	-	-	36	31	40-60	78
4,2	5,5	15,0	11,2	1,97	6	17,6	0,4-0,8	0,46	0,70	17	-	-	-	-
4,4	3,5	18,0	7,1	0,88	8	12,4	0,4-0,8	0,48	0,42	11	-	-	-	-
4,6	4,0	10,5	8,2	0,20	40	2,5	0,8-1,1	0,50	-	-	<32	21	<20	16
4,8	4,0	5,5	8,2	0,54	15	6,7	0,4-0,8	0,51	0,49	12	-	-	-	-
<b>5,0</b>	34,0	38,0	69,4	2,18	32	3,1	0,8-1,1	0,53	-	-	38	33	60-80	139
5,2	44,0	60,0	89,8	2,45	37	2,7	0,8-1,1	0,55	-	-	39	34	80-100	180
5,4	66,0	84,0	134,6	1,63	83	1,2	0,8-1,1	0,56	-	-	41	36	80-100	471
5,6	72,0	84,0	146,9	1,36	108	0,9	0,8-1,1	0,58	-	-	41	36	80-100	514
5,8	50,0	60,0	102,0	2,18	47	2,1	0,8-1,1	0,60	-	-	39	34	80-100	204
<b>6,0</b>	46,0	62,0	93,8	1,36	69	1,4	0,8-1,1	0,62	-	-	39	33	80-100	328
6,2	74,0	84,0	151,0	2,18	69	1,4	0,8-1,1	0,64	-	-	41	36	80-100	528
6,4	76,0	92,0	155,0	2,18	71	1,4	0,8-1,1	0,66	-	-	41	36	80-100	543
6,6	74,0	90,0	151,0	2,18	69	1,4	0,8-1,1	0,68	-	-	40	35	80-100	528
6,8	72,0	88,0	146,9	1,63	90	1,1	0,8-1,1	0,70	-	-	40	35	80-100	514
<b>7,0</b>	66,0	78,0	134,6	2,99	45	2,2	0,8-1,1	0,72	-	-	40	34	80-100	471
7,2	64,0	86,0	130,6	3,81	34	2,9	0,8-1,1	0,74	-	-	39	34	80-100	261
7,4	58,0	86,0	118,3	2,45	48	2,1	0,8-1,1	0,75	-	-	39	33	80-100	414
7,6	92,0	110,0	187,7	1,63	115	0,9	0,8-1,1	0,77	-	-	41	36	80-100	657
7,8	82,0	94,0	167,3	2,18	77	1,3	0,8-1,1	0,79	-	-	40	35	80-100	585
<b>8,0</b>	72,0	88,0	146,9	2,99	49	2,0	0,8-1,1	0,81	-	-	39	34	80-100	514
8,2	70,0	92,0	142,8	2,99	48	2,1	0,8-1,1	0,83	-	-	39	34	80-100	500
8,4	72,0	94,0	146,9	2,72	54	1,9	0,8-1,1	0,85	-	-	39	34	80-100	514
8,6	70,0	90,0	142,8	2,18	66	1,5	0,8-1,1	0,87	-	-	39	34	80-100	500
8,8	82,0	98,0	167,3	2,45	68	1,5	0,8-1,1	0,89	-	-	40	34	80-100	585
<b>9,0</b>	76,0	94,0	155,0	2,18	71	1,4	0,8-1,1	0,91	-	-	39	34	80-100	543
9,2	68,0	84,0	138,7	2,45	57	1,8	0,8-1,1	0,93	-	-	39	33	80-100	486
9,4	68,0	86,0	138,7	2,18	64	1,6	0,8-1,1	0,94	-	-	38	33	80-100	486
9,6	56,0	72,0	114,2	2,18	53	1,9	0,8-1,1	0,96	-	-	37	32	60-80	400
9,8	38,0	54,0	77,5	1,36	57	1,8	0,8-1,1	0,98	-	-	35	29	60-80	271
<b>10,0</b>	36,0	46,0	73,4	1,36	54	1,9	0,8-1,1	1,00	-	-	35	29	60-80	257



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 1 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,50

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	Litologia	Litologia
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Begemann)	(Schmertmann)	(Begemann)	(Schmertmann)
0,2	19,4	0,61	32	3,2	terreni misti: argille - limi - sabbie	argille sabbiose e limose
0,4	25,5	1,70	15	6,7	argille inorganiche	argilla molto compatta
0,6	14,3	2,31	6	16,2	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
0,8	55,1	4,90	11	8,9	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
<b>1,0</b>	<b>212,2</b>	<b>1,90</b>	<b>111</b>	<b>0,9</b>	<b>sabbie grosse (con ghiaia)</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
1,2	179,5	5,71	31	3,2	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
1,4	49,0	2,72	18	5,6	argille inorganiche	argille sabbiose e limose
1,6	155,0	3,81	41	2,5	sabbie limose	limi e sabbie
1,8	151,0	5,17	29	3,4	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
<b>2,0</b>	<b>175,4</b>	<b>5,98</b>	<b>29</b>	<b>3,4</b>	<b>terreni misti: argille - limi - sabbie</b>	<b>limi e sabbie</b>
2,2	171,4	5,17	33	3,0	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
2,4	151,0	3,81	40	2,5	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
2,6	97,9	3,81	26	3,9	argille sabbiose e limose	sabbie argillose e limi
2,8	118,3	2,72	44	2,3	sabbie limose	sabbie argillose e limi
<b>3,0</b>	<b>155,0</b>	<b>7,34</b>	<b>21</b>	<b>4,7</b>	<b>argille limose</b>	<b>argille sabbiose e limose</b>
3,2	89,8	4,08	22	4,5	argille limose	argille sabbiose e limose
3,4	130,6	3,26	40	2,5	sabbie limose	sabbie argillose e limi
3,6	122,4	1,09	113	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
3,8	89,8	2,04	44	2,3	sabbie limose	sabbie argillose e limi
<b>4,0</b>	<b>38,8</b>	<b>1,29</b>	<b>30</b>	<b>3,3</b>	<b>terreni misti: argille - limi - sabbie</b>	<b>sabbie argillose e limi</b>
4,2	11,2	1,97	6	17,6	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,4	7,1	0,88	8	12,4	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,6	8,2	0,20	40	2,5	sabbie limose	sabbie argillose e limi
4,8	8,2	0,54	15	6,7	argille inorganiche	argille organiche e terreni misti
<b>5,0</b>	<b>69,4</b>	<b>2,18</b>	<b>32</b>	<b>3,1</b>	<b>terreni misti: argille - limi - sabbie</b>	<b>sabbie argillose e limi</b>
5,2	89,8	2,45	37	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
5,4	134,6	1,63	83	1,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
5,6	146,9	1,36	108	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
5,8	102,0	2,18	47	2,1	sabbie limose	sabbie argillose e limi
<b>6,0</b>	<b>93,8</b>	<b>1,36</b>	<b>69</b>	<b>1,4</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia</b>
6,2	151,0	2,18	69	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
6,4	155,0	2,18	71	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
6,6	151,0	2,18	69	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
6,8	146,9	1,63	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>7,0</b>	<b>134,6</b>	<b>2,99</b>	<b>45</b>	<b>2,2</b>	<b>sabbie limose</b>	<b>limi e sabbie</b>
7,2	130,6	3,81	34	2,9	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
7,4	118,3	2,45	48	2,1	sabbie limose	sabbia densa o cementata
7,6	187,7	1,63	115	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,8	167,3	2,18	77	1,3	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>8,0</b>	<b>146,9</b>	<b>2,99</b>	<b>49</b>	<b>2,0</b>	<b>sabbie limose</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
8,2	142,8	2,99	48	2,1	sabbie limose	sabbia densa o cementata
8,4	146,9	2,72	54	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
8,6	142,8	2,18	66	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
8,8	167,3	2,45	68	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>9,0</b>	<b>155,0</b>	<b>2,18</b>	<b>71</b>	<b>1,4</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
9,2	138,7	2,45	57	1,8	sabbie	sabbia densa o cementata
9,4	138,7	2,18	64	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
9,6	114,2	2,18	53	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
9,8	77,5	1,36	57	1,8	sabbie	sabbia
<b>10,0</b>	<b>73,4</b>	<b>1,36</b>	<b>54</b>	<b>1,9</b>	<b>sabbie limose</b>	<b>sabbia</b>

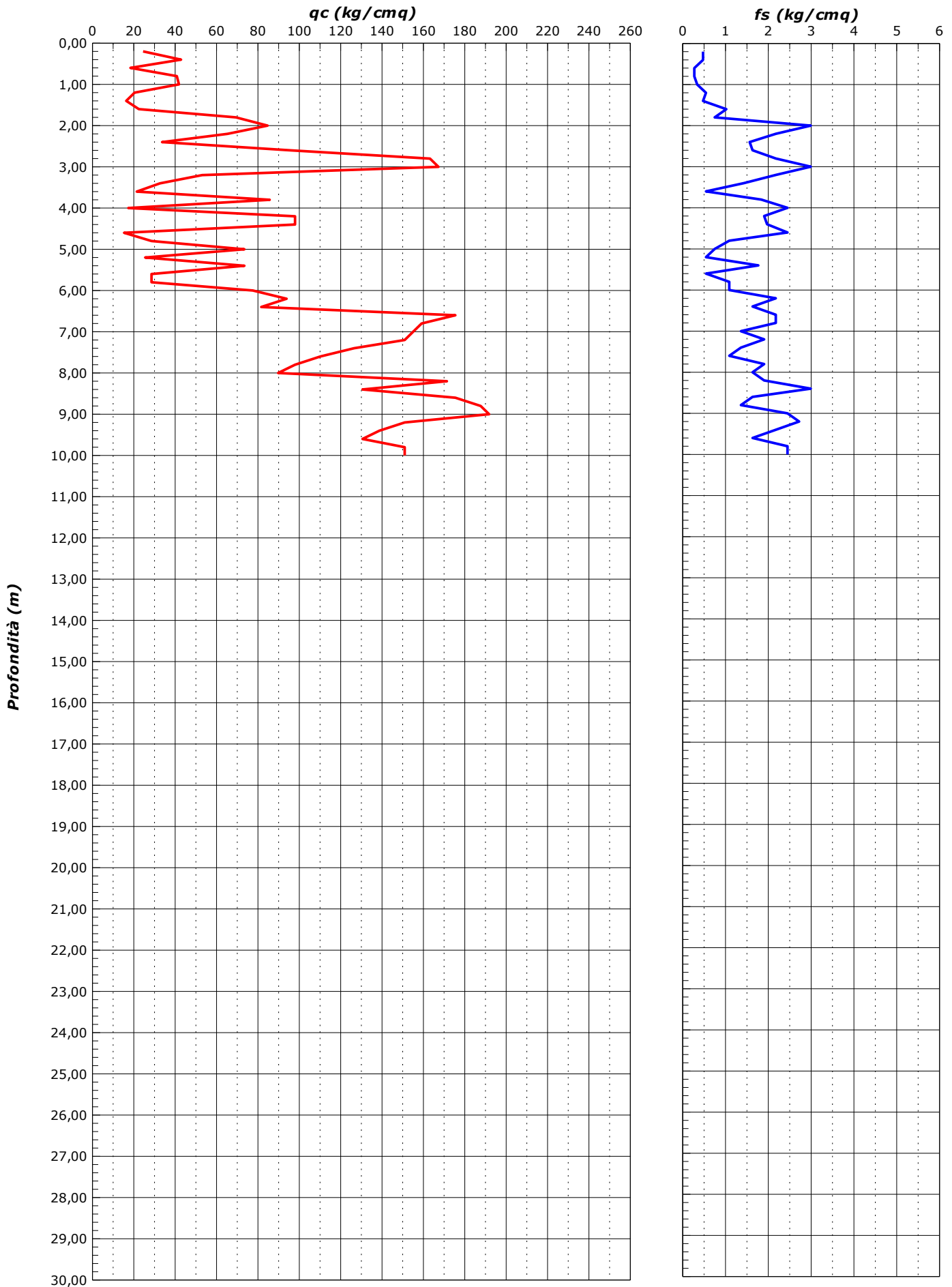
**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 2                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21              PROF. FALDA (m da p.c.)                      -1,80

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard

NOTE



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 2 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,80

NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	12,0	13,5	24,5	0,48	51	1,9	1,3-1,8	0,03	-	-	>45	42	60-80	86
0,4	21,0	24,5	42,8	0,48	90	1,1	1,3-1,8	0,06	-	-	>45	41	80-100	150
0,6	9,0	12,5	18,4	0,27	68	1,5	1,3-1,8	0,09	-	-	40	34	60-80	64
0,8	20,0	22,0	40,8	0,27	150	0,7	1,3-1,8	0,12	-	-	42	37	60-80	143
<b>1,0</b>	20,5	22,5	41,8	0,34	123	0,8	1,3-1,8	0,16	-	-	41	36	60-80	146
1,2	10,0	12,5	20,4	0,54	38	2,7	1,3-1,8	0,19	-	-	37	31	40-60	41
1,4	8,0	12,0	16,3	0,48	34	2,9	1,3-1,8	0,22	-	-	35	29	40-60	33
1,6	11,0	14,5	22,4	1,02	22	4,5	1,3-1,8	0,25	1,48	45	36	30	40-60	45
1,8	34,0	41,5	69,4	0,75	93	1,1	0,8-1,1	0,29	-	-	41	38	80-100	243
<b>2,0</b>	41,5	47,0	84,7	2,99	28	3,5	0,8-1,1	0,31	-	-	41	39	80-100	169
2,2	32,0	54,0	65,3	2,18	30	3,3	0,8-1,1	0,33	-	-	40	37	80-100	131
2,4	16,5	32,5	33,7	1,56	22	4,6	0,8-1,1	0,34	2,22	67	36	33	60-80	67
2,6	47,0	58,5	95,9	1,63	59	1,7	0,8-1,1	0,36	-	-	41	38	80-100	336
2,8	80,0	92,0	163,2	2,18	75	1,3	0,8-1,1	0,38	-	-	43	41	>100	571
<b>3,0</b>	82,0	98,0	167,3	2,99	56	1,8	0,8-1,1	0,40	-	-	43	40	>100	585
3,2	26,0	48,0	53,0	2,18	24	4,1	0,8-1,1	0,42	3,50	106	38	34	60-80	106
3,4	16,0	32,0	32,6	1,43	23	4,4	0,8-1,1	0,44	2,14	65	35	31	40-60	65
3,6	10,5	21,0	21,4	0,54	39	2,5	0,8-1,1	0,46	-	-	32	28	40-60	43
3,8	42,0	46,0	85,7	1,84	47	2,1	0,8-1,1	0,48	-	-	39	35	80-100	171
<b>4,0</b>	8,5	22,0	17,3	2,45	7	14,1	0,4-0,8	0,49	1,11	26	-	-	-	-
4,2	48,0	66,0	97,9	1,90	51	1,9	0,8-1,1	0,51	-	-	40	35	80-100	343
4,4	48,0	62,0	97,9	1,97	50	2,0	0,8-1,1	0,53	-	-	40	35	80-100	343
4,6	7,5	22,0	15,3	2,45	6	16,0	0,4-0,8	0,54	0,97	23	-	-	-	-
4,8	14,0	32,0	28,6	1,09	26	3,8	0,8-1,1	0,56	1,85	57	33	28	40-60	57
<b>5,0</b>	36,0	44,0	73,4	0,75	98	1,0	0,8-1,1	0,58	-	-	38	33	60-80	257
5,2	12,5	18,0	25,5	0,54	47	2,1	0,8-1,1	0,60	-	-	32	27	20-40	51
5,4	36,0	40,0	73,4	1,77	42	2,4	0,8-1,1	0,62	-	-	38	32	60-80	147
5,6	14,0	27,0	28,6	0,54	53	1,9	0,8-1,1	0,63	-	-	32	27	40-60	100
5,8	14,0	18,0	28,6	1,09	26	3,8	0,8-1,1	0,65	1,83	57	32	27	40-60	57
<b>6,0</b>	38,0	46,0	77,5	1,09	71	1,4	0,8-1,1	0,67	-	-	37	32	60-80	271
6,2	46,0	54,0	93,8	2,18	43	2,3	0,8-1,1	0,69	-	-	38	33	60-80	188
6,4	40,0	56,0	81,6	1,63	50	2,0	0,8-1,1	0,71	-	-	37	32	60-80	286
6,6	86,0	98,0	175,4	2,18	81	1,2	0,8-1,1	0,73	-	-	41	36	80-100	614
6,8	78,0	94,0	159,1	2,18	73	1,4	0,8-1,1	0,75	-	-	40	35	80-100	557
<b>7,0</b>	76,0	92,0	155,0	1,36	114	0,9	0,8-1,1	0,77	-	-	40	35	80-100	543
7,2	74,0	84,0	151,0	1,90	79	1,3	0,8-1,1	0,79	-	-	40	35	80-100	528
7,4	62,0	76,0	126,5	1,36	93	1,1	0,8-1,1	0,81	-	-	39	34	80-100	443
7,6	54,0	64,0	110,2	1,09	101	1,0	0,8-1,1	0,82	-	-	38	33	80-100	386
7,8	48,0	56,0	97,9	1,90	51	1,9	0,8-1,1	0,84	-	-	37	32	60-80	343
<b>8,0</b>	44,0	58,0	89,8	1,63	55	1,8	0,8-1,1	0,86	-	-	37	31	60-80	314
8,2	84,0	96,0	171,4	1,90	90	1,1	0,8-1,1	0,88	-	-	40	35	80-100	600
8,4	64,0	78,0	130,6	2,99	44	2,3	0,8-1,1	0,90	-	-	38	33	80-100	261
8,6	86,0	108,0	175,4	1,63	108	0,9	0,8-1,1	0,92	-	-	40	35	80-100	614
8,8	92,0	104,0	187,7	1,36	138	0,7	0,8-1,1	0,94	-	-	40	35	80-100	657
<b>9,0</b>	94,0	104,0	191,8	2,45	78	1,3	0,8-1,1	0,96	-	-	40	35	80-100	671
9,2	74,0	92,0	151,0	2,72	56	1,8	0,8-1,1	0,98	-	-	39	34	80-100	528
9,4	68,0	88,0	138,7	2,18	64	1,6	0,8-1,1	1,00	-	-	38	33	80-100	486
9,6	64,0	80,0	130,6	1,63	80	1,3	0,8-1,1	1,01	-	-	38	32	80-100	457
9,8	74,0	86,0	151,0	2,45	62	1,6	0,8-1,1	1,03	-	-	38	33	80-100	528
<b>10,0</b>	74,0	92,0	151,0	2,45	62	1,6	0,8-1,1	1,05	-	-	38	33	80-100	528

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N°	2	QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)	
DATA	13 lug 2021	PREFORO (m da p.c.)	0,00
TIPO PUNTA	Begemann standard	PROF. FALDA (m da p.c.)	-1,80

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub> (m) (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) (Begemann)	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub> (Schmertmann)	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100 (Begemann)	Litologia	Litologia (Schmertmann)
0,2	24,5	0,48	51	1,9	sabbie limose	sabbia
0,4	42,8	0,48	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
0,6	18,4	0,27	68	1,5	sabbie	sabbia sciolta
0,8	40,8	0,27	150	0,7	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
<b>1,0</b>	<b>41,8</b>	<b>0,34</b>	<b>123</b>	<b>0,8</b>	<b>sabbie grosse (con ghiaia)</b>	<b>sabbia</b>
1,2	20,4	0,54	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,4	16,3	0,48	34	2,9	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,6	22,4	1,02	22	4,5	argille limose	argille sabbiose e limose
1,8	69,4	0,75	93	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
<b>2,0</b>	<b>84,7</b>	<b>2,99</b>	<b>28</b>	<b>3,5</b>	<b>terreni misti: argille - limi - sabbie</b>	<b>sabbie argillose e limi</b>
2,2	65,3	2,18	30	3,3	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
2,4	33,7	1,56	22	4,6	argille limose	argille sabbiose e limose
2,6	95,9	1,63	59	1,7	sabbie	sabbia
2,8	163,2	2,18	75	1,3	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>3,0</b>	<b>167,3</b>	<b>2,99</b>	<b>56</b>	<b>1,8</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
3,2	53,0	2,18	24	4,1	argille limose	argille sabbiose e limose
3,4	32,6	1,43	23	4,4	argille limose	argille sabbiose e limose
3,6	21,4	0,54	39	2,5	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
3,8	85,7	1,84	47	2,1	sabbie limose	sabbie argillose e limi
<b>4,0</b>	<b>17,3</b>	<b>2,45</b>	<b>7</b>	<b>14,1</b>	<b>torbe - argille organiche</b>	<b>argille organiche e terreni misti</b>
4,2	97,9	1,90	51	1,9	sabbie limose	sabbia
4,4	97,9	1,97	50	2,0	sabbie limose	sabbia
4,6	15,3	2,45	6	16,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,8	28,6	1,09	26	3,8	argille sabbiose e limose	argille sabbiose e limose
<b>5,0</b>	<b>73,4</b>	<b>0,75</b>	<b>98</b>	<b>1,0</b>	<b>sabbie grosse (con ghiaia)</b>	<b>sabbia</b>
5,2	25,5	0,54	47	2,1	sabbie limose	sabbie argillose e limi
5,4	73,4	1,77	42	2,4	sabbie limose	sabbie argillose e limi
5,6	28,6	0,54	53	1,9	sabbie limose	sabbia
5,8	28,6	1,09	26	3,8	argille sabbiose e limose	argille sabbiose e limose
<b>6,0</b>	<b>77,5</b>	<b>1,09</b>	<b>71</b>	<b>1,4</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia</b>
6,2	93,8	2,18	43	2,3	sabbie limose	sabbie argillose e limi
6,4	81,6	1,63	50	2,0	sabbie limose	sabbia
6,6	175,4	2,18	81	1,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,8	159,1	2,18	73	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>7,0</b>	<b>155,0</b>	<b>1,36</b>	<b>114</b>	<b>0,9</b>	<b>sabbie grosse (con ghiaia)</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
7,2	151,0	1,90	79	1,3	sabbie	sabbia densa o cementata
7,4	126,5	1,36	93	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,6	110,2	1,09	101	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,8	97,9	1,90	51	1,9	sabbie limose	sabbia
<b>8,0</b>	<b>89,8</b>	<b>1,63</b>	<b>55</b>	<b>1,8</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia</b>
8,2	171,4	1,90	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,4	130,6	2,99	44	2,3	sabbie limose	sabbie argillose e limi
8,6	175,4	1,63	108	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,8	187,7	1,36	138	0,7	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>9,0</b>	<b>191,8</b>	<b>2,45</b>	<b>78</b>	<b>1,3</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>
9,2	151,0	2,72	56	1,8	sabbie	sabbia densa o cementata
9,4	138,7	2,18	64	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
9,6	130,6	1,63	80	1,3	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
9,8	151,0	2,45	62	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>10,0</b>	<b>151,0</b>	<b>2,45</b>	<b>62</b>	<b>1,6</b>	<b>sabbie</b>	<b>sabbia densa o cementata</b>



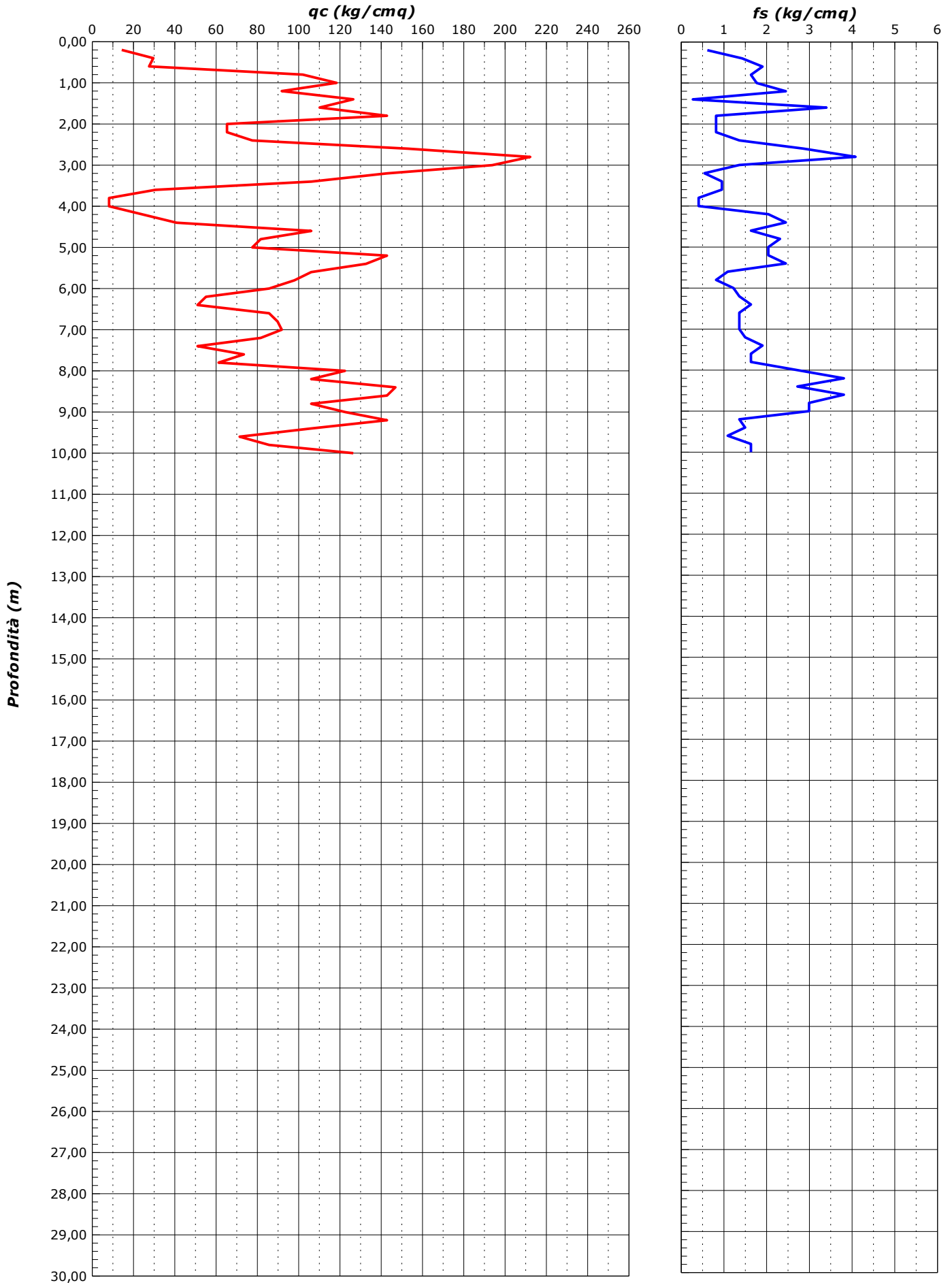
**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 3                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21              PROF. FALDA (m da p.c.)                      -1,90

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard

NOTE



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 3 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,90

NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	7,0	10,0	14,3	0,61	23	4,3	1,3-1,8	0,03	0,95	43	-	-	-	-
0,4	14,5	19,0	29,6	1,43	21	4,8	1,3-1,8	0,06	1,97	59	43	39	60-80	59
0,6	13,5	24,0	27,5	1,90	14	6,9	1,3-1,8	0,09	1,83	55	-	-	-	-
0,8	50,0	64,0	102,0	1,63	63	1,6	1,3-1,8	0,12	-	-	>45	42	>100	357
<b>1,0</b>	58,0	70,0	118,3	1,77	67	1,5	1,3-1,8	0,16	-	-	>45	42	>100	414
1,2	45,0	58,0	91,8	2,45	38	2,7	1,3-1,8	0,19	-	-	43	39	>100	184
1,4	62,0	80,0	126,5	0,27	465	0,2	1,4-2,1	0,22	-	-	43	40	>100	443
1,6	54,0	56,0	110,2	3,40	32	3,1	1,3-1,8	0,25	-	-	43	39	>100	220
1,8	70,0	95,0	142,8	0,82	175	0,6	1,4-2,1	0,29	-	-	43	39	>100	500
<b>2,0</b>	32,0	38,0	65,3	0,82	80	1,3	0,8-1,1	0,32	-	-	40	37	80-100	228
2,2	32,0	38,0	65,3	0,82	80	1,3	0,8-1,1	0,34	-	-	40	37	80-100	228
2,4	38,0	44,0	77,5	1,36	57	1,8	0,8-1,1	0,35	-	-	40	37	80-100	271
2,6	75,0	85,0	153,0	2,86	54	1,9	0,8-1,1	0,37	-	-	43	41	>100	536
2,8	104,0	125,0	212,2	4,08	52	1,9	0,8-1,1	0,39	-	-	43	42	>100	743
<b>3,0</b>	95,0	125,0	193,8	1,36	143	0,7	0,8-1,1	0,41	-	-	43	41	>100	678
3,2	70,0	80,0	142,8	0,54	263	0,4	0,9-1,4	0,43	-	-	42	38	>100	500
3,4	52,0	56,0	106,1	0,95	111	0,9	0,8-1,1	0,45	-	-	41	37	80-100	371
3,6	15,0	22,0	30,6	0,95	32	3,1	0,8-1,1	0,47	-	-	34	30	40-60	61
3,8	4,0	11,0	8,2	0,41	20	5,0	0,8-1,1	0,49	0,50	24	-	-	-	-
<b>4,0</b>	4,0	7,0	8,2	0,41	20	5,0	0,8-1,1	0,51	0,50	24	-	-	-	-
4,2	12,0	15,0	24,5	2,04	12	8,3	0,4-0,8	0,52	1,58	37	-	-	-	-
4,4	20,0	35,0	40,8	2,45	17	6,0	0,8-1,1	0,54	2,67	82	-	-	-	-
4,6	52,0	70,0	106,1	1,63	65	1,5	0,8-1,1	0,56	-	-	40	35	80-100	371
4,8	40,0	52,0	81,6	2,31	35	2,8	0,8-1,1	0,58	-	-	38	34	60-80	163
<b>5,0</b>	38,0	55,0	77,5	2,04	38	2,6	0,8-1,1	0,60	-	-	38	33	60-80	155
5,2	70,0	85,0	142,8	2,04	70	1,4	0,8-1,1	0,62	-	-	41	36	80-100	500
5,4	65,0	80,0	132,6	2,45	54	1,8	0,8-1,1	0,64	-	-	40	36	80-100	464
5,6	52,0	70,0	106,1	1,09	98	1,0	0,8-1,1	0,66	-	-	39	34	80-100	371
5,8	48,0	56,0	97,9	0,82	120	0,8	0,8-1,1	0,67	-	-	38	34	80-100	343
<b>6,0</b>	42,0	48,0	85,7	1,22	70	1,4	0,8-1,1	0,69	-	-	38	33	60-80	300
6,2	27,0	36,0	55,1	1,36	41	2,5	0,8-1,1	0,71	-	-	35	30	40-60	110
6,4	25,0	35,0	51,0	1,63	31	3,2	0,8-1,1	0,73	-	-	35	29	40-60	102
6,6	42,0	54,0	85,7	1,36	63	1,6	0,8-1,1	0,75	-	-	37	32	60-80	300
6,8	44,0	54,0	89,8	1,36	66	1,5	0,8-1,1	0,77	-	-	37	32	60-80	314
<b>7,0</b>	45,0	55,0	91,8	1,36	68	1,5	0,8-1,1	0,79	-	-	37	32	60-80	321
7,2	40,0	50,0	81,6	1,50	55	1,8	0,8-1,1	0,81	-	-	37	31	60-80	286
7,4	25,0	36,0	51,0	1,90	27	3,7	0,8-1,1	0,83	3,31	102	34	29	40-60	102
7,6	36,0	50,0	73,4	1,63	45	2,2	0,8-1,1	0,85	-	-	36	31	60-80	147
7,8	30,0	42,0	61,2	1,63	38	2,7	0,8-1,1	0,86	-	-	35	29	40-60	122
<b>8,0</b>	60,0	72,0	122,4	2,72	45	2,2	0,8-1,1	0,88	-	-	38	33	80-100	245
8,2	52,0	72,0	106,1	3,81	28	3,6	0,8-1,1	0,90	-	-	37	32	60-80	212
8,4	72,0	100,0	146,9	2,72	54	1,9	0,8-1,1	0,92	-	-	39	34	80-100	514
8,6	70,0	90,0	142,8	3,81	38	2,7	0,8-1,1	0,94	-	-	39	34	80-100	500
8,8	52,0	80,0	106,1	2,99	35	2,8	0,8-1,1	0,96	-	-	37	32	60-80	212
<b>9,0</b>	60,0	82,0	122,4	2,99	41	2,4	0,8-1,1	0,98	-	-	38	32	80-100	245
9,2	70,0	92,0	142,8	1,36	105	1,0	0,8-1,1	1,00	-	-	38	33	80-100	500
9,4	52,0	62,0	106,1	1,50	71	1,4	0,8-1,1	1,02	-	-	37	31	60-80	371
9,6	35,0	46,0	71,4	1,09	66	1,5	0,8-1,1	1,04	-	-	35	29	40-60	250
9,8	42,0	50,0	85,7	1,63	53	1,9	0,8-1,1	1,05	-	-	36	30	60-80	300
<b>10,0</b>	62,0	74,0	126,5	1,63	78	1,3	0,8-1,1	1,07	-	-	37	32	60-80	443

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N°	3	QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)	
DATA	13 lug 2021	PREFORO (m da p.c.)	0,00
TIPO PUNTA	Begemann standard	PROF. FALDA (m da p.c.)	-1,90

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	Litologia	Litologia
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Begemann)	(Schmertmann)	(Begemann)	(Schmertmann)
0,2	14,3	0,61	23	4,3	argille limose	argilla compatta
0,4	29,6	1,43	21	4,8	argille limose	argille sabbiose e limose
0,6	27,5	1,90	14	6,9	torbe - argille organiche	argilla molto compatta
0,8	102,0	1,63	63	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>1,0</b>	<b>118,3</b>	<b>1,77</b>	<b>67</b>	<b>1,5</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
1,2	91,8	2,45	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,4	126,5	0,27	465	0,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
1,6	110,2	3,40	32	3,1	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,8	142,8	0,82	175	0,6	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
<b>2,0</b>	<b>65,3</b>	<b>0,82</b>	<b>80</b>	<b>1,3</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
2,2	65,3	0,82	80	1,3	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
2,4	77,5	1,36	57	1,8	sabbie	sabbia
2,6	153,0	2,86	54	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
2,8	212,2	4,08	52	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
<b>3,0</b>	<b>193,8</b>	<b>1,36</b>	<b>143</b>	<b>0,7</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
3,2	142,8	0,54	263	0,4	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
3,4	106,1	0,95	111	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
3,6	30,6	0,95	32	3,1	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
3,8	8,2	0,41	20	5,0	argille limose	argilla mediamente compatta
<b>4,0</b>	<b>8,2</b>	<b>0,41</b>	<b>20</b>	<b>5,0</b>	argille limose	argilla mediamente compatta
4,2	24,5	2,04	12	8,3	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,4	40,8	2,45	17	6,0	argille inorganiche	argilla molto compatta
4,6	106,1	1,63	65	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
4,8	81,6	2,31	35	2,8	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>5,0</b>	<b>77,5</b>	<b>2,04</b>	<b>38</b>	<b>2,6</b>	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
5,2	142,8	2,04	70	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
5,4	132,6	2,45	54	1,8	sabbie limose	sabbia densa o cementata
5,6	106,1	1,09	98	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
5,8	97,9	0,82	120	0,8	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
<b>6,0</b>	<b>85,7</b>	<b>1,22</b>	<b>70</b>	<b>1,4</b>	sabbie	sabbia
6,2	55,1	1,36	41	2,5	sabbie limose	sabbie argillose e limi
6,4	51,0	1,63	31	3,2	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
6,6	85,7	1,36	63	1,6	sabbie	sabbia
6,8	89,8	1,36	66	1,5	sabbie	sabbia
<b>7,0</b>	<b>91,8</b>	<b>1,36</b>	<b>68</b>	<b>1,5</b>	sabbie	sabbia
7,2	81,6	1,50	55	1,8	sabbie limose	sabbia
7,4	51,0	1,90	27	3,7	argille sabbiose e limose	argille sabbiose e limose
7,6	73,4	1,63	45	2,2	sabbie limose	sabbie argillose e limi
7,8	61,2	1,63	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>8,0</b>	<b>122,4</b>	<b>2,72</b>	<b>45</b>	<b>2,2</b>	sabbie limose	sabbie argillose e limi
8,2	106,1	3,81	28	3,6	argille sabbiose e limose	sabbie argillose e limi
8,4	146,9	2,72	54	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
8,6	142,8	3,81	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
8,8	106,1	2,99	35	2,8	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>9,0</b>	<b>122,4</b>	<b>2,99</b>	<b>41</b>	<b>2,4</b>	sabbie limose	sabbie argillose e limi
9,2	142,8	1,36	105	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
9,4	106,1	1,50	71	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
9,6	71,4	1,09	66	1,5	sabbie	sabbia
9,8	85,7	1,63	53	1,9	sabbie limose	sabbia
<b>10,0</b>	<b>126,5</b>	<b>1,63</b>	<b>78</b>	<b>1,3</b>	sabbie	sabbia densa o cementata

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

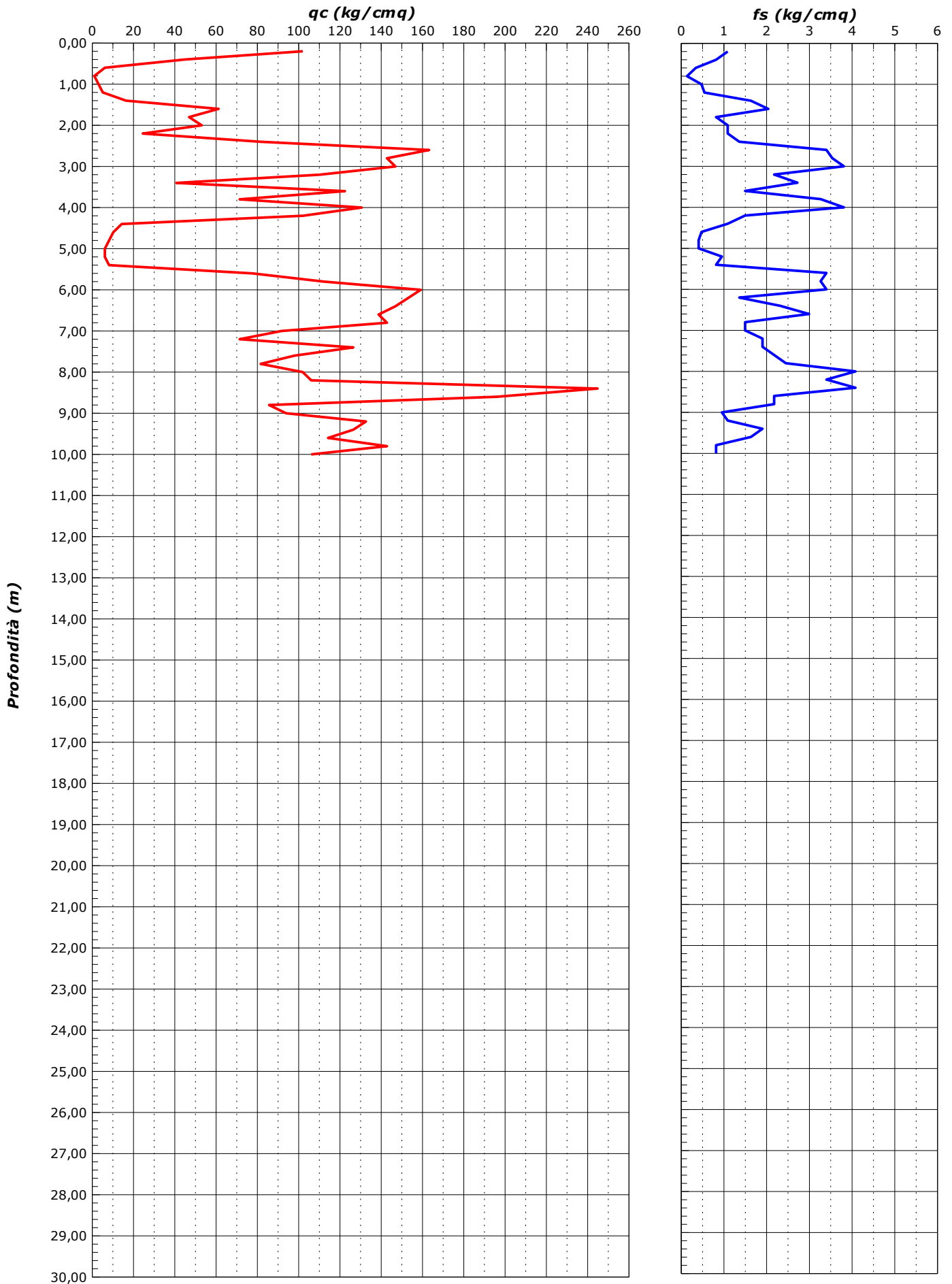
**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 4                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21            PROF. FALDA (m da p.c.)                -1,80

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard

NOTE





**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 4 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,80  
 NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	50,0	55,0	102,0	1,09	94	1,1	1,3-1,8	0,03	-	-	>45	50	>100	357
0,4	22,0	30,0	44,9	0,82	55	1,8	1,3-1,8	0,06	-	-	>45	41	80-100	157
0,6	3,0	9,0	6,1	0,34	18	5,6	0,7-1,3	0,08	0,40	9	-	-	-	-
0,8	0,5	3,0	1,0	0,14	8	13,3	0,7-1,3	0,10	0,06	2	-	-	-	-
<b>1,0</b>	1,5	2,5	3,1	0,48	6	15,6	0,7-1,3	0,12	0,20	5	-	-	-	-
1,2	2,5	6,0	5,1	0,54	9	10,7	0,7-1,3	0,14	0,33	8	-	-	-	-
1,4	8,0	12,0	16,3	1,63	10	10,0	0,7-1,3	0,16	1,08	24	-	-	-	-
1,6	30,0	42,0	61,2	2,04	30	3,3	1,3-1,8	0,19	-	-	42	35	80-100	122
1,8	23,0	38,0	46,9	0,82	58	1,7	0,8-1,1	0,23	-	-	40	36	60-80	164
<b>2,0</b>	26,0	32,0	53,0	1,09	49	2,1	0,8-1,1	0,25	-	-	40	36	60-80	186
2,2	12,0	20,0	24,5	1,09	23	4,4	0,8-1,1	0,27	1,61	49	36	31	40-60	49
2,4	40,0	48,0	81,6	1,36	60	1,7	0,8-1,1	0,29	-	-	41	38	80-100	286
2,6	80,0	90,0	163,2	3,40	48	2,1	0,8-1,1	0,31	-	-	43	41	>100	571
2,8	70,0	95,0	142,8	3,54	40	2,5	0,8-1,1	0,33	-	-	43	40	>100	500
<b>3,0</b>	72,0	98,0	146,9	3,81	39	2,6	0,8-1,1	0,35	-	-	43	40	>100	514
3,2	54,0	82,0	110,2	2,18	51	2,0	0,8-1,1	0,37	-	-	42	38	80-100	386
3,4	20,0	36,0	40,8	2,72	15	6,7	0,8-1,1	0,38	2,68	82	-	-	-	-
3,6	60,0	80,0	122,4	1,50	82	1,2	0,8-1,1	0,40	-	-	42	38	>100	428
3,8	35,0	46,0	71,4	3,26	22	4,6	0,8-1,1	0,42	4,72	143	39	34	60-80	143
<b>4,0</b>	64,0	88,0	130,6	3,81	34	2,9	0,8-1,1	0,44	-	-	42	37	>100	261
4,2	50,0	78,0	102,0	1,50	68	1,5	0,8-1,1	0,46	-	-	40	36	80-100	357
4,4	7,0	18,0	14,3	1,09	13	7,6	0,4-0,8	0,47	0,90	21	-	-	-	-
4,6	5,0	13,0	10,2	0,48	21	4,7	0,8-1,1	0,49	0,63	31	-	-	-	-
4,8	4,0	7,5	8,2	0,41	20	5,0	0,8-1,1	0,51	0,49	24	-	-	-	-
<b>5,0</b>	3,0	6,0	6,1	0,41	15	6,7	0,4-0,8	0,52	0,35	9	-	-	-	-
5,2	3,0	6,0	6,1	0,95	6	15,6	0,4-0,8	0,53	0,35	9	-	-	-	-
5,4	4,0	11,0	8,2	0,82	10	10,0	0,4-0,8	0,55	0,48	12	-	-	-	-
5,6	38,0	44,0	77,5	3,40	23	4,4	0,8-1,1	0,57	5,11	155	38	33	60-80	155
5,8	55,0	80,0	112,2	3,26	34	2,9	0,8-1,1	0,58	-	-	40	34	80-100	224
<b>6,0</b>	78,0	102,0	159,1	3,40	47	2,1	0,8-1,1	0,60	-	-	41	36	>100	557
6,2	75,0	100,0	153,0	1,36	113	0,9	0,8-1,1	0,62	-	-	41	36	80-100	536
6,4	72,0	82,0	146,9	2,31	64	1,6	0,8-1,1	0,64	-	-	41	35	80-100	514
6,6	68,0	85,0	138,7	2,99	46	2,2	0,8-1,1	0,66	-	-	40	35	80-100	486
6,8	70,0	92,0	142,8	1,50	95	1,0	0,8-1,1	0,68	-	-	40	35	80-100	500
<b>7,0</b>	45,0	56,0	91,8	1,50	61	1,6	0,8-1,1	0,70	-	-	38	32	60-80	321
7,2	35,0	46,0	71,4	1,90	38	2,7	0,8-1,1	0,72	-	-	37	31	60-80	143
7,4	62,0	76,0	126,5	1,90	66	1,5	0,8-1,1	0,74	-	-	39	34	80-100	443
7,6	48,0	62,0	97,9	2,18	45	2,2	0,8-1,1	0,76	-	-	38	32	60-80	196
7,8	40,0	56,0	81,6	2,45	33	3,0	0,8-1,1	0,77	-	-	37	31	60-80	163
<b>8,0</b>	50,0	68,0	102,0	4,08	25	4,0	0,8-1,1	0,79	6,71	204	38	32	60-80	204
8,2	52,0	82,0	106,1	3,40	31	3,2	0,8-1,1	0,81	-	-	38	32	60-80	212
8,4	120,0	145,0	244,8	4,08	60	1,7	0,8-1,1	0,83	-	-	42	37	>100	857
8,6	96,0	126,0	195,8	2,18	90	1,1	0,8-1,1	0,85	-	-	41	35	80-100	685
8,8	42,0	58,0	85,7	2,18	39	2,5	0,8-1,1	0,87	-	-	37	31	60-80	171
<b>9,0</b>	46,0	62,0	93,8	0,95	99	1,0	0,8-1,1	0,89	-	-	37	31	60-80	328
9,2	65,0	72,0	132,6	1,09	122	0,8	0,8-1,1	0,91	-	-	38	33	80-100	464
9,4	62,0	70,0	126,5	1,90	66	1,5	0,8-1,1	0,93	-	-	38	32	80-100	443
9,6	56,0	70,0	114,2	1,63	70	1,4	0,8-1,1	0,95	-	-	38	32	60-80	400
9,8	70,0	82,0	142,8	0,82	175	0,6	0,9-1,4	0,97	-	-	38	32	80-100	500
<b>10,0</b>	52,0	58,0	106,1	0,82	130	0,8	0,8-1,1	0,99	-	-	37	31	60-80	371

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N°	4	QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)	
DATA	13 lug 2021	PREFORO (m da p.c.)	0,00
TIPO PUNTA	Begemann standard	PROF. FALDA (m da p.c.)	-1,80

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	Litologia	Litologia
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Begemann)	(Schmertmann)	(Begemann)	(Schmertmann)
0,2	102,0	1,09	94	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
0,4	44,9	0,82	55	1,8	sabbie	sabbia
0,6	6,1	0,34	18	5,6	argille inorganiche	argille organiche e terreni misti
0,8	1,0	0,14	8	13,3	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
<b>1,0</b>	<b>3,1</b>	<b>0,48</b>	<b>6</b>	<b>15,6</b>	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
1,2	5,1	0,54	9	10,7	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
1,4	16,3	1,63	10	10,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
1,6	61,2	2,04	30	3,3	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,8	46,9	0,82	58	1,7	sabbie	sabbia
<b>2,0</b>	<b>53,0</b>	<b>1,09</b>	<b>49</b>	<b>2,1</b>	sabbie limose	sabbia
2,2	24,5	1,09	23	4,4	argille limose	argille sabbiose e limose
2,4	81,6	1,36	60	1,7	sabbie	sabbia
2,6	163,2	3,40	48	2,1	sabbie limose	sabbia densa o cementata
2,8	142,8	3,54	40	2,5	sabbie limose	limi e sabbie
<b>3,0</b>	<b>146,9</b>	<b>3,81</b>	<b>39</b>	<b>2,6</b>	terreni misti: argille - limi - sabbie	limi e sabbie
3,2	110,2	2,18	51	2,0	sabbie limose	sabbia densa o cementata
3,4	40,8	2,72	15	6,7	argille inorganiche	argilla molto compatta
3,6	122,4	1,50	82	1,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
3,8	71,4	3,26	22	4,6	argille limose	argille sabbiose e limose
<b>4,0</b>	<b>130,6</b>	<b>3,81</b>	<b>34</b>	<b>2,9</b>	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
4,2	102,0	1,50	68	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
4,4	14,3	1,09	13	7,6	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,6	10,2	0,48	21	4,7	argille limose	argilla mediamente compatta
4,8	8,2	0,41	20	5,0	argille limose	argilla mediamente compatta
<b>5,0</b>	<b>6,1</b>	<b>0,41</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>	argille inorganiche	argille organiche e terreni misti
5,2	6,1	0,95	6	15,6	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
5,4	8,2	0,82	10	10,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
5,6	77,5	3,40	23	4,4	argille limose	argille sabbiose e limose
5,8	112,2	3,26	34	2,9	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>6,0</b>	<b>159,1</b>	<b>3,40</b>	<b>47</b>	<b>2,1</b>	sabbie limose	limi e sabbie
6,2	153,0	1,36	113	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,4	146,9	2,31	64	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
6,6	138,7	2,99	46	2,2	sabbie limose	limi e sabbie
6,8	142,8	1,50	95	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>7,0</b>	<b>91,8</b>	<b>1,50</b>	<b>61</b>	<b>1,6</b>	sabbie	sabbia
7,2	71,4	1,90	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
7,4	126,5	1,90	66	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
7,6	97,9	2,18	45	2,2	sabbie limose	sabbie argillose e limi
7,8	81,6	2,45	33	3,0	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>8,0</b>	<b>102,0</b>	<b>4,08</b>	<b>25</b>	<b>4,0</b>	argille sabbiose e limose	argille sabbiose e limose
8,2	106,1	3,40	31	3,2	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
8,4	244,8	4,08	60	1,7	sabbie	sabbia densa o cementata
8,6	195,8	2,18	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,8	85,7	2,18	39	2,5	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>9,0</b>	<b>93,8</b>	<b>0,95</b>	<b>99</b>	<b>1,0</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
9,2	132,6	1,09	122	0,8	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
9,4	126,5	1,90	66	1,5	sabbie	sabbia densa o cementata
9,6	114,2	1,63	70	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
9,8	142,8	0,82	175	0,6	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
<b>10,0</b>	<b>106,1</b>	<b>0,82</b>	<b>130</b>	<b>0,8</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

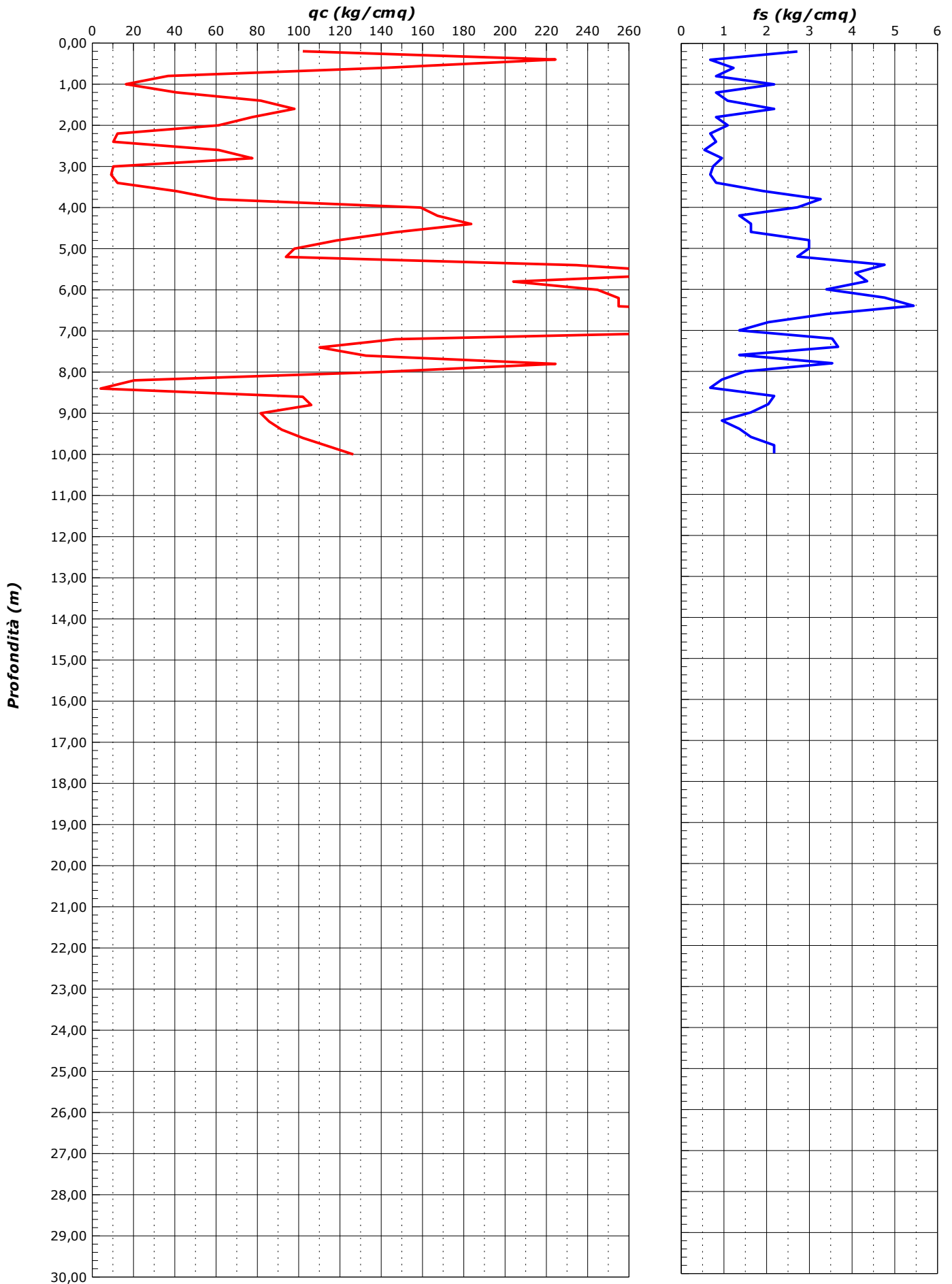
**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 5                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21              PROF. FALDA (m da p.c.)                      -1,50

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard

NOTE



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

 CPT N° 5 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,50

NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	50,0	60,0	102,0	2,72	38	2,7	1,3-1,8	0,03	-	-	>45	50	>100	204
0,4	110,0	130,0	224,4	0,68	330	0,3	1,4-2,1	0,07	-	-	>45	50	>100	785
0,6	70,0	75,0	142,8	1,22	117	0,9	1,3-1,8	0,10	-	-	>45	46	>100	500
0,8	18,0	27,0	36,7	0,82	45	2,2	1,3-1,8	0,13	-	-	41	37	60-80	73
<b>1,0</b>	8,0	14,0	16,3	2,18	8	13,3	0,7-1,3	0,15	1,08	24	-	-	-	-
1,2	20,0	36,0	40,8	0,82	50	2,0	1,3-1,8	0,18	-	-	40	35	60-80	143
1,4	40,0	46,0	81,6	1,09	75	1,3	1,3-1,8	0,21	-	-	43	38	80-100	286
1,6	48,0	56,0	97,9	2,18	45	2,2	0,8-1,1	0,24	-	-	43	41	>100	196
1,8	38,0	54,0	77,5	0,82	95	1,1	0,8-1,1	0,26	-	-	42	39	80-100	271
<b>2,0</b>	30,0	36,0	61,2	1,09	56	1,8	0,8-1,1	0,28	-	-	40	37	80-100	214
2,2	6,0	14,0	12,2	0,68	18	5,6	0,8-1,1	0,30	0,79	37	-	-	-	-
2,4	5,0	10,0	10,2	0,82	13	8,0	0,4-0,8	0,31	0,65	15	-	-	-	-
2,6	30,0	36,0	61,2	0,54	113	0,9	0,8-1,1	0,33	-	-	40	36	60-80	214
2,8	38,0	42,0	77,5	0,95	81	1,2	0,8-1,1	0,35	-	-	40	36	80-100	271
<b>3,0</b>	5,0	12,0	10,2	0,75	14	7,3	0,4-0,8	0,36	0,65	15	-	-	-	-
3,2	4,5	10,0	9,2	0,68	14	7,4	0,4-0,8	0,37	0,58	14	-	-	-	-
3,4	6,0	11,0	12,2	0,82	15	6,7	0,4-0,8	0,38	0,78	18	-	-	-	-
3,6	20,0	26,0	40,8	1,90	21	4,7	0,8-1,1	0,40	2,68	82	37	31	60-80	82
3,8	30,0	44,0	61,2	3,26	19	5,3	0,8-1,1	0,42	4,04	122	38	33	60-80	122
<b>4,0</b>	78,0	102,0	159,1	2,72	59	1,7	0,8-1,1	0,44	-	-	42	38	>100	557
4,2	82,0	102,0	167,3	1,36	123	0,8	0,8-1,1	0,46	-	-	42	38	>100	585
4,4	90,0	100,0	183,6	1,63	113	0,9	0,8-1,1	0,48	-	-	43	39	>100	643
4,6	72,0	84,0	146,9	1,63	90	1,1	0,8-1,1	0,50	-	-	42	37	>100	514
4,8	58,0	70,0	118,3	2,99	40	2,5	0,8-1,1	0,52	-	-	41	36	80-100	237
<b>5,0</b>	48,0	70,0	97,9	2,99	33	3,1	0,8-1,1	0,53	-	-	40	34	80-100	196
5,2	46,0	68,0	93,8	2,72	35	2,9	0,8-1,1	0,55	-	-	39	34	80-100	188
5,4	115,0	135,0	234,6	4,76	49	2,0	0,8-1,1	0,57	-	-	43	39	>100	821
5,6	145,0	180,0	295,8	4,08	73	1,4	0,8-1,1	0,59	-	-	43	40	>100	1035
5,8	100,0	130,0	204,0	4,35	47	2,1	0,8-1,1	0,61	-	-	42	38	>100	714
<b>6,0</b>	120,0	152,0	244,8	3,40	72	1,4	0,8-1,1	0,63	-	-	43	39	>100	857
6,2	125,0	150,0	255,0	4,76	54	1,9	0,8-1,1	0,65	-	-	43	39	>100	893
6,4	125,0	160,0	255,0	5,44	47	2,1	0,8-1,1	0,67	-	-	43	38	>100	893
6,6	170,0	210,0	346,8	3,40	102	1,0	0,8-1,1	0,69	-	-	43	40	>100	1214
6,8	165,0	190,0	336,6	2,04	165	0,6	0,8-1,1	0,71	-	-	43	40	>100	1178
<b>7,0</b>	160,0	175,0	326,4	1,36	240	0,4	0,9-1,4	0,73	-	-	43	38	>100	1142
7,2	72,0	82,0	146,9	3,54	42	2,4	0,8-1,1	0,75	-	-	40	35	80-100	514
7,4	54,0	80,0	110,2	3,67	30	3,3	0,8-1,1	0,77	-	-	38	33	80-100	220
7,6	65,0	92,0	132,6	1,36	98	1,0	0,8-1,1	0,79	-	-	39	34	80-100	464
7,8	110,0	120,0	224,4	3,54	63	1,6	0,8-1,1	0,80	-	-	41	37	>100	785
<b>8,0</b>	68,0	94,0	138,7	1,50	93	1,1	0,8-1,1	0,82	-	-	39	34	80-100	486
8,2	10,0	21,0	20,4	0,95	21	4,7	0,8-1,1	0,84	1,26	61	-	-	-	-
8,4	2,0	9,0	4,1	0,68	6	16,7	0,4-0,8	0,85	0,17	6	-	-	-	-
8,6	50,0	55,0	102,0	2,18	47	2,1	0,8-1,1	0,87	-	-	37	32	60-80	204
8,8	52,0	68,0	106,1	2,04	52	1,9	0,8-1,1	0,89	-	-	37	32	60-80	371
<b>9,0</b>	40,0	55,0	81,6	1,63	50	2,0	0,8-1,1	0,91	-	-	36	30	60-80	286
9,2	42,0	54,0	85,7	0,95	90	1,1	0,8-1,1	0,93	-	-	36	30	60-80	300
9,4	45,0	52,0	91,8	1,36	68	1,5	0,8-1,1	0,95	-	-	36	31	60-80	321
9,6	50,0	60,0	102,0	1,63	63	1,6	0,8-1,1	0,97	-	-	37	31	60-80	357
9,8	56,0	68,0	114,2	2,18	53	1,9	0,8-1,1	0,99	-	-	37	32	60-80	400
<b>10,0</b>	62,0	78,0	126,5	2,18	58	1,7	0,8-1,1	1,01	-	-	38	32	80-100	443



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N°	5	QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)	
DATA	13 lug 2021	PREFORO (m da p.c.)	0,00
TIPO PUNTA	Begemann standard	PROF. FALDA (m da p.c.)	-1,50

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	Litologia	Litologia
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Begemann)	(Schmertmann)	(Begemann)	(Schmertmann)
0,2	102,0	2,72	38	2,7	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
0,4	224,4	0,68	330	0,3	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
0,6	142,8	1,22	117	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
0,8	36,7	0,82	45	2,2	sabbie limose	sabbie argillose e limi
<b>1,0</b>	<b>16,3</b>	<b>2,18</b>	<b>8</b>	<b>13,3</b>	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
1,2	40,8	0,82	50	2,0	sabbie limose	sabbia
1,4	81,6	1,09	75	1,3	sabbie	sabbia
1,6	97,9	2,18	45	2,2	sabbie limose	sabbie argillose e limi
1,8	77,5	0,82	95	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
<b>2,0</b>	<b>61,2</b>	<b>1,09</b>	<b>56</b>	<b>1,8</b>	sabbie	sabbia
2,2	12,2	0,68	18	5,6	argille inorganiche	argilla compatta
2,4	10,2	0,82	13	8,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
2,6	61,2	0,54	113	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
2,8	77,5	0,95	81	1,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
<b>3,0</b>	<b>10,2</b>	<b>0,75</b>	<b>14</b>	<b>7,3</b>	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
3,2	9,2	0,68	14	7,4	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
3,4	12,2	0,82	15	6,7	argille inorganiche	argille organiche e terreni misti
3,6	40,8	1,90	21	4,7	argille limose	argille sabbiose e limose
3,8	61,2	3,26	19	5,3	argille inorganiche	argille sabbiose e limose
<b>4,0</b>	<b>159,1</b>	<b>2,72</b>	<b>59</b>	<b>1,7</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
4,2	167,3	1,36	123	0,8	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
4,4	183,6	1,63	113	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
4,6	146,9	1,63	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
4,8	118,3	2,99	40	2,5	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>5,0</b>	<b>97,9</b>	<b>2,99</b>	<b>33</b>	<b>3,1</b>	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
5,2	93,8	2,72	35	2,9	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
5,4	234,6	4,76	49	2,0	sabbie limose	sabbia densa o cementata
5,6	295,8	4,08	73	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
5,8	204,0	4,35	47	2,1	sabbie limose	limi e sabbie
<b>6,0</b>	<b>244,8</b>	<b>3,40</b>	<b>72</b>	<b>1,4</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
6,2	255,0	4,76	54	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
6,4	255,0	5,44	47	2,1	sabbie limose	limi e sabbie
6,6	346,8	3,40	102	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,8	336,6	2,04	165	0,6	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>7,0</b>	<b>326,4</b>	<b>1,36</b>	<b>240</b>	<b>0,4</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
7,2	146,9	3,54	42	2,4	sabbie limose	limi e sabbie
7,4	110,2	3,67	30	3,3	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
7,6	132,6	1,36	98	1,0	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,8	224,4	3,54	63	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
<b>8,0</b>	<b>138,7</b>	<b>1,50</b>	<b>93</b>	<b>1,1</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,2	20,4	0,95	21	4,7	argille limose	argilla compatta
8,4	4,1	0,68	6	16,7	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
8,6	102,0	2,18	47	2,1	sabbie limose	sabbie argillose e limi
8,8	106,1	2,04	52	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
<b>9,0</b>	<b>81,6</b>	<b>1,63</b>	<b>50</b>	<b>2,0</b>	sabbie limose	sabbia
9,2	85,7	0,95	90	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
9,4	91,8	1,36	68	1,5	sabbie	sabbia
9,6	102,0	1,63	63	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
9,8	114,2	2,18	53	1,9	sabbie limose	sabbia densa o cementata
<b>10,0</b>	<b>126,5</b>	<b>2,18</b>	<b>58</b>	<b>1,7</b>	sabbie	sabbia densa o cementata

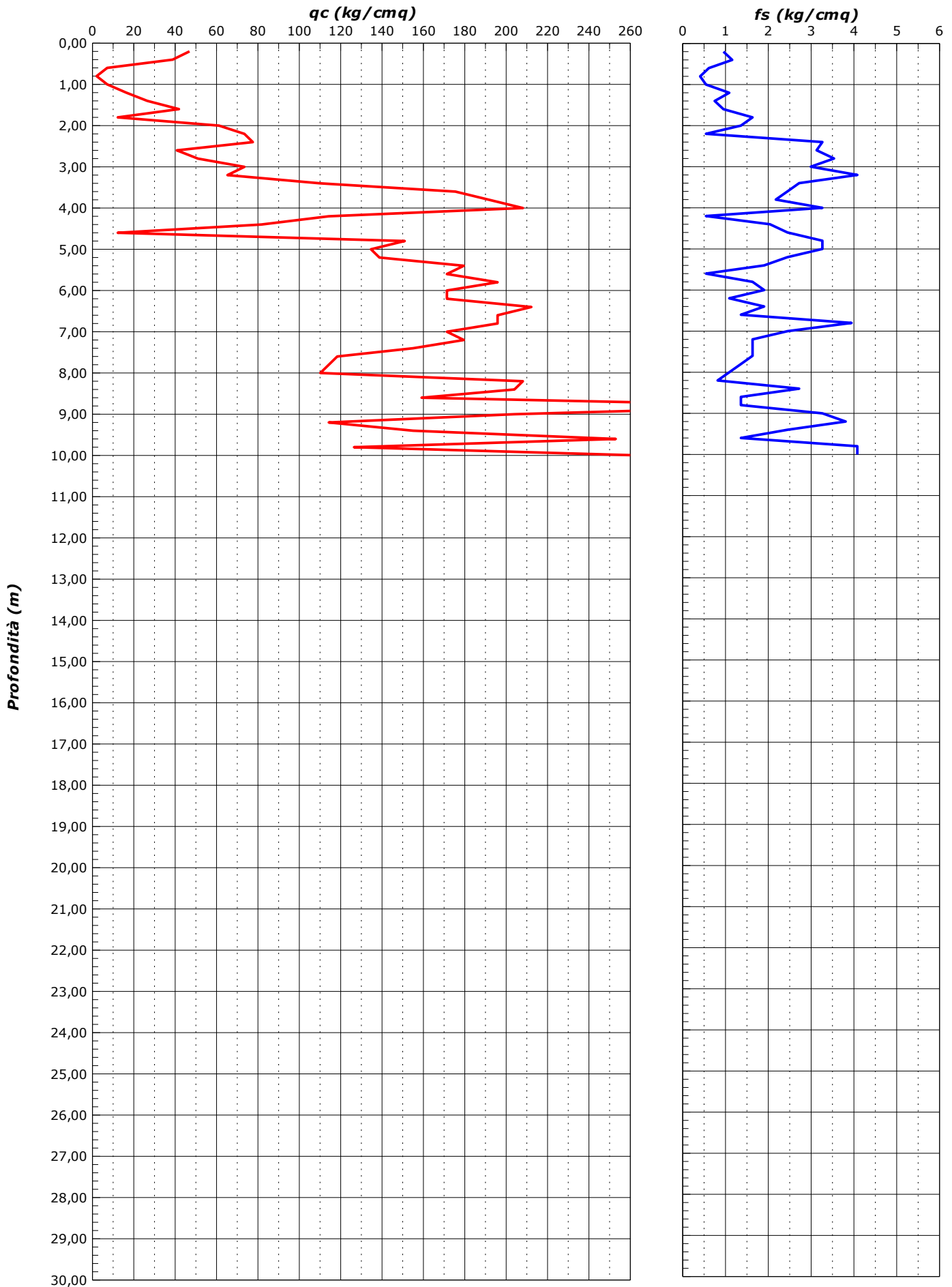
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 6                      PREFORO (m da p.c.)                      0,00  
 DATA 13 lug 21              PROF. FALDA (m da p.c.)                      -1,20  
 NOTE

QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 TIPO PUNTA                      Begemann standard



**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N° 6 QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)  
 DATA 13 lug 2021 PREFORO (m da p.c.) 0,00  
 TIPO PUNTA Begemann standard PROF. FALDA (m da p.c.) -1,20

NOTE

Prof.	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	γ'	σ' <sub>vo</sub>	C <sub>u</sub> (N <sub>c</sub> =15)	M	Φ' (1)	Φ (2)	D <sub>r</sub>	E
(m)	(bar)	(bar)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )			(t/m <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(°)	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	23,0	28,0	46,9	0,95	49	2,0	1,3-1,8	0,03	-	-	>45	46	>100	164
0,4	19,0	26,0	38,8	1,16	34	3,0	1,3-1,8	0,06	-	-	43	41	60-80	78
0,6	3,5	12,0	7,1	0,61	12	8,6	0,7-1,3	0,08	0,47	11	-	-	-	-
0,8	1,0	5,5	2,0	0,41	5	20,0	0,7-1,3	0,10	0,13	3	-	-	-	-
<b>1,0</b>	3,5	6,5	7,1	0,54	13	7,6	0,7-1,3	0,12	0,47	11	-	-	-	-
1,2	8,0	12,0	16,3	1,09	15	6,7	0,4-0,8	0,15	1,08	24	-	-	-	-
1,4	13,0	21,0	26,5	0,75	35	2,8	0,8-1,1	0,17	-	-	39	34	60-80	53
1,6	20,5	26,0	41,8	0,95	44	2,3	0,8-1,1	0,19	-	-	40	36	60-80	84
1,8	6,0	13,0	12,2	1,63	8	13,3	0,4-0,8	0,20	0,80	18	-	-	-	-
<b>2,0</b>	30,0	42,0	61,2	1,36	45	2,2	0,8-1,1	0,22	-	-	41	37	80-100	122
2,2	36,0	46,0	73,4	0,54	135	0,7	0,8-1,1	0,24	-	-	42	37	80-100	257
2,4	38,0	42,0	77,5	3,26	24	4,2	0,8-1,1	0,26	5,14	155	42	37	80-100	155
2,6	20,0	44,0	40,8	3,13	13	7,7	0,8-1,1	0,28	2,69	82	-	-	-	-
2,8	25,0	48,0	51,0	3,54	14	6,9	0,8-1,1	0,30	3,37	102	-	-	-	-
<b>3,0</b>	36,0	62,0	73,4	2,99	25	4,1	0,8-1,1	0,32	4,86	147	41	36	80-100	147
3,2	32,0	54,0	65,3	4,08	16	6,3	0,8-1,1	0,34	4,32	131	-	-	-	-
3,4	54,0	84,0	110,2	2,72	41	2,5	0,8-1,1	0,36	-	-	42	37	80-100	220
3,6	86,0	106,0	175,4	2,45	72	1,4	0,8-1,1	0,38	-	-	43	40	>100	614
3,8	94,0	112,0	191,8	2,18	88	1,1	0,8-1,1	0,39	-	-	43	40	>100	671
<b>4,0</b>	102,0	118,0	208,1	3,26	64	1,6	0,8-1,1	0,41	-	-	43	40	>100	728
4,2	56,0	80,0	114,2	0,54	210	0,5	0,9-1,4	0,44	-	-	41	35	80-100	400
4,4	40,0	44,0	81,6	2,04	40	2,5	0,8-1,1	0,46	-	-	39	34	80-100	163
4,6	6,0	21,0	12,2	2,45	5	20,0	0,4-0,8	0,47	0,76	18	-	-	-	-
4,8	74,0	92,0	151,0	3,26	46	2,2	0,8-1,1	0,49	-	-	42	37	>100	528
<b>5,0</b>	66,0	90,0	134,6	3,26	41	2,4	0,8-1,1	0,51	-	-	41	36	80-100	471
5,2	68,0	92,0	138,7	2,45	57	1,8	0,8-1,1	0,52	-	-	41	36	80-100	486
5,4	88,0	106,0	179,5	1,90	94	1,1	0,8-1,1	0,54	-	-	42	37	>100	628
5,6	84,0	98,0	171,4	0,54	315	0,3	0,9-1,4	0,57	-	-	42	36	>100	600
5,8	96,0	100,0	195,8	1,63	120	0,8	0,8-1,1	0,59	-	-	42	38	>100	685
<b>6,0</b>	84,0	96,0	171,4	1,90	90	1,1	0,8-1,1	0,60	-	-	41	37	>100	600
6,2	84,0	98,0	171,4	1,09	158	0,6	0,8-1,1	0,62	-	-	41	36	>100	600
6,4	104,0	112,0	212,2	1,90	111	0,9	0,8-1,1	0,64	-	-	42	37	>100	743
6,6	96,0	110,0	195,8	1,36	144	0,7	0,8-1,1	0,66	-	-	42	37	>100	685
6,8	96,0	106,0	195,8	3,94	50	2,0	0,8-1,1	0,68	-	-	41	37	>100	685
<b>7,0</b>	84,0	113,0	171,4	2,45	70	1,4	0,8-1,1	0,70	-	-	41	36	80-100	600
7,2	88,0	106,0	179,5	1,63	110	0,9	0,8-1,1	0,72	-	-	41	36	>100	628
7,4	76,0	88,0	155,0	1,63	95	1,1	0,8-1,1	0,74	-	-	40	35	80-100	543
7,6	58,0	70,0	118,3	1,63	73	1,4	0,8-1,1	0,76	-	-	39	33	80-100	414
7,8	56,0	68,0	114,2	1,36	84	1,2	0,8-1,1	0,78	-	-	38	33	80-100	400
<b>8,0</b>	54,0	64,0	110,2	1,09	101	1,0	0,8-1,1	0,79	-	-	38	33	80-100	386
8,2	102,0	110,0	208,1	0,82	255	0,4	0,9-1,4	0,82	-	-	41	35	>100	728
8,4	100,0	106,0	204,0	2,72	75	1,3	0,8-1,1	0,84	-	-	41	36	>100	714
8,6	78,0	98,0	159,1	1,36	117	0,9	0,8-1,1	0,86	-	-	40	34	80-100	557
8,8	170,0	180,0	346,8	1,36	255	0,4	0,9-1,4	0,88	-	-	43	37	>100	1214
<b>9,0</b>	100,0	110,0	204,0	3,26	63	1,6	0,8-1,1	0,90	-	-	40	35	80-100	714
9,2	56,0	80,0	114,2	3,81	30	3,3	0,8-1,1	0,92	-	-	38	32	60-80	228
9,4	76,0	104,0	155,0	2,45	63	1,6	0,8-1,1	0,94	-	-	39	34	80-100	543
9,6	124,0	142,0	253,0	1,36	186	0,5	0,9-1,4	0,96	-	-	41	35	>100	885
9,8	62,0	72,0	126,5	4,08	31	3,2	0,8-1,1	0,98	-	-	38	32	80-100	253
<b>10,0</b>	130,0	160,0	265,2	4,08	65	1,5	0,8-1,1	1,00	-	-	41	36	>100	928

**COMMITTENTE** Dott. Geol. Fulvio Iadarola

**CANTIERE** Vigasio (VR)

CPT N°	6	QUOTA p.c. (m s.l.m.m.)	
DATA	13 lug 2021	PREFORO (m da p.c.)	0,00
TIPO PUNTA	Begemann standard	PROF. FALDA (m da p.c.)	-1,20

NOTE

Prof.	q <sub>c</sub>	f <sub>s</sub>	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> x 100	Litologia	Litologia
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Begemann)	(Schmertmann)	(Begemann)	(Schmertmann)
0,2	46,9	0,95	49	2,0	sabbie limose	sabbia
0,4	38,8	1,16	34	3,0	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
0,6	7,1	0,61	12	8,6	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
0,8	2,0	0,41	5	20,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
<b>1,0</b>	<b>7,1</b>	<b>0,54</b>	<b>13</b>	<b>7,6</b>	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
1,2	16,3	1,09	15	6,7	argille inorganiche	argille organiche e terreni misti
1,4	26,5	0,75	35	2,8	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
1,6	41,8	0,95	44	2,3	sabbie limose	sabbie argillose e limi
1,8	12,2	1,63	8	13,3	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
<b>2,0</b>	<b>61,2</b>	<b>1,36</b>	<b>45</b>	<b>2,2</b>	sabbie limose	sabbie argillose e limi
2,2	73,4	0,54	135	0,7	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia
2,4	77,5	3,26	24	4,2	argille limose	argille sabbiose e limose
2,6	40,8	3,13	13	7,7	torbe - argille organiche	argilla molto compatta
2,8	51,0	3,54	14	6,9	torbe - argille organiche	argilla molto compatta
<b>3,0</b>	<b>73,4</b>	<b>2,99</b>	<b>25</b>	<b>4,1</b>	argille limose	argille sabbiose e limose
3,2	65,3	4,08	16	6,3	argille inorganiche	argilla molto compatta
3,4	110,2	2,72	41	2,5	sabbie limose	sabbie argillose e limi
3,6	175,4	2,45	72	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
3,8	191,8	2,18	88	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>4,0</b>	<b>208,1</b>	<b>3,26</b>	<b>64</b>	<b>1,6</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
4,2	114,2	0,54	210	0,5	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
4,4	81,6	2,04	40	2,5	sabbie limose	sabbie argillose e limi
4,6	12,2	2,45	5	20,0	torbe - argille organiche	argille organiche e terreni misti
4,8	151,0	3,26	46	2,2	sabbie limose	limi e sabbie
<b>5,0</b>	<b>134,6</b>	<b>3,26</b>	<b>41</b>	<b>2,4</b>	sabbie limose	limi e sabbie
5,2	138,7	2,45	57	1,8	sabbie	sabbia densa o cementata
5,4	179,5	1,90	94	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
5,6	171,4	0,54	315	0,3	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
5,8	195,8	1,63	120	0,8	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>6,0</b>	<b>171,4</b>	<b>1,90</b>	<b>90</b>	<b>1,1</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,2	171,4	1,09	158	0,6	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,4	212,2	1,90	111	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,6	195,8	1,36	144	0,7	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
6,8	195,8	3,94	50	2,0	sabbie limose	sabbia densa o cementata
<b>7,0</b>	<b>171,4</b>	<b>2,45</b>	<b>70</b>	<b>1,4</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
7,2	179,5	1,63	110	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,4	155,0	1,63	95	1,1	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
7,6	118,3	1,63	73	1,4	sabbie	sabbia densa o cementata
7,8	114,2	1,36	84	1,2	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
<b>8,0</b>	<b>110,2</b>	<b>1,09</b>	<b>101</b>	<b>1,0</b>	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,2	208,1	0,82	255	0,4	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
8,4	204,0	2,72	75	1,3	sabbie	sabbia densa o cementata
8,6	159,1	1,36	117	0,9	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbia densa o cementata
8,8	346,8	1,36	255	0,4	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
<b>9,0</b>	<b>204,0</b>	<b>3,26</b>	<b>63</b>	<b>1,6</b>	sabbie	sabbia densa o cementata
9,2	114,2	3,81	30	3,3	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
9,4	155,0	2,45	63	1,6	sabbie	sabbia densa o cementata
9,6	253,0	1,36	186	0,5	sabbie grosse (con ghiaia)	sabbie e ghiaie
9,8	126,5	4,08	31	3,2	terreni misti: argille - limi - sabbie	sabbie argillose e limi
<b>10,0</b>	<b>265,2</b>	<b>4,08</b>	<b>65</b>	<b>1,5</b>	sabbie	sabbia densa o cementata

13 luglio 2021  
VOGASIO (VR)



CPT 1



CPT 2



CPT 3



CPT 4



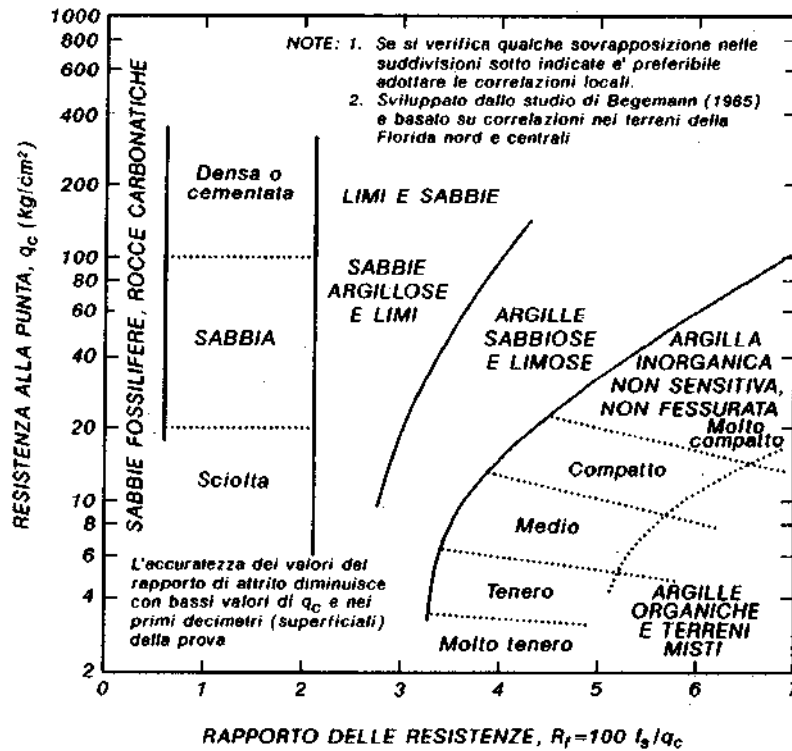
CPT 5



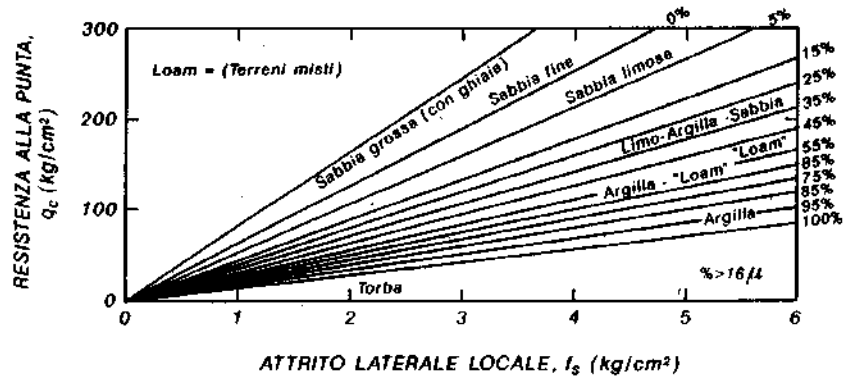
CPT 6



**Litologia (Schmertmann):** classificazione della litologia basata sul diagramma di Schmertmann J.H., 1969



**Litologia (Begemann):** classificazione della litologia basata sul diagramma di Begemann, 1965



**$\gamma'$  (peso di volume efficace):**

il valore del peso di volume efficace è stato valutato, tenendo presente la profondità del livello di falda, usando valori tipici di peso di volume del terreno saturo e di peso di volume di terreno asciutto (Colombo P., Colleselli F., 1996 - "Elementi di Geotecnica"); per il calcolo dei successivi parametri geotecnici si è utilizzato il valore medio del peso di volume efficace

Tipo di terra	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
Ghiaia	14 - 21	19 - 24
Sabbia	13 - 18	18 - 21
Limo	13 - 18	18 - 21
Argilla molle	7 - 13	14 - 18
Argilla consistente	13 - 18	18 - 21

**$\sigma'_{v0}$  (pressione litostatica verticale efficace):**

$$\sigma'_{v0} = \sum \gamma'_i z_i$$

**$C_u$  (Resistenza al taglio non drenata):**

stima della resistenza al taglio non drenata

$$C_u = (q_c - \sigma'_{v0}) / N_c$$

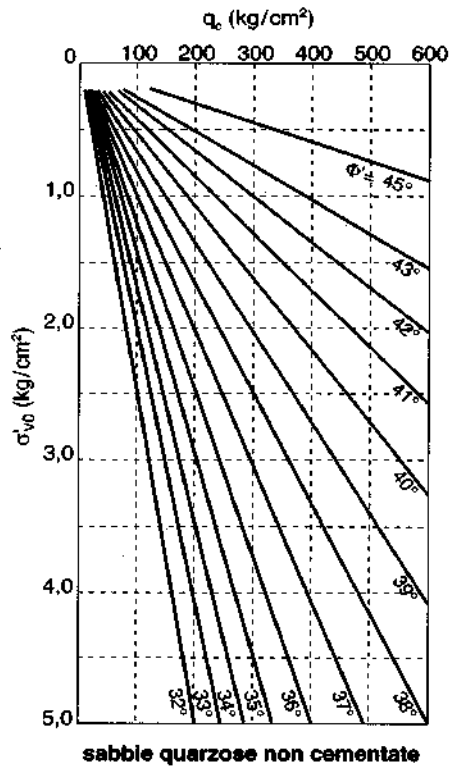
$q_c$  = resistenza di punta

$\sigma'_{v0}$  = tensione verticale litostatica efficace alla profondità di prova dovuta al terreno sovrastante

$N_c$  = fattore di capacità portante funzione dell'angolo di apertura del cono e dell'indice di rigidità; assume valore di  $15 \pm 3$  (Cestari F., 1990 - "Prove geotecniche in sito")

**$\Phi'$  (1) (Angolo di attrito interno effettivo):**

stimato in base al diagramma di seguito riportato e valido per sabbie fini non cementate (Colombo P., Colleselli F., 1996 - "Elementi di geotecnica")



**$\Phi$  (2) (Angolo di attrito interno):**

stimato secondo la seguente relazione di Herminier

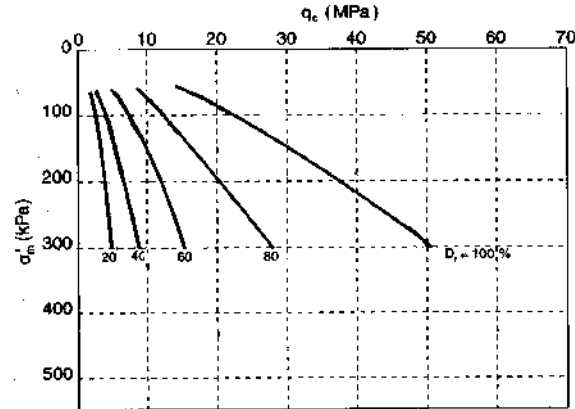
$$R(\Phi) = q_c / (\gamma \times h)$$

- $q_c$  = resistenza di punta
- $\gamma$  = peso specifico del terreno immerso
- $h$  = profondità considerata

$R(\Phi)$  è correlato a  $\Phi$  tramite la seguente tabella:

$R(\Phi)$	11,5	17,6	27,1	42,1	66	105	168	274	454	766
$\Phi$ (°)	18	20,5	23	26	28,5	31	34	36	39	41

**D<sub>r</sub> (Densità relativa):** stimato in base al diagramma di Schmertmann J. H. (1976) di seguito riportato



**M - E (Moduli di deformazione)**

Stima del modulo edometrico  $M = 1 / m_v = a q_c$  - TERRENI COESIVI

Mitchell, 1978 Argille  $a = 7$

Mitchell e Gardner, 1975 -  $q_c$  (Mpa) - W = contenuto d'acqua

Argille di bassa plasticità (CL)	$q_c < 0.7$	$8 > a > 3$
	$0.7 < q_c < 2$	$5 > a > 2$
	$q_c > 2$	$2.5 > a > 1$
Limi di bassa plasticità (ML)	$q_c < 2$	$3 > a > 1$
	$q_c > 2$	$6 > a > 3$
Limi e argille di alta plasticità (MH, CH)	$q_c < 2$	$6 > a > 2$
Limi organici (OL)	$q_c < 1.2$	$8 > a > 2$
Torba e argilla organica (Pt, OH)	$50 < W < 100$	$4 > a > 1.5$
	$100 < W < 200$	$1.5 > a > 1$
	$W > 200$	$1 > a > 0.4$

Stima del modulo di deformazione E - TERRENI NON COESIVI

Schmertmann

Fondazioni circolari e quadrate  $E = 2.5 q_c$   
 Fondazioni continue  $L / B > 10$   $E = 3.5 q_c$

Nei casi intermedi si interpola in funzione di L/B

Per le prove penetrometriche statiche sono state proposte da vari ricercatori relazioni del tipo:

$$E, M = a q_c \quad \text{o} \quad E, M = a_1 q_c + a_2$$

Per quelle del primo tipo sono stati indicati valori di  $a$  variabili in un campo molto vasto che va da valori minimi di 1,3 e 1,5 a valori massimi di 20 e 40.

Per quelle del secondo tipo si ha pure un campo molto ampio con  $a_1$  variabile tra 1,5 e 6,6 e  $a_2$  variabile tra 4,5 e 26,5.

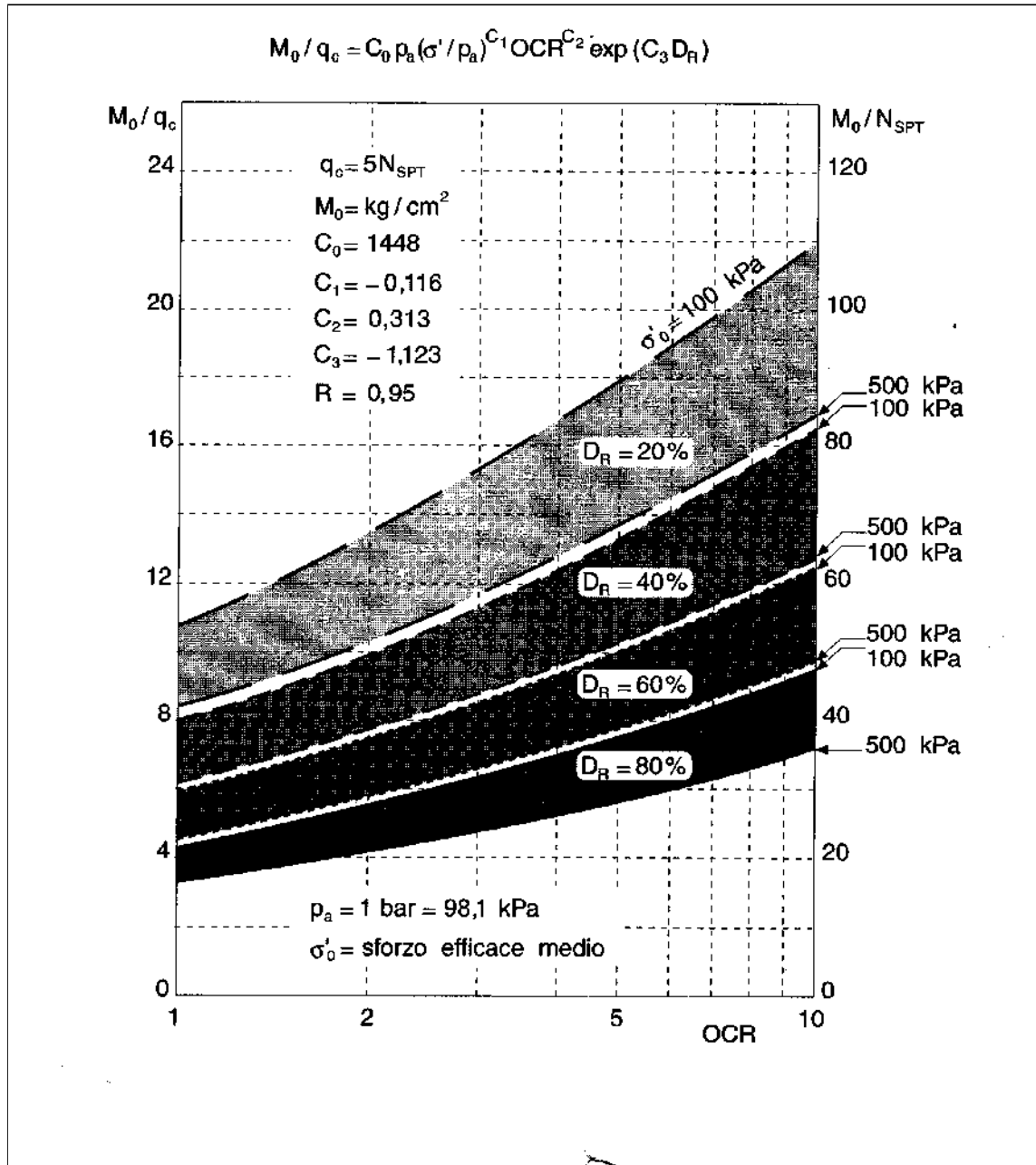
È indubbio che le caratteristiche di deformazione di un terreno dipendono dalla storia, intesa nel senso più largo, delle tensioni e delle deformazioni del deposito, dal livello della tensione effettiva media, dal livello delle deformazioni di taglio indotte, dal percorso delle tensioni effettive e dal tempo;  $q_c$  invece dipende principalmente dal comportamento del terreno a rottura cioè nel campo delle grandi deformazioni di taglio.

Con riferimento a studi recenti eseguiti in camera di calibrazione, si vede che  $a$ , per il primo tipo di relazione, diminuisce all'aumentare della densità relativa  $D_r$  e aumenta con il grado di sovraconsolidazione OCR.

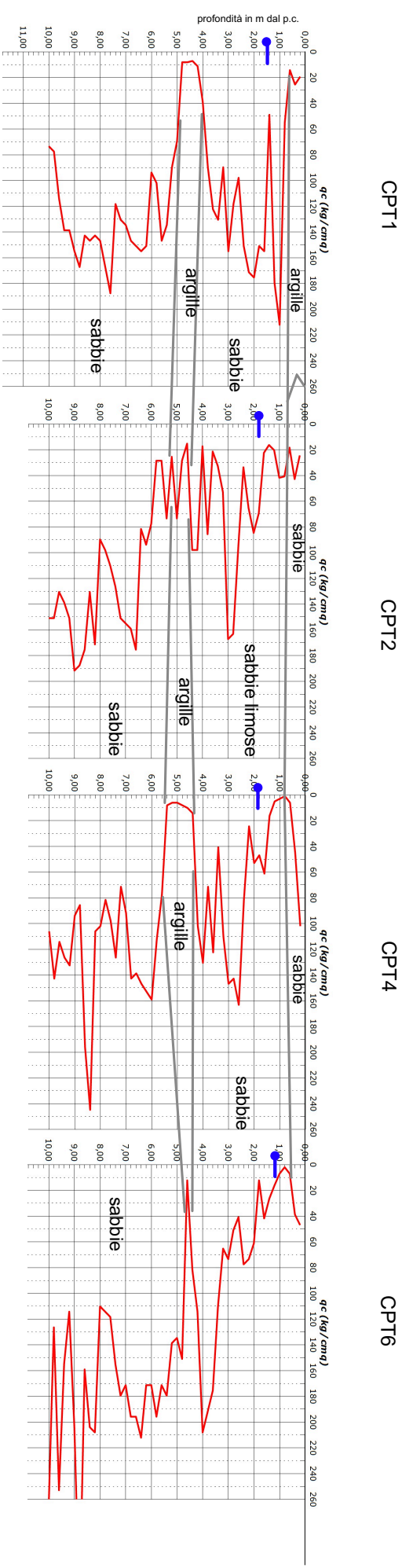
Tenendo conto delle considerazioni sopraesposte sembra si possa fare riferimento a valori di  $a$  compresi tra 3 e 8 e crescenti al diminuire della densità relativa.

Per le relazioni del secondo tipo sembra ci si possa riferire a valori di  $a_1$  compresi tra 3 e 6 e di  $a_2$  compresi tra 9 e 26.





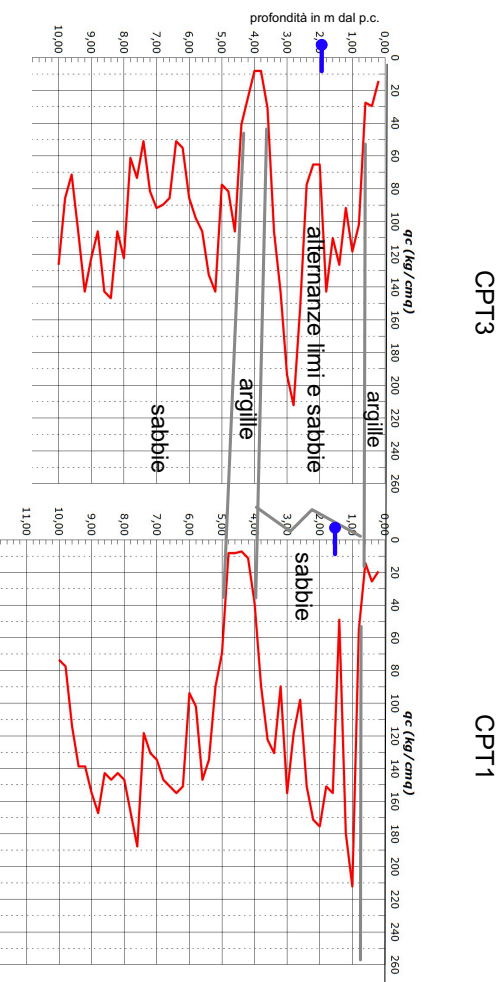
### SEZIONE 1



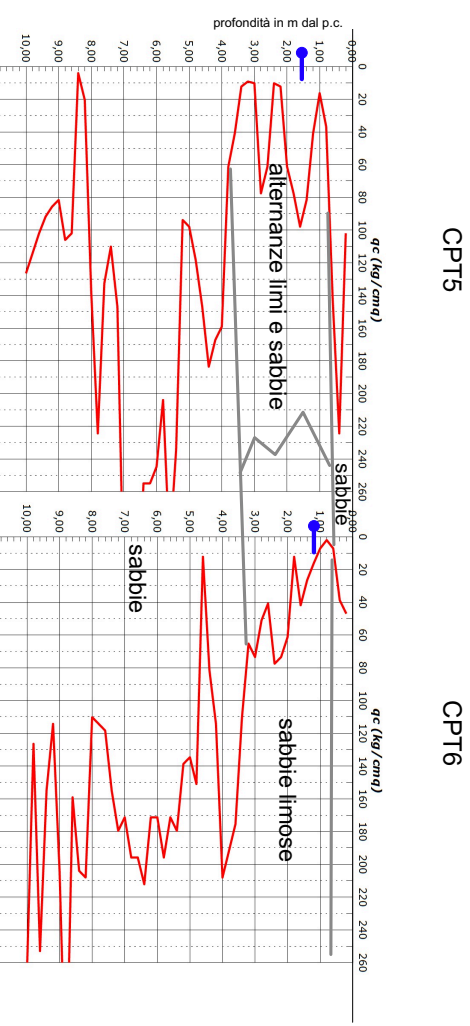
### SEZIONI LITOLOGICHE SCHEMATICHE

● livello piezometrico

### SEZIONE 2



### SEZIONE 3



## ALLEG. 5

INDAGINI GEOFISICHE

(Dr. geol. Gianpaolo Gazzano  
Viale S. Marco, 60 34074 Monfalcone (GO)  
Tel: 0481 414271 Fax 0481 792019  
P.IVA 00551450315

Spett.  
Dr. geol. Fulvio Iadarola  
Via Rossini, 23  
34072 Gradisca D'isonzo (GO)

ordine: 1540/21

### COMUNE DI VIGASIO

AREA DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO

PROSPEZIONI GEOFISICHE SISMICHE CON  
METODOLOGIA MASW (MULTICHANNEL  
ANALYSIS OF SURFACE WAVES) E HVSR  
(HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL  
RATIOS)

*relazione tecnica*

MONFALCONE, LUGLIO 2021

CONTENUTI	PAGINE
1 INTRODUZIONE	1
2 METODOLOGIA	2
2.1 MASW	2
2.1.1 Strumentazione	3
2.2 HVSR	4
2.2.1 Strumentazione	4
3 ACQUISIZIONE DATI	5
4 ELABORAZIONE DEI DATI	8
4.1 Calcolo $V_{s_{eq}}$	15



## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 MASW**

L'analisi delle caratteristiche di un segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione ha messo in luce che la quasi totalità dell'energia si propaga tramite onde S; nonostante ciò a seguito della facile trattazione analitica delle onde P, in passato si è preferito concentrarsi su questo tipo di onde, finendo per considerare le onde S come un disturbo.

Studi recenti hanno invece consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW-SASW e REMI viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale.

In questo dominio, detto dominio trasformato, la separazione tra il segnale delle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, risulta decisamente semplificata.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta *curva di dispersione*, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La curva, facilmente estraibile dallo spettro del segnale, è approssimativamente posizionata sui massimi del valore assoluto dello spettro.

Dal confronto della curva di dispersione sperimentale con quella relativa ad un modello sintetico, che verrà successivamente adattato in base alle differenze tra le due curve, si procede per approssimazioni successive fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale coincidente con la curva sperimentale. Questa fase di interpretazione è comunemente detta *inversione*.

## **1 INTRODUZIONE**

Su incarico del dr. geol. Fulvio Iadarola di Gradisca (GO), GeA – Geofisica Applicata di Gianpaolo Gazzano & C.S.a.s. di Montalcone ha eseguito una campagna di indagini sismiche all'interno di un'area privata su cui è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico in via Zambonina,68, nel Comune di Vigasio (VR), con lo scopo di definire i parametri sismici del terreno, con particolare attenzione al parametro  $V_{s60}$ , definito dalle NTC18, vigenti al momento del rilievo.

L'indagine sismica è stata condotta applicando la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che ha consentito la ricostruzione della sequenza sismo stratigrafica individuandola velocità delle onde di taglio (S).

Sono state analizzate sia le componenti orizzontali delle onde di Rayleigh sia le onde di Love.

I rilievi sono stati integrati con la misura HVSR.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione solo matematicamente più precisa, ma spesso non coincidente con la reale sequenza sismostratigrafica.

### 2.1.1 Strumentazione

Per i rilievi sismici è stato utilizzato un sismografo MAE modello Sysmatrack a 24 canali.



Sismografo Sysmatrack

Le caratteristiche fornite dal produttore sono:

- Risoluzione: 24 bit
- Numero canali: da 12 a 24
- Campioni per canale : 20.000
- Campionamento : da 80 a 13.500 c/s
- Analisi del rumore ambientale pre-acquisizione
- Test geofoni automatico
- Funzioni Trigger e Pre-Trigger
- Filtri settabili da software

## 2.2 HVSR

Nell'analisi HVSR, in particolare, viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (la metodologia è stata inizialmente proposta da Nogoshi e Igarashi nel 1971 e successivamente sviluppata e perfezionata da Nakamura nel 1989).

Tramite misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno, in particolare individuando la frequenza  $f_0$ , definita di *risonanza*.

Gli studi di Nakamura hanno indicato la relazione:

$$f_0 = \frac{V_s}{4h} \quad \text{dove}$$

$f_0$  = frequenza di risonanza  
 $V_s$  = velocità media delle onde S  
 $h$  = spessore del livello superficiale

La tecnica è basata sui seguenti assunti:

- I microtremori sono principalmente costituiti da onde di Rayleigh che si propagano all'interno dello strato superficiale sovrastante uno strato rigido semiconfinato.
- Le componenti verticali dei microtremori non sono influenzate dal livello superficiale, all'interno del quale si propagano indisturbate.
- I microtremori derivano da sorgenti locali, senza alcun contributo derivante da sorgenti profonde.
- L'amplificazione delle componenti verticali, in superficie, sono esclusivamente collegate alla relazione delle leggi di propagazione delle onde di Rayleigh con la profondità dello strato sottostante semiconfinato.

Conoscendo il valore di uno dei parametri definiti dalla relazione precedente, attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore dello strato superficiale e alla velocità di quello sottostante, considerato semiconfinato.

### 2.2.1 Strumentazione

Per i rilievi è stato utilizzato un sismografo integrato della Pasi. Si tratta di un unico contenitore waterproof, con integrati una terra di geofoni a bassa frequenza da 2Hz, accuratamente accoppiati e un potente dati da 24 bit reali.



Geofono triassiale Gemini 2 utilizzato per le misure

### 3 ACQUISIZIONE DATI

I rilievi sono stati effettuati secondo lo schema sottostante.



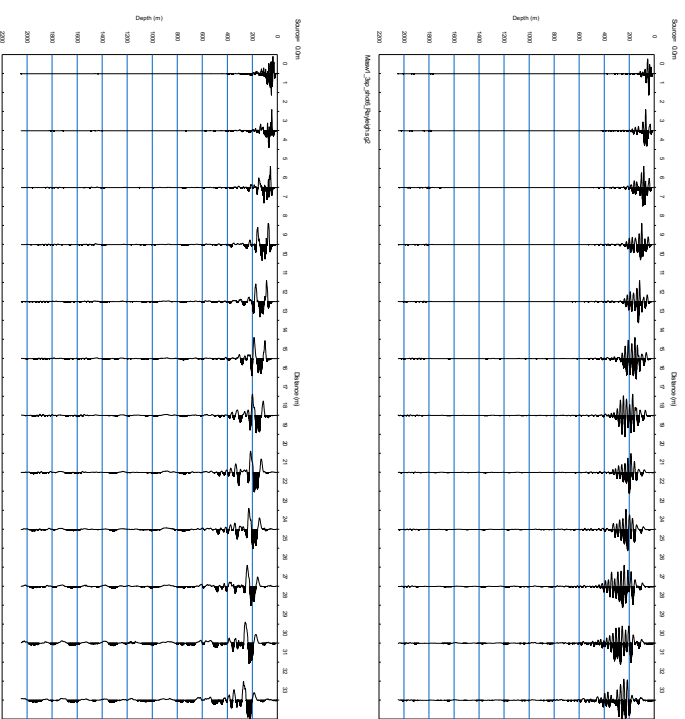
Posizione delle linee Masw e dei punti di prova HVSr: l'immagine è datata ma la posizione delle indagini rispetchia l'ubicazione reale (fonte GoogleEarth)

È stata applicata la metodologia MASW con 12 geofoni a 4,5 Hz in onde S spaziate di 3 m e schema di energizzazione a 1 punto; sono stati registrati sismogrammi sia in onde di Rayleigh (componente verticale e longitudinale orizzontale) che in onde di Love (componente trasversale orizzontale). È

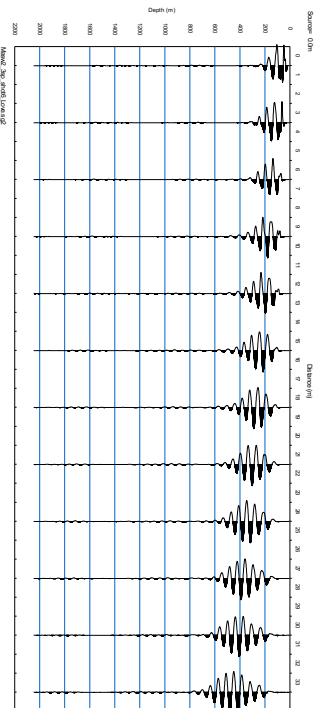
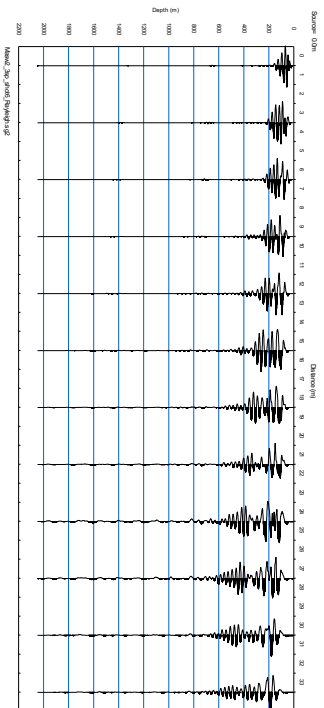
stata utilizzata una frequenza di campionamento di 1 KHz, con 2,048 secondi di registrazione.

Per ogni sismogramma sono state realizzate più energizzazioni tramite una massa battente di 8 Kg e una piastra in materiale sintetico posta in corrispondenza del punto di scoppio, per le componenti di Rayleigh, e una traversina lignea, per le componenti di Love.

La verifica del rumore di fondo effettuata preventivamente ha indicato la possibilità di eseguire la prova lungo gli allineamenti scelti.

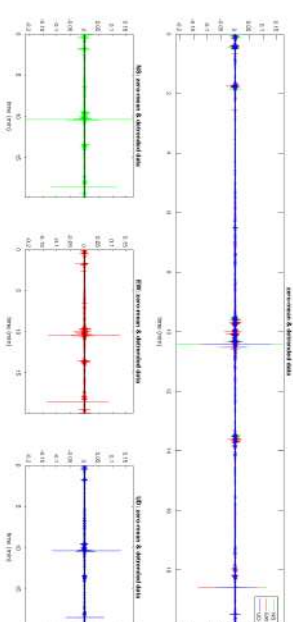
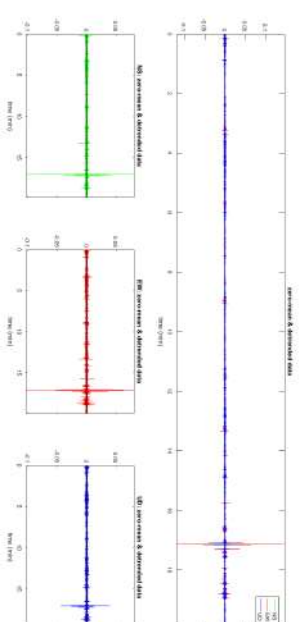


Dati acquisiti: MASW1 – onde di Rayleigh (in alto) e di Love (in basso)



*Dati acquisiti: MASW2 – onde di Rayleigh (in alto) e di Love (in basso)*

A completamento dei rilievi è stata effettuata, per ciascuna postazione, una registrazione per l'analisi HVSR della durata di 20 minuti.

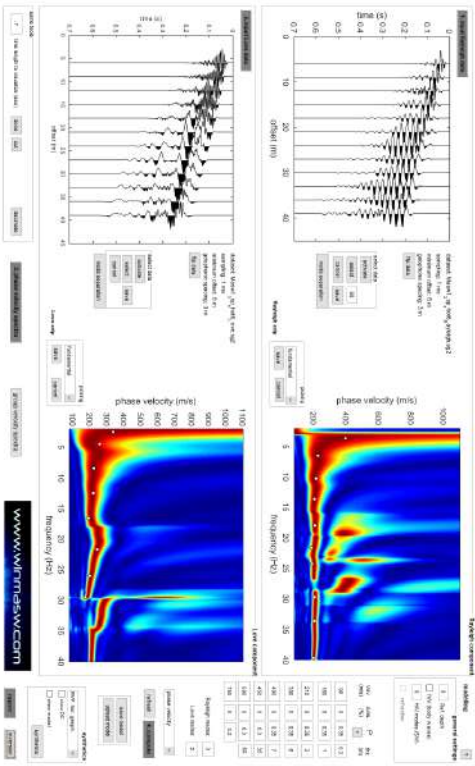


*Dati HVSR1 (in alto) e HVSR2 (in basso) acquisiti*

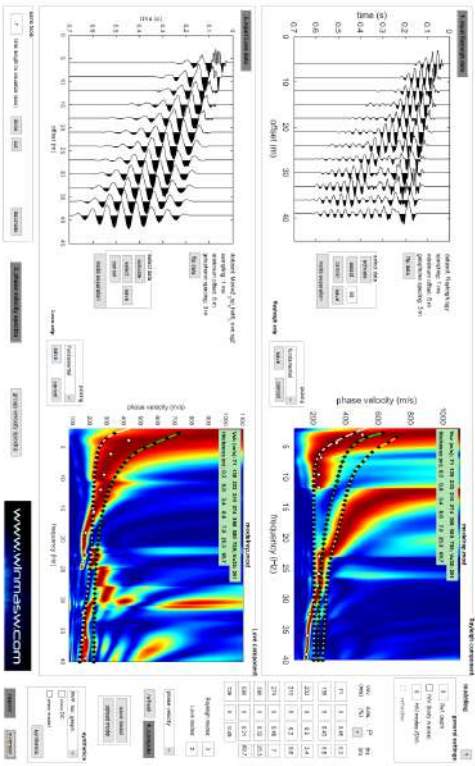
#### 4 ELABORAZIONE DEI DATI

L'analisi dei dati si è fondata sulla definizione di un modello stratigrafico iniziale basato sulla stratigrafia del sondaggio geognostico adiacente, in prima istanza ottimizzato sulla curva di risposta delle componenti di Love. Considerato che, in genere, le componenti di Love risuonano sulla loro frequenza fondamentale, mentre per le componenti di Rayleigh può aversi maggior ampiezza su modi di vibrare superiori, è stato scelto di definire il modello iniziale sulle componenti di Love.

Dal modello iniziale si è quindi proceduto all'ottimizzazione della sequenza sismostratigrafica basandosi sull'analisi comparativa della curva di dispersione di ciascuna componente acquisita.

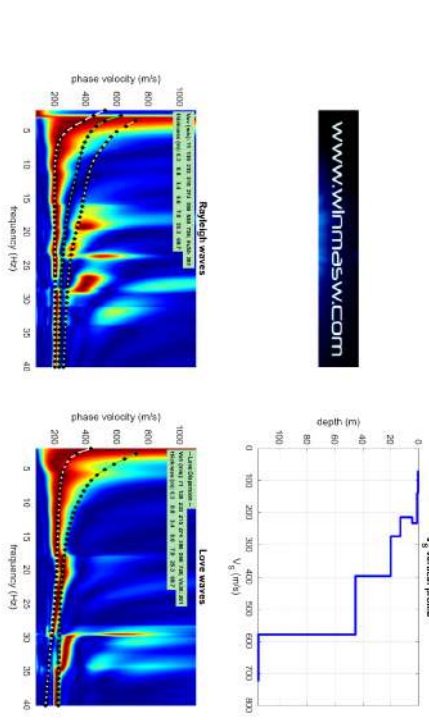


Masw1 - Grafici di elaborazione comparata

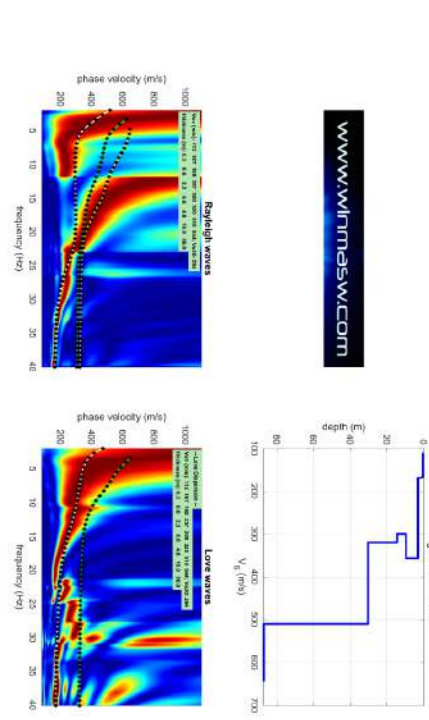


Masw2 - Grafici di elaborazione comparata

Nei diagrammi sottostanti viene quindi indicata la sequenza stratigrafica tipica basata sui *fitting* dei modelli di entrambe le prove.



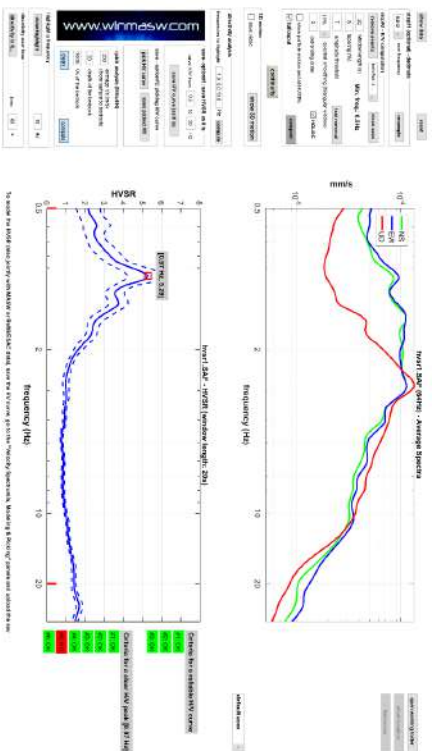
Masw1



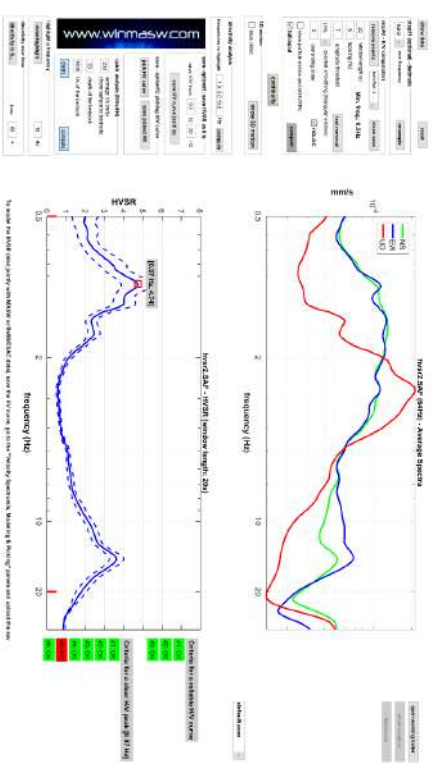
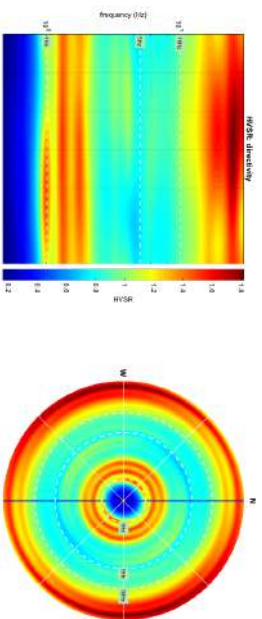
Masw2



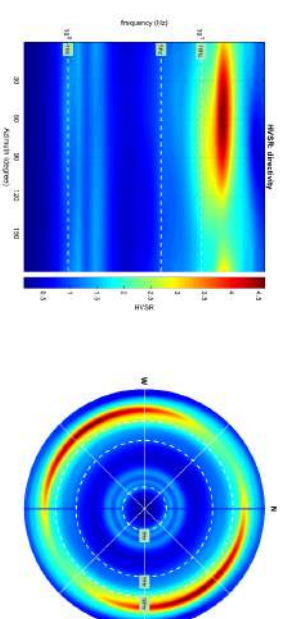
L'analisi della registrazione HVSR ha fornito dati complementari alla ricostruzione della sequenza sismo stratigrafica, e ha inoltre permesso di identificare la frequenza di risonanza dominante del sito, pari a 0,97 Hz in entrambe le registrazioni.



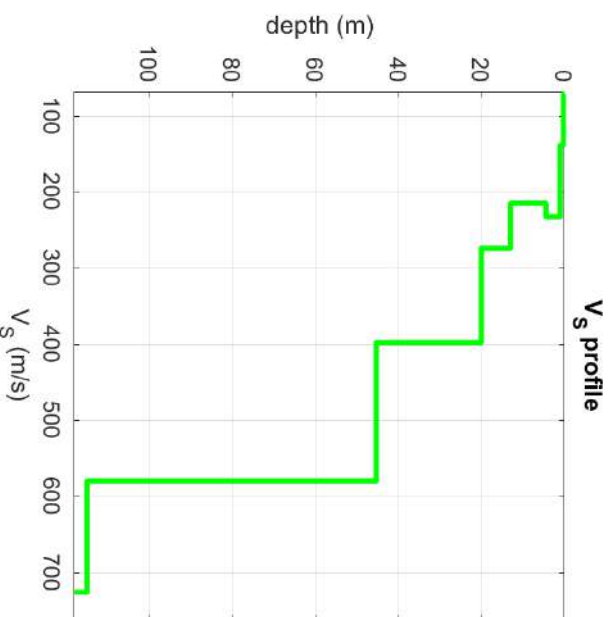
HVSR1 - Grafici di analisi direzionale



HVSR2 - Grafici di analisi direzionale



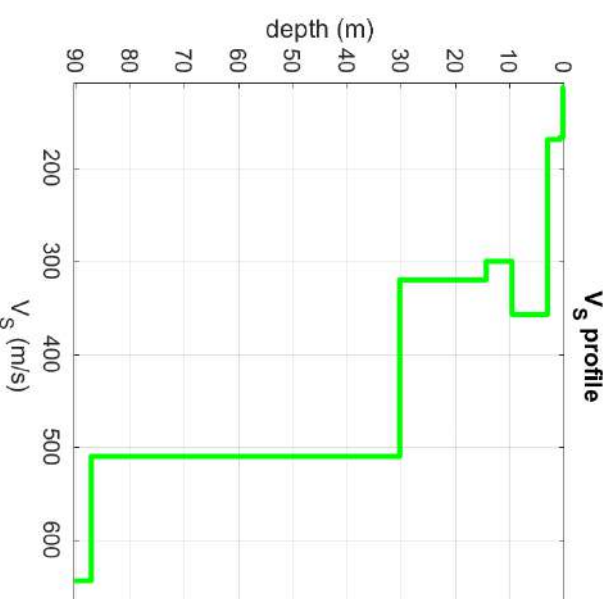
L'elaborazione congiunta dei dati ha portato alla preparazione della stratigrafia equivalente.



Masw1 - Modello stratigrafico ottimizzato definitivo

**Masw 1 - Subsurface model**

Shear-wave velocities (m/s):	71	139	233	215	274	398	580	726
Thicknesses (m):	0.3	0.8	3.4	8.6	7.0	25.3	69.7	∞



Masw2 - Modello stratigrafico ottimizzato definitivo

**Masw 2 - Subsurface model**

Shear-wave velocities (m/s):	12	167	169	357	300	320	510	644
Thicknesses (m):	0.3	0.6	2.2	6.6	4.8	15.9	56.9	∞

La sequenza mette in evidenza un sostanziale progressivo aumento della velocità con l'aumentare della profondità che consente l'applicazione dell'approccio semplificato nell'analisi degli effetti di un eventuale sisma, come definito dalle NTC18; la limitata inversione di velocità individuata dalla Masw 2 a circa 10 m dal piano campagna non influisce, infatti, in modo significativo sui meccanismi di propagazione delle onde sismiche.

A tal riguardo si fa anche riferimento alle linee guida dell'ordine dei Geologi della regione Lazio, che specificano:

....si definisce Inversione di velocità del profilo delle Vs in profondità una situazione litostratigrafica dove siano verificate contemporaneamente le seguenti 4 condizioni:

- un terreno rigido che in profondità sovrasta un terreno soffice con un rapporto  $V_s \text{ rig}/V_s \text{ sof} > 1,5$ ;
- la differenza fra le Vs dei due terreni deve essere  $> 200 \text{ m/s}$ ;
- lo spessore dello strato a minore velocità deve essere  $> 5\text{m}$
- la Vs dello strato più rigido deve essere  $\geq 500 \text{ m/s}$ .

Nelle stratigrafie rilevate non risultano verificate tutte le condizioni e la sequenza può quindi essere considerata lineare priva di condizioni che impediscano l'approccio semplificato per l'analisi sismica, come definito dalle NTC18.

#### 4.1 Calcolo $V_{s,eq}$

Con il D.M. 17/01/2018 è stata aggiornata la normativa sismica del D.M. 14/01/2008, che attribuisce alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo.

Il decreto propone l'adeguamento del precedente un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica della sequenza stratigrafica dei terreni da edificare; sono così state ridefinite le cinque tipologie base di terreni (A - B - C - D - E), mentre sono state abolite le due speciali (S1 e S2), la cui definizione era, in precedenza, in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

In particolare la nuova classificazione è basata sui valori assunti dal parametro  $V_{s,eq}$ , definito dalla formula:

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

dove: N=numero di strati

$h_i$ = spessore dell'i esimo strato

$V_{s,i}$  = velocità delle onde S nel corrispondente i esimo strato

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

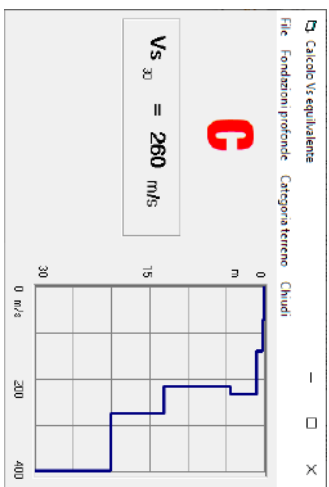
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30 \text{ m}$  e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.11 del D.M. 2018

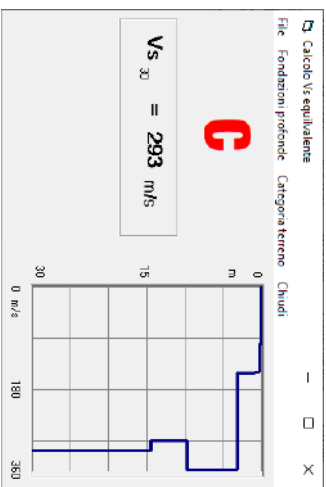
Tab. 3.2.11 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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 compendati 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 adensati 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 300 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente adensati 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 adensati 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.

Il calcolo del parametro per la sequenza stratigrafica in oggetto, che non presenta alcun livello attribuibile al substrato sismico definito dalle NTC, ha evidenziato un valore  $V_{s,eq} = 260$  e  $V_{s,eq} = 293 \text{ m/s}$  che determinano l'iscrizione della zona alla categoria C, definita dal DM sopra citato.



MASW1 sequenza stratigrafica  $V_{s30}$



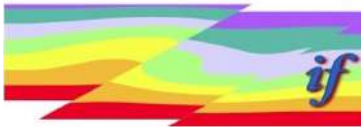
MASW2 sequenza stratigrafica  $V_{s30}$

Dr. geol. Gianpaolo Gazzano

## ALLEG. 6

VERIFICHE PRELIMINARI SULLA SUSCETTIVITA' ALLA LIQUEFAZIONE





**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

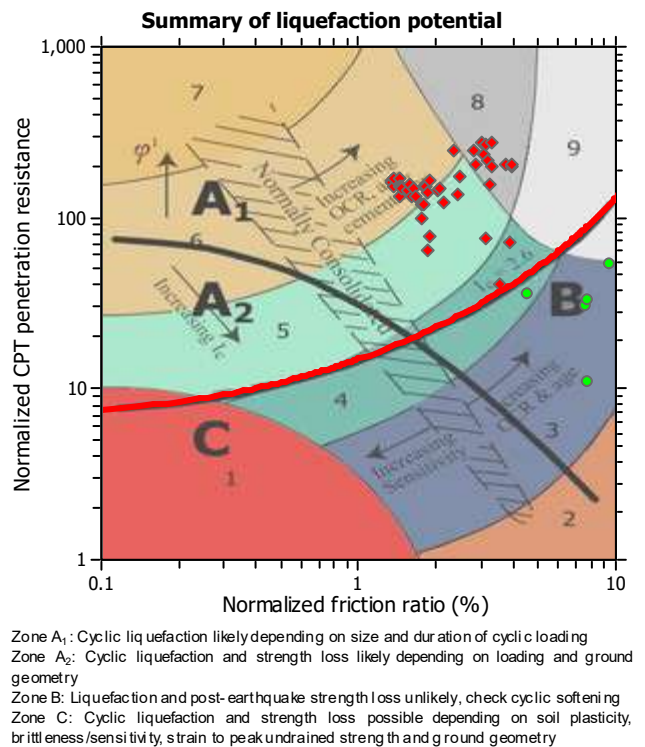
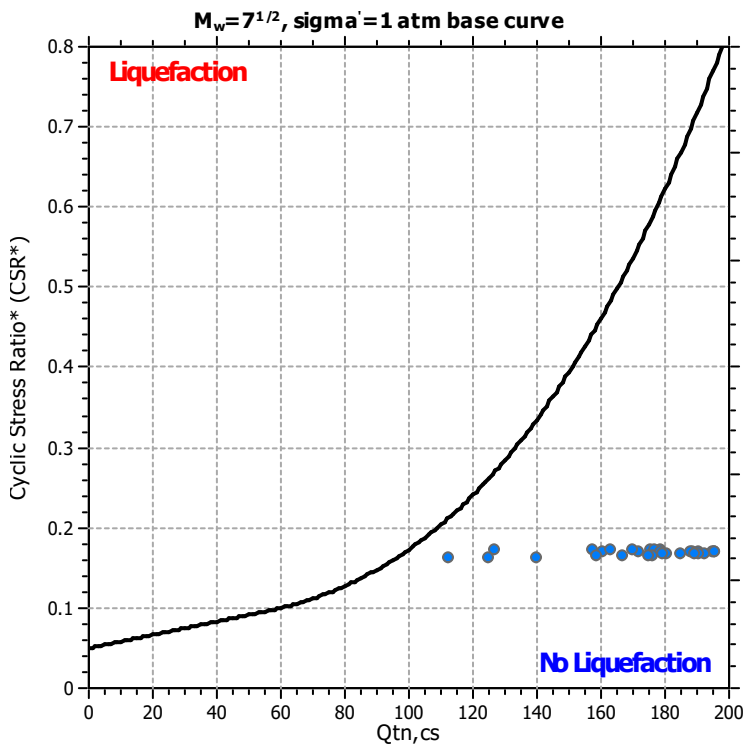
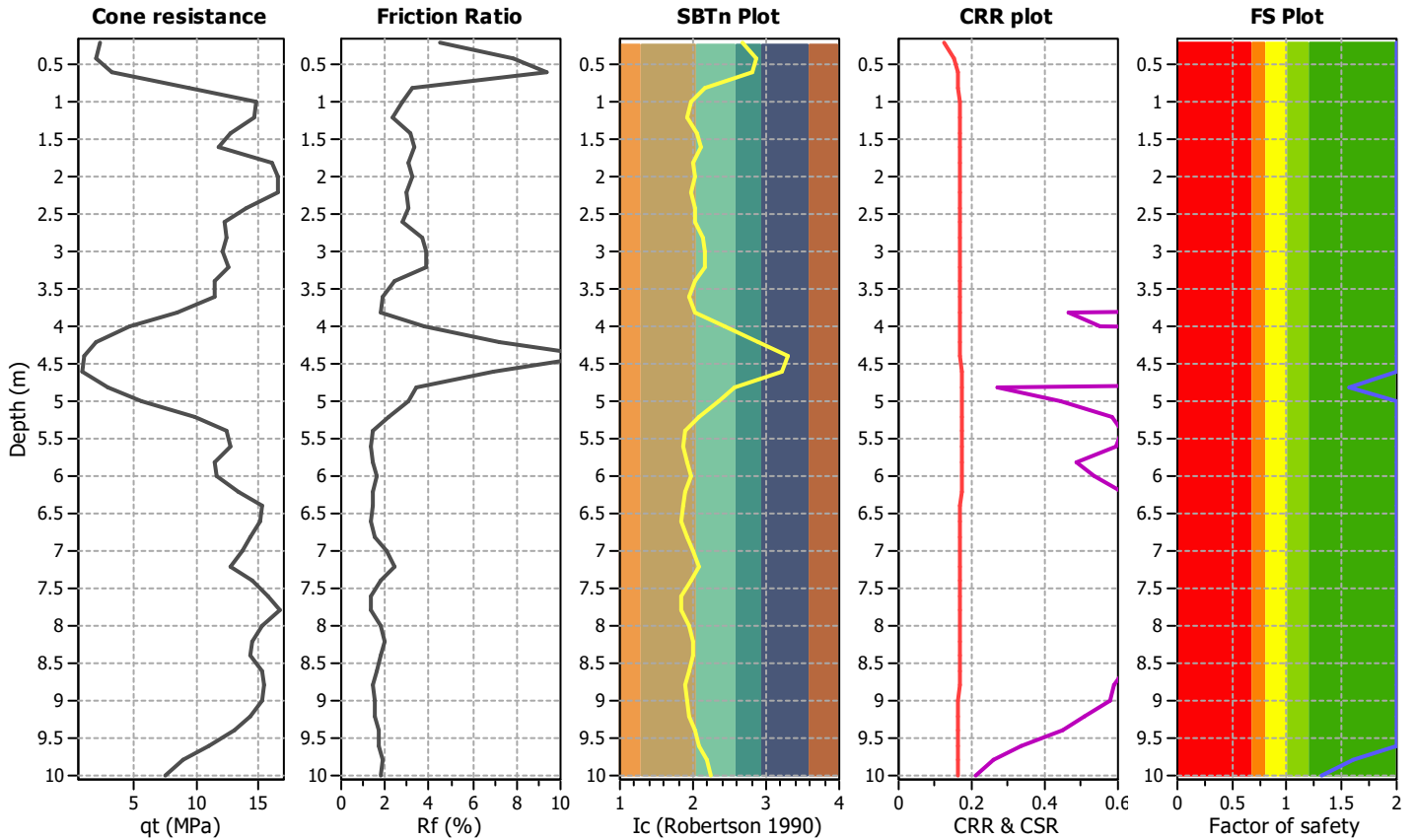
**Project title : CPT liq**

**Location : Vigasio**

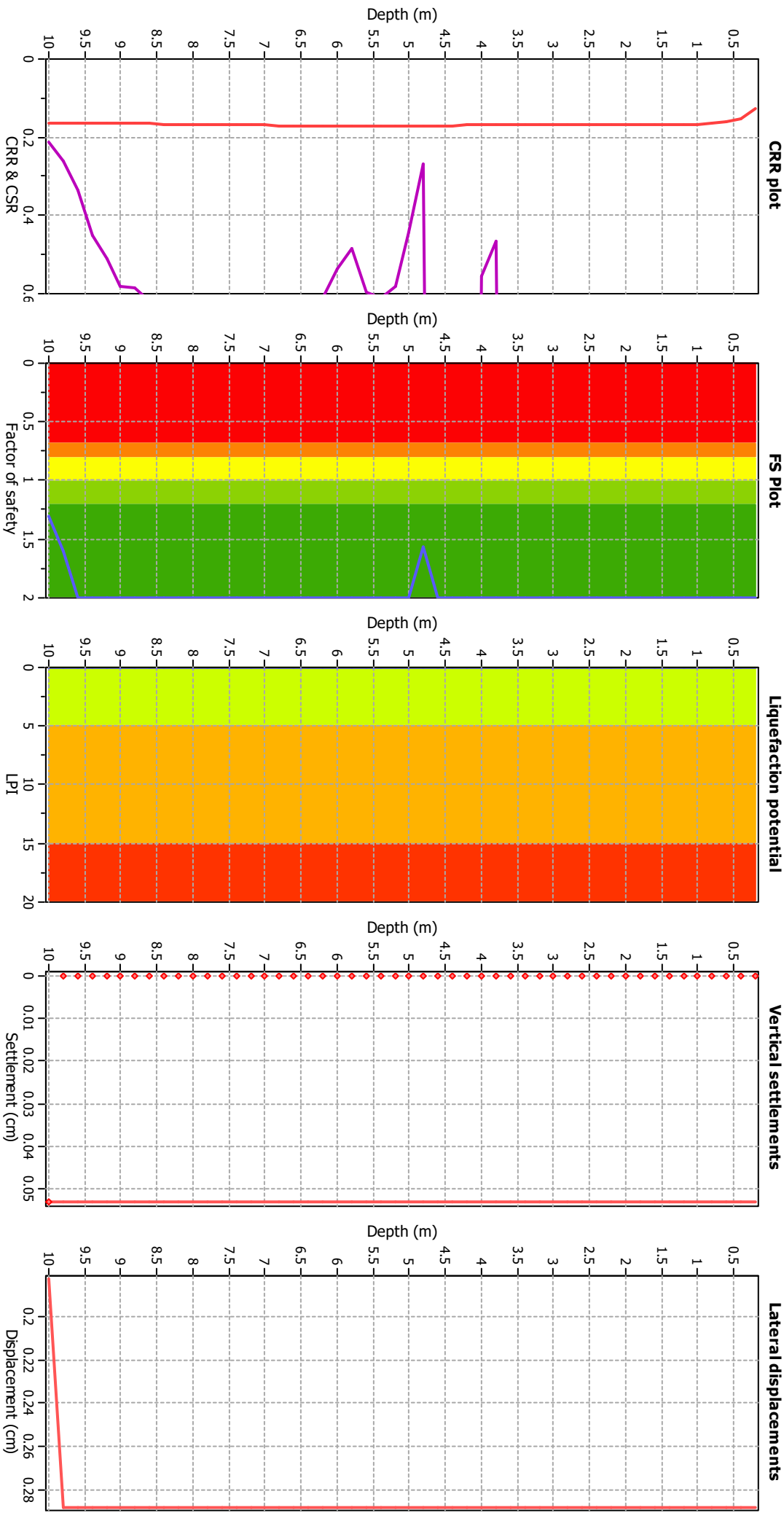
**CPT file : CPT1**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 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 $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on  $I_c$  value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.50 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
 **$I_c$  cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

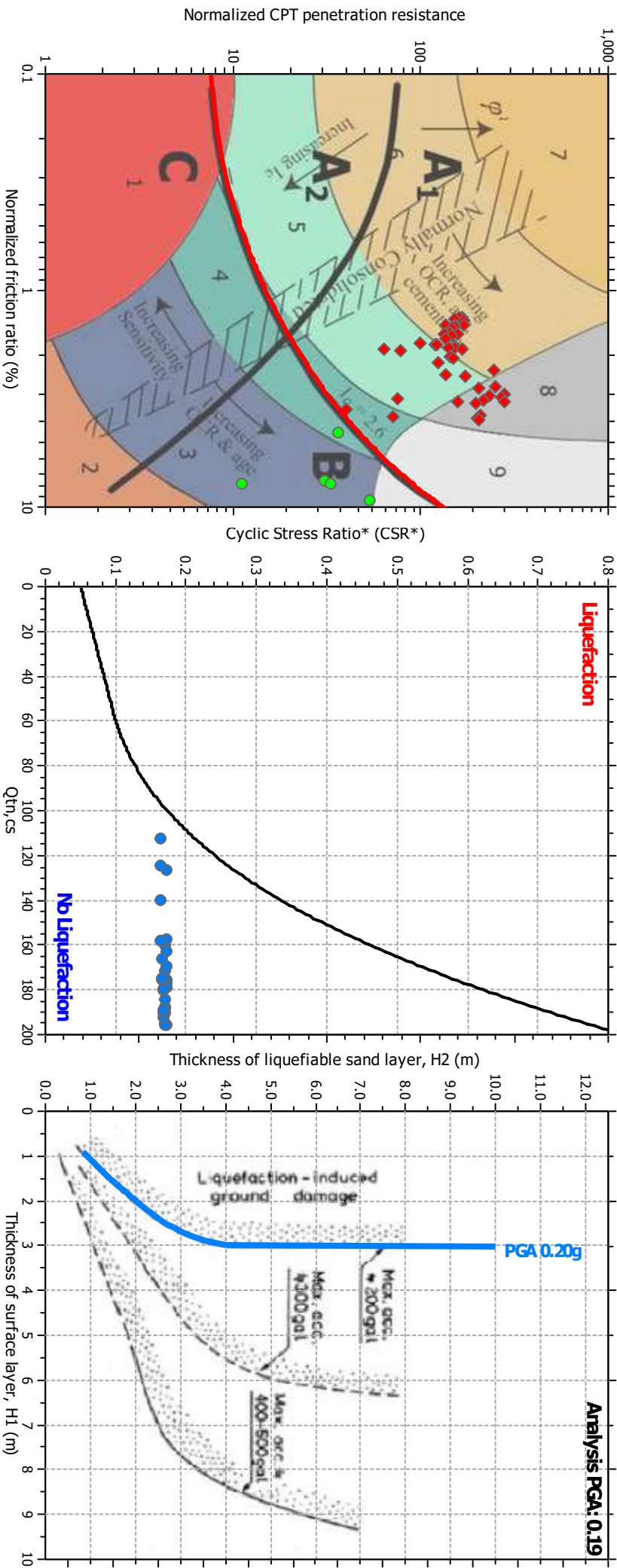
### FS color scheme

■ 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 plots



### Input parameters and analysis data

Analysis method: NCEER (1998) Depth to water table (earthq.): 0.10 m  
 Fines correction method: NCEER (1998) Average results interval: 3  
 Points to test: Based on Ic value Ic cut-off value: 2.60 Transition detect. applied: No  
 Earthquake magnitude  $M_w$ : 6.70 Unit weight calculation: Based on SBT  $K_p$  applied: Yes  
 Peak ground acceleration: 0.19 Use fill: No Clay like behavior applied: No  
 Depth to water table (instn): 1.50 m Fill height: N/A Limit depth: N/A Sands only

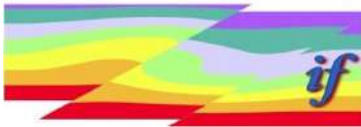
:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
0.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	1.57	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	1.61	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	1.31	0.00	0.00	0.20	0.00

**Overall liquefaction potential: 0.00**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point



**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

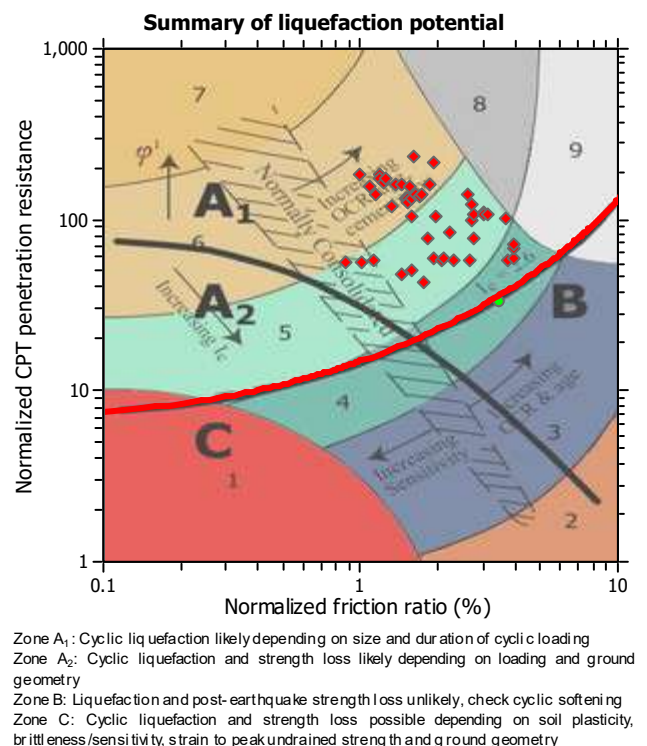
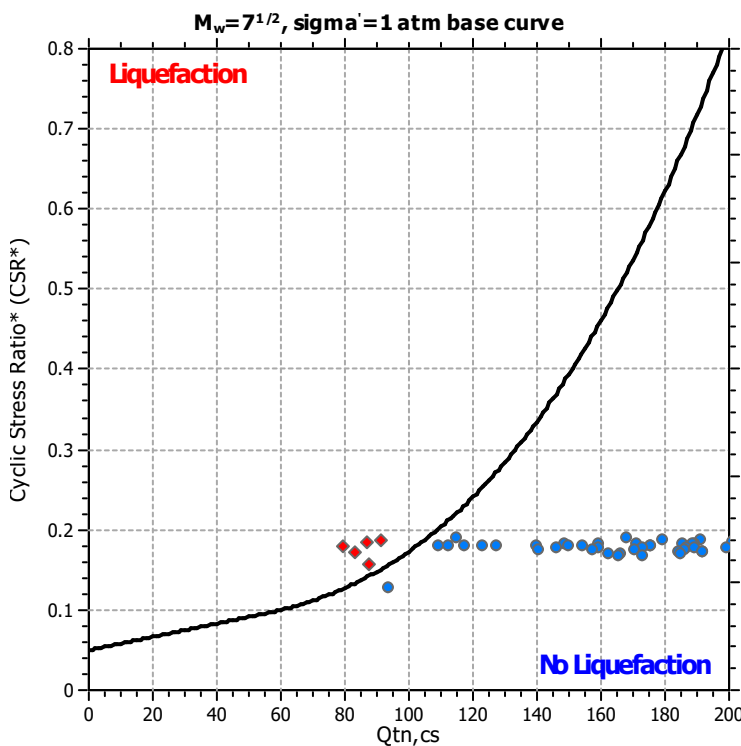
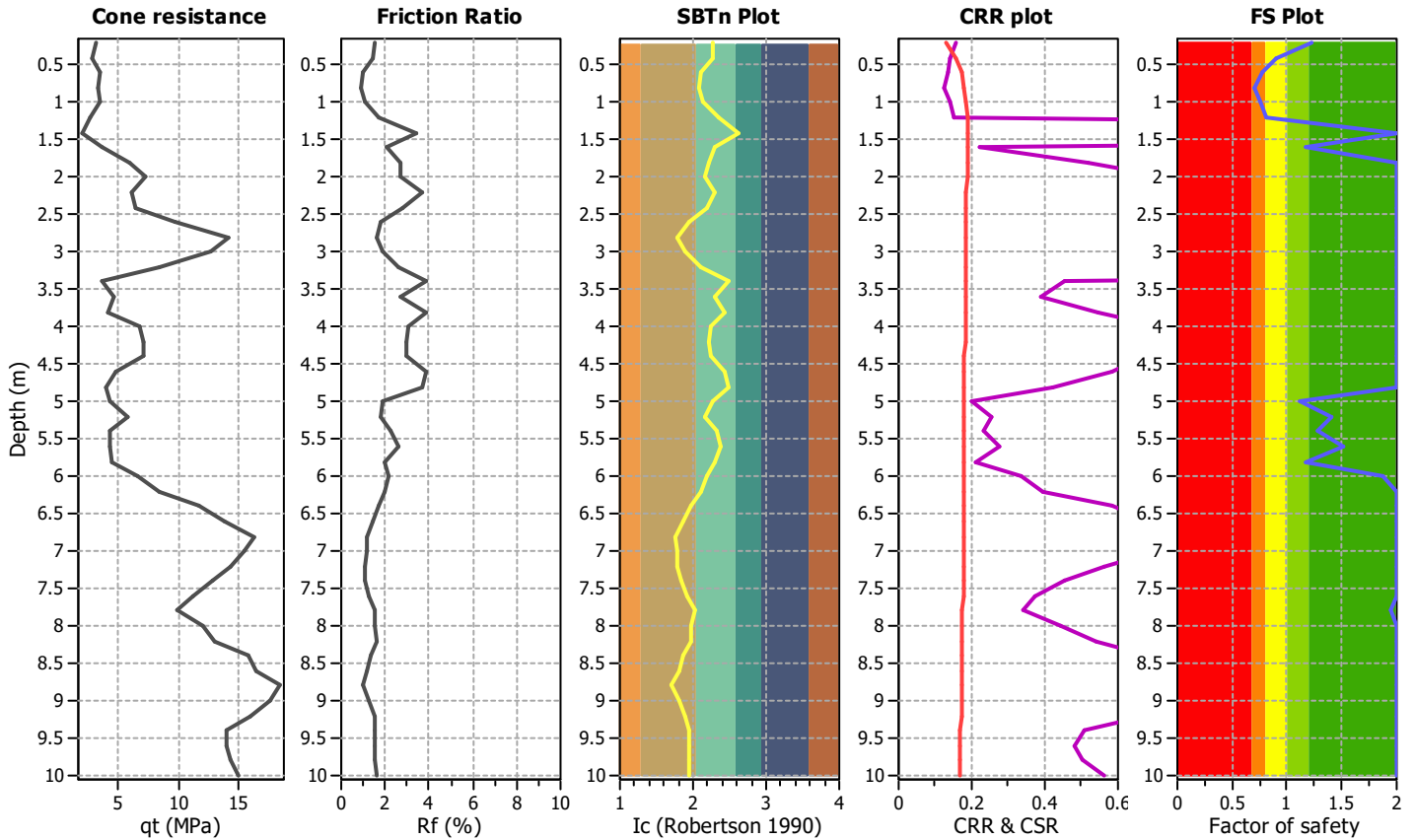
**Project title : CPT liq**

**Location : Vigasio**

**CPT file : CPT2**

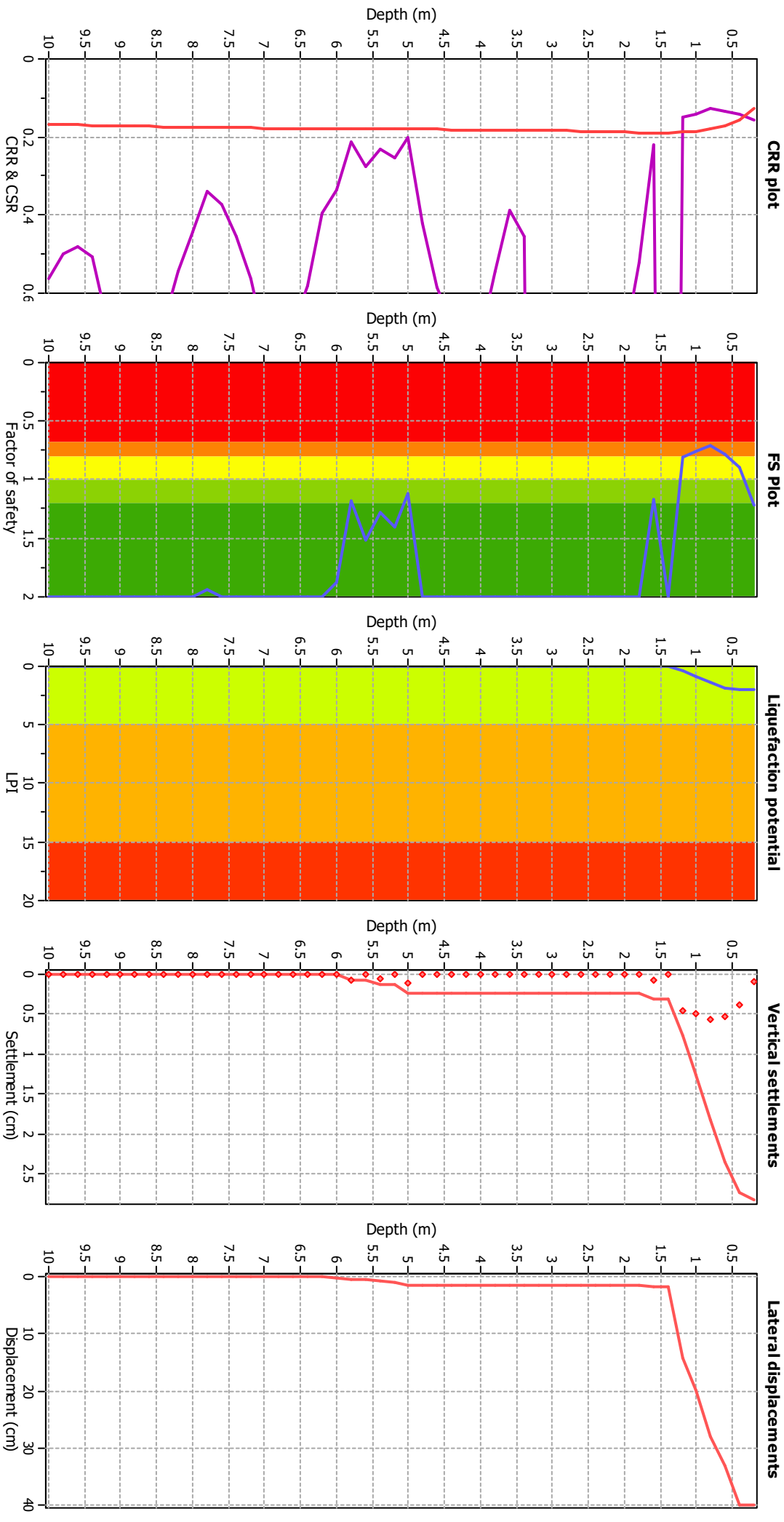
**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes		





### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on Ic value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.50 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
**Ic cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

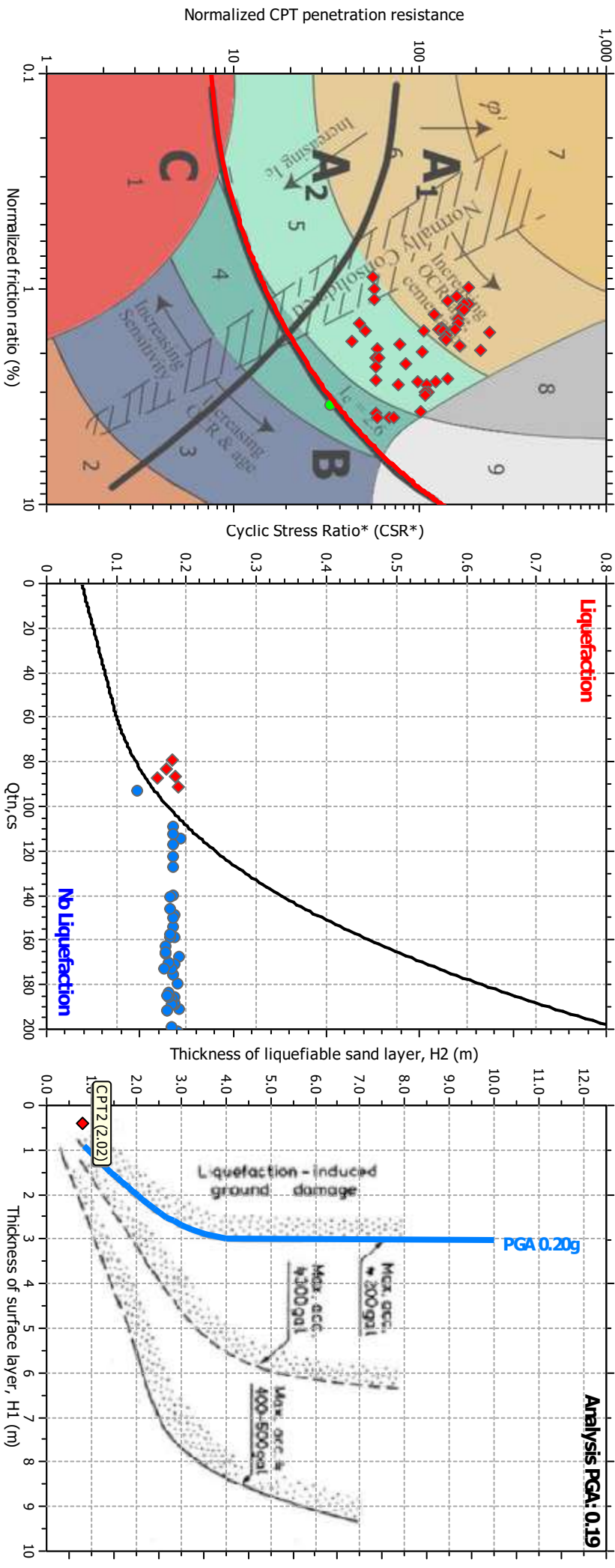
### FS color scheme

■ 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 plots



#### Input parameters and analysis data

A nalysis method: NCEER (1998) Depth to water table (earthq.): 0.10 m  
 Fines correction method: NCEER (1998) Average results interval: 3  
 Points to test: Based on  $I_c$  value Ic cut-off value: 2.60  
 Earthquake magnitude  $M_w$ : 6.70 Unit weight calculation: Based on SBT  
 Peak ground acceleration: 0.19 Use fill: No  
 Depth to water table (instn): 1.50 m Fill height: N/A Limit depth: N/A

Fill weight: N/A  
 Transition detect: applied: No  
 $K_p$  applied: Yes  
 Clay like behavior applied: No  
 Sands only: No  
 Limit depth: N/A

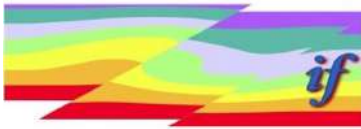
:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	1.22	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.90	0.10	5.85	0.20	0.20
0.60	0.78	0.22	1.42	0.20	0.43	0.80	0.70	0.30	0.93	0.20	0.57
1.00	0.76	0.24	1.28	0.20	0.45	1.20	0.80	0.20	1.70	0.20	0.37
1.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	1.16	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	1.12	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	1.40	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	1.28	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	1.52	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	1.18	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	1.87	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	1.94	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00

**Overall liquefaction potential: 2.02**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point



**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

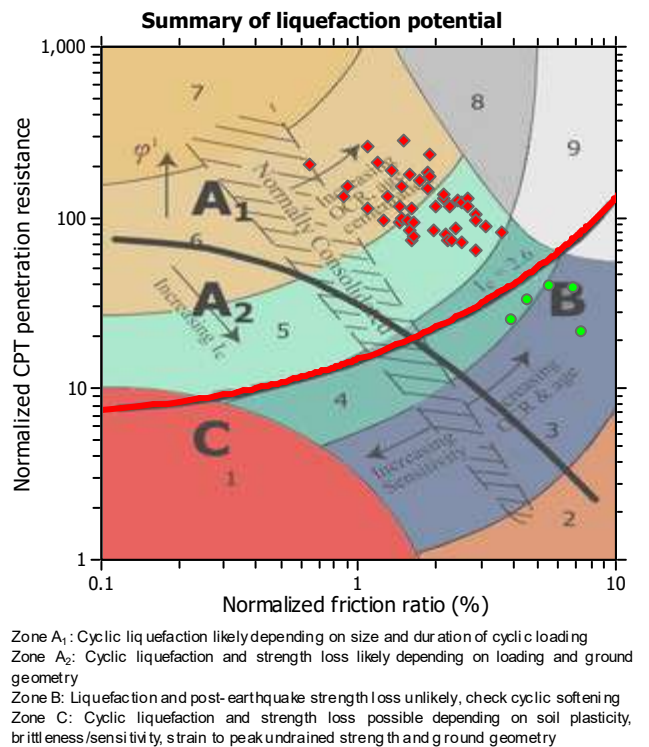
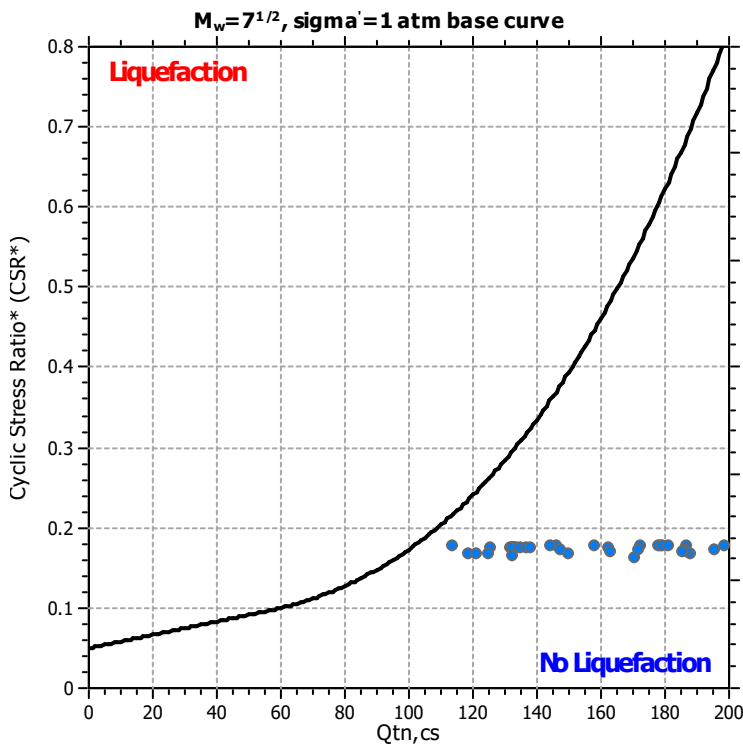
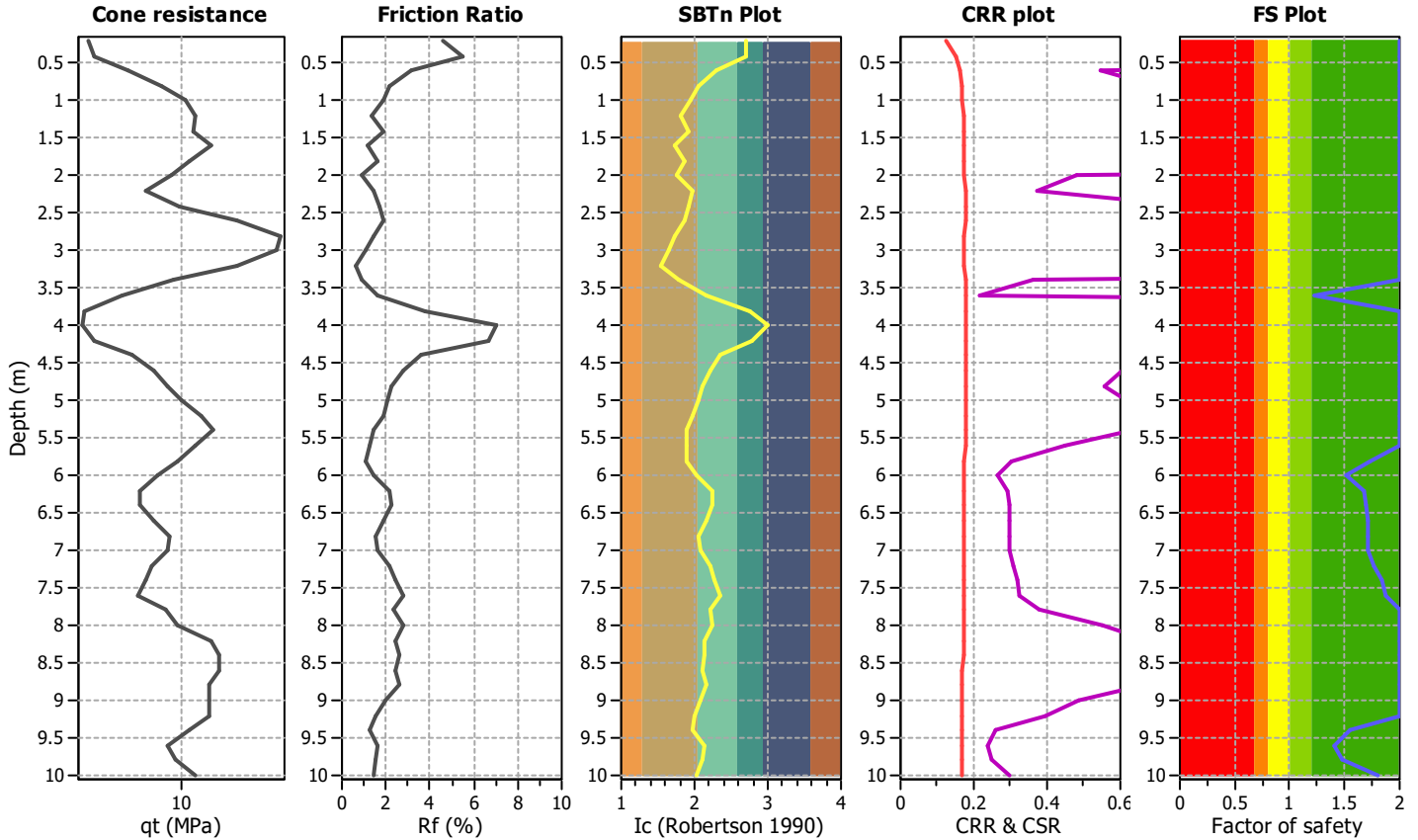
**Project title : CPT liq**

**Location : Vigasio**

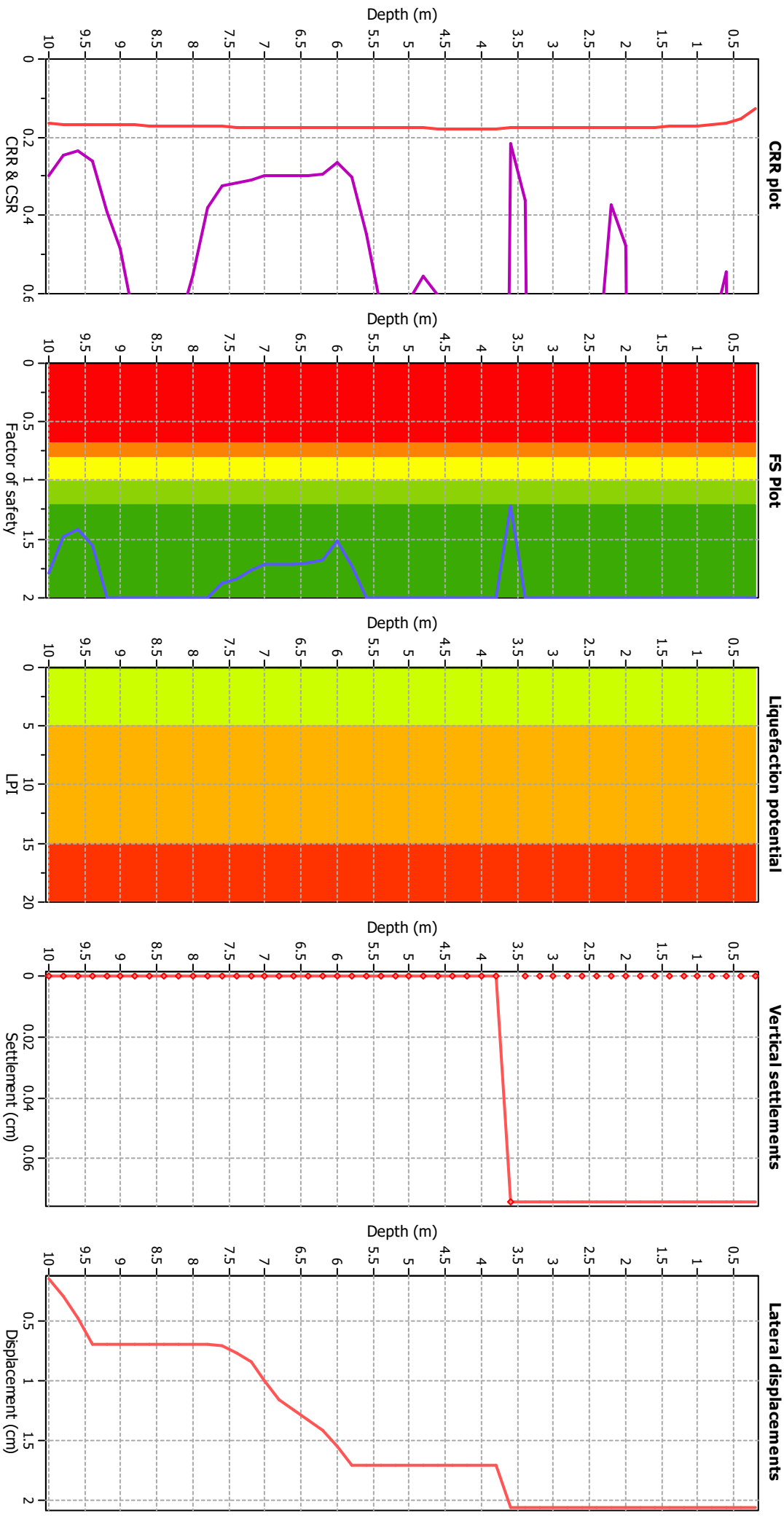
**CPT file : CPT3**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.90 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes		



### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on Ic value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.90 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
**Ic cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

### FS color scheme

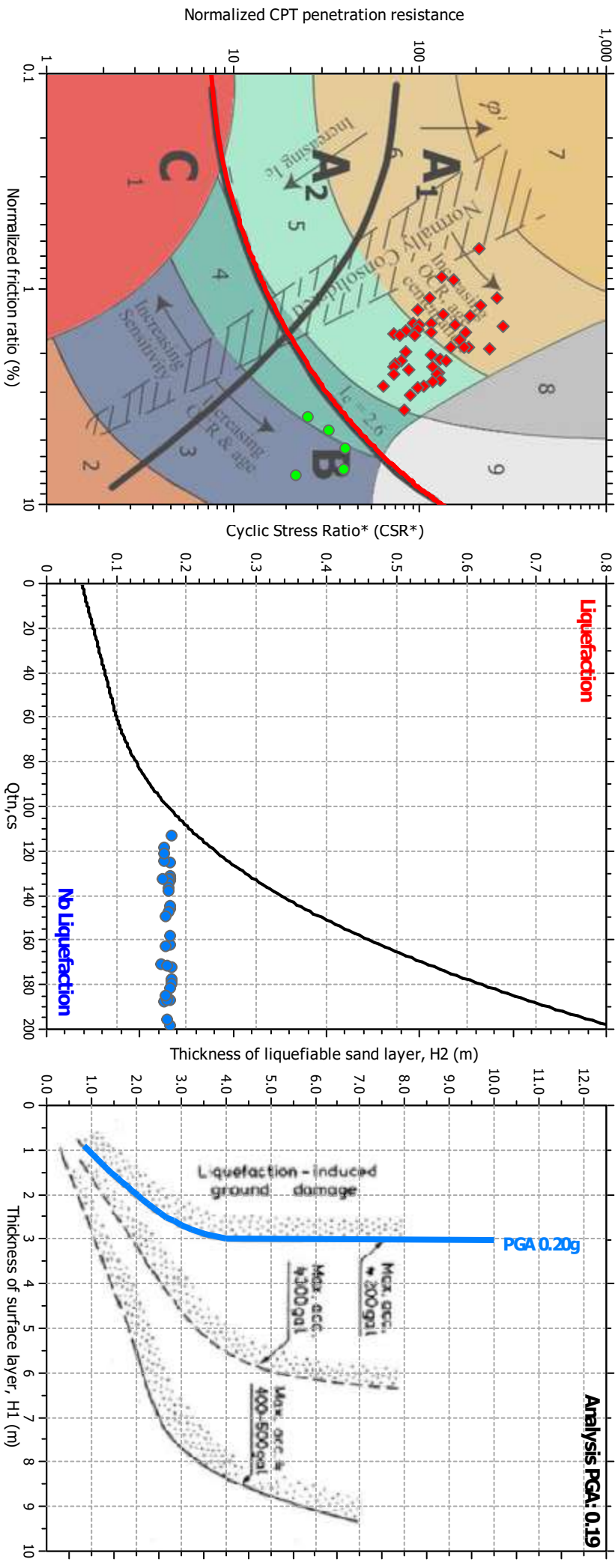
■ Almost certain it will liquefy  
■ Very likely to liquefy  
■ Liquefaction and no liq. are equally likely  
■ Unlike to liquefy  
■ Almost certain it will not liquefy

### LPI color scheme

■ Very high risk  
■ High risk  
■ Low risk



### Liquefaction analysis summary plots



### Input parameters and analysis data

A nalysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	0.10 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 <sub>p</sub> applied:	Yes
Earthquake magnitude M <sub>w</sub> :	6.70	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	No
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (instn):	1.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

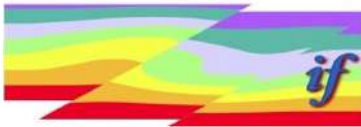
:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
0.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	1.22	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	1.72	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	1.51	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	1.67	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	1.70	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	1.71	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	1.71	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	1.71	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	1.77	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	1.84	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	1.88	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	1.56	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	1.41	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	1.48	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	1.79	0.00	0.00	0.20	0.00

**Overall liquefaction potential: 0.00**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point



**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

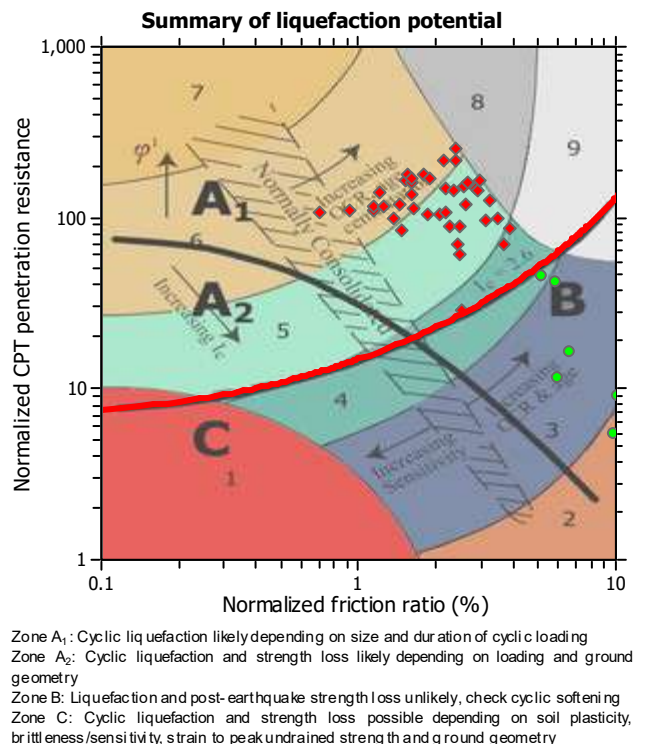
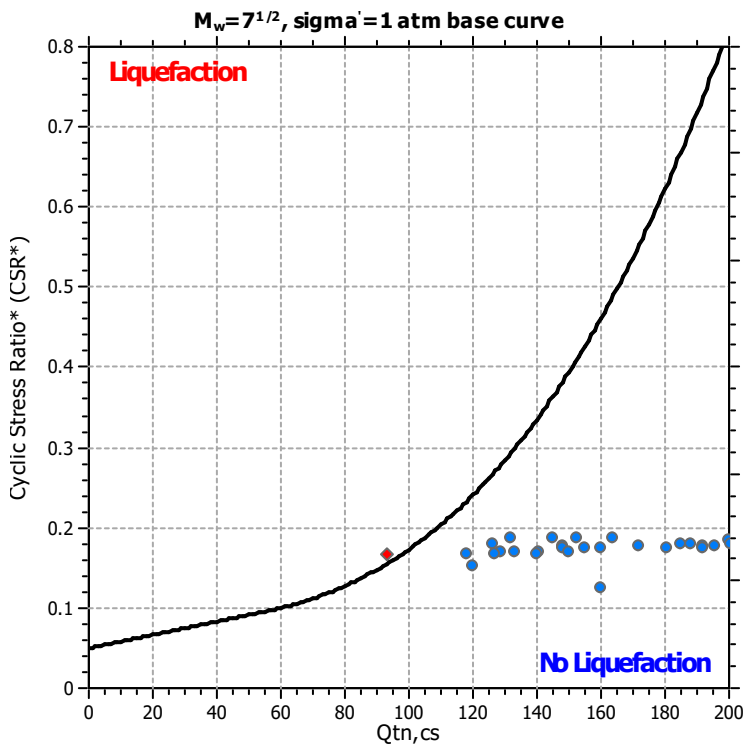
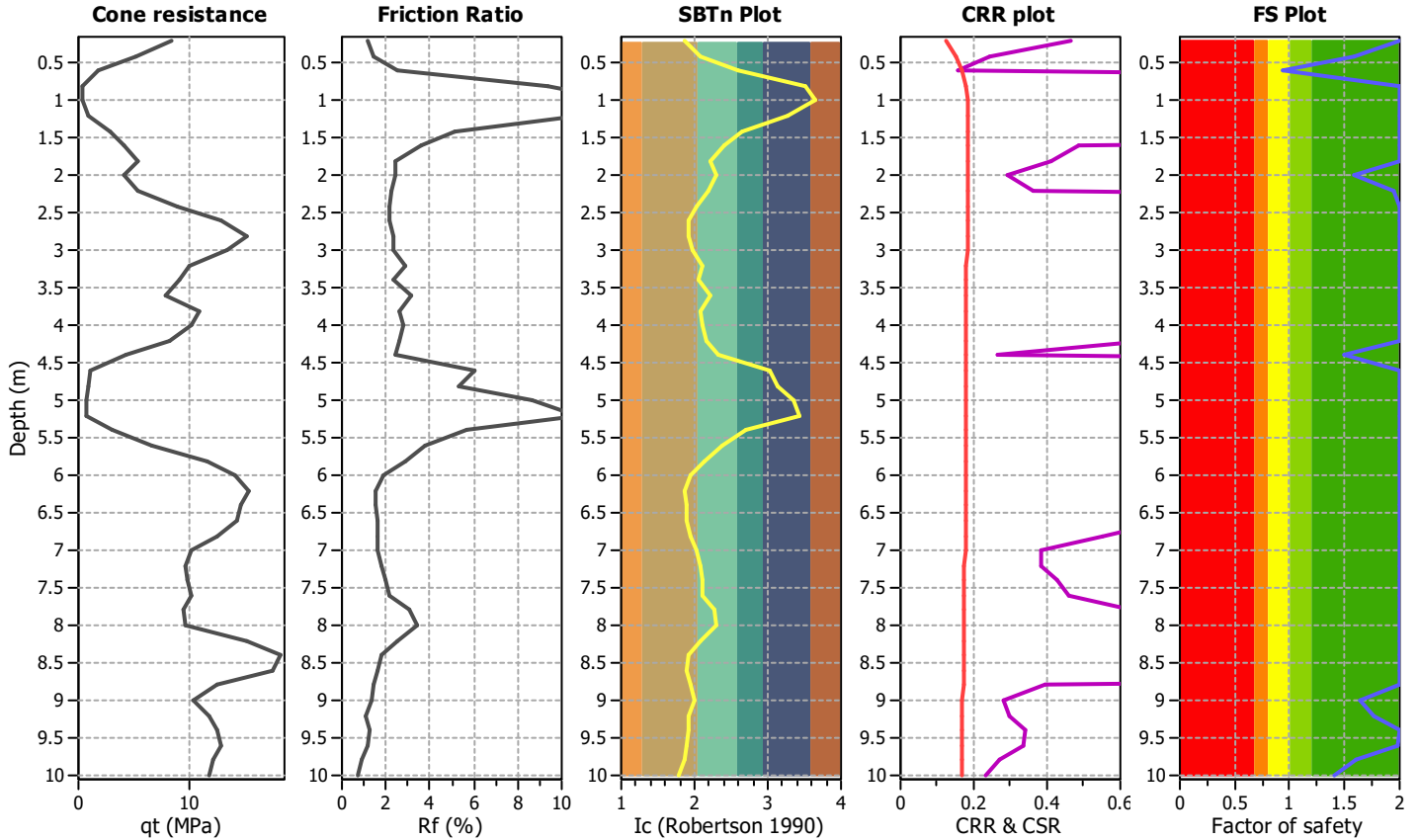
**Project title : CPT liq**

**Location : Vigasio**

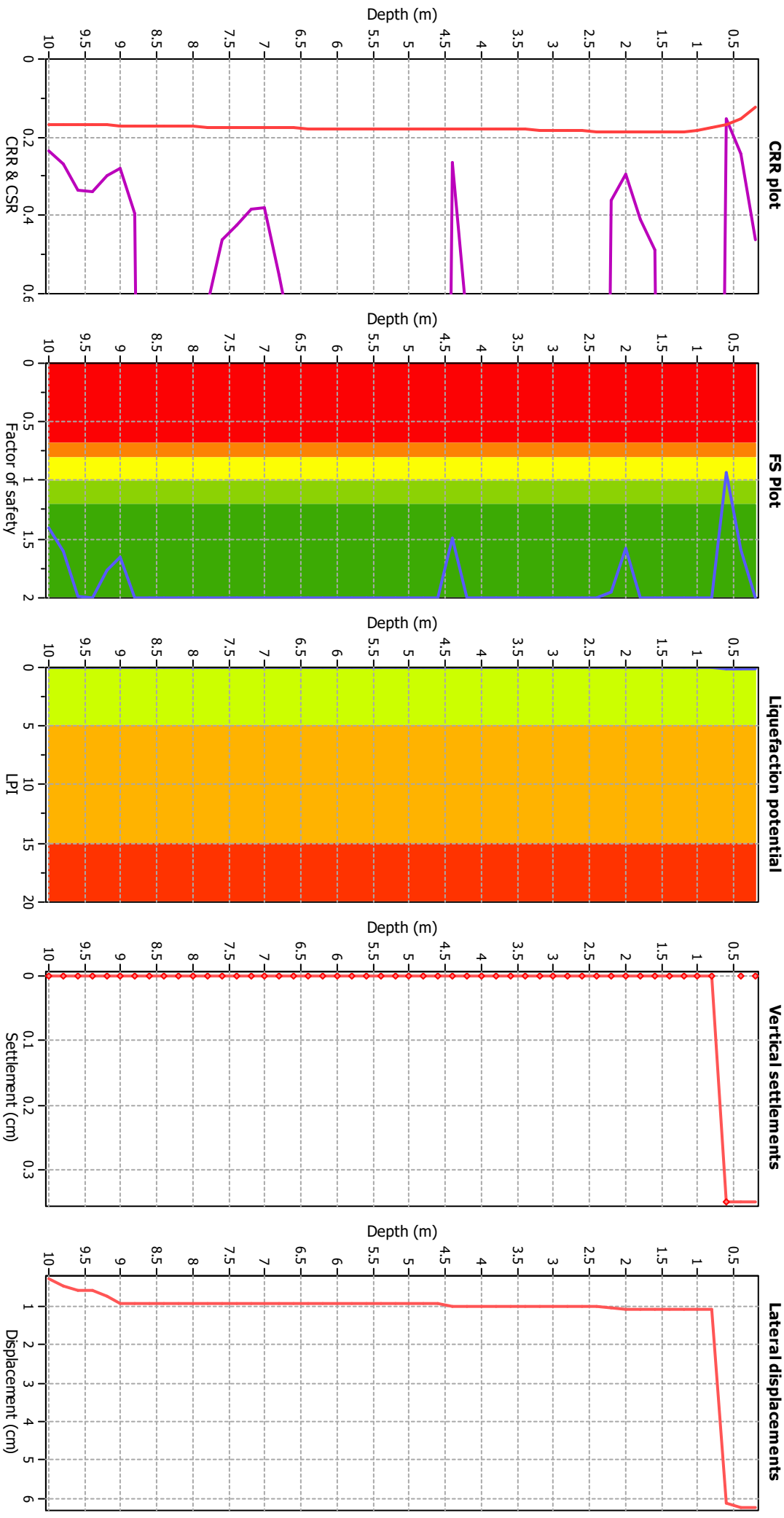
**CPT file : CPT4**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.80 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 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 $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on  $I_c$  value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.80 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
 **$I_c$  cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

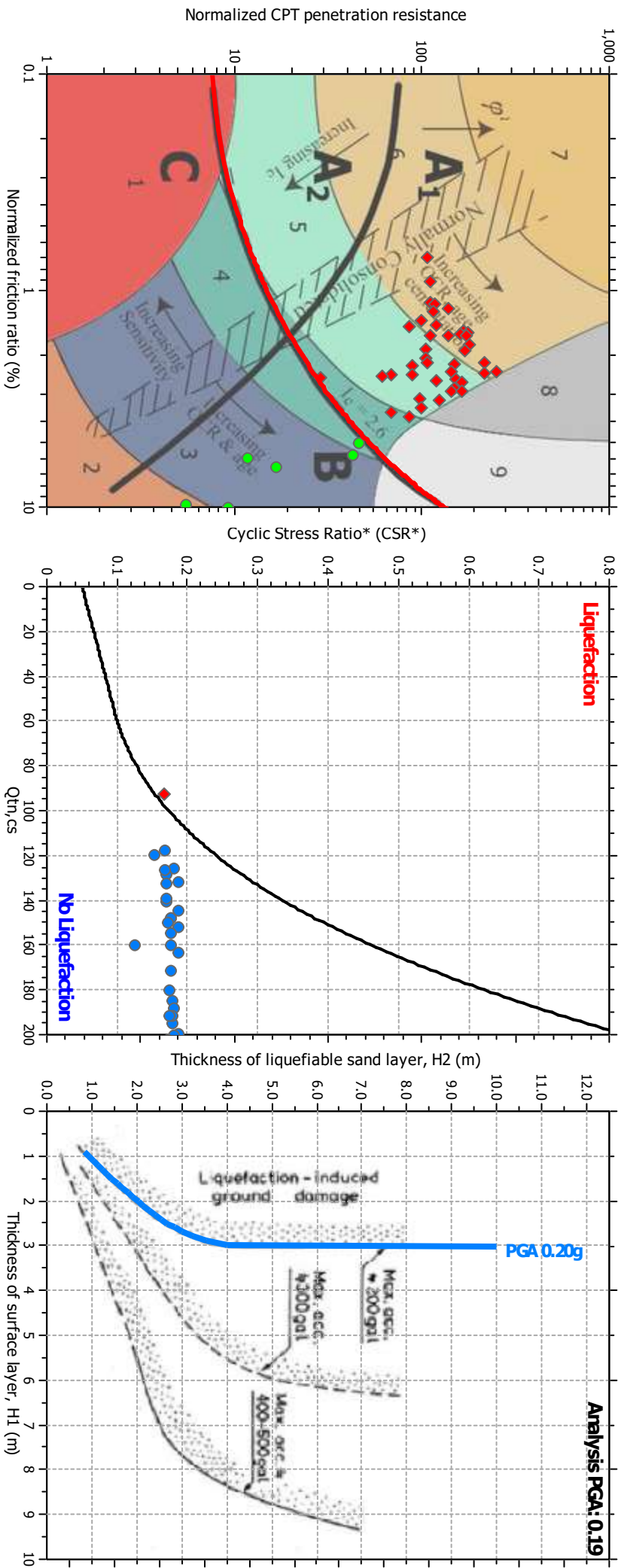
### FS color scheme

- 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 plots



### Input parameters and analysis data

A nalysis method: NCEER (1998) Depth to water table (earthq.): 0.10 m  
 Fines correction method: NCEER (1998) Average results interval: 3  
 Points to test: Based on Ic value Ic cut-off value: 2.60  
 Earthquake magnitude  $M_w$ : 6.70 Unit weight calculation: Based on SBT  
 Peak ground acceleration: 0.19 Use fill: No  
 Depth to water table (instn): 1.80 m Fill height: N/A Limit depth: N/A

Fill weight: N/A  
 Transition detect: applied: No  
 $K_p$  applied: Yes  
 Clay like behavior applied: Sands only  
 Limit depth applied: No  
 Limit depth: N/A



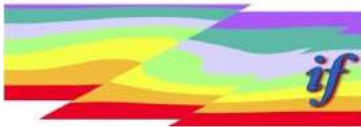
:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	1.59	0.00	0.00	0.20	0.00
0.60	0.93	0.07	15.58	0.20	0.14	0.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	1.58	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	1.95	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	1.49	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	1.65	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	1.76	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	1.99	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	1.61	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	1.40	0.00	0.00	0.20	0.00

**Overall liquefaction potential: 0.14**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point



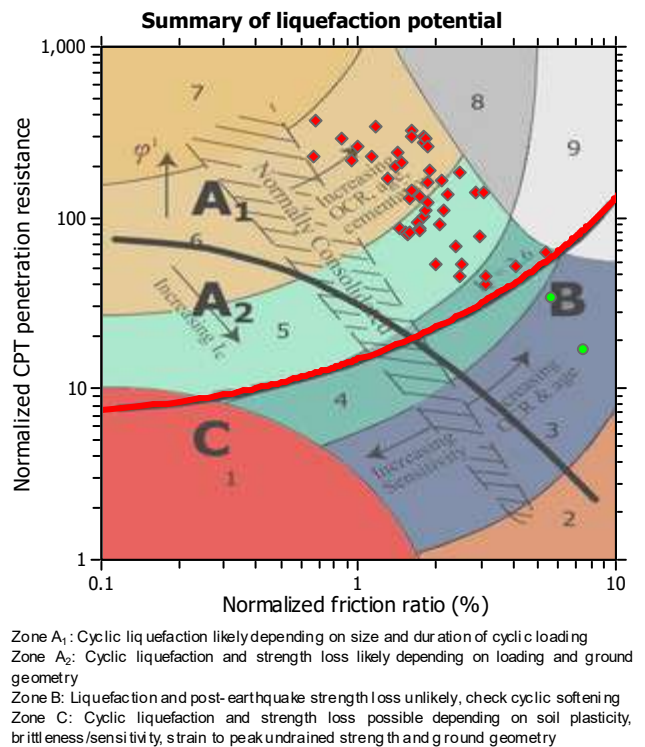
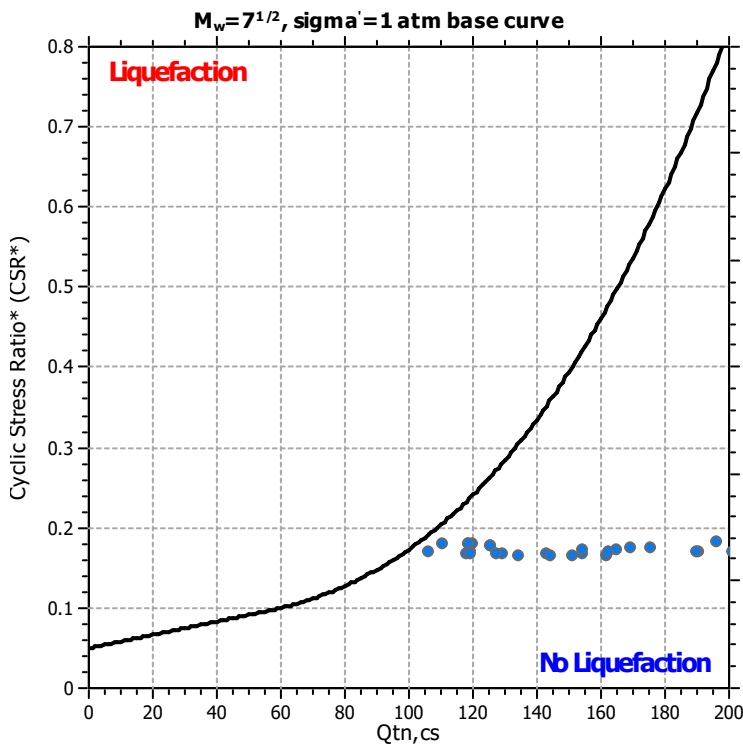
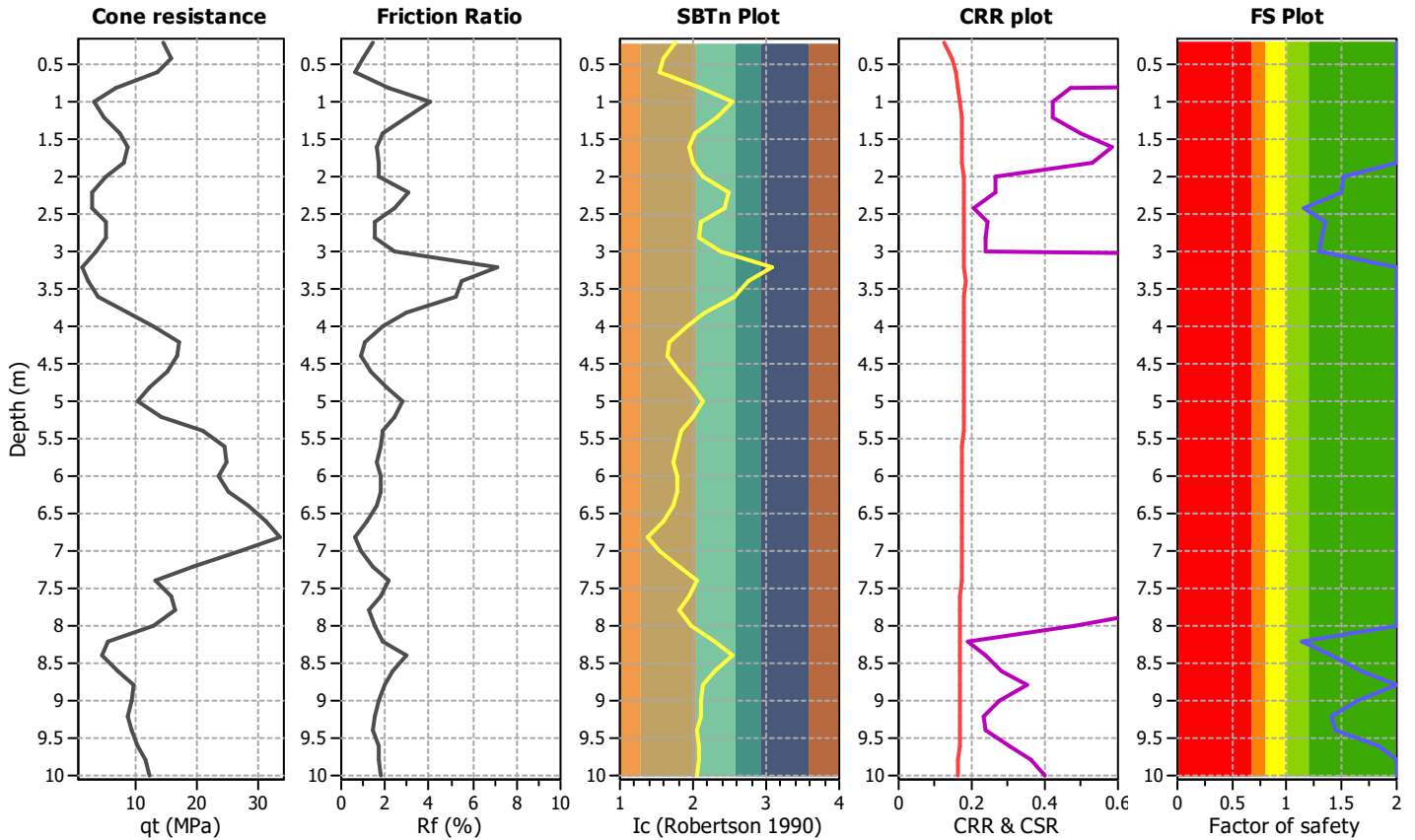
**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

**Project title : CPT liq**  
**CPT file : CPT5**

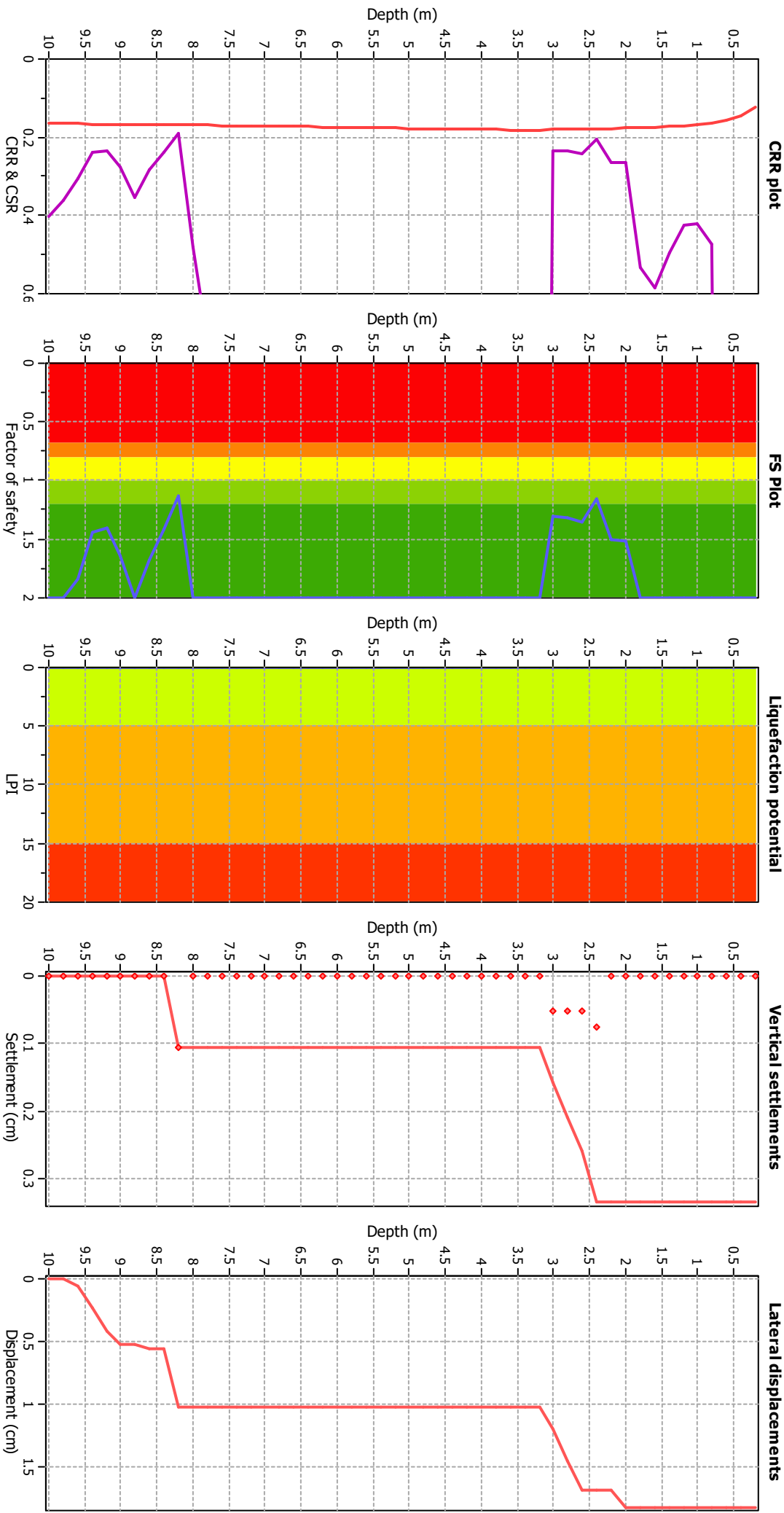
**Location : Vigasio**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 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 $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on Ic value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.50 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
**Ic cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

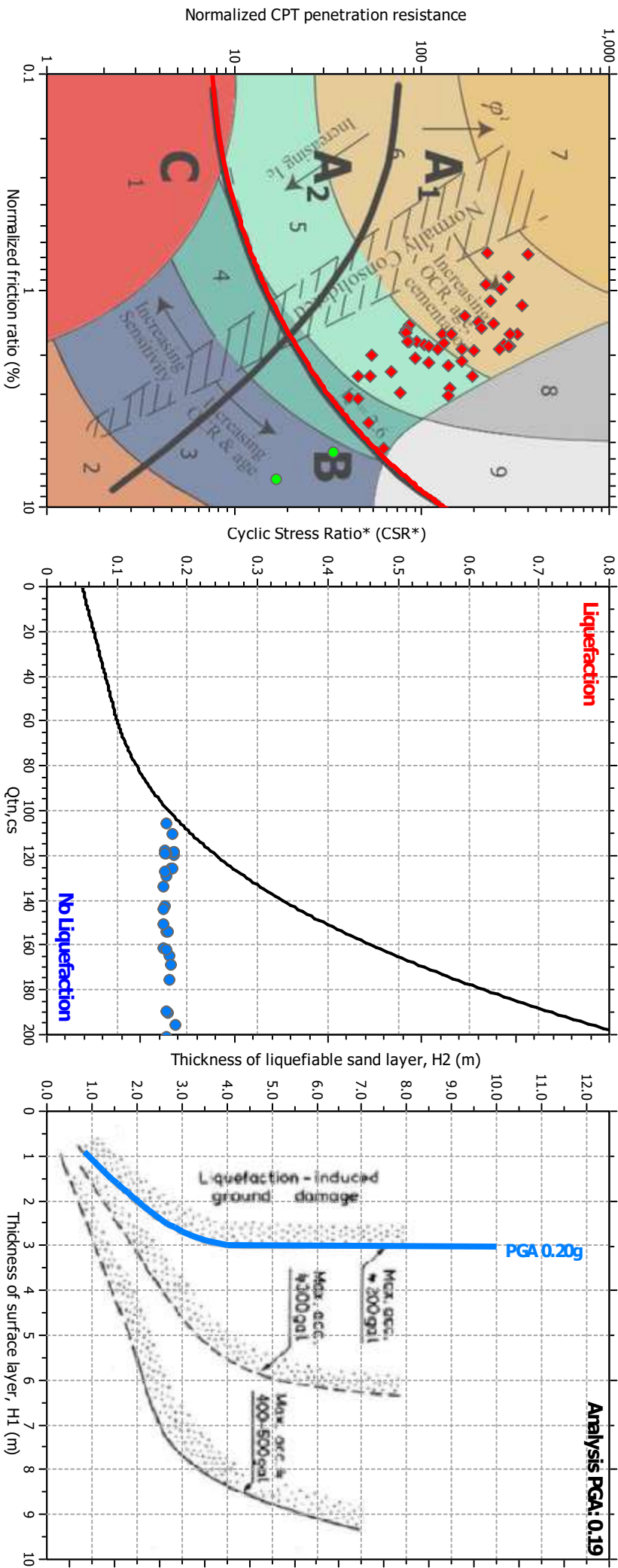
### FS color scheme

■ 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 plots



#### Input parameters and analysis data

Analysis method: NCEER (1998) Depth to water table (earthq.): 0.10 m  
 Fines correction method: NCEER (1998) Average results interval: 3  
 Points to test: Based on Ic value Ic cut-off value: 2.60  
 Earthquake magnitude  $M_w$ : 6.70 Unit weight calculation: Based on SBT  
 Peak ground acceleration: 0.19 Use fill: No  
 Depth to water table (instn): 1.50 m Fill height: N/A Limit depth: N/A

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
0.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	1.51	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	1.50	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	1.16	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	1.35	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	1.31	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	1.30	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	1.13	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	1.41	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	1.68	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	1.64	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	1.40	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	1.44	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	1.84	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00

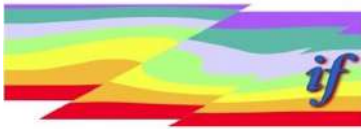
**Overall liquefaction potential: 0.00**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point





**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

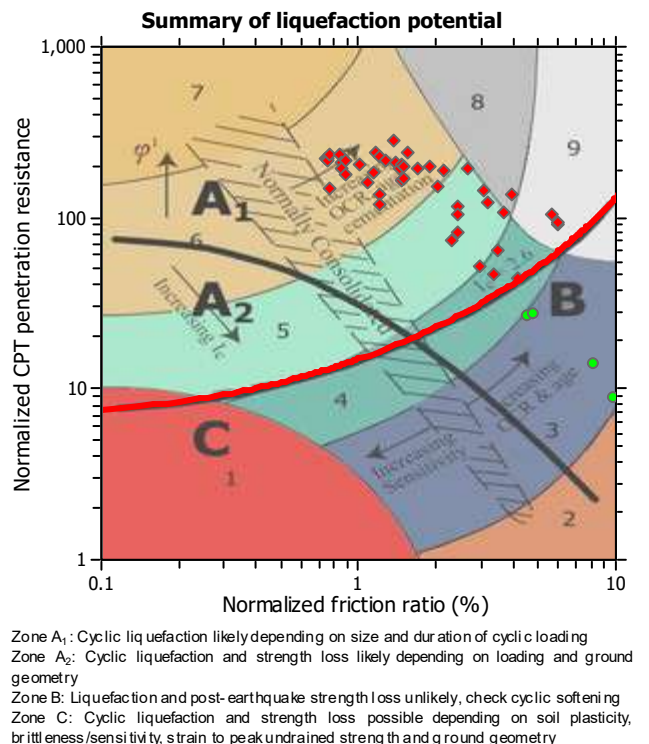
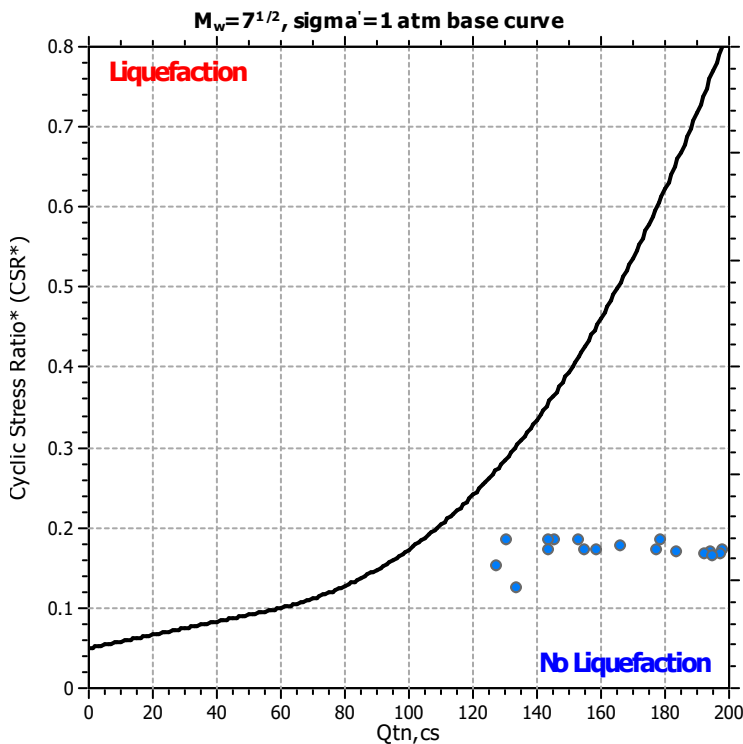
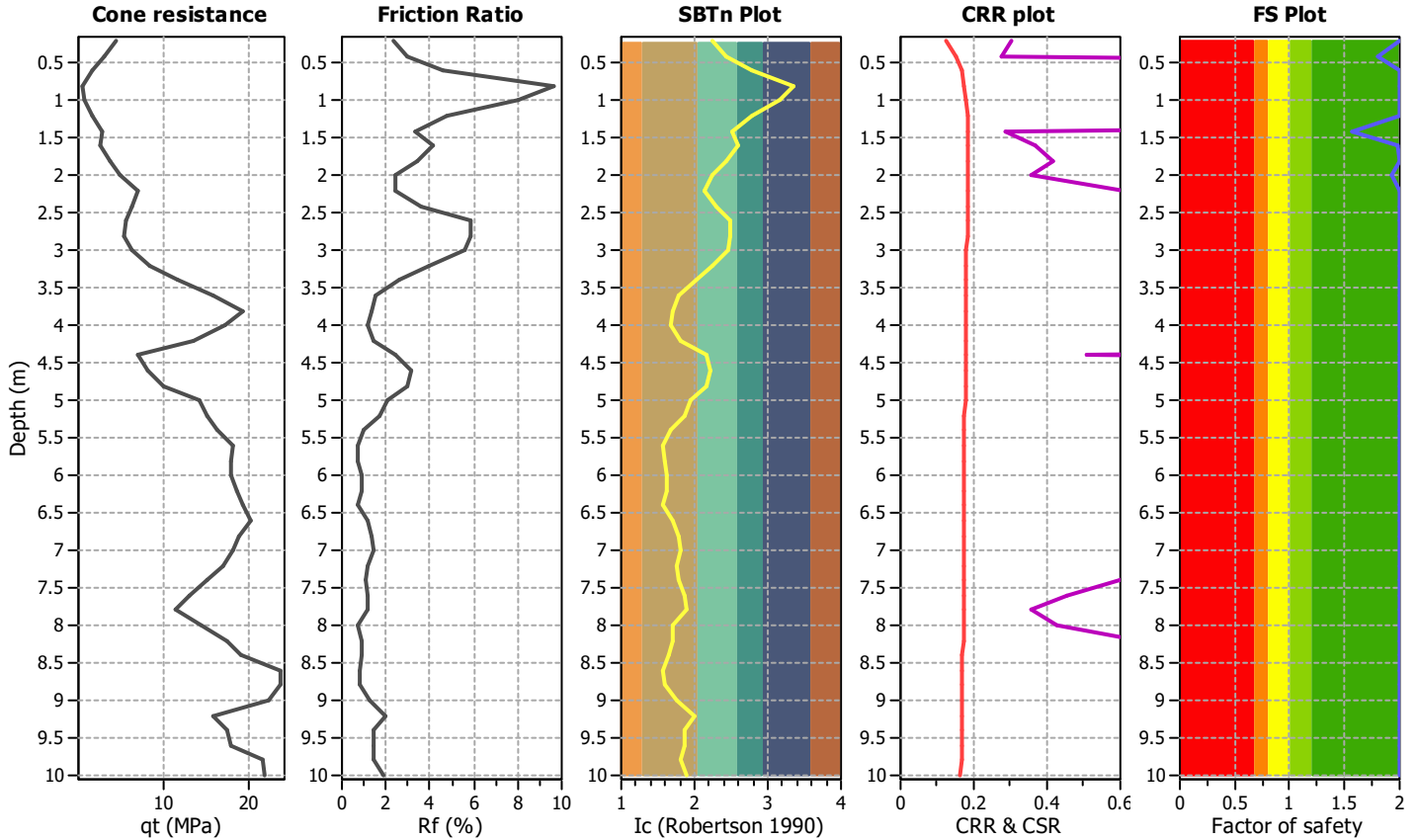
**Project title : CPT liq**

**Location : Vigasio**

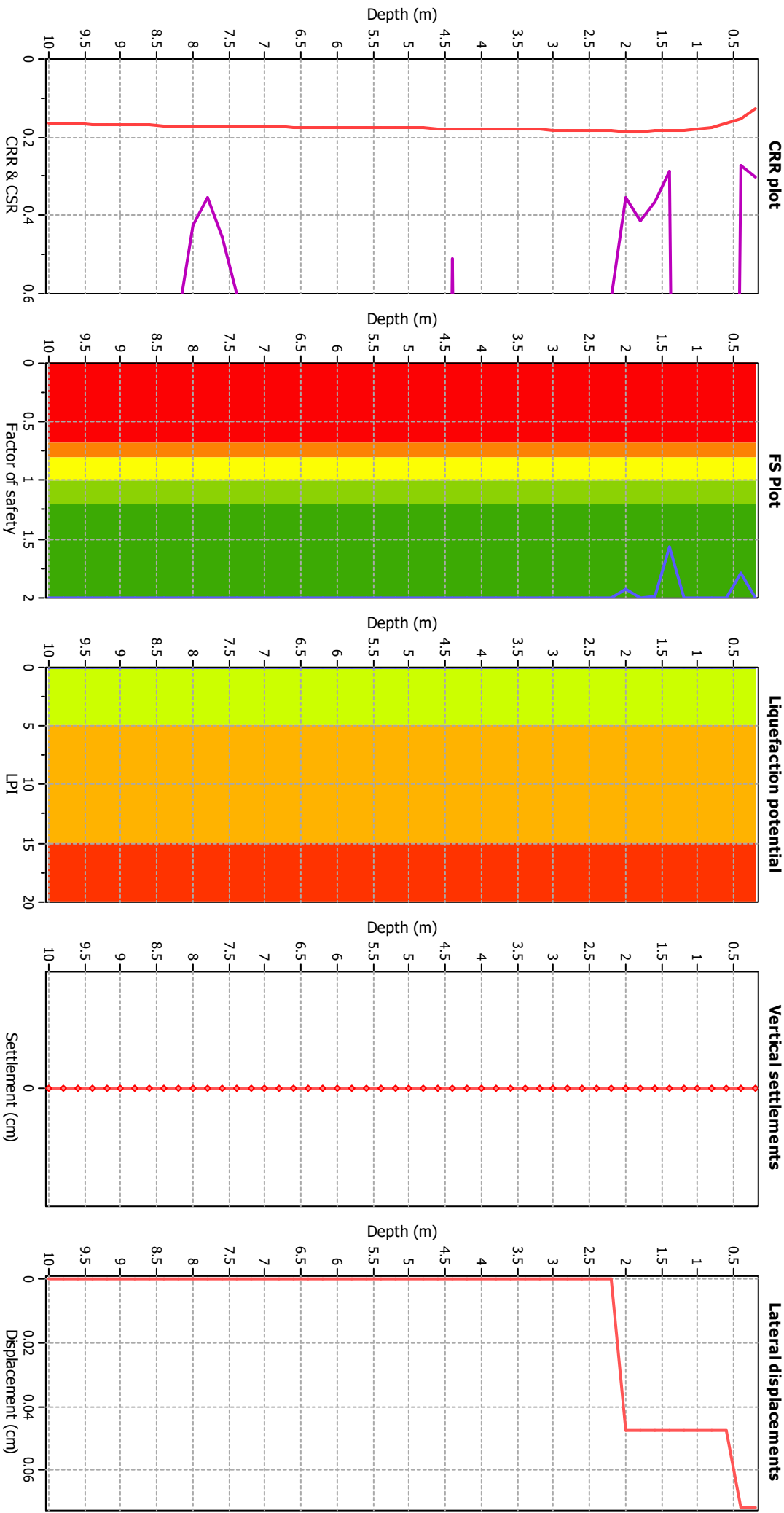
**CPT file : CPT6**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.10 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 $M_w$ :	6.70	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_o$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



### Liquefaction analysis overall plots



### Input parameters and analysis data

**Analysis method:** NCEER (1998)  
**Finest correction method:** NCEER (1998)  
**Points to test:** Based on  $I_c$  value  
**Earthquake magnitude  $M_w$ :** 6.70  
**Peak ground acceleration:** 0.19  
**Depth to water table (instn):** 1.20 m

**Depth to water table (earthq.):** 0.10 m  
**Average results interval:** 3  
 **$I_c$  cut-off value:** 2.60  
**Unit weight calculation:** Based on SBT  
**Use fill:** No  
**Fill height:** N/A

**Fill weight:** N/A  
**Transition detect. applied:** No  
 **$K_p$  applied:** Yes  
**Clay like behavior applied:** Sands only  
**Limit depth applied:** No  
**Limit depth:** N/A

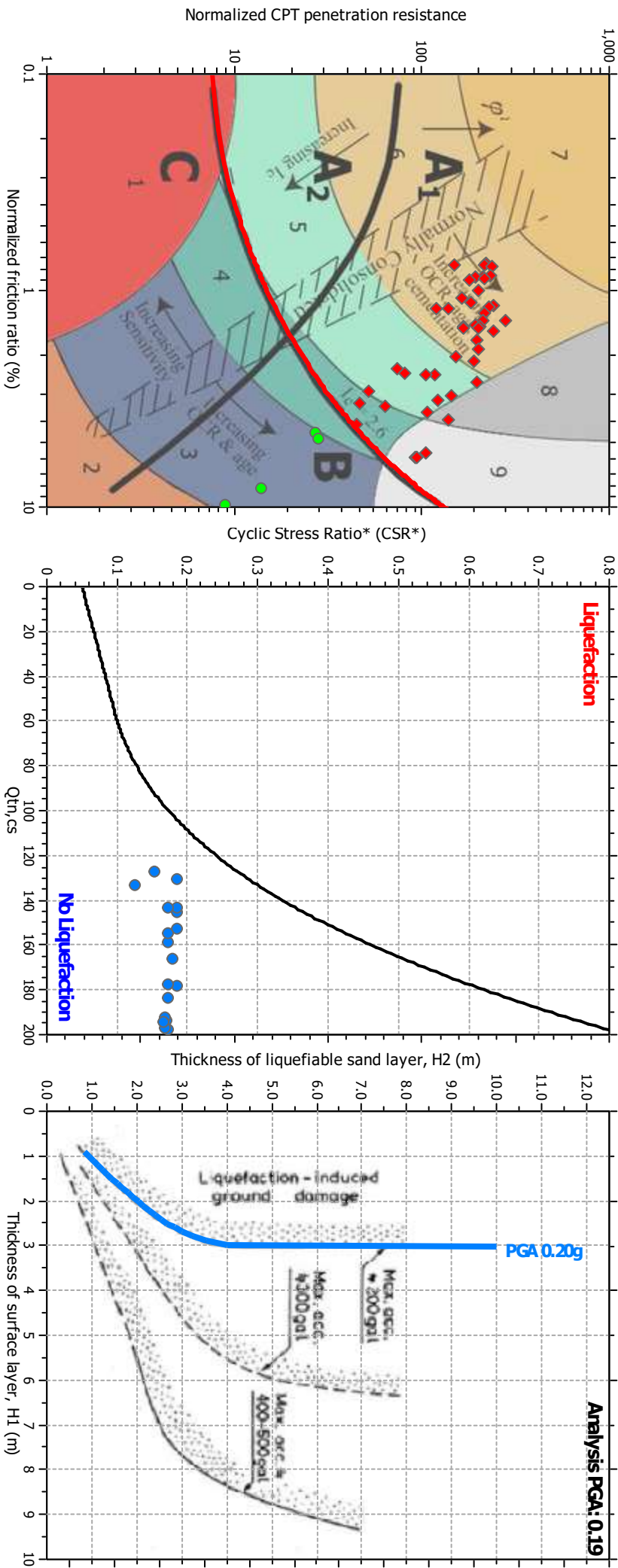
**FS color scheme**

- 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 plots



#### Input parameters and analysis data

Analysis method: NCEER (1998) Depth to water table (earthq.): 0.10 m  
 Fines correction method: NCEER (1998) Average results interval: 3  
 Points to test: Based on  $I_c$  value  $I_c$  cut-off value: 2.60  
 Earthquake magnitude  $M_w$ : 6.70 Unit weight calculation: Based on SBT  
 Peak ground acceleration: 0.19 Use fill: No  
 Depth to water table (instn): 1.20 m Fill height: N/A Limit depth: N/A  
 Fill weight: N/A  
 Transition detect: applied: No  
 $K_p$  applied: Yes  
 Clay like behavior applied: No  
 Sands only: No  
 Limit depth: N/A

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI	Depth (m)	FS	F <sub>L</sub>	w <sub>z</sub>	d <sub>z</sub>	LPI
0.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	1.79	0.00	0.00	0.20	0.00
0.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
1.40	1.57	0.00	0.00	0.20	0.00	1.60	1.99	0.00	0.00	0.20	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.00	1.93	0.00	0.00	0.20	0.00
2.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	5.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
5.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	7.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
8.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	8.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.20	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.40	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	9.60	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9.80	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00
<b>Overall liquefaction potential: 0.00</b>											

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point